

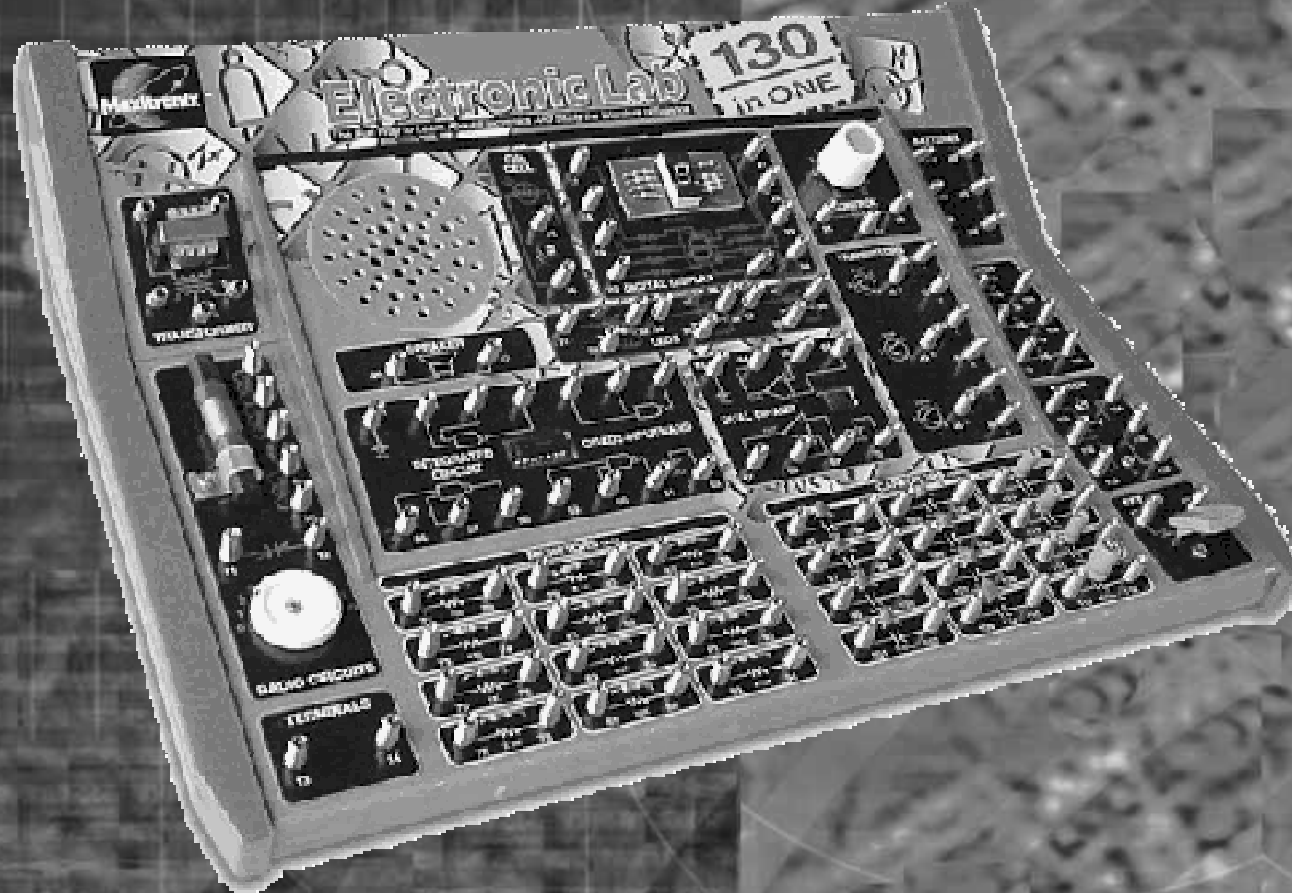


ELECTRONIC LAB

NL GEBRUIKERSHANDLEIDING

# 130 in 1

130 PROEVEN OM EEN ECHE  
EXPERT TE WORDEN !





Use this device with original accessories only. Velleman nv cannot be held responsible in the event of damage or injury resulted from (incorrect) use of this device. For more info concerning this product, please visit our website [www.velleman.eu](http://www.velleman.eu). The information in this manual is subject to change without prior notice.

#### © COPYRIGHT NOTICE

**This manual is copyrighted. The copyright to this manual is owned by Velleman nv.** All worldwide rights reserved. No part of this manual may be copied, reproduced, translated or reduced to any electronic medium or otherwise without the prior written consent of the copyright holder.

N'employer cet appareil qu'avec des accessoires d'origine. SA Velleman ne sera aucunement responsable de dommages ou lésions survenus à un usage (incorrect) de cet appareil. Pour plus d'information concernant cet article, visitez notre site web [www.velleman.eu](http://www.velleman.eu). Toutes les informations présentées dans cette notice peuvent être modifiées sans notification préalable.

#### © DROITS D'AUTEUR

**SA Velleman est l'ayant droit des droits d'auteur pour cette notice.** Tous droits mondiaux réservés. Toute reproduction, traduction, copie ou diffusion, intégrale ou partielle, du contenu de cette notice par quelque procédé ou sur tout support électronique que se soit est interdite sans l'accord préalable écrit de l'ayant droit.

Verwenden Sie dieses Gerät nur mit originellen Zubehörteilen. Velleman NV übernimmt keine Haftung für Schaden oder Verletzungen bei (falscher) Anwendung dieses Gerätes. Für mehr Informationen zu diesem Produkt, siehe [www.velleman.eu](http://www.velleman.eu). Alle Änderungen ohne vorherige Ankündigung vorbehalten.

#### © URHEBERRECHT

**Velleman NV besitzt das Urheberrecht für diese Bedienungsanleitung.** Alle weltweiten Rechte vorbehalten. Ohne vorherige schriftliche Genehmigung des Urhebers ist es nicht gestattet, diese Bedienungsanleitung ganz oder in Teilen zu reproduzieren, zu kopieren, zu übersetzen, zu bearbeiten oder zu speichern.

Gebruik dit toestel enkel met originele accessoires. Velleman nv is niet aansprakelijk voor schade of kwetsuren bij (verkeerd) gebruik van dit toestel. Voor meer informatie over dit product, zie [www.velleman.eu](http://www.velleman.eu). De informatie in deze handleiding kan te allen tijde worden gewijzigd zonder voorafgaande kennisgeving.

#### © AUTEURSRECHT

**Velleman nv heeft het auteursrecht voor deze handleiding.** Alle wereldwijde rechten voorbehouden. Het is niet toegestaan om deze handleiding of gedeelten ervan over te nemen, te kopiëren, te vertalen, te bewerken en op te slaan op een elektronisch medium zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de rechthebbende.

Utilice este aparato sólo con los accesorios originales. Velleman NV no será responsable de daños ni lesiones causados por un uso (indebido) de este aparato. Para más información sobre este producto, visite nuestra página web [www.velleman.eu](http://www.velleman.eu). Se pueden modificar las especificaciones y el contenido de este manual sin previo aviso.

#### © DERECHOS DE AUTOR

**Velleman NV dispone de los derechos de autor para este manual del usuario.** Todos los derechos mundiales reservados. Está estrictamente prohibido reproducir, traducir, copiar, editar y guardar este manual del usuario o partes de ello *sin previo permiso escrito* del derecho habiente.

# INHOUDSOPGAVE

<b>VOOR WE BEGINNEN</b>	5	21. Geluidsversterker	36
<b>HET PLAATSEN VAN DE BATTERIJEN</b>	5	22. Flip-flop multivibrator met LED display	37
<b>HET VERBINDEN VAN DE ELEKTRICITEITSDRADEN</b>	6		
<b>ONDERDELEN</b>	7	<b>III. CIRCUITS MET DIGITALE LED DISPLAY</b>	38
<b>HET BOUWEN VAN JE EERSTE PROJEKT</b>	11	23. Circuit met digitale displaybestaande uit 7 LED segmenten	39
<b>PROBLEEMOPLOSSING</b>	12	24. Basis LED display	40
<b>HANDIGE TIPS</b>	12	25. Transistor-regulator die de LED display uitschakelt	41
		26. Circuit met transistor, CdS cel en LED display	42
<b>I. CIRCUITS VOOR HET PLEZIER</b>	13		
1. Elektronische specht	14	<b>IV. EEN RONDLEIDING DOOR DIGITALE CIRCUITS</b>	43
2. De tjirpende vogel	15	27. Diode-transistor logische "AND" met LED display	44
3. Elektronische kat	16	28. DTL "OR" circuit met LED display	45
4. Sonische vislokker	17	29. DTL "NAND" circuit met LED display	46
5. Machinegewwwer pulsoscillator	18	30. DTL "Exclusive-OR" circuit	47
6. Elektronische motorfiets	19	31. Transistor "NOR" circuit met LED display	48
7. Tweetonige sirene politieauto	20	32. Transistor "Flip-Flop" circuit	49
8. Elektronische sirene	21	33. Transistor "Toggle Flip-Flop"	50
9. Elektronische metronoom	22		
10. Elektronische grootvaders klok	23	<b>V. MEER AVONTUREN MET DIGITALE CIRCUITS</b>	51
11. Lichtbestuurde elektronische harp	24	34. Transistor-transistor logische "buffer" poort	52
12. Geluidseffecten griezelfilm	25	35. TTL "inverter" poort	53
13. Stroboscooplamp (knipperlicht)	26	36. TTL "AND" poort	54
14. Snelschakeling LED display (Persistence of Vision Test)	27	37. TTL "OR" poort	55
		38. TTL "Exclusive-OR" poort	56
<b>II. BASISCIRCUITS MET HALFGELEIDERS EN COMPONENTEN</b>	28	39. TTL "NOR" poort	57
<b>EEN GROTE VERANDERING</b>	29	40. TTL "Three-input AND" poort	58
15. Ontlading condensator / hoogspanningsgenerator	30	41. TTL "AND" enable circuit	59
16. Kondensatoren in serie en parallel	31	42. TTL "OR" enable circuit	60
17. Weerstanden in serie en parallel	32	43. TTL "NAND enable circuit	61
18. Lichtdimmer	33	44. TTL "R-S Flip-Flop"	62
19. Transistor-schakelaar	34	45. "Toggle Flip-Flop" circuit gemaakt met "NAND" poort	63
20. Werking Transistor-circuit	35	46. TTL lijnselector	64

47. TTL dataselector	65	78. Differentiële versterker met twee voedingen	99
<b>VI. DE WERELD VAN TRANSISTOR-TRANSISTOR LOGICA</b>	66	79. Toon mengversterker	100
48. TTL astabiele multivibrator	67	80. Krachtversterker met operationele versterker	101
49. TTL toongenerator	68	81. Voltage controlled oscillator	102
50. Knipperende LED's	69	82. Zoemer met operationele versterker	103
51. Een one-shot TTL	70	83. Inbraakalarm	104
52. Transistor timer met TTL	71	84. Handbediende zwaai-oscillator	105
53. Zoemende LED	72	85. Geluid van vallende bom	106
54. Zoon van de zoemende LED	73	86. Noodsirene	107
55. Set/reset zoemer 1	74	87. Eerste hulp sirene	108
56. Set/reset zoemer 2	75	88. Muzikale tempo generator	109
57. Geluidsmachine	76	89. Knipperende LED van operationele versterker	110
58. Grote mond	77	90. LED knipperlicht	111
59. Schot in het donker	78	91. Knipperlicht met twee LED's	112
<b>VII. TOEPASSINGEN VAN CIRCUITS GEBASEERD OP DE OSCILLATOR</b>	79	92. One-shot licht	113
60. Variabele R-C oscillator	80	93. LED initialen	114
61. Oscillator met uitschakelvertraging	81	94. Weksirene	115
62. Temperatuur-gevoelige audio oscillator	82	95. Stemgeactiveerde LED	116
63. Oscillator met twee direct verbonden transistoren	83	96. Logische tester	117
64. Push/pull blok golfoscillator	84	<b>IX. MEER AVONTUREN MET OPERATIONELE VERSTERKERS</b>	118
65. Potlood-orgel	85	97. Geluid van wisselstroom	119
66. LED stroboscooplamp (knipperlicht)	86	98. Circuit voor lichtgereguleerd geluid	120
67. Elektronisch orgel	87	99. Geluidsalarm	121
68. Daglicht vroege vogel	88	100. Studeertimer	122
69. Intermitterende alarmgenerator	89	101. Kookwekker	123
<b>VIII. BASISCIRCUITS MET OPERATIONELE VERSTERKER</b>	90	102. Three-input "AND" poort met operationele versterker	124
70. Comparator	91	103. Stemniveaumeter	125
71. Minimum verhoging van DC voltage	92	104. Power-on reset schakeling	126
72. Constante stroombron	93	105. Vertraagde timer	127
73. Integreeschakeling	94	106. Pulsfrequentie verdubbelaar	128
74. Schmitt Trigger circuit	95	107. Witte ruis generator	129
75. Niet-inverterende versterker met twee voedingen	96	108. DC-DC converter met operationele versterker	130
76. Inverterende versterker met twee voedingen	97	<b>X. CIRCUITS VOOR COMMUNICATIE</b>	131
77. Niet-inverterende versterker met één voeding	98	109. Oscillator met toonregulatie voor oefenen met morse code	132
		110. Kristalradio (radio met één diode)	133

111. Radio met twee transistoren	134
112. Draadloze code-zender	135
113. AM radiozender	136
114. Radio met operationele versterker	137
<b>XI. TESTEN EN METEN VAN CIRCUITS</b>	138
115. Geluidscontinuïteit-tester	139
116. Conductiviteitstester	140
117. Transistor checker	141
118. Sinusgolf audio oscillator	142
119. Sinusgolf oscillator met minimale vervorming	143
120. Dubbele-T audio oscillator	144
121. Toongenerator met pulsoscillator	145
122. Audio signaaltracer	146
123. Radiofrequentie signaaltracer	147
124. Blokgolf audio oscillator	148
125. Zaagtandgolfoscillator	149
126. Regendetector	150
127. Waterniveau zoemer met operationele versterker	151
128. Metaaldetector	152
129. Waterniveau alarm	153
130. Drie-traps waterniveau indicator	154
<b>INDEX</b>	155
<b>LIJST VAN ONDERDELEN</b>	157

**© 1999 MAXITRONIX ENTERPRISE LIMITED**

**ALLE RECHTEN VOORBEHOUDEN**

***Maxitronix Lab*® en andere verwante merken zijn  
geregistreerde handelsmerken van Maxitronix Enterprise Limited.**

## Voor we beginnen

Deze 130-in-1 kit met elektronische projecten van Maxitronix is wellicht je eerste ervaring met de spannende wereld van elektriciteit en elektronika. We hopen dat het niet je laatste zal zijn. Zoals je weet, speelt de elektronika een belangrijke rol in de wereld van vandaag en biedt het uitgebreid gelegenheid voor experimenten, lol, praktische ideeën en interessante banen en carrières.

Deze handleiding beschrijft 130 verschillende experimenten die je met je kit kunt uitvoeren. Alles wat je hiervoor nodig zult hebben, hebben we bijgevoegd (met uitzondering van de batterijen).

Tijdens het lezen van deze handleiding en het uitvoeren van de experimenten zal je opvallen dat we de projecten en informatie in een logische volgorde hebben geordend. We laten je beginnen met eenvoudige circuits en voeren de moeilijkheidsgraad dan langzaam op. Neem de tijd en beleef plezier.

Hoewel je de experimenten niet in de aangegeven volgorde hoeft uit te voeren, zul je merken dat het helpt om dat wel te doen, aangezien we voortdurend bouwen op opgedane kennis in vorige experimenten en deze kennis van belang is voor het begrijpen van latere experimenten.

Bij het doorlopen van de experimenten helpen we je niet alleen begrijpen hoe de projecten werken, maar geven we je ook enkele ideeën voor extra experimenten en plezier.

Ook al heb je nog nooit een elektronisch circuit (een instrument dat een elektrische stroom door bepaalde kanalen stuurt) gebouwd, zul je al deze projecten zonder probleem kunnen voltooien. Het bedraden is eenvoudig dankzij de "broodplank" constructie van je lab kit. Elk van de verschillende onderdelen (elektronische basisonderdelen) in je kit is op de broodplank bevestigd en duidelijk aangegeven.

Alle projecten kunnen zonder solderen worden samengesteld omdat elk onderdeel met contactveertjes is verbonden. Bij elk project is een bedradingsvolgorde gegeven, zodat je alleen maar de elektriciteitsdraden met de contactveertjes die in de bedradingsvolgorde zijn vermeld hoeft te verbinden om een werkend project te bouwen. We hebben voldoende voorgeknijpte geïsoleerde draden bijgevoegd. Alle projecten worden van stroom voorzien door batterijen met een laag voltage, dus er zal zich geen van de gevaren voordoen die kunnen wel zouden kunnen optreden wanneer gebruik wordt gemaakt van standaard AC voltages.

Eenvoudige en duidelijk beschreven instructies helpen je met het uitvoeren van en experimenteren met elk project. Een diagram, dat bedradingschema wordt genoemd, wordt bij de latere projecten gegeven. Een bedradingschema is een elektronische blauwdruk die aangeeft hoe de verschillende onderdelen met elkaar zijn verbonden. Elk onderdeel wordt met zijn eigen bedradingschema-symbool aangeduid. De symbolen voor de verschillende onderdelen in je lab kit staan op de broodplank naast elk onderdeel aangegeven.

Bij het uitvoeren van de experimenten zul je zien dat er veel overeenkomsten tussen de verschillende circuits zijn. Dit is logisch, omdat complexe elektronische circuits zijn opgebouwd uit een combinatie van eenvoudige circuits. Achterin deze handleiding hebben we een index van experimenten gegeven – veel van de experimenten staan in meer dan één categorie genoemd zodat het gemakkelijker is te vinden wat je zoekt.

Het zal je opvallen dat we vaak naar een volt-ohm-meter (afgekort VOM) verwijzen om metingen uit te voeren. Een VOM of universeelmeter is een apparaat waarmee het voltage, de stroom (ampère or amps) en de weerstand (ohm) kan worden gemeten. We zullen je hierover later meer vertellen. Wanneer je meer over elektronische circuits gaat leren, is het belangrijk dat je leert hoe je circuit-waarden moet meten – want alleen dan zul je pas echt gaan begrijpen hoe elektronische circuits werken.

Wanneer je kunt meten waarover je spreekt en het in getallen kunt uitdrukken, weet je er iets over; wanneer je het echter niet kunt meten en het niet in getallen kunt uitdrukken, is je kennis slechts van povere en onbevredigende aard: het kan het begin van kennis zijn, maar je hebt nog maar nauwelijks, in je eigen gedachten, het stadium van wetenschap bereikt.

LORD KELVIN, 1883

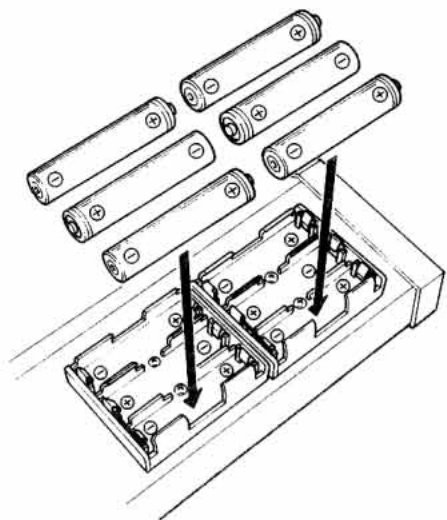
We raden je daarom aan om nog een keer de radiospecialzaak te bezoeken en in een VOM met een gevoeligheid van 20.000 ohms per volt of meer te investeren. Ohms per volt is een eenheid waarmee de gevoeligheid van het apparaat wordt aangeduid (hoe hoger de waarde, des te gevoeliger de meter).

Je hebt geen VOM nodig om de experimenten te voltooien, maar je zult zien dat het van hulp kan zijn voor het beter begrijpen van de werking van de circuits. Een VOM is een standaard testinstrument en een uitstekende investering – zolang je in elektriciteit en elektronika geïnteresseerd blijft, zul je er één willen en nodig hebben. Als je niet weet hoe je een VOM moet gebruiken, raden we je aan een boek daarover te lezen. Er zijn verschillende boeken hierover verkrijgbaar, en in het bijzonder het boek "Het gebruiken van je meter" is een aanrader.

We zijn enorm enthousiast over deze kit – het is een laboratorium met het beste uit de elektronika. Je zult er veel plezier mee beleven (en je zult je waarschijnlijk niet eens realiseren hoeveel je leert terwijl je ermee aan het "spelen" bent).

## Het plaatsen van de batterijen

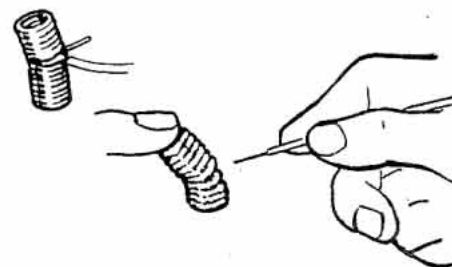
Er zijn zes AA batterijen nodig voor je kit. Wij raden alkaline batterijen aan voor het langste gebruik. Plaats de batterijen in de batterijhouder aan de achter-/onderzijde van je kit. Zorg ervoor dat je ze op de juiste wijze plaatst, overeenkomstig de (+) en (-) aanduidingen aan de binnenkant van de batterijhouder. Het (+) uiteinde van een batterij is het uiteinde met het kleine metalen kapje.



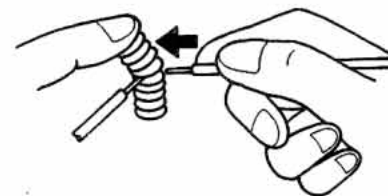
**Opmerking:** Verwijder de batterijen wanneer je je kit niet gebruikt. Laat zwakke of lege batterijen nooit in je kit zitten – ze kunnen schadelijke chemicaliën lekken, ookal zijn het “lekvrije” batterijen. Het is goed hiervan een gewoonte te maken bij alle produkten die op batterijen werken.

### Het verbinden van de elektriciteitsdraden

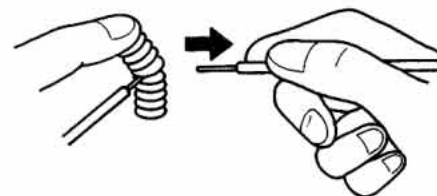
Met behulp van de contactveertjes en de voorgeknippte elektriciteitsdraden die met je kit zijn bijgeleverd, kun je met gemak de bedradingen van de verschillende projekten voltooien. Buig het contactveertje eenvoudigweg naar één kant en steek de draad in de opening om deze met het veertje te verbinden.



Soms zul je twee of drie draden met één veertje moeten verbinden, en je moet er dan voor zorgen dat de eerste draad niet losraakt wanneer je de tweede en derde draad toevoegt. De eenvoudigste manier om dit te doen, is het veertje in de tegenovergestelde richting van de eerste draad te buigen.

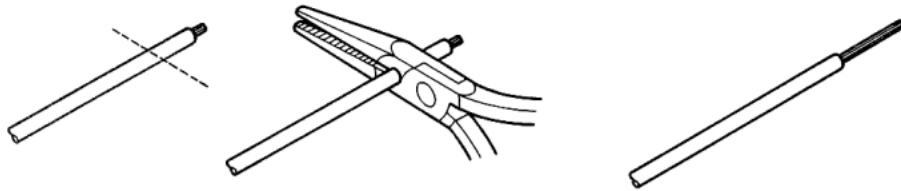


Zorg ervoor dat je alleen het ontblote, glimmende deel van de draad in de opening van het contactveertje steekt. Wanneer de plastic isolatie van de draad in de opening steekt, wordt er geen elektrisch contact gemaakt. Buig elk veertje eenvoudigweg om en trek de draden eruit om deze weer te verwijderen.





Na veelvuldig gebruik kunnen de ontblote metalen uiteinden van sommige draden afbreken. Wanneer dit gebeurt, verwijder dan 1 cm isolatie van het afgebroken uiteinde en draai de strengen samen. Je kunt de isolatie met een draadstripper of een zakmes verwijderen.



## Onderdelen

De meeste elektroni

—sche onderdelen in je kit zijn op het grafisch geïllustreerde paneel bevestigd; het bijbehorende symbool staat naast elk onderdeel afgedrukt. De rest van de onderdelen zitten in de plastic zak.

Er zitten meer dan 30 losse onderdelen in je kit. Indien dit de eerste keer is dat je met elektronika in aanraking komt, weet je waarschijnlijk niet wat het verschil tussen een weerstand en een transistor is. Maar vrees niet – het algemene gebruik van elk onderdeel wordt hieronder uitgelegd. De beschrijvingen zullen je helpen begrijpen wat elk onderdeel doet, terwijl je elk onderdeel beter zult leren kennen tijdens het uitvoeren van de projecten.

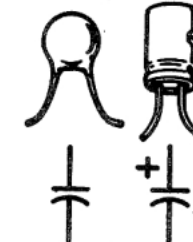
Achterin deze handleiding is een lijst van onderdelen. Je kunt de onderdelen in je kit met die in de lijst vergelijken.

**Weerstanden:** Er zitten 23 weerstanden in je kit. (Acht van deze 23 zijn permanent verbonden met de LED.) Weerstanden houden de elektrische stroom tegen. Ze zijn heel handig om gewenste voltages aan andere elektronische onderdelen te leveren. De mate waarin een weerstand de elektrische stroom tegenhoudt, wordt uitgedrukt in ohms. Een

weerstand van slechts enkele ohms biedt maar weinig weerstand aan de elektrische stroom. Elektronische circuits maken vaak gebruik van zeer grote weerstanden. De waarden van deze weerstanden zijn over het algemeen afgekort d.m.v. de letter K (voor 1.000 ohms) en de letter M of Meg (voor 1.000.000 ohms). Een 470K weerstand heeft dus een weerstand van 470.000 ohms.



**Kondensatoren:** Er zitten 12 vaste condensatoren in je kit. Kondensatoren komen ook heel goed van pas in elektronische circuits. Ze kunnen wisselstroom (AC) doorlaten terwijl ze gelijkstroom (DC) tegenhouden. Ze kunnen ook elektriciteit opslaan of als filters fungeren om pulserende signalen af te vlakken. Kleine condensatoren worden over het algemeen gebruikt in hoge frequentie-apparatuur, zoals radio's, zenders en oscillatoren. Grote condensatoren slaan over het algemeen elektriciteit op of fungeren als filters.

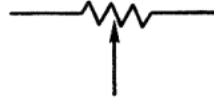
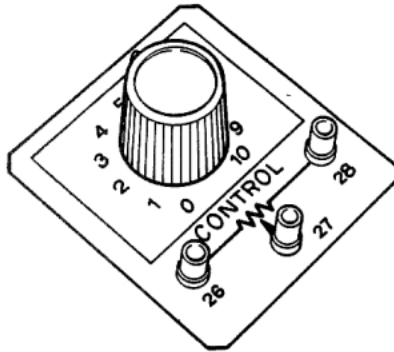


De capaciteit (opslagcapaciteit van elektriciteit) van een condensator wordt uitgedrukt in een eenheid die farad wordt genoemd. De farad is van de condensator wat de gallon van een lege emmer is. Beide eenheden geven aan hoeveel het voorwerp kan bevatten. De farad is een zeer grote hoeveelheid elektriciteit, en de waarde van de meeste condensatoren wordt daarom aangegeven in miljoenen van een farad (microfarads).

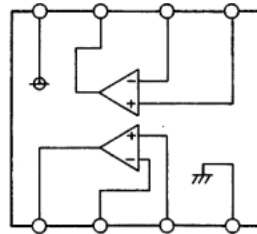
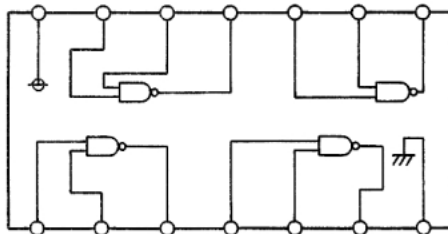
Hier een belangrijke opmerking: de vier grootste condensatoren zijn een speciale soort condensatoren. Je moet deze op één bepaalde manier in het circuit plaatsen – de (+) en (-) uiteinden moeten altijd met de juiste contactveertjes verbonden zijn. We zullen je hieraan helpen herinneren wanneer dat nodig is. De overige condensatoren kun je op willekeurige wijze verbinden.



**Regelaar:** Veel elektronische circuits hebben een variabele weerstand nodig, en dat is precies wat de regelaar is. Je kunt deze als lichtdimmer of geluidsregelaar gebruiken, en in veel andere circuits waar je de weerstand snel en eenvoudig wilt veranderen.



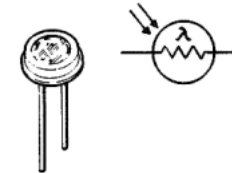
**Geïntegreerd circuit:** Zoals je misschien zult weten, vormde het geïntegreerd circuit begin jaren 60 een grote doorbraak in de elektronica na de uitvinding van de transistor mid veertiger jaren. Het grote voordeel van IC's (zoals we deze ook wel noemen) is dat honderden, of zelfs duizenden transistoren, diodes en weerstanden in een kleine pakketje kunnen worden geplaatst.



In deze kit worden twee types IC gebruikt – de quad two-input NAND (vier NAND-poorten met elk twee ingangen) en de dual geïntegreerde versterker. Je zult hier later meer over leren.

Sommige computers maken gebruik van IC's met een capaciteit die duizenden malen groter is dan van IC's die in deze kit worden gebruikt. Met behulp van onze eenvoudige IC's kun je echter voldoende leren om de basisprincipes van de meer geavanceerde IC's te kunnen begrijpen.

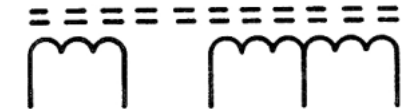
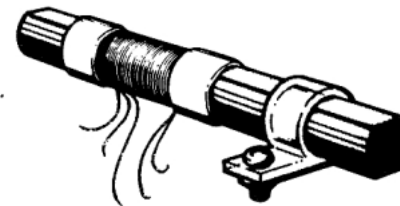
**Cadmium Sulfide (CdS) cel:** Dit is een speciaal apparaatje dat je als automatische regelaar kunt gebruiken. Het is een halfgeleider – dit houdt in dat het weliswaar elektriciteit geleidt, maar gedeeltelijk tegenhoudt. De weerstand van dit apparaatje verandert naargelang er licht op schijnt. (Het werkt op dezelfde manier als de regelaar van je kit – om de weerstand van de regelaar te veranderen, draai je de knop, terwijl je meer of minder licht op de voorzijde van de cel laat schijnen om de weerstand van de CdS cel te veranderen.)



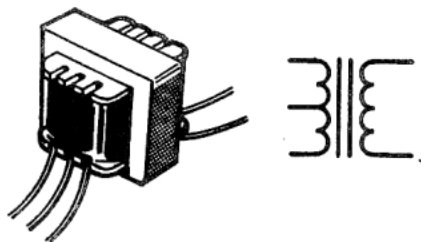
**Opmerking:** We hebben een speciaal lichtscherm bijgeleverd dat je in combinatie met de CdS cel kunt gebruiken. Wanneer je deze afscherming over de cel plaatst, wordt de cel van alle licht afgeschermd. Je zult deze afscherming over de CdS cel in veel projecten gebruiken.



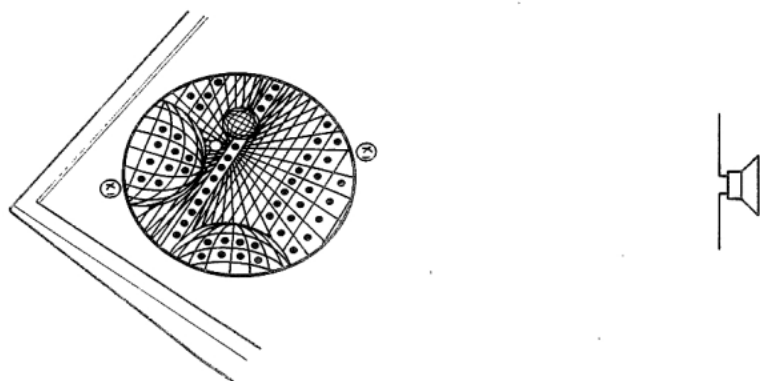
**Antenne:** De radio-antenne is het cilindervormige onderdeel waaromheen een spoel van fijne draad is gewikkeld. De donkergekleurde staaf is voornamelijk gemaakt van ijzerpoeder. Ferriet kernen (staven gemaakt van ijzerpoeder en andere oxyden) vormen efficiënte antennes voor vrijwel alle transistorradio's.



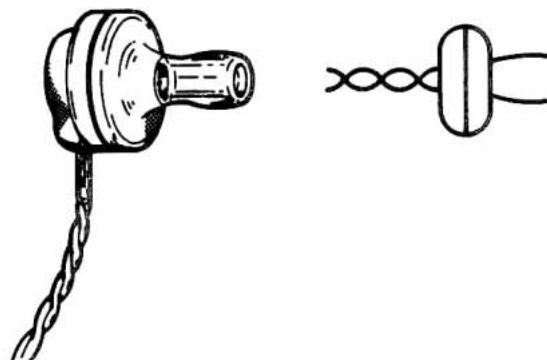
**Transformator:** Een transformator vervult een belangrijke taak – het helpt elektronische circuits goed met elkaar “op te schieten”. Het helpt circuits op elkaar “af te stemmen” zodat deze efficiënt kunnen werken. Een transformator brengt elektrische energie die door het ene deel van een circuit stroomt over naar een ander deel van een elektronisch circuit. We zullen je meer over transformatoren vertellen wanneer we met de projecten beginnen.



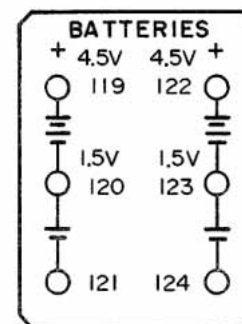
**Luidspreker:** Voor radiocircuits en circuits voor speciale geluidseffecten zul je de luidspreker (of de oortelefoon) met het circuit verbinden om de geluiden en/of signalen te kunnen horen.



Er zit een oortelefoon in de plastic zak – deze lijkt op de luidspreker, met als enig verschil dat deze gevoeliger (en verplaatsbaar) is. Het is een efficiënte, lichtgewicht oortelefoon die kan worden verbonden zonder dat er veel elektrische energie aan het circuit wordt onttrokken. Voor hele zwakke geluiden kan het best de oortelefoon gebruikt worden; voor sterkere geluiden zul je de luidspreker gebruiken.

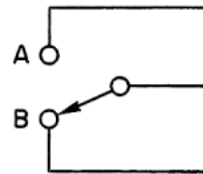
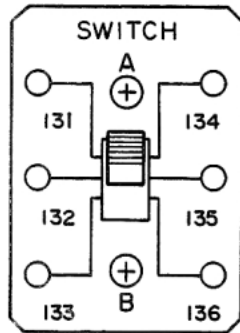


**Batterijen:** De batterijhouders zijn zodanig ontworpen dat ze zes (6) type AA batterijen kunnen huisvesten. Batterijen voorzien alle experimenten in je kit van stroom. Wanneer je draden met de batterijen verbindt, zorg er dan voor dat je alleen de aangegeven uiteinden verbindt. Uiteinde 119 en 120 geven een stroom van 3 volts. Uiteinde 119 en 121 een stroom van 4,5 volts. Je moet je ervan bewust zijn dat wanneer je verbindingen maakt die teveel voltage opleveren (via deze batterijverbindingen kun je maximaal 9 volts verkrijgen), sommige onderdelen beschadigd kunnen raken. (ze kunnen doorbranden). Zorg er daarom voor dat je de juiste batterijverbindingen maakt.

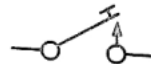
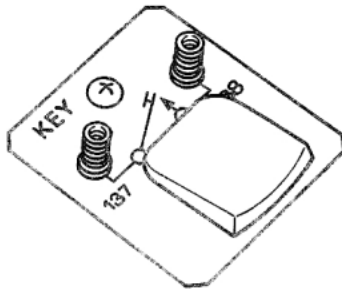


**Let op:** Wanneer je de draden met de batterijen verbindt, moet je de juiste polariteit in de gaten houden: de (+) en (-) uiteinden van de batterij. Bij sommige onderdelen en circuits kunnen onderdelen permanent worden beschadigd wanneer je de polariteit omdraait.

**Schakelaar:** Je weet wat een schakelaar is – je gebruikt deze om elektrische circuits aan- of uit te schakelen. Wanneer je de schakelaar in de juiste positie schuift, is het circuit compleet en kan er elektriciteit doorheen stromen. In een andere positie ontstaat er bij de schakelaar een onderbreking in het circuit, waardoor het circuit niet compleet is en er geen elektriciteit doorheen kan stromen. De schakeling die we hier gebruiken is een DPDT (double-pole double throw, ofwel tweepolig-tweeweg) schakeling; dit houdt in dat door middel van deze schakeling een paar contactveertjes met één van twee andere paren contactveertjes is verbonden. Je zult later leren hoe dit werkt.

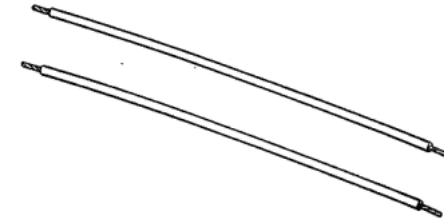
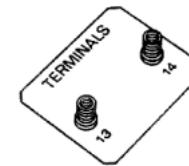


**Sleutel:** De sleutel is een hele simpele schakelaar – druk deze in en er kan elektriciteit doorheen stromen. Laat de schakelaar weer los en er zal een onderbreking in het circuit ontstaan waardoor het circuit niet compleet is. Je zult de sleutel in veel circuits gebruiken, voornamelijk in de signaalcircuits (om Morse code e.d. te verzenden).



**Contactpunten:** Je zult de twee contactpunten (13 en 14) in sommige projecten gebruiken om verbindingen met externe apparatuur te maken, zoals de oortelefoon, een antenne of aardeverbinding, speciale sensorcircuits, enz.

**Draden:** Je zult de draden gebruiken om verbindingen tussen contactveertjes te maken.



De onderdelen en contactveertjes zijn op een paneel gemonteerd. Wanneer je aan de onderzijde van het paneel kijkt, kun je zien hoe draden worden gebruikt om de onderdelen en de bijbehorende contactveertjes met elkaar te verbinden.

## Het bouwen van je eerste project

Voor elk project is een eenvoudige bedradingsvolgorde gegeven. Je dient de contactveertjes in elke groep met elkaar te verbinden met behulp van draden met een geschikte lengte. Gebruik altijd de kortst mogelijke draad. Verbind vervolgens ook de contactveertjes van de volgende groep (elke groep is gescheiden d.m.v. een komma).

Hier is een voorbeeld:

Project 1 heeft de volgende bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-104-106, 4-28-124, 5-41-105, 27-88, 75-87-103-40, 115-42-119, 76-116, 121-122.

Je dient een draad tussen 1 en 29 te verbinden, een andere draad tussen 2 en 30, een andere tussen 3 en 104 en weer een andere tussen 104 en 106. Op deze wijze ga je net zolang door totdat je alle verbindingen hebt gemaakt.

**Let op:** Bij elke bedradingsvolgorde hebben we opzettelijk een belangrijke stroomverbinding tot het laatst bewaard. Het is van belang dat je deze verbinding het LAATST maakt. Bij sommige circuits kan een transistor of ander onderdeel namelijk beschadigd raken wanneer je het ene deel van het elektronische circuit voor het andere voltooit. Volg de bedradingsvolgorde daarom precies op.

## Probleemoplossing

Indien je bij elk project de bedradingsvolgorde nauwkeurig opvolgt, zul je geen probleem hebben om de projecten te laten werken. Wanneer er zich echter toch een probleem voordoet, kun je de oorzaak en de oplossing daarvan meestal achterhalen door de volgende stappen te doorlopen. Deze stappen zijn dezelfde die door elektriciëns worden gebruikt om complexe elektronische apparatuur te testen.

1. Zijn de batterijen nieuw? Zoniet, dan kan het zijn dat ze te zwak zijn om het project van voldoende stroom te voorzien.
2. Heb je het project op de juiste wijze voltooid? Indien alles goed is bevonden, controleer dan alle draadverbindingen om er zeker van te zijn dat alle contactveertjes op de juiste wijze zijn verbonden. Het kan soms een goed idee zijn om iemand anders te vragen ook een kijkje te nemen. Een tweede paar ogen kan soms iets opvallen wat je zelf over het hoofd hebt gezien.
3. Wat dacht je ervan om het schematisch diagram (bedradingsschema) en de circuit-beschrijving te raadplegen? Naarmate je vordert in je kennis van en inzicht in elektronika, zul je in staat moeten zijn problemen na te gaan door eenvoudigweg een bedradingsschema door te lopen; en wanneer je de circuit-beschrijving erbij neemt, moet je het probleem zelf kunnen achterhalen.
4. Probeer metingen van het voltage en de stroom te verrichten – je zult snel in de gaten hebben hoe goed een VOM een elektriciën wel niet van pas komt!

## Handige tips

### Een notitieboek bijhouden

Terwijl je met deze kit bezig bent, zul je een heleboel over elektronika te weten komen. Veel van de dingen die je bij de eerste projecten over elektronika ontdekt, zullen bij latere projecten van pas komen. We raden je daarom aan een notitieboek bij te houden zodat je alle informatie hierin kunt ordenen en verzamelen.

Je notitieboek hoeft er niet net zoeen te zijn als je op school gebruikt. Beschouw het als je dagboek – je zult er met plezier in terugbladeren nadat je alle 130 projecten hebt voltooid.

### De bedradingsvolgorde afstrepen

Bij het uitvoeren van de projecten (vooral die projecten waarbij veel verbindingen moeten worden gemaakt) kan het handig zijn het nummer van elk contactveertje af te strepen nadat je een draad met dat contactveertje hebt verbonden. Doe dit licht met een potlood zodat je

eenzelfde circuit meerdere malen kunt bouwen en de bedradingsvolgorde leesbaar blijft.

### Onderdelen verzamelen

Het is een goed idee om te beginnen met het verzamelen van verschillende elektronische onderdelen die je vindt of koopt bij de radiospecialzaak en je eigen elektronische rommeldoos te maken. Je kunt circuits in of op een chassis, doos of bak bouwen. Je kunt het inleveren op school als onderdeel van een wetenschapsproject en er een onderzoeksproject van maken. (Bespreek dit met je leraar zodat deze je wat tips kan geven om je op weg te helpen.)

### Een paar laatste ideeën

Wees niet bang om met de experimenten in deze handleiding te experimenteren, onderdelen te verwisselen en nieuwe verbindingen te maken. We hebben weliswaar 130 projecten voor je voorbereid, maar met een beetje fantasie en geëxperimenteer, kun je nog veel meer circuits maken. Zorg ervoor dat je je nieuwe "creaties" in de notitieboek noteert.

We hopen dat je 130-in-1 Kit met Elektronische Projecten het begin vormt van iets wat je veel plezier zal opleveren en je zal stimuleren. Elektronika speelt een belangrijke rol in de wereld van vandaag, een rol die met de dag groter wordt. We hopen dat elektronika een levenslange hobby wordt – of dat je er zelfs carrière mee zult kunnen maken.

Genoeg gepraat – laten we samen met onze onderzoekstocht beginnen!

## **I. CIRCUITS VOOR HET PLEZIER**

# 1. ELEKTRONISCHE SPECHT

Heb je wel eens een roodkopspecht horen tjirpen? Hier is een elektronische vogel die ongeveer hetzelfde geluid maakt als een roodkopspecht. Als er zo'n specht bij jou in de buurt zit, komt hij misschien wel op bezoek bij dit elektronische familielid!

Dit is een vrij eenvoudig circuit. Volg de bedradingsvolgorde hieronder op en raadpleeg de gegeven tekeningen. Maak alle verbindingen en beleef plezier met dit project.

Het basiscircuit dat we hier hebben laten zien, heeft geen schakelaar of sleutel, maar je kunt er heel eenvoudig eentje aan toevoegen. Je hoeft alleen maar verbinding 124-28 door verbindingen 124-137 en 138-28 te vervangen om de sleutel aan te sluiten. Om de schakelaar te kunnen gebruiken, moet je verbinding 124-28 door verbindingen 124-131 en 132-28 vervangen. Wanneer je de sleutel of de schakelaar indrukt, is de stroomkring compleet en hoor je de specht. Met de sleutel kun je het circuit makkelijker hanteren wanneer je het mee naar buiten neemt om er vogels mee te lokken.


Probeer verschillende combinaties van weerstand en capaciteit op de plaats van de 1K weerstand en de 100µF condensator. Verwijder de draad bij contactveertje 116 en verbind deze met contactveertje 118 om de capaciteit van 100µF naar 470µF te veranderen. Verplaats vervolgens de draad bij contactveertje 115 naar veertje 117. Je "vogel" lijkt nu waarschijnlijk meer op een krekel of een beer!

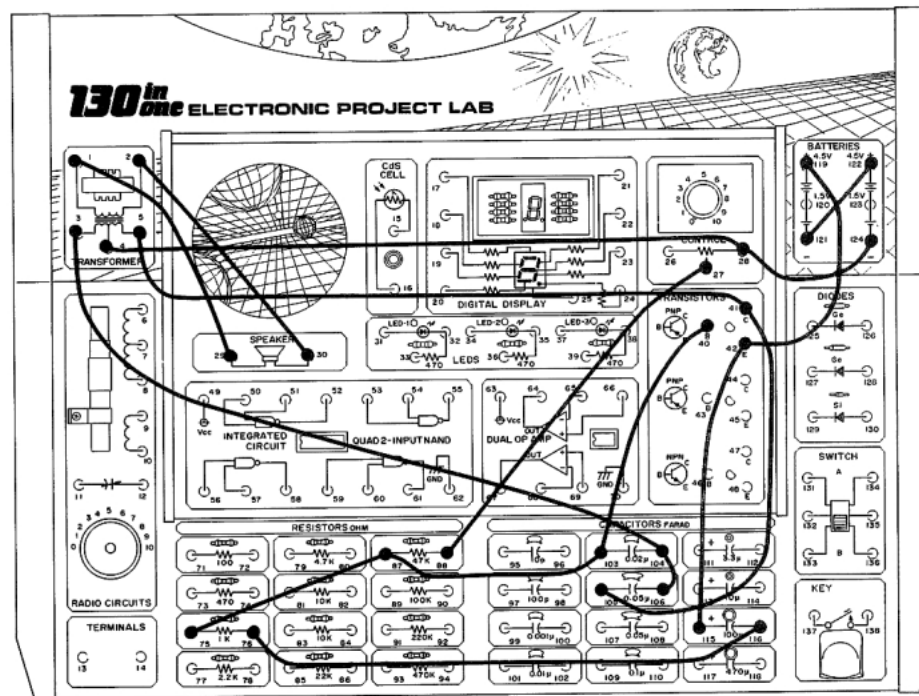
Je kunt ook de 3V stroomvoorziening uitproberen (V is de afkorting van volt of volts – de eenheid waarin elektrische energie wordt uitgedrukt). Verwijder de draad van contactveertje 119 en verbind deze met veertje 123. De "vogel" zal nu meer op een Engelse kwikstaart lijken.

Wanneer je met dit circuit experimenteert, kun je vrijwel alle dingen veranderen zonder dat er daarbij schade ontstaat. Verklein de 47K weerstand echter niet tot kleiner dan 10K, omdat dan de transistor beschadigd kan raken.

We raden je aan om aantekeningen te maken van je ontdekkingen – ingenieurs maken altijd gedetailleerde aantekeningen van hun circuit-ideeën. Het is goed hiervan een gewoonte te maken nu je met experimenteren begint.

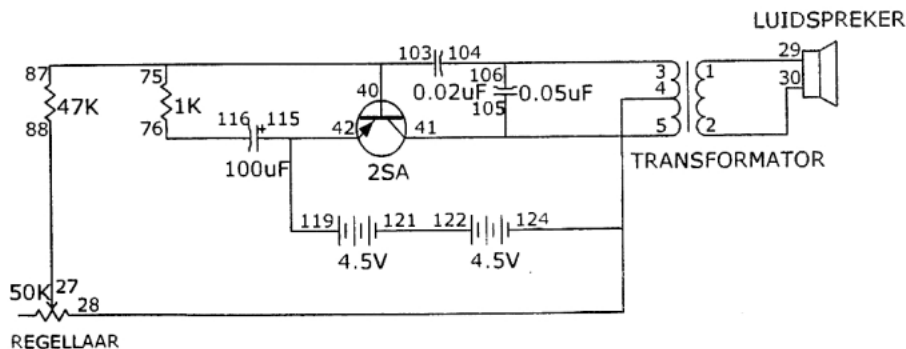
**AANTEKENINGEN**





### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-104-106, 4-28-124, 5-41-105, 27-88, 75-87-103-40, 115-42-119, 76-116, 121-122.





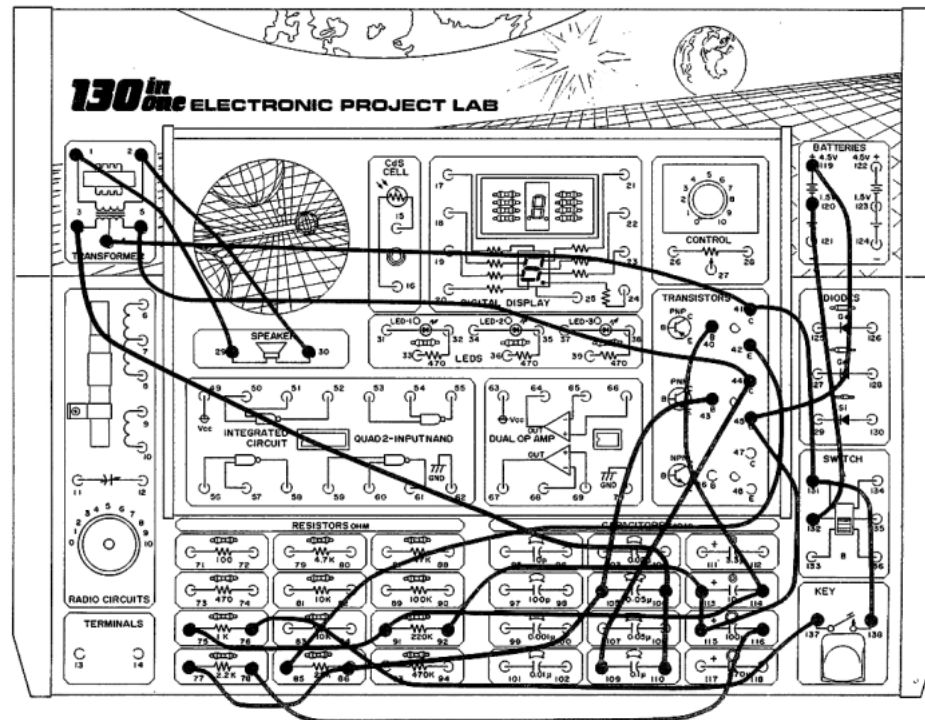
## 2. DE TJIRPENDE VOGEL

Hier is een circuit dat nog meer van onze gevleugelde vrienden nabootst – je zou kunnen zeggen dat het de naïper naäpt!

Voltooi dit circuit aan de hand van de gegevens hieronder en haal de schakelaar over naar positie A om de stroom in te schakelen. Je zult nu nog geen geluid uit de geluidsspreker horen komen. Druk de sleutel in; je zult nu een tjirpend geluid uit de luidspreker horen komen. Laat de sleutel weer los – je zult nog steeds het tjirpend geluid horen, maar vervolgens zal dit geluid langzaam vervagen en geheel verdwijnen. Je kunt zien dat wanneer de sleutel wordt losgelaten, de eerste transistor “Q1” wordt afgesloten van de batterij. De tweede transistor “Q2” kan nog steeds het tjirpend geluid produceren, net zolang totdat de transistor “Q1” deze niet meer via zijn basis regelt.

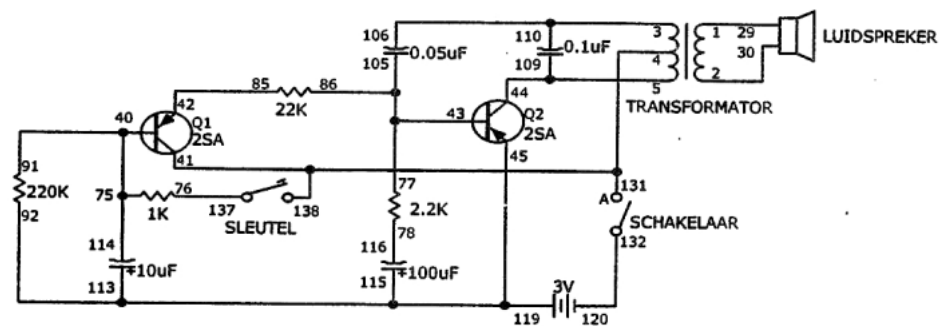
Probeer een condensator met een andere sterkte in plaats van de 10 $\mu$ F en de 100 $\mu$ F condensatoren en luister wat er gebeurt. Deze condensatoren regelen de hoeveelheid elektriciteit die de transistoren bereikt via verbindingen naar de basissen van de transistoren. Vergeet niet aantekeningen van je experimenten te maken.

AANTEKENINGEN



### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-106-110, 4-41-131-138, 5-44-109, 40-114-91-75, 42-85, 43-105-86-77, 119-45-115-113-92, 76-137, 78-116, 120-132.



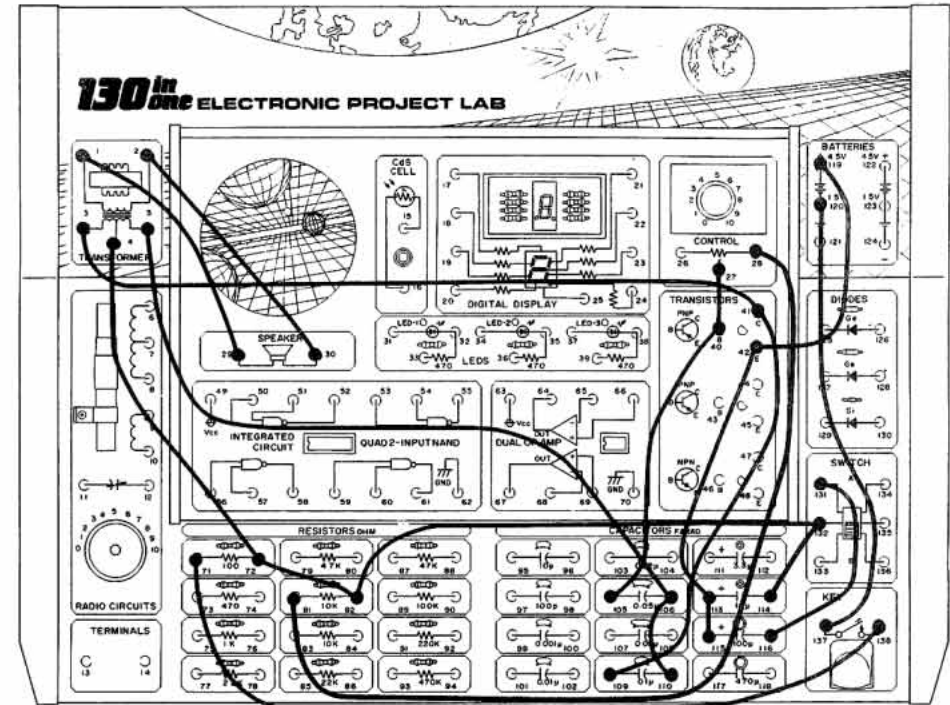
### 3. ELEKTRONISCHE KAT

Heb je last van muizen? En heb je geen muizeval? Probeer dit in de plaats – kijk of het geluid van de elektronische katachtige deze ondiere weg kan houden.

Volg de bedradingsvolgorde op en raadpleeg de tekening, en begin met het experiment met de schakelaar in stand B. Druk de sleutel in en laat gelijk weer los. Je zult nu het "gemiauw" van de "kat" uit de luidspreker horen komen. Draai aan de afstemknop terwijl het gemiauw vervaagt – welk effect heeft dit op de werking van het circuit? Zet nu de schakelaar in stand A en probeer het nog een keer. Het geluid is nu lager en duurt langer, net alsof de kat om een schoteltje melk bedelt.

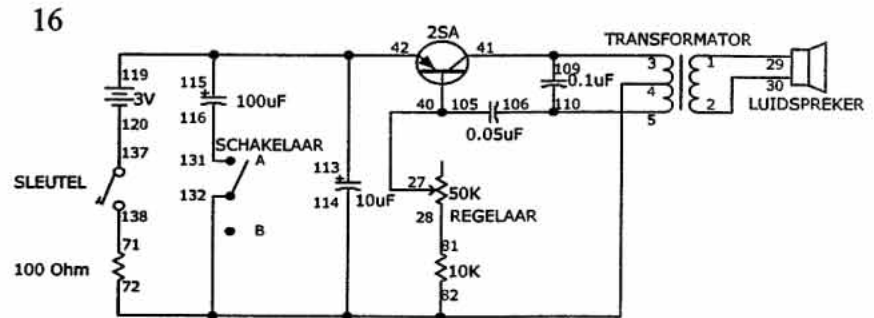
Je kunt met dit circuit experimenteren om een variëteit aan andere geluiden te produceren. Vergroot de  $0,05\mu\text{F}$  condensator echter niet tot groter dan  $10\mu\text{F}$  of verklein de  $10\text{K}$  ohm weerstand, omdat dan de transistor beschadigd kan raken.

#### AANTEKENINGEN



#### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-41-109, 4-72-82-132-114, 5-106-110, 27-40-105, 115-113-42-119, 71-138, 81-28, 116-131, 120-137.



## 4. SONISCHE VISLOKKER

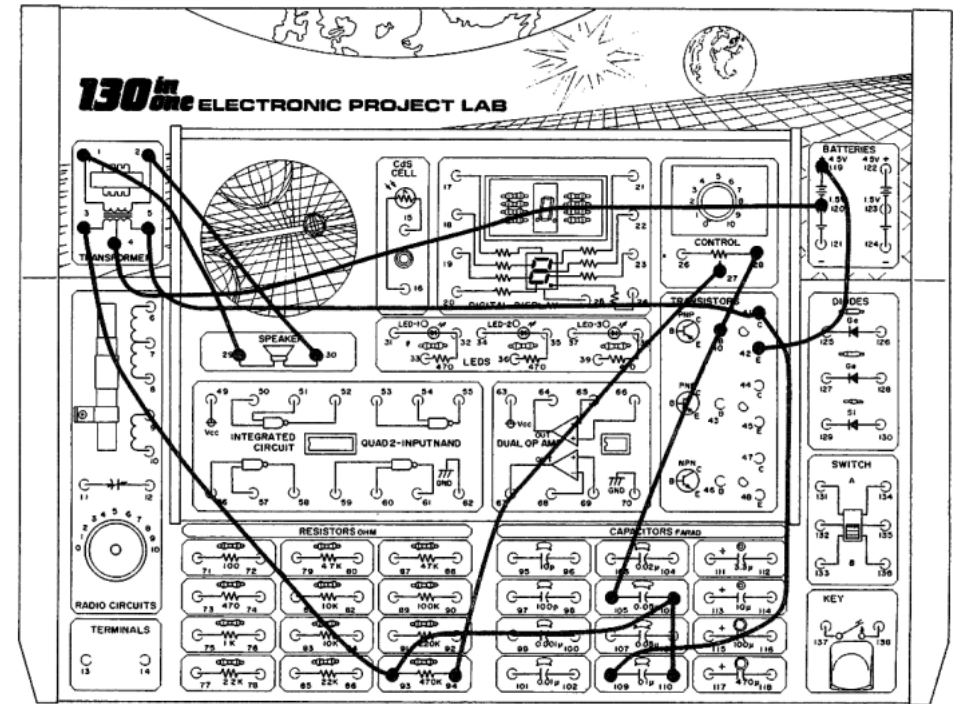
Wist je dat sommige zeedieren geluid maken om met elkaar te communiceren? Je hebt vast wel eens gehoord dat walvissen en dolfijnen met behulp van geluid communiceren, maar zij zijn niet de enige zeedieren die dat doen. Onderzoek wijst uit dat sommige vissen door geluid worden aangetrokken. Met dit circuit kun je zelf wat onderzoek verrichten.

Wanneer je de laatste verbinding maakt, zet je in wezen de stroom aan. Als het goed is, hoor je nu geluidspulsen uit de luidspreker komen. Verander het geluid door aan de regelaar te draaien. Dit circuit is een variatie op het circuit van de geluids-oscillator. (Verderop in deze handleiding zul je meer of geluids-oscillatoren te weten komen.)

Hoe goed werkt dit om vissen te lokken? Als je thuis of op school een aquarium hebt, kun je je kit in de buurt van de glazen wand van het aquarium houden en kijken of de vissen door het geluid worden aangetrokken.

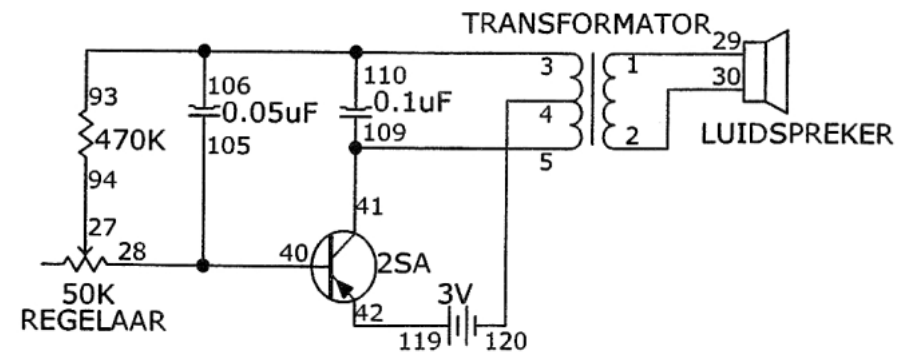
Of, je kunt dit ook uitproberen wanneer je gaat vissen. Haal een andere luidspreker bij de radiospeciaalzaak en verbind deze met contactveertjes 1 en 2 met behulp van lange geïsoleerde draad (ook verkrijgbaar bij de radiospeciaalzaak). Verpak de luidspreker voorzichtig in een waterdichte plastic zak of plaats deze in een afgesloten pot. Verzeker jezelf ervan dat er geen water bij de luidspreker kan komen. Hang het geheel nu in het water. Werp een lijn in het water en wacht op het resultaat.

Als je niet zo'n geluk hebt met dit experiment, probeer het dan nog eens na een aantal onderdelen te hebben verwisseld om andere geluidspulsen te verkrijgen. Probeer een andere waarde in plaats van de  $0,1\mu\text{F}$  of de  $0,05\mu\text{F}$  condensator. Vergeet niet om aantekeningen van je bevindingen te maken – en veel geluk met het vissen. Wie weet vind je wel het soort signaal dat een walvis aantrekt!



### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-93-106-110, 4-120, 5-41-109, 27-94, 28-40-105, 42-119.



### AANTEKENINGEN



## 5. MACHINEGEWEER PULSOSCILLATOR

Hier zul je een circuit bouwen dat ingenieurs ookwel een pulsoscillator noemen. Het maakt hetzelfde geluid als een machinegeweer. (Ingenieurs hebben allerlei technische woorden waarmee ze hun circuits en ideeën beschrijven – je kunt er maar net zogoed nu alvast aan wennen, en voor je het weet zul je net zo praten als een elektronisch ingenieur.)

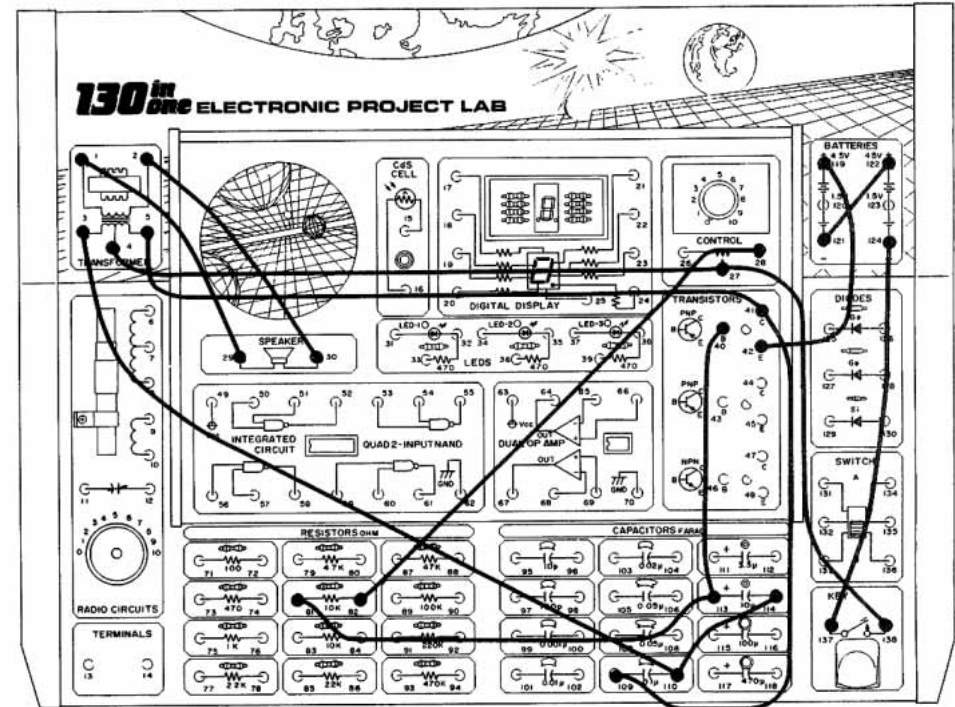
Er zijn veel manieren om oscillatoren te maken. Met deze kit zul je er verschillende bouwen. Verderop zal je worden uitgelegd hoe ze werken. Maar nu zullen we je eerst vertellen wat een oscillator is.

Een oscillator is een circuit dat zichzelf aan- en uitschakelt (of van hoge naar lage output gaat). Een pulsoscillator wordt gereguleerd door pulsen zoals die die door een condensator worden geproduceerd wanneer deze zich op- en ontladtd. Deze oscillator schakelt langzaam aan en uit, maar sommige oscillatoren schakelen duizenden keren per seconde aan en uit. “Langzame” oscillatoren worden vaak gebruikt om knipperlichten te reguleren (zoals het knipperlicht van de richtingaanwijzer in een auto of vrachtwagen). Snellere oscillatoren worden gebruikt om geluid te produceren. “Supersnelle” oscillatoren produceren radiofrequentie signalen (RF signalen). Deze RF signaal-oscillatoren schakelen miljoenen keren per seconde aan en uit.

Het aantal keren per seconde dat een oscillator aan- en uitschakelt, wordt de frequentie van de oscillator genoemd en wordt uitgedrukt in de eenheid hertz (Hz). Deze oscillator heeft een frequentie van ongeveer 1 tot 12 Hz. De frequentie van een radiofrequentie signaal-oscillator wordt in kHz (kilohertz voor duizend hertz) of in MHz (megahertz voor miljoen hertz) uitgedrukt.

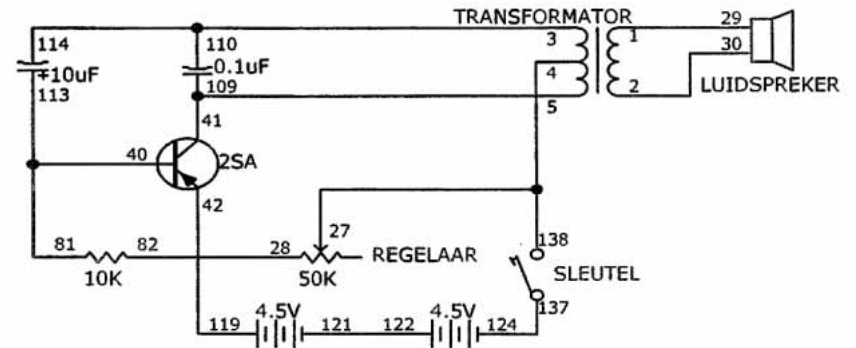
Wanneer je de bedrading hebt voltooid, druk dan de sleutel in om de oscillator te starten. Draai aan de regelaar (50K ohm variabele weerstand) om het geluid dat uit de luidspreker komt te veranderen van een paar pulsen per seconde naar zo'n tiental pulsen per seconde. Je kunt ook de frequentie van deze oscillator veranderen door andere condensatoren op de plaats van de 10 $\mu$ F condensator te proberen. Zorg dat je de (+) en (-) aansluitingen (polariteit) van de condensatoren met een (+) aanduiding in de gaten houdt.

### AANTEKENINGEN



### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-110-114, 4-27-138, 5-41-109, 28-82, 40-113-81, 42-119, 121-122, 124-137.



## 6. ELEKTRONISCHE MOTORFIETS

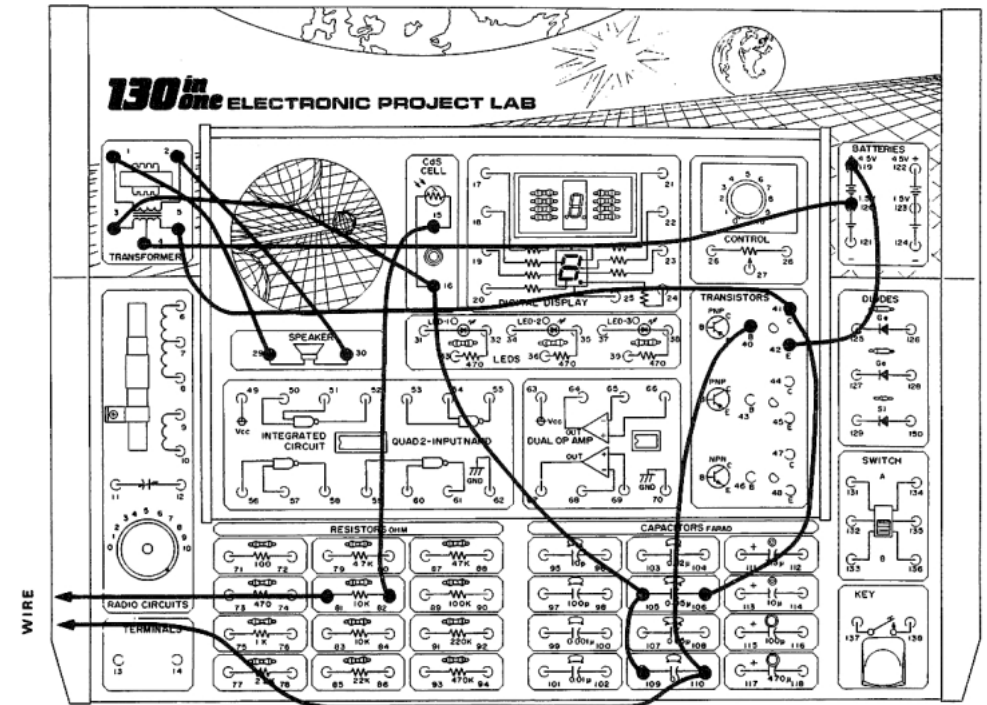
Heb je wel eens geprobeerd om een motorfiets met alleen je vingers te besturen? Dat is gevaarlijk op een echte motorfiets, maar heel leuk op deze elektronische uitvoering.

Om dit project te gebruiken, moet je aan de hand van de bedradingsvolgorde de onderdelen aansluiten. Hou vervolgens de ontblote metalen uiteinden van de twee lange draden (die met contactveertjes 110 en 81 zijn verbonden) tussen duim en wijsvinger, één draad in elke hand. Oefen nu variërende druk uit (je grip) en luister naar het geluid dat uit de luidspreker komt. Het geluid verandert naar gelang je je grip op elke draad aanpast.

Je kunt ook verschillende geluiden verkrijgen door de hoeveelheid licht die op de CdS cel valt te reguleren. Met een sterk licht op de CdS cel kun je de bediening helemaal onder controle krijgen door meer druk op de draden in je hand uit te oefenen. Hou je hand boven de CdS cel zodat er een schaduw over valt en kijk wat er gebeurt.

Wanneer je de uiteinden van de draden vasthoudt, maak je jezelf een onderdeel van het circuit – een weerstand. Verandering van je grip verandert de weerstand die aan de stroom gegeven wordt in dit project. Met een beetje oefening zul je dit circuit kunnen laten klinken als een echte lopende motorfiets. Je kunt hem zowel stilstand als racend laten klinken.

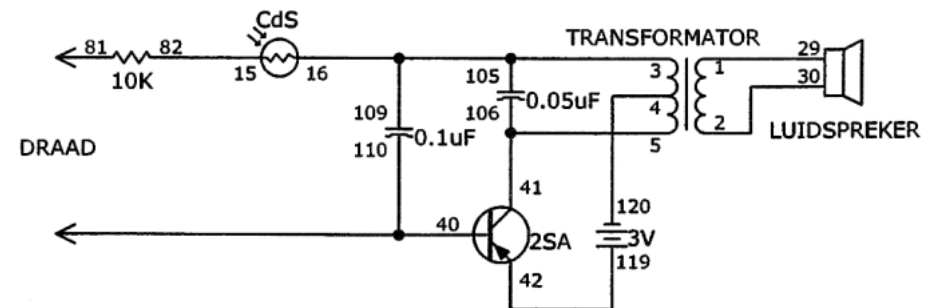
Je kunt met verschillende waarden in plaats van de  $0.1\mu\text{F}$  en  $0.05\mu\text{F}$  condensatoren experimenteren, maar gebruik geen waarde groter dan  $10\mu\text{F}$ , omdat anders de transistor beschadigd kan raken.



### AANTEKENINGEN

#### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-16-105-109, 4-120, 5-41-106, 15-82, 40-110-DRAAD, 42-119, 81-DRAAD.

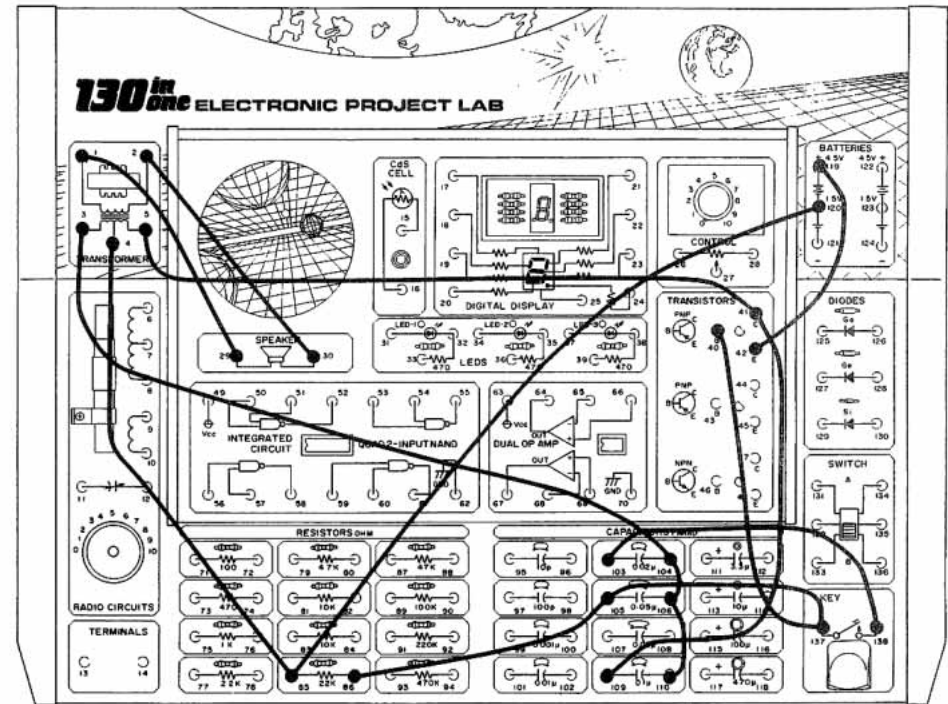


## 7. TWEETONIGE SIRENE POLITIEAUTO

Hier heb je een luide sirene die wel zo op de echte sirene van sommige politieauto's of ziekenwagens lijkt dat je op moet passen dat je de burens niet voor de gek houdt. In het begin is de toon hoog, maar wanneer je de sleutel indrukt, verlaagt de toon. Je kunt de toon op dezelfde manier reguleren als wordt gedaan door chauffeurs van politieauto's en ziekenwagens.

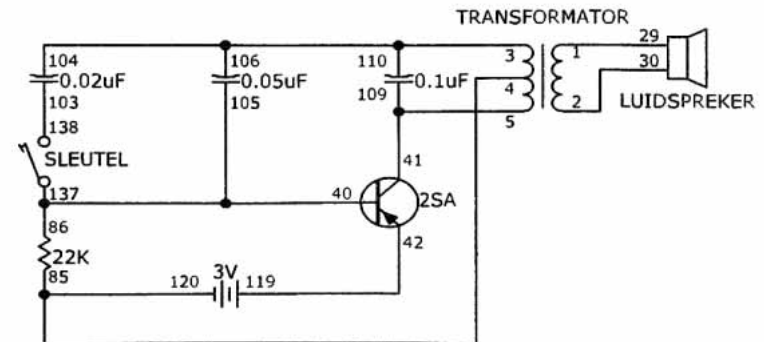
Dit is hetzelfde soort oscillator-circuit als wordt gebruikt in veel andere projecten. Wanneer je de sleutel indrukt, wordt een andere condensator aan het circuit toegevoegd om de werking van de oscillator te verlangsamen.

### AANTEKENINGEN



### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-104-106-110, 4-85-120, 5-41-109, 40-137-105-86, 103-138, 42-119.



## 8. ELEKTRONISCHE SIRENE

Hier is nog een andere sirene – wees niet verbaasd als deze het meest populaire circuit van deze hele kit wordt.

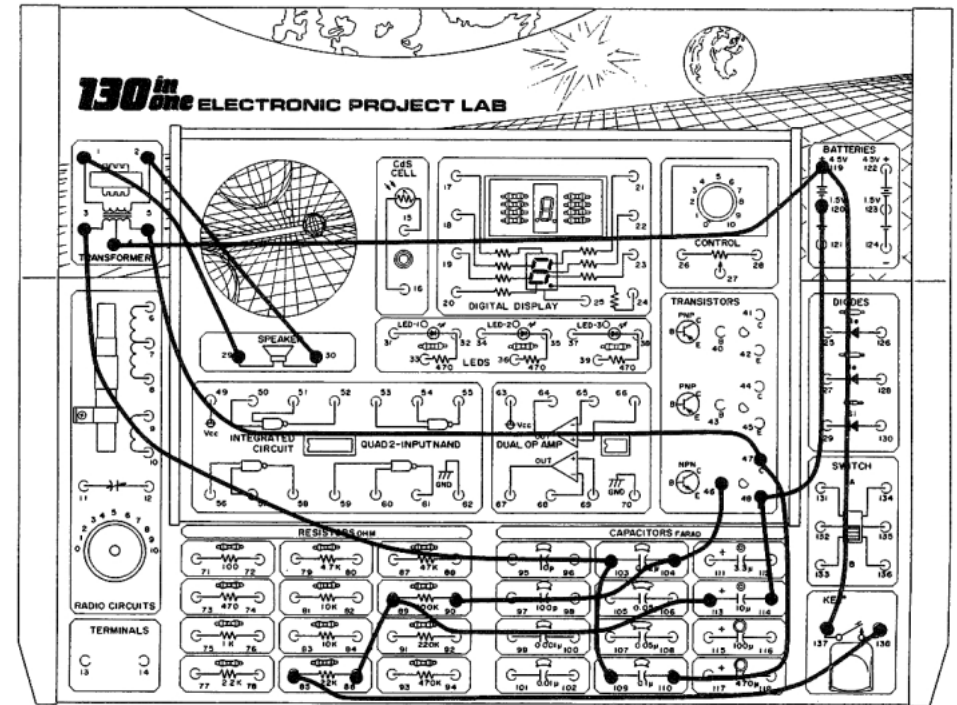
Dit circuit lijkt nog meer op een echte sirene van een politieauto! Druk de sleutel in nadat je de bedrading hebt voltooid. Je zult een geluid horen dat gelijdelijk in toon verhoogt. Laat de sleutel weer los; de toon wordt nu lager en zal vervolgens vervagen.

Hier zijn enkele aanpassingen die je kunt uitproberen:

1. Verander de  $10\mu\text{F}$  in een  $100\mu\text{F}$  of  $470\mu\text{F}$ . Dit geeft een lange vertraging bij het aan- en uitschakelen.
2. Verander het circuit om de vertraging te annuleren door de  $10\mu\text{F}$  condensator tijdelijk te verwijderen. Verwijder hiervoor eenvoudigweg de draden van contactveertje 113 of 114. (Klinkt dood, niet?)
3. Verander de  $0.02\mu\text{F}$  in een  $0.01\mu\text{F}$  en vervolgens in een  $0.05\mu\text{F}$ .

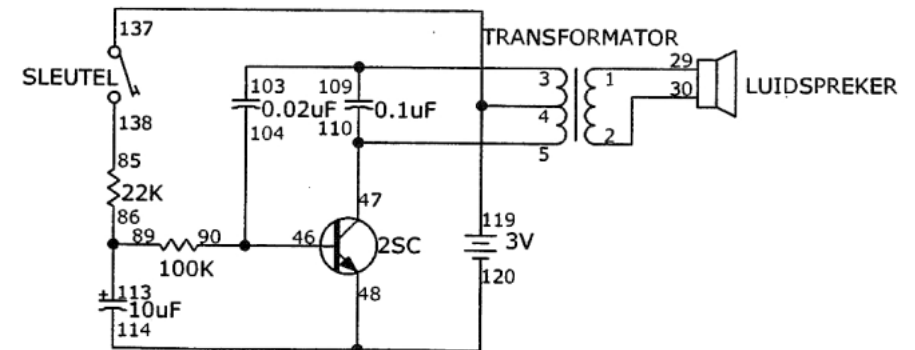
Veel plezier!

### AANTEKENINGEN



### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-103-109, 4-119-137, 5-47-110, 46-104-90, 114-48-120, 85-138, 86-89-113.



## 9. ELEKTRONISCHE METRONOOM

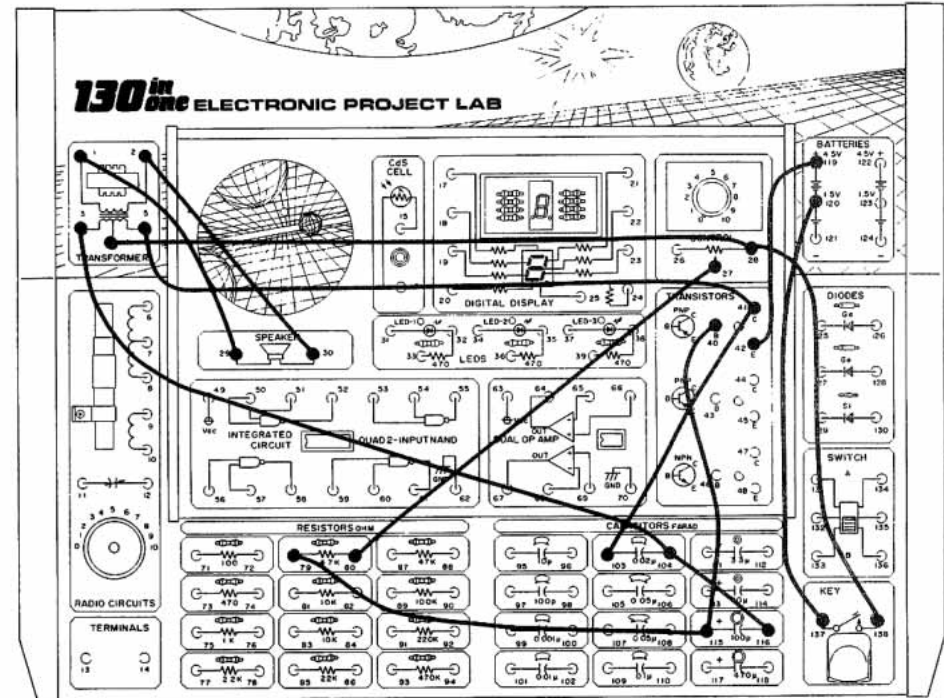
Hier is een circuit dat van pas kan komen wanneer je een muziekinstrument leert bespelen. Dit is een elektronische uitvoering van de metronoom die door muziekstudenten overal ter wereld wordt gebruikt.

Druk de sleutel in. Je zult met vaste intervallen een geluid uit de luidspreker horen komen. Draai nu de regelaar naar rechts; je zult het geluid nu "sneller" horen gaan, daar de intervallen tussen geluiden korter worden.

Probeer een andere weerstand in plaats van de 4.7K weerstand. (Deze weerstand is in serie geschakeld met de regelaar, wat inhoudt dat ze achter elkaar zijn geschakeld zodat de stroom door beide onderdelen vloeit.) Probeer ook een andere condensator in plaats van de 100 $\mu$ F condensator en kijk wat voor effect dit heeft op de bediening van het circuit. Vergeet niet de resultaten in je aantekeningen te noteren.

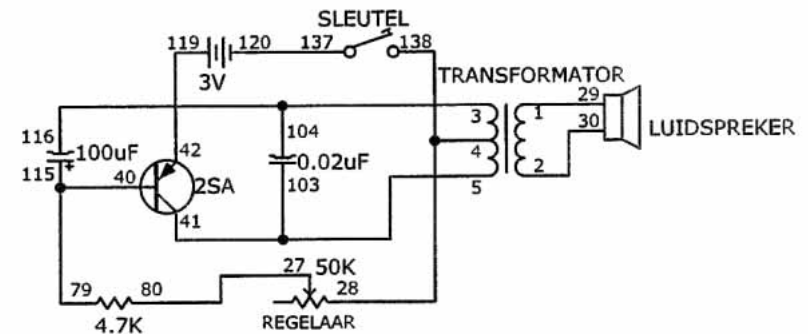
Probeer de 470 $\mu$ F condensator op de batterijen aan te sluiten om te horen wat voor verschil een sterkere condensator maakt. Verbind contactveertje 117 met veertje 119 en contactveertje 118 met veertje 120. Het kan zijn dat je de regelaar moet verstellen om dezelfde pulssnelheid te behouden.

AANTEKENINGEN



Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-104-116, 4-28-138, 5-41-103, 27-80, 40-115-79, 42-119, 120-137.





## 10. ELEKTRONISCHE GROOTVADERS KLOK

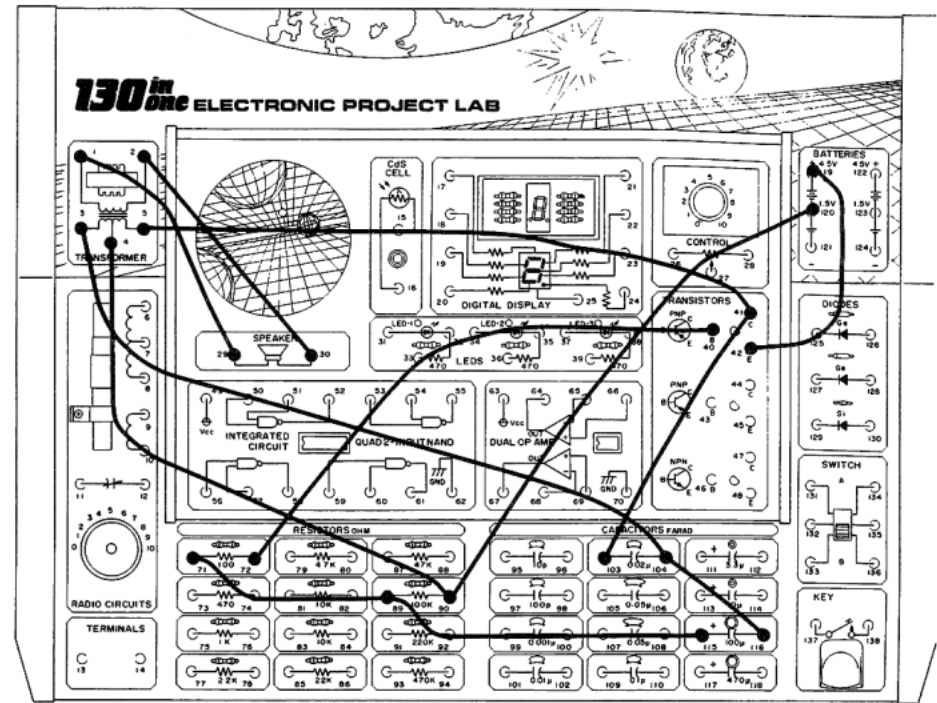
Wil je sommige van je oudere familieleden hun oren laten spitsen? Een ieder die in een huis heeft gewoond waar een grootvaders klok in stond, zal denken dat jij er één hebt wanneer ze dit project horen.

Dit circuit produceert tikken met intervallen van ongeveer één seconde. Het geheel van de timing en het geluid zal je aan een oude grootvaders klok doen denken. Je kunt de 100K weerstand vervangen om de pulsen elkaar sneller of langzamer op te laten volgen.

Het regelmatige, monotone getik kan dieren (en mensen) in een staat van rust doen geraken. Als je wel eens in een trein hebt gezeten, weet je hoe slaperig je wordt door het tik, tik, tik van de wielen.

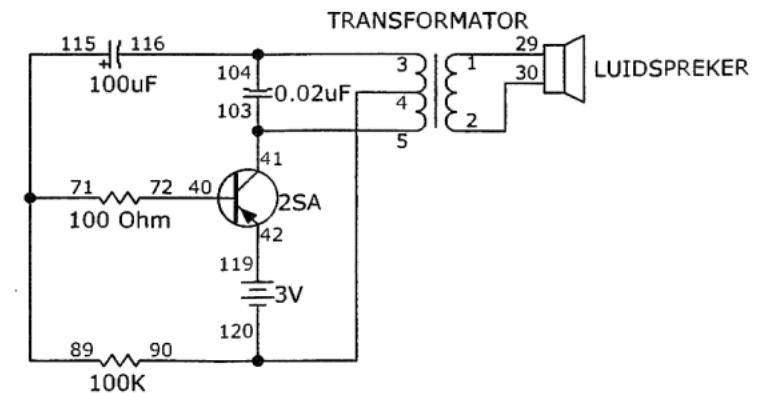
En nu, zou je deze "klok" zo willen laten schrikken dat hij stopt? Schreeuw in de luidspreker. Wat vind je daarvan? Je kunt de klok voor heel even laten stoppen! De luidspreker fungeert als microfoon. Het geluid van je stem trilt in de luidspreker en verstoort heel even de elektrische balans van het circuit.

### AANTEKENINGEN



### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-104-116, 4-90-120, 5-41-103, 40-72, 42-119, 71-89-115.



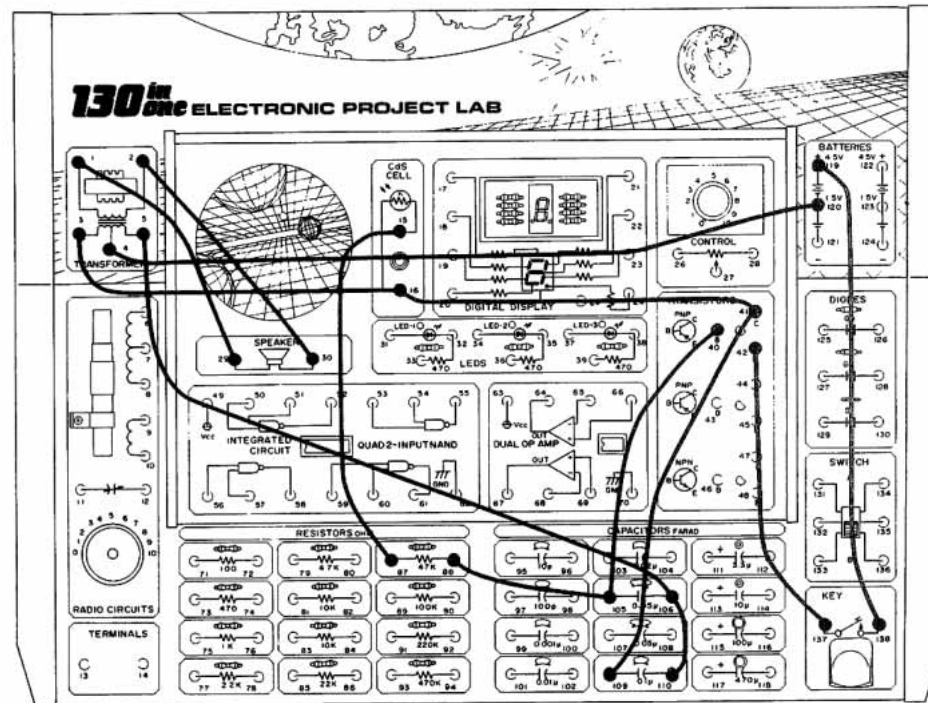
## 11. LICHTBESTUURDE ELEKTRONISCHE HARP

Je gaat muzikale deuntjes spelen door je hand over het paneel te bewegen zonder het aan te raken! Toverij? Ongeloofwaardig? De tonen veranderen aan de hand van de hoeveelheid licht die de CdS cel bereikt. Onder fel licht is de toon hoog. Wanneer je het licht met je hand blokkeert, zal de toon lager worden.

Deze manier om muziek te maken wordt al toegepast sinds de vroege dagen van vacuümbuisschakelingen. Het eerste dergelijke instrument werd uitgevonden door een zekere Leon Theremin, en ter ere van hem werd dit instrument dan ook de Theremin genoemd.

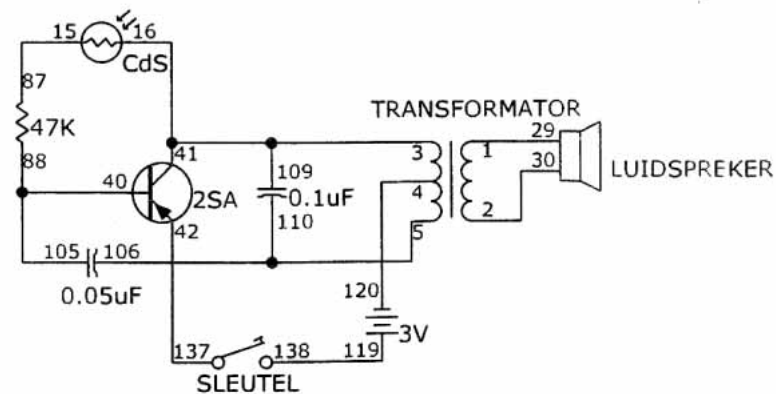
Wanneer je de bedrading hebt voltooid, druk dan de sleutel in en beweeg je hand over de CdS cel. Met een beetje oefening zul je met dit magische elektronische muziekinstrument verschillende melodiën kunnen spelen. Experimenteer met het lichtschermb voor de CdS cel om de hoeveelheid licht beter te kunnen controleren. Veel plezier!

### AANTEKENINGEN



### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-16-41-109, 4-120, 5-106-110, 15-87, 40-105-88, 42-137, 119-138.



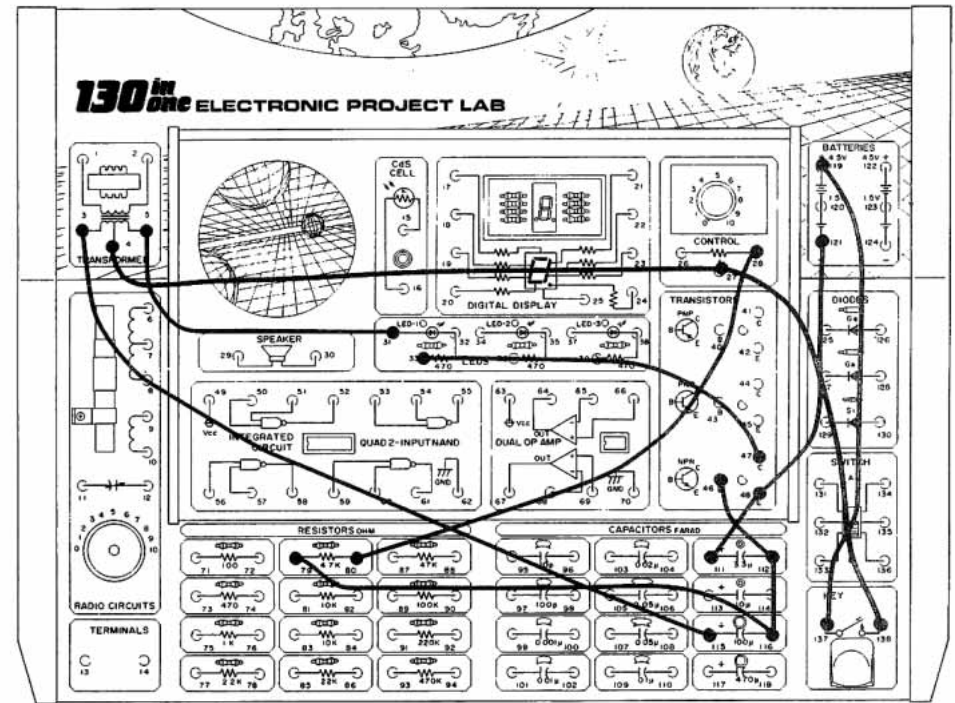


### 13. STROBOSCOOPLAMP (KNIPPERLICHT)

Hier is een oscillatorcircuit dat niet gebruik maakt van de luidspreker of oortelefoon – je hoort geen output. In plaats daarvan, zie je de output via een LED. Dit geeft je een idee van de werking van grote stroboscooplampen. Druk de sleutel in en kijk naar LED1. Deze schakelt met zekere intervallen aan en uit. Je kunt de knippersnelheid regelen met behulp van de 50K regelaar.

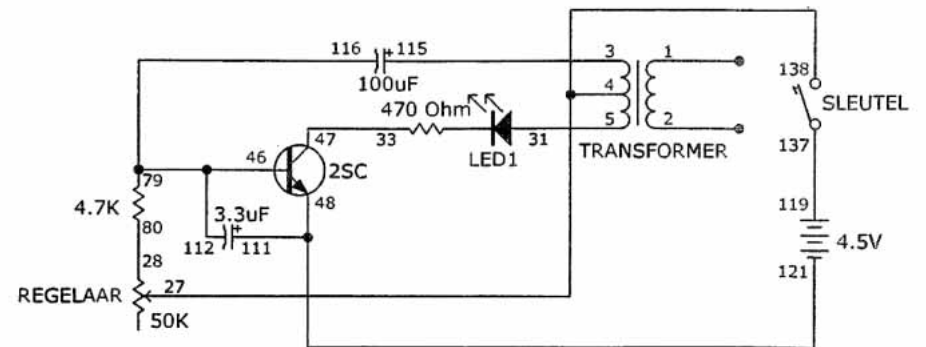
Dit laat je “zien” hoe een oscillator werkt. Probeer eens de 100µF condensator te vervangen door één met een kleinere waarde. Wat denk je dat er zal gebeuren? Had je gelijk?

#### AANTEKENINGEN



#### Bedradingsvolgorde:

3-115, 4-27-138, 5-31, 28-80, 33-47, 79-116-112-46, 111-48-121, 119-137.



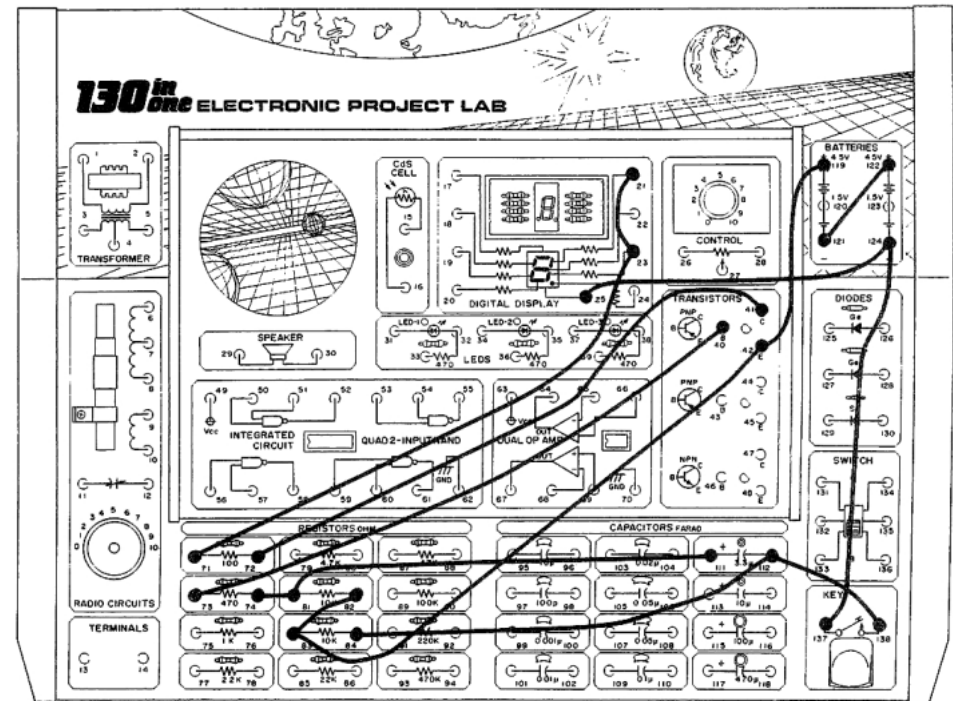
## 14. SNELSCHAKELING LED DISPLAY (PERSISTENCE OF VISION TEST)

Dit is een bestuurscircuit (regelschakeling) dat korte pulsen produceert. Wanneer je de sleutel indrukt, vertoont de LED display heel even een 1 en gaat dan weer uit, ookal blijf je de sleutel ingedrukt houden.

Je kunt met dit circuit een spelletje bedenken. Toon een nummer of letter via de LED en laat de spelers zeggen welk nummer of welke letter het is. Je kunt verschillende nummers of letters met de LED vertonen door de bedrading van de LED te veranderen. Verbind de contactveertjes nodig voor het vormen van letters of nummers met contactveertje 71 (in plaats van veertjes 21 en 23). De bedrading voor nummer 3 is: 17-21-22-23-20-71.

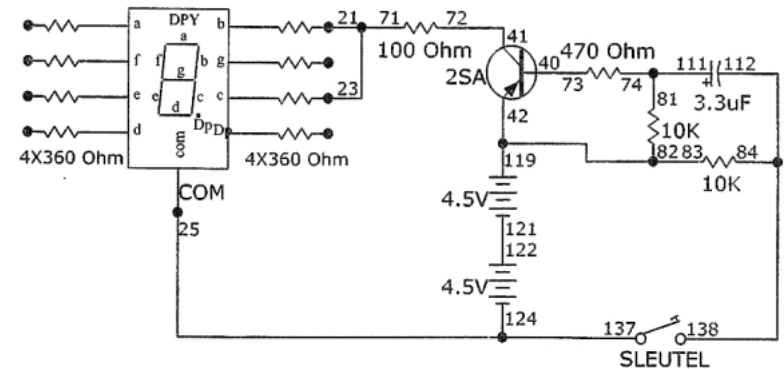
Je kunt condensatoren met verschillende waarden uitproberen en kijken wat het effect is, maar gebruik geen condensator groter dan  $10\mu\text{F}$ , omdat anders de transistor als gevolg van een overdosis aan stroom beschadigd kan raken.

### AANTEKENINGEN



### Bedradingsvolgorde:

21-23-71, 25-124-137, 40-73, 41-72, 82-83-42-119, 74-81-111, 84-112-138, 121-122.



## **II. BASISCIRCUITS MET HALFGELEIDERS EN COMPONENTEN**

## EEN GROTE VERANDERING

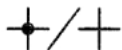
Tot nu toe had je naast de bedradingsvolgordes tekeningen van je kit die je hielpen de bedradingen te voltooien. De rest van de projecten in deze handleiding hebben een schematisch diagram (bedradingsschema) in plaats van een tekening.

Een bedradingsschema is een plattegrond voor elektronische circuits. Het geeft aan hoe verschillende onderdelen met elkaar zijn verbonden en aan de hand van dit schema kun je de stroom van elektriciteit door het circuit volgen. Zeer vakkundige elektriciëns en ingenieurs kunnen hele circuits bouwen met alleen een bedradingsschema als handleiding.

We zullen je niet vragen circuits te bouwen met alleen een bedradingsschema. (Hoorden we daar een zucht van verlichting?) Om je te helpen, hebben we in de bedradingsschema's het nummer van het contactveertje aangeduid waar je elke draad mee moet verbinden. Een lijn tussen nummers 32 en 64 in het bedradingsschema betekent dat je tussen die twee contactveertjes op je paneel een draad moet verbinden. Elk onderdeel in je kit heeft zijn eigen schematisch symbool. Voorin deze handleiding vind je een afbeelding, het schematisch symbool en een korte beschrijving van elk onderdeel.

Je zult zien dat sommige lijnen in de bedradingsschema's elkaar kruisen en dat er een punt is getekend op de plaats waar ze elkaar kruisen. Dit houdt in dat de twee draden die zijn afgebeeld d.m.v. lijnen met elkaar zijn verbonden op de plaats aangegeven door de punt. (Over het algemeen zul je een veernummer naast de punt zien afgebeeld.) Wanneer de lijnen elkaar kruisen zonder punt, betekent dit dat de draden niet met elkaar zijn verbonden. (Je zult dan ook geen veernummer op de plaats waar de lijnen elkaar kruisen zien afgebeeld.)

Lijnen zijn verbonden



Lijnen zijn niet verbonden

In het begin lijken de bedradingsschema's misschien verwarrend, maar ze zijn eigenlijk heel eenvoudig nadat je wat oefening krijgt in het gebruik. Wees niet ontmoedigd als je er eerst door in de war raakt. Voor je het weet, zul je circuits bouwen door alleen de bedradingsschema's te raadplegen.

Het kunnen lezen van bedradingsschema's is belangrijk in de elektronika. Veel tijdschriften en boeken over elektronika geven interessante circuits alleen in schematische vorm weer. Een bedradingsschema is ook een kortere en meer nauwkeurige manier dan een geschreven beschrijving om een circuit te tonen of te beschrijven.

## 15. ONTLADING KONDENSATOR / HOOGSPANNINGSGENERATOR

Dit circuit laat zien hoe afzonderlijke pulsen van elektrische energie met een hoog voltage worden opgewekt wanneer een geladen condensator plotseling via een transformator wordt ontladen. (elektronische CDI ontstekingsystemen in auto's maken gebruik van eenzelfde soort reactie.)

De werking van dit circuit is eenvoudig, maar de concepten die eraan ten grondslag liggen, zijn belangrijk om ingewikkeldere circuits te kunnen begrijpen. Als je een volt-ohm-meter (VOM) hebt, dan kun je op wetenschappelijke wijze de energie meten die via de transformator wordt ontladen.

De 470 $\mu$ F condensator slaat energie op wanneer de batterijen miljoenen elektronen aan de negatieve elektrode van de condensator leveren. De batterijen onttrekken tegelijkertijd dezelfde hoeveelheid elektronen van de positieve elektrode van de condensator, zodat er bij de positieve elektrode een tekort aan elektronen ontstaat. Omdat de stroom door de 4,7K weerstand moet vloeien, duurt het tenminste 12 seconden voordat de condensator de 9V lading van de batterijen kan ontvangen.

De grootte van de lading in een condensator kan worden aangegeven d.m.v. het "voltage over" de condensator (het voltage dat door een batterij of andere stroombron wordt geleverd), of nog nauwkeuriger, d.m.v. de hoeveelheid elektronen die in één van de elektroden van de condensator wordt verplaatst.

De hoeveelheid elektronen in een elektrode van een condensator wordt uitgedrukt in coulombs. Eén coulomb is gelijk aan 6.280.000.000.000.000 elektronen ( $6,28 \times 10^{18}$ ).

Om de lading in beide elektroden van de condensator (Q) te bepalen, dien je de capaciteit (C) met het voltage over de condensator (E) te vermenigvuldigen. ( $Q=C \times E$ ). Voor de 470 $\mu$ F ( $470 \times 10^{-6}$ F) condensator met een voltage van 9V kan dit als volgt berekend worden:

$$Q = C \times E = 470 \times 10^{-6} \times 9 = 4,23 \times 10^{-3} \text{ coulombs}$$

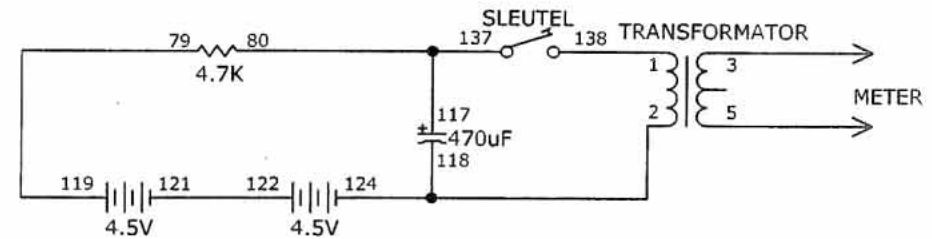
Of:

$$470 \times 0,000001 \times 9 = 0,00423 \text{ coulombs}$$

(265.564.400.000.000 elektronen)

Wanneer je de sleutel indrukt, zal de bovenstaande hoeveelheid elektronen in een hele korte tijd door de spoel van de transformator stromen en een hoog voltage in de tweede spoel opwekken.

Als je een VOM hebt, sluit deze dan zoals is aangegeven aan op contactveertje 3 en 5 van de transformator om de aanwezigheid van 90V of meer aan te tonen. Het aangegeven voltage wordt door de condensator vastgehouden en weer afgegeven wanneer de transformator aan het circuit wordt toegevoegd.



**Bedradingsvolgorde:**

1-138, 2-118-124, 3-METER, 5-METER, 79-119, 80-11-137, 121-122.

AANTEKENINGEN





## 16. KONDENSATOREN IN SERIE EN PARALLEL

De condensatoren zijn één van de handigste voorwerpen in je kit. Ze kunnen elektriciteit opslaan, pulserende elektriciteit tot een gelijkmatige stroom afvlakken en een deel van een elektrische stroom doorlaten terwijl een ander deel wordt geblokkeerd. Met behulp van dit circuit kun je de effecten horen van condensatoren die in serie en parallel zijn geschakeld.

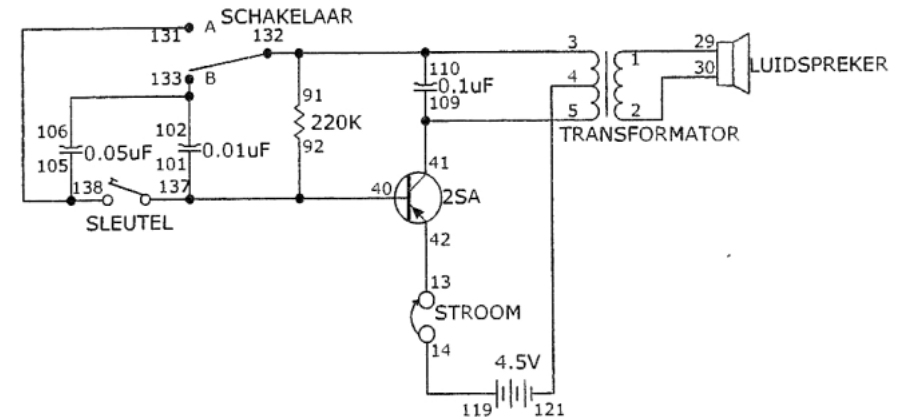
Wanneer je klaar bent met de bedrading van dit project, zet dan de schakelaar in stand B. Sluit vervolgens contactveertjes 13 en 14 aan. Je zult nu een geluid uit de luidspreker horen komen. Elektrische stroom stroomt hier door de 0,01 $\mu$ F condensator (kijk naar het bedradingsschema terwijl we het hier over hebben). Druk nu de sleutel in. Wat gebeurt er?

Je hoort een geluid met een lagere toonhoogte uit de luidspreker komen. Dit komt omdat de 0,05 $\mu$ F condensator parallel aan de eerste condensator is toegevoegd. Dit betekent dat de stroom tegelijkertijd, maar via twee verschillende kanalen, door beide condensatoren vloeit. Wat denk je dat er met de totale capaciteit gebeurt wanneer je twee condensatoren parallel schakelt?

Je hebt misschien verkeerd gegokt. Wanneer twee condensatoren parallel worden geschakeld, neemt de totale capaciteit toe. De toegenomen capaciteit zorgt ervoor dat de toonhoogte van het geluid lager wordt.

Laat de sleutel nu los en zet de schakelaar van stand B in stand A, maar druk de sleutel niet in wanneer de schakelaar in stand A staat. (De transistor kan beschadigd raken.) Wat hoor je nu?

Je hoort een hoge toon uit de luidspreker komen. Dit komt omdat de 0,05 $\mu$ F en 0,01 $\mu$ F condensatoren nu in serie zijn geschakeld – de stroom vloeit direct van de ene naar de andere condensator. De totale capaciteit van het circuit is nu kleiner dan de kleinste condensator die in serie is geschakeld. Deze kleinere capaciteit zorgt voor een geluid met een hoge toon.



### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-91-110-132, 4-121, 5-41-109, 13-42, 14-119, 40-92-101-137, 102-106-133, 105-131-138, 13-14 (STROOM).

### AANTEKENINGEN



## 17. WEERSTANDEN IN SERIE EN PARALLEL

In dit project zul je zien wat er gebeurt wanneer je weerstanden in serie en parallel schakelt. Wanneer je klaar bent met de bedrading, kun je LED-1 op het paneel aan en uit zien flitsen.

Verschuif de schakelaar en kijk wat er met de LED gebeurt in de A-stand en vervolgens in de B-stand. Er is geen enkele verandering waar te nemen. Het bedradingschema toont aan dat aan de A-kant van de schakelaar twee 10K ohms weerstanden in serie zijn geschakeld en aan de B-kant één 22K ohms weerstand met de schakelaar is verbonden. De totale weerstand van de weerstanden die aan de A-kant in serie zijn geschakeld is gelijk aan de som van de waarde van elke weerstand – 20K ohms. Dit is ongeveer gelijk aan de 22K ohm weerstand aan de B-kant. Dat is de reden waarom de LED geen verandering toont, ookal zet je de schakelaar in een andere stand.

Druk de sleutel in en zie dat de LED feller gaat branden. Kijk naar het bedradingschema en je zult zien dat weerstand 1 – R1 (470 ohms) in serie is geschakeld met de LED. Deze weerstand reguleert de elektriciteitsstroom naar de LED. Wanneer je de sleutel indrukt, worden R1 en weerstand 2 – R2 (100 ohms) parallel geschakeld waardoor de totale weerstand afneemt. De LED licht feller op doordat de stroom die naar de LED vloeit toeneemt wanneer de weerstand afneemt.

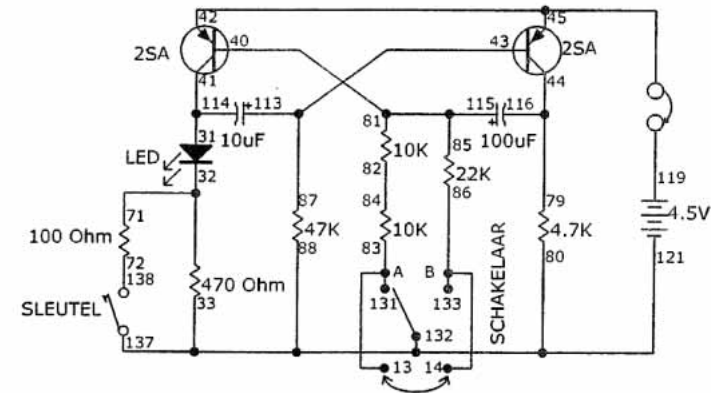
Het berekenen van de totale weerstand in een parallel-schakeling is niet zo eenvoudig als het berekenen van de totale weerstand in een serie-schakeling. Je moet de waarden van de weerstanden met elkaar vermenigvuldigen en de uitkomst hiervan vervolgens delen door de som van de waarden. In dit geval is de totale weerstand:

$$\frac{470 \times 100}{(470 + 100)} = 82 \text{ ohms}$$

Maak nu de verbinding tussen contactveertjes 13-14. Zoals is aangegeven in het bedradingschema, wordt hierdoor de 22K ohm weerstand parallel geschakeld met de twee 10K ohm weerstanden. Is er enige verandering waar te nemen aan de LED? Deze knippert met kortere intervallen aan en uit doordat de weerstand die met de schuifschakelaar is verbonden, afneemt. Probeer de nieuwe weerstand te berekenen. Deze is ongeveer 10,5K ohms.

Dit circuit wordt een multivibrator genoemd. Een multivibrator is een oscillator die gebruik maakt van onderdelen die stroom naar elkaar terugsturen. In het bedradingschema kun je zien dat de 10µF en de 100µF condensatoren zich via de transistoren ontladen. Deze multivibrator reguleert oscillaties (trillingen) om de LED met bepaalde intervallen te laten knipperen.

Je kunt nu zien dat weerstanden en condensatoren het tegenovergestelde effect hebben wanneer ze in serie of parallel worden geschakeld. Wees voorzichtig – je kunt gemakkelijk in de war raken en vergeten welke in sterkte toenemen en welke in sterkte afnemen.



### Bedradingsvolgorde:

31-41-114, 79-116-44, 40-115-85-81, 43-113-87, 32-71, 72-138, 82-84, 13-83-131, 14-86-133, 33-80-88-137-132-121, 45-42-119.

### AANTEKENINGEN



## 18. LICHTDIMMER

In dit projekt maak je gebruik van het op- en ontladen van een condensator om een licht te dimmen (in dit geval een LED). Wanneer je klaar bent met de bedrading, zet dan de schakelaar in stand A. De LED-onderdelen lichten langzaam op, een L vertonend. Na een paar seconden branden de LED-onderdelen op zijn felst en blijven aan. Zet nu de schakelaar in stand B. De L vervaagt nu langzaam.

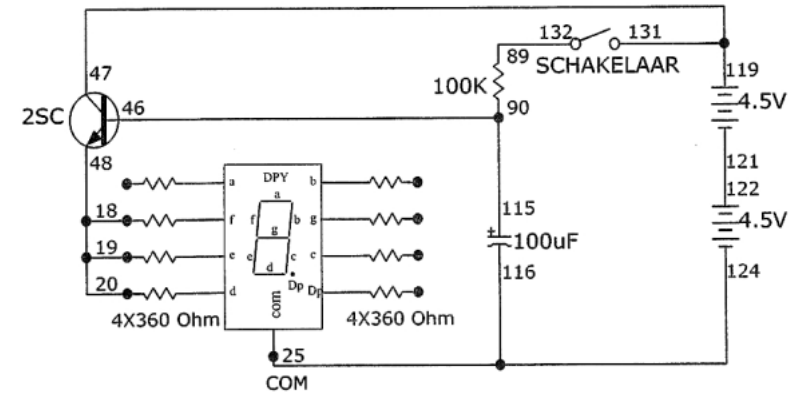
Kijk naar het bedradingsschema. Wanneer de schakelaar aan staat, stroomt er elektriciteit van de batterij naar de 100 $\mu$ F condensator die daardoor wordt opgeladen. Wanneer de condensator bijna geheel is opgeladen, stroomt er hoe langer hoe meer elektriciteit naar de basis van de transistor, die daardoor gelijdelijk aan gaat (waardoor de LED aan gaat). Wanneer de condensator geheel is opgeladen, blijft er elektriciteit naar de basis van de transistor stromen en blijft de LED aan.

Wanneer je de schakelaar uitschakelt, verwijder je de batterij van het circuit; de condensator begint te ontladen via de transistor en de LED. De L dimt langzaam totdat de 100 $\mu$ F condensator geheel is ontladen.

Als je een langzamer dimmer-circuit wilt, vervang dan de 100 $\mu$ F condensator door de 470 $\mu$ F condensator. Je hoeft hiervoor alleen maar de verbindingen 25-116-124 te verwisselen voor 25-118-124, en verbindingen 46-115-90 voor 46-117-90. Je moet even geduld hebben, maar de LED zal uiteindelijk toch oplichten.

Blader nu terug naar projekt 8 (de elektronische sirene) en kijk of je erachter kunt komen waarom het geluid van de sirene van hoog naar laag verandert wanneer je de sleutel indrukt en weer loslaat.

Hint: wanneer je de sleutel indrukt, begint de 10 $\mu$ F condensator met opladen.



### Bedradingsvolgorde:

18-19-20-48, 25-116-124, 46-115-90, 119-47-131, 89-132, 121-122.

### AANTEKENINGEN



## 19. TRANSISTOR-SCHAKELAAR

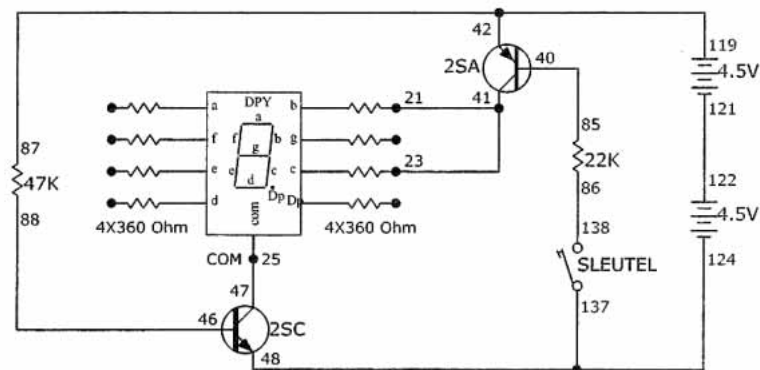
Dit circuit is ontworpen om je de schakelende werking van de transistoren tijdens het aanschakelen van de LED te laten bestuderen. Je zult gebruik maken van verschillende transistoren – de NPN transistor en één van de twee PNP transistoren die in je kit zijn bijgeleverd. De afkortingen NPN en PNP verwijzen naar de rangschikking van de halfgeleidersmaterialen waaruit transistoren zijn opgebouwd.

De 47K ohm weerstand levert een basisvoltage zodat de NPN transistor onderaan in het bedradingsschema aanblijft. De PNP transistor bovenaan in het bedradingsschema gaat aan wanneer je de schakelaar sluit en de verbinding via de 22K ohm weerstand maakt.

Omdat de 22K ohm weerstand ongeveer de helft van de 47K ohm weerstand is, is de stroom die aan de basis van de PNP transistor wordt geleverd ongeveer twee keer zo groot als de stroom aan de NPN transistor. De PNP transistor is daarom “meer” aan dan de NPN transistor.

Sluit het circuit aan en druk de sleutel in: een 1 is te zien. Om de stroom aan de basis van de NPN transistor te vergroten, moet je de waarde van de 47K ohm weerstand die met de basis is verbonden, verkleinen – contactveertje 46. Verwijder contactveertjes 87 en 88 en verbind de draden met een andere weerstand. Verwissel bijvoorbeeld verbindingen 87-42 en 46-88 door 83-42 en 84-46 om de 47K ohm weerstand te vervangen door een 10K ohm weerstand. Elke keer wanneer je een kleinere weerstand gebruikt, wordt er meer stroom geleverd aan de basis van de transistor, waardoor de lichtjes van de LED display iets feller zullen oplichten wanneer je de sleutel indrukt. Verklein de weerstand niet tot onder 1K ohms, omdat de transistor dan kan doorbranden.

Verwissel nu beide weerstanden voor 10K ohms weerstanden en druk de sleutel in. (Gebruik contactveertjes 81 en 82, en 83 en 84.) De felheid van het licht zal als het goed is niet veel veranderen **met de transistoren beide op deze harde**. Als er wel een grote verandering is waar te nemen, controleer dan de batterijen. Het kan zijn dat die bijna leeg zijn.



### Bedradingsvolgorde:

21-23-41, 25-47, 40-85, 87-42-119, 46-88, 124-48-137, 86-138, 121-122.

### AANTEKENINGEN



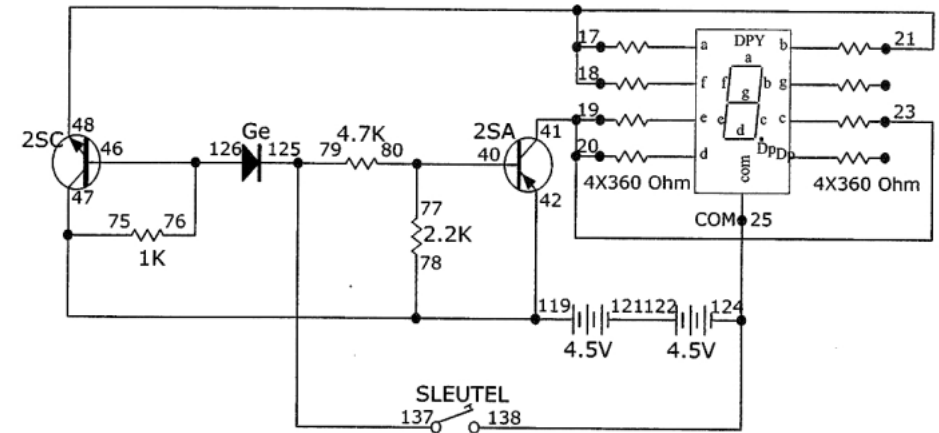
## 20. WERKING TRANSISTOR-CIRCUIT

Een transistor heeft drie aansluitingen; één van deze aansluitingen (de basis) wordt gebruikt om de stroom tussen de andere twee aansluitingen te reguleren. Onthoud deze belangrijke regel voor transistoren: een transistor gaat aan wanneer een bepaald voltage aan de basis wordt geleverd. Een positief voltage schakelt een NPN transistor aan. Een negatief voltage schakelt een PNP transistor aan.

In dit projekt zal de LED display aangeven welke transistor is aangeschakeld doordat alleen de bovenste of de onderste helft gaat branden. Dit zal laten zien hoe een positief voltage een NPN transistor en een negatief voltage een PNP transistor van energie voorziet.

Nadat je de bedradingen hebt voltooid, is de NPN transistor aan omdat een positief voltage via de 1K ohm weerstand aan zijn basis wordt geleverd. Hierdoor gaat de bovenste helft van de LED display branden. De PNP transistor is op dat moment uit omdat er geen elektriciteit naar zijn basis kan stromen. (Er stroomt elektriciteit van de PNP emitter naar de basis van de NPN transistor, maar deze stroom wordt door de diode vóór de PNP basis geblokkeerd.)

Wanneer je de sleutel indrukt, wordt de NPN uitgeschakeld doordat een negatief voltage via de diode aan zijn basis wordt geleverd. De PNP wordt op dat moment aangeschakeld doordat de elektriciteit nu door de 4,7K ohm weerstand stroomt. Hierdoor gaat de onderste helft van de LED display branden.



### Bedradingsvolgorde:

18-17-21-48, 19-20-23-41, 25-124-138, 40-80-77, 75-78-47-42-119, 76-46-126, 79-137-125, 121-122.

AANTEKENINGEN

## 21. GELUIDSVERSTERKER

Dit circuit is een sterke geluidsversterker met twee transistoren. Een versterker maakt gebruik van een klein signaal om een groter signaal te reguleren of produceren. Deze versterker lijkt op de soort versterker die in vroege modellen van transistor-gehoorapparaten werd gebruikt. De luidspreker fungeert als een dynamische microfoon.

Gebruik je VOM om de voltages binnen het circuit van deze versterker te meten en te leren hoe transistoren werken. De gemeten voltages zullen je helpen stroommetingen te bepalen en je vertellen hoe dit circuit werkt.

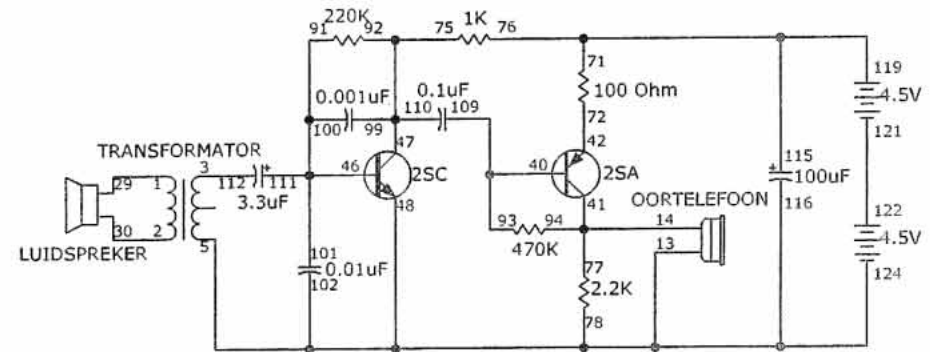
De luidspreker in je kit kan geluidsdruk omzetten in zwakke voltages. De transformator verhoogt het voltage enigszins. Dit voltage wordt vervolgens via de 3,3 $\mu$ F condensator aan de NPN transistor geleverd.

Het versterkte voltage aan de output van de NPN transistor wordt via de 0,1 $\mu$ F condensator naar de PNP transistor gezonden. Dit voltage wordt nog meer versterkt door de PNP en vervolgens via de 100 $\mu$ F condensator naar de oortelefoon gezonden.

Het wordt tijd om het over de transformator te hebben. De transformator heeft een koperen draad met honderden windingen. We noemen dit een spoel. Een transformator heeft twee spoelen die door een plaat van elkaar zijn gescheiden.

Wanneer er elektriciteit door een spoel stroomt, wordt er een magnetisch veld opgewekt. Het omgekeerde klopt ook – wanneer een spoel wordt blootgesteld aan een verandering in sterkte van het magnetisch veld, zal er elektriciteit doorheen stromen. Met andere woorden, wanneer er elektriciteit door de eerste (of primaire zoals we deze vaak noemen) spoel van een transformator stroomt, zal het magnetisch veld dat door de primaire spoel wordt opgewekt ervoor zorgen dat er elektriciteit door de secundaire spoel stroomt. Het aantal windingen van elke spoel is verschillend, dus het voltage van de elektriciteit voor elke spoel is ook verschillend.

Het opwekken van een elektrische lading met behulp van een magnetisch veld wordt inductantie genoemd. Blader terug naar projekt 15 (ontlading condensator/hogspanningsgenerator) en ga na wat voor voltage er wordt opgewekt aan de secundaire zijde wanneer er 9V aan de primaire zijde van de transformator wordt geleverd.



### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-112, 5-124-48-116-102-78-13-OORTELEFOON, 93-109-40, 41-94-77-14-OORTELEFOON, 42-72, 91-100-101-111-46, 75-92-99-110-47, 71-76-115-119, 121-122.

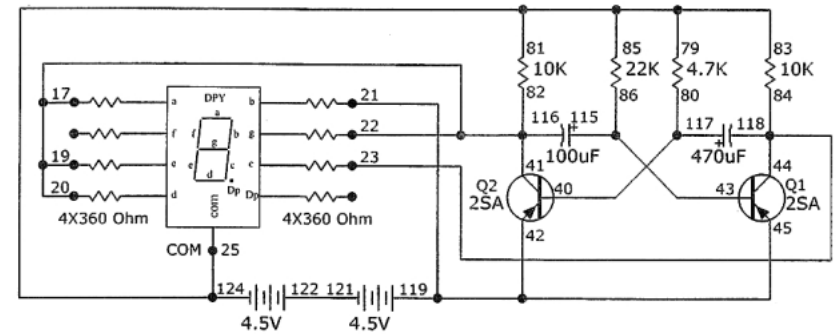
### AANTEKENINGEN



## 22. FLIP-FLOP MULTIVIBRATOR MET LED DISPLAY

Wat dacht je van een rustpauze? Hier is nog een ander circuit waarmee je plezier kunt beleven. Bij dit circuit knipperen de nummers 1 en 2 op de display. Het doet je misschien denken aan sommige neon lichtreklames met flitsende, blikvangende reclameteksten.


In dit project reguleert een circuit dat ook wel flip-flop wordt genoemd de LED display. Je zult in latere projecten meer over flip-flop circuits te weten komen. Voor nu, probeer een condensator met een andere waarde om te zien wat voor effect dit heeft op de snelheid van de werking. Kijk of je de bedrading zodanig kunt veranderen dat er andere nummers in plaats van een 1 en een 2 verschijnen. Je kunt andere weerstanden met een grotere waarde in plaats van de 22K en 4,7K ohm weerstanden uitproberen. Gebruik echter geen weerstanden met een kleinere waarde, omdat dan de transistoren beschadigd kunnen raken.



### Bedradingsvolgorde:

17-19-20-22-41-116-82, 21-42-45-119, 23-44-118-84, 79-81-83-85-25-124,  
80-117-40, 86-115-43, 121-122.

**AANTEKENINGEN**



### **III. CIRCUITS MET DIGITALE LED DISPLAY**



## 23. CIRCUIT MET DIGITALE DISPLAY BESTAANDE UIT ZEVEN LED SEGMENTEN

In dit deel zullen we enkele basisexperimenten uitvoeren met circuits met de LED display om te leren hoe we dit onderdeel beter kunnen gebruiken. We zullen de LED display in elk van deze vier projecten gebruiken.

De LED display maakt het mogelijk dat je de effecten van elektronische signalen ziet. De display lijkt op een gewone diode, maar geeft licht wanneer er elektriciteit doorheen stroomt. Een voorbeeld van een LED display is een stroomindicator op je radio of videorecorder die aangeeft dat de stroom aanstaat.

Hierop lijkende LED displays met zeven segmenten geven de nummers 0 tot en met 9 aan zodat we de output van een computer of een rekenmachine kunnen lezen. Zeven is het minimum aantal segmenten (gescheiden lijnen die afzonderlijk kunnen oplichten) dat nodig is om alle tien nummers duidelijk weer te kunnen geven. Voor een goede werking van de LED, moet je altijd de volgende twee dingen in de gaten houden:

1. Juiste polariteit (+ en – LED verbindingen)
2. Juiste hoeveelheid stroom

Omgedraaide polariteit kan ervoor zorgen dat de LED doorbrandt, tenzij het voltage lager dan zo'n 4 volts bedraagt of de stroom tot een veilige hoeveelheid wordt beperkt. De LED zal niet oplichten wanneer de polariteit is omgedraaid.

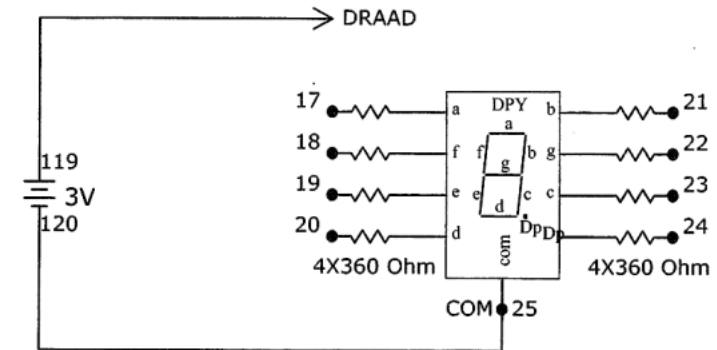
Om de elektriciteitsstroom op een juist niveau te houden, maken we gebruik van serieweerstanden (die permanent op je paneel zijn bevestigd) in combinatie met de LED. Deze weerstanden leveren een relatief constant voltage (rond 1,7 volts) aan de LED via contactveertje 25. We hebben voltages nodig die hoger zijn dan dit voltage om elektriciteit door de LED display te laten stromen. De serieweerstanden bepalen hoeveel elektriciteit van de batterijen naar de diodes stroomt.

Voltooi de bedrading zoals is aangegeven om de 3V voeding met de LED segmenten en de decimale punt (Dp) te verbinden. Welke nummers en letters kun je weergeven?

Met dit lage batterij-voltage kun je de polariteit van het circuit omdraaien door de aansluitingen van de batterijen te verwisselen. (Verwissel 25-120 en 119-DRAAD voor 25-119 en 120-DRAAD.) Schrijf je resultaten hieronder op. Nadat je de resultaten hebt genoteerd, sluit de batterijen met de juiste polariteit opnieuw aan. Gebruik je VOM om de LED voltages tussen contactveertje 25 en elk afzonderlijk contactveertje (17 tot en met 24) te meten. Schakel nu tijdelijk naar de 9V voeding over door de batterij-aansluitingen op de volgende wijze te veranderen: 25-124, 121-122 en 119-DRAAD. Voer nu dezelfde metingen uit. Met deze drievoudige verhoging van het voltage geleverd door de batterij, hoeveel zijn de LED voltages verhoogd? (Een gewone verhoging is 0,25V.)

Probeer nu het voltage in elke op een LED segment aangesloten weerstand te meten. De weerstanden zijn allemaal 360 ohms. LED-stroom in milliamps (een duizendste van een ampère) wordt berekend door de voltages door 360 ohms te delen. Stroom in de LED segmenten is ongeveer \_\_\_\_\_ milliampères (mA) met de 3V voeding (gewoonlijk 3 mA) en \_\_\_\_\_ mA met de 9V voeding.

Maak hieronder een lijst met verbindingen die nodig zijn om de nummers 0 tot en met 9 op de display weer te geven.



### Bedradingsvolgorde:

25-120, 119-DRAAD, of 25-120, 119- (17, 18, 19, 20, 21, 22, of 23).

### AANTEKENINGEN



## 24. BASIS LED DISPLAY

Nu zul je over een common kathode digitale display met zeven LED segmenten leren. Common kathode houdt in dat de zeven LED segmenten van de display van één contactpunt gebruik maken – contactveertje 25 – dat fungeert als een gezamenlijke negatieve elektrode.

De LED moet voorzien zijn van (+) en (-) aansluitingen zodat er elektriciteit doorheen kan stromen. Het positieve uiteinde wordt anode genoemd, en het negatieve uiteinde kathode. Omdat de display met zeven segmenten uit zeven LED's bestaat (de decimale punt niet inbegrepen), moeten er in totaal 14 aansluitpunten zijn – zeven anodes en zeven kathodes.

We kunnen echter òf de anodes òf de kathodes “common” (gezamenlijk) maken, zodat het aantal aansluitpunten slechts acht bedraagt – één anode voor elk van de zeven segmenten en één aansluitpunt dat als common kathode fungeert (of zeven kathodes en één common anode).

De LED display in deze kit is van het type common kathode. Je verbindt het common kathode aansluitpunt (contactveertje 25) met het negatieve uiteinde van de batterij en één van de anodes, welke gewenst is, met het positieve uiteinde van de batterij.

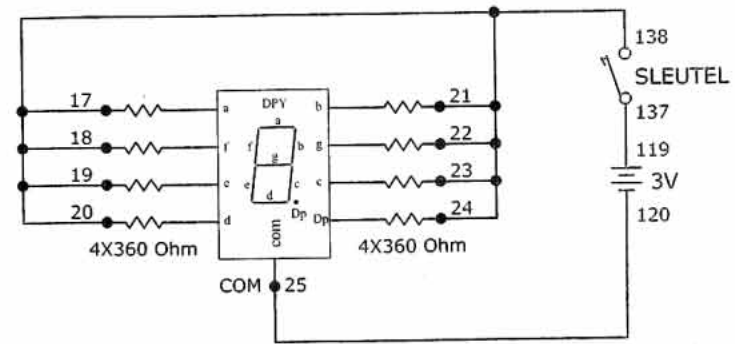
De segmenten van de LED display zijn heel klein. Om een lijn van licht te vormen die op een ononderbroken lijn lijkt, moeten een aantal segmenten achter elkaar worden geplaatst. Sommige displays hebben een matte lens om de individuele segmenten te verbergen. Kun jij de segmenten in de display van je kit zien?

LED's werken heel snel. Een LED kan honderden keren per seconde aan- en uitschakelen; zó snel dat je hem niet kan zien knipperen. In tegenstelling tot een gloeilamp is er geen opwarmperiode en wordt er geen grote hoeveelheid warmte geproduceerd.

Voer het volgende experiment uit om te zien hoe snel de LED werkt.

1. Sluit het circuit aan maar druk de sleutel niet in.
2. Dim het licht in de kamer tot een zwak licht zodat je het oplichten van de LED duidelijk kunt zien.
3. Druk de sleutel slechts een fractie van een seconde in.

Merk op dat de display snel aan en uit gaat. Hou het paneel nu goed stil en werp een snelle blik over de LED display terwijl je heel even op de sleutel drukt. Als het goed is, lijkt het alsof de display plotseling aan en uit gaat. De persistence of vision van het menselijk oog duurt veel langer dan de snelheid waarmee de LED knippert, maar zonder speciale apparatuur kan het op deze manier duidelijk worden gemaakt.



**Bedradingsvolgorde:**

17-18-19-20-21-22-23-24-138, 25-120, 119-137.

AANTEKENINGEN



## 25. TRANSISTOR-REGULATOR DIE DE LED DISPLAY UITSCHAKELT

Nu beginnen we pas ècht met elektronika. Vanaf nu zal de uitleg wat ingewikkelder worden, maar ook interessanter! Dit project laat zien hoe je de LED display met behulp van transistoren kunt reguleren.

Dit circuit lijkt sterk op het circuit in project 20 (werking transistor-circuit). De enige verschillen zijn de positie van de schakelaar en de waarde van de weerstand. Dit project maakt gebruik van het basiscircuit van de NPN transistor dat als schakelaar fungeert om de kathode van de LED te reguleren. In project 20 reguleerden we de LED via de anode (positieve zijde).

Beide transistoren in dit project werken als schakelaar. De PNP transistor is altijd aan, zodat er elektriciteit van de collector naar de emitter kan stromen, omdat een voldoende hoeveelheid negatieve voltage via één van de 10K weerstanden aan de basis van de transistor wordt geleverd. De NPN transistor gaat aan wanneer je de sleutel indrukt waardoor er voldoende positieve voltage via een andere 10K weerstand aan zijn basis wordt geleverd. De elektriciteit kan dus alleen van emitter naar collector stromen wanneer je de sleutel indrukt.

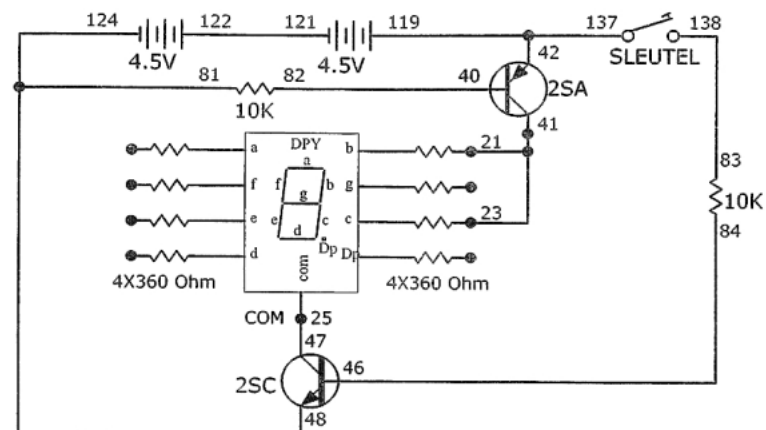
De volgende basisprincipes zijn belangrijk om te onthouden:

- Een PNP transistor gaat aan wanneer een negatieve voltage aan zijn basis wordt geleverd; de elektriciteit stroomt van collector naar emitter.
- Een NPN transistor gaat aan wanneer een positieve voltage aan zijn basis wordt geleverd; de elektriciteit stroomt van emitter naar collector.

Nu er elektriciteit door de NPN transistor kan stromen, kan een compleet pad worden gevolgd – van het negatieve uiteinde van de batterijen naar de NPN transistor, naar de common kathode aansluiting van de display, naar de b en c anode-aansluitpunten van de display, naar de PNP transistor, naar het positieve uiteinde van de batterijen – zodat de display oplicht.

Het aanzetten van de LED met behulp van één van de transistoren lijkt nu misschien niet zo belangrijk. Maar voor mensen die ingewikkelde computer-circuits ontwerpen, is het een handige manier om circuits te reguleren.

Heb je opgemerkt dat de transistoren net zo snel aan- en uitschakelen als dat je de sleutel indrukt? Dit snelle schakelen maakt het mogelijk dat computers heel snel acties kunnen uitvoeren. Transistoren zijn vele malen sneller dan relais of handbediende schakelaars. We zullen je later laten zien hoe je dit snelle schakelen kunt vertragen met behulp van andere onderdelen.



**Bedradingsvolgorde:**

21-23-41, 25-47, 40-82, 119-42-137, 46-84, 124-48-81, 83-138, 121-122.

AANTEKENINGEN



## 26. CIRCUIT MET TRANSISTOR, CDS CEL EN LED DISPLAY

Dit project laat zien hoe je de LED kunt aanschakelen met behulp van een transistor en een CdS cel.

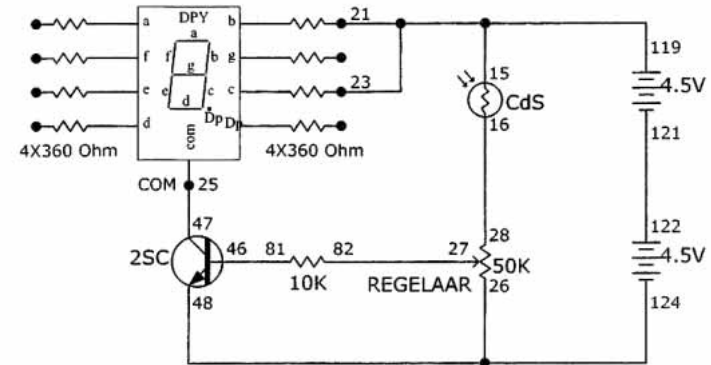
Beschouw de CdS cel als een weerstand waarvan de grootte verandert naarmate de hoeveelheid licht die op de cel valt toe- of afneemt. In het donker is de weerstand heel groot, rond 5 megohms (5 miljoen ohms); in fel zonlicht neemt de weerstand af tot zo'n 100 ohms of minder.

Je kunt dit heel eenvoudig testen; zet je VOM in de stand om weerstand te meten en sluit hem aan op de CdS cel. Hou je hand boven de CdS cel en kijk wat de weerstand is. Verwijder nu je hand en lees opnieuw de weerstand af.

Je kunt de NPN transistor als schakelaar gebruiken. Zoals we in het vorige project zagen, schakelt de transistor aan wanneer er een voldoende hoeveelheid positief voltage aan de basis wordt geleverd. Het positieve voltage loopt van het positieve uiteinde van de batterij naar de CdS cel, de regelaar en de 10K ohm weerstand.

De hoeveelheid voltage die aan de basis wordt geleverd, wordt bepaald door de totale weerstand van de CdS, de regelaar en de 10K ohm weerstand. De hoeveelheid licht die op de cel valt en de instelling van de regelaar veranderen het voltage aan de basis – waardoor het voltage laag of hoog genoeg wordt om de transistor aan te schakelen. Gebruik je voltmeter op de regelaar en probeer de regelaar van positie te veranderen terwijl je een schaduw over de CdS werpt om deze verandering in voltage te verifiëren. Verstel de regelaar zodanig dat de transistor aan- en uitschakelt wanneer het licht dat op de CdS valt verandert.

Dit circuit vertoont een 1 onder fel licht. Je kunt de draden natuurlijk zodanig verbinden dat je elk gewenst nummer kunt vertonen. We kunnen 1 als een binair cijfer beschouwen dat een logic high (H of ON) aangeeft, om de aanwezigheid van een fel licht dat op de CdS cel schijnt aan te tonen. Kun je de bedrading zodanig veranderen dat een ander teken deze toestand aangeeft?



### Bedradingsvolgorde:

15-21-23-119, 16-28, 25-47, 124-26-48, 27-82, 46-81, 121-122.

### AANTEKENINGEN



## **IV. EEN RONDLEIDING DOOR DIGITALE CIRCUITS**

## 27. DIODE-TRANSISTOR LOGISCHE "AND" MET LED DISPLAY

Laten we nu de wereld van digitale circuits betreden en wat basisbegrippen leren. Allereerst, een digitaal circuit is een circuit dat als een schakelaar werkt om verschillende onderdelen aan en uit te schakelen. Dit deel gaat over diode-transistor logische (DTL) circuits – circuits die gebruik maken van diodes en transistoren om stroom aan en uit te schakelen.

Het maakt normaal gesproken niet uit hoeveel voltage aan het digitale circuit wordt gevoed; wat van belang is, is dat het circuit aan (er voltage aanwezig) of uit (er geen voltage aanwezig) is. Wanneer het circuit aan is, beschrijven we dit als "logic high", of gebruiken we het nummer 1 om het circuit te beschrijven. Wanneer het circuit uit is, noemen we het "logic low", of gebruiken we het nummer 0.

Je zult allereerst meer over het AND circuit leren. Het AND circuit produceert output wanneer alle aansluitingen met de contactveertjes logic high zijn (ze ontvangen voltage).

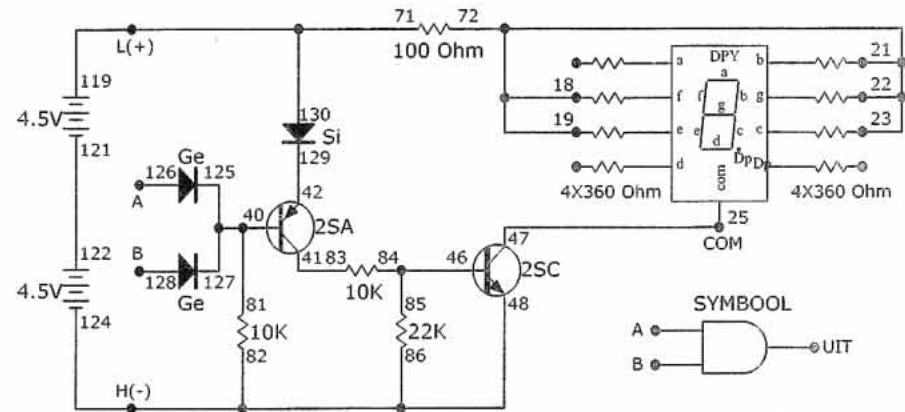
Sluit het circuit aan door de bedradingsvolgorde hieronder op te volgen. Verbind vervolgens contactveertjes A (126) en B (128) met veertjes 119 en 124 in verschillende combinaties om het circuit compleet te maken en te zien hoe een AND circuit werkt.

In dit circuit levert aansluitpunt 124 een logic high (voltage) en 119 een logic low (geen voltage). De LED geeft alleen een H aan wanneer je A en B met 124 verbindt (het high aansluitpunt). Wanneer je A of B, of beide, met 119 verbindt (het low aansluitpunt), zal de LED niets weergeven. Zowel A als B moeten high zijn om ervoor te zorgen dat er een H (high) aan hun gezamenlijke output (de LED) verschijnt.

Wanneer één van de twee, of beide inputs low is/zijn (wat wil zeggen dat veertje 126 en/of 128 is/zijn verbonden met veertje 119) wordt er een positief voltage via de diode(s) aan de basis van de PNP transistor geleverd en blijft de PNP transistor uit. Doordat de PNP transistor het circuit niet compleet maakt, wordt er geen stroom aan de basis van de NPN transistor geleverd waardoor deze ook uit blijft. Het common kathode aansluitpunt is niet verbonden met de negatieve stroombron en de LED blijft uit.

Wanneer beide inputs high zijn, leveren beide diodes een negatief voltage aan de basis van de PNP transistor, die daardoor aan gaat. De NPN transistor gaat ook aan, en de elektriciteit stroomt naar de display waar de LED zal gaan branden.

Wiskundigen gebruiken het symbool AB om de AND functie weer te geven. Rechtsonder in het bedradingsschema kun je het schematische symbool voor het AND circuit zien.



### Bedradingsvolgorde:

22-23-21-18-19-72, 25-47, 81-40-125-127, 41-83, 42-129, 46-84-85, 86-82-48-124, 71-130-119, 121-122, 126-(naar 119 "HIGH" of 124 "LOW"), 128- (naar 119 "HIGH" of 124 "LOW").

### AANTEKENINGEN

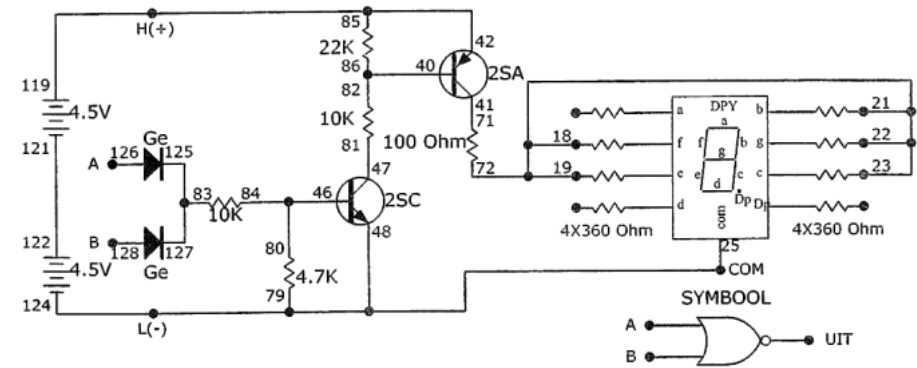


## 28. DTL "OR" CIRCUIT MET LED DISPLAY

Dit volgende logisch circuit is een logisch OR circuit. Kun je raden hoe dit circuit werkt? Denk eraan dat het AND circuit een logic high produceert wanneer zowel de A als B input high is. Het OR circuit produceert een logic high wanneer A of B een logic high input ontvangt.

De display geeft een H weer wanneer je òf A òf B met contactveertje 119 (ons logic high aansluitpunt) verbindt. Probeer nu beide contactveertjes (A en B) met contactveertje 119 te verbinden; en vervolgens met contactveertje 124. Wat gebeurt er? De output is high wanneer òf A òf B op H is aangesloten. Deze logische functie wordt gesymboliseerd door A+B.


Dit circuit lijkt op het voorgaande projekt, dus we zullen de werking ervan hier niet helemaal uitleggen. Vergelijk de twee projekten en maak aantekeningen van de overeenkomsten en verschillen. Kijk of je het circuit in het bedradingsschema kunt volgen.



### Bedradingsvolgorde:

17-41, 72-19-18-21-22-23, 79-25-48-124, 81-47, 83-127-125, 84-80-46, 85-42-119, 86-82-40, 121-122, 126-(naar 119 "HIGH" of 124 "LOW"), 128-(naar 119 "HIGH" of 124 "LOW").

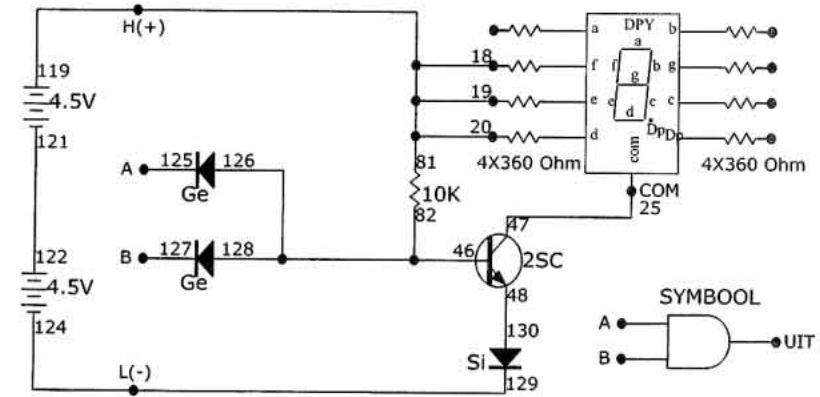
AANTEKENINGEN



## 29. DTL "NAND" CIRCUIT MET LED DISPLAY

Nee, je kunt het woord NAND niet in je woordenboek vinden (tenzij het een elektronika- of computerwoordenboek is) Dit is een nieuwe term die een omgekeerde of een Non-AND functie beschrijft. Een NAND circuit produceert outputs die het tegenovergestelde van de outputs van een AND circuit zijn. De NAND output is low wanneer zowel de A als B input high is. De output is high wanneer één van de twee of beide inputs low is/zijn. Het logisch symbool lijkt op het AND symbool, maar met een klein rondje bij de output. De functie wordt weergegeven door  $\overline{AB}$ .

Wanneer één van de twee of beide contactveertjes A en B met veertje 124 (het logisch low aansluitpunt) is/zijn verbonden, zal er een negatieve stroom door de diode(s) vloeien en de NPN transistor uit blijven. De LED blijft uit. Wanneer beide inputs met contactveertje 119 (het logisch high aansluitpunt) worden verbonden, laten beide diodes een positief voltage door. Dit positief voltage zorgt ervoor dat de NPN transistor aan gaat, zodat er elektriciteit door kan stromen en een L op de LED display wordt weergegeven.



### Bedradingsvolgorde:

81-20-19-18-119, 25-47, 82-46-128-126, 48-130, 121-122, 124-129, 125-(naar 124 "LOW" of 119 "HIGH"), 127-(naar 124 "LOW" of 119 "HIGH").

### AANTEKENINGEN





### 30. DTL "EXCLUSIVE-OR" CIRCUIT

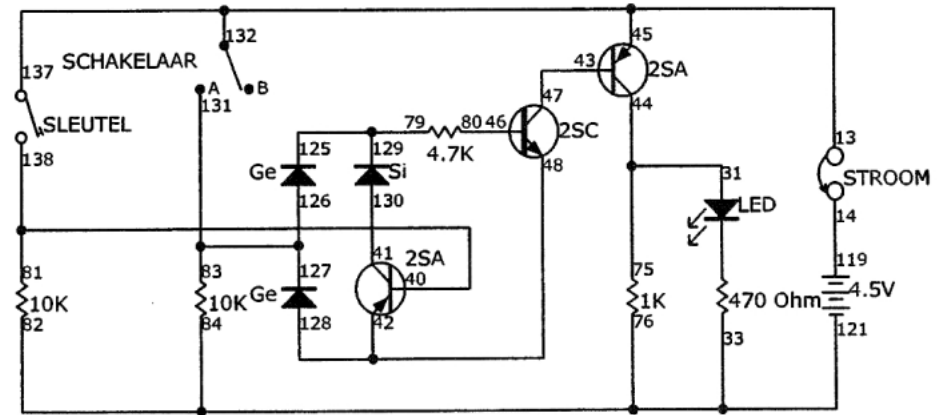
Maak je niet ongerust als je niet weet wat exclusive-OR betekent. Een exclusive-OR (afgekort XOR) circuit levert alleen een high output wanneer de ene of de andere input high is.

Je kunt dus zien dat een XOR circuit een low output produceert wanneer beide inputs hetzelfde zijn (high of low). Wanneer de inputs verschillend zijn (high en low of low en high), dan is de output high. Dit is een handig circuit dat ons kan laten weten of we twee dezelfde of twee verschillende inputs hebben.

Voordat je de bedrading helemaal voltooit, moet je eerst controleren of de schakelaar in stand B staat. Wanneer je klaar bent met de bedrading, verbind dan contactveertjes 13 en 14 om de stroom aan te schakelen. Kijk naar LED1. Druk nu de sleutel in om een high input te produceren. Is er enige verandering aan LED1 waar te nemen? Laat de sleutel los om beide inputs low te maken. Zet nu de schakelaar in stand A om de input die door de schakelaar gaat high te maken. Wat doet LED1 nu?

Laat de schakelaar in stand A en druk de sleutel in om beide inputs high te maken. Je kunt zien dat in een XOR circuit twee high inputs een low output produceren.


Je kunt ook een XNOR (exclusive-NOR) circuit bouwen. We zullen dat hier niet doen, maar je kunt waarschijnlijk zelf wel bedenken hoe dat moet. Hint: het is hetzelfde als een NOR circuit, aangevuld door extra bedrading om het circuit om te draaien. Vergeet niet je experimenten te noteren in je notitieboek, zeker wanneer je een XNOR circuit maakt.



**Bedradingsvolgorde:**

- 13-45-132-137, 14-119, 44-31-75, 76-84-82-33-121, 81-40-138, 41-130, 48-42-128, 43-47, 46-80, 79-129-125, 83-126-127-131.

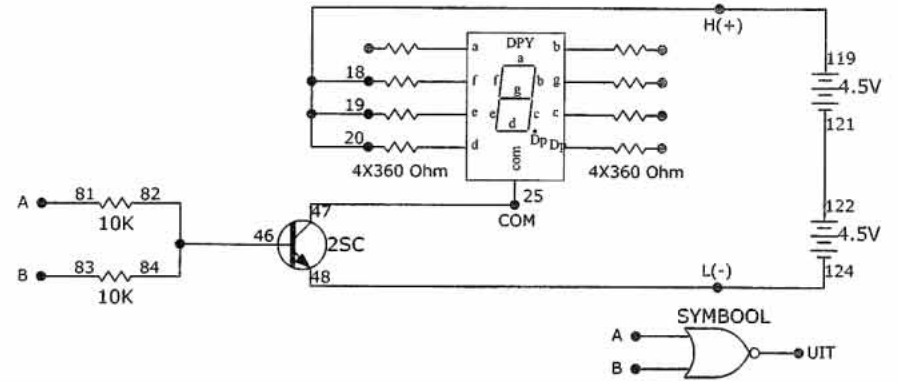
AANTEKENINGEN



### 31. TRANSISTOR "NOR" CIRCUIT MET LED DISPLAY

Nu je NAND (omgekeerde AND) circuits hebt gebouwd en er meer over te weten bent gekomen, is het niet moeilijk te bedenken wat een NOR (omgekeerd OR) circuit doet. De display geeft een L weer wanneer òf A òf B met aansluitpunt H (119) is verbonden. De circuit output is alleen high wanneer zowel A als B low inputs ontvangen. Dit is het tegenovergestelde van het OR circuit. Het logisch symbool voor het NOR circuit is bij het bedradingschema afgebeeld. De functie wordt weergegeven door  $A+B$ . De + symboliseert het OR circuit en de streep boven het symbool geeft aan dat het circuit is omgekeerd.

Wanneer je A of B (of beide) met H verbindt, gaat de NPN transistor aan, waardoor het stroompad voor de LED wordt voltooid. Wanneer je zowel A als B met L verbindt, gaat de transistor uit en dooft de LED.



#### Bedradingsvolgorde:

18-19-20-119, 25-47, 46-82-84, 48-124, 81-(naar 119 "HIGH" of 124 "LOW"), 83-(naar 119 "HIGH" of 124 "LOW"), 121-122.

#### AANTEKENINGEN



## 32. TRANSISTOR "FLIP-FLOP" CIRCUIT

Wat is een flip-flop? Dit is een soort circuit dat met vaste intervallen tussen twee standen (aan en uit) heen en weer schakelt. Het "flipt" naar de ene stand, "flopt" dan naar de andere, enzovoorts.

Deze flip-flop maakt gebruik van twee transistoren, twee condensatoren en vier weerstanden om de LED aan en uit te schakelen. De ene transistor staat altijd in tegenovergestelde stand van de andere; wanneer transistor Q1 aan is, is transistor Q2 uit; wanneer Q2 aan is, is Q1 uit. Deze verandering van aan naar uit (en van uit naar aan) gebeurt heel snel (in microseconden). Verstel de regelaar en kijk naar het effect hiervan op de flikkersnelheid van de LED.

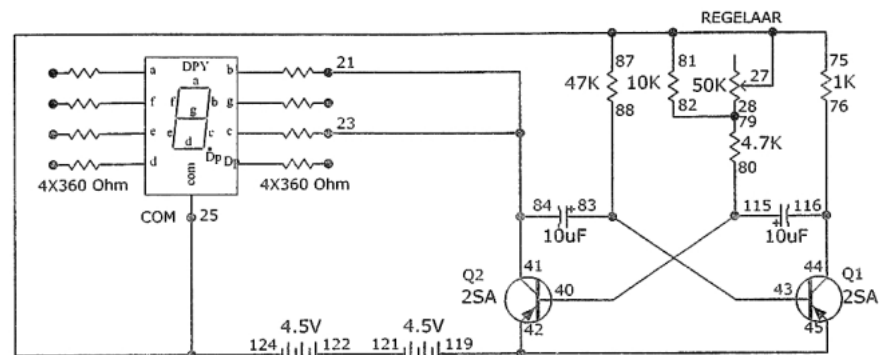
Bekijk het bedradingsschema om te zien hoe dit circuit werkt. Denk eraan dat een transistor aan gaat wanneer er een voltage aan zijn basis wordt geleverd. De basissen van de twee PNP transistoren zijn via de weerstanden verbonden met het negatieve uiteinde van de batterijen. Je zult misschien denken dat beide transistoren altijd aan zijn, maar er zijn twee condensatoren met de basissen verbonden waardoor de flip-flop werking wordt veroorzaakt.

Om uit te leggen hoe dit circuit werkt, laten we aannemen dat transistor Q1 uit is. Transistor Q2 is aan omdat de 100uF condensator via zijn basis op- en ontlad. De 4,7K weerstand en de regelaar zorgen ervoor dat transistor Q2 aan blijft nadat de 100uF condensator helemaal is ontladen. De 10uF condensator heeft een lading ontvangen en ontlad via de 47K weerstand, de batterij en de Q2. (Vergeet niet dat wanneer transistor Q2 aan is, er elektriciteit via zijn collector naar zijn emitter kan stromen.) Transistor Q1 blijft uit zolang de lading op de 10uF condensator hoog genoeg is.

Wanneer de lading tot een zeker niveau daalt, zal het negatieve voltage van de 47K weerstand ervoor zorgen dat transistor Q1 aan gaat. En wanneer Q1 aan gaat, begint de 100uF condensator snel met opladen waardoor transistor Q2 uit gaat. Met Q2 in de uit-stand, stijgt het voltage aan zijn collector richting de 9V van de batterijvoeding, waardoor de LED dooft. Doordat de 10uF condensator snel oplaadt, gaat Q1 helemaal aan. Deze "flip" gebeurt heel snel.

Na een tijdje zal de 100uF condensator via de Q2 transistor ontladen, en het circuit terug "flop" in de oorspronkelijke stand, waarna het hele bovenstaande proces zich weer herhaalt.

We hebben een circuit als dit in verschillende projecten hiervoor gebruikt. Blader terug en probeer uit te vinden welke dit zijn.



### Bedradingsvolgorde:

21-23-41-84, 75-81-87-25-27-124, 28-79-82, 40-115-80, 45-42-119, 43-88-83, 44-116-76, 121-122.

### AANTEKENINGEN

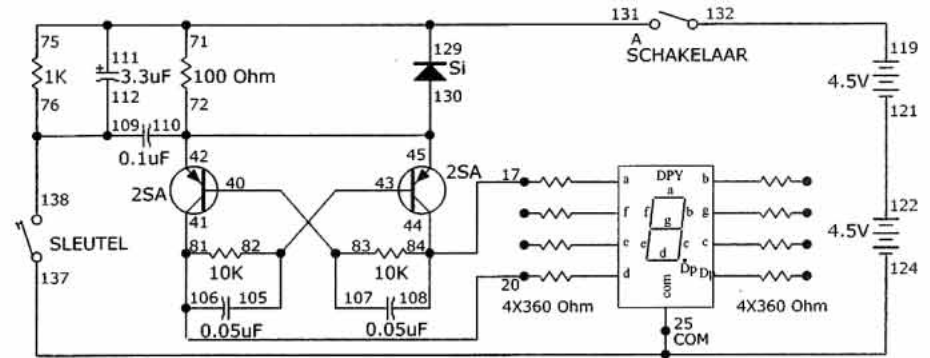


### 33. TRANSISTOR "TOGGLE FLIP-FLOP"

Een toggle schakelaar (tuimelschakelaar) is een schakelaar die circuits aan- en uitschakelt. Hier gebruiken we het flip-flop circuit als toggle schakelaar. In het vorige project "flipte" en "flopte" het circuit automatisch. In dit project zal het circuit niet veranderen, tenzij je daarvoor de opdracht geeft.

Als je klaar bent met de bedrading, zet dan de schakelaar in stand A. Het onderste deel van de LED gaat branden. Druk nu de sleutel in. Het onderste deel gaat uit terwijl het bovenste deel gaat branden. Elke keer wanneer je de sleutel indrukt, zullen de twee delen van de LED omwisselen – flippen en floppen.

Wanneer de ene transistor aan is, is de andere uit; deze blijft aan (of uit) totdat je het de opdracht geeft te veranderen. We kunnen daarom ook wel zeggen dat flip-flop circuits dingen kunnen onthouden. Wanneer je een circuit in een bepaalde stand laat, blijft het net zolang in die stand totdat je wilt dat het verandert. Veel flip-flops die gereguleerd worden door middel van een enkel toggle signaal kunnen veel dingen onthouden. Dit is ook hoe computers zoveel dingen kunnen onthouden.



#### Bedradingsvolgorde:

84-108-44-17, 81-106-41-20, 25-124-137, 40-107-83, 42-45-130-110-72,  
43-105-82, 71-75-111-131-129, 76-109-112-138, 119-132, 121-122.

#### AANTEKENINGEN



## **V. MEER AVONTUREN MET DIGITALE CIRCUITS**

## 34. TRANSISTOR-TRANSISTOR LOGISCHE “BUFFER” POORT

Heb je je wel eens afgevraagd wat er gebeurt wanneer je digitale circuits gaat samenvoegen, waarbij je de output van het ene circuit als de input van het andere circuit gebruikt? Je zult daarachter komen wanneer je dit project bouwt.

Eén van de geïntegreerde circuits in je kit is een quad two-input NAND-poort IC (een IC met vier NAND-poorten met elk twee ingangen). Je bent waarschijnlijk niet bekend met sommige van deze woorden. IC is de afkorting voor integrated circuit (geïntegreerd circuit). Een geïntegreerd circuit bestaat uit vele transistoren, diodes en weerstanden die in een klein pakketje zijn gestopt.

Quad betekent letterlijk vier. In deze IC zitten vier afzonderlijke NAND-poort circuits die elk twee inputs ontvangen. Elke NAND-poort heeft twee input contactpunten. Tot nu toe hebben we alleen maar logische circuits met twee ingangen gebruikt, maar sommige circuits hebben meer dan twee inputs.

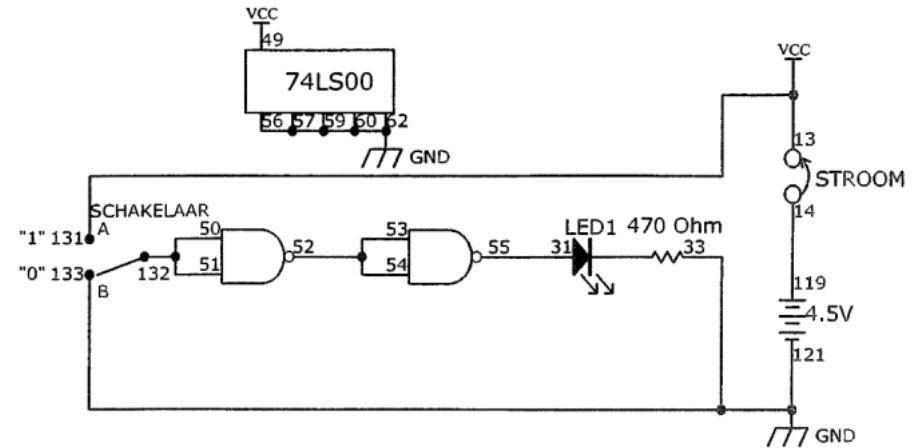
Dit circuit wordt een poort genoemd omdat dit je toegang tot de digitale wereld is (grapje). Maar serieus, een poort is een circuit dat meer dan één input maar slechts één output heeft. De output wordt niet van energie voorzien voordat de input aan bepaalde voorwaarden voldoet. We zullen dit handige onderdeel met meerdere digitale circuits ook in andere projecten gebruiken.

Dit poort-circuit wordt een buffer genoemd omdat het wordt gebruikt om twee delen van een apparaat van elkaar gescheiden te houden.

Raadpleeg het bedradingsschema terwijl je het project bouwt. We nemen de output van een NAND-poort en gebruiken deze voor beide inputs van de tweede NAND-poort (merk op dat de twee inputs voor de twee NANDs altijd gelijk zijn). Voor zover je bekend bent met NANDs, wat denk je dat er gebeurt als de input naar de eerste NAND 1 is? En wat als de eerste input 0 is? Probeer hier achter te komen voordat je de bedrading van dit project afmaakt.

Zet de schakelaar in stand B voordat je de bedrading voltooit. Sluit contactveertjes 13 en 14 aan om de stroom aan te schakelen. Wat gebeurt er met LED1? Zet nu de schakelaar in stand A. LED1 gaat branden.

Zoals je zelf waarschijnlijk al wel zult hebben bedacht, is de input 1 wanneer de schakelaar in stand A staat, en 0 wanneer deze in stand B staat. Wanneer de input naar de eerste NAND 1 is, is de output 0. De 0 output van de eerste NAND is echter de input van de tweede. De 0 input van de tweede NAND zorgt ervoor dat de output van de tweede NAND 1 is, waardoor de LED gaat branden.



### Bedradingvolgorde:

13-49-131, 14-119, 31-55, 33-56-57-59-60-62-133-121, 50-51-132, 52-53-54, 13-14 (STROOM).

### AANTEKENINGEN



### 35. TTL "INVERTER" POORT

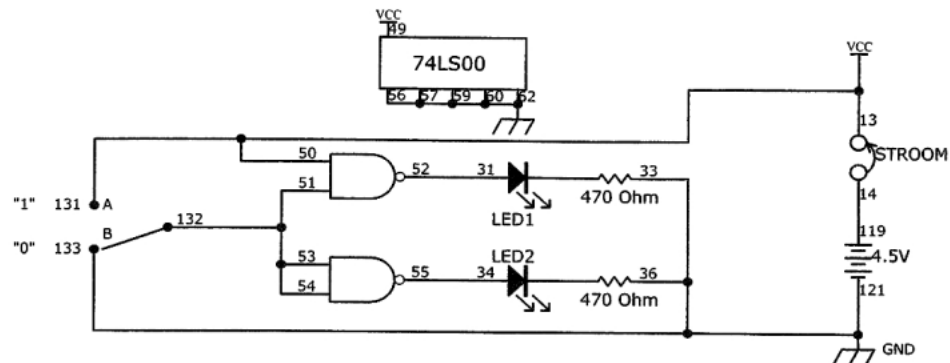
Een inverter is een circuit waarvan de output het tegenovergestelde van de input is. Als de input 1 (high) is, dan is de output 0 (low). Als de input 0 is, dan is de output 1.

Zet de schakelaar in stand A voor je de bedrading van dit projekt voltooit. Sluit vervolgens contactveertjes 13 en 14 aan. Je zult zien dat zowel LED1 als LED2 uit zijn. Omdat de output 0 is, moet de input wel 1 zijn. Zet nu de schakelaar in stand B en zie hoe beide LED's gaan branden, wat aangeeft dat de input nu 0 is.

In het bedradingsschema kun je zien dat we twee van de vier NAND-poorten in de IC gebruiken. Met de schakelaar in stand A, zijn beide inputs naar de twee NANDs 1. Dit betekent dat de outputs van beide NANDs 0 zijn (en de LED's gaan uit). Wanneer de schakelaar in stand B wordt gezet, zijn de inputs niet langer allemaal 1, waardoor de LED's weer gaan branden.

Het is ongelooflijk als je terugdenkt aan de omvang van de RTL en DTL circuits waarmee we in vorige projecten werkten. Of je het gelooft of niet, vier van die circuits zijn zodanig verkleind dat ze in deze piepkleine IC passen.

Er is een speciaal type IC, enigszins groter dan de ICs in je kit, die eigenlijk een computer is die tot minicomputer is verkleind. Deze minicomputer wordt microprocessor genoemd. Het proces dat nodig is om meerdere circuits in een enkele IC te stoppen, wordt large-scale integration (LSI) genoemd. Je zult deze term vaak tegenkomen waar ICs beschreven worden.



#### Bedradingsvolgorde:

13-49-50-131, 14-119, 31-52, 36-33-56-57-59-60-62-133-121, 34-55, 51-53-54-132, 13-14 (STROOM).

AANTEKENINGEN

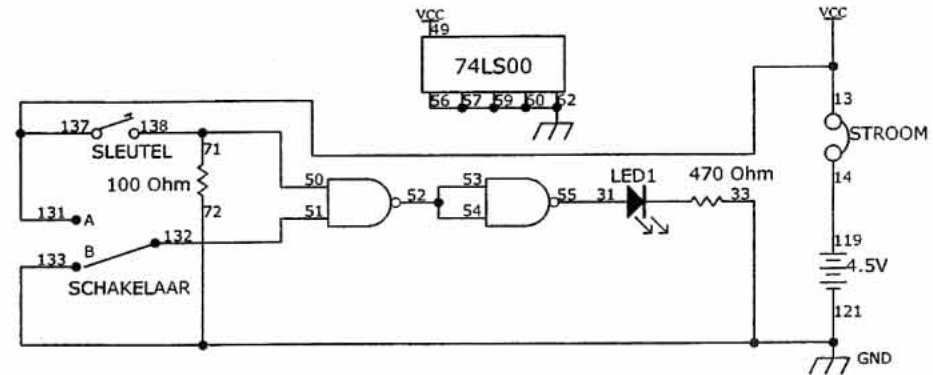
## 36. TTL "AND" POORT

Kun je bedenken hoe je een AND-poort kunt maken met de NAND-poorten in je kit? Laten we maar eens experimenteren om uit te zoeken hoe dit moet.

Laat de schakelaar in stand B staan tijdens het bouwen van dit circuit. Wanneer je klaar bent met de bedrading, sluit dan contactveertjes 13 en 14 aan om de stroom aan te schakelen. Druk de sleutel in. Wat doet LED1? Zet de schakelaar nu in stand A terwijl je de sleutel indrukt. Is er enige verandering aan LED1 waar te nemen?

Zoals je kunt zien, veranderen de inputs in 1 wanneer je de sleutel indrukt en de schakelaar in stand A zet, waardoor de algehele output 1 is. Kun je de 1 input door het circuit volgen totdat je een 1 output bereikt? Probeer dit maar eens – en kijk niet stiekem naar het antwoord.

Het werkt als volgt – elke 1 input gaat eerst naar de eerste NAND-poort. Dit zorgt ervoor dat de output van de NAND 0 is. Deze 0 output wordt voor beide inputs naar de tweede NAND gebruikt. De 0 inputs naar de tweede NAND zorgen ervoor dat de output van deze NAND 0 is, waardoor de LED gaat branden. De twee NAND-poorten vormen dus een AND-poort.



### Bedradingsvolgorde:

13-49-131-137, 14-119, 31-55, 72-56-57-59-60-62-33-133-121, 50-71-138, 51-132, 52-53-54, 13-14 (STROOM).

### AANTEKENINGEN





## 37. TTL "OR" POORT

Eén van de handige dingen van de quad two-input NAND IC is dat we de vier NAND-poorten kunnen combineren om zo andere logische circuits te maken. Onze vorige twee projecten lieten zien hoe we NANDs kunnen gebruiken om sommige andere logische circuits te maken. Dit project zal laten zien hoe een OR-poort van de NAND-poorten gemaakt kan worden.

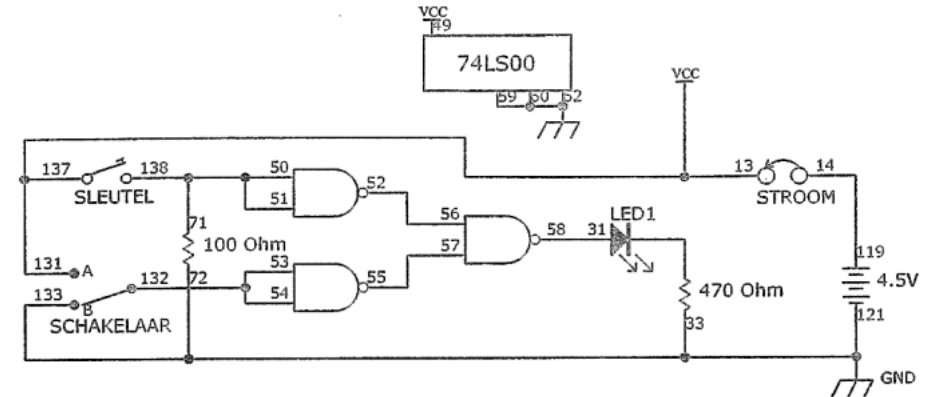
Raadpleeg het bedradingsschema voor dit project – kun je nagaan wat er gebeurt vanaf elke input tot aan de uiteindelijke uitput? (Natuurlijk kun je dat, probeer het maar gewoon.)

Laat de schakelaar in stand B terwijl je met dit project bezig bent. Wanneer je klaar bent met de bedrading, sluit dan contactveertjes 13 en 14 aan. Druk nu de sleutel in. Wat gebeurt er met LED1? Laat de sleutel weer los en zet de schakelaar in stand A. Wat gebeurt er nu met LED1? Laat de schakelaar in stand A en druk opnieuw de sleutel in. Is er enige verandering aan LED1 waar te nemen?

Je ziet dat dit circuit zich inderdaad gedraagt als andere OR-poorten waarmee je hebt gewerkt. Als tenminste de ene of de andere van de inputs 1 is, is de output naar de LED 1. Ben je er al achter wat er van de input naar de output gebeurt? Het antwoord kun je in de volgende paragraaf vinden, maar je moet niet stiekem spieken.

Laten we ons voorstellen dat je de sleutel indrukt terwijl de schakelaar in stand B staat. Hierdoor zijn beide inputs van de NAND 1, waardoor de output van de NAND 0 wordt. Deze 0 output is één van de inputs naar de NAND-poort die de LED reguleert. Omdat een NAND output alleen 0 is wanneer alle inputs 1 zijn, zorgt de 0 input ervoor dat de NAND output 1 wordt, waardoor LED1 gaat branden!

We kunnen AND-, NOR-, XOR- en NAND-poorten maken met behulp van de quad two-input NAND IC. Kun je bedenken hoe we de NANDs in de IC zouden moeten aansluiten om deze andere logische circuits te maken? Doe je best en maak aantekeningen – want we zullen er heel snel achter komen hoe dit moet.



### Bedradingsvolgorde:

13-49-131-137, 14-119, 31-58, 72-59-60-62-33-133-121, 50-51-71-138, 52-56, 53-54-132, 55-57, 13-14 (STROOM).

AANTEKENINGEN

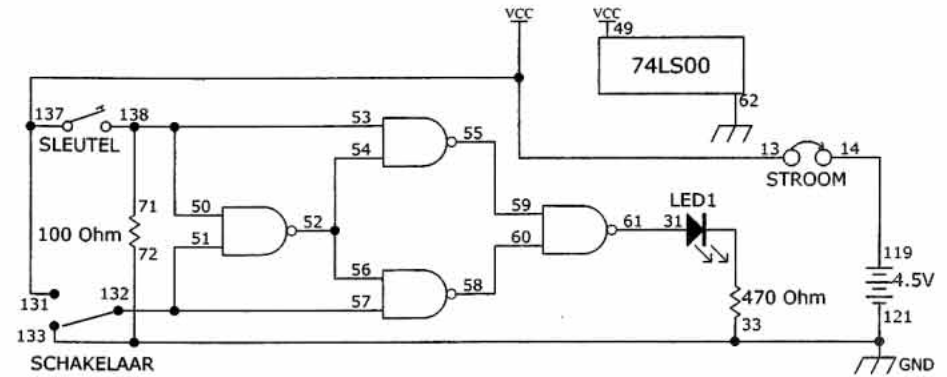
### 38. TTL "EXCLUSIVE-OR" POORT

Aangezien we andere digitale circuits hebben gemaakt door NAND-poorten te combineren, is het logisch dat we ook XOR-poorten kunnen maken. Dit kan inderdaad, zoals dit circuit zal aantonen.

Zet de schakelaar in stand B voordat je de bedrading voltooit. Als je klaar bent met de bedrading, sluit dan contactveertjes 13 en 14 aan. Druk de sleutel in – gebeurt er iets met LED1? Laat de sleutel nu los en zet de schakelaar in stand A. Wat doet LED1 nu? Laat de schakelaar in stand A en druk de sleutel in. Wat gebeurt er nu met LED1?

De output is 1 zolang de inputs verschillend zijn. Als beide inputs gelijk zijn – 0 of 1 – is de output van de XOR-poort 0.

Laat je hersens kraken en volg elke 0 of 1 input door het circuit totdat je bij de output aankomt. Het kan handig zijn om een 0 of 1 aan te geven in het bedradingschema bij de in- en output van elke NAND-poort.



#### Bedradingsvolgorde:

13-49-131-137, 14-119, 31-61, 72-62-33-133-121, 71-50-53-138, 57-51-132, 54-52-56, 55-59, 58-60, 13-14 (STROOM).

#### AANTEKENINGEN



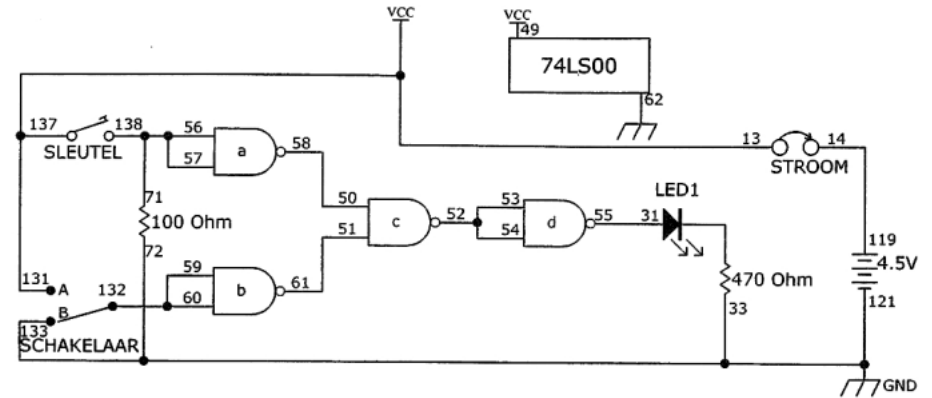
### 39. TTL "NOR" POORT

Probeer 0 en 1 inputs in het bedradingschema aan te geven zoals je bij de vorige paar projecten hebt gedaan en bekijk hoe dit circuit tot een 0 of 1 output komt. Waag een goede poging en spiek niet bij het antwoord.

Laat de schakelaar in stand B terwijl je met dit projekt bezig bent. Wanneer je klaar bent met de bedrading, sluit dan contactveertjes 13 en 14 aan. Druk de sleutel in. Is er enige verandering aan LED1 waar te nemen? Laat de sleutel los en zet de schakelaar in stand A. Wat gebeurt er nu met LED1? Laat de schakelaar in stand A en druk de sleutel in. Gebeurt er iets?

Zoals je kunt zien, gedraagt dit circuit zich net zoals andere NOR-poorten die we hebben gebouwd. Beide NANDs die met a en b zijn aangeduid, hebben 1 inputs. Ze hebben beide dus een 0 output wanneer de input 1 is. Hun outputs worden als inputs gebruikt voor de NAND aangeduid met c. NAND c heeft een 1 output zolang één of beide inputs van deze NAND 0 is/zijn. Deze 1 output wordt gebruikt als input voor de volgende NAND, waardoor de output van deze NAND 0 wordt. LED1 zal daarom niet branden.

Zoals je kunt zien, heeft een NOR-poort alleen een 1 output wanneer beide inputs 0 zijn – ofwel, wanneer de schakelaar in stand B staat en de sleutel niet wordt ingedrukt.



#### Bedradingsvolgorde:

13-49-131-137, 14-119, 31-55, 72-33-62-133-121, 50-58, 51-61, 52-53-54, 56-57-71-138, 59-60-132, 13-14 (STROOM).

#### AANTEKENINGEN



## 40. TTL "THREE-INPUT AND" POORT

Alhoewel we steeds digitale circuits hebben gebruikt die slechts twee inputs hebben, betekent dat niet dat we niet meer dan twee inputs kunnen hebben. Hier is een TTL AND-poort die drie inputs heeft. Probeer met behulp van het bedradingsschema uit te zoeken hoe drie inputs een 1 output produceren.

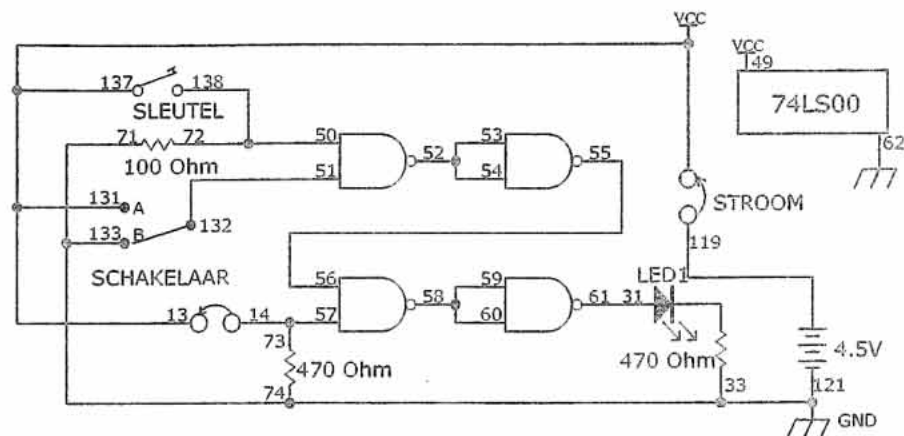
Je zult zien dat we deze keer iets anders te werk zullen gaan – contactveertjes 13 en 14 zullen een input-sigitaal vormen. Door deze veertjes aan te sluiten, wordt een 1 input geproduceerd, terwijl de input 0 zal zijn wanneer de veertjes niet zijn verbonden. Je schakelt dit project aan door contactveertjes 119 en 137 aan te sluiten.

Je weet inmiddels hoe AND-poorten werken, dus we zullen hier niet op de details ingaan. Kun je aan de hand van het bedradingsschema uitvinden hoe je de schakelaar, de sleutel en veertjes 13 en 14 moet aansluiten om een 1 output te krijgen? Probeer erachter te komen en lees dan verder om te zien of je gelijk had.

Dit is hoe dit circuit werkt: de sleutel en schakelaar zijn beide met één NAND verbonden. Wanneer ze beide een 1 input leveren, heeft de NAND een 0 output. Deze 0 vormt de input van een andere NAND, waardoor de output van deze NAND 1 wordt.

Deze 1 output gaat vervolgens naar weer een andere NAND-poort (zie je deze in het bedradingsschema?). Daar vormt deze een input, samen met de andere input van contactveertjes 13 en 14. Als deze inputs beide 1 zijn, wordt de NAND output 0. Deze output wordt gebruikt voor beide inputs van de laatste NAND, waardoor deze 1 wordt en de LED gaat branden.

Lijkt simpel, niet? Of je het gelooft of niet, zelfs complexe computers maken gebruik van dezelfde basisprincipes als die we voor de digitale circuits in deze kit gebruiken.



### Bedradingsvolgorde:

13-49-131-137, 14-73-57, 31-61, 74-71-62-33-121-133, 50-72-138, 51-132, 52-53-54, 55-56, 58-59-60, 119-137 (STROOM).

### AANTEKENINGEN



## 41. TTL "AND" ENABLE CIRCUIT

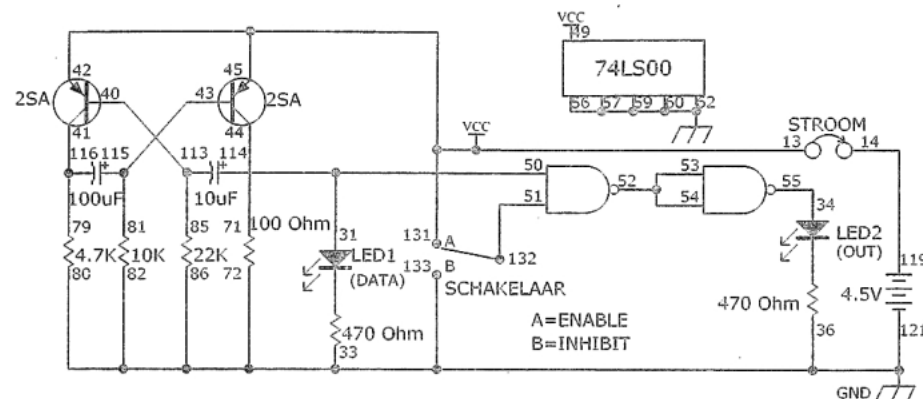
Ons vorige projekt had een kenmerk dat onder sommige omstandigheden voor een probleem kan zorgen. LED1 en LED2 gaan om de beurt aan en uit. Het kan zijn dat we beide LED's gelijk aan en uit willen laten gaan. Was je erachter gekomen hoe je de LED's dit kon laten doen toen je nog met het vorige projekt aan het experimenteren was? Dit circuit zal je laten zien hoe het moet.

Als je nauwkeurig naar het bedradingsschema van dit en van het vorige projekt kijkt, zul je zien dat de bedradingsschema's vrijwel hetzelfde zijn. De enige verandering is de toevoeging van een NAND-poort circuit.

Net zoals bij ons vorige projekt, wordt het pad van LED1 naar LED2 geblokkeerd wanneer de schakelaar in stand B wordt gezet. Maar wanneer je de schakelaar in stand A zet, zul je zien dat LED2 op hetzelfde moment aan en uit gaat als LED1. De twee NAND-poorten vormen een AND-poort (denk aan het circuit in projekt 36 ("TTL "AND" Poort)).

In dit circuit wordt LED1 de data input genoemd. LED2 wordt de output genoemd. Deze termen worden vaak in combinatie met enable-circuits gebruikt. Ze zullen zo nu en dan boven water komen wanneer we het over digitale elektronika hebben.

Je zult nu waarschijnlijk al wel verwachten dat we andere digitale circuits kunnen gebruiken om enable-functies uit te voeren. Kun je bedenken hoe? Vergeet niet aantekeningen te maken van je bevindingen, vooral als je erachter komt hoe je een OR-poort kunt gebruiken in een enable-circuit. (Je zult in het volgende projekt zien waarom dit zo belangrijk is.)



### Bedradingsvolgorde:

13-49-42-45-131, 14-119, 71-50-31-44-114, 86-82-80-72-56-57-59-60-62-33-36-121-133, 34-55, 40-113-85, 41-116-79, 43-115-81, 51-132, 52-53-54, 13-14 (STROOM).

### AANTEKENINGEN



## 42. TTL "OR" ENABLE CIRCUIT

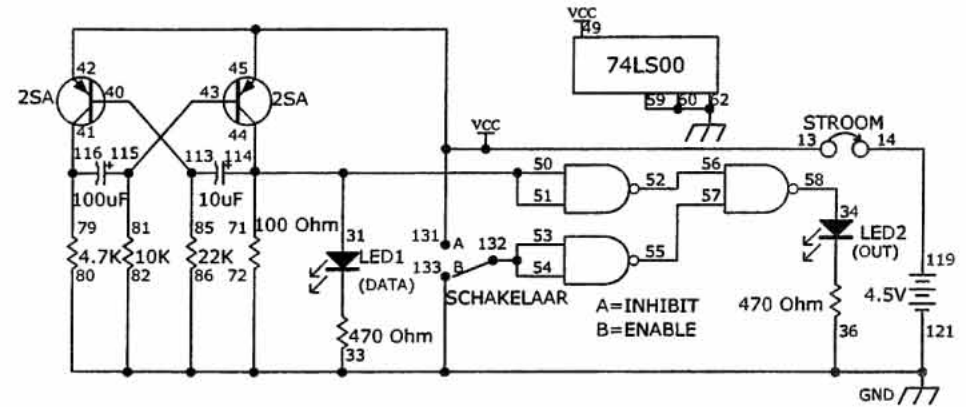
Ben je erachter hoe je met behulp van een OR-poort een enable-circuit kunt maken? Zo ja, dan heb je hier de gelegenheid om jouw ontwerp met ons OR enable-circuit te vergelijken.

Net zoals bij de vorige twee projecten, levert een multivibrator in dit circuit een input aan de OR-poort. Je kunt de output van de OR-poort zien wanneer je naar LED1 kijkt – deze knippert aan en uit in overeenstemming met de output van de multivibrator. Kun je aan de hand van het bedradingsschema zeggen wat er gebeurt zodra de input van de multivibrator aan de OR-poort wordt geleverd? Probeer erachter te komen voor je begint met het bouwen van dit circuit.

Voordat je dit circuit voltooit, zet de schakelaar in stand A in plaats van stand B zoals we bij de vorige twee projecten hebben gedaan. Als je klaar bent met de bedrading, sluit dan contactveertjes 13 en 14 aan om de stroom aan te schakelen. Wat doet LED1? En wat doet LED2? Zet de schakelaar nu in stand B. Wat gebeurt er nu met LED1 en LED2?

We vereenvoudigen het circuit door te stellen dat de data-stroom van LED1 naar LED2 wordt geblokkeerd door de schakelaar in stand A te zetten. (Dit wordt de inhibit toestand genoemd.) Maar wanneer de schakelaar in stand B staat, kan de data van LED1 naar LED2 stromen. Dit wordt de enable toestand genoemd.

Dit is het derde circuit in de familie van enable-circuits, dus we zullen niet laten zien hoe het werkt. Probeer de stroom in het bedradingsschema te volgen.



### Bedradingsvolgorde:

13-49-42-45-131, 14-119, 71-50-51-31-44-114, 86-82-80-72-59-60-62-33-36-121-133, 34-58, 40-113-85, 41-116-79, 43-115-81, 52-56, 53-54-132, 55-57, 13-14 (STROOM).

### AANTEKENINGEN



### 43. TTL "NAND" ENABLE CIRCUIT

NAND poorten kunnen als elektronische schildwachten fungeren. Als je niet wilt dat een signaal naar een bepaald deel van het circuit wordt gevoerd, kan een NAND-poort ervoor zorgen dat dat niet gebeurt.

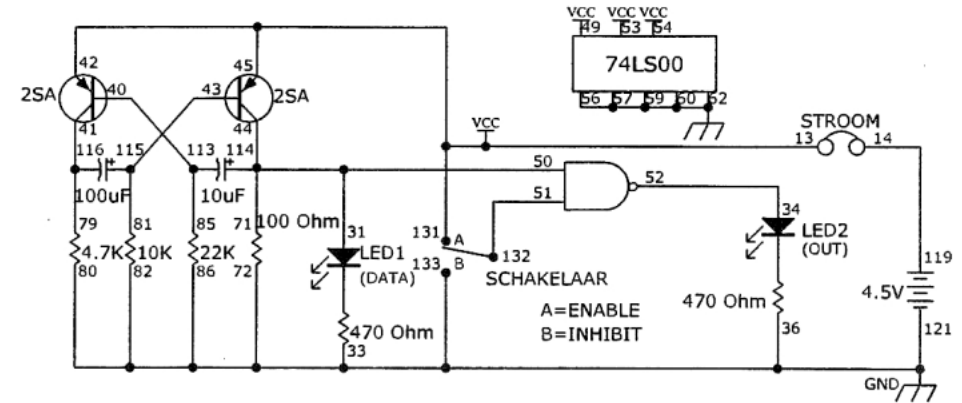
Dit project wordt een NAND enable-circuit genoemd omdat het toestaat dat signalen bepaalde paden kunnen volgen. De twee LED's laten je zien of het signaal dat ervoor zorgt dat LED1 gaat branden, wordt doorgelaten naar LED2 waardoor deze ook gaat branden.

Je herkende waarschijnlijk al meteen één circuit in het bedradingschema – de multivibrator. Je kunt de output van de multivibrator zien door LED1 in de gaten te houden. Je zult ook zien dat de multivibrator één van de inputs voor de NAND-poort levert. Ga aan de hand van het bedradingschema na wat er gebeurt wanneer de schakelaar in stand A wordt gezet. En wat gebeurt er wanneer de schakelaar in stand B wordt gezet? Kun je erachter komen wat LED1 en LED2 doen met de schakelaar in stand A en in stand B? Vergeet niet aantekeningen te maken en deze te vergelijken met wat je hier zult leren.

Zet de schakelaar in stand B voordat je de bedrading voltooit. Als je klaar bent met de bedrading, sluit dan contactveertjes 13 en 14 aan en kijk naar LED1 en LED2. Je zult LED1 zien knipperen, wat de output van de multivibrator aangeeft. Maar kijk nu naar LED2. Je zult zien dat deze constant aan is, wat aangeeft dat er iets is dat voorkomt dat het signaal bij LED1, LED2 bereikt. Zet nu de schakelaar in stand A en hou LED1 in de gaten. Wat gebeurt er? Gebeurt er hetzelfde met LED1 als met LED2?

Je kunt zien dat LED1 en LED2 om de beurt aan en uit gaan. Dit komt doordat we één van de twee inputs naar de NAND 1 maken wanneer de schakelaar in stand A wordt gezet. De multivibrator stuurt 0 en 1 signalen naar de andere NAND input. Wanneer de output van de multivibrator 1 is, gaat LED1 branden, maar doordat beide input-signalen naar de NAND 1 zijn, is de NAND output 0 en LED2 dooft. Wanneer de output van de multivibrator 0 is, gaat LED1 uit. Omdat hierdoor één van de inputs naar de NAND 0 wordt, verandert de NAND output in 1 waardoor LED2 gaat branden. Probeer erachter te komen wat er gebeurt wanneer de schakelaar in stand B wordt gezet – hoe komt het dat LED2 altijd brandt? Hint: met de schakelaar in stand B wordt een input van 0 geleverd.


Was je hier allemaal opgekomen voordat je het circuit had gebouwd? We hopen van wel.



#### Bedradingsvolgorde:

13-49-53-54-42-45-131, 14-119, 71-50-31-44-114, 86-82-80-72-56-57-59-60-62-33-36-121-133, 34-52, 40-113-85, 41-116-79, 43-115-81, 51-132, 13-14 (STROOM).

AANTEKENINGEN



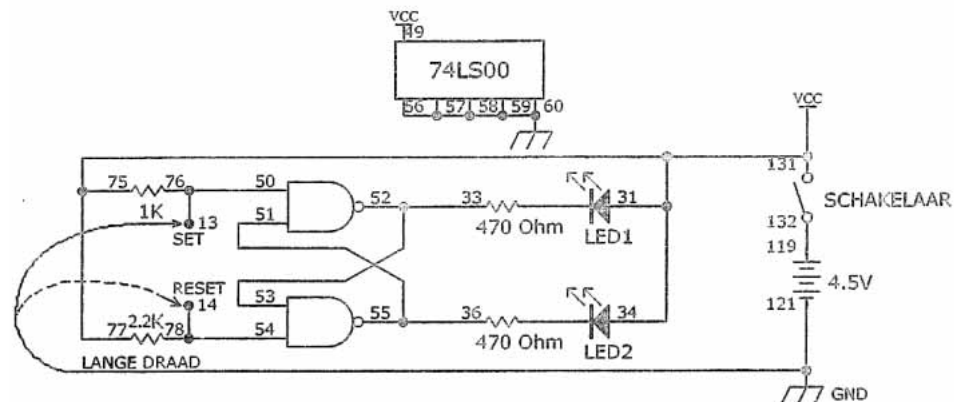
#### 44. TTL "R-S FLIP-FLOP"

Zoals we eerder al zeiden, zijn flip-flop circuits circuits die tussen twee standen heen en weer schakelen. Ingenieurs maken vaak gebruik van flip-flop circuits om tussen high (1) en low (0) outputs heen en weer te schakelen. Wanneer de output high of aan is, zeggen we dat het circuit in de set-stand (S) staat. Wanneer het uit is, zeggen we dat het reset (R) is. Dit geeft aan waar de naam R-S flip-flop circuit vandaan komt.

Als je klaar bent met de bedrading, zet dan de schakelaar in stand A om de stroom aan te schakelen. LED1 of LED2 gaat branden. Neem de lange draad die met contactveertje 56 is verbonden en raak daarmee om de beurt contactveertje 13 en 14 aan. Wat gebeurt er met LED1 en LED2?

Wanneer LED2 brandt, bevindt de R-S flip-flop zich in de set-stand. Wanneer LED1 brandt, is de R-S flip-flop reset. Verwijder de lange draad nadat je het circuit hebt geset of gereset en kijk wat er gebeurt.

Je kunt nu één van de belangrijkste kenmerken van de R-S flip-flop zien. Als het circuit eenmaal is geset of gereset, blijft het circuit in die stand totdat een input-signaal voor een verandering zorgt. Dit betekent dat de R-S flip-flop dingen kan onthouden. Geavanceerde computers maken gebruik van dergelijke circuits en kunnen dus ook dingen onthouden.



#### Bedradingsvolgorde:

77-75-49-31-34-131, 33-53-52, 36-55-51, 50-76-13 (SET), 54-78-14 (RESET), 121-62-60-59-57-56-LANGE DRAAD, 119-132.

#### AANTEKENINGEN



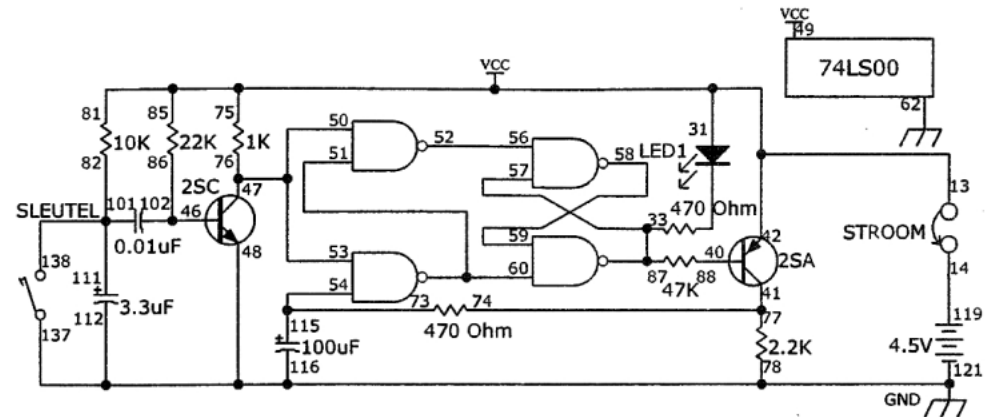


## 45. "TOGGLE FLIP-FLOP" CIRCUIT GEMAAKT MET "NAND" POORT

Als je denkt dat de NAND-poort een heel veelzijdig circuit is, dan heb je gelijk! Hier is een toggle flip-flop circuit dat met vier NAND-poorten is gemaakt.

Sluit contactveertjes 13 en 14 aan om de stroom aan te schakelen nadat je de bedrading van dit circuit hebt voltooid. Druk de sleutel verschillende keren langzaam in. Je zult zien dat LED1 aan of uit gaat elke keer wanneer de sleutel wordt ingedrukt. Laat je hersens nog eens kraken en probeer na te gaan wat er gebeurt vanaf de input bij de sleutel tot aan LED1. Twee van de vier NANDs functioneren als een R-S flip-flop. Kijk of je erachter kunt komen wat de overige NANDs doen.

Dit circuit is een inverter, omdat het inputs ontvangt en die vervolgens omkeert.



### Bedradingsvolgorde:

13-75-85-81-49-31-42, 14-119, 33-57-61-87, 40-88, 41-74-77, 46-102-86,  
47-53-50-76, 78-62-48-112-116-137-121, 51-55-60, 52-56, 73-54-115, 58-59,  
82-101-111-138, 13-14 (STROOM).

### AANTEKENINGEN



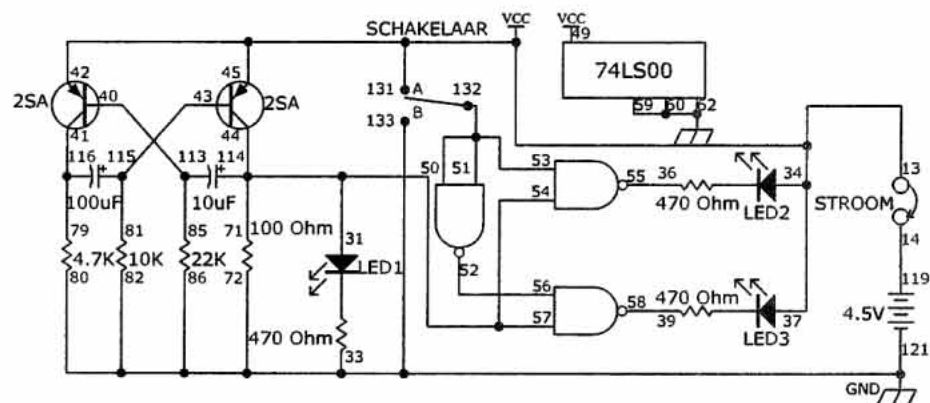
## 46. TTL LIJNSELECTOR

Het is niet moeilijk om situaties te bedenken waarin we input data naar twee of meer verschillende outputs zouden willen sturen. Dit project laat zien hoe we dit met behulp van een netwerk van NAND-poorten kunnen doen.

Je kunt zien dat we in dit circuit een multivibrator en drie NAND-poorten gebruiken. Tijdens het uitvoeren van de bedrading van dit circuit, kun je de schakelaar in stand A of B laten staan. Wanneer je contactveertjes 13 en 14 aansluit, zul je zien dat LED1 gaat knipperen. Wanneer de schakelaar in stand A staat, gaat LED2 ook knipperen. Wanneer de schakelaar in stand B staat, knippert LED3.

Zoals je in het bedradingsschema kunt zien, reguleert de schakelaar de inputs naar de twee NANDs die ervoor zorgen dat LED2 en LED3 gaan branden. Met de schakelaar in stand A, ontvangt de NAND die LED2 reguleert een constante 1 input. De output van de multivibrator levert de andere input. Wanneer de output van de multivibrator van 0 naar 1 schakelt, verandert de output van de NAND die LED2 reguleert van 1 naar 0.

Het tegenovergestelde gebeurt wanneer je de schakelaar in stand B zet. De NAND die LED3 reguleert, ontvangt nu een constante 1 input, zodat LED3 aan en uit kan gaan in overeenstemming met de input van de multivibrator.



### Bedradingvolgorde:

13-49-34-37-42-45-131, 14-119, 71-57-54-31-44-114, 86-82-80-72-59-60-62-33-121-133, 36-55, 39-58, 40-113-85, 41-116-79, 43-115-81, 50-51-53-132, 52-56, 13-14 (STROOM).

### AANTEKENINGEN



## 47. TTL DATASELECTOR

Onze vorige projecten laten zien hoe data naar twee of meer verschillende outputs zou kunnen worden gestuurd. Je kunt waarschijnlijk enkele situaties bedenken waarin we het tegenovergestelde zouden willen (of moeten) doen – het sturen van data van twee of meer verschillende bronnen naar één output. Het volgende circuit laat zien hoe je data op deze manier kunt zenden.

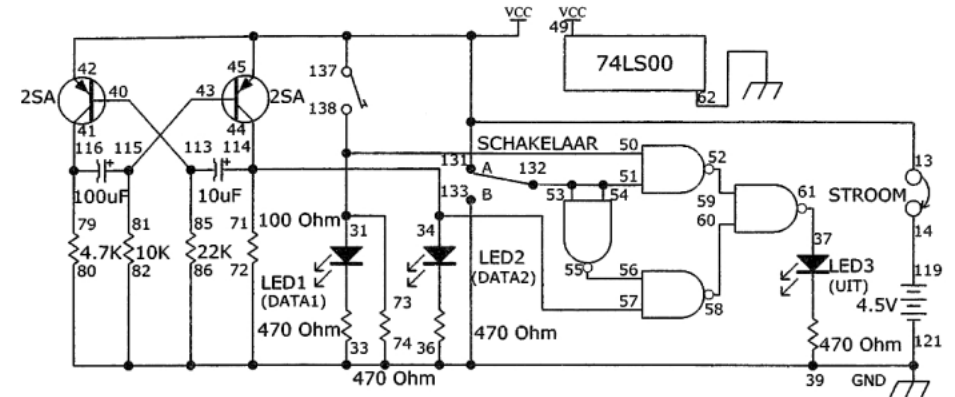
Als je het bedradingschema van dit project bekijkt, zul je zien dat er twee verschillende input-bronnen zijn. Het multivibrator-circuit levert een input-sigitaal om LED2 te reguleren. Het andere signaal wordt geleverd door – kun je het raden?

Jijzelf! Jij levert het input-sigitaal door de sleutel in te drukken en weer los te laten. De beweging van de sleutel reguleert LED1.

Zet de schakelaar in stand A voordat je de bedrading van dit project voltooit. Wanneer je contactveertjes 13 en 14 aansluit om de stroom aan te schakelen, gaat LED2 knipperen. Hou zowel LED1 als LED3 in de gaten. Gebeurt er al iets? Druk nu de sleutel in en kijk wat er met LED1 en LED3 gebeurt. LED3 gaat op hetzelfde moment aan en uit als LED1. Zet nu de schakelaar in stand B. LED3 gaat nu aan en uit in overeenstemming met het knipperen van LED2. Je kunt één van de twee bronnen als input gebruiken om de output van LED3 te bepalen.

Laat je hersens weer kraken en probeer de inputs van de multivibrator naar de sleutel, de schakelaar en uiteindelijk de LED te volgen. Geef bij elk contactveertje van de NANDs een 1 of 0 aan om de verschillende high en low inputs te kunnen zien.

Computers en andere geavanceerde digitale circuits maken gebruik van nog complexere uitvoeringen van deze circuits. Zoals je waarschijnlijk al wel zult hebben verwacht, gebeurt het schakelen van het ene input-pad naar het andere in de meeste gevallen elektronisch.



### Bedradingsvolgorde:

13-49-42-45-131-137, 14-119, 73-50-31-138, 86-82-74-72-80-62-33-36-39-121-133, 71-57-34-44-114, 37-61, 40-113-85, 41-116-79, 51-53-54-132, 43-115-81, 52-59, 55-56, 58-60, 13-14 (STROOM).

### AANTEKENINGEN



## **VI. DE WERELD VAN TRANSISTOR-TRANSISTOR LOGICA**

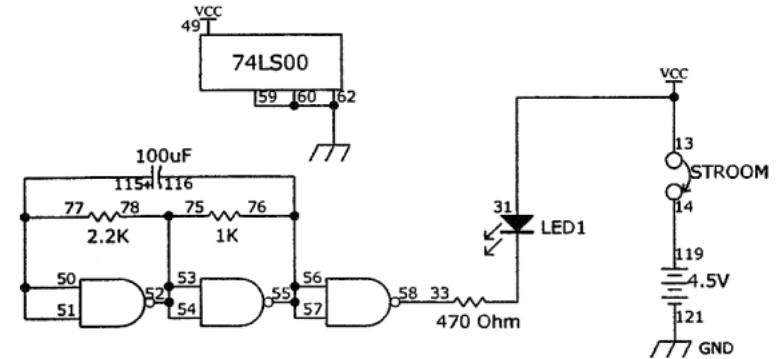
## 48. TTL ASTABIELE MULTIVIBRATOR

Zelfs multivibrator-circuits kunnen van NAND-poorten worden gemaakt. Dit project is een voorbeeld van een astabiele multivibrator – kun je raden wat astabiel betekent? Waag een poging en voer dit project uit om te zien of je gelijk had.

Sluit contactveertjes 13 en 14 aan om de stroom aan te schakelen. Je zult zien dat LED1 begint te knipperen. Astabiel betekent dat de output van de multivibrator tussen 0 en 1 heen en weer blijft schakelen. Zoals je je herinnert, doen de meeste multivibrators die je tot nu toe hebt gebouwd hetzelfde.

Het zou niet moeilijk moeten zijn erachter te komen hoe dit specifieke circuit werkt. De 100µF condensator maakt het allemaal mogelijk. Probeer andere elektrolytische condensatoren uit in plaats van de 100µF condensatoren en kijk wat voor effect deze op LED1 hebben. (Zorg ervoor dat je de juiste polariteit aanhoudt.)

Je kunt nu onderhand wel inzien waarom NAND-poort IC's zo handig zijn. De quad two-input NAND IC in je kit is één van de meest gebruikte elektronische onderdelen in de wereld. Het kan in vele verschillende circuits gebruikt worden. (Je kunt er zelf waarschijnlijk nog veel meer bedenken!)



### Bedradingsvolgorde:

13-49-31, 14-119, 33-58, 50-51-77-115, 54-53-52-75-78, 55-56-57-76-116, 59-60-62-121, 13-14 (STROOM).

### AANTEKENINGEN

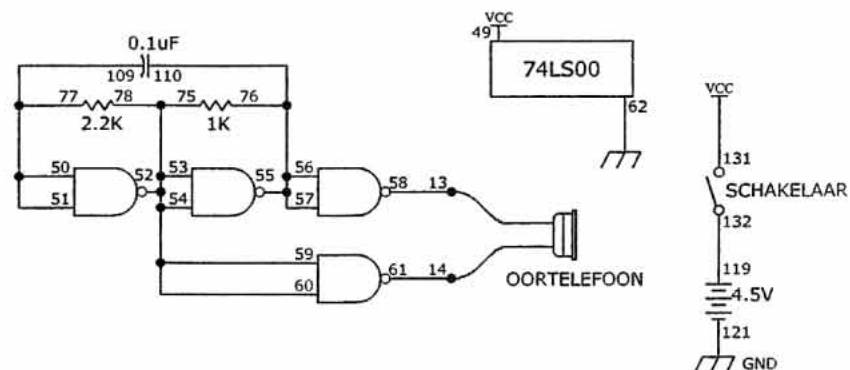


## 49. TTL TOONGENERATOR

We hebben al zó lang geluidstonen met audio-oscillatoren geproduceerd, dat het kan lijken alsof er geen andere manier is om tonen te produceren met elektronische circuits. Niets is minder waar – een multivibrator gemaakt van NAND-poorten krijgt dit makkelijk voor elkaar.

Wanneer je klaar bent met de bedrading van dit circuit, sluit dan de oortelefoon op contactveertjes 13 en 14 aan en zet de schakelaar in stand A om de stroom aan te schakelen. Je zult een toon horen die door de multivibrator wordt geproduceerd. Probeer de waarde van de condensatoren van  $0,1\mu\text{F}$  naar  $0,5\mu\text{F}$  te veranderen. Wat voor effect heeft dit op het geluid dat je hoort?

Je kunt ook nog andere condensatoren in dit project gebruiken. Gebruik echter niet de elektrolytische condensatoren (contactveertjes 111-118). Probeer het circuit zodanig te rangschikken dat je condensatoren met verschillende waarden in en uit het circuit kunt schakelen om de geluidstoon te veranderen. Kun je manieren bedenken waarop je dit circuit in combinatie met andere digitale circuits kunt gebruiken?



### Bedradingsvolgorde:

49-131, 50-51-77-109, 52-53-54-60-59-75-78, 55-57-56-76-110, 62-121, 119-132, 58-13-OORTELEFOON, 61-14-OORTELEFOON.

### AANTEKENINGEN

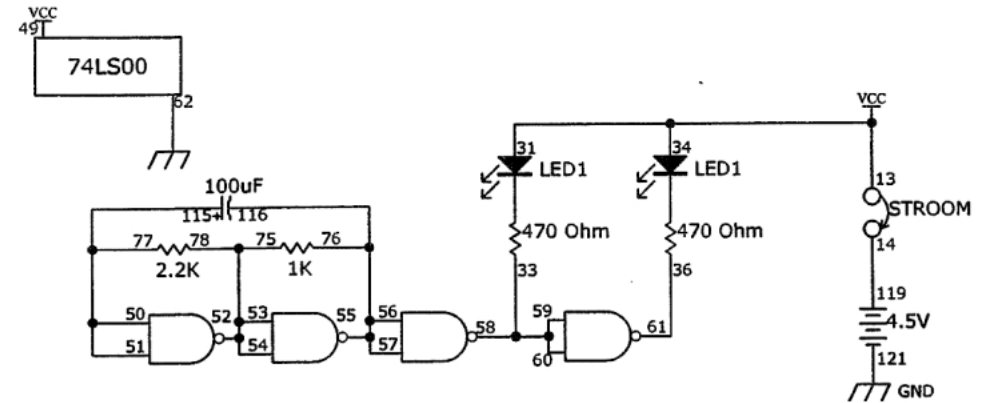


## 50. KNIPPERENDE LED'S

Maak de bedrading van dit circuit af en sluit contactveertjes 13 en 14 aan om de stroom aan te schakelen. Je zult zowel LED1 als LED2 om de beurt aan en uit zien gaan. Je kunt de snelheid waarmee ze knipperen veranderen door de 100 $\mu$ F condensator te vervangen door condensatoren met andere waarden.

TTL multivibrators worden vandaag de dag hoe langer hoe meer gebruikt in plaats van transistor multivibrators. Kun je enkele redenen bedenken waarom dat zo is? Noteer redenen waarom volgens jou TTL multivibrators beter zouden werken dan normale transistor multivibrators.

TTL multivibrators nemen minder plaats in beslag dan transistor multivibrators. TTL IC's gebruiken ook minder stroom dan vergelijkbare transistoropstellingen.



### Bedradingsvolgorde:

13-49-31-34, 14-119, 33-60-59-58, 36-61, 50-51-77-115, 52-53-54-78-75,  
55-57-56-76-116, 62-121, 13-14 (STROOM).

### AANTEKENINGEN



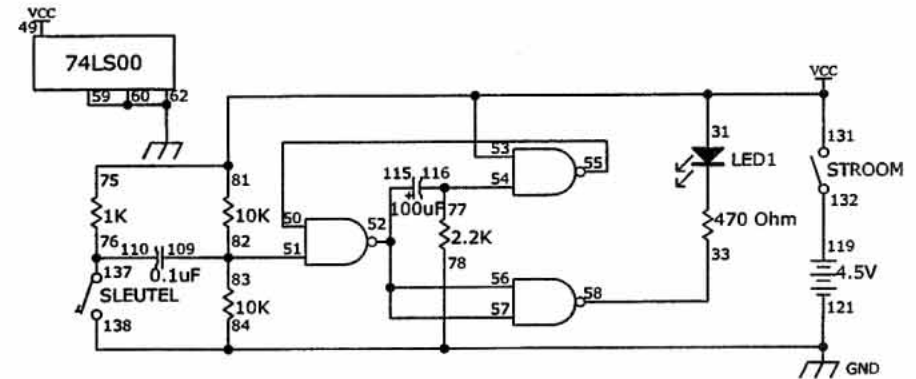
## 51. EEN ONE-SHOT TTL

Zegt de term one-shot je iets? (Nee, het is niet de bijnaam van een cowboy of een geweer met slechts één kogel!)

Als je klaar bent met de bedrading van dit circuit, zet dan de schakelaar in stand A om de stroom aan te schakelen. Druk de sleutel eenmaal in en kijk wat er met LED1 gebeurt. Probeer de sleutel verschillende tijden ingedrukt te houden. Blijft LED1 even lang aan of verschilt de tijd?

Je ziet dat een one-shot multivibrator voor een bepaalde tijd een output heeft, ongeacht de lengte van de input. (er wordt "één schot afgevuurd".) Dit betekent dat deze multivibrator in veel circuits als timer kan worden gebruikt. Je kunt ook de term monostabiele multivibrator tegenkomen als naam voor dit circuit.

Aangezien dit een multivibrator is, zou je kunnen denken dat er een manier is waarop je de tijd kunt veranderen tijdens welke er een output wordt geproduceerd. Je hebt gelijk – er is een manier – en we zullen je zelf uit laten zoeken wat die manier is. (Als het goed is, zal het je niet veel moeite kosten om erachter te komen welke onderdelen je nodig hebt om deze verandering aan te brengen. Vergeet niet aantekeningen te maken over het effect van onderdelen met hogere en lagere waarden op de werking van het circuit.)



### Bedradingsvolgorde:

81-75-49-53-31-131, 33-58, 50-55, 51-82-83-109, 52-56-57-115, 54-77-116,  
59-60-62-78-84-138-121, 76-110-137, 119-132.

### AANTEKENINGEN





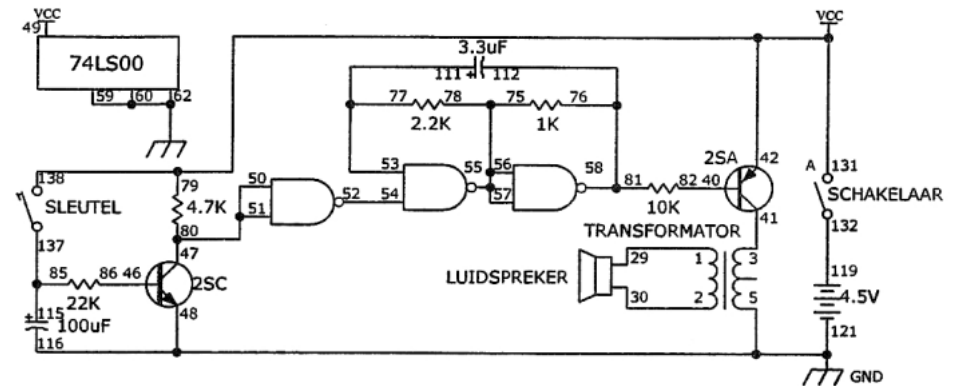
## 52. TRANSISTOR TIMER MET TTL

Hier is een ander soort one-shot circuit, maar in dit project hoor je het effect van de multivibrator. Je kunt aan het bedradingschema zien dat dit project gebruik maakt van een combinatie van eenvoudige onderdelen en digitale elektronica. Wanneer je de sleutel indrukt, wordt de 100µF condensator geladen wat ervoor zorgt dat de NPN transistor in de linkerhoek van het bedradingschema gaat werken. Je kunt zien dat de collector van deze transistor fungeert als beide inputs voor de eerste NAND-poort.

Het digitale deel van dit circuit reguleert de werking van de PNP transistor aan de rechterkant van het bedradingschema. Zet de schakelaar in stand A om de stroom aan te schakelen. Wanneer de output van de eerste NAND 1 is, zal de multivibrator werken en hoor je een geluid uit de luidspreker komen.

Het geluid zal aanhouden totdat de 100µF condensator ontladtd waardoor de eerste transistor niet meer kan werken. De output van de eerste NAND wordt 0, waardoor de multivibrator stopt. Met de 22K ohm weerstand houdt het geluid ongeveer 10 seconden aan. Probeer de 22K ohm weerstand te vervangen door de 47K of de 100K ohm weerstand en kijk wat er gebeurt.

Nadat je een beetje met dit project hebt geëxperimenteerd, probeer het volgende: druk de sleutel in en laat weer los. Wanneer het geluid stopt, zoek dan de draad tussen contactveertjes 52 en 54. Verwijder deze draad van veertje 52. Gebeurt er iets? Als er iets gebeurt, kun je dan uitleggen waarom?



### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-41, 5-59-60-62-48-116-121, 40-82, 79-49-42-131-138, 46-86, 47-50-51-80, 52-54, 53-77-111, 55-57-56-75-78, 58-76-81-112, 85-115-137, 119-132.

### AANTEKENINGEN



## 53. ZOEMENDE LED

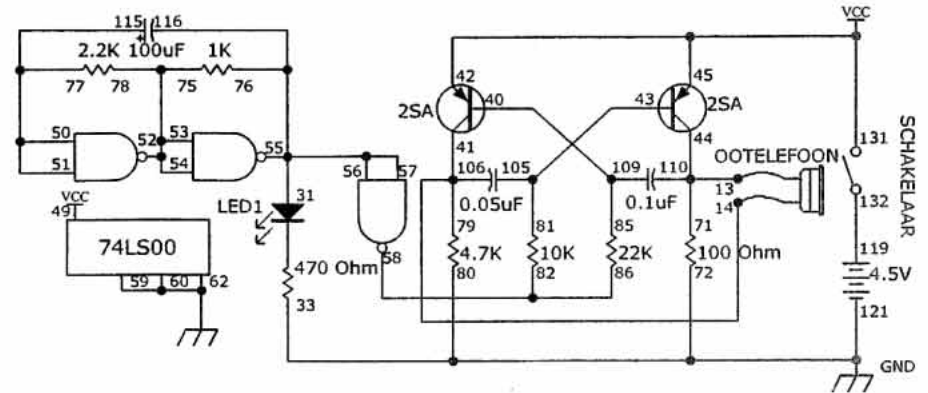
Hier is een ander circuit dat zowel transistor als NAND multivibrators gebruikt. Het laat je de LED1 op hetzelfde moment zien oplichten als dat er een geluid uit de oortelefoon komt.

Wanneer je klaar bent met de bedrading van dit project, verbind dan de oortelefoon met contactveertjes 13 en 14 en zet de schakelaar in stand A. Elke keer wanneer de LED oplicht, zul je een puls in de oortelefoon horen. Weet je waarom dit gebeurt?

Ga ervan uit dat de output van de NAND multivibrator 0 is, en volg die output van de NAND multivibrator naar de transistor multivibrator. Denk je dat de werking van de transistor multivibrator wordt beïnvloed door de NAND multivibrator? Als je antwoord ja is, hoe wordt de werking dan beïnvloed?

Probeer andere elektrolytische condensatoren in plaats van de 100 $\mu$ F condensator in de NAND multivibrator te gebruiken om te zien wat voor effect dit heeft op het circuit. Probeer de transistor multivibrator te veranderen en kijk hoe je de werking ervan kunt veranderen.

Je kunt in dit project de luidspreker in plaats van de oortelefoon gebruiken, door de NPN transistor, de output transformator en misschien één of twee weerstand(en) aan te sluiten. Probeer de luidspreker toe te voegen – maar vergeet niet het nieuwe circuit dat je ontwerpt te noteren.



### Bedradingsvolgorde:

31-55-56-57-76-116, 33-59-60-62-72-80-121, 40-109-85, 131-45-42-49,  
43-105-81, 50-51-77-115, 52-53-54-75-78, 58-82-86, 119-132,  
110-44-71-13-OORTELEFOON, 106-41-79-14-OORTELEFOON.

### AANTEKENINGEN



## 54. ZOON VAN DE ZOEMENDE LED

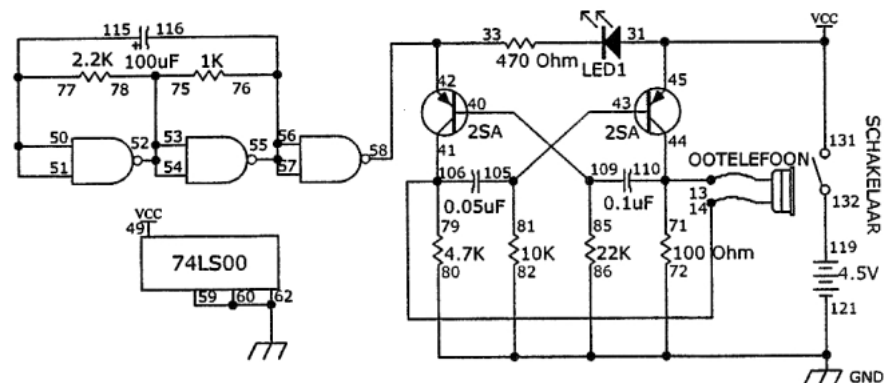
Vergelijk het bedradingsschema van dit projekt nauwkeurig met dat van het vorige projekt. Ze lijken in vele opzichten op elkaar, maar er is een belangrijk verschil.

Zie je wat het verschil is? Of nog beter, kun je zeggen wat voor effect dit verschil op de werking van het projekt heeft? Probeer erachter te komen voordat je aan de bedrading van dit circuit begint.

Verbind de oortelefoon met contactveertjes 13 en 14 en zet de schakelaar in stand A. Als het goed is, gaat LED1 branden, maar hoor je geen geluid in de oortelefoon. Pas wanneer LED1 uit gaat, hoor je een geluid uit de oortelefoon komen.

Probeer erachter te komen waarom dit gebeurt. Bestudeer het bedradingsschema, en als je denkt dat je het antwoord hebt, lees dan verder om te kijken of je gelijk had.

Wanneer de output van de NAND multivibrator 0 is, kan er elektriciteit door LED1 stromen waardoor deze gaat branden, maar de transistor multivibrator zal niet werken omdat een 1-sigitaal aan de emitter van de linker transistor wordt geleverd. Wanneer de output van de NAND multivibrator 1 is, zal LED1 niet gaan branden, maar wordt er een 0-sigitaal aan de emitter van de linker transistor geleverd. De transistor multivibrator kan nu werken en je kunt het geluid in je oortelefoon horen.



### Bedradingsvolgorde:

131-45-31-49, 116-76-56-57-55, 40-109-85, 42-58-33, 43-105-81,  
50-51-77-115, 52-53-54-75-78, 72-59-60-62-80-82-86-121, 119-132,  
44-110-71-13-OORTELEFOON, 41-106-79-14-OORTELEFOON.

### AANTEKENINGEN

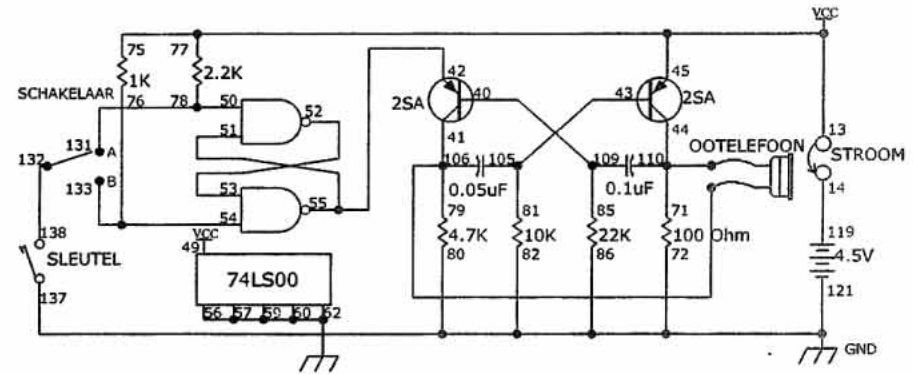


## 55. SET/RESET ZOEMER 1

Komt het bedradingschema van dit projekt je niet bekend voor? Dit circuit gebruikt een R-S flip-flop circuit dat uit NAND-poorten bestaat, net zoals het circuit in projekt 44 ("TTL R-S Flip-Flop").

Als je klaar bent met de bedrading van dit projekt, zet dan de schakelaar in stand A en druk de sleutel in. Als het goed is, hoor je via de oortelefoon een geluid. Probeer de sleutel verschillende keren in te drukken. Dit zou niet van invloed mogen zijn op het geluid in je oortelefoon. Zet nu de schakelaar in stand B en druk de sleutel nogmaals in. Wat gebeurt er nu?

Circuits zoals deze kunnen in alarmen worden gebruikt. Ze zijn heel handig omdat inbrekers er vaak niet achter kunnen komen hoe ze het geluid kunnen stoppen. Je kunt ook experimenteren door licht van LED's in plaats van geluid te gebruiken om aan te geven dat het circuit is geset of gereset.



### Bedradingsvolgorde:

13-77-75-49-45, 14-119, 40-109-85, 41-106-79, 42-55-51, 43-105-81,  
50-78-131, 52-53, 54-76-133, 132-138, 44-110-71-OORTELEFOON,  
121-137-62-60-59-57-56-80-82-86-72-OORTELEFOON, 13-14 (STROOM).

### AANTEKENINGEN

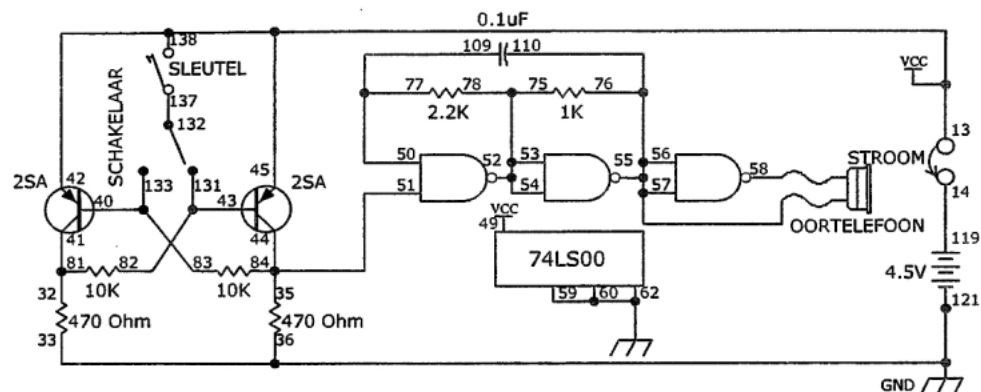


## 56. SET/RESET ZOEMER 2

Hier is nog een andere uitvoering van het vorige project. Dit keer maken we gebruik van een NAND multivibrator en een R-S flip-flop die uit transistoren bestaat.

Dit circuit werkt net zoals het vorige. Wanneer je de schakelaar in stand B zet en de sleutel indrukt, hoor je een geluid in de oortelefoon. Je kunt het geluid steeds horen, ongeacht het aantal keren dat je de sleutel indrukt. Zet de schakelaar in stand A en druk de sleutel in; het geluid zal nu ophouden.

Vergelijk de werking van dit project met het vorige. Wat maakt deze circuits verschillend? Kun je enkele situaties bedenken waarin het ene circuit beter van pas zou kunnen komen dan het andere? Vergeet niet om aantekeningen te maken van de dingen die je hier leert.



### Bedradingsvolgorde:

13-49-42-45-138, 14-119, 81-32-41, 33-59-60-62-36-121, 44-35-51-84,  
40-133-83, 82-43-131, 50-77-109, 54-53-52-75-78, 132-137,  
110-76-57-56-55-OORTELEFOON, 58-OORTELEFOON, 13-14 (STROOM).

### AANTEKENINGEN



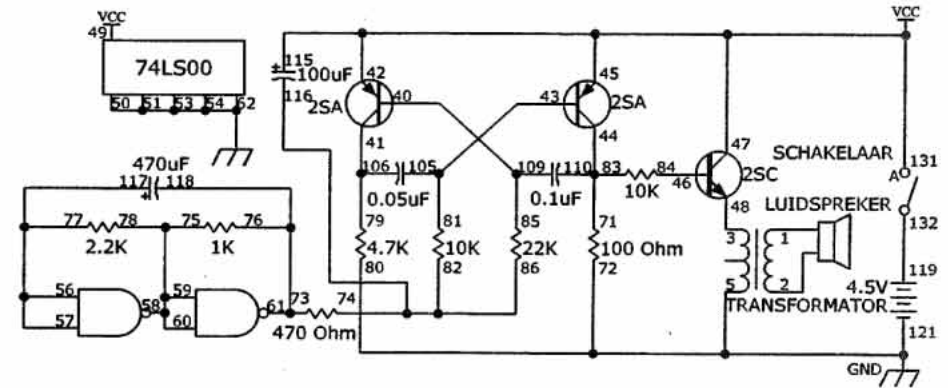
## 57. GELUIDSMACHINE

Dit digitale geluidsproject maakt gebruik van een circuit dat we in enkele eerdere projecten hebben gebruikt. Probeer uit te vinden over welk circuit we het hebben door het bedradingsschema te bekijken.

Waarom luister je niet naar het geluid dat dit project maakt terwijl je naar dat circuit zoekt? Aangezien er nogal wat verbindingen moeten worden gemaakt om de bedrading te voltooien, moet je de tijd nemen en je werk controleren. Wanneer je klaar bent, zet dan de schakelaar in stand A. Wat hoor je? Kun je aan de hand van het bedradingsschema uitleggen hoe dit geluid wordt gemaakt?

De twee PNP transistoren worden gebruikt om een multivibrator circuit te maken. (Herkende je dit bekende circuit?) Merk op dat we ook twee NAND-poorten gebruiken om een multivibrator te maken. De NAND-poort multivibrator beïnvloedt de werking van de transistor multivibrator, die zijn output via de NPN transistor naar de geluidsversterker stuurt. Het resultaat is het geluid dat je uit de luidspreker hoort komen.

Je kunt het geluid dat dit circuit maakt veranderen door de  $470\mu\text{F}$  condensator door een condensator met een andere waarde te vervangen. Probeer verschillende waarden in plaats van de  $10\text{K}$  weerstand en de  $0,05\mu\text{F}$  condensator en kijk wat er gebeurt.



### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-48, 5-50-51-53-54-72-80-62-121, 40-109-85, 41-106-79,  
42-45-47-131-115-49, 43-105-81, 44-110-83-71, 46-84, 57-56-77-117,  
58-59-60-75-78, 61-73-76-118, 74-82-86-116, 119-132.

### AANTEKENINGEN



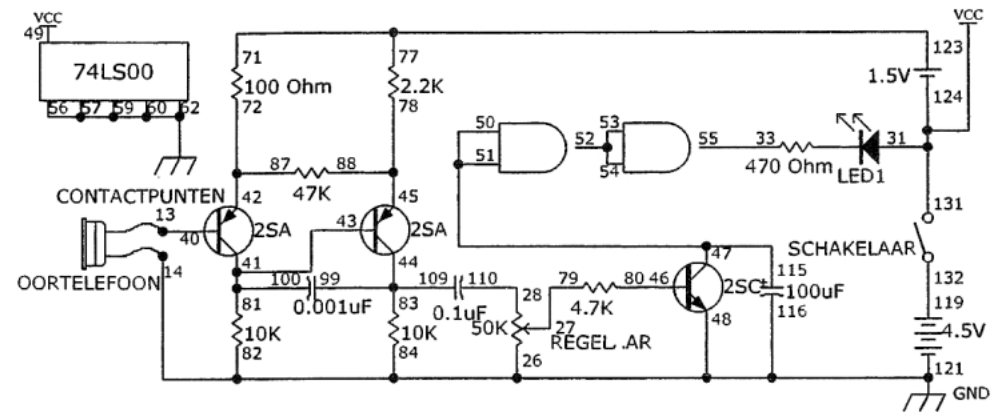
## 58. GROTE MOND

Ken je iemand met een grote mond? (Of, ben je er wel eens van beschuldigd een grote mond te hebben?) Dit project laat jou en je vrienden zien wie de luidste stem heeft.

Je kunt zien hoe dit project werkt door het bedradingsschema te bekijken. Wanneer je in de oortelefoon schreeuwt, creëert je stem elektrische energie door middel van een piezo-elektrisch proces, het speciale kenmerk van kristallen. Het kristal in de oortelefoon van je kit produceert een voltage wanneer deze wordt blootgesteld aan mechanische stress – zoals de geluidsdruk van je stem.

De elektrische energie van de oortelefoon wordt versterkt door het circuit met de twee transistoren. Je kunt de regelaar gebruiken om de hoeveelheid van het signaal van de oortelefoon dat wordt versterkt te veranderen. De twee NAND-poorten die in serie zijn geschakeld, reguleren LED1. Loop de nullen (0) en enen (1) na van input naar output.

Zet de schakelaar in stand A en de regelaar op 5 om dit circuit te gebruiken. Schreeuw in de oortelefoon en kijk naar LED1. Deze zal waarschijnlijk gaan branden. Als dat het geval is, draai dan de regelaar tegen de klok in om het moeilijker voor LED1 te maken om te gaan branden. (Verstel de regelaar elke keer maar een heel klein beetje.) Kijk in hoeverre je de regelaar in een lagere stand kunt zetten om de versterker in sterkte te laten afnemen terwijl de LED blijft branden.



### Bedradingsvolgorde:

27-79, 28-110, 124-131-31-49, 33-55, 41-43-100-81, 42-72, 44-109-99-83,  
45-88-78, 46-80, 47-115-51-50, 52-53-54, 77-71-123, 119-132,  
40-87-13-OORTELEFOON, 121-26-48-116-62-60-59-57-56-84-82-14-OORTELEFOON.

AANTEKENINGEN



## 59. SCHOT IN HET DONKER

Denk je dat je goed in het donker ziet? Dit laatste projekt van dit deel is een spel waarmee je kunt uitvinden hoe goed je in het donker kunt zien. Het test je aanleg – in een pikdonkere kamer!

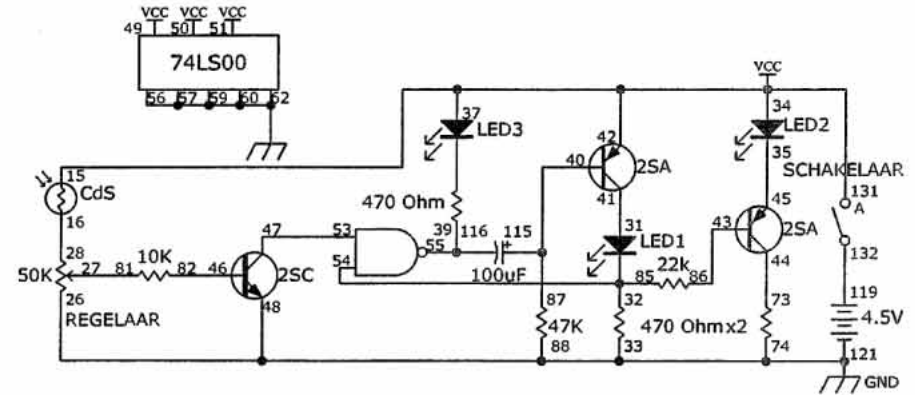
Als je klaar bent met de bedrading van dit projekt, plaats het dan in een zo donker mogelijke kamer. Zet de schakelaar in stand A en verstel de regelaar door deze tegen de klok in te draaien totdat LED1 en LED3 gaan branden. Nu ben je klaar om je vaardigheid te testen.

Je "geweer" voor dit spel is een doodgewone zaklantaarn. Je gebruikt je zaklantaarn om met een straal licht op de kit te "schieten". Als je goed mikt, zul je de CdS cel raken waardoor LED2 gaat branden en LED1 en LED2 uit gaan. Doe je zaklantaarn vervolgens uit en wacht totdat LED2 uit gaat voordat je nog een schietpoging waagt.

Probeer de CdS cel eerst vanaf zo'n 1,5 meter te raken. Vergroot de afstand naarmate je beter gaat mikken. Als je heel goed bent, kun je proberen de CdS cel te raken door je zaklantaarn alleen maar kort aan en uit te doen in plaats van een constante straal licht te gebruiken.

Het kan zijn dat je de regelaar heel voorzichtig moet verstellen om LED2 aan te kunnen laten gaan wanneer het licht de CdS cel raakt. Voor het beste resultaat moet je de kit in een totaal donkere kamer zetten en een zaklantaarn gebruiken die een geconcentreerde lichtbundel geeft (niet een fluorescerende lamp of ander licht). Wanneer je de beste instelling hebt gevonden, hou deze instelling dan aan zodat je het meerdere malen kunt gebruiken. Verander niets, tenzij je met het "schot in het donker" spel wilt stoppen.

Veel geluk en dat je de "snelste zaklantaarn in het Westen" mag worden!



### Bedradingsvolgorde:

15-34-49-50-51-37-42-131, 16-28, 48-121-26-88-74-62-60-59-57-56-33, 27-81, 31-41, 32-54-85, 35-45, 73-44, 39-55-116, 40-115-87, 43-86, 46-82, 47-53, 119-132.

### AANTEKENINGEN





## **VII. TOEPASSINGEN VAN CIRCUITS GEBASEERD OP DE OSCILLATOR**

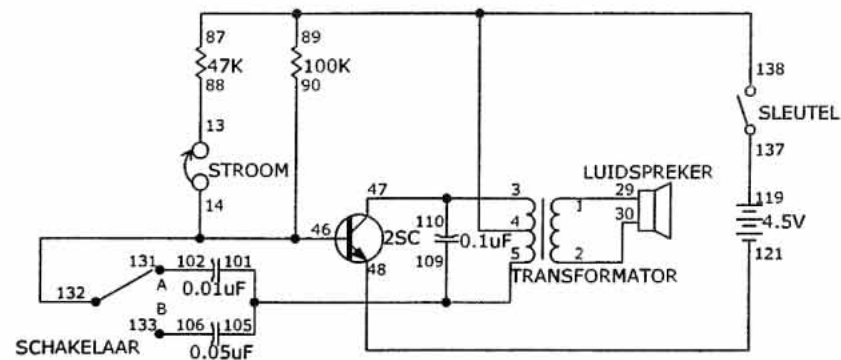
## 60. VARIABELE R-C OSCILLATOR

De "R-C" in de titel van dit projekt staat voor resistance-capacitance (weerstand-capaciteit). We hebben gezien hoe het veranderen van weerstand en capaciteit de pulserende werking van een oscillator kan beïnvloeden. Dit projekt laat ons het effect zien wanneer we de sterkte van zowel de weerstanden als de condensatoren veranderen.

Bekijk het bedradingschema. Je kunt zien dat je met de schakelaar tussen twee verschillende condensatoren kunt kiezen. Je kunt ook een tweede weerstand aan het circuit toevoegen door contactveertjes 13 en 14 aan te sluiten.

Wanneer je klaar bent met de bedrading, zet dan de schakelaar in stand B. Laat contactveertjes 13 en 14 voor wat ze zijn en druk de sleutel in. Wat voor geluid hoor je uit de luidspreker komen? Zet de schakelaar nu in stand A en druk de sleutel nogmaals in. Klinkt het geluid nu anders? Verbind nu contactveertjes 13 en 14 en druk de sleutel in. Nu deze twee veertjes aangesloten zijn, probeer beide standen van de schakelaar uit en kijk wat er gebeurt.

Met welke combinatie heb je de hoogste toon? En met welke de laagste? Wat zegt dit je over hoe condensatoren en weerstanden elkaar beïnvloeden? Maak nauwkeurige aantekeningen over het effect van verschillende waarden van condensatoren en weerstanden.



### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-47-110, 4-87-89-138, 5-101-105-109, 13-88, 14-90-46-132, 48-121, 102-131, 106-133, 119-137.

### AANTEKENINGEN



## 61. OSCILLATOR MET UITSCHAKELVERTRAGING

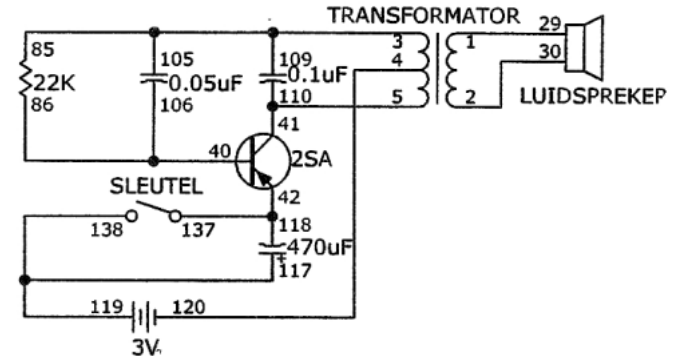
We hebben gezien hoe de ladings/ontladings-cyclus van een condensator kan worden gebruikt om bepaalde werkingen van het circuit te vertragen. Laten we nu de werking van de oscillator in dit project vertragen met een  $470\mu\text{F}$  condensator.

Wanneer je de sleutel indrukt, ontladst de condensator zich. Wanneer je de sleutel loslaat, begint de condensator met opladen. Het circuit gaat net zolang door met oscilleren totdat de condensator is geladen, waarna de elektriciteit stopt met stromen. Wanneer je de sleutel voor de tweede keer indrukt, wordt de condensator meteen ontladen.

Een ontladen condensator heeft een gelijke hoeveelheid elektronen aan zijn positieve (+) als aan zijn negatieve (-) elektrode. Er wordt een lading in een condensator opgeslagen door elektronen van de positieve elektrode aan te trekken (en deze positief te maken) en een gelijk aantal elektronen aan de negatieve elektrode toe te voegen (en deze negatief te maken). De stroom die vloeit om de condensator op te laden, wordt laadstroom of verschuivingsstroom genoemd. Wanneer de condensator zich ontladst, moet er eenzelfde hoeveelheid stroom in tegenovergestelde richting vloeien. Deze stroom wordt ontladstroom of verschuivingsstroom genoemd.

Als je een VOM hebt, gebruik dan de voltmeter-functie hiervan om de lading op de condensator te meten. De verschuivingsstroom kan met behulp van de stroomfunctie worden gemeten.

Alleen de condensator heeft deze unieke opslag-werking. We kunnen condensatoren gebruiken om vele functies uit te voeren die van deze eigenschap gebruik maken. In circuits met hele hoge voltages heeft deze opslag-werking echter tot gevolg dat de condensator een gevaar vormt daar het tot een elektrische schok of elektrocutie kan leiden. Speel op veilig! Ontlaadt condensatoren voordat je ze aanraakt als ze voltages hoger dan 50V gebruiken.



### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-85-105-109, 4-120, 5-41-110, 40-106-86, 42-118-137, 117-138-119.

### AANTEKENINGEN



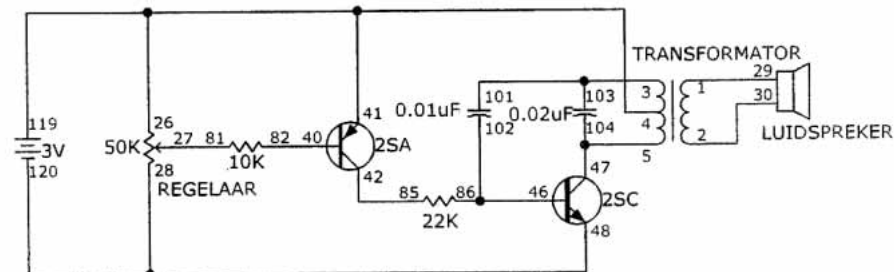
## 62. TEMPERATUUR-GEVOELIGE AUDIO OSCILLATOR

Wist je dat de eigenschap van een transistor verandert aan de hand van de temperatuur? Dit projekt zal je laten zien hoe temperatuur de werking van de transistor beïnvloedt.

Bekijk het bedradingschema. De NPN transistor gedraagt zich als een puls-oscillator. Het voltage aan zijn basis wordt door de 22K ohm weerstand en de PNP transistor gereguleerd. De basis- en collectorstroom van de PNP transistor varieert in overeenkomst met de temperatuur van de transistor.

Voer dit projekt uit en luister naar het geluid dat uit de luidspreker komt. Stem de 50K regelaar zo af dat het geluid laag is of uit een serie pulsen bestaat.

Verwarm nu de PNP transistor door deze tussen je vingers te houden. Je hoort de toon nu hoger worden terwijl de temperatuur van de transistor toeneemt.



### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-101-103, 4-26-41-119, 5-47-104, 27-81, 120-28-48, 40-82, 42-85, 46-102-86 (STROOM).

### AANTEKENINGEN



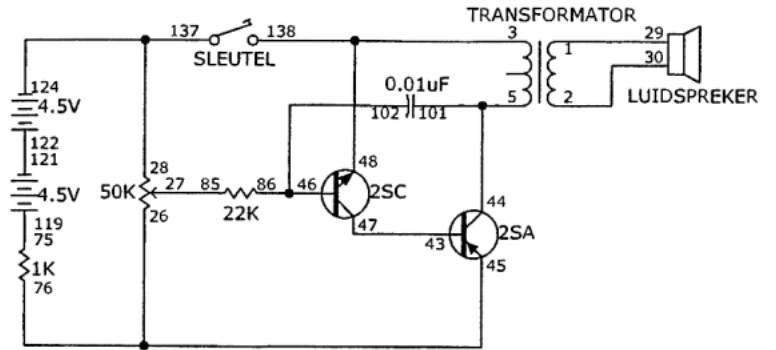
### 63. OSCILLATOR MET TWEE DIRECT VERBONDEN TRANSISTOREN

Nu zullen we een oscillator bouwen met behulp van twee transistoren die direct met elkaar zijn verbonden. Zoals je hebt gezien, zijn er vele manieren om een oscillator te maken. Deze manier is eenvoudig vergeleken met sommige andere manieren.

Wanneer je klaar bent met de bedrading, druk dan de sleutel in. Je hoort een piepend geluid uit de luidspreker komen. Draai nu aan de regelaar. Hoe wordt het geluid hierdoor beïnvloed?

De twee transistoren werken samen en gedragen zich als één transistor. De NPN transistor versterkt het signaal van de 22K ohm weerstand en stuurt het naar de PNP transistor om zo een grotere output te krijgen.

De condensator bepaalt de oscilleerfrequentie. Het projekt begint met de 0,01µF condensator in het circuit, maar je kunt met condensatoren van verschillende waarden experimenteren. De regelaar regelt het voltage dat naar de basis van de NPN transistor gaat. Het verandert zowel de toonhoogte als de frequentie. Vergeet niet je resultaten te noteren, net zoals een professionele wetenschapper, zodat je het experiment later kunt herhalen. Zorg ervoor dat je de polariteit (+ en -) van de elektrolytische condensatoren in de gaten houdt.



#### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-48-138, 5-101-44, 26-45-76, 27-85, 28-124-137, 46-102-86, 47-43, 75-119, 121-122.

AANTEKENINGEN

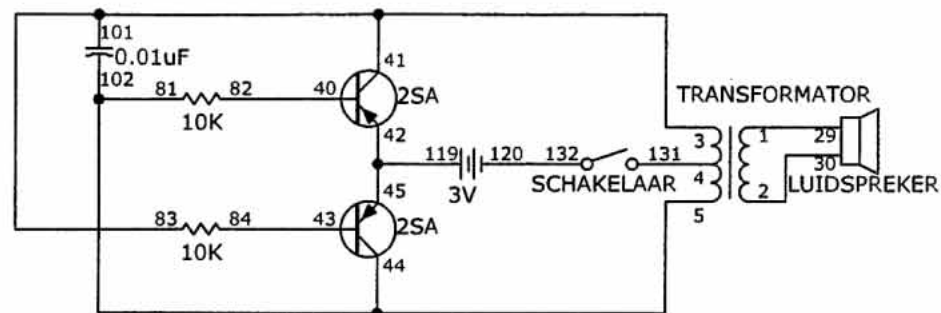
## 64. PUSH/PULL BLOKGOLFOSCILLATOR

In dit projekt maken we een push/pull (duw/trek) blokgolfoscillator. Deze oscillator wordt een push/pull oscillator genoemd omdat het gebruik maakt van twee transistoren die met elkaar zijn verbonden. Deze werken om de beurt, zodat de ene transistor "duwt" terwijl de andere "trekt". Wetenschappers bestuderen golfpatronen om elektronische signalen – zoals het signaal dat door de stroom in dit projekt wordt geproduceerd – beter te kunnen begrijpen. Een blokgolfoscillator produceert golven die op blokken lijken.

Wanneer je klaar bent met de bedrading, zet dan de schakelaar in stand A om de stroom aan te schakelen. Noteer wat voor geluid er uit de luidspreker komt, want we zullen blokgolfsignalen in latere projecten gebruiken.

Dit oscillator-circuit werkt goed met voedingen met een laag DC voltage. Daarom gebruiken wetenschappers en technici DC-AC converters en DC-DC inverters die voltages van ongeveer 0,5 tot 12 volts leveren.

Deze oscillator heeft als andere eigenschap dat het maximaal gebruik maakt van de transformator. Het circuit produceert de maximale hoeveelheid stroom voor de grootte van de transformator die wordt gebruikt.



### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-83-101-41, 4-131, 5-81-102-44, 40-82, 45-42-119, 43-84, 120-132.

### AANTEKENINGEN

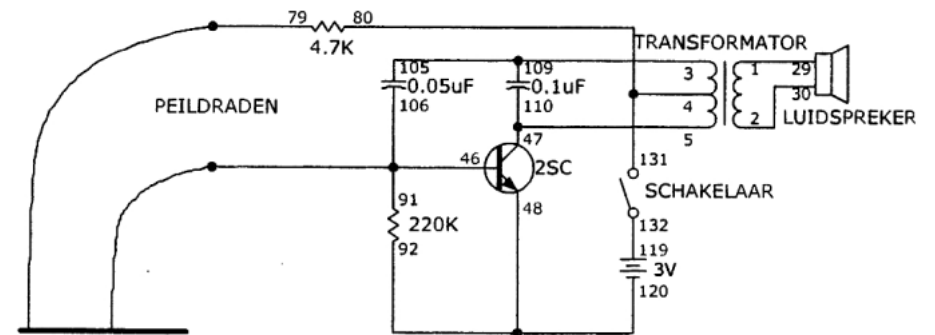


## 65. POTLOOD-ORGEL

Dit projekt is een oscillator die op ongewoonlijke wijze wordt gereguleerd: met een potloodstreep! In andere oscillator-projecten heb je gezien hoe het geproduceerde geluid kan worden veranderd door de weerstand van het circuit te veranderen. De weerstanden, zoals die in je kit, zijn van een soort koolstof gemaakt, net zoals potlood. Door de elektriciteit door verschillende hoeveelheden potlood te laten stromen, kunnen we de weerstand variëren en zo ook de geluidstoon die uit de luidspreker komt.

Wanneer je klaar bent met de bedrading, zet dan met een potlood een hele dikke streep op een vel papier (een zacht potlood werkt het best). De streep moet ongeveer 2,5 cm breed en 13 tot 15 cm lang zijn.

Zet nu de schakelaar in stand A om de stroom aan te schakelen en hou één van de peildraden tegen een uiteinde van de streep (of plak vast met plakband). Beweeg de andere peildraad heen en weer over de streep. Je hoort de toonhoogte omhoog en omlaag gaan terwijl je de peildraad beweegt. Met een beetje oefening zou je zelfs een melodie met dit orgel moeten kunnen spelen.



### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-105-109, 4-80-131, 5-47-110, 92-48-120, 119-132,  
46-106-91-PEILDRAAD, 79-PEILDRAAD.

### AANTEKENINGEN

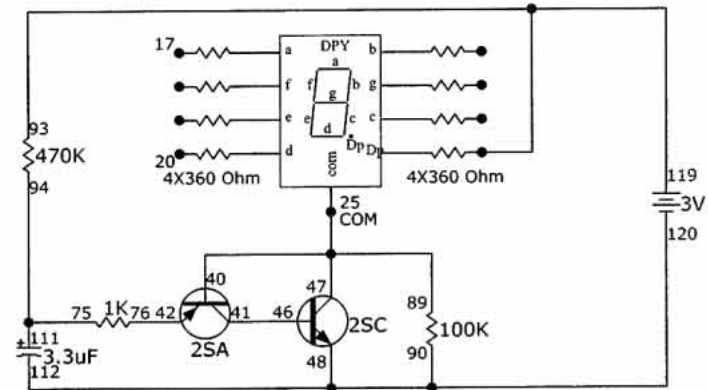


## 66. LED STROBOSCOOPLAMP (KNIPPERLICHT)

Dit circuit is een oscillator met een lage frequentie. Je kunt de LED dus aan en uit zien gaan. De tijd dat de LED uit is, is langer dan dat hij aan is, zodat je korte lichtpulsen met lange tussenpozen ziet. De bedradingsvolgorde hieronder zal ervoor zorgen dat de decimale punt gaat branden, maar je kunt elk deel van de LED display laten branden.

Dit soort circuits worden zaagtandgolfoscillatoren genoemd. Het signaal verandert wanneer de LED aan en uit gaat. De golven die ontstaan bij de frequentie van dit signaal laten een zaagtand patroon zien dat de twee verschillende voltages vertegenwoordigt. Wanneer de output van de emitter van de PNP transistor stroom aan de basis van de NPN transistor levert (zoals in dit circuit gebeurt), worden er kortere pulsen gevormd.

Probeer te experimenteren door de  $3,3\mu\text{F}$  condensator te vervangen door de  $10\mu\text{F}$  condensator. Je kunt ook de  $1\text{K}$  ohm weerstand verwisselen en de  $470\text{K}$  ohm weerstand door de  $220\text{K}$  ohm weerstand vervangen. De frequentie van deze oscillator wordt gereguleerd door de ladings/ontladings-ratio van de condensator. Door de waarde van de condensator of van de weerstanden die stroom aan de condensator leveren te veranderen, verandert dus de frequentie.



### Bedradingsvolgorde:

47-40-25-89, 41-46, 42-76, 90-112-48-120, 75-94-111, 93-119-24.

### AANTEKENINGEN





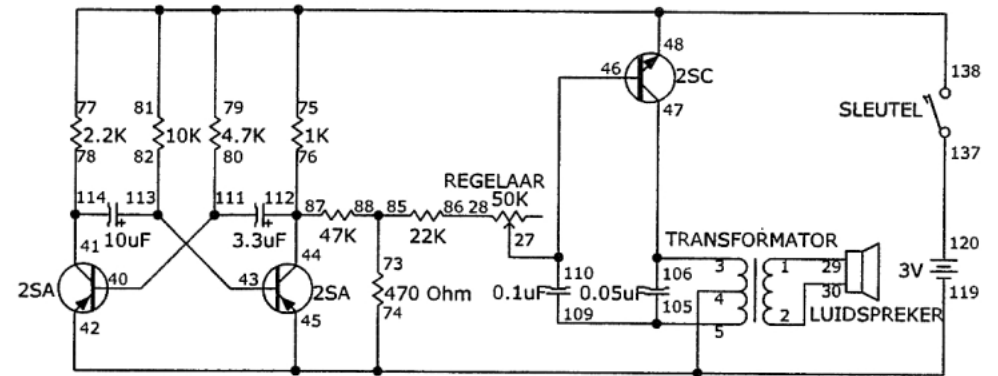
## 67. ELEKTRONISCH ORGEL

Dit circuit heeft een multivibrator die met een pulsoscillator is verbonden. De multivibrator geeft een tremolo-effect (een trillend geluid), in plaats van de oscillator helemaal aan of uit te schakelen.

Wanneer je klaar bent met de bedrading, kun je met behulp van de regelaar de hoeveelheid stroom reguleren die aan de basis van de NPN transistor wordt geleverd. Hierdoor verandert de ladings/ontladings-ratio van de  $0,1\mu\text{F}$  en  $0,05\mu\text{F}$  condensatoren, alsmede de frequentie van de pulsoscillator.

Met de sleutel kan het hele circuit aan of uit worden geschakeld. Je kunt de sleutel door de schakelaar vervangen. Je kunt ook het toonbereik veranderen door de  $10\mu\text{F}$  en  $3,3\mu\text{F}$  condensatoren door condensatoren met andere waarden te vervangen.

Probeer met behulp van de schakelaar of sleutel extra onderdelen aan het circuit toe te voegen (zoals bijvoorbeeld een extra condensator parallel geschakeld met de  $10\mu\text{F}$  of  $3,3\mu\text{F}$  condensator), zodat je snel van het ene toonbereik naar een ander kunt wisselen. Deze veranderingen zullen een completer orgel van dit project maken. Vergeet niet aantekeningen van de dingen die je doet te maken.



### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-47-106, 4-74-45-42-119, 5-105-109, 27-46-110, 28-86,  
40-111-80, 41-114-78, 43-113-82, 44-112-87-76, 77-75-81-79-48-138,  
73-85-88, 120-137.

### AANTEKENINGEN

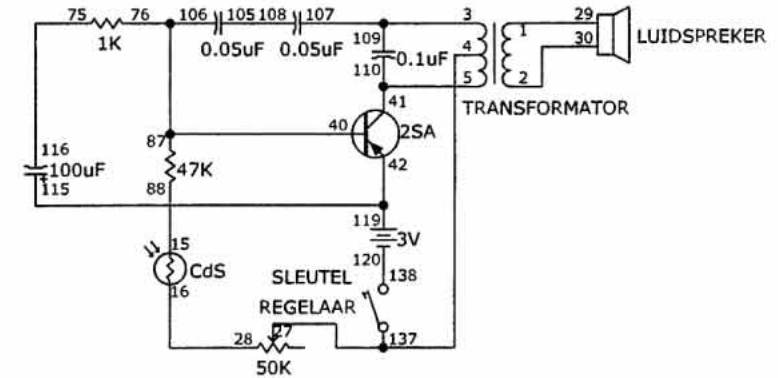


## 68. DAGLICHT VROEGE VOGEL

Dit is een elektronische vogel zoals de vogel van het circuit dat je in projekt 1 (Elektronische Specht) hebt gebouwd. Nu heeft het echter foto-elektrische regulering van de transistor-basis. Je weet hoe de CdS cel werkt. Aangezien dit elektronische onderdeel door daglicht wordt geactiveerd, kun je het als een wekker voor vroege vogels gebruiken.

Druk de sleutel in om het geluid van de vroege vogel te maken. Je kunt de regelaar zodanig afstemmen dat de juiste hoeveelheid licht de vogel aan de gang zal brengen en je in de ochtend zal wekken – niet te vroeg en niet te laat.

We hebben alleen de waarden van een paar onderdelen veranderd en het bedradingsschema van de oorspronkelijke elektronische vogel aangepast. Kijk of je de veranderingen kunt vinden en rangschik het bedradingsschema zodanig dat het weer op projekt 1 lijkt. Gebruik de ruimte hieronder om het bedradingsschema opnieuw te tekenen.



### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-107-109, 4-27-137, 5-41-110, 15-88, 16-28, 76-87-106-40, 119-42-115, 75-116, 105-108, 120-138.

### AANTEKENINGEN

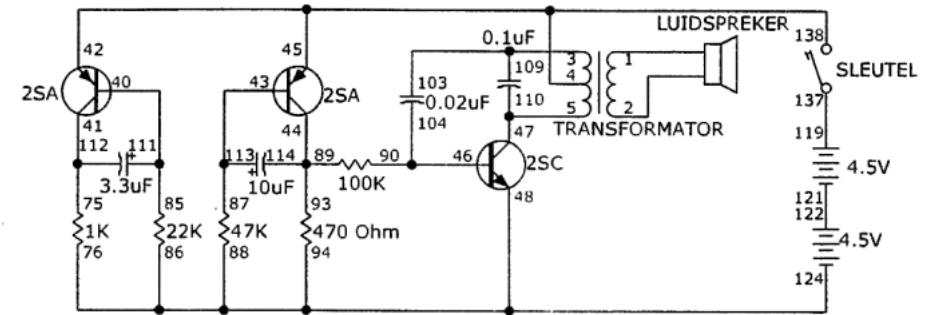


## 69. INTERMITTERENDE ALARMGENERATOR

Nu zullen we een oscillator een andere oscillator laten reguleren om een effectief alarm te maken. In dit projekt laten we een oscillator van het multivibrator type een pulsoscillator reguleren. Als het goed is, herken je de multivibrator aan de linkerkant van het bedradingsschema. De frequentie van de pulsoscillator ligt binnen hoorbereik (20 tot 20K Hertz). De multivibrator reguleert de pulsoscillator door elektriciteit naar de basis van de transistor te laten stromen.

Bouw het projekt en druk de sleutel in om het alarm uit de luidspreker te horen komen. Je hoort het alarm aan en uit gaan in overeenstemming met het aan- en uitgaan van de pulsoscillator.

Dit intermitterende alarm is effectiever dan een onafgebroken geluid, omdat het meer merkbaar is. Je kunt met dit projekt experimenteren door de waarden van de 22K, 47K en 100K ohm weerstanden en van de 0,02 $\mu$ F condensator te veranderen.



### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-103-109, 4-42-45-138, 5-47-110, 40-113-87, 41-112-75,  
43-111-85, 44-114-93-89, 46-104-90, 76-86-88-94-48-124, 119-137, 121-122.

AANTEKENINGEN

A large empty rectangular box for notes, with a pencil icon in the bottom right corner.

## **VIII. BASISCIRCUITS MET OPERATIONELE VERSTERKER**

## 70. COMPARATOR

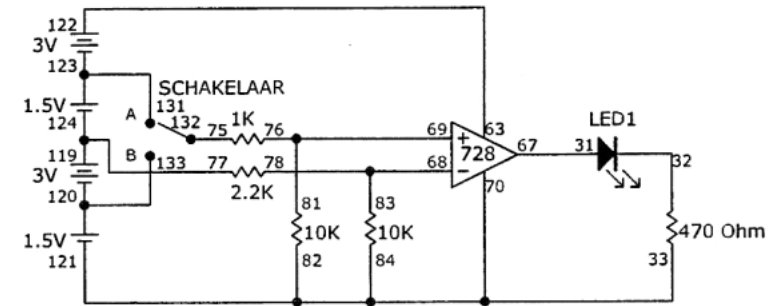
Voor dit deel heb je wat basiskennis over het geïntegreerd circuit van de operationele versterker nodig. Allereerst, we kunnen één stroombron voor zowel het circuit als de IC gebruiken, of we kunnen afzonderlijke stroombronnen gebruiken.

De operationele versterker kan als een niet-inverterende versterker, een inverterende versterker of een differentiële versterker worden gebruikt. Een niet-inverterende versterker reproduceert een input-sigitaal als een output-sigitaal zonder dat de polariteit wordt veranderd. Een inverterende versterker doet het tegenovergestelde: zijn output heeft de tegenovergestelde polariteit van de input. De differentiële versterker heeft een output die gelijk is aan het verschil tussen de sterktes van de twee input-signalen.

Een comparator vergelijkt twee voltages en vertelt je welk voltage sterker is dan het ander. Het gereguleerd voltage noemen we het referentievoltage, omdat we het als referentie voor het meten van andere voltages gebruiken. Het voltage dat wordt vergeleken, is het input-voltage.

Het referentievoltage in dit project is ongeveer 3,7V. Het is aangesloten op contactveertje 68 van één van de geïntegreerde circuits. Er stroomt een input-voltage naar contactveertje 69 van hetzelfde geïntegreerde circuit. De LED gaat branden indien dit voltage hoger is dan het referentievoltage, terwijl deze uit blijft indien het lager is. In dit circuit gedraagt de operationele versterker zich als een inverterende versterker voor het referentievoltage om de LED uit te laten, of als een niet-inverterende versterker om de LED te laten branden.

Bouw het project en zet vervolgens de schakelaar in stand A. Hierdoor wordt een input van 6V geleverd. De LED gaat branden omdat het input-voltage hoger is dan het referentievoltage. Zet nu de schakelaar in stand B. Hierdoor wordt een input van 1,5V geleverd. De comparator IC laat de stroom niet door omdat het input-voltage nu lager is dan het referentievoltage – de LED blijft uit.



### Bedradingsvolgorde:

31-67, 84-82-33-70-121, 63-122, 68-83-78, 69-81-76, 75-132, 77-119-124, 120-133, 123-131.

### AANTEKENINGEN



## 71. MINIMUM VERHOOGING VAN DC VOLTAGE

We gaan nu verder met het eenvoudigste experiment op het gebied van het versterken van een DC voltage. Als je klaar bent met de bedrading, zet dan de schakelaar in stand B.

LED1 en 2 geven het output-voltage van de operationele versterker aan. Een LED gaat alleen branden wanneer deze is aangesloten op zo'n 1,5V. In dit project schakelen we twee LED's in serie, dus ze zullen alleen gaan branden als ze op zo'n 3V zijn aangesloten. Ze zijn nu uit, dus het output-voltage van de operationele versterker moet lager dan 3V zijn.

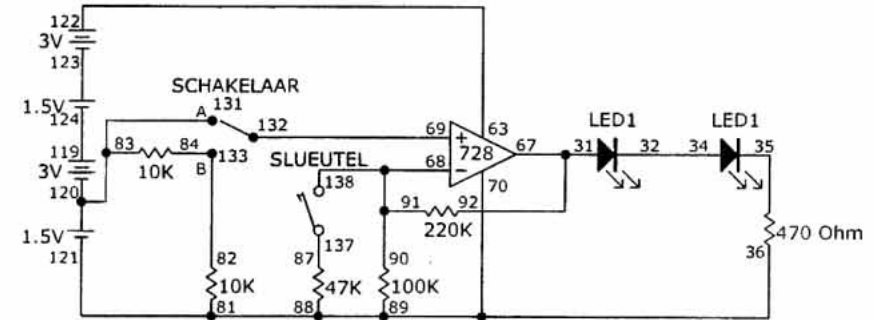
Bekijk het bedradingsschema. Met de schakelaar in stand B is een 10K ohm weerstand in serie geschakeld tussen beide batterij-aansluitingen en de positieve (+) input-aansluiting van de operationele versterker. Deze twee 10K ohm weerstanden delen de 1,5V voeding in de helft. Dit betekent dat de positieve input-aansluiting een input-voltage van slechts 0,75V ontvangt.

Om het output-voltage van de operationele versterker te berekenen, moet je zijn input-voltage vermenigvuldigen met de versterkingsfactor  $(R1/R2) + 1$ . Het output-voltage is dus  $0,75V \times \{(220K \text{ ohms} / 100K \text{ ohms}) + 1\} = 2,4V$ .

Zet nu de schakelaar in stand A. Hierdoor worden de 10K ohm weerstanden uit het circuit verwijderd, waardoor de positieve input-aansluiting van de versterker het volledige input-voltage van 1,5V ontvangt. Als we de bovenstaande vergelijking gebruiken, kun je zien dat het output-voltage van de operationele versterker nu  $1,5V \times \{(220K \text{ ohms} / 100K \text{ ohms}) + 1\} = 4,8V$  is. De LED gaat zacht branden omdat het geleverde voltage hoger dan 3V is.

Laten we de versterkingsfactor veranderen. Zet de schakelaar weer in stand B en druk de sleutel in. Hierdoor wordt de 47K ohm weerstand parallel aan de 100K ohm weerstand toegevoegd, waardoor de totale weerstand van R2 zo'n 32K ohms wordt. (Weet je nog hoe je de totale weerstand voor een parallelschakeling moet berekenen? Dit deden we in project 17 ("Weerstanden in serie en parallel")) Het output-voltage is nu  $0,75V \times \{(220K \text{ ohms} / 32K \text{ ohms}) + 1\} = 5,9V$ , genoeg om de LED's te laten branden.

Als je de schakelaar opnieuw in stand A zet en de sleutel indrukt om 1,5V op het positieve (+) aansluitpunt van de versterker aan te sluiten, dan gaan de LED's fel branden. Probeer het output-voltage te berekenen met de schakelaar in stand A en de sleutel ingedrukt.



### Bedradingsvolgorde:

31-67-92, 32-34, 81-89-88-70-36-121, 63-122, 68-90-91-138, 69-132, 82-84-133, 83-131-120, 87-137, 119-124.

### AANTEKENINGEN



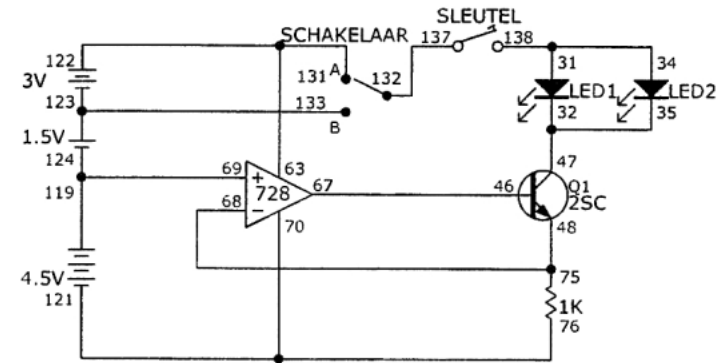
## 72. CONSTATE STROOMBRON

In dit project maken we een circuit met een constante stroom, gebruik makend van een operationele versterker en een transistor. Dit circuit houdt een constante stroom aan, zelfs wanneer het voedingsvoltage verandert omdat er meer energie in het circuit wordt verbruikt.

Bekijk het bedradingsschema. Wanneer de stroom verandert, verandert het voltage dat door R1 wordt geleid. De output van de operationele versterker verandert in overeenstemming met het terugkoppelsignaal van R1. Deze output van de versterker reguleert het basisvoltage van transistor Q1 waardoor de constante stroom kan worden behouden.

Laten we naar het experiment kijken. Zet de schakelaar eerst in stand A en druk de sleutel in terwijl je LED1 in de gaten houdt. De LED is zwakker wanneer de sleutel is ingedrukt. Dit komt doordat zowel LED1 als LED2 op het circuit zijn aangesloten wanneer de sleutel wordt ingedrukt. De lading – de hoeveelheid energie die door de LED's in dit circuit wordt gebruikt – neemt toe, maar de stroom blijft constant. De LED wordt dus zwakker.

Zet de schakelaar nu in stand B en laat de sleutel los. Zie je enige verandering in de helderheid van de LED nu de schakelaar van stand A in stand B is gezet? Door de schakelaar in stand B te zetten, wordt het voedingsvoltage van 9V naar 6V veranderd. De stroom blijft echter weer constant, en er is dus geen verandering in de helderheid van de LED.



### Bedradingsvolgorde:

31-132-137, 32-35-47, 34-138, 46-67, 48-68-75, 63-131-122, 69-119-124, 76-70-121, 123-133.

### AANTEKENINGEN

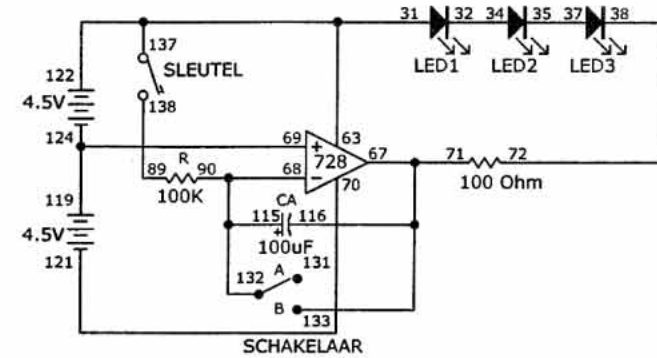


## 73. INTEGREERSCHAKELING

Je weet dat een LED meteen gaat branden wanneer je deze aanschakelt. Je kun de LED echter ook langzaam aan laten gaan. In dit project zul je de LED's langzaam feller zien branden terwijl je de sleutel ingedrukt houdt.

Dit circuit wordt een Miller-integrator genoemd. De output van deze IC neemt toe wanneer de input toeneemt. De integrator zorgt ervoor dat de waarde van condensator CA toeneemt tot meer dan de aangegeven  $100\mu\text{F}$ . Wanneer je de sleutel indrukt, laadt de condensator zich langzaam via weerstand R, en de LED's gaan feller branden. Door de schakelaar in stand B te zetten, zal de condensator zich ontladen en zullen de LED's uit gaan.

Zet de schakelaar in stand B voordat je de bedrading voltooit om de condensator te ontladen. Zet de schakelaar in stand A en druk de sleutel in om LED1, 2 en 3 feller te gaan zien branden. Na zo'n 5 seconden bereiken ze hun maximale felheid. Zet de schakelaar in stand B om de condensator te ontladen en druk vervolgens de sleutel in om het experiment te herhalen.



### Bedradingsvolgorde:

31-63-122-137, 32-34, 35-37, 38-72, 71-67-116-133, 68-90-115-132, 69-124-119, 70-121, 89-138.

### AANTEKENINGEN





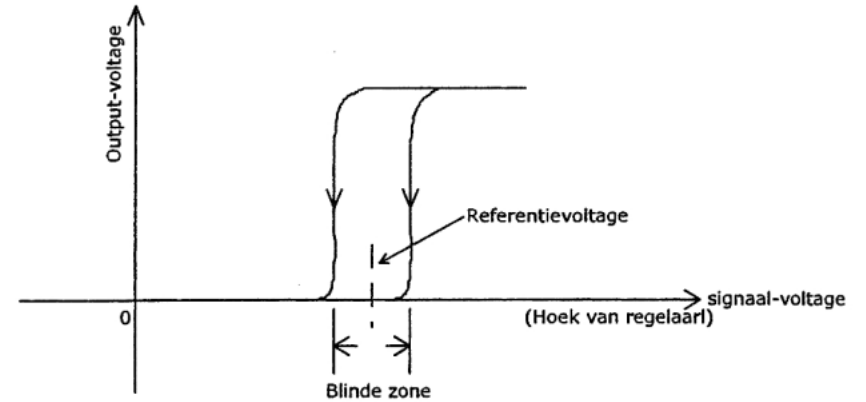
## 74. SCHMITT TRIGGER CIRCUIT

We gaan de operationele versterker gebruiken als een Schmitt trigger circuit en als een comparator. De operationele versterker produceert een signaal zolang zijn input-voltage een bepaalde waarde overschrijdt. Bekijk het bedradingsschema: kun je zien hoe het werkt? Het toont aan dat het voltage-niveau dat de output aanschakelt hoger is dan het voltage-niveau dat de output stopt. Het lijkt alsof het Schmitt trigger circuit zich verzet tegen het veranderen van de output-toestand. Een dergelijke werking duiden we aan met "hysteresislus".

Goed, laten we naar het experiment kijken. Laat de sleutel in eerste instantie met rust. De operationele versterker werkt in deze toestand als een comparator. Wanneer je aan de regelaar draait, gaan LED 1 en 2 om de beurt branden. Merk op dat ze op bepaalde onveranderlijke punten van de regelaar branden, of je de regelaar nu met de klok mee of tegen de klok in draait.

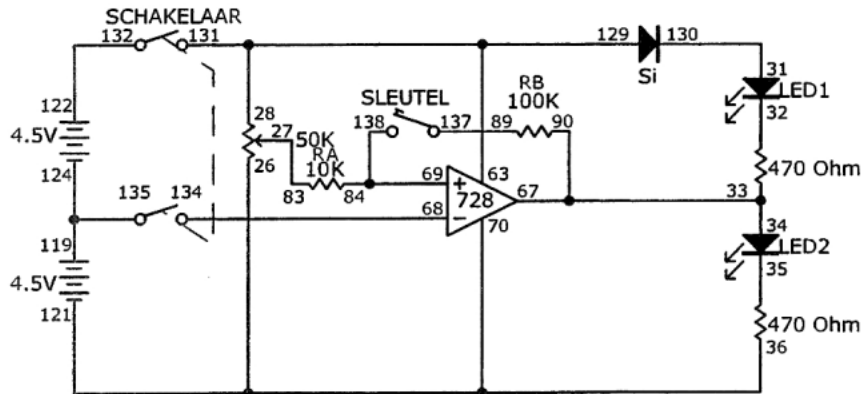
Druk de sleutel nu in; je hebt nu een Schmitt trigger circuit dat hysteresislussen produceert zoals is afgebeeld in Afbeelding 1.

De breedte van de hysteresis neemt af naargelang de RB/RA toeneemt. Merk op hoe de breedte verandert wanneer verschillende waarden voor RA en RB worden gebruikt.



### Bedradingsvolgorde:

70-36-26-121, 27-83, 63-28-130-131, 34-33-67-90, 68-134, 84-69-138, 89-137, 119-124-135, 122-132, 31-129.



### AANTEKENINGEN



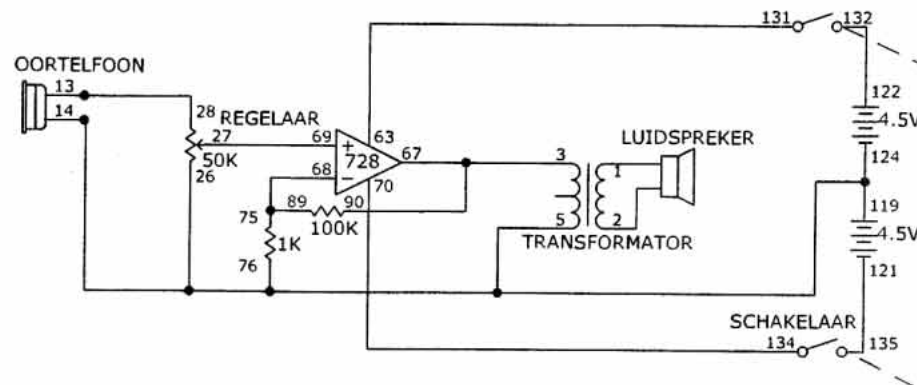
## 75. NIET-INVERTERENDE VERSTERKER MET TWEE VOEDINGEN

In dit project maken we een microfoonversterker met behulp van de operationele versterker als een niet-inverterende versterker met twee voedingen. De oortelefoon werkt als een microfoon.

Begin door de schakelaar in stand B te zetten en de bedrading van het circuit te voltooien. Wanneer je klaar bent met de bedrading, zet dan de schakelaar in stand A om de stroom aan te schakelen, draai de regelaar helemaal naar rechts (met de klok mee) en tik zachtjes op je microfoon – de oortelefoon. Het tikkend geluid komt uit de geluidspreker.

Wanneer je de oortelefoon als microfoon gebruikt, zoals in dit project, is het beter om het uiteinde dat je normaal gesproken in je oor stopt te verwijderen. Je kunt dit uiteinde losschroeven door het tegen de klok in te draaien. Door de regelaar te draaien, kun je het volume aanpassen.

Zoals je in het bedradingsschema kunt zien, maakt de dual operationele versterker gebruik van twee stroombronnen: 4,5V voor het circuit en 9V voor de IC. Merk op dat de dual operationele versterker twee input-aansluitingen heeft, positieve (+) en negatieve (-) contactveertjes 69 en 68. De niet-inverterende input wordt aan het positieve (+) contactveertje geleverd. De toename in sterkte van het signaal via deze versterker is ongeveer 100 – wat kan worden bepaald met de formule  $R1/R2$ . Daarom:  $100K/1K$  = een toename van 1.



### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-67-90, 27-69, 63-131, 68-89-75, 70-134, 121-135, 122-132, 124-119-26-76-5-14-OORTELEFOON, 28-13-OORTELEFOON.

### AANTEKENINGEN



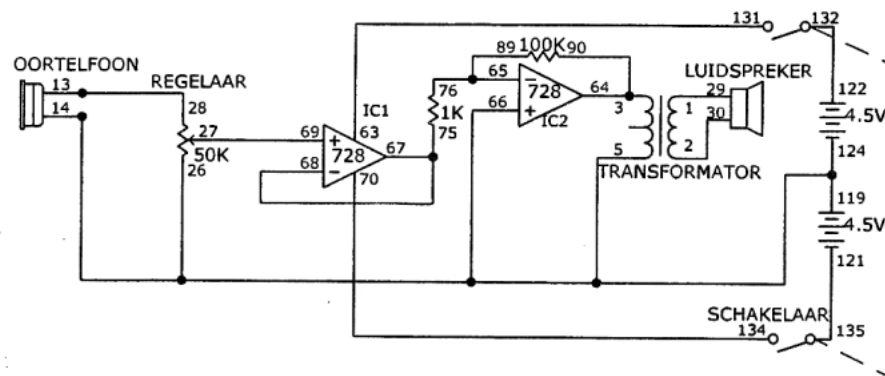
## 76. INVERTERENDE VERSTERKER MET TWEE VOEDINGEN

Hier is nog een microfoonversterker die van stroom wordt voorzien door twee voedingen, maar deze is een inverterende versterker. We gebruiken opnieuw de oortelefoon als microfoon.

Zet de schakelaar in stand B en zet het circuit in elkaar. Wanneer je klaar bent met de bedrading, zet dan de schakelaar in stand A om de stroom aan te schakelen, draai de regelaar naar recht (met de klok mee) en spreek in de microfoon – de oortelefoon. Je zult merken dat het project precies zoals ons vorige project werkt.

IC1 wordt als een buffer van gain (versterking) 1 gebruikt, en IC2 als een inverterende versterker. Input bereikt deze inverterende versterker via zijn negatieve (-) uiteinde, niet via het positieve (+) zoals in ons vorige project. De gain is ongeveer 100, wat kan worden bepaald door:  $R1/R2 = 100K/1K$ .

De gain wordt groter wanneer je R1 groter of R2 kleiner maakt. Kijk wat er gebeurt met de gain als je de waarde van R2 in 470 verandert.



### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-64-90, 27-69, 63-131, 65-89-76, 68-67-75, 70-134, 121-135, 122-132, 124-119-26-66-5-14-OORTELEFOON, 28-13-OORTELEFOON.

### AANTEKENINGEN



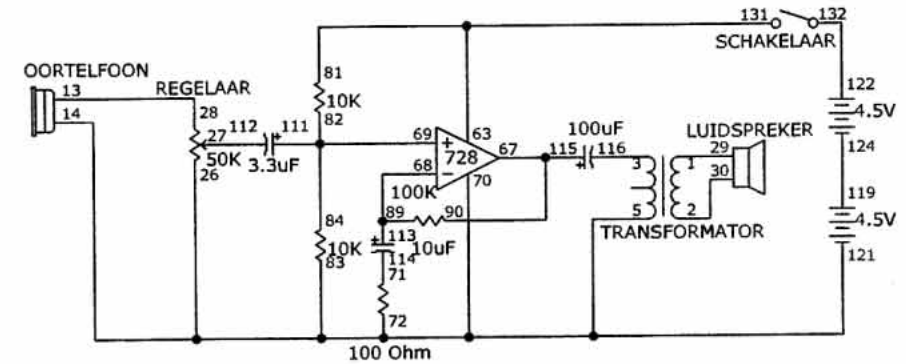
## 77. NIET-INVERTERENDE VERSTERKER MET EEN VOEDING

In projekt 75 en 76 ("Niet-inverterende Versterker met Twee Voedingen" en "Inverterende Versterker met Twee Voedingen") gebruikten we de operationele versterker met twee stroombronnen. In dit projekt maken we een niet-inverterende microfoonversterker met een enkele stroombron. De oortelefoon werkt opnieuw als microfoon.

Zet de schakelaar in stand B en voltooi de bedrading van dit circuit. Als je klaar bent met de bedrading, zet dan de schakelaar in stand A om de stroom aan te schakelen, draai de regelaar naar rechts (met de klok mee) en spreek in de microfoon. Het projekt werkt net zoals projecten 75 en 76, maar je zult merken dat er iets anders is.

Dit verschil wordt veroorzaakt door de gain (versterking) van deze microfoonversterker. De gain wordt nog steeds bepaald door R1 en R2, maar is nu groter. Kun je zien hoe dat komt? Ja, we gebruiken de 100K ohm weerstand in plaats van de 1K ohm weerstand van de vorige twee projecten. Probeer ook eens om R2 in 1K te veranderen; de gain daalt nu tot het niveau van de vorige twee projecten.

In dit projekt zijn de twee stroombronnen in serie geschakeld om de dual operationele versterker van 9V stroom te voorzien. De operationele versterker kan echter op de helft van dit voltage, 4,5V, werken. Kijk wat er gebeurt als je de operationele versterker van batterij-aansluitpunt 122 verwijdert en op contactveertje 119 aansluit.



### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-116, 27-112, 71-114, 81-63-131, 67-90-115, 89-68-113,  
84-82-69-111, 119-124, 122-132, 121-26-70-83-72-5-14-OORTELEFOON,  
28-13-OORTELEFOON.

### AANTEKENINGEN



## 78. DIFFERENTIELE VERSTERKER MET TWEE VOEDINGEN

Dit is de laatste in de rij van microfoonversterkers. Nu gebruiken we de operationele versterker als differentiële versterker. Het is een versterker met twee voedingen, en dit keer gebruiken we de luidspreker als microfoon.

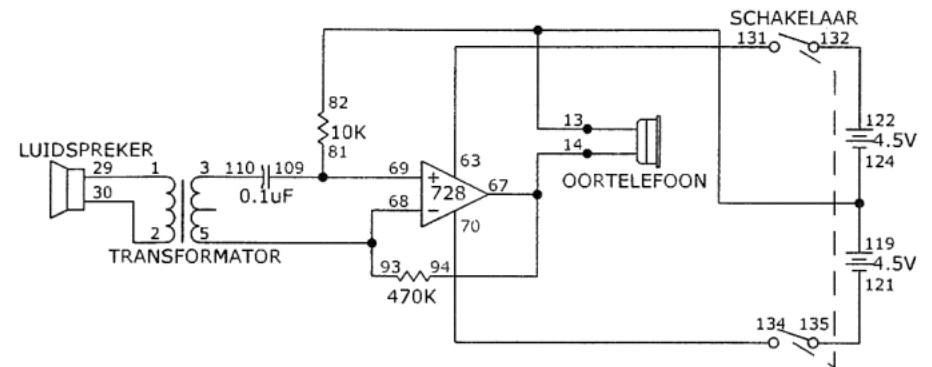
Zet de schakelaar in stand B en voltooi de bedrading van het circuit. Als je klaar bent met de bedrading, hou dan de oortelefoon tegen je oor, zet de schakelaar in stand A om de stroom aan te schakelen en tik zachtjes met je vinger op de luidspreker. Kun je het tikkend geluid uit de luidspreker horen komen?

De dual operationele versterker werkt als een differentiële versterker wanneer twee inputs tegelijkertijd aan zijn positieve (+) en negatieve (-) uiteinden worden geleverd. De transformator speelt een belangrijke rol in dit versterkerscircuit. De twee verschillende outputs van contactveertjes 3 en 5 van deze transformator leveren de tegenovergestelde inputs aan contactveertjes 68 en 69.

Als het goed is, kun je je nog herinneren dat er een spoel en een magneet in de luidspreker zitten. Wanneer deze als een normale luidspreker wordt gebruikt, stroomt er elektriciteit door de spoel waardoor een magnetisch veld rond de spoel wordt opgewekt. De magneet trekt de spoel aan of stoot deze af, afhankelijk van het magnetisch veld dat door de spoel is opgewekt. De spoel verplaatst dus; deze beweging wordt doorgegeven aan het kegelvormige papierje dat aan de spoel is verbonden, en dit zorgt ervoor dat je een geluid hoort.

De luidspreker wordt hier als microfoon gebruikt, dus het tegenovergestelde gebeurt. Wanneer een geluid de spoel doet bewegen, verandert de afstand van de magneet, terwijl de sterkte van het magnetisch veld verandert zodat het voltage aan beide uiteinden van de spoel verschijnt. Dit kleine voltage wordt aan de primaire zijde van de transformator geleverd, wat vervolgens resulteert in een groter voltage aan de secundaire zijde van de transformator.

Het gebruik van de microfoon vereenvoudigt het circuit dus. Om de oortelefoon zoals in vorige projecten te kunnen gebruiken, hebben we een veel ingewikkelder circuit nodig.



### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-110, 5-68-93, 63-131, 69-81-109, 70-134, 121-135, 122-132, 124-119-82-13-OORTELEFOON, 94-67-14-OORTELEFOON.

### AANTEKENINGEN

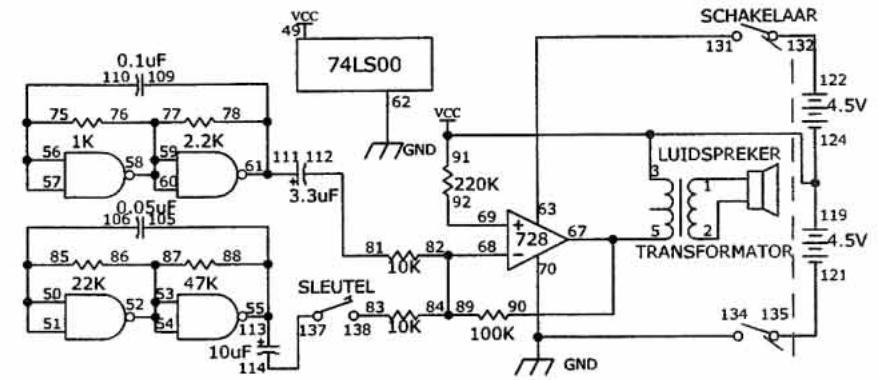


## 79. TOON- MENGVERSTERKER

Wat dacht je ervan om een toon-mengversterker te bouwen die twee tonen mengt? Er zijn veel verschillende circuits waarmee je tonen kunt mixen, maar de operationele versterker wordt beschouwd als één van de beste.

Als je klaar bent met de bedrading, zet dan de schakelaar in stand A om de stroom aan te schakelen. Onthou de toon van het geluid dat wordt geproduceerd. Druk nu de sleutel in om deze toon met een andere te mixen. Je kunt de twee afzonderlijke tonen veranderen door de waarden van de twee 10K weerstanden te veranderen.

Op deze manier kun je met behulp van de toon-mengversterker twee tonen mixen door weerstanden te veranderen zonder dat je veranderingen aan de andere circuits hoeft aan te brengen.



### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-49-91-119-124, 5-67-90, 50-51-85-106, 52-53-54-87-86,  
55-88-105-113, 56-57-75-110, 58-59-60-76-77, 78-61-109-111, 62-70-134,  
63-131, 68-82-84-89, 69-92, 81-112, 83-138, 114-137, 121-135, 122-132.

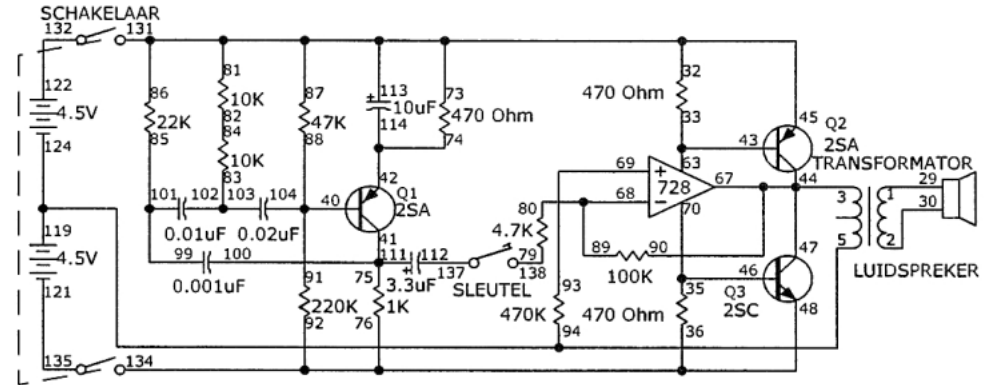
### AANTEKENINGEN



## 80. KRACHTVERSTERKER MET OPERATIONELE VERSTERKER

Nu gaan we een hard geluid produceren door de operationele versterker met twee transistoren te combineren. Als je klaar bent met de bedrading, zet dan de schakelaar in stand A om de stroom aan te schakelen. Wanneer je de sleutel indrukt, hoor je een hard geluid uit de luidspreker komen.

De signaalbron voor dit geluid is een condensator-weerstand oscillator. De operationele versterker gedraagt zich als een inverterende versterker, en transistoren Q2 en Q3 zorgen ervoor dat de luidspreker het geluid produceert. Dit circuit wordt een single ended push-pull circuit (SEPP) genoemd. Je hebt al het een en ander over push-pull circuits geleerd. Single ended betekent dat het circuit slechts één output heeft. De meeste versterkers hebben een tweede output die met het negatieve (-) uiteinde van de batterij is verbonden.



### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-90-67-47-44, 5-94-48-119-124, 73-81-86-87-32-113-45-131,  
33-63-43, 35-46-70, 76-92-36-134, 91-88-104-40, 75-100-111-41, 74-114-42,  
68-80-89, 69-93, 79-138, 82-84, 83-102-103, 85-99-101, 112-137, 121-135,  
122-132.

### AANTEKENINGEN

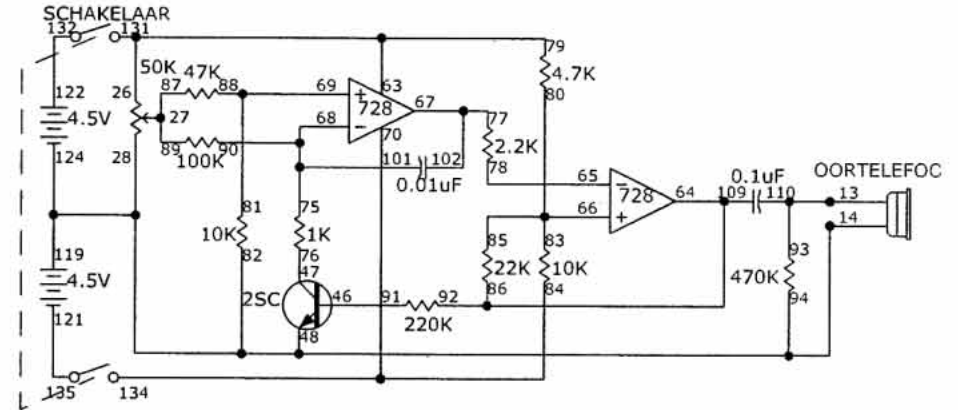


## 81. VOLTAGE CONTROLLED OSCILLATOR

VCO? Wat is dat? VCO staat voor voltage controlled oscillator, en zoals de naam doet vermoeden, verandert deze oscillator zijn oscilleerfrequentie in overeenstemming met het voltage dat aan het circuit wordt geleverd. Het circuit produceert twee verschillende output-signalen die driehoeksgolven en blokgolven hebben.

Wanneer je klaar bent met de bedrading, zet dan de schakelaar in stand A om de stroom aan te schakelen. Draai langzaam aan de regelaar terwijl je naar het geluid luistert dat uit de oortelefoon komt. Als je de regelaar met de klok mee draait, wordt het geluid lager.

Wanneer het voltage van contactveertje 27 van de regelaar verandert, verandert ook de laad-/ontlaadtijd van de  $0,01\mu\text{F}$  condensator, waardoor de frequentie van de oscillator verandert. Stroom met een driehoeksgolf patroon vloeit van contactveertje 67 van de eerste operationele versterker naar contactveertje 65 van de tweede versterker die als comparator fungeert. De comparator laat output vrij via contactveertje 64 – stroom met een blokgolf patroon.



### Bedradingsvolgorde:

79-63-26-131, 27-87-89, 46-91, 47-76, 86-92-109-64, 65-78, 66-80-83-85,  
67-102-77, 68-90-101-75, 69-88-81, 84-70-134, 121-135, 122-132,  
124-119-28-48-94-82-14-OORTELEFOON, 110-93-13-OORTELEFOON.

### AANTEKENINGEN





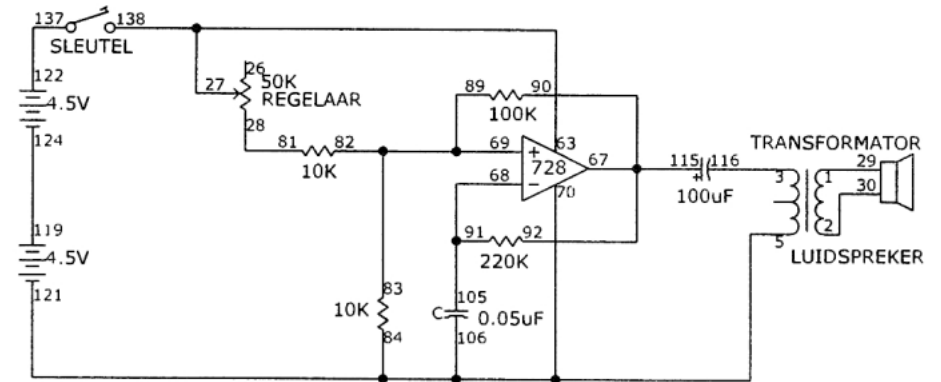
## 82. ZOEMER MET OPERATIONELE VERSTERKER

De dual operationele versterker werkt goed als een oscillator. In dit project bouwen we een elektrische zoemer die een onafgebroken geluid maakt. Je kunt de toon van deze zoemer veranderen door aan de regelaar te draaien.

Wanneer je klaar bent met de bedrading, stem dan de regelaar af op de 12 uur-stand en druk de sleutel in. Je hoort een onafgebroken pieptoon uit de luidspreker komen. Draai nu aan de regelaar terwijl je de sleutel ingedrukt houdt. De toon van de zoemer verandert.

Deze elektronische zoemer maakt alleen een pieptoon, maar kan voor vele verschillende doeleinden worden gebruikt zoals je later zult zien.

Het oscillerende circuit van deze zoemer is een astabiele multivibrator en werkt als een oscillator die een stroom met blokgolf patroon produceert. Wanneer de regelaar wordt versteld, verandert de toon van het geluid, omdat de frequentie van het signaal wordt veranderd. De frequentie wordt bepaald door de weerstand van de batterij-input (+) en de weerstand van de condensator die is aangesloten op het (-) uiteinde van de batterij. Kijk hoe de toon verandert wanneer je de waarde van de condensator in  $0,02\mu\text{F}$  of  $0,2\mu\text{F}$  verandert.



### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-116, 5-84-70-106-121, 63-27-138, 28-81,  
67-90-92-115, 91-68-105, 69-82-83-89, 119-124, 122-137.

### AANTEKENINGEN



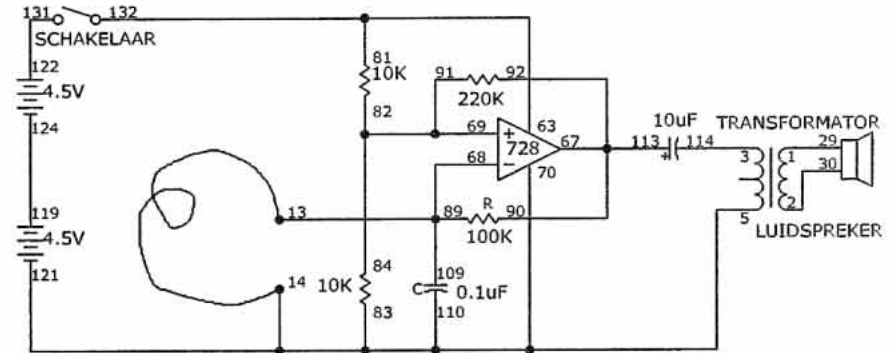
### 83. INBRAAKALARM

Dit inbraakalarm maakt een zoemend geluid wanneer iemand je huis binnensluipt en over een draad struikelt waardoor deze van een aansluitpunt afbreekt of loskomt. In plaats van de draad uit te trekken, probeer erachter te komen hoe je een schakelaar met de deur van je huis kunt verbinden zodat het alarm afgaat wanneer een inbreker de deur opent.

Begin door de schakelaar in stand B te zetten en de bedrading van het circuit te voltooien. Wanneer je klaar bent met de bedrading, verbind dan de lange draad met contactveertjes 13 en 14 en zet de schakelaar in stand A om de stroom aan te schakelen. Op dit moment komt er geen geluid uit de luidspreker.

Haal de draad los van contactveertje 13 om het alarm te testen. De luidspreker laat een pieptoon horen. Deze pieptoon is het alarm dat je vertelt dat een inbreker je huis binnen wil komen.

Zoals je in het bedradingsschema kunt zien, maakt dit inbraakalarm gebruik van de dual operationele versterker als een astabiele multivibrator, net zoals de elektronische zoemer in het vorige project deed. Je kunt de frequentie veranderen door verschillende waarden in plaats van de 10K ohm weerstand en de 0,1 $\mu$ F condensator te gebruiken. Merk op hoe de toon van de zoemer verandert wanneer je de 10K ohm weerstand verandert in 47K ohms of de 100K ohm en 220K ohm weerstanden met elkaar verwisselt.



#### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-114, 5-14-83-70-110-121, 13-89-68-109, 81-63-132, 67-90-92-113, 69-82-84-91, 119-124, 122-131, 13-14 (LANGE DRAAD).

#### AANTEKENINGEN



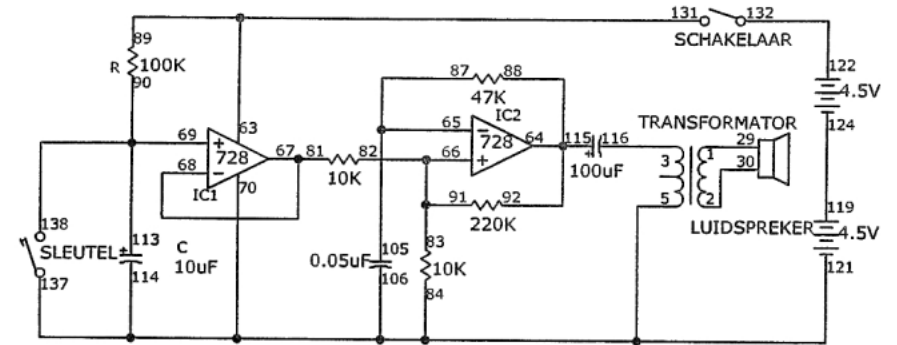
## 84. HANDBEDIENDE ZWAAI-OSCILLATOR

De elektronische zoemer die we in projekt 82 hebben gebouwd, kan alleen een onafgebroken pieptoon maken, maar we kunnen een vergelijkbaar circuit maken dat verschillende sirenegeluiden produceert.

We gaan nu een sirene maken die een geluid met een variabele toonhoogte afgeeft. Wanneer je de schakelaar beweegt, loeit de sirene waarna het een onafgebroken lawaai met een hoge toon maakt.

Zet de schakelaar in stand B en voltooi de bedrading. Wanneer je klaar bent met de bedrading, schakel dan de stroom aan door de schakelaar in stand A te zetten. Je hoort een plotseling, loeiend sirenegeluid uit de luidspreker komen. Het is in eerste instantie een laag geluid, maar dit wordt daarna hoger, en na zo'n 3 à 4 seconden verandert het in een vaste toon. Wanneer je de sleutel indrukt en weer loslaat, ontlaaft de condensator en begint de sirene opnieuw.

Raadpleeg het bedradingsschema. IC1 werkt als een buffer en IC2 als een astabiele multivibrator. De toonhoogte verandert wanneer de 100K ohm weerstand het voltage doet toenemen dat aan de 10 $\mu$ F condensator wordt geleverd.



### Bedravingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-116, 5-84-70-106-114-137-121, 89-63-131, 64-88-92-115,  
65-87-105, 66-82-83-91, 68-67-81, 90-69-113-138, 119-124, 122-132.

### AANTEKENINGEN

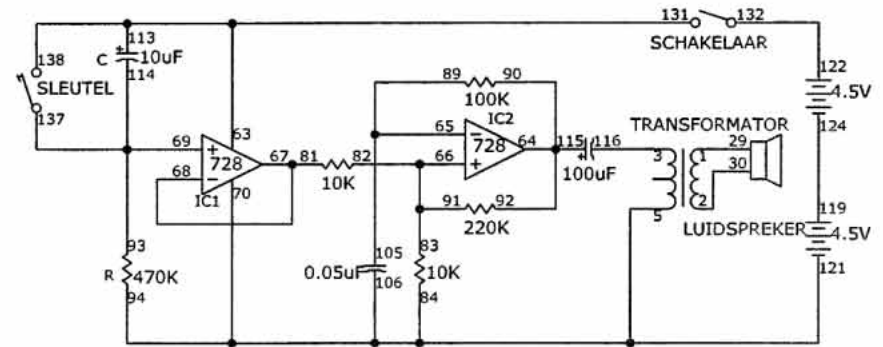


## 85. GELUID VAN VALLENDE BOM

Hier is een andere sirene die van toonhoogte kan veranderen. De toonhoogte van de sirene die we in ons vorige project hebben gebouwd, verandert van laag naar hoog, maar de toonhoogte van deze sirene verandert van hoog naar laag en stopt uiteindelijk een geluid te maken. Wanneer de sirene stopt, druk dan de sleutel in; de sirene begint opnieuw.

Zet de schakelaar in stand B en voltooi de bedrading. Wanneer je klaar bent met de bedrading, zet dan de schakelaar in stand A om de stroom aan te schakelen. Je hoort nu een sirenegeluid met een hoge toon die toenemend lager wordt. Druk de sleutel in om het geluid opnieuw te starten.

Net zoals de sirene in ons vorige project, maakt deze sirene gebruik van IC1 als buffer en IC2 als astabiele multivibrator. De condensator C en de weerstand R veranderen de toonhoogte van het sirenegeluid. De toonhoogte verandert langzaam wanneer je de waarden van C en R vergroot, en snel wanneer je de waarden verkleint. Gebruik de 3,3 $\mu$ F condensator en kijk hoe de toonhoogte verandert.



### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-116, 5-84-94-106-70-121, 63-113-131-138, 64-90-92-115,  
65-105-89, 66-82-83-91, 68-67-81, 93-69-114-137, 119-124, 122-132.

AANTEKENINGEN

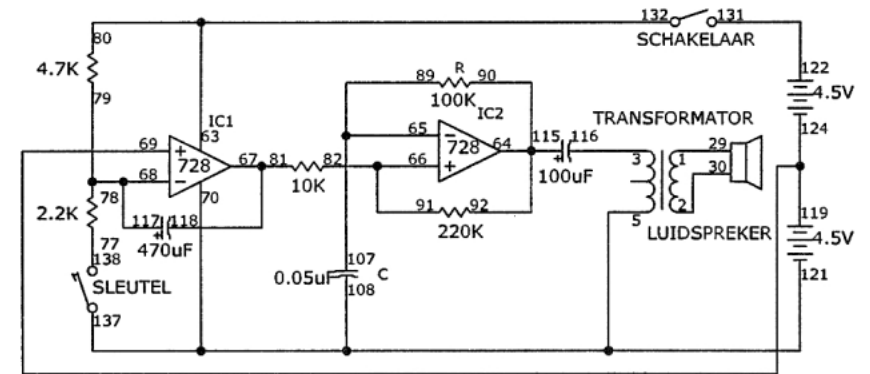


## 86. NOODSIRENE

De sirenes die we in projecten 84 en 85 ("Handbediende Zwaai-oscillator" en "Geluid van Vallende Bom") hebben gebouwd, veranderen slechts in één richting van toonhoogte, maar deze sirene maakt een laag geluid dat hoger wordt en vervolgens weer terugzakt naar het oorspronkelijke lage geluid. De sirene klinkt slechts één keer wanneer je de sleutel indrukt.

Voltooi de bedrading van het circuit nadat je de schakelaar in stand B hebt gezet. Zet de sirene aan door de schakelaar in stand A te zetten. Wanneer je de sleutel indrukt, begint de sirene weer opnieuw vanaf de oorspronkelijke toonhoogte. Hoor je de sirene van toonhoogte veranderen zoals je had verwacht? IC1 is een oscillator die een stroom met driehoeksgolf patroon produceert, dus wanneer je de sleutel indrukt, produceert deze een driehoeksgolf output. De output wordt vervolgens naar IC2 gestuurd die als astabiele multivibrator fungeert.

In projecten 84, 85 en 86 produceert de astabiele multivibrator het geluid van de sirene, terwijl de toonhoogte verandert in overeenstemming met de waarden van R en C. Probeer erachter te komen hoe de toonhoogte verandert wanneer je C in  $0,02\mu\text{F}$  en vervolgens in  $0,1\mu\text{F}$  verandert.



### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-116, 5-70-108-137-121, 80-63-132, 64-90-92-115, 65-89-107, 66-82-91, 81-67-118, 78-79-68-117, 69-119-124, 77-138, 122-131.

AANTEKENINGEN

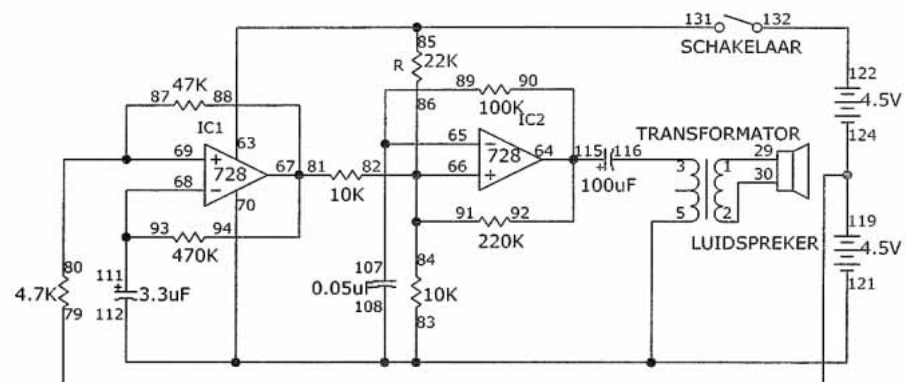
## 87. EERSTE HULP SIRENE

De toonhoogte van de sirenes die we in projekten 84, 85 en 86 ("Handbediende Zwaai-oscillator", "Geluid van Vallende Bom" en "Noodsirene") hebben gebouwd, verandert gelijkmatig van hoog naar laag en omgekeerd, maar deze sirene is ietwat anders. Het maakt hoge en lage geluiden die elkaar afwisselen.

Zet de schakelaar in stand B en voltooi de bedrading van het circuit. Wanneer je klaar bent met de bedrading, zet dan de schakelaar in stand A; de stroom schakelt nu aan en de luidspreker maakt het geluid van een sirene met twee tonen.

Deze sirene is gemaakt van twee astabiele multivibrators. IC2 levert de normale pieptoon die we in projekt 82 ("Zoemer met Operationele Versterker") al hoorden, terwijl IC1 het signaal produceert dat met vaste intervallen van toonhoogte verandert.

Laten we nu eens een experimentje doen. Verwijder de 22K ohm weerstand en je zult zien dat de sirene een intermitterende pieptoon maakt in plaats van het geluid met de twee toonhoogtes. Kun je erachter komen waarom? Ja, IC1 onderbreekt het sirenegeluid dat door IC2 wordt geproduceerd.



### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-116, 5-83-70-108-112-121, 85-63-131, 64-90-92-115, 65-107-89, 66-82-84-86-91, 81-94-88-67, 93-68-111, 69-80-87, 79-119-124, 122-132.

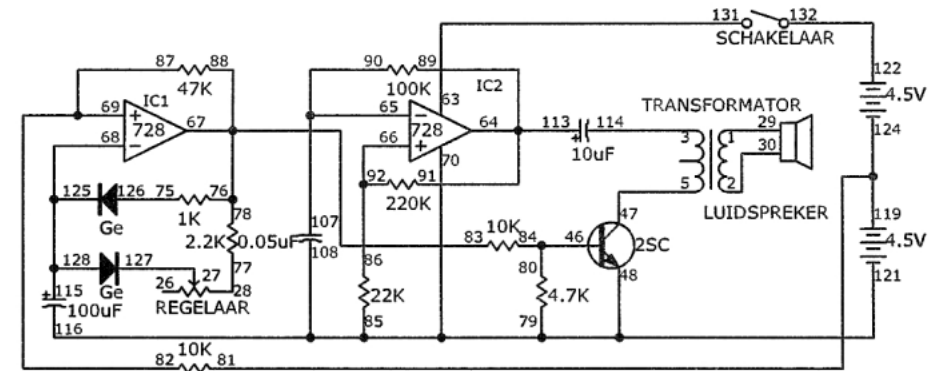
### AANTEKENINGEN



## 88. MUZIKALE TEMPO GENERATOR

Hier is de operationele versterker uitvoering van de elektronische metronoom uit projekt 9 ("Elektronische Metronoom"). Zet de schakelaar in stand B en sluit alle draden nauwkeurig aan – dit projekt is veel ingewikkelder dan de meeste andere projekten. Wanneer je klaar bent met de bedrading, stem dan de regelaar af op de 12 uur-stand en zet de schakelaar in stand A om de stroom aan te schakelen. Je zult een biep met vaste intervallen uit de luidspreker horen komen. Draai de regelaar nu langzaam met de klok mee; de biepen zullen elkaar sneller opvolgen.

Bekijk nu het bedradingsschema. IC1 en IC2 worden als astabiele multivibrators gebruikt, net zoals in ons vorige projekt. Je zult echter opmerken dat IC1 gebruik maakt van diodes om korte pulsen te genereren, terwijl de regelaar wordt gebruikt om de snelheid van de pulsen aan te passen. Elke keer wanneer er een puls wordt opgewekt, schakelt de transistor aan waardoor er een geluid wordt geproduceerd.



### Bedradingvolgorde:

1-29, 2-30, 3-114, 5-47, 27-127, 28-77, 46-80-84, 79-70-108-116-48-121,  
63-131, 89-91-113-64, 65-90-107, 86-92-66, 78-76-83-88-67, 68-115-125-128,  
82-87-69, 75-126, 85-81-119-124, 122-132.

### AANTEKENINGEN



## 89. KNIPPERENDE LED VAN OPERATIONELE VERSTERKER

Nu gaan we een circuit met een knipperende LED maken met behulp van een dual operationele versterker. In dit circuit gaat een LED voortdurend langzaam aan en uit.

Zet de schakelaar in stand B en voltooi de bedrading van dit circuit. Wanneer je klaar bent met de bedrading, zet dan de schakelaar in stand A om de stroom aan te schakelen. Na een paar seconden zul je zien dat de LED gaat knipperen. Kijk goed en je zult moeten kunnen zien dat de tijd dat de LED aan en uit is ongeveer gelijk is.

De dual operationele versterker werkt als een astabiele multivibrator met een lage frequentie. Je kunt de tijd van oscillatie veranderen, dat wil zeggen, de knippersnelheid van de LED, door verschillende waarden voor R en C te gebruiken. Kijk wat er met de knippersnelheid gebeurt wanneer je de waarde van R in 220K ohms verandert.

Nog een laatste opmerking – de dual operationele versterker heeft een hoge input impedantie – weerstand naar input – en verliest daarom maar heel weinig input-stroom. Dit houdt in dat je hem kunt gebruiken om nauwkeurige knipperlichten en timers met langere intervallen te bouwen.

### Bedradingsvolgorde:

81-31-63-131, 33-67-90-94, 93-68-113, 69-82-84-89, 83-70-114-121, 119-124, 122-132.

### AANTEKENINGEN

- 110 -



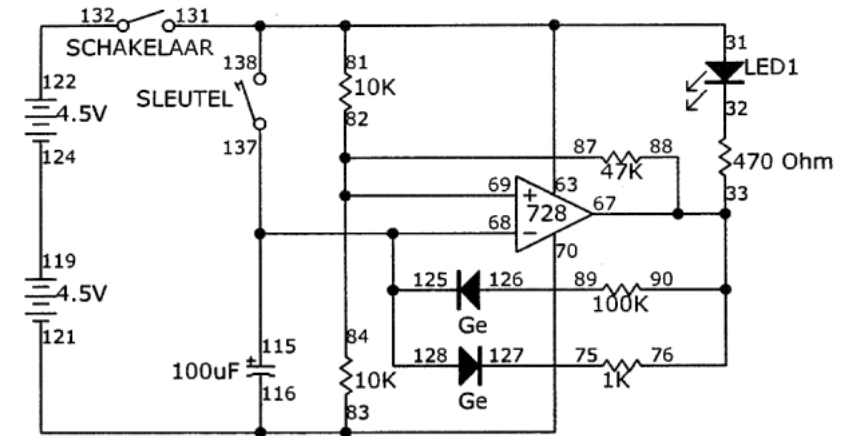
## 90. LED KNIPPERLICHT

De knipperende LED in het vorige projekt blijft ongeveer even lang aan en uit, maar we kunnen de LED ook voor maar heel even aan laten gaan.

Begin door de schakelaar in stand B te zetten en de bedrading te voltooien. Dit LED knipperlicht maakt gebruik van twee diodes. Wanneer je dit projekt bouwt, let er dan op dat je deze diodes in de juiste richting aansluit.

Wanneer je klaar bent met de bedrading, schakel dan de stroom aan door de schakelaar in stand A te zetten, en tik zachtjes op de sleutel. De LED gaat meteen knipperen. Zelfs wanneer je de sleutel niet indrukt, begint dit LED knipperlicht te knipperen even nadat je de stroom hebt ingeschakeld; als je de sleutel indrukt, begint de LED meteen te knipperen.

Net zoals de knipperende LED in het vorige projekt, maakt dit LED knipperlicht gebruik van een dual operationele versterker als astabiele multivibrator, maar de knippertijd is veel korter vanwege de twee diodes.



### Bedradingsvolgorde:

81-31-63-131-138, 33-67-88-90-76, 68-115-137-128-125, 69-87-82-84, 83-70-116-121, 75-127, 89-126, 119-124, 122-132.

### AANTEKENINGEN

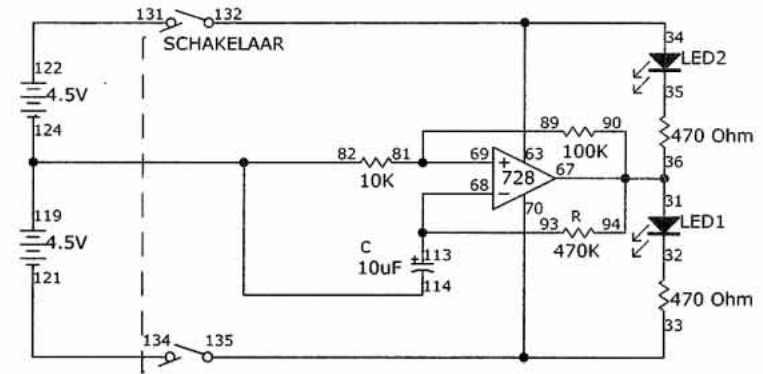


## 91. KNIPPERLICHT MET TWEE LED'S

De LED circuits in projecten 89 en 90 ("Knipperende LED van Operationele Versterker" en "LED Knipperlicht") maken beide gebruik van één LED, maar het circuit in dit projekt maakt gebruik van twee LED's die om de beurt gaan branden. Zet de schakelaar in stand B en voltooi de bedrading. Schakel de stroom aan door de schakelaar in stand A te zetten en wacht een paar seconden. De LED's gaan om de beurt aan en uit.

De dual operationele versterker werkt als een astabiele multivibrator net zoals in vorige projecten. Wanneer de output high is, gaat LED1 branden; wanneer deze low is, gaat LED2 branden.

Je kunt de knippersnelheid veranderen door verschillende waarden voor R en C te gebruiken. Kijk hoe de snelheid van de pulsen verandert wanneer je de waarde van R in 220K ohms verandert.



### Bedradingsvolgorde:

31-36-67-90-94, 33-70-135, 34-63-132, 93-68-113, 81-89-69, 82-114-124-119, 121-134, 122-131.

### AANTEKENINGEN

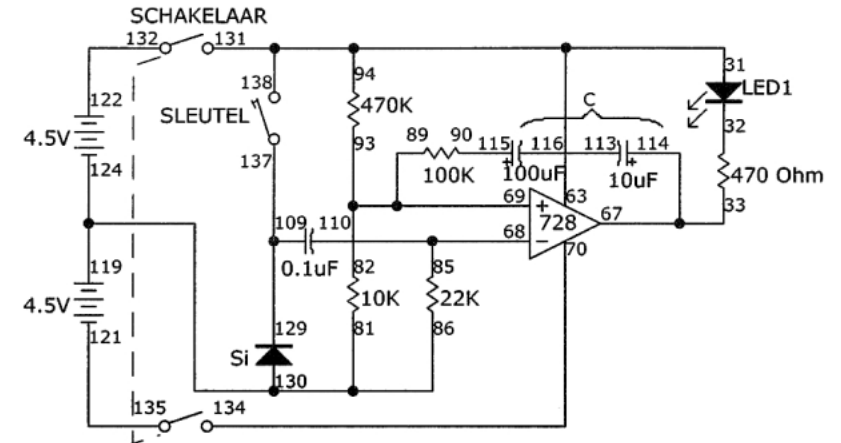


## 92. ONE-SHOT LICHT

We hebben veel circuits gebouwd met behulp van de dual operationele versterker, maar er zijn vele andere manieren waarop deze handige IC kan worden gebruikt. De one-shot multivibrator is er een van. Met deze multivibrator kunnen we ervoor zorgen dat de LED voor een bepaalde tijd aan blijft wanneer de sleutel wordt ingedrukt – een one-shot licht.

Zet de schakelaar in stand B en voltooi de bedrading. Schakel de stroom aan door de schakelaar in stand A te zetten. De LED gaat branden, maar gaat dan weer snel uit. Druk de sleutel nu in en kijk wat er gebeurt. De LED gaat branden en blijft 2 à 3 seconden aan, waarna hij weer uit gaat.

Je kunt de tijd dat de LED aan is veranderen door verschillende waarden voor C te gebruiken. Verander de waarde van C van  $10\mu\text{F}$  in  $100\mu\text{F}$  en kijk wat er met de LED gebeurt. Deze blijft veel langer branden.



### Bedradingsvolgorde:

31-63-94-131-138, 33-67-114, 85-68-110, 69-82-89-93, 70-134,  
81-86-130-124-119, 90-115, 109-137-129, 113-116, 121-135, 122-132.

### AANTEKENINGEN



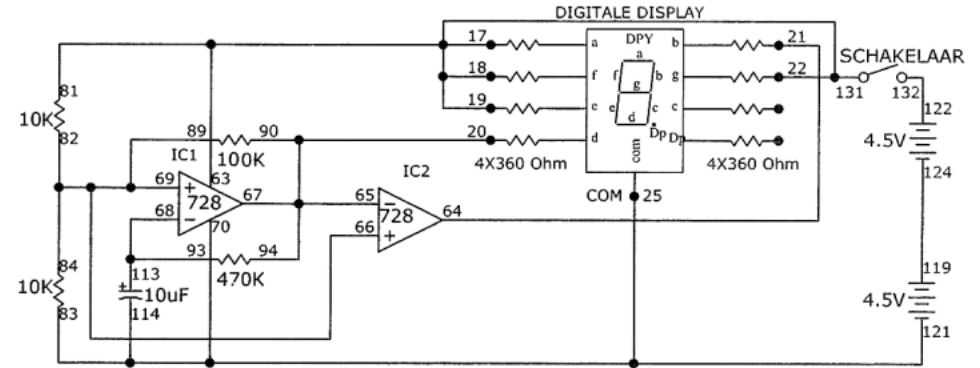
### 93. LED INITIALEN

De digitale LED display kan niet alle 26 letters van het alfabet afbeelden, maar je kunt er toch aardig wat mee maken. Laten we een LED display maken die om de beurt de initialen E en P van ons ELEKTRONISCH PROJEKT laat zien. Je kunt ook andere initialen tonen. Je kunt je liefje verrassen door zijn/haar initialen te laten zien!

Zet de schakelaar in stand B en voltooi de bedrading. Wanneer je klaar bent met de bedrading, zet dan de schakelaar in stand A om de stroom aan te schakelen; je zult de letters E en P om de beurt op de LED display zien oplichten.

IC1 werkt als een astabiele multivibrator en toont letter E. IC2 wordt als inverter gebruikt, met een output die het tegenovergestelde is van die van IC1; IC2 toont letter P.

Nu je met succes de letters E en P hebt laten verschijnen, waarom probeer je niet om andere letters tevoorschijn te toveren? Dat moet een makkie zijn als je het bedradingsschema goed bekijkt.



#### Bedravingsvolgorde:

22-17-18-19-63-131-81, 20-65-67-90-94, 21-64, 83-114-70-25-121, 66-69-82-84-89, 93-68-113, 119-124, 122-132.

#### AANTEKENINGEN



## 94. WEKSIRENE

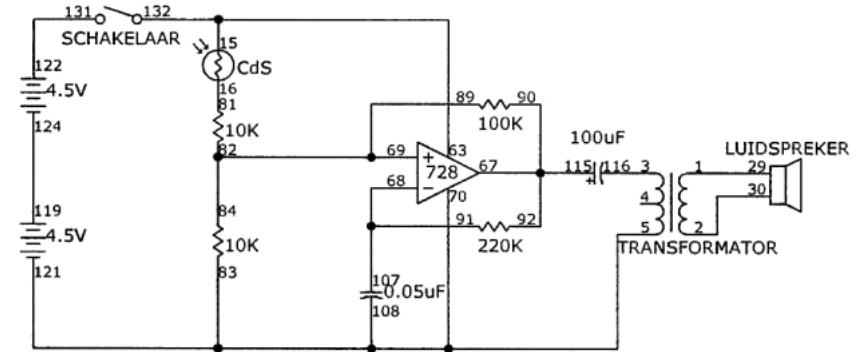
Ben jij iemand die laat wakker wordt? Zo ja, vrees niet! Je kunt namelijk deze alarmsirene maken die je gelijdelijk wakker maakt als de dag aanbreekt.

Zet de schakelaar eerst in stand B en voltooi de bedrading. Zet vervolgens de schakelaar in stand A om de stroom aan te schakelen. Kun je de sirene uit de luidspreker horen komen?

De sirene maakt geluid wanneer je de CdS cel aan licht blootstelt. Wanneer je een schaduw over de cel laat vallen, stopt de sirene.

Net zoals de elektronische zoemer in projekt 82 ("Zoemer met Operationele Versterker"), maakt deze alarmsirene gebruik van een multivibrator en reguleert het zijn werking met behulp van de CdS.

Schakel de stroom van het circuit aan wanneer je naar bed gaat en doe het licht uit. De alarmsirene zal je de volgende morgen wakker maken.



### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-116, 5-83-108-70-121, 15-63-132, 16-81, 67-90-92-115, 91-68-107, 69-82-84-89, 119-124, 122-131.

### AANTEKENINGEN

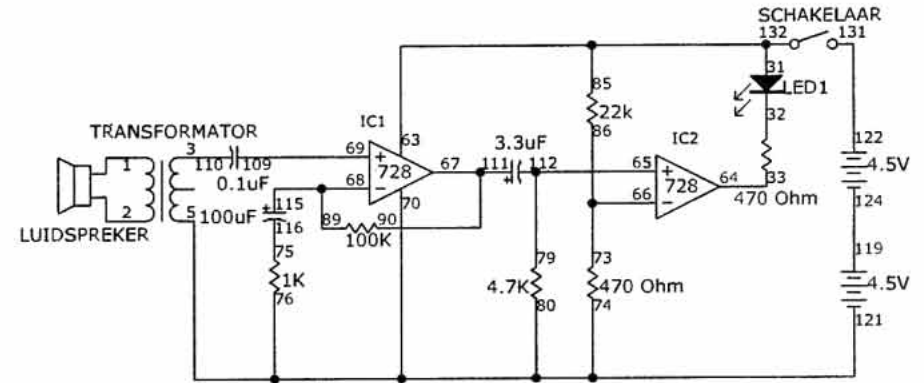


## 95. STEMGEACTIVEERDE LED

Je kunt een microfoon gebruiken om geluid waar te nemen. Hier maken we een circuit dat de LED laat branden wanneer de microfoon geluid waarneemt, waarbij de luidspreker als microfoon wordt gebruikt.

Zet de schakelaar in stand B en voltooi de bedrading. Wanneer je klaar bent met de bedrading, schakel dan de stroom aan door de schakelaar in stand A te zetten. Spreek vervolgens in de microfoon – de luidspreker – of tik er zachtjes op. De LED reageert door te gaan branden.

Kijk naar het bedradingsschema. IC1 fungeert als microfoonversterker – een niet-inverterende versterker met een gain van ongeveer 100. IC2 werkt als comparator. Zijn positieve (+) input ontvangt een referentievoltage van de batterij. De output van de microfoonversterker gaat naar de negatieve (-) input van de comparator. Wanneer dit input-voltage hoger is dan het referentievoltage, wordt de output van de comparator lager waardoor de LED gaat branden.



### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-110, 5-76-74-80-70-121, 85-31-63-132, 33-64, 79-65-112,  
73-86-66, 90-67-111, 89-68-115, 69-109, 75-116, 119-124, 122-131.

### AANTEKENINGEN

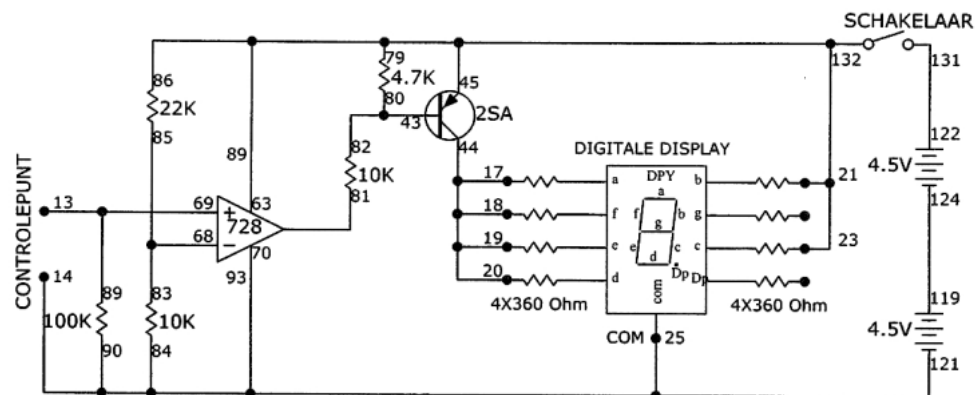


## 96. LOGISCHE TESTER

Je weet dat digitale circuits high of low (H of L) outputs (1 of 0) produceren. Nu gaan we een logische tester maken die een 1 op de LED display aangeeft voor een hoog niveau (H) en een 0 voor een laag niveau (L).

Zet de schakelaar in stand B en voltooi de bedrading. Wanneer je klaar bent met de bedrading, schakel dan de stroom aan door de schakelaar in stand A te zetten. Het getal 0 verschijnt op de display omdat het test-aansluitpunt (contactveertje 13) op een laag niveau is wanneer er geen input wordt geleverd. Verbind het test-aansluitpunt met contactveertje 122 om 4,5V te leveren. De display verandert nu in een 1.

Kijk naar het bedradingschema. De dual operationele versterker werkt als comparator. Een referentievoltage van ongeveer 3V wordt aan de negatieve (-) input van deze versterker geleverd. Wanneer de input die aan zijn positieve (+) aansluitpunt wordt geleverd hoger is dan dit referentievoltage, dan wordt het output-niveau van de comparator high, waardoor transistor Q1 uit gaat. Deel a, e, f en d van de display gaan uit, waardoor een 1 op de display wordt aangegeven.



### Bedradingsvolgorde:

17-18-19-20-44, 86-79-63-21-23-45-132, 43-80-82, 67-81, 68-83-85, 119-124,  
122-131, 69-89-13-CONTROLEPUNT, 121-25-70-90-84-14-CONTROLEPUNT.

### AANTEKENINGEN



## **IX. MEER AVONTUREN MET OPERATIONELE VERSTERKERS**

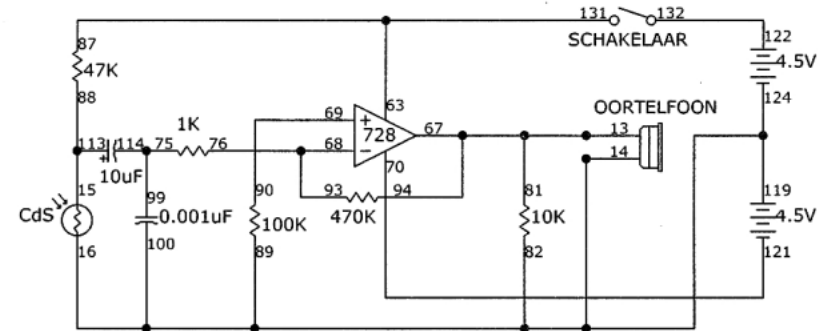


## 97. GELUID VAN WISSELSTROOM

Het circuit in dit project maakt het mogelijk dat je wisselstroom hoort. Je weet waarschijnlijk dat de elektrische stroom die door je huis loopt wisselstroom is. Al je apparatuur die van stroom wordt voorzien via elektrische stopcontacten loopt op AC – inclusief lampen. Lampen flikkeren eigenlijk met een snelheid van 60 keer per seconde, maar het lijkt onafgebroken omdat onze ogen nabeelden zien. In dit project zul je geluid horen dat vanuit licht is omgezet.

Ben je er klaar voor? Nadat je de bedrading van dit circuit hebt voltooid, schakel dan de stroom aan door de schakelaar in stand A te zetten. Plaats de CdS cel in de buurt van een elektrische lamp. Kun je een sissend geluid uit de oortelefoon horen komen? Dit is het geluid van de wisselstroom. Plaats de CdS cel nu onder een fluorescerende lamp en wacht totdat je eenzelfde soort geluid hoort.

Dit circuit versterkt de signalen van het licht op de CdS cel via de operationele versterker. Regel de hoeveelheid licht op de CdS cel met je hand. Je kunt waarschijnlijk het volume van het sissend geluid horen afnemen en de geluidskwaliteit horen toenemen. Kijk wat er gebeurt wanneer je de CdS cel aan zonlicht blootstelt.



### Bedradingsvolgorde:

15-88-113, 87-63-131, 76-93-68, 70-121, 69-90, 75-99-114, 122-132,  
67-94-81-13-OORTELEFOON, 124-119-16-100-89-82-14-OORTELEFOON.

### AANTEKENINGEN

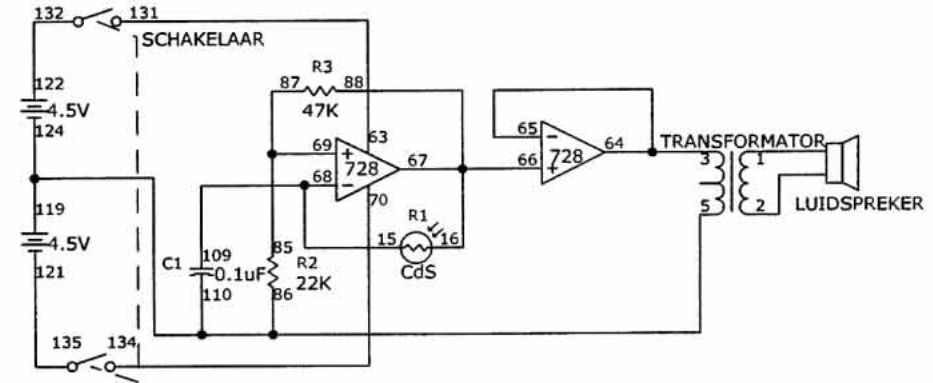


## 98. CIRCUIT VOOR LICHTGEREGULEERD GELUID

Dit circuit verandert de intervallen tussen elk geluid in overeenstemming met de hoeveelheid licht die op de CdS cel valt. Het geluid verandert voortdurend terwijl je de lichtintensiteit aanpast.

Zet de schakelaar in stand A om de stroom aan te schakelen nadat je de bedrading hebt voltooid. De luidspreker laat meteen een geluid horen. Beweeg je hand over de CdS om het geluid te veranderen.

Je kunt de geschatte waarde van de frequentie van het signaal berekenen met behulp van de vergelijking  $1/2 \times C1 \times R1$ . In dit project is R1 echter de CdS, welke niet constant is. Je kunt de waarde van de output-frequentie veranderen door C1 te veranderen. In dit experiment is de luidspreker uitgerust met een buffer, zodat het circuit voor het lichtgerEGULEERD geluid niet wordt beïnvloed wanneer de luidspreker geluiden afgeeft.



### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-64-65, 5-86-110-119-124, 15-68-109, 16-66-67-88, 63-131, 69-87-85, 70-134, 121-135, 122-132.

### AANTEKENINGEN

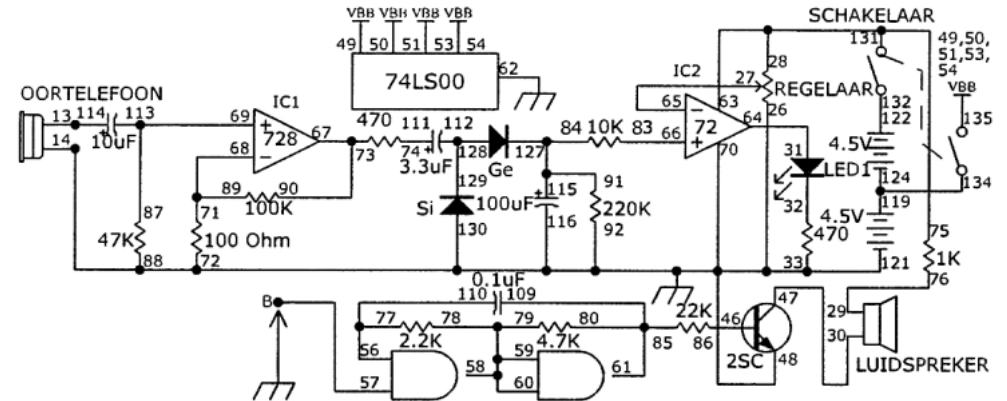


## 99. GELUIDSALARM

Dit alarm produceert licht en geluid wanneer het je stem of een ander geluid waarneemt. De oortelefoon fungeert als microfoon. Geluiden die door de microfoon worden opgepikt, worden door IC1 versterkt. Diodes DA en DB corrigeren het versterkte signaal – dat wil zeggen, ze zetten het geluidssignaal om van AC naar DC. Het signaal gaat door IC2, de comparator, en activeert de LED en de luidspreker.

Als je klaar bent met de bedrading van dit circuit, draai dan de regelaar helemaal naar links (tegen de klok in) en zet de schakelaar in stand A. Draai de regelaar vervolgens met de klok mee terwijl je in de microfoon spreekt, en zet de regelaar in een stand waarbij de LED alleen brandt wanneer je in de microfoon spreekt. Stop met praten en je zult de LED uit zien gaan.

Kijk nu wat er gebeurt wanneer je de draad tussen 57 en 62 verwijdert en deze tussen 57 en 32 verbindt. Wanneer je in de microfoon blaast, gaat de LED branden en komt er geluid uit de luidspreker.



### Bedradingsvolgorde:

75-63-28-131, 29-76, 30-47, 31-64, 46-86, 56-77-110, 58-59-60-79-78,  
85-80-61-109, 66-83, 67-90-73, 68-89-71, 87-69-113, 74-111, 84-91-115-127,  
112-129-128, 49-50-51-53-54-135, 114-13-OORTELEFOON, 122-132, 27-65,  
57-26-121-130-48-116-70-92-88-62-33-72-14-OORTELEFOON, 119-124-134.

### AANTEKENINGEN



## 100. STUDEERTIMER

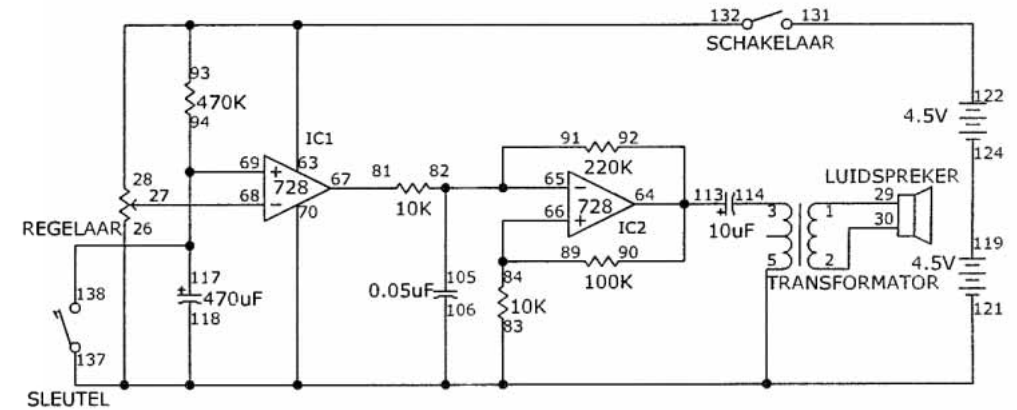
Hier is een timer die je kunt gebruiken om tijdstesten uit te voeren om simpelweg te weten te komen wanneer er een bepaalde tijd is verstreken. Je kunt deze timer instellen op elke willekeurige tijd zolang deze binnen zo'n 15 minuten blijft. Wanneer de tijd voorbij is, klinkt er een onafgebroken zoemer totdat je de stroom uitschakelt of de sleutel indrukt om het circuit te resetten.

Nadat je de bedrading voor dit project hebt voltooid, zet de regelaar in stand 2 en de schakelaar in stand A om de stroom aan te schakelen. Pak een stop-watch en start deze wanneer je de sleutel indrukt. De timer maakt een zoemend geluid na zo'n 30 seconden of langer.

Zet nu de regelaar in elke stand van 2 naar 8 en ga na hoe lang het duurt voor de timer om een geluid te produceren. Er is veel geduld voor nodig om de kalibratie van de timer – de tijd die in elke stand verstrijkt – in te stellen, maar het is noodzakelijk om er zeker van te kunnen zijn dat je timer goed werkt. Nadat je de kalibratie hebt ingesteld, maak een tekening die elke stand van de regelaar aangeeft en de tijd die nodig is om de zoemer af te laten gaan. Je tester is nu klaar voor gebruik.

Bekijk het bedradingsschema. De regelaar verandert het referentievoltage van de comparator (IC1). De instelling van de timer wordt bepaald door de weerstand R en de kondensator C. Wanneer het voltage dat aan het positieve (+) aansluitpunt van IC1 wordt geleverd het referentievoltage overschrijdt, gaat het alarm af.

Aangezien de dual operationele versterker een hoge input impedantie (input weerstand) heeft, is het stroomverlies heel klein, en je kunt deze dus gebruiken om een timer met een hele lange instelperiode te maken. IC2 fungeert als astabiele multivibrator die het zoemend geluid produceert.



### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-114, 5-83-70-106-118-137-26-121, 93-63-28-132, 92-90-64-113, 65-105-91, 66-82-84-89, 67-81, 94-69-117-138, 119-124, 122-131, 27-68.

### AANTEKENINGEN

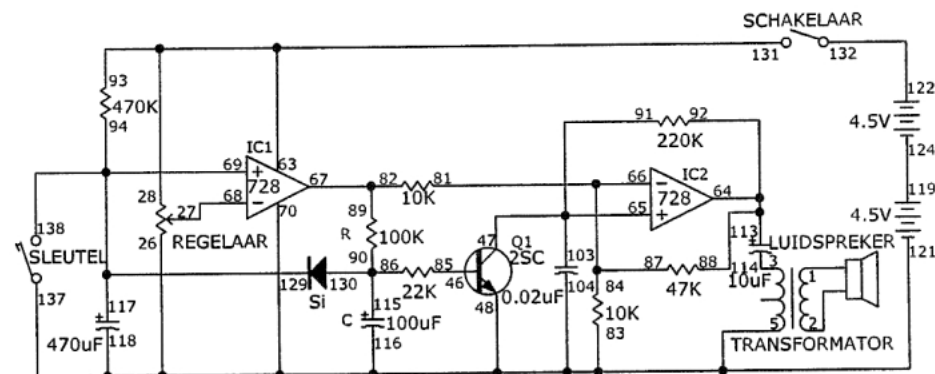


## 101. KOOKWEKKER

Zou je het niet leuk vinden om een kookwekker te maken die je kunt gebruiken om maaltijden te bereiden? Deze timer is dezelfde als de testtimer in het vorige project, met uitzondering van één ding. Het maakt 1 à 2 seconden een zoemend geluid, waarna hij automatisch stopt.

Zet de schakelaar in stand B en voltooi de bedrading. Wanneer je klaar bent met de bedrading, schakel dan de stroom aan door de schakelaar in stand A te zetten. Zet de regelaar in stand 2 en druk de sleutel in om de timer te starten. Na zo'n 40 seconden maakt de timer 1 à 2 seconden een geluid en stopt dan. Gebruik de tekening die je in project 100 hebt gemaakt om deze timer in te stellen.

Bekijk het bedradingsschema. Wanneer de ingestelde tijd voorbij is, verstuurt de comparator (IC2) een output. Na een tijdsinterval van zo'n 1 à 2 seconden geproduceerd door R en C, schakelt transistor Q1 aan waardoor de multivibrator stopt. De siliciumdiode ontladent C en herstelt het circuit in de oorspronkelijke toestand wanneer de timer wordt herstart.



### Bedradingvolgorde:

1-29, 2-30, 3-114, 5-83-70-104-116-118-137-48-26-121, 27-68, 93-63-28-131,  
46-85, 91-103-65-47, 92-88-64-113, 81-84-87-66, 67-82-89,  
69-94-117-138-129, 86-90-115-130, 119-124, 122-132.

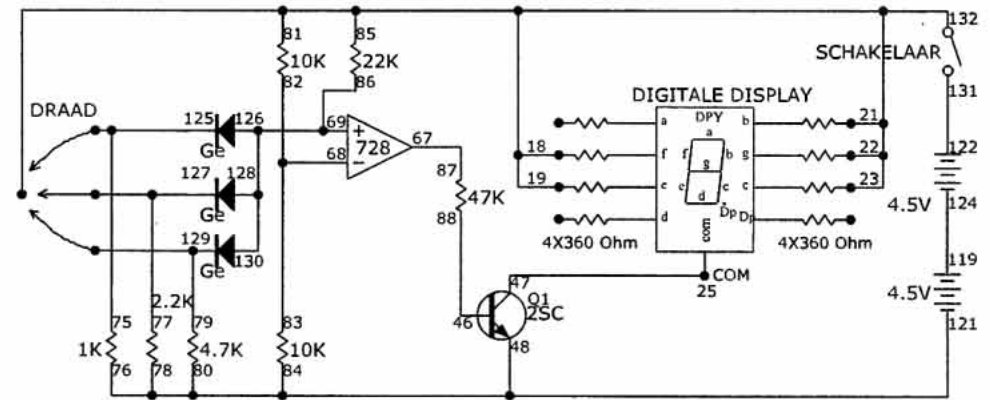
### AANTEKENINGEN



## 102. THREE-INPUT "AND" POORT MET OPERATIONELE VERSTERKER

Wie zegt dat de operationele versterker niet kan worden gebruikt om een digitaal circuit te maken? We gebruiken er hier een om een AND-poort te maken. De LED display is de output. Als de display niets aangeeft, is tenminste één van de output-signalen logisch 0 of low; als er een H te zien is, zijn alle outputs logisch 1 of high.


Wanneer je klaar bent met de bedrading, schakel dan de stroom aan door de schakelaar in stand A te zetten. De LED blijft donker. Contactveertjes 125, 127 en 129 zijn de input-aansluitpunten. Deze aansluitpunten zijn met het negatieve (-) aansluitpunt verbonden, dus de LED gaat niet branden. Contactveertje 14 is met het positieve (+) aansluitpunt verbonden, dus deze is het logisch 1 aansluitpunt. Wanneer je contactveertjes 125, 127 en 129 in verschillende combinaties met contactveertje 14 verbindt, zul je zien dat de LED alleen gaat branden en een H vertoont wanneer contactveertjes 125, 127 en 129 allemaal op contactveertje 14 zijn aangesloten – logisch 1.



### Bedradingsvolgorde:

14-85-81-63-19-18-21-22-23-132, 25-47, 46-88, 78-76-83-80-70-48-121, 67-87, 68-82-84, 86-69-126-128-130, 129-75-DRAAD, 127-77-DRAAD, 125-79-DRAAD, 119-124, 122-131.

AANTEKENINGEN



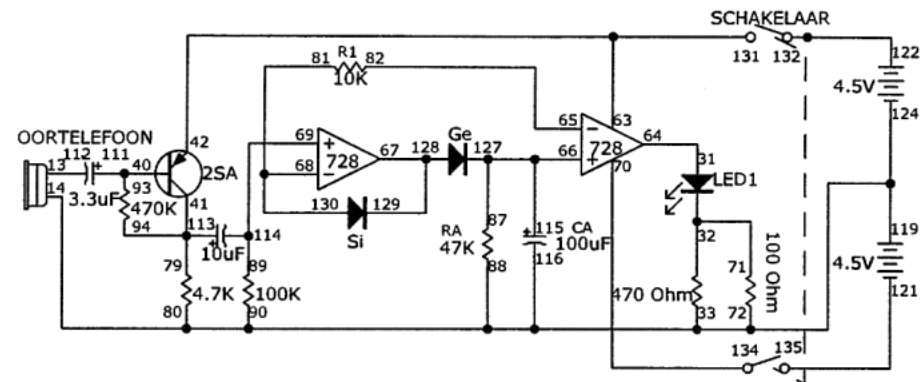
### 103. STEMNIVEAU METER

In dit projekt maken we een stemniveau meter. De helderheid van de LED in dit circuit verandert in overeenstemming met het niveau van de stem-input die van de microfoon (de oortelefoon) komt. Omdat stemniveau's snel veranderen, zal de helderheid van de LED waarschijnlijk ook snel veranderen. Om de hoogste niveau's van stem-inputs aan te kunnen tonen, gebruiken we een circuit dat een peak-hold circuit wordt genoemd. Dit laat toe dat de LED een bepaalde helderheid kan aanhouden nadat het de maximale sterkte heeft bereikt, in plaats van meteen uit te gaan.

Zet de schakelaar in stand A nadat je de bedrading hebt voltooid. Je zult de oortelefoon als microfoon gebruiken. Spreek luid of blaas hard in de oortelefoon. Je kunt de LED tijdelijk helderder zien worden, waarna hij gelijdelijk in helderheid afneemt.

Bekijk het bedradingschema. Je kunt zien dat het signaal van de oortelefoon via de PNP transistor gaat en vervolgens de positieve (+) input van de eerste operationele versterker wordt. De output van deze operationele versterker wordt in de 100µF condensator opgeslagen. Het voltage van deze condensator wordt lager daar deze langzaam ontladtd via de 47K ohm weerstand. De LED neemt in helderheid af terwijl het voltage lager wordt. Het voltage dat ervoor zorgt dat de LED gaat branden, stroomt op datzelfde moment naar de negatieve (-) input van de eerste operationele versterker. De eerste operationele versterker vergelijkt dit voltage met het input-sigitaal van de oortelefoon; wanneer het input-sigitaal groter is, wordt de 100µF condensator geladen, wanneer het input-sigitaal kleiner is, wordt er geen output geproduceerd.

Je kunt de helderheid van de LED veranderen door weerstand RA (47K ohm) of condensator CA (100µF) te verwisselen.



#### Bedradingsvolgorde:

112-13-OORTELEFOON, 119-124-116-33-88-90-80-72-14-OORTELEFOON,  
31-65-64-82, 32-71, 93-111-40, 79-94-113-41, 63-42-131, 87-66-127-115,  
67-129-128, 81-68-130, 89-69-114, 70-134, 121-135, 122-132.

AANTEKENINGEN

## 104. POWER-ON-RESET SCHAKELING

Weet je wat een reset schakeling doet? Het activeert andere circuits en neemt stroomschommelingen waar zodat defecten kunnen worden voorkomen. In dit project veranderen we het voedingsvoltage van het circuit met behulp van de schakelaar. De stroom naar het gedeelte van het circuit dat de display vormt, is aan of logisch high wanneer de schakelaar in stand A staat; deze is uit wanneer de schakelaar in stand B staat. De LED display geeft een 1 aan wanneer het circuit is gereset.

Laten we met experimenteren beginnen. Voltooi allereerst de bedrading en zet de schakelaar in stand B. Met de schakelaar in stand B werkt het power-reset circuit op 6V en de drie LED's gaan zachtjes branden. De LED display is uit, wat inhoudt dat het display circuit niet is geactiveerd.

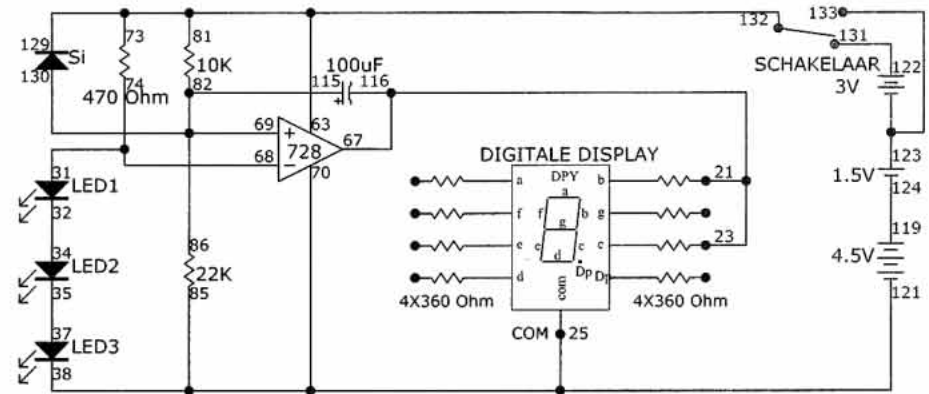
Zet de schakelaar nu in stand A. Je kunt de drie LED's nu zacht zien branden omdat het voedingsvoltage in 9V is veranderd. De LED display toont voorlopig nog geen verandering, wat aangeeft dat het circuit wordt gereset. Na een kort interval, laat de LED display een 1 zien, wat aangeeft dat het circuit is gereset en nu stabiel is.

Zet de schakelaar in stand B om de stroom terug in 6V te veranderen. Je zult zien dat de 1 op de LED display verdwijnt, omdat het display circuit nu uit is.

Bekijk het bedradingsschema terwijl je het volgende leest. De operationele versterker fungeert als comparator. Het negatieve (-) aansluitpunt ontvangt het referentievoltage van zo'n 5,4V. Wanneer de schakelaar in stand B staat, ontvangt het positieve (+) aansluitpunt zo'n 4,1V, dus de comparator staat niet toe dat de display gaat branden. Wanneer je de schakelaar in stand A zet en zo naar de 9V voeding schakelt, zorgt de 100 $\mu$ F condensator ervoor dat het voltage van het positieve (+) aansluitpunt van de comparator gelijdelijk toeneemt tot zo'n 6V. Wanneer dit voltage het referentievoltage van 5,4V overschrijdt, geeft de LED display een 1 aan.

Wanneer je de schakelaar in stand B zet, wordt het voltage van het positieve (+) aansluitpunt van de versterker via de diode afgegeven, waardoor het voltage meteen naar 4,1V daalt.

Alhoewel dit circuit heel eenvoudig lijkt (het bestaat slechts uit één operationele versterker), is het heel ingewikkeld en belangrijk voor later gebruik.



### Bedradingvolgorde:

21-23-67-116, 85-70-38-25-121, 31-68-74, 32-34, 35-37, 73-81-63-129-132, 86-82-69-115-130, 119-124, 122-131, 123-133.

### AANTEKENINGEN





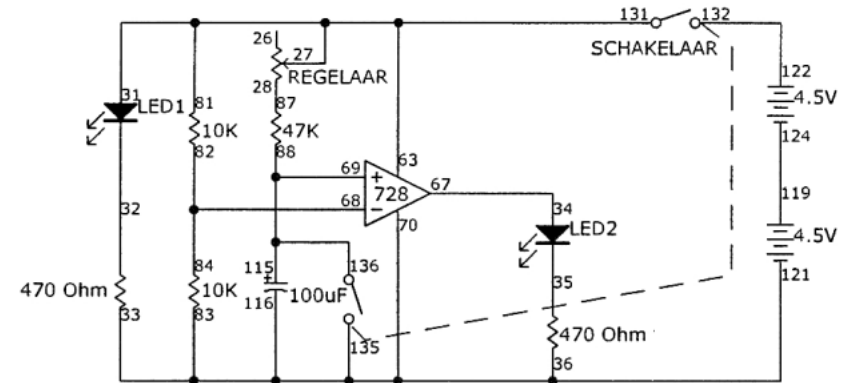
## 105. VERTRAAGDE TIMER

Dit circuit is een vertraagde timer die gebruik maakt van een operationele versterker en de CR tijdconstante. Je weet dat CR voor condensator/weerstand staat. Een tijdconstante is een circuit dat een werking vertraagt.

Het negatieve (-) aansluitpunt van de operationele versterker ontvangt een voltage van ongeveer 4,5V via weerstanden RA en RB. Dit is het referentievoltage van de comparator. Het positieve (+) aansluitpunt van de comparator is aangesloten op condensator C1. Deze condensator ontvangt zijn lading via de serieweerstand R2 en de regelaar. De laadsnelheid is langzamer wanneer de weerstand groot is, en sneller wanneer de weerstand klein is. Deze laadsnelheid stelt de vertraagtijd van het timer circuit in.

Draai nu de regelaar helemaal naar rechts (met de klok mee) tot in stand 10. Zet de schakelaar in stand A om de stroom aan te schakelen. LED1 gaat eerst branden; LED2 gaat 5 à 7 seconden later branden. Dit tijdsverschil van 5 à 7 seconden is de vertraagtijd die door de CR tijdconstante is ingesteld.

Schakel nu de stroom uit, draai de regelaar helemaal naar links (tegen de klok in) tot in stand 1 en kijk wat er gebeurt wanneer je de stroom weer aanschakelt. LED2 gaat weer later dan LED1 branden, maar hoeveel seconden later?



### Bedradingsvolgorde:

81-31-63-27-131, 28-87, 83-33-36-70-116-135-121, 34-67, 68-82-84, 88-69-115-136, 119-124, 122-132.

### AANTEKENINGEN



## 106. PULSFREQUENTIE VERDUBBELAAR

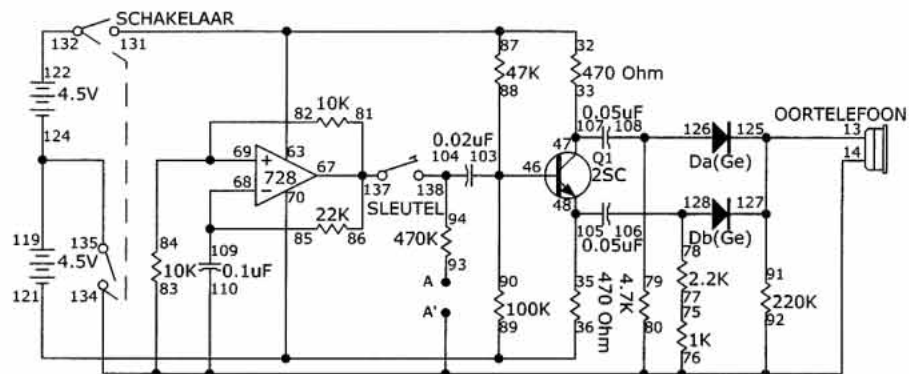
Dit is een pulsfrequentie verdubbelaar met één transistor. Het wordt een pulsfrequentie verdubbelaar genoemd omdat het de frequentie van het input-sigitaal verdubbelt.

De operationele versterker IC728 fungeert als blok golf oscillator. De output van de oscillator is een AC signaal van ongeveer 500 Hz.

Wanneer je klaar bent met de bedrading, zet dan de schakelaar in stand A om de stroom aan te schakelen. Verbind de oortelefoon met contactveertjes 93 en 134 en druk de sleutel in om naar het oscilleergeluid van 500 Hz te luisteren. Luister goed naar de toonhoogte.

Verbind de oortelefoon nu met contactveertjes 13 en 14 en druk de sleutel in. Luister met behulp van de oortelefoon; dit keer hoor je een geluid dat een oktaaf hoger ligt dan het vorige geluid. Dit houdt in dat de frequentie tot 1000 Hz is verdubbeld.

Laten we nu eens gaan kijken hoe deze frequentie verdubbelaar werkt. Transistor Q1 ontvangt signalen van de operationele versterker via zijn transistorbasis. Het basisvoltage verandert samen met de oscillaties. Dit resulteert in de tegenovergestelde fasesignalen die aan de collector en emitter verschijnen – wanneer het ene signaal zich aan de top van de golf bevindt, bevindt het andere signaal zich aan de bodem van de golf. De twee outputs van transistor Q1 worden aan diodes Da en Db geleverd. De diodes laten alleen de positieve gedeeltes van de golven door. Deze twee signalen worden gecombineerd om zo de verdubbelde frequentie te leveren.



### Bedradingsvolgorde:

125-127-91-13, 134-110-92-80-83-76-14, 32-63-87-131, 33-47-107, 35-48-105, 90-36-70-121, 88-89-103-46, 81-86-67-137, 85-68-109, 69-82-84, 75-77, 78-106-128, 79-108-126, 94-104-138, 119-124-135, 122-132, 13-OORTELEFOON, 14-OORTELEFOON.

### AANTEKENINGEN

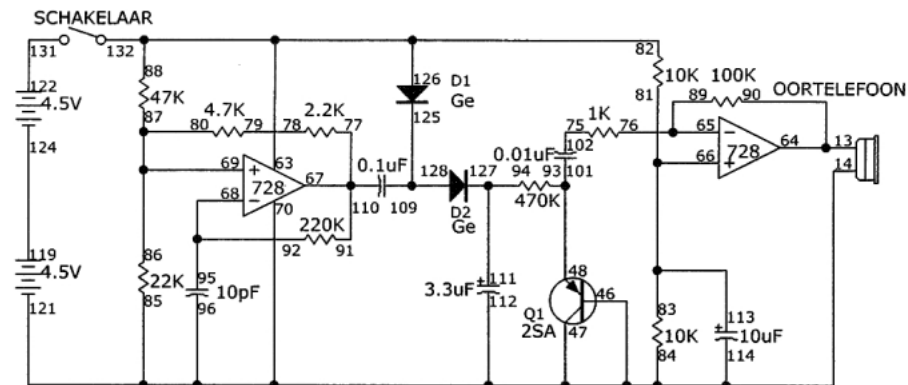


## 107. WITTE RUIS GENERATOR

Witte ruis is een geluid dat een breed frequentiebereik heeft. Het ruisend geluid dat je hoort wanneer je je FM radio op een gebied afstemt waar zich geen station bevindt, is zo'n witte ruis. Dit geluid heeft normaal geen enkele toepassing, maar wanneer je met elektronische muziekinstrumenten speelt, kun je witte ruis als geluidsbron gebruiken.

Wanneer je klaar bent met de bedrading van dit circuit, zet dan de schakelaar in stand A om de stroom aan te schakelen. Bekijk het bedradingsschema. We zullen het geluid gebruiken dat wordt geproduceerd wanneer je een omgekeerde voltage aan de basis en de emitter van transistor Q1 levert.

IC1 fungeert als oscillator. De output van deze oscillator wordt gecorrigeerd (kun je je deze term nog herinneren van projekt 99 ("Geluidsalarm")?) door diodes D1 en D2 en stroomt naar Q1. IC2 versterkt het geluid zodat je het uit de oortelefoon kunt horen komen.



### Bedradingvolgorde:

64-90-13-OORTELEFOON, 121-114-112-46-70-96-84-85-14-OORTELEFOON,  
93-48-101, 94-111-127, 82-88-643-132-126, 76-89-65, 113-66-81-83,  
77-91-67-110, 68-95-92, 69-80-87-86, 78-79, 109-128-125, 119-124, 122-131,  
102-75.

### AANTEKENINGEN

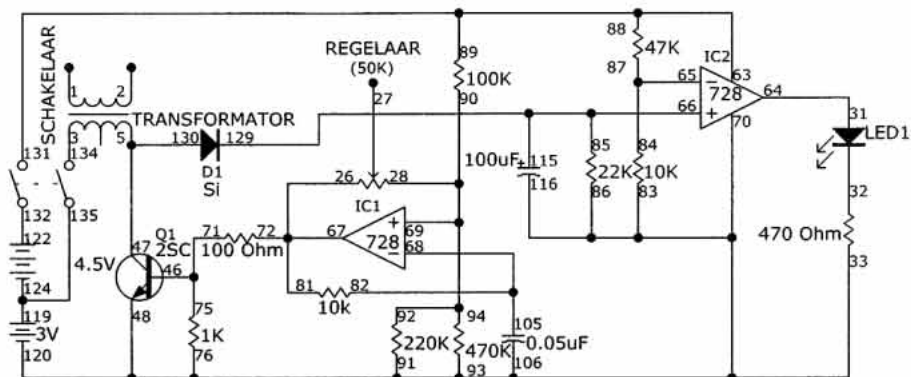


## 108. DC-DC CONVERTER MET OPERATIONELE VERSTERKER

Hier is een DC-DC converter circuit; het kan 3V DC versterken tot 5V DC. Voltooi de bedrading, zet de schakelaar in stand A en kijk hoe dit circuit werkt.

Bekijk het bedradingsschema. IC1 fungeert als oscillator. De output van IC1 zorgt ervoor dat transistor Q1 aan gaat. Door zelfinductie van de transformatorspoel wordt er meteen een stroom met een hoog voltage geproduceerd. Diode D1 corrigeert dit voltage en stuurt een stroom met een hoog DC voltage door. IC2 is een comparator die de voltageverhoging controleert. Wanneer het input-voltage naar IC2 hoger dan 5V is, gaat de LED branden.

Trouwens, heb je geprobeerd om aan de regelaar te draaien? Hoe beïnvloedt dit het circuit? In dit circuit wordt de regelaar gebruikt als een vaste weerstand van 50K ohms. Het draaien van de regelaar heeft geen enkel effect. (Sorry als we je bezorgd hadden gemaakt.)



### Bedradingsvolgorde:

3-134, 5-47-130, 26-67-72-81, 28-69-90-92-94, 31-64,  
33-76-83-86-93-91-70-106-116-48-120, 46-71-75, 89-88-63-131, 84-87-65,  
85-66-115-129, 82-68-105, 119-124-135, 122-132.

### AANTEKENINGEN



## **X. CIRCUITS VOOR COMMUNICATIE**

## 109. OSCILLATOR MET TOONREGULATIE VOOR OEFENEN MET MORSE CODE

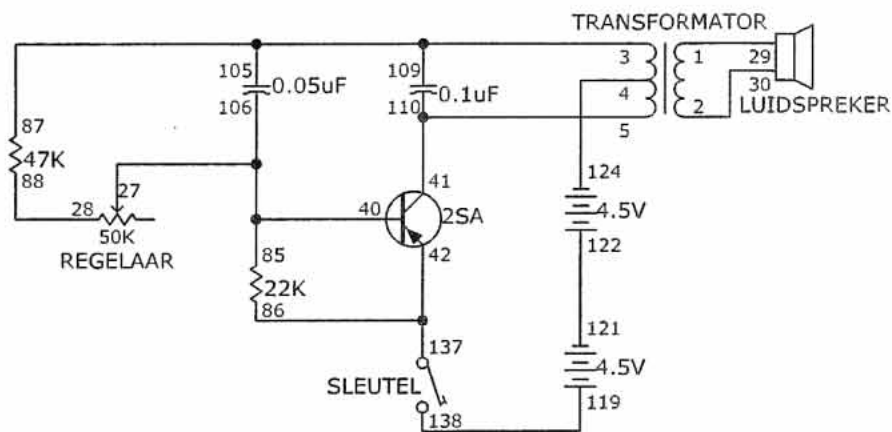
Zou je een radiozendamateur willen worden? Velen die een radiozender hebben, zijn ooit begonnen door een oscillator met een toonregulator zoals deze hier te gebruiken. De toonregulator in dit projekt kan heel handig zijn omdat het erg vermoeiend is om langere tijd naar dezelfde toon te luisteren. Je hoeft alleen maar de bedrading van dit circuit te voltooien en je oscillator voor het oefenen met morse code is klaar voor gebruik.

Je kunt met de verschillende tonen je eigen speciale code verzinnen, als aanvulling op de morse code – het codesysteem met punten en strepen uitgevonden door Samuel Morse. De beste manier om morse code te leren is iemand anders te zoeken die ook geïnteresseerd is in het leren van deze code. Maak een schema en oefen elke dag. Maak een vooruitgang-tabel zodat je kunt zien wat voor vooruitgang je boekt. Zend en ontvang om de beurt, en voor je het weet is de code bijna een gesproken taal geworden. Het bedienen van de sleutel wordt een automatisme, net zoals het berijden van een fiets of besturen van een auto. Je moet heel erg je best doen om tot dit niveau te komen, maar als het je lukt, zul je heel trots zijn.

Als je alleen wilt oefenen, kun je de oortelefoon gebruiken. Haal de luidspreker los en verbind de oortelefoon met contactveertjes 27 en 28. Met deze aansluitingen, fungeert de regelaar zowel als een volumeknop als als toonregelaar. Je kunt de regelaar vervangen door een vaste weerstand als je een vaste toon en volume wilt hebben.

Wanneer je de regelaar zo afstemt dat er minder weerstand in het circuit is, stroomt er meer elektriciteit naar de  $0,05\mu\text{F}$  condensator, en dus laadt deze sneller tussen elke puls. De pulsen volgen elkaar sneller op, waardoor de frequentie (en de toon) hoger is. Het tegenovergestelde gebeurt wanneer de regelaar zodanig is afgestemd dat er meer weerstand is.

Als je de morse code onder de knie hebt, kun je naar de dichtstbijzijnde radiospecialzaak gaan om te kijken wat voor studiematerialen er zijn voor het schriftelijk gedeelte van het FCC (Federal Communications Commission) examen. Veel succes!



### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-87-105-109, 4-124, 5-41-110, 85-106-40-27, 28-88, 86-42-137, 119-138, 121-122.

### AANTEKENINGEN



## 110. KRISTALRADIO (RADIO MET EEN DIODE)

Geen projectenkit is volledig zonder een circuit voor een kristalradio. De meeste mensen in de elektronika hebben ooit geëxperimenteerd met dit oudste circuit van alle radiocircuits. Voordat vacuümbuizen of transistoren werden uitgevonden, gebruikte men instellingen met kristalcircuits om radiosignalen op te vangen.

De signalen van een kristalradio zijn zwak, dus je moet een oortelefoon gebruiken om geluiden op te kunnen pikken. Je oortelefoon zal deze geluiden goed reproduceren, daar het een keramische oortelefoon is en dus heel weinig stroom nodig heeft om te kunnen werken.

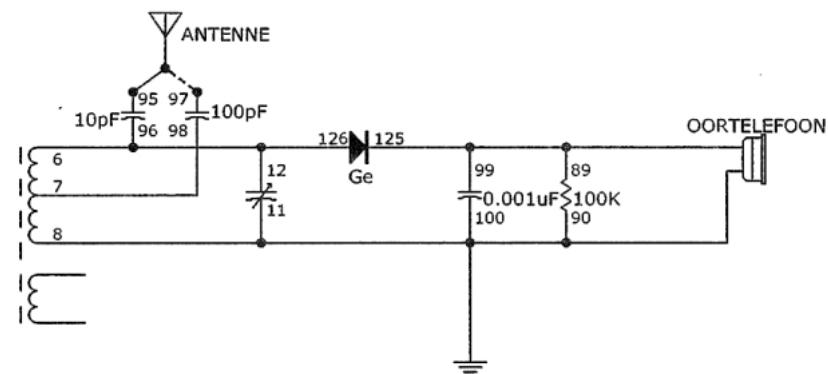
Een goede antenne en aardeverbinding zijn nodig om ver verwijderde zenders te kunnen ontvangen, maar je kunt lokale zenders horen met bijna elk willekeurig voorwerp als antenne. Een lange draad (zoals de groene draad in je kit) vormt in de meeste gevallen een goede antenne. Aarding betekent precies wat het zegt; je verbindt de draad met de grond. Een eenvoudige manier om dit te doen, is een draad met een metalen koudwaterpijp te verbinden. Als dat niet kan, kun je een metalen staaf in de grond steken en de draad daarmee verbinden.

Voltooi de bedrading aan de hand van de bedradingsvolgorde om je kristalradio te kunnen gebruiken. Er zitten twee antenne-aansluitingen op de radiocircuits in je kit, maar gebruik deze niet tegelijk. Probeer beide aansluitingen afzonderlijk en gebruik degene die de beste ontvangst geeft. Korte antenne's – 15 meter of minder – werken het best met aansluitpunt 95. Langere antenne's werken het best met aansluitpunt 97.

Het deel van de radio met de antennespoel en de afstemkondensator wordt de tank circuit genoemd. Wanneer een spoel en condensator parallel zijn geschakeld, resonanceert het circuit slechts op één frequentie. Het circuit pikt dus alleen de frequentie op die ervoor zorgt dat het tank circuit gaat resoneren. De afstemkondensator verandert van capaciteit wanneer je er aan draait. Wanneer de capaciteit verandert, verandert ook de resonantie frequentie van het circuit. Je kunt op die manier op verschillende zenders afstemmen door aan de afstemkondensator te draaien. Zonder deze selectiviteit kan het zijn dat je meerdere zenders door elkaar heen hoort (of alleen een heleboel lawaai).

De signalen die door het tank circuit worden ontvangen zijn hoogfrequentie RF (radiofrequentie) signalen. Bij een zendstation worden geluidssignalen gebruikt om de amplitude (sterkte) van de RF signalen te reguleren – dit wil zeggen dat de hoogte van de RF golf verandert wanneer het geluid verandert. De diode en de  $0,001\mu\text{F}$  condensator in dit circuit nemen de veranderingen in de RF amplitude waar en zetten het terug om in audio-signalen. Dit omzetten van de amplitude modulatie in audio-signalen wordt detectie of demodulatie genoemd.

Je kunt op veel verschillende manieren met dit circuit experimenteren, maar gebruik geen batterijen of AC stroom. Veel plezier!



### Bedradingsvolgorde:

6-12-96, 7-98-126, 8-11-90-100-OORTELEFOON, 89-99-125-OORTELEFOON, 95-ANTENNE, (of 97-ANTENNE).

### AANTEKENINGEN

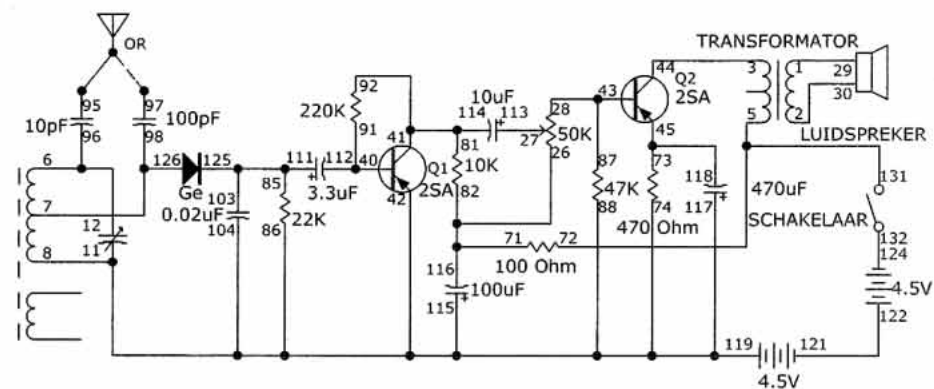


## 111. RADIO MET TWEE TRANSISTOREN

Dit is een ontvanger met twee transistoren met voldoende gain (versterking) om het signaal uit de luidspreker te kunnen horen. Eenvoudige radio's zoals deze hebben een goede antenne en aardingssysteem nodig. Maak de bedrading en gebruik contactveertje 74 als de aarde. Verbind de antenne met contactveertje 95 of 97. Gebruik dat veertje dat een beter resultaat oplevert.

Het detector circuit van de radio maakt gebruik van een diode en een 22K ohm weerstand. Probeer de radio zonder de 22K weerstand te gebruiken. Verwijder hiervoor eenvoudigweg de draad van contactveertje 85. Het resultaat is \_\_\_\_\_ (slechter, beter) in het geval van zwakke zenders en \_\_\_\_\_ (slechter, beter) in het geval van sterke zenders.

De basisregels van radio-ontvangst zijn hetzelfde als in projekt 110 ("Kristalradio (Radio met één Diode)"). De afstemkondensator selecteert de frequentie van de radiozender. De diode en 0,02 $\mu$ F kondensator corrigeren (detect) het audio-signaal, en veranderen het van AC in DC. Het signaal is zo zwak dat we het moeten versterken om het via de luidspreker te kunnen horen. Transistor Q1 versterkt het signaal eerst, de regelaar past vervolgens het volume aan, waarna Q2 uiteindelijk het signaal nogmaals versterkt. De luidspreker produceert uiteindelijk de versterkte geluiden.



### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-44, 5-72-131, 6-12-96, 7-98-126, 8-11-74-86-88-104-115-117-42-119, 71-82-116-26, 27-113, 28-43-87, 40-112-91, 81-92-114-41, 45-118-73, 85-103-111-125, 121-122, 124-132, 95-ANTENNE (of 97-ANTENNE).

### AANTEKENINGEN





## 112. DRAADLOZE CODE-ZENDER

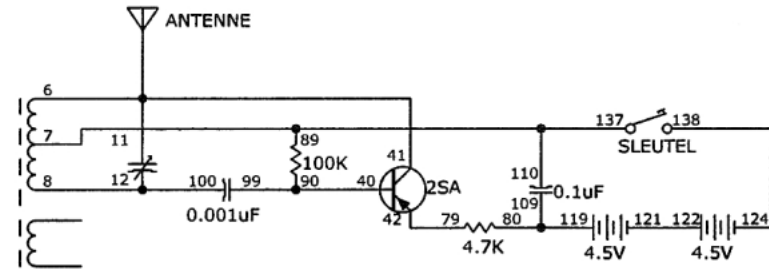
Dit project is een simpele maar effectieve code-zender zoals door het leger en amateur radiozenders over de gehele wereld wordt gebruikt. Wanneer je de sleutel indrukt en weer loslaat, gaat de zender aan en uit.

Je kunt een gewone AM radio gebruiken om de code te ontvangen die door deze zender wordt verzonden. Stem de radio op een zwakke zender af. Het zender-sigitaal wordt met het sigitaal van de zender gemixt waardoor een geluidstoon wordt geproduceerd die zwingstoon wordt genoemd. Deze zwingstoon stelt de code voor. Stem deze zender met behulp van de afstemkondensator zodanig af dat je de zwingstoon in de ontvanger kunt horen wanneer je de sleutel indrukt.

Je kunt het carrier wave (CW) (draaggolf) sigitaal van deze zender op een communicatie-ontvanger ontvangen zonder op een andere zender af te stemmen, indien de communicatie-ontvanger een beat frequency oscillator (BFO) (oscillator voor zwingstontvangst) heeft. De BFO trilt samen met het CW sigitaal van je zender en produceert de toon.

Deze oscillator verzendt een RF sigitaal dat door de radio wordt ontvangen. Je kunt het RF sigitaal niet horen omdat de frequentie heel hoog is (500.000 Hz tot 1.600.000 Hz.). Wanneer je eerst op een zwakke AM zender afstemt en vervolgens een sigitaal verzendt dat enigszins afwijkt van de frequentie van die zender, kun je de zwingstoon horen die je hebt geproduceerd.

Transmissie en ontvangst van CW signalen is heel efficiënt. In geval van bepaalde noodsituaties is het zelfs de meest betrouwbare vorm van transmissie. Je zult misschien merken dat je geen antenne nodig hebt, maar als je er wel een nodig hebt, is zo'n 60-90 cm draad waarschijnlijk voldoende. Veel plezier!



### Bedradingsvolgorde:

41-6-11-ANTENNE, 7-89-110-137, 8-12-100, 40-90-99, 42-79, 80-109-119, 121-122, 124-138.

### AANTEKENINGEN



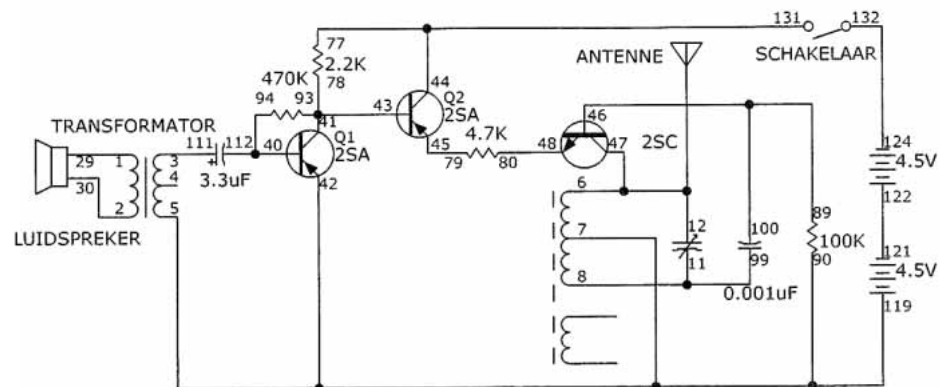
## 113. AM RADIOZENDER

Als je ooit een disc jockey had willen worden, dan is hier je kans. Deze AM radiozender maakt het mogelijk dat je je stem door de lucht stuurt. In het vorige projekt heb je een AM radiozender gebouwd, maar deze kon alleen een enkele toon of een serie punten en strepen versturen.

Wanneer je klaar bent met de bedrading, doe dan je AM radio-ontvanger aan en stem op een zwakke zender af of een gebied waar geen geluid te horen is. Begin nu in de luidspreker te spreken terwijl je aan de afstemkondensator draait, net zolang totdat je je stem op de radio hoort. Deze zender kan signalen slechts een paar meter verzenden, dus je moet je AM radio dicht bij je kit plaatsen.

Transistor Q1 versterkt het audiefrequentie signaal. Het versterkt signaal reguleert de amplitude van het RF oscillator signaal. De afstemkondensator en antennespoel stemmen het RF signaal af op de instelling van je AM radio en zenden het signaal door de antenne.

Transistor Q2 helpt met het reguleren van de amplitude van het RF signaal. De NPN transistor is een onderdeel van de RF oscillator en zorgt voor de primaire versterking van het RF signaal (voordat het AF (audiofrequentie) signaal het RF signaal moduleert).



### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-111, 5-7-90-42-119, 6-12-47-ANTENNE, 8-11-99, 40-112-94, 41-43-93-78, 77-44-131, 45-79, 89-100-46, 48-80, 121-122, 124-132.

### AANTEKENINGEN

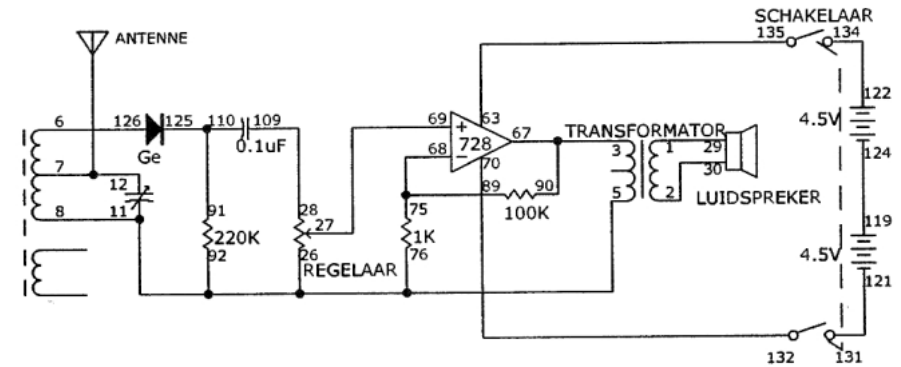


## 114. RADIO MET OPERATIONELE VERSTERKER

Radio's met Germanium diodes doen het over het algemeen niet zo goed, maar kunnen belangrijk zijn voor communicatie in noodsituaties omdat ze geen stroombron vereisen.

Normaal gesproken kun je alleen door een oortelefoon naar een Germanium radio luisteren, maar we hebben hier een operationele versterker aan het projekt toegevoegd zodat je er via de luidspreker naar kunt luisteren. We gaan een IC radio maken, waarbij we gebruik maken van de dual operationele versterker als een niet-inverterende versterker met twee voedingen. Dit is de eenvoudigste manier om deze IC te gebruiken.

Zet de schakelaar in stand B en voltooi de bedrading. Wanneer je klaar bent met de bedrading, trek dan de antenne uit, sluit deze aan op het circuit, zet de regelaar in de 12-uur stand en zet de schakelaar in stand A om de stroom aan te schakelen. Draai aan de afstemkondensator totdat je een zender hoort. Om zwakkere zenders op te kunnen pikken, kun je proberen om de oortelefoon te gebruiken in plaats van de luidspreker die op contactveertjes 1 en 2 is aangesloten.



### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-67-90, 5-8-11-76-92-26-119-124, 6-126, 7-12-ANTENNE, 27-69, 28-109, 63-135, 68-89-75, 70-132, 91-110-125, 121-131, 122-134.

### AANTEKENINGEN



## **XI. TESTEN EN METEN VAN CIRCUITS**

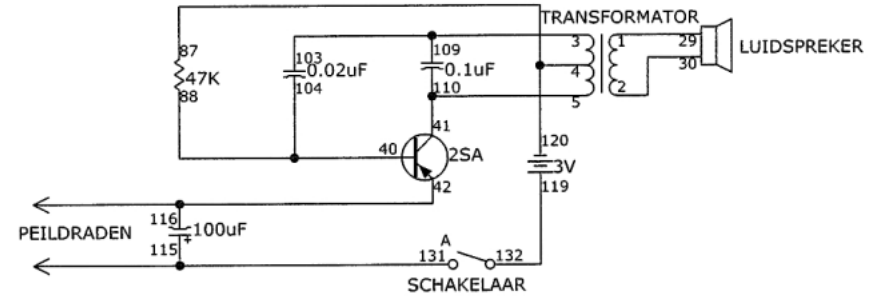
## 115. GELUIDSCONTINUÏTEIT-TESTER

Dit circuit laat een geluid horen wanneer het materiaal dat je controleert elektriciteit geleidt. Dit komt van pas wanneer je naar elektriciteitsdraden, contactveertjes of andere dingen kijkt en niet een signaallamp of LED in de gaten kunt houden. Je oren nemen het resultaat van de test waar, terwijl je ogen zich met andere dingen bezig houden.

Indien het circuit dat je test elektriciteit geleidt, zal het de verbinding vormen tussen een voeding en een standaard pulsoscillator die gebruik maakt van een gevoelige PNP transistor en zo de cirkel compleet maken. Deze tester kan vrijwel elk onderdeel op het paneel controleren. Wanneer je de diodes en transistoren controleert, vergeet dan niet dat elektriciteit alleen in één richting door deze onderdelen stroomt (tenzij ze beschadigd zijn).

Als je het bedradingsschema bekijkt, zul je zien dat de output van de transistor door de transformator naar de 0,02 $\mu$ F condensator en uiteindelijk naar de basis van de transistor loopt. De emitter van de transistor is met het TEST-contactpunt verbonden. Wanneer een voorwerp dat elektriciteit geleidt met het contactpunt wordt verbonden, begint de transistor te oscilleren (trillen).

Je kunt met deze continuïteitstester op een veilige manier bijna elk onderdeel controleren, daar de stroom van de tester maar heel klein is, namelijk 15 mA of minder. Je kunt proberen om de continuïteit te meten van potloodstrepen op papier, water, metalen oppervlakken en vele ander dingen.



### Bedradingvolgorde:

1-29, 2-30, 3-103-109, 4-87-120, 5-110-41, 88-104-40, 42-116-PEILDRAAD, 115-131-PEILDRAAD, 119-132.

### AANTEKENINGEN



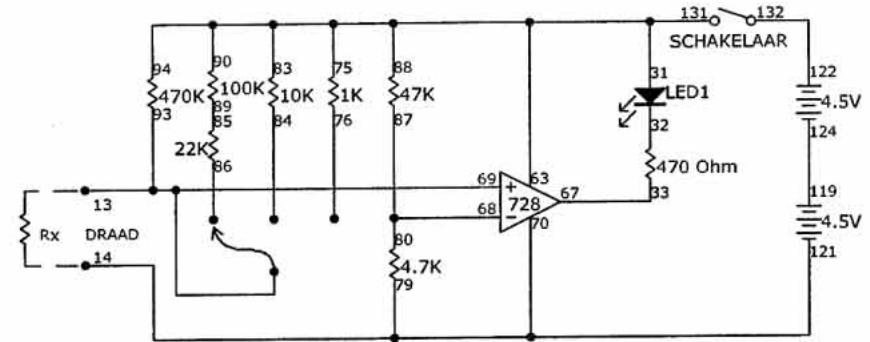
## 116. CONDUCTIVITEITSTESTER

Je kunt achter de exacte waarde van een weerstand komen als je een meter gebruikt; maar als je alleen maar een benaderde waarde van de weerstand wilt weten, kun je deze conductiviteitstester gebruiken.

Dit circuit zet de weerstand om in elektrische stroom en vergelijkt deze met de referentiestroom van de comparator om het benaderd bereik van de weerstand aan te geven. De comparator heeft een referentievoltage van ongeveer 0,82V.

Om dit project te kunnen gebruiken, moet je de bedrading voltooien en de schakelaar in stand A zetten om de stroom aan te schakelen. Verbind het materiaal dat je wilt testen tussen contactveertjes 13 en 14. Als de LED gaat branden, is de weerstand kleiner dan 100K ohms. Als de LED niet gaat branden, is de weerstand groter dan 100K ohms.

Als de LED brandt, sluit dan contactveertjes 93 en 86 aan en kijk of de LED aan blijft of uit gaat. Als hij uit gaat, ligt de weerstand tussen 10 en 100K ohms. Als hij aan blijft, verwijder dan de draad van contactveertje 86 en verbind deze met contactveertje 84. Als de LED uit gaat, ligt de weerstand tussen 1 en 10K ohms. Als de LED nog steeds niet uit gaat, verwijder dan de draad van contactveertje 84 en verbind deze met contactveertje 76. Gaat de LED uit? Zo ja, dan betekent dit dat de weerstand tussen 100 en 1K ohms ligt. Als hij aan blijft, dan is de weerstand kleiner dan 100 ohms.



### Bedradingsvolgorde:

13-93-69-DRAAD, 14-79-70-121, 75-83-94-90-88-31-63-131, 33-67, 68-80-87, 85-89, 119-124, 122-132.

### AANTEKENINGEN



## 117. TRANSISTOR CHECKER

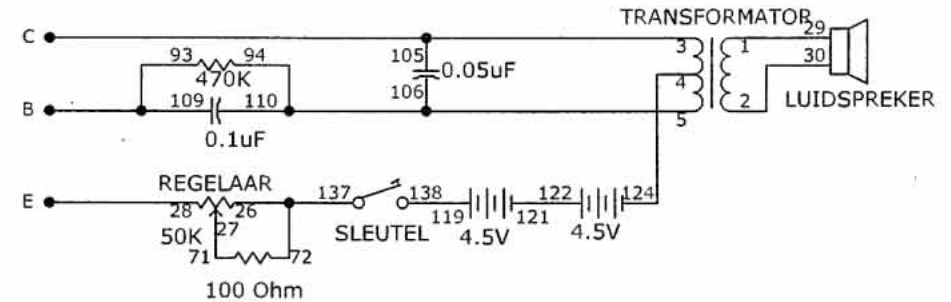
Je zult transistoren waarschijnlijk vaker testen dan welk ander onderdeel ook. Je kunt niet zien of een transistor werkt door er alleen maar naar te kijken, maar dit project laat je horen of hij al dan niet werkt. Met dit circuit kun je er ook achter komen of de transistor een PNP of een NPN transistor is.

Je zult zien dat dit project drie lange draden heeft – één voor de emitter, één voor de collector en één voor de basis. Het bedradingschema geeft de contactveertjes aan die gebruikt moeten worden om PNP transistoren te controleren.

Om dit project te kunnen gebruiken, moet je de lange draden met de basis, collector en emitter van de transistor verbinden die je wilt testen. Draai de regelaar helemaal naar links (tegen de klok in). Druk vervolgens de sleutel in en draai de regelaar naar rechts (met de klok mee). Als je een geluid uit de luidspreker hoort, werkt de transistor als PNP transistor. Als je geen geluid hoort, verander dan aansluitingen 4-124 en 119-138 in 4-119 en 124-138 en herhaal de test. Als je dit keer een geluid uit de luidspreker hoort, werkt de transistor als een NPN transistor. Als je bij geen van de aansluitingen een geluid hoort, is de transistor kapot.

Je zult zien dat sommige transistoren die je test bij een lagere afstelling van de regelaar een geluid produceren dan andere transistoren. Deze transistoren hebben een hoge versterking of hoge gain.

Als je hoe langer hoe meer onderdelen begint te verzamelen voor andere elektronische circuits, zul je dit een handig circuit vinden om ongemarkeerde transistoren te testen.



### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-105-COLLECTOR, 4-124, 5-94-106-110, 26-72-137, 27-71, 28-EMITTER, 93-109-BASIS, 119-138, 121-122.

### AANTEKENINGEN



## 118. SINUSGOLF AUDIO OSCILLATOR

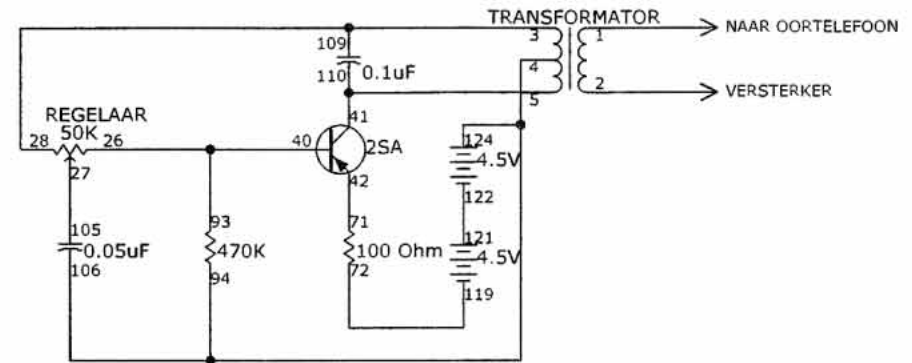
Nu zul je leren hoe je sinusgolf signalen kunt produceren. We kunnen een sinusgolf definiëren als een golf van een toon met één enkele frequentie. Een 400 hertz sinusgolf is bijvoorbeeld een golf die 400 cycli per seconde oscilleert en geen andere frequentiecomponenten bevat. Niet-sinusgolven hebben harmonische golven met frequenties die een veelvoud zijn van de basisgolf met de enkele frequentie. Een niet-sinusgolf van 400 hertz kan de 400 hertz golf (zijn basisgolf) bevatten, alsmede een 800 hertz golf (zijn tweede harmonische golf) en een 1200 hertz golf (zijn derde harmonische golf).

Een ervaren technicus kan een circuit testen door een sinusgolf te gebruiken en naar de output te luisteren. Je zult dit binnenkort ook kunnen. Als de input een sinusgolf is en er iets anders uit komt, dan moeten de ongewenste harmonische frequenties ergens anders in het circuit zijn geproduceerd.

Het deel van dit project dat een 400 hertz sinusgolf produceert, heeft:

- Een  $0,1\mu\text{F}$  condensator die contactveertjes 3 en 5 van de transformator verbindt om een tank circuit te vormen dat bij zo'n 600 hertz resoneert;
- Een  $470\text{K}$  ohm weerstand om de basis van de transistor een klein beetje aan te zetten;
- Een instelbare terugkoppelschakeling inclusief de regelaar en de  $0,05\mu\text{F}$  condensator;
- Een  $100$  ohm weerstand die met de emitter is verbonden om het circuit te helpen stabiliseren en te voorkomen dat het geluid wordt vervormd.

Sluit de oortelefoon aan op contactveertjes 1 en 2 van de transformator. Begin met de regelaar in de maximum stand – 10 – en zet deze langzaam in een lagere stand terwijl je naar de kwaliteit van de toon van de output luistert. Voordat de trillingen stoppen, zul je een punt bereiken waar je maar één toon hoort. Deze laatste heldere toon is de sinusgolf. Herhaal dit hele proces totdat je zonder moeite een sinusgolf van een vervormde golf kunt onderscheiden.



### Bedradingsvolgorde:

1-OORTELEFOON, 2-OORTELEFOON, 3-28-109, 4-94-106-124, 5-41-110, 26-40-93, 27-105, 42-71, 72-119, 121-122.

### AANTEKENINGEN





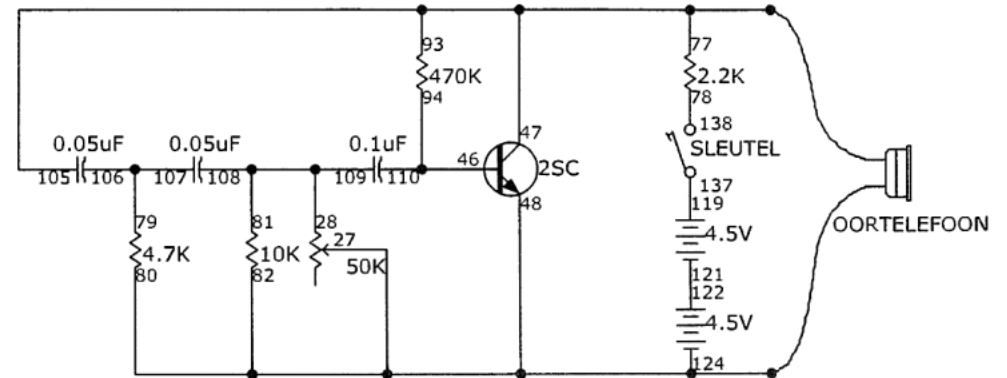
## 119. SINUSGOLF OSCILLATOR MET MINIMALE VERVORMING

In dit project bouw en bestudeer je een sinusgolf oscillator met minimale vervorming. Bouw dit project nadat je het vorige project hebt gebouwd en bestudeerd. Deze oscillator heeft minder vervorming dan de oscillator in het vorige project, omdat deze geen transformator heeft; transformatoren kunnen gemakkelijk voor vervorming zorgen vanwege hun niet-lineaire eigenschappen.

Net zoals in het vorige project, moet je naar de toon van deze oscillator luisteren en de regelaar afstemmen om de enkele toon met het helderste geluid te vinden (de toon met de minste vervorming). Begin ook hier met de regelaar in de hoogste stand. In de stand van de regelaar waarbij er minimum vervorming is, is de frequentie ongeveer 300 hertz.

Dit circuit wordt een RC faseverschuiving oscillator genoemd en wordt als een basis sinusgolf oscillator beschouwd. Oscillaties vinden plaats vanwege de positieve feedback van de signalen. De weerstanden (R) en condensatoren (C) vormen het pad voor de feedback. De signalen van de collector van de transistor gaan via de RC circuits naar de basis van de transistor. Elke keer wanneer de signalen de RC circuits passeren, vindt er een korte tijdsvertraging plaats. Met andere woorden, de op en neer gaande beweging van de golf (de fase) verplaatst enigszins. Dat is waarom we het faseverschuiving noemen. Nadat het signaal door het circuit is gegaan, verschuift de fase 180 graden. Wanneer het voltage aan de collector toeneemt, wordt deze toename teruggekoppeld naar de collector met de fase verschoven. Wanneer het voltage aan de basis toeneemt, daalt het voltage aan de collector. Deze zich herhalende kringloop zorgt ervoor dat de oscillator gaat oscilleren (trillen).

Wanneer je de instelling van de regelaar verandert, verandert de frequentie. Dit komt doordat de mate van faseverschuiving verandert. De kwaliteit van de toon verandert ook. Stem de regelaar zo af dat je de helderst mogelijke toon hoort. In die stand wordt een sinusgolf geproduceerd.



### Bedradingsvolgorde:

124-27-48-82-80-OORTELEFOON, 47-105-93-77-OORTELEFOON, 81-109-109-28, 94-110-46, 78-138, 79-106-107, 119-137, 121-122.

### AANTEKENINGEN



## 120. DUBBELE-T AUDIO OSCILLATOR

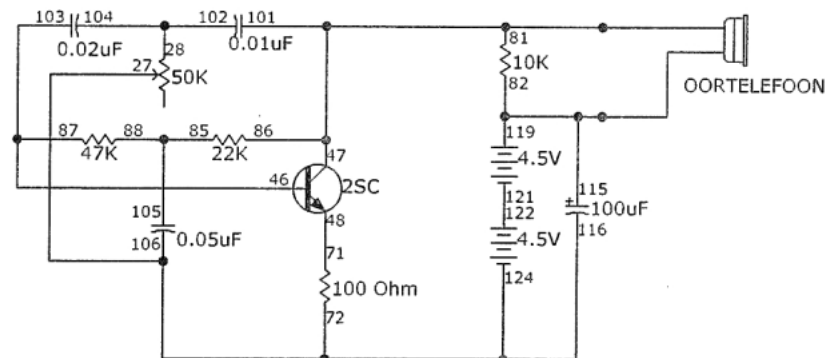
Omdat deze heel stabiel is, wordt de dubbel-T audio oscillator vaak gebruikt in elektronische orgels en elektronische testapparatuur.

De oscillatiefrequentie is afhankelijk van de weerstanden en condensatoren in het dubbel-T netwerk. De letter T wordt gebruikt omdat voor dit circuit de weerstanden en condensatoren zodanig in het bedradingschema zijn gerangschikt dat ze de letter T vormen. De term "dubbel" wordt gebruikt vanwege het feit dat er twee T-netwerken parallel met elkaar zijn gecombineerd. De condensatoren in serie verschuiven de fase van de golf; de weerstanden in serie leveren voltage aan de basis van de transistor en verschuiven ook de fase van de golf.

Stem het circuit voorzichtig af om een pure sinusgolf output te verkrijgen net zoals in de vorige twee projecten. Draai de regelaar heel langzaam helemaal naar links of rechts totdat je een toon in de oortelefoon hoort die heel laag is en op de laagste noot van een groot pijporgel lijkt. Deze stand van de regelaar zou tussen 7 en 10 moeten liggen.

Wanneer de oscillatie is begonnen, verstel de regelaar dan voorzichtig om de stand te vinden waarin het meest heldere geluid is te horen.

Je kunt op veel verschillende manieren met dit circuit experimenteren. We raden je aan om verschillende waarden voor de 10K ohm en 470 ohm weerstanden uit te proberen, als ook batterijen met hogere en lagere voltages. Als je een VOM hebt, kun je ook proberen om de circuit voltages te meten.



### Bedradingsvolgorde:

72-106-116-27-124, 28-104-102, 46-103-87, 47-101-86-81-OORTELEFOON, 48-71, 119-115-82-OORTELEFOON, 85-88-105, 121-122.

### AANTEKENINGEN



## 121. TOONGENERATOR MET PULSOSCILLATOR

Dit project is een puls-toon oscillator met verstelbare frequentie die een breed bereik aan noten kan produceren. Met wat oefening kun je melodiën spelen die op het geluid van een elektronisch orgel lijken.

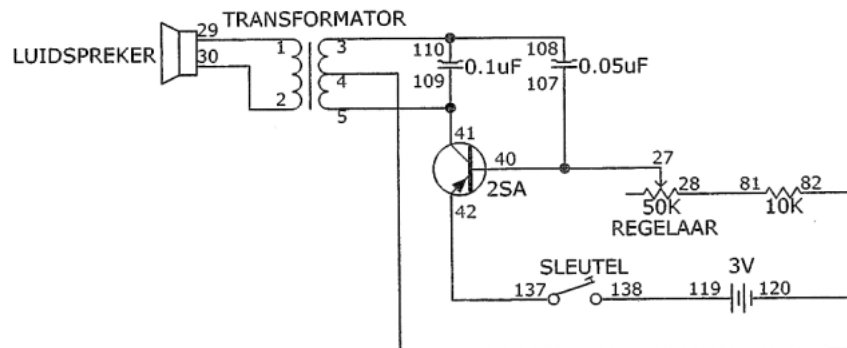
Om een melodie te spelen, moet je de regelaar op de juiste noot afstemmen en de sleutel indrukken. Stem de regelaar vervolgens opnieuw af voor de volgende noot en druk opnieuw de sleutel in.

Wanneer je de sleutel de eerste keer indrukt, stroomt de basisstroom rond de lus die door de batterij, de 10K ohm weerstand, de 50K ohm weerstand, de transistor-basis en -emitter, en de sleutel wordt gevormd.

De basisstroom zorgt ervoor dat de collectorstroom rond de lus kan vloeien die door de 3V voeding, de onderste helft van de transformatorspoel, de transistor-collector en -emitter, en de sleutel wordt gevormd.

De stroom die in de transformator vloeit, zorgt ervoor dat er een stroom rond de lus vloeit die wordt gevormd door de bovenste helft van de transformatorspoel, de 0,05 $\mu$ F condensator, de transistor-basis en -emitter, de sleutel, de batterij en weer terug naar het middelste aansluitpunt (2) van de transformator. Deze stroom laadt de 0,05 $\mu$ F condensator snel (in minder dan 0,0001 seconden) tot zo'n 4V met een polariteit die negatief is aan de kant van de transformator en positief aan de kant van de transistor basis. De output activeert de luidspreker alleen terwijl de stroom in de transformator vloeit.

Het laden van de 0,05 $\mu$ F condensator stopt wanneer het geproduceerde voltage van de bovenste helft van de transformatorspoel stopt. De condensator begint dan opnieuw te laden. Zodra het ontladen begint, wordt het voltage van de condensator hoger dan het voltage van de batterij. Het voltage met omgekeerde polariteit wordt aan de basis van de transistor geleverd en de transistor gaat uit. Alle transistor-uiteinden gedragen zich nu als open circuits. De condensator ontladt rond de lus die wordt gevormd door de bovenste transformatorspoel, de 10K ohm weerstand en de 50K ohm weerstand. Wanneer je de regelaar in een lagere stand zet, gaat het ontladen sneller, zodat het gehele proces zich sneller herhaalt en een hogere frequentie ontstaat. Zodra de 0,05 $\mu$ F condensator ontladt tot even onder de 3V van de batterij, wordt de cyclus herhaald.



### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-108-110, 4-82-120, 27-40-107, 28-81, 5-41-109, 42-137, 119-138.

### AANTEKENINGEN



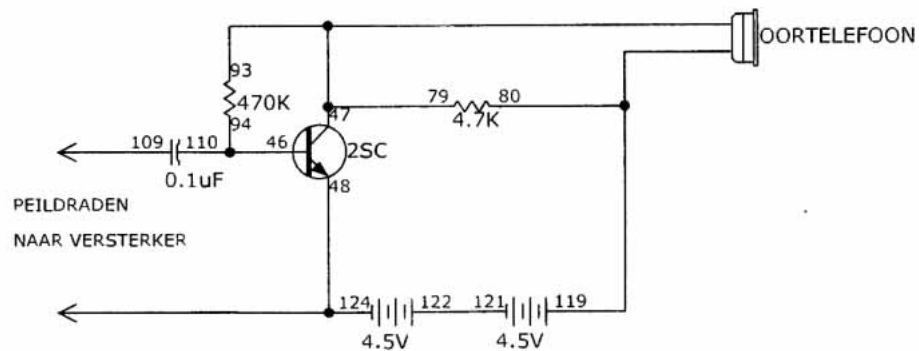
## 122. AUDIO SIGNAALTRACER

Dit projekt is een eenvoudige audio versterker met transistor die als audio signaaltracer wordt gebruikt. Je kunt deze versterker gebruiken om problemen met transistor audio apparatuur te achterhalen. Wanneer een circuit niet goed werkt, kun je de draden met verschillende aansluitpunten in het circuit verbinden totdat je het stadium of het onderdeel vindt dat het signaal niet doorlaat.

De 0,1 $\mu$ F input condensator blokkeert DC, dus je kunt in de circuits rondneuzen zonder bang te zijn dat je het circuit beschadigt.

Het versterker circuit is een circuit met een common emitter. Dit houdt in dat de emitter van de transistor direct met de input en de output van de oortelefoon is verbonden. Zijn basisstroom is een self current. De stroom van de transistor collector levert stroom aan de basis (via de 470K ohm weerstand). Dit zorgt voor een stabiliserende negatieve DC feedback.

Je kunt deze versterker gebruiken om transistorradio's of versterkers te testen die moeten worden gerepareerd.



### Bedradingsvolgorde:

46-110-94, 47-79-93-OORTELEFOON, 124-48-DRAAD, 119-80-OORTELEFOON, 109-DRAAD, 121-122.

### AANTEKENINGEN



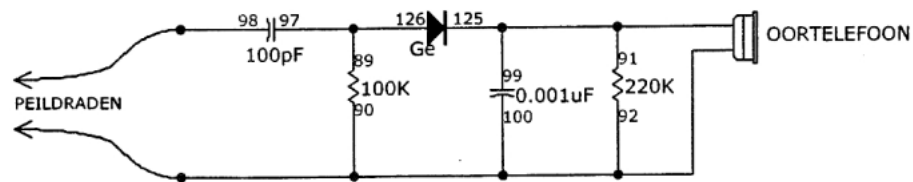
## 123. RADIOFREQUENTIE SIGNAALTRACER

Dit projekt is een breedband, onafgestemde RF signaaltracer. Je kunt hem gebruiken om erachter te komen waar RF ruis en storing vandaan komt en om antennesignalen te zoeken. Dit circuit lijkt op een onafgestemde kristalradio.

We gebruiken de 100pF condensator voor de input in dit circuit omdat deze DC en de 60 hertz stroom lijnfrequentie blokkeert, zodat de draden vrijwel alles kunnen aanraken zonder dat je bang hoeft te zijn dat je een elektrische schok krijgt. Maar je moet natuurlijk nooit opzettelijk met hoge voltages spelen.

Verbind de peildraden tussen geaarde objecten en andere metalen voorwerpen die als antenne kunnen fungeren. Je zult zien dat je met behulp van dit circuit allerlei AM signalen en ruis kunt ontvangen.

Sommige ruis die je hoort en identificeert, is afkomstig van elektronische CDI ontstekingssystemen in auto's, lichtdimmers, fluorescerende lampen of schakelaars die aan en uit gaan.



### Bedradingsvolgorde:

89-97-126, 90-92-100-OORTELEFOON-PEILDRADEN, 125-99-91-OORTELEFOON, 98-PEILDRADEN.

### AANTEKENINGEN

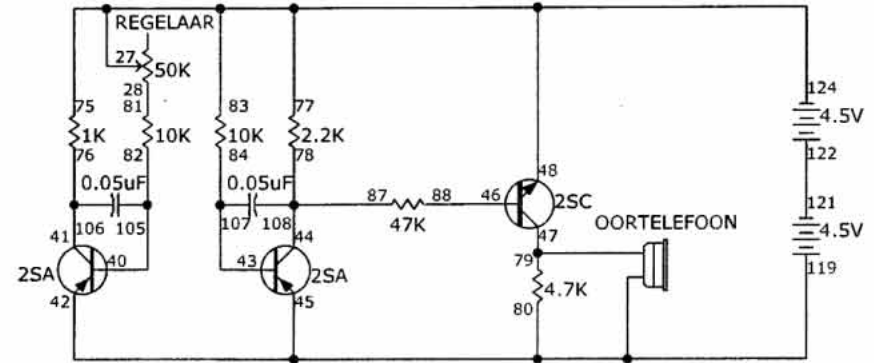


## 124. BLOKGOLF AUDIO OSCILLATOR

Je kunt blokgolven ook als testsignalen gebruiken. Blokgolven worden geproduceerd door multivibrator oscillatoren. Als het goed is, weet je nog dat je een dergelijk circuit in vorige projecten gebruikte. De naam blokgolf is afgeleid van het patroon dat het signaal op een oscilloscoop produceert (zie hieronder).



Voltooi de bedrading van dit circuit en je zult het geluid horen dat door een blokgolfsignaal wordt geproduceerd. Je kunt de toonhoogte en de frequentie van het signaal veranderen door de regelaar te verstellen. Hierdoor verandert de stroom die aan de bases van de PNP transistor wordt geleverd.



### Bedradingsvolgorde:

77-75-48-27-124, 28-81-83, 40-107-84, 41-106-76, 119-42-45-80-OORTELEFOON,  
43-105-82, 78-87-108-44, 46-88, 47-79-OORTELEFOON, 121-122.

### AANTEKENINGEN



## 125. ZAAGTANDGOLFOSCILLATOR

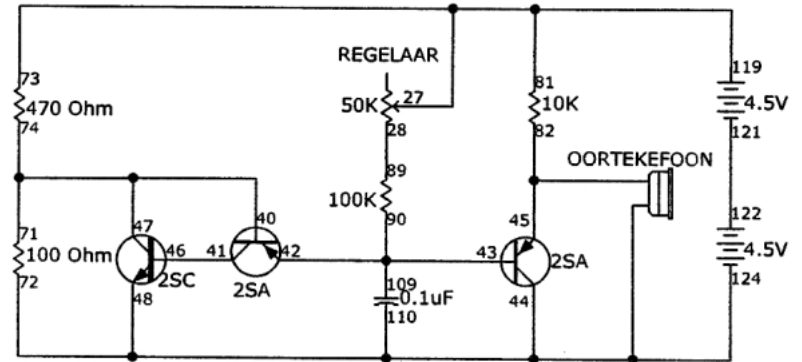
Wanneer je het signaal van deze oscillator met een oscilloscoop verbindt, verschijnt er een patroon dat op de tanden van een zaag lijkt (zie hieronder).



De vorm van deze golf wordt veroorzaakt door de  $0,1\mu\text{F}$  condensator die langzaam oplaadt via de regelaar en de  $100\text{K}$  ohm weerstand, en zich snel ontlaaft via de PNP en NPN transistoren.

De spanningsdeler – de  $470\text{ ohm}$  en  $100\text{ ohm}$  weerstanden – levert ongeveer  $1,6\text{ volts}$  aan de transistoren. De elektriciteit die van de  $9\text{V}$  voeding (via de regelaar en de  $199\text{K}$  ohm weerstand) in de  $0,1\mu\text{F}$  condensator stroomt, zorgt ervoor dat de lading van de condensator langzaam toeneemt. Wanneer de lading van de condensator het voltage van de spanningsdeler ( $1,6\text{V}$ ) overschrijdt, gaan de transistoren aan die zo een pad vormen waarlangs de  $0,1\mu\text{F}$  condensator snel kan ontladen. De transistoren gaan nu opnieuw uit, en de condensator begint langzaam te laden waarna het hele proces zich herhaalt.

Je kunt de frequentie van de oscillator veranderen door de waarden te veranderen van de onderdelen in het timer circuit – de regelaar, de  $100\text{K}$  ohm weerstand en de  $0,1\mu\text{F}$  condensator. Probeer een  $47\text{K}$  ohm of  $220\text{K}$  ohm weerstand in plaats van de  $100\text{K}$  ohm weerstand, als ook verschillende condensatoren. Wanneer je één van de elektrolytische condensatoren aansluit, hou dan de juiste polariteit in de gaten (+ en -).



### Bedradingsvolgorde:

73-81-27-119, 28-89, 71-74-47-40, 41-46, 42-43-90-109,  
124-44-48-110-72-OORTELEFOON, 45-82-OORTELEFOON, 121-122.

### AANTEKENINGEN

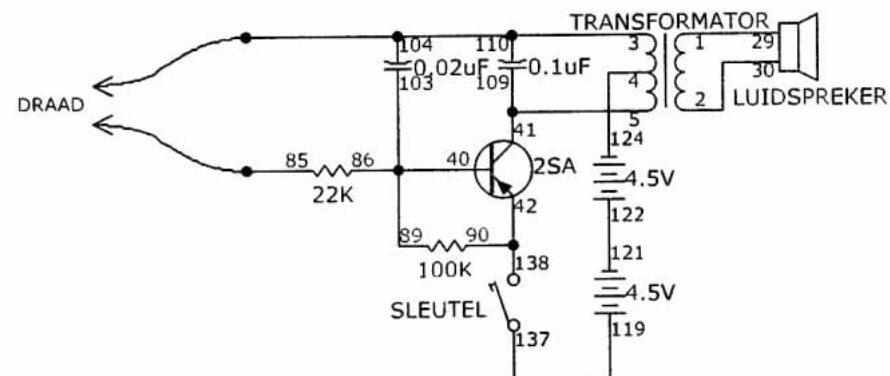


## 126. REGENDETECTOR

Dit circuit werkt als een regendetector. Wanneer de weerstand tussen de lange draden groter dan zo'n 250 ohms is, kan er geen stroom aan het circuit worden onttrokken – ongeacht de stand van de sleutel: open of dicht. Wanneer de sleutel wordt ingedrukt en water (of iets anders met een weerstand kleiner dan zo'n 400K ohms) aan beide testdraden wordt geplaatst, zal de luidspreker een toon produceren.

Sluit de draden op andere draden of metalen platen aan die op een geïsoleerd oppervlak zijn gelegd. Wanneer water het circuit rondmaakt door de twee draden of platen te bedekken, gaat het alarm af.

Deze oscillator is van het basis puls type dat we verschillende keren in deze kit hebben gebruikt. De 22K ohm weerstand beschermt het circuit tegen overmatige basisstroom, voor het geval de draden kortsluiting maken. De 100K ohm weerstand zorgt ervoor dat eventuele stroom van een lekkende transistor de oscillator niet aan kan schakelen.



### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-104-110, 124-4-DRAAD, 5-41-109, 86-89-103-40, 42-90-138, 85-DRAAD, 119-137, 121-122.

### AANTEKENINGEN





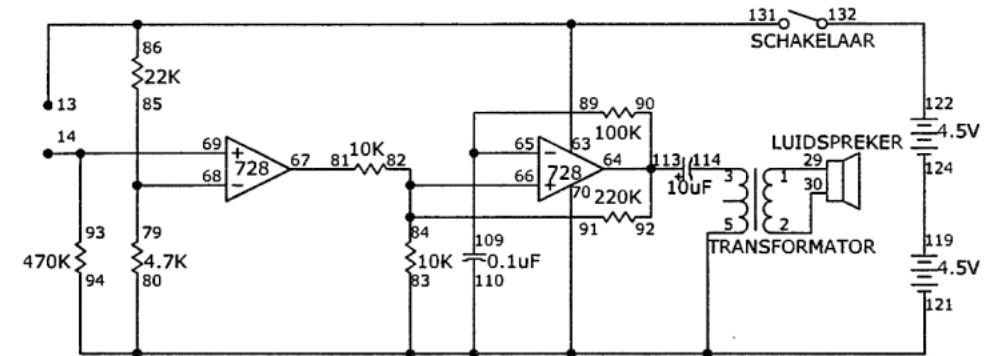
## 127. WATERNIVEAU ZOEMER MET OPERATIONELE VERSTERKER

Je kunt de dual operationele versterker als een comparator gebruiken om veranderingen in het voltage waar te nemen. In dit project gaan we deze comparator-functie toepassen om een waterzoemer te maken die geluid maakt wanneer het uiteinde van de draad in contact komt met water.

Zet de schakelaar in stand B en voltooi de bedrading van het circuit. Wanneer je klaar bent met de bedrading, zet dan de schakelaar in stand A om de stroom aan te schakelen. Als het goed is, hoor je geen geluid uit de luidspreker. Verbind nu de twee output aansluitpunten met een draad. Je zult nu een geluid uit de luidspreker horen.

Raak de twee output aansluitpunten aan met je vingers. Als de luidspreker opnieuw een geluid maakt, stroomt er elektriciteit door je lichaam omdat het uiteinde van de draad met zweet in contact komt.

Dit project maakt gebruik van twee dual operationele versterkers. IC1 fungeert als comparator. Het negatieve (-) input aansluitpunt van de IC heeft een referentievoltage van ongeveer 1,6V. Wanneer een voltage hoger dan 1,6V aan het positieve (+) input aansluitpunt wordt geleverd, zorgt de output van de comparator ervoor dat IC2 als astabiele multivibrator kan werken.



### Bedradingsvolgorde:

1-29, 2-30, 3-114, 5-83-80-94-70-110-121, 13-86-63-131, 14-93-69, 65-89-109, 66-82-84-91, 64-90-92-113, 67-81, 68-79-85, 119-124, 122-132.

### AANTEKENINGEN



## 128. METAALDETECTOR

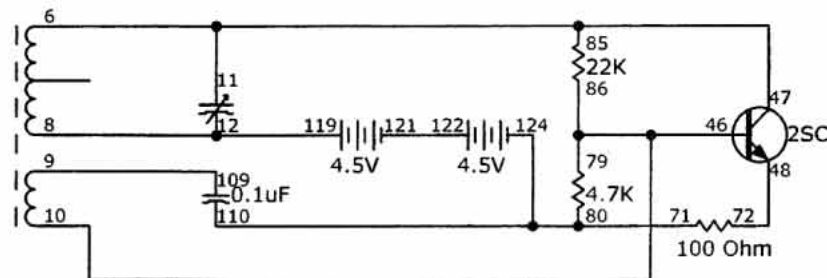
Dit project laat zien hoe een metaaldetector werkt. Wanneer de spoel vlakbij het metaal komt, verandert de frequentie van de oscillator; je weet dan dat er een metalen voorwerp in de buurt is. Dit type metaaldetector is gebruikt om verloren schatten, begraven buizen, verborgen landmijnen enz. te vinden. Tijdens oorlogen werden ze gebruikt om vele levens te redden door mijnen en booby-traps te lokaliseren die door de vijand waren geplaatst.

Dit circuit is een oscillator met kleine vervorming dat slechts een milliamp van de 9V voeding gebruikt. Door het gebruik van een kleine stroom kan het metaal een maximaal effect op de oscillatiefrequentie hebben.

Gebruik een kleine transistorradio die is afgestemd op een zwakke AM radiozender als detector. Stem de oscillator af totdat je een zwevingstoon met een lage frequentie hoort. Deze zwevingstoon is het verschil tussen het signaal van een radiozender en deze oscillator. Plaats de radio niet dichterbij dan nodig. De beste positie is die positie waar de niveau's van de twee signalen ongeveer gelijk zijn. Dit zorgt voor een maximale gevoeligheid.

Gebruik sleutels, plastice voorwerpen, muntstukken e.d. om de detector uit te proberen. Een echte metaaldetector heeft natuurlijk geen ferrietspoel zoals deze. Echte metaaldetectoren maken meestal gebruik van een spoel met luchtkern die is afgeschermd door een aluminium elektrostatisch scherm dat een Faraday electrostatic shield wordt genoemd.

Als de oscillator niet oscilleert, wat je ook doet, probeer dan de draadverbindingen met contactveertjes 9 en 10 om te draaien. Als hierdoor het probleem is opgelost, verwissel dan deze draadverbindingen aan de onderzijde van het paneel zodat je de juiste contactveertjes voor dit en andere dergelijke projecten kunt gebruiken.



### Bedradingsvolgorde:

6-11-85-47, 8-12-119, 9-109, 10-79-86-46, 48-72, 71-80-110-124, 121-122.

### AANTEKENINGEN



## 129. WATERNIVEAU ALARM

Dit elektronische circuit is een radiozender/alarm apparaat dat wordt gebruikt om stijgende waterniveaus van rivieren, dammen en afvoerkanalen in de gaten te houden. De alarmsignalen worden door een standaard AM radio ontvangen. Wanneer de platen of draden voor het watercontact uit het water zijn, is het circuit niet compleet en er is dus geen RF output. Wanneer de contacten met water in aanraking komen, geeft een RF output die door de radio wordt ontvangen aan dat het waterniveau de hoogte van de contacten heeft bereikt.

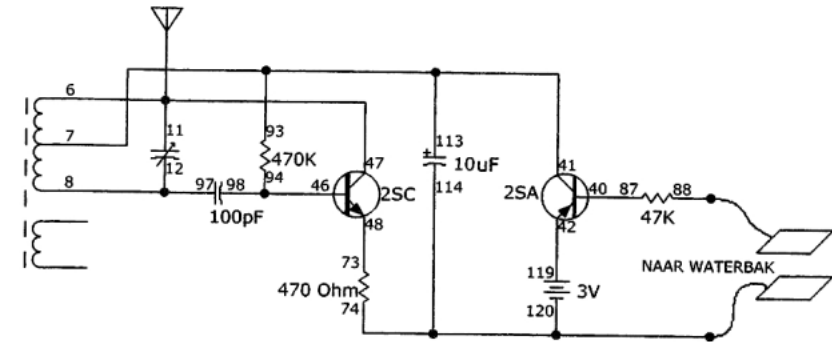
De emitter van de NPN transistor in het RF oscillator circuit is via de 10 $\mu$ F condensator aangesloten op het middelste contactveertje van de ferrietspoel. Bij deze frequenties fungeert de condensator als een kortgesloten circuit. Feedback naar de basis gaat via de 100pF condensator. De 470K ohm weerstand levert de basisstroom die de transistor aanschakelt.

Merk op dat de stroom van de batterij door de PNP transistor moet stromen om het oscillator circuit te kunnen bereiken en weer terug te kunnen komen. Aangezien de draden van elkaar zijn gescheiden, is de enige stroom die kan vloeien de lekstroom van de collector naar de emitter met de basis open. Deze zwakke stroom kan de RF oscillator niet van voldoende energie voorzien.

Wanneer de draden door het water worden verbonden, kan er wat stroom door het water stromen zodat een basisstroom aan de PNP transistor geleverd wordt. Deze basisstroom zorgt ervoor dat de PNP transistor aan gaat zodat oscillator-stroom met weinig weerstand tussen de collector en de emitter van de PNP transistor kan stromen. We gebruiken de 47K ohm weerstand om de stroomweerstand te beperken. Zonder deze weerstand zou de PNP transistor kunnen doorbranden als gevolg van een overdosis aan stroom, vooral wanneer de peildraden elkaar per ongeluk zouden raken.

Wanneer de transistor aan is, produceert de RF oscillator een RF signaal. De peildraden kunnen van bijna elk soort geïsoleerde geleider worden gemaakt, maar grote oppervlakken zorgen voor de snelste aanschakeling.

Plaats een AM radio-ontvanger vlakbij en stem deze op een zwakke zender af. Stem vervolgens met de afstemcondensator de oscillatiefrequentie zodanig af zodat je het geluid via de radio kan horen.



### Bedradingsvolgorde:

47-11-6-ANTENNE, 7-93-113-41, 8-12-97, 40-87, 42-119, 46-98-94, 48-73, 74-114-120-WATER, 88-WATER.

### AANTEKENINGEN



### 130. DRIE-TRAPS WATERNIVEAU INDICATOR

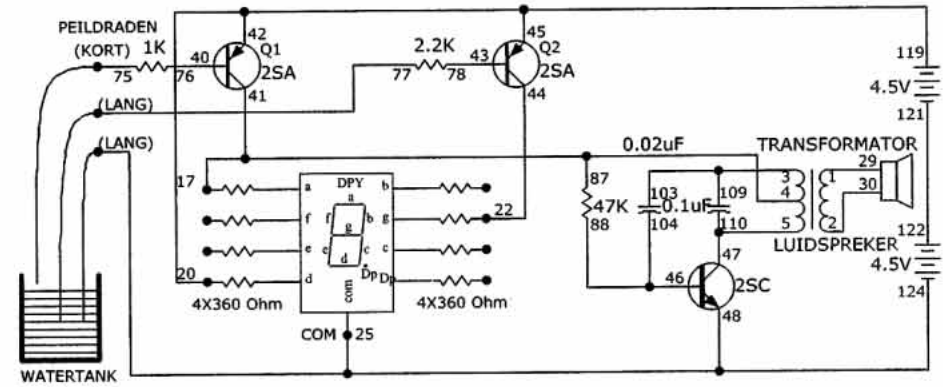
Dit project gebruikt de LED en een audio oscillator alarm om drie verschillende niveau's van water in een bak aan te geven. Het water wordt als geleider gebruikt om de circuits compleet te maken en het waterniveau aan te geven.

Wanneer het water lager staat dan alle drie draden, brandt alleen het onderste deel van de LED (D) (laag waterniveau).

Wanneer het water tot een niveau stijgt waar het de twee lange draden raakt die met contactveertjes 77 en 124 zijn verbonden (maar waar het nog niet de kortere draad bereikt), zal de basisstroom transistor Q2 aanschakelen en het middelste deel van de LED (G) gaan branden (middelmatig waterniveau).

Wanneer het water een zodanig niveau bereikt dat alle drie draden met het water in aanraking komen, wordt de basisstroom aan transistor Q1 geleverd waardoor het bovenste deel van de LED (A) gaat branden. De audio oscillator wordt ook geactiveerd om voor een hoog waterniveau te waarschuwen.

Je kunt deze bedrading natuurlijk ook veranderen zodat de LED display letters of symbolen vertoont die de verschillende waterniveau's aangeven. Kun je enkele goede symbolen bedenken? (Wat dacht je van L=laag, M-midden en H=hoog?)



#### Bedradingsvolgorde:

- 1-29, 2-30, 3-103-109, 4-17-41-87, 5-47-110, 20-42-45-119, 22-44,
- 25-48-124-DRAAD, 40-76, 43-78, 46-104-88, 75-DRAAD, 77-DRAAD, 121-122.

AANTEKENINGEN

# INDEX

We hebben deze lijst toegevoegd om je te helpen experimenten en circuits te vinden waarin je misschien speciaal geïnteresseerd bent. Veel van de experimenten zijn twee, drie of vier keer in de lijst opgenomen – daar ze op veel verschillende manieren kunnen worden toegepast. Je zult zien dat sommige onder circuits voor plezier zijn gerangschikt, ookal vielen ze daar niet onder bij de beschrijving van de projecten; desalniettemin zul je merken dat sommige van deze circuits ook andere toepassingen hebben.

Wil je meer over een bepaald type circuit te weten komen? Maak dan gebruik van deze index om alle andere toepassingen van een bepaald circuit op te zoeken – ga dan naar de gevonden toepassing(en) en lees wat we bij elke toepassing hebben geschreven. Je zult merken dat je door heen en weer te bladeren veel meer details over circuits zult oppikken dan wanneer je in de aangegeven volgorde van het ene projekt naar het andere gaat.

Gebruik deze index en je eigen creativiteit; we zijn er zeker van dat je op deze manier heel wat extra plezier met je Lab Kit zult beleven.

## **BASIS ELEKTRONISCHE CIRCUITS EN ONDERDELEN**

Diodes: 27, 29, 34, 88, 90, 99, 106, 107, 115

Geïntegreerd: 34, 70

Kondensatoren: 2, 5, 6, 15, 16, 17, 22, 32, 48, 49, 60, 67, 120, 124

Multivibrators: 48, 50, 53, 87, 88

Set/reset: 55, 56

Timing: 10

Transformatoren: 119

Weerstand: 1, 6, 12, 17, 20, 26, 65, 72, 79, 82, 107, 109, 116, 125, 128

## **CIRCUITS VOOR HET PLEZIER**

Alarm: 55, 68, 69, 83, 94, 99, 100, 125, 128, 129

Audio oscillatoren: 49

Code-zender: 112

Elektronische kat: 3

Geluid: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 16, 18, 21, 49, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 68, 69,  
75, 84, 85, 86, 87, 94, 98, 99, 101, 107

Grootvaders klok: 10

Machinegeweer: 5

Metaaldetector: 127

Metronoom: 9, 88

Motorfiets: 6

Musical: 9, 11, 107

Persistence of vision / NABEELD: 14

Radio: 4, 5, 12, 44, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 122, 123, 127, 128

Regendetector: 125

RF signaal tracer: 123

Schot in het donker: 59

Sirene: 7, 8, 18, 84, 85, 86, 87, 94

Stroboscoop: 13

Timer: 51, 52, 89, 100, 101, 105, 124

Zoemen: 53, 54, 83, 100

## **GEINTEGREERD CIRCUIT PROJECTEN**

IC radio: 114

Versterker: 21, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 88, 89, 90, 91, 92, 95, 97,  
102, 103, 108, 126

Versterker toepassingen: 21, 75

## **LED DISPLAY**

LED display: 14, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 66, 93, 96, 102, 104, 129

Logisch: 26, 27, 28, 29, 34, 37, 96, 104

## **LOGISCHE EN COMPUTER CIRCUITS**

AND poort: 27, 36, 40, 41

Data: 47

DTL: 27, 28, 29, 30, 35

Exclusive OR: 30, 38

Flip-flop: 32, 33, 44, 45, 55, 56

Inverterend: 70, 75, 76, 77, 80, 95, 114

Lijn: 46

NAND poort: 29, 43

NOR poort: 39

OR poort: 37, 38, 39, 42

TTL: 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 65, 87, 89, 110,  
128

Voeding: 27, 75, 76, 77, 78

## **NATUURLIJK WETENSCHAPPEN PROJECTEN**

Elektrische energie: 58

Vis: 5

## **OSCILLATOREN**

Blokgolf: 64, 81, 82, 123

Blokkeren: 17

Oscillatoren: 4, 49

Sinusgolf: 118, 119, 120

## **SCHAKELING EN REGULATIE CIRCUITS**

Relay: 25

Transistor: 32, 33, 63, 64, 80, 106, 111, 117

## **TESTAPPARATUUR**

Transistor checker: 117

Voltmeters: 26, 61

Waterniveau: 130

## **ZENDERS**

Code: 109, 112

Stem: 10, 58, 95, 99, 103, 113

Toon: 7, 8, 11, 16, 49, 60, 62, 65, 69, 79, 109, 112, 113, 118, 121

# LIJST VAN ONDERDELEN

Antennehouder	Knop regelaar, plastic	Schroef 2,6 x 5 mm (1)
Batterij contact metaal S (4)	Knop sleutel hendel, plastic	Schroef 3 x 8 mm (11)
Batterij contact metaal W (4)	Kondensatoren	Schuifschakelaar
Batterij doos plastic (2)	10pF, keramische disk type	Sleutel hendel metaal
CdS buis plastic	100pF, keramische disk type	Staafantenne 350 $\mu$ H met 5 uiteinden
CdS cel	0,001 $\mu$ F, keramische disk type	Transformator output (900 ohm CT : 8 ohm)
CdS houder plastic	0,01 $\mu$ F, keramische disk type	Transistoren
Digitale display PCB montage	0,02 $\mu$ F, keramische disk type	2SA733 Q PNP, Si (2)
bestaande uit	0,05 $\mu$ F, keramische disk type (2)	2SC945 Q, NPN, Si
LED digitale display LT-312	0,1 $\mu$ F, keramische disk type	Variabele kondensator (afstemmen) 265pF
PCB voor digitale display	3,3 $\mu$ F, 25-volt elektrolytisch type	Variabele weerstand (regelaar) 50K-B
Weerstand 360 ohm (8)	10 $\mu$ F, 16-volt elektrolytisch type	Veertje medium (138)
Diode Germanium 1N60 / 1K60 (2)	100 $\mu$ F, 10-volt elektrolytisch type	Weerstanden
Diode Silicium 1SS53 / 1N4148	470 $\mu$ F, 10-volt elektrolytisch type	100 ohm
Draad voor batterijdoos	Lichtemitterende diode (3)	470 ohm
Rood 200 mm (2)	<b>Verbindingsplaatje</b> 3 mm (2)	1K ohm
Oranje 200 mm (2)	Luidspreker 57 mm, 8 ohm	2,2K ohm
Zwart 200 mm (2)	Luidspreker houder plastic	4,7K ohm
Draden	Moer 3 mm (9)	10K ohm (2)
Wit, 75 mm (20)	Oortelefoon, keramisch type	22K ohm
Rood, 150 mm (30)	Paneel plastic (L)	47K ohm
Blauw, 250 mm (20)	Paneel plastic (R)	100K ohm
Geel, 350 mm (5)	Paneel plastic (binnenkant) (L)	220K ohm
Zwart, 380 mm (2)	Paneel plastic (binnenkant) (R)	470K ohm
Groen, 3M (2)	Paneel plastic (binnenkant) (bovenkant)	
Geïntegreerd circuit 74LS00	Papieren paneel	
Geïntegreerd circuit BA728	PCB voor 74LS00	
Knop afstemmen, plastic	PCB voor BA728	

De experimenten in deze kit zijn ontworpen overeenkomstig met de voorschriften zoals zijn vastgelegd door de Rijksdienst Radiocommunicatie en het is van belang dat je de instructies nauwkeurig opvolgt en alleen de componenten en materialen gebruikt die in deze kit zijn bijgeleverd.

## **MAXITRONIX ENTERPRISE LIMITED**

**4F-1, NO.2, FU-JIN STREET,  
TAIPEI, TAIWAN, R.O.C.**

**TEL: (886-2) 2718-6717**

**FAX: (886-2) 2718-7098**

***Email: [maxitron@ms21.hinet.net](mailto:maxitron@ms21.hinet.net)***

***Email: [maxitron@netvigator.com](mailto:maxitron@netvigator.com)***

***Homepage: [www.maxitronix.com](http://www.maxitronix.com)***

***Maxitronix Lab*** ® en andere verwante merken zijn geregistreerde handelsmerken van Maxitronix Enterprise Limited

**Gedrukt in China, P.R.C.**



De experimenten in deze kit zijn ontworpen overeenkomstig met de voorschriften zoals zijn vastgelegd door de Rijksdienst Radiocommunicatie en het is van belang dat je de instructies nauwkeurig opvolgt en alleen de componenten en materialen gebruikt die in deze kit zijn bijgeleverd.

## **MAXITRONIX ENTERPRISE LIMITED**

**4F-1, NO.2, FU-JIN STREET,  
TAIPEI, TAIWAN, R.O.C.**

**TEL.:(886-2)2718-6717**

**FAX:(886-2)2718-7098**

***Email: maxitron@ms21.hinet.net***

***Email: maxitron@netvigator.com***

***Homepage: www.maxitronix.com***

***Maxitronix Lab ® en andere verwante merken zijn geregistreeerde handelsmerken van Maxitronix Enterprise Limited***

**Gedrukt in China, P.R.C.**

## LISTE DES PIÈCES

### Porte-antenne

Antenne de 350  $\mu\text{H}$  à 5 conducteurs  
Boîtier en plastique (2) pour piles  
Contact de pile S, en métal (4)  
Contact de pile W, en métal (4)

### Condensateurs

10 pF, céramique plat  
100 pF, céramique plat  
0.001  $\mu\text{F}$ , céramique plat  
0.01  $\mu\text{F}$ , céramique plat  
0.02  $\mu\text{F}$ , céramique plat  
0.05  $\mu\text{F}$ , céramique plat (2)  
0.1  $\mu\text{F}$ , céramique plat  
3.3  $\mu\text{F}$ , 25 volts, électrolytique  
10  $\mu\text{F}$ , 16 volts, électrolytique  
100  $\mu\text{F}$ , 10 volts, électrolytique  
470  $\mu\text{F}$ , 10 volts, électrolytique

### Photopile CdS

Porte-photopile CdS en plastique

Tube de photopile, en plastique

Ensemble de carte d'affichage  
numérique

Comprend

Affichage numérique à DEL, LT-312

Carte d'affichage numérique

Résistance, 360 ohms (8)

Diode au germanium 1N60/1K60 (2)

Diode au silicium 1SS53/1N4148

Ecouteur, type céramique

Cadre en plastique (G)

Cadre en plastique (D)

Cadre intérieur en plastique (G)

Cadre intérieur en plastique (D)

Cadre intérieur en plastique (supérieur)

Circuit intégré 74LS00

Circuit intégré BA728

Manipulateur, en métal

Bouton de manipulateur, en plastique

Bouton de commande, en plastique

Bouton d'accord, en plastique

Diode électroluminescente (3)

Patte, 3 mm (2)

Écrou 3 mm (9)

Panneau en papier

Carte pour 74LS00

Carte pour BA728

Résistances

100 ohms

470 ohms

1 kilohm

2.2 kilohms

4.7 kilohms

10 kilohms (2)

22 kilohms

47 kilohms

100 kilohms

220 kilohms

470 kilohms

Vis, 2,6  $\times$  5 mm (1)

Vis, 3  $\times$  8 mm (11)

Curseur

Haut-parleur, 57 mm, 8 ohms

Support de haut-parleur, en plastique

Borne-ressort (138)

Transformateur de sortie

(900 ohms, à prise médiane, 8 ohms)

### Transistors

2SA733 Q, PNP, au silicium (2)

2SC945 Q, NPN, au silicium

Condensateur variable (accord), 265 pF

Résistance variable (commande),

50 kilohms

Conducteurs pour boîtier de piles

Rouge, 200 mm (2)

Orange, 200 mm (2)

Noir, 200 mm (2)

Conducteurs

Blanc, 75 mm (20)

Rouge, 150 mm (30)

Bleu, 250 mm (20)

Jaune, 350 mm (5)

Noir, 380 mm (2)

Vert, 3 m (2)

## **MONTAGES DE SCIENCES NATURELLES**

Energie électrique: 58

Poisson: 5

## **OSCILLATEURS**

À blocage: 17

Oscillateurs: 4, 49

Onde sinusoïdale: 118, 119, 120

Onde carrée: 64, 81, 82, 123

## **CIRCUITS DE COMMUTATION ET DE COMMANDE**

Relais: 25

À transistors: 32, 33, 63, 64, 80, 106, 111, 117

## **ÉQUIPEMENT DE VERIFICATION**

Vérificateur de transistor: 117

Voltmètres: 26, 61

Niveau d'eau: 130

## **ÉMETTEURS**

Morse: 109, 112

Tonalité: 7, 8, 11, 16, 49, 60, 62, 65, 69, 79, 109, 112, 113, 118, 121

Voix: 10, 58, 95, 99, 103, 113

## INDEX

La liste suivante facilite la localisation des montages et des circuits qui peuvent présenter un intérêt particulier pour l'utilisateur. La plupart des montages sont indiqués à deux, trois ou quatre reprises, car on peut les utiliser de plusieurs façons. Certains sont dit "circuits amusants", même s'ils n'ont pas été classés comme tel dans l'ordre des montages. De plus, certains de ces circuits peuvent avoir d'autres applications.

Si l'on veut en savoir davantage sur un circuit particulier, il suffit de consulter cet index pour y trouver les autres utilisations et applications. On peut ensuite passer au texte du montage pour plus de détails. En sautant entre les différents circuits, on en apprendra souvent davantage qu'en passant simplement d'un montage à l'autre, dans l'ordre indiqué.

Avec cet index et un peu d'imagination, ce kit se révélera encore plus intéressant.

### CIRCUITS ET COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES DE BASE

Condensateurs: 2, 5, 6, 15, 16, 17, 22, 32, 48, 49, 60, 67, 120, 124  
Diodes: 27, 29, 34, 88, 90, 99, 106, 107, 115  
Circuits intégrés: 34, 70  
Multivibrateurs: 48, 50, 53, 87, 88  
Résistances: 1, 6, 12, 17, 20, 26, 65, 72, 79, 82, 89, 107, 109, 116, 125, 128  
Avertisseur bistable: 55, 56  
Minuterie: 10  
Transformateurs: 119

### CIRCUITS AMUSANTS

Alarme: 55, 68, 69, 83, 94, 99, 100, 125, 128, 129  
Oscillateurs de son: 49  
Vibreux: 53, 54, 83, 100  
Émetteur de morse: 112  
Chat électronique: 3  
Horloge ancienne: 10  
Mitrailleuse: 5  
Détecteur de métal: 127  
Métronome: 9, 88  
Motocyclette: 6  
Circuit musical: 9, 11, 107  
Persistance de la vue: 14  
Radio: 4, 5, 12, 44, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 122, 123, 127, 128  
Détecteur de pluie: 125  
Contrôleur de dépannage de radiofréquence: 123  
Coup de feu dans l'obscurité: 59  
Sirène: 7, 8, 18, 84, 85, 86, 87, 94

Son: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 16, 18, 21, 49, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 68, 69, 75, 84, 85, 86, 87, 94, 98, 99, 101, 107

Stroboscope: 13

Minuterie: 51, 52, 89, 100, 101, 105, 124

### MONTAGES AVEC CIRCUIT INTÉGRÉ

Amplificateur: 21, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 88, 89, 90, 91, 92, 95, 97, 102, 103, 108, 126  
Utilisation de l'amplificateur: 21, 75  
Radio avec CI: 114

### AFFICHAGE À DEL

Affichage à DEL: 14, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 66, 93, 96, 102, 104, 109  
Logique: 26, 27, 28, 29, 34, 37, 96, 104

### CIRCUITS LOGIQUES ET ORDINATEURS

Porte ET: 27, 36, 40, 41  
Données: 47  
DTL: 27, 28, 29, 30, 36  
OU exclusif: 30, 38  
Bascule: 32, 33, 44, 45, 55, 56  
Inversion: 70, 75, 76, 77, 80, 95, 114  
Sélecteur de ligne: 46  
Porte NON-ET: 29, 43  
Porte NI: 39  
Porte OU: 37, 38, 39, 42  
Alimentation: 27, 75, 76, 77, 78  
TTL: 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 65, 87, 89, 110, 128

## MONTAGE 130. INDICATEUR DE NIVEAU D'EAU TROIS DEGRÉS

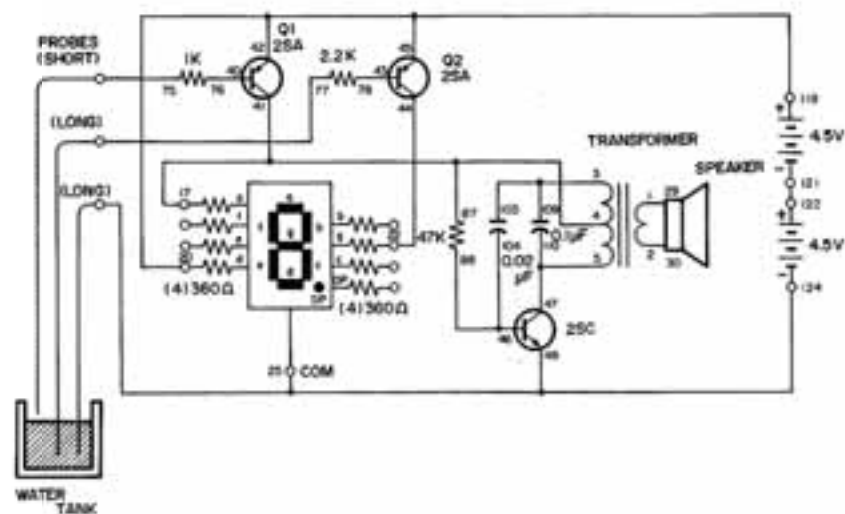
Dans ce montage, on utilise la DEL et un oscillateur sonore pour indiquer trois niveaux différents de l'eau dans un récipient. L'eau sert de conducteur pour fermer les circuits et indiquer le niveau.

Quand l'eau est au-dessous des trois branchements, seul le segment inférieur (D) de la DEL est allumé (bas niveau de l'eau).

Quand l'eau monte à un niveau où elle touche les deux conducteurs longs reliés aux bornes 77 et 124 (tout en restant au-dessous du conducteur le plus court), le courant de base fait conduire le transistor Q2. Le segment central de la DEL (G) s'allume (niveau d'eau moyen).

Si l'eau monte suffisamment pour entrer en contact avec les trois conducteurs, elle établit le courant de base du transistor Q1. Le segment supérieur de la DEL (A) s'allume. L'oscillateur sonore se met aussi en marche et avertit du haut niveau d'eau.

Vous pouvez évidemment modifier ce montage pour que l'affichage à DEL montre d'autres symboles correspondant aux différents niveaux d'eau. Pouvez-vous imaginer d'autres symboles? (par exemple, B pour bas, I pour intermédiaire et H pour haut).



### Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-103-109, 4-17-41-87, 5-47-110, 20-42-45-119, 22-44, 25-48-124-WIRE, 40-76, 43-78, 46-104-88, 75-WIRE, 77-WIRE, 121-122.

### REMARQUES

## MONTAGE 129. AVERTISSEUR DE NIVEAU D'EAU

Ce circuit comprend un émetteur de radio/dispositif d'alarme qui sert à contrler un niveau d'eau en hausse, comme celui d'une rivière, d'un barrage ou d'un déversoir. Un poste de radio AM peut recevoir les signaux d'alarme de ce circuit. Quand les plaques ou conducteurs de contact sont hors de l'eau, le circuit est ouvert; il n'y a pas de sortie HF. Quand les contacts touchent l'eau, le poste de radio reçoit la sortie HF qui indique que le niveau est à la hauteur des contacts.

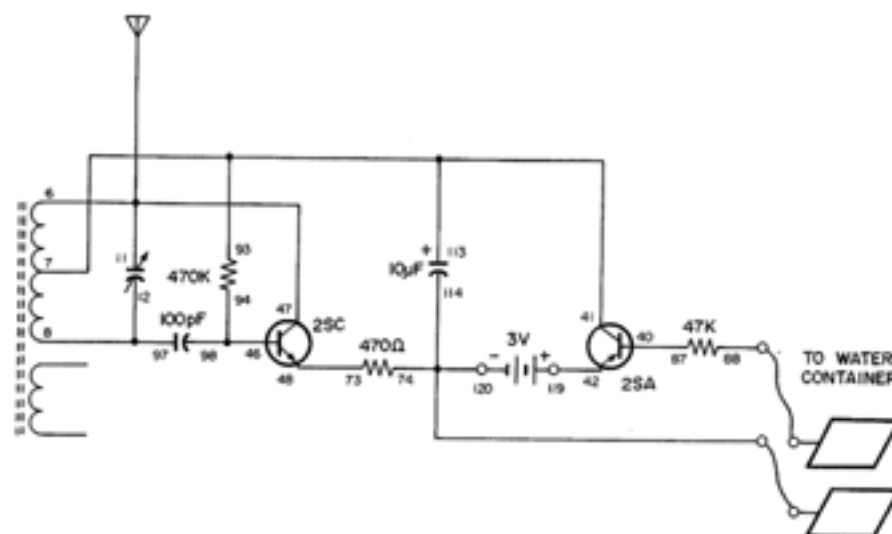
Dans le circuit oscillateur HF, l'émetteur du transistor NPN est relié à la borne centrale de la bobine de ferrite par le condensateur de 10 uF. Aux fréquences d'utilisation de ce montage, le condensateur sert de court-circuit. La réaction à la base se fait par le condensateur de 100 uF. La résistance de 470 kilohms fournit le courant de base qui fait conduire le transistor.

Le courant des piles doit passer par le transistor PNP pour arriver au circuit oscillateur. Les conducteurs étant isolés l'un de l'autre, seul le courant de fuite peut passer du collecteur à l'émetteur quand la base est en circuit ouvert. Ce courant faible ne peut pas déclencher l'oscillateur HF.

Quand l'eau établit le contact entre les conducteurs, un courant y passe et ferme le circuit de la base du transistor PNP. Ce courant de base fait conduire le transistor PNP, et le courant d'oscillateur passe entre le collecteur et l'émetteur de ce transistor, pratiquement sans résistance. La résistance de 47 kilohms sert à limiter le courant. Sans cette résistance, un courant excessif risque de griller le transistor PNP, surtout si les sondes entrent accidentellement en contact.

Quand le transistor conduit, l'oscillateur produit un signal HF. Vous pouvez préparer des sondes avec des conducteurs isolés quelconques, mais elles assurent un meilleur contact si leur surface est plutôt grande.

Placez un récepteur de radio AM à proximité et réglez-le sur une station faible. Ajustez ensuite la fréquence d'oscillation à l'aide du condensateur d'accord de façon que la radio la reproduise.



### Ordre des branchements

47-11-6-ANT, 7-93-113-41, 8-12-97, 40-87, 42-119, 46-98-94, 48-73, 74-114-120-WATER, 88-WATER.

### REMARQUES



## MONTAGE 128. DÉTECTEUR DE MÉTAL

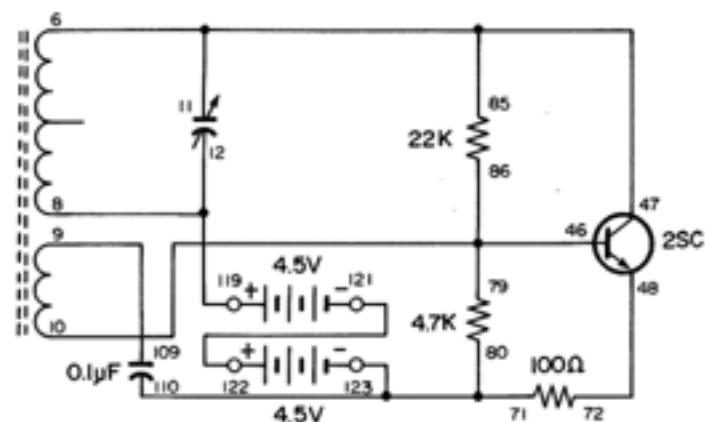
Ce montage montre le fonctionnement d'un détecteur de métal. Quand vous approchez la bobine d'un métal, la fréquence de l'oscillateur change. Vous savez alors qu'il y a un objet en métal à proximité. Ce genre de détecteur a permis de localiser des trésors, des canalisations sous terre, des mines, etc. Pendant la guerre, ce genre de détecteur a contribué à épargner de nombreuses vies en localisant les mines et les pignes plantés par l'ennemi.

Ce circuit se compose d'un oscillateur à distorsion faible qui ne consomme qu'un milliampère de l'alimentation de 9 V. L'utilisation d'une énergie faible permet au métal d'avoir un effet maximal sur la fréquence d'oscillation.

Utilisez comme détecteur un petit poste de radio à transistors réglé sur une station AM faible. Réglez l'oscillateur de façon que vous entendiez une note de battement de basse fréquence. Cette note représente la différence entre le signal de la station d'émission et cet oscillateur. N'approchez pas le poste de radio de l'oscillateur plus que nécessaire. La distance est idéale quand les niveaux des deux signaux sont à peu près égaux. La sensibilité est alors maximale.

À titre d'exemple, utilisez des objets comme des clés, des pièces de monnaie, des objets en plastique, etc. Un véritable détecteur de métal ne possède évidemment pas de petite bobine en ferrite comme celui-ci. Il est généralement équipé d'une bobine à noyau d'air protégée par un blindage électrostatique en aluminium dit cage de Faraday.

S'il ne se produit aucune oscillation, essayez d'inverser les branchements des bornes 9 et 10. Si vous remédiez ainsi au problème, inversez les branchements sous le kit de façon à utiliser les bornes correctes pour ce circuit et d'autres montages similaires.



### Ordre des branchements

6-11-85-47, 8-12-119, 9-109, 10-79-86-46, 48-72, 71-80-110-123, 121-122.

### REMARQUES



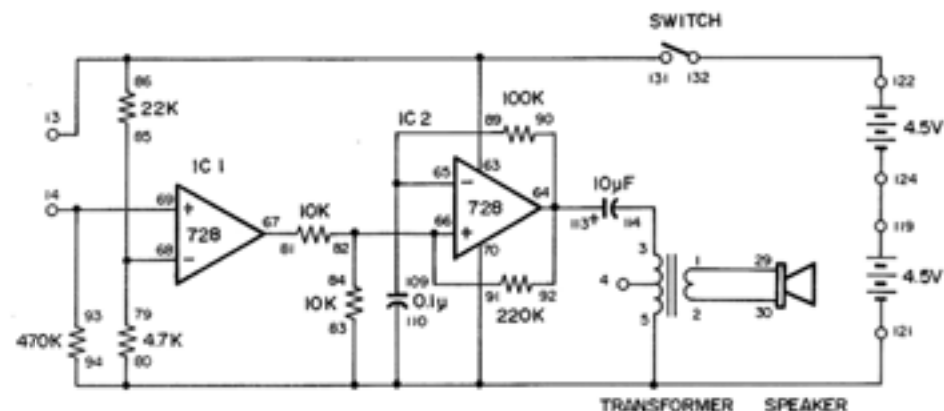
## MONTAGE 127. AVERTISSEUR DE NIVEAU D'EAU AVEC AMPLI OPÉRATIONNEL

L'ampli opérationnel double peut servir de comparateur pour détecter des variations de tension. Dans ce montage, nous employons cette fonction de comparateur dans un avertisseur de niveau qui se met en marche quand les extrémités des conducteurs entrent en contact avec l'eau.

Mettez l'interrupteur à la position B et assemblez le circuit. Quand les branchements sont terminés, réglez l'interrupteur à la position A pour mettre le circuit sous tension. Le haut-parleur ne doit produire aucun son. Reliez maintenant les deux bornes de sortie à l'aide d'un conducteur. Le haut-parleur doit émettre un son.

Appliquez ensuite les doigts sur les deux bornes de sortie. Si le haut-parleur produit encore un son, l'électricité vous traverse le corps parce que les conducteurs sont en contact avec votre transpiration.

Ce montage comprend deux amplis opérationnels doubles. Le CI 1 sert de comparateur. La borne d'entrée négative (-) du CI 1 a une tension de référence d'environ 1.6 V. Si l'on applique une tension de plus de 1.6 V à la borne d'entrée positive (+), la sortie du comparateur permet au CI 2 de fonctionner en multivibrateur astable.



### Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-114, 5-83-80-94-70-110-121, 13-86-63-131, 14-93-69, 65-89-109, 66-82-84-91, 64-90-92-113, 67-81, 68-79-85, 119-124, 122-132.

### REMARQUE

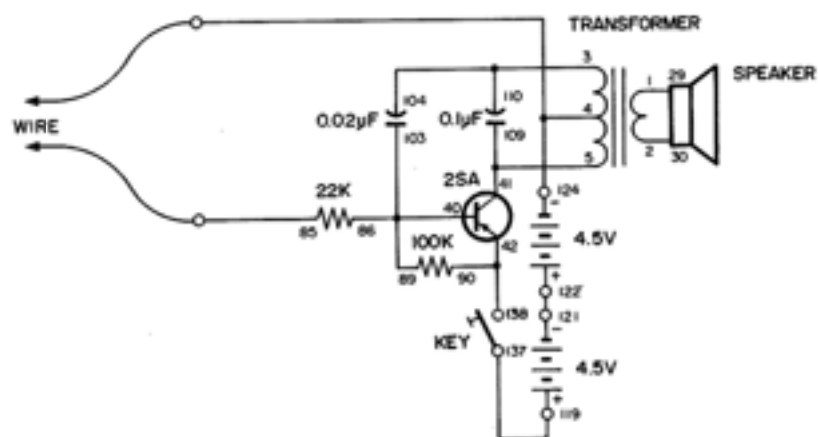


## MONTAGE 126. DÉTECTEUR DE PLUIE

Ce circuit sert de détecteur de pluie. Quand la résistance entre les longs conducteurs est supérieure à 250 kilohms, aucun courant ne passe dans le circuit, avec le manipulateur ouvert ou fermé. Si vous fermez le manipulateur et s'il y a de l'eau (ou tout autre corps offrant une résistance inférieure à 400 kilohms) entre les deux conducteurs, le haut-parleur émet une tonalité.

Reliez les conducteurs longs à d'autres conducteurs ou plaques métalliques posées sur une surface isolée. Quand l'eau complète le circuit en mettant en contact les deux conducteurs ou plaques, l'alarme se met en marche.

L'oscillateur de ce montage est du type à impulsions, utilisé à plusieurs reprises dans ce kit. La résistance de 22 kilohms protège le circuit d'un courant de base trop élevé, en cas de court-circuit entre les conducteurs. La résistance de 100 kilohms empêche tout courant de fuite de transistor de mettre l'oscillateur en fonction.



### Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-104-110, 124-4-WIRE, 5-41-109, 86-89-103-40, 42-90-138, 85-WIRE, 119-137, 121-122.

### REMARQUES



## MONTAGE 125. OSCILLATEUR D'ONDE EN DENT DE SCIE

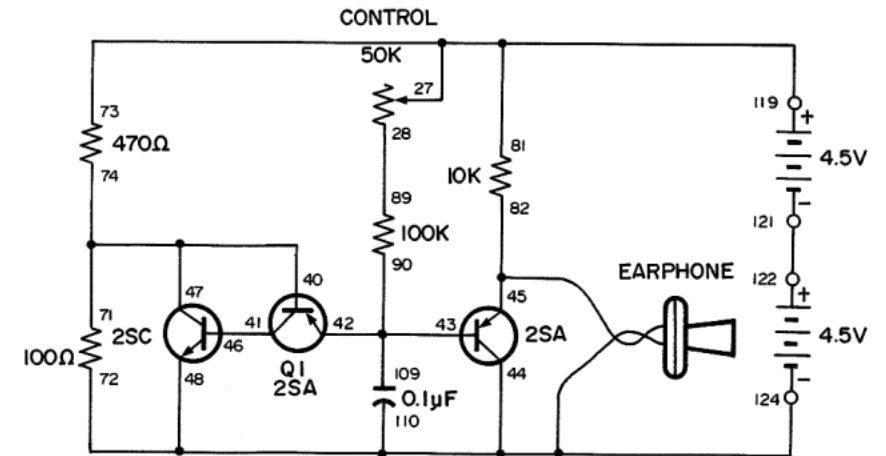
Si vous injectez le signal de cet oscillateur à un oscilloscope, vous obtenez une forme qui ressemble à une dent de scie (voir ci-dessous).



La forme de l'onde vient de la charge lente du condensateur de 0.1 uF par la commande et la résistance de 100 kilohms. La décharge rapide du condensateur se fait par les transistors PNP et NPN.

Le diviseur de tension, composé des résistances de 470 et 100 ohms, envoie environ 1.6 volt aux transistors. Le courant de l'alimentation de 9 V qui passe dans le condensateur de 0.1 uF, par la commande et la résistance de 100 kilohms, le charge lentement. Quand la charge du condensateur dépasse la tension du diviseur de tension (1.6 V), les transistors conduisent et permettent la décharge rapide du condensateur. Les transistors se bloquent ensuite de nouveau et le condensateur se charge lentement pour répéter le cycle.

Vous pouvez faire varier la fréquence de l'oscillateur en changeant les valeurs des composants du circuit de minuterie qui sont la commande, la résistance de 100 kilohms et le condensateur de 0.1 uF. Essayez une résistance de 47 ou 220 kilohms à la place de celle de 100 kilohms. Essayez aussi plusieurs condensateurs différents. Si vous utilisez l'un des condensateurs électrolytiques, veillez à respecter la polarité correcte (signes + et -).



### Ordre des branchements

73-81-27-119, 28-89, 71-74-47-40, 41-46, 42-43-90-109,  
124-44-48-110-72-EARPHONE, 45-82-EARPHONE, 121-122.

### REMARQUES

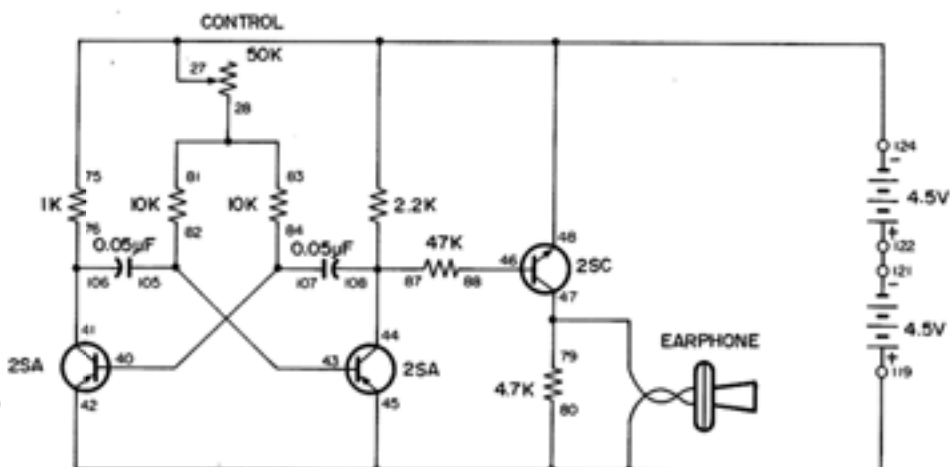


## MONTAGE 124. OSCILLATEUR SONORE D'ONDE CARRÉE

Les ondes carrées peuvent aussi servir de signaux de vérification. Un oscillateur à multivibrateur peut produire ce genre d'onde. Nous avons déjà utilisé ce type de circuit dans de précédents montages. Une onde carrée doit son nom à la forme qu'elle donne à l'oscilloscope (voir ci-dessous).



Faites les branchements indiqués. Vous pouvez entendre le son que produit une onde carrée. Vous pouvez faire varier la hauteur et la fréquence du signal en réglant le bouton de commande. Ce bouton change le courant injecté aux bases des transistors PNP.



### Ordre des branchements

77-75-48-27-124, 28-81-83, 40-107-84, 41-106-76, 119-42-45-80-EARPHONE, 43-105-82, 78-87-108-44, 46-88, 47-79-EARPHONE, 121-122.

### REMARQUES



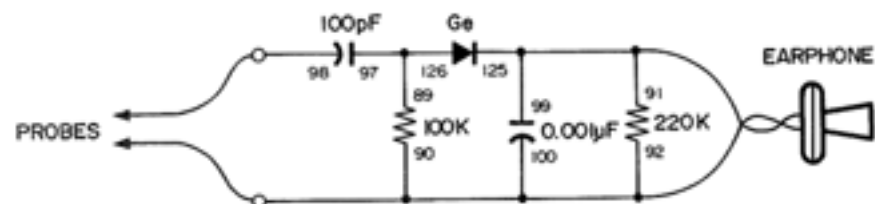
## MONTAGE 123. CONTRÔLEUR DE DÉPANNAGE DE RADIO FRÉQUENCE

Nous montons ici un contrôleur de dépannage HF non accordé à large bande qui vous permet de localiser les sources de bruit et de parasites HF et de vérifier les signaux d'antenne. Ce circuit ressemble à un appareil à cristal non accordé.

À l'entrée de ce circuit, le condensateur de 100 uF bloque le courant CC et la fréquence de 60 Hz de l'alimentation pour que vous ne risquez pas de choc électrique en cas de contact avec les conducteurs. Vous ne devez évidemment jamais faire intentionnellement de vérification au voisinage d'une haute tension. Après tout, on connaît de VIEUX techniciens et des techniciens TÊMÉRAIRES, mais on ne connaît pas de VIEUX techniciens TÊMÉRAIRES!

Branchez les sondes entre des objets à la masse et d'autres objets métalliques qui peuvent servir d'antennes. Ce circuit permet de recevoir différents signaux AM, ainsi que des parasites. Par exemple, si vous disposez d'un émetteur de service radio général (CB), vous pouvez entendre ses signaux s'il est assez près du contrôleur de dépannage.

Vous pouvez entendre et identifier les parasites qui viennent de systèmes d'allumage automobile, de gradateurs d'éclairage, de lampes fluorescentes ou de la fermeture et de l'ouverture d'interrupteurs.



### Ordre des branchements

89-97-126, 90-92-100-EARPHONE-PROBES, 125-99-91-EARPHONE, 98-PROBES.

### REMARQUES



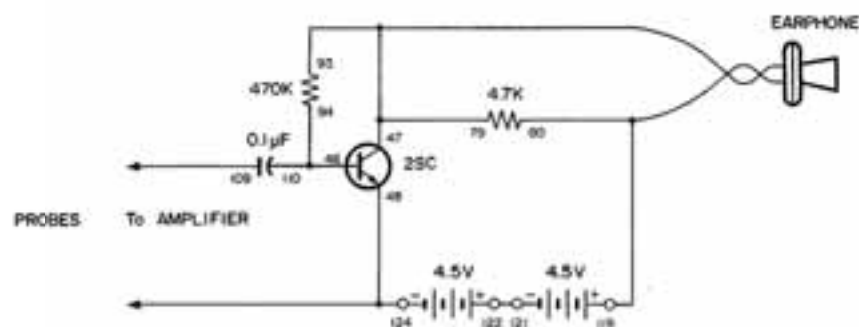
## MONTAGE 122. CONTRÔLEUR SONORE DE DÉPANNAGE

Dans ce montage, on utilise un amplificateur sonore à un transistor comme vérificateur de dépannage. Il peut servir à localiser les pannes de l'équipement de son à transistors. Si un circuit ne fonctionne pas bien, vous pouvez brancher les conducteurs en différents points de ce circuit, de façon à déterminer l'étage ou le composant qui arrête le signal.

Le condensateur d'entrée de 0.1 uF arrête le courant CC; vous pouvez donc contrôler les circuits, sans risque de dommages.

Le circuit amplificateur est de type à émetteur commun. Dans ce circuit, l'émetteur du transistor est relié directement à l'entrée et à la sortie de l'écouteur. Le courant de sa base est autogénéré. Le collecteur du transistor fournit le courant de sa base, par la résistance de 470 kilohms. On obtient ainsi une réaction CC négative stabilisatrice.

Cet amplificateur vous permet de vérifier un poste de radio ou un amplificateur à transistors en panne.



### Ordre des branchements

46-110-94, 47-79-93-EARPHONE, 124-48-WIRE, 119-80-EARPHONE, 109-WIRE, 121-122.

### REMARQUES



## MONTAGE 121. GÉNÉRATEUR DE TONALITÉ OSCILLATEUR D'IMPULSIONS

Ce montage se compose d'un oscillateur d'impulsions à fréquence réglable qui permet d'obtenir une gamme étendue de notes. Avec un peu de pratique, vous pourrez reproduire des airs de musique, comme avec un orgue électronique.

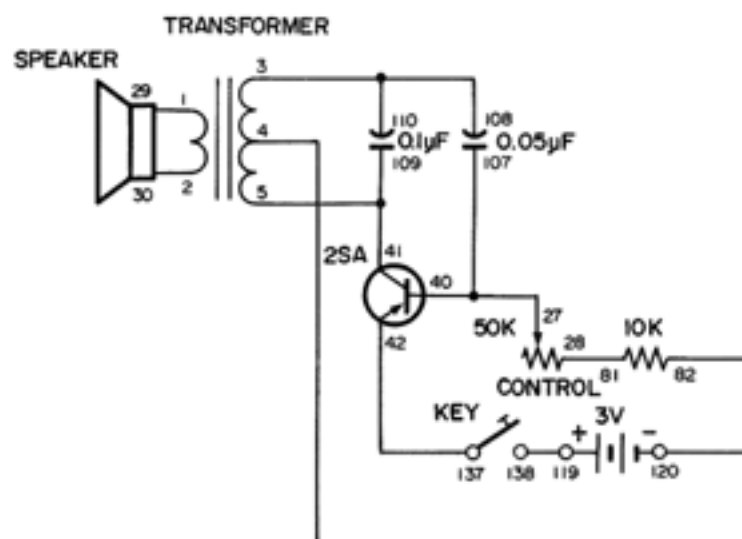
Pour reproduire un air, réglez le bouton de commande à la note appropriée et pressez le manipulateur. Réglez de nouveau la commande pour la note suivante et pressez encore le manipulateur.

Quand vous pressez le manipulateur pour la première fois, le courant de base passe dans le circuit que forment la pile, les résistances de 10 et 50 kilohms, la base et l'émetteur du transistor et enfin, le manipulateur.

Le courant de base fait passer le courant de collecteur dans le circuit que constituent l'alimentation de 3 V, la moitié inférieure de l'enroulement de transformateur, le collecteur et l'émetteur du transistor et, enfin, le manipulateur.

Le courant qui passe dans le transformateur en induit un autre dans le circuit que forment l'enroulement supérieur du transformateur, le condensateur de 0.05 uF, la base et l'émetteur du transistor, le manipulateur, la pile et, enfin, la borne centrale du transformateur (borne 2). Ce courant charge rapidement (en moins de 0.0001 seconde) le condensateur de 0.05 uF à environ 4 V. La polarité est négative du côté transformateur et positive du côté base du transistor. La sortie ne commande le haut-parleur que si un courant passe dans le transformateur.

La charge du condensateur de 0.05 uF cesse quand la tension induite dans la moitié supérieure de l'enroulement du transformateur cesse. La charge du condensateur reprend ensuite. Dès que la décharge commence, la tension du condensateur devient supérieure à celle de la pile. La tension de polarité inverse est appliquée à la base du transistor, lequel se bloque. Toutes les jonctions du transistor sont maintenant en circuit ouvert. Le condensateur se décharge dans le circuit que forment l'enroulement supérieur du transformateur et les résistances de 10 et 50 kilohms. Quand vous diminuez le réglage de la commande, la décharge se fait plus rapidement, le processus se répète à un rythme plus rapide et crée donc une fréquence plus élevée. Dès que le condensateur de 0.05 uF est déchargé légèrement au-dessous de la tension de 3 V de la pile, le cycle recommence.



### Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-108-110, 4-82-120, 27-40-107, 28-81, 5-41-109, 42-137, 119-138.

### REMARQUES



## MONTAGE 120. OSCILLATEUR SONORE EN T DOUBLE

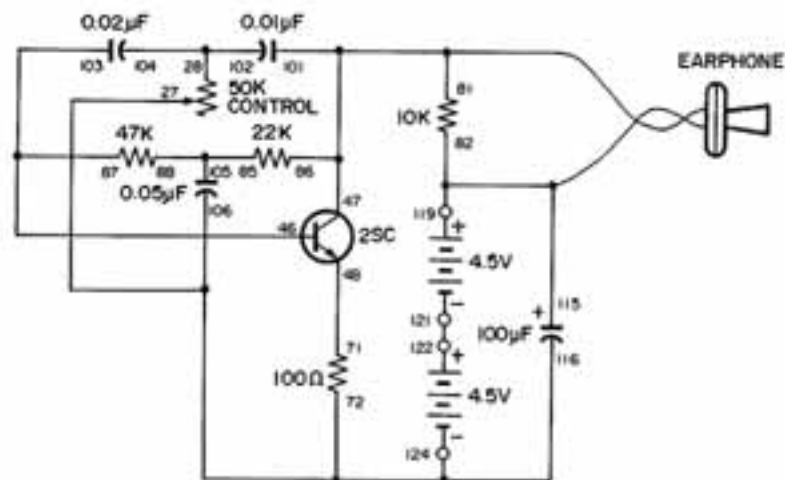
À cause de sa grande stabilité, l'oscillateur sonore en T double est très souvent utilisé dans l'équipement de contrôle et les orgues électroniques.

La fréquence d'oscillation dépend des résistances et des condensateurs du réseau en T double. On désigne le schéma de ce circuit avec la lettre T parce que ses résistances et condensateurs sont disposés selon un T. Le terme double précise que l'on utilise deux réseaux en T en parallèle. Les condensateurs en série déphasent l'onde; les résistances en série donnent la tension nécessaire à la base du transistor et décalent la phase de l'onde.

Réglez soigneusement le circuit pour obtenir une onde sinusoïdale pure, comme dans les deux montages précédents. Réglez très lentement la commande sur toute sa gamme jusqu'à ce que vous entendiez par l'écouteur une tonalité très grave qui ressemble à la note la plus basse d'un grand orgue. Ce réglage doit se situer entre 7 et 10 au cadran.

Quand les oscillations commencent, ajustez avec précaution la commande pour obtenir le réglage qui donne la note basse la plus pure, près du maximum du cadran.

Vous pouvez faire de nombreuses expériences avec ce circuit. Essayez par exemple différentes valeurs à la place des résistances de 10 kilohms et 470 ohms. Utilisez aussi des tensions plus élevées et plus basses de piles. Si vous avez un multimètre, mesurez les tensions du circuit.



### Ordre des branchements

72-106-116-27-124, 28-104-102, 46-103-87, 47-101-86-81-EARPHONE, 48-71, 119-115-82-EARPHONE, 85-88-105, 121-122.

### REMARQUES



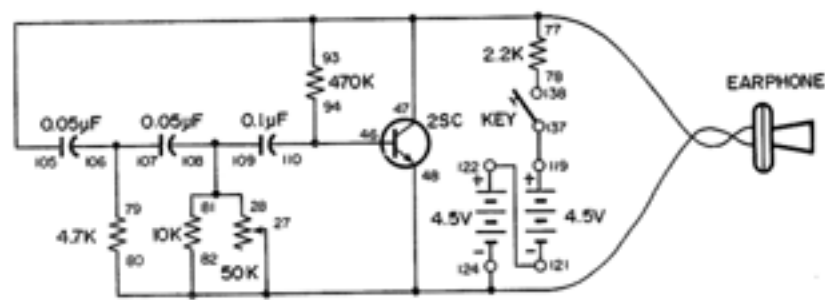
## MONTAGE 119. OSCILLATEUR SINUSOÏDAL DISTORSION FAIBLE

Dans ce montage, vous préparez et étudiez un oscillateur sinusoïdal à distorsion faible. Ne montez ce circuit qu'après avoir construit et étudié le montage précédent. Cet oscillateur a une distorsion plus basse que celui du montage précédent, car il ne contient aucun transformateur. Du fait de ses caractéristiques non linéaires, un transformateur introduit souvent de la distorsion.

Comme dans le montage précédent, écoutez la tonalité de l'oscillateur et réglez la commande de façon à obtenir la tonalité simple la plus nette (avec le minimum de distorsion). Ici encore, commencez en réglant la commande près de son maximum. La fréquence est d'environ 300 hertz, au réglage de distorsion minimale de la commande.

L'oscillateur à déphasage RC de ce circuit produit une onde sinusoïdale de base. Les oscillations ont lieu pendant la réaction positive des signaux. Le signal de réaction passe par les résistances (R) et les condensateurs (C). Les signaux du collecteur du transistor vont à la base par les circuits RC. Chaque fois que des signaux passent par ces circuits, il se produit un léger déphasage. Autrement dit, la montée et la descente de l'onde (phase) sont légèrement décalées. Quand le signal est passé dans le circuit, son déphasage est de 180 degrés. Quand la tension de collecteur augmente, cette augmentation est renvoyée au collecteur, avec le déphasage. Quand la tension de base augmente, la tension de collecteur baisse. Ce cycle répétitif fait osciller le transistor.

Si vous changez le réglage de la commande, la fréquence varie, car le degré de déphasage change aussi. Il en est de même de la tonalité. Réglez la commande au point où vous entendez la tonalité la plus pure possible. À ce point, vous avez créé une onde sinusoïdale pure.



### Ordre des branchements

124-27-48-82-80-EARPHONE, 47-105-93-77-EARPHONE, 81-109-108-28, 94-110-46, 78-138, 79-106-107, 119-137, 121-122.

### REMARQUES



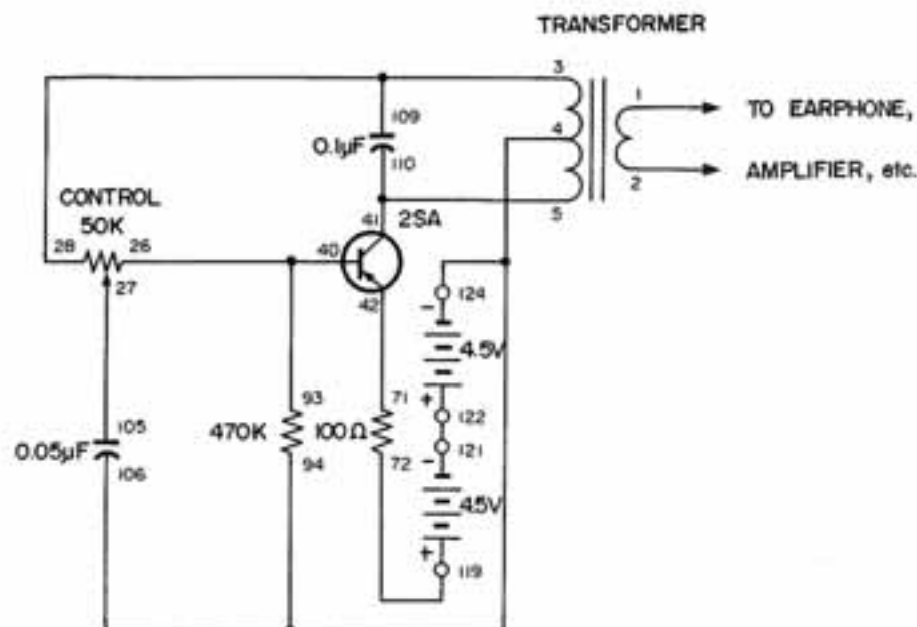
## MONTAGE 118. OSCILLATEUR SONORE SINUSOÏDAL

Nous arrivons maintenant à la création de signaux sinusoïdaux. Une onde sinusoïdale est une tonalité pure de fréquence simple. Par exemple, une onde sinusoïdale de 400 Hz oscille à raison de 400 cycles par seconde; elle ne contient aucune autre composante de fréquence. Les ondes non sinusoïdales contiennent des harmoniques qui sont des ondes de fréquences multiples de la fondamentale de fréquence simple. Une onde non sinusoïdale de 400 Hz peut contenir la fondamentale de 400 Hz, une onde de 800 Hz (deuxième harmonique) et une onde de 1,200 Hz (troisième harmonique).

Un technicien expérimenté peut contrôler un circuit à l'aide d'une onde sinusoïdale dont il écoute la sortie. Vous pourrez bientôt en faire autant. Si vous injectez une onde sinusoïdale dans un circuit et s'il en sort une onde différente, les fréquences harmoniques différentes, les fréquences harmoniques indésirables ont été produites en un point quelconque de ce circuit.

La partie de ce montage qui crée une onde sinusoïdale de 400 Hz comprend un condensateur de 0.1 uF qui relie les bornes 3 et 5 du transformateur de façon à former un circuit bouchon résonnant à environ 600 Hz. Il comprend aussi une résistance de 470 kilohms à la base du transistor pour faire conduire légèrement ce dernier. Il s'y ajoute encore un circuit de réaction réglable qui comprend la commande et le condensateur de 0.05 uF. Pour terminer, la résistance de 100 ohms, reliée à l'émetteur, contribue à stabiliser le circuit et à éviter la distorsion du son.

Reliez l'écouteur aux bornes 1 et 2 du transformateur. Réglez le bouton de commande au maximum (10 au cadran) puis diminuez progressivement son réglage tout en écoutant la tonalité de la sortie. Avant que les oscillations cessent, vous arrivez à un point où vous n'entendez plus qu'une tonalité. Cette dernière tonalité nette correspond à l'onde sinusoïdale. Continuez les réglages de la commande jusqu'à ce que vous puissiez distinguer facilement entre une onde sinusoïdale et une onde déformée.



### Ordre des branchements

1-EARPHONE, 2-EARPHONE, 3-28-109, 4-94-106-124, 5-41-110, 26-40-93, 27-105, 42-71, 72-119, 121-122.

### REMARQUES



## MONTAGE 117. VÉRIFICATEUR DE TRANSISTOR

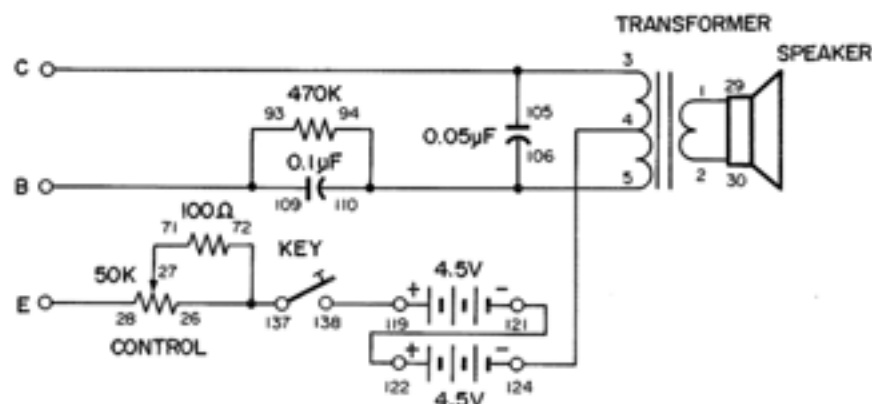
Vous devrez probablement vérifier des transistors plus souvent que d'autres composants. Un coup d'oeil ne vous permet pas de déterminer si un transistor est en bon état. Ce montage produit un son qui vous renseigne. Il permet aussi de déterminer si un transistor est de type PNP ou NPN.

Ce montage comprend trois conducteurs longs : un pour l'émetteur, un pour le collecteur et un pour la base. Le schéma montre les bornes servant à la vérification des transistors PNP.

Pour utiliser le montage, reliez les conducteurs longs à la base, au collecteur et à l'émetteur du transistor à vérifier. Faites tourner le bouton de commande à fond vers la gauche. Pressez ensuite le manipulateur et faites tourner la commande vers la droite. Si le haut-parleur produit un son, le transistor est un PNP en bon état. Si vous n'entendez rien, remplacez les branchements 4-124 et 19-138 par 4-119 et 124-138 puis recommencez la vérification. Si le haut-parleur produit un son, le transistor est un NPN en bon état. Si vous n'entendez rien avec l'un ou l'autre des jeux de branchements, le transistor est défectueux.

Vous remarquerez que certains transistors vérifiés produisent un son au haut-parleur à un réglage plus bas de la commande que d'autres. Ces transistors ont un gain ou facteur d'amplification élevé.

À mesure que vous accumulez des pièces pour vos autres montages électroniques, ce circuit pratique vous permettra de vérifier les transistors ne portant aucune marque.



### Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-105-COLLECTOR, 4-124, 5-94-106-110, 26-72-137, 27-71, 28-EMITTER, 93-109-BASE, 119-138, 121-122.

### REMARQUES



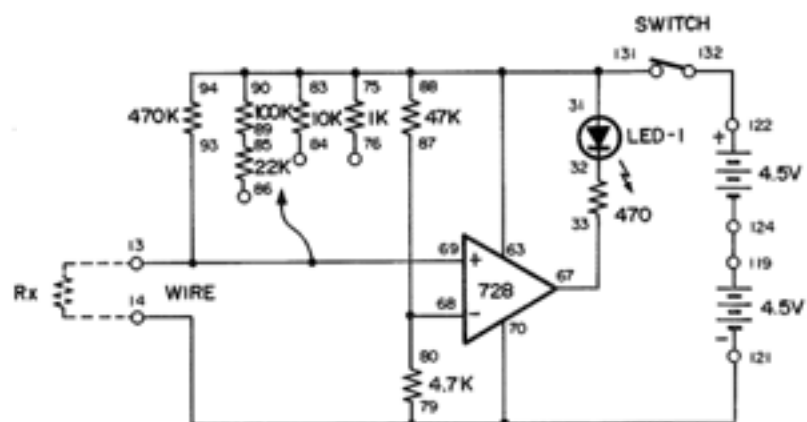
## MONTAGE 116. VÉRIFICATEUR DE CONDUCTIVITÉ

Vous pouvez utiliser un ohmmètre pour connaître la valeur exacte d'une résistance. Si vous voulez seulement savoir sa valeur approximative, ce vérificateur de continuité suffit.

Ce circuit convertit la résistance en courant électrique et la compare au courant de référence du comparateur pour vous indiquer sa valeur approximative. La tension de référence du comparateur est d'environ 0,82 V.

Faites les branchements, puis réglez l'interrupteur à la position A pour mettre le montage sous tension. Reliez l'objet à vérifier aux bornes 13 et 14. Si la DEL s'allume, la résistance est inférieure à 100 kilohms. Si elle ne s'allume pas, la résistance est supérieure à 100 kilohms.

Si la DEL s'allume, reliez les bornes 93 et 86. Voyez si la DEL s'éteint ou reste allumée. Si elle s'éteint, la résistance se situe entre 10 et 100 kilohms. Si elle reste allumée, enlevez le conducteur de la borne 86 et reliez-le à la borne 84. Si la DEL s'éteint, la résistance varie de 1 à 10 kilohms. Si la DEL reste encore allumée, enlevez le conducteur de la borne 84 et reliez-le à la borne 76. La DEL s'éteint-elle? Si c'est le cas, la résistance se situe entre 100 ohms et 1 kilohm. Si elle reste allumée, la résistance est inférieure à 100 ohms.



### Ordre des branchements

13-93-69-WIRE, 14-79-70-121, 75-83-94-90-88-31-63-131, 33-67, 68-80-87, 85-89, 119-124, 122-132.

### REMARQUES



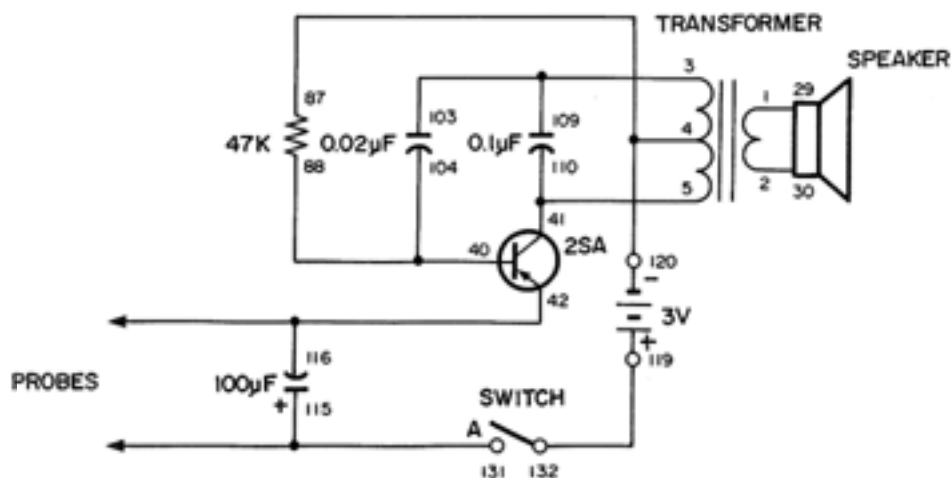
## MONTAGE 115. VÉRIFICATEUR SONORE DE CONTINUITÉ

Ce circuit produit un son si l'objet vérifié conduit l'électricité. Il est très pratique quand vous voulez vérifier des conducteurs, des bornes ou d'autres objets et que vous ne pouvez pas observer une DEL ou une lampe de contrôle. Vous détectez à l'oreille les résultats de la vérification, plutôt qu'avec les yeux.

Si le circuit vérifié conduit l'électricité, il complète la connexion d'alimentation d'un oscillateur standard d'impulsions, équipé d'un transistor PNP sensible. Ce vérificateur permet de contrôler la plupart des composants de ce kit. Quand vous vérifiez les diodes et les transistors, n'oubliez pas qu'ils ne laissent passer l'électricité que dans un seul sens, sauf s'ils sont endommagés.

Jetez un coup d'oeil au schéma. La sortie du transistor traverse le transformateur, va au condensateur de 0.02 uF et arrive à la base du transistor. L'émetteur du transistor est relié à la borne de vérification (TEST). Si vous reliez à cette borne un objet laissant passer l'électricité, le transistor se met à osciller.

Vous pouvez contrôler la plupart des composants avec ce vérificateur de continuité, car il ne laisse passer qu'un courant très faible d'environ 15 mA au maximum. Vous pouvez essayer de mesurer la continuité de traits de crayon sur du papier, de l'eau, des surfaces métalliques et de nombreux autres objets.



### Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-103-109, 4-87-120, 5-110-41, 88-104-40, 42-116-PROBES, 115-131-PROBES, 119-132.

### REMARQUES

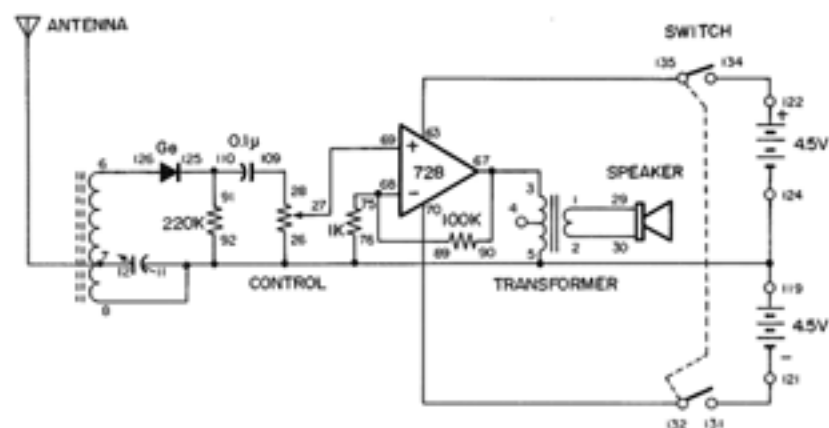
## **XI. Comment vérifier et mesurer les circuits**

## MONTAGE 114. RADIO AMPLI OPÉRATIONNEL

Les radios à diode au germanium ne donnent généralement pas de bons résultats, mais on peut les utiliser dans les situations d'urgence, car elles n'ont besoin d'aucune alimentation.

Vous ne pouvez généralement écouter une radio à diode au germanium qu'avec un écouteur. Dans ce montage, nous avons cependant ajouté un ampli opérationnel qui permet d'écouter la radio par le haut-parleur. Nous allons monter une radio avec CI, en utilisant l'ampli opérationnel double comme ampli non inverseur à deux alimentations. Cette utilisation du CI est très simple.

Mettez l'interrupteur à la position B et assemblez le montage. Quand les branchements sont faits, mettez l'antenne en place et reliez-la au circuit. Réglez le bouton de commande à la position centrale. Réglez l'interrupteur à la position A pour mettre le circuit sous tension. Faites tourner le condensateur d'accord jusqu'à ce que vous entendiez une station. Pour capter les stations faibles, utilisez plutôt l'écouteur à la place du haut-parleur aux bornes 1 et 2.



### Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-67-90, 5-8-11-76-92-26-119-124, 6-126, 7-12-ANT, 27-69, 28-109, 63-135, 68-89-75, 70-132, 91-110-125, 121-131, 122-134.

### REMARQUES



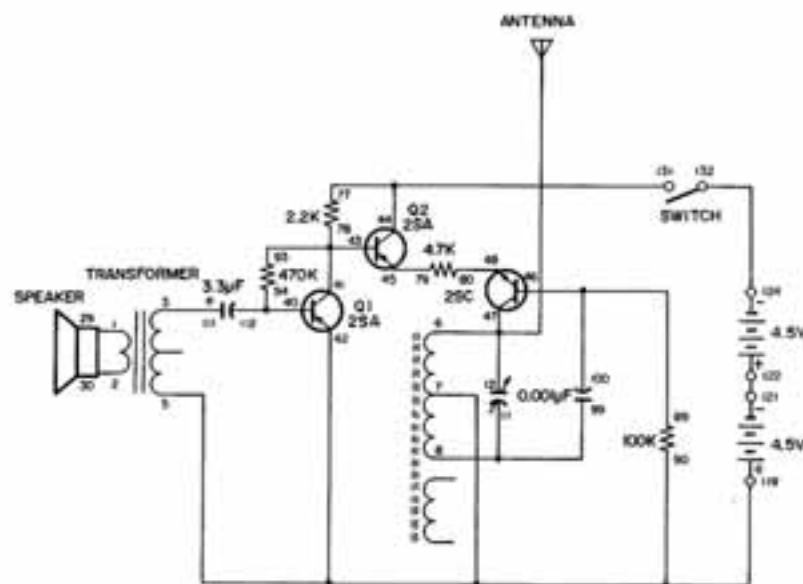
## MONTAGE 113. STATION DE RADIO AM

Avez-vous jamais rêver de devenir annonceur? Voici alors votre chance! Cette station de radio AM vous permet d'émettre avec votre voix. Dans le montage précédent, vous avez construit un émetteur de radio AM qui ne pouvait envoyer qu'une seule tonalité ou une série de points et de traits.

Quand les branchements sont faits, mettez votre poste de radio AM en marche et réglez-le sur une station faible ou un point sans station du cadran. Parlez maintenant devant le haut-parleur, tout en réglant le condensateur d'accord, jusqu'à ce que vous entendiez votre voix. Cet émetteur n'envoie les signaux qu'à quelques pieds; pour cette raison, ne placez pas votre poste de radio AM trop loin.

Le transistor Q1 amplifie le signal de fréquence sonore. Le signal amplifié commande l'amplitude du signal d'oscillateur HF. Le condensateur d'accord et la bobine d'antenne ajustent le signal HF au même réglage que celui du cadran de votre poste de radio AM puis l'envoient à l'antenne.

Le transistor Q2 contribue à commander l'amplitude du signal HF. Le transistor NPN fait partie de l'oscillateur HF et assure l'amplification primaire du signal HF (avant qu'il soit modulé par le signal audiofréquence).



### Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-111, 5-7-90-42-119, 6-12-47-ANT, 8-11-99, 40-112-94, 41-43-93-78, 77-44-131, 45-79, 89-100-46, 48-80, 121-122, 124-132.

### REMARQUES



## MONTAGE 112. ÉMETTEUR DE TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

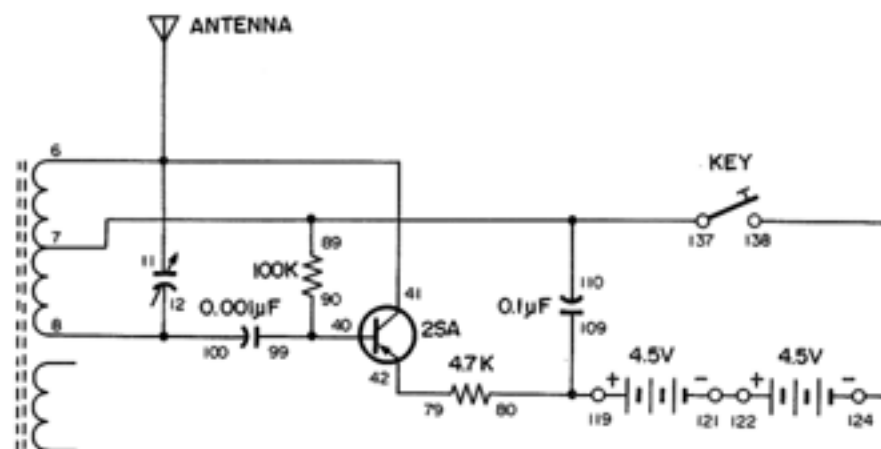
Nous montons ici un émetteur de code simple, mais efficace, comme ceux qu'utilisent les militaires et les opérateurs de radio dans le monde entier. L'émetteur se met en marche et s'arrête selon que vous pressez le manipulateur et le relâchez.

Vous pouvez utiliser un poste de radio AM ordinaire pour recevoir le code qu'envoie cet émetteur. Réglez le poste de radio sur une station faible. Le signal de l'émetteur se mélange à celui de la station pour produire une tonalité sonore dite note de battement. Cette note correspond au signal de code que vous entendez. À l'aide du condensateur d'accord, réglez l'émetteur de façon que le récepteur de radio reproduise la note de battement quand vous pressez le manipulateur.

Vous pouvez recevoir l'onde porteuse de cet émetteur sur un récepteur de communications, sans le régler sur une station, pourvu qu'il soit équipé d'un oscillateur de fréquence de battement. Cet oscillateur bat avec le signal d'onde porteuse de l'émetteur et produit la tonalité.

Cet oscillateur envoie un signal HF que reçoit le poste de radio. Vous ne pouvez pas entendre le signal HF, car sa fréquence est très élevée (de 500,000 à 1,600,000 Hz). Si vous réglez le récepteur de radio sur une station AM faible et envoyez ensuite un signal légèrement décalé par rapport à la fréquence de cette station, vous pouvez entendre la note de battement produite.

La transmission et la réception des signaux d'onde porteuse sont très efficaces. En fait, c'est le moyen d'émission le plus fiable dans certains cas d'urgence. Il se peut que vous n'ayez pas besoin d'antenne, mais dans le cas contraire, deux ou trois pieds (60 à 90 cm) de conducteur suffisent probablement. Amusez-vous bien!



### Ordre des branchements

41-6-11-ANT, 7-89-110-137, 8-12-100, 40-90-99, 42-79, 80-109-119, 121-122, 124-138.

### REMARQUES



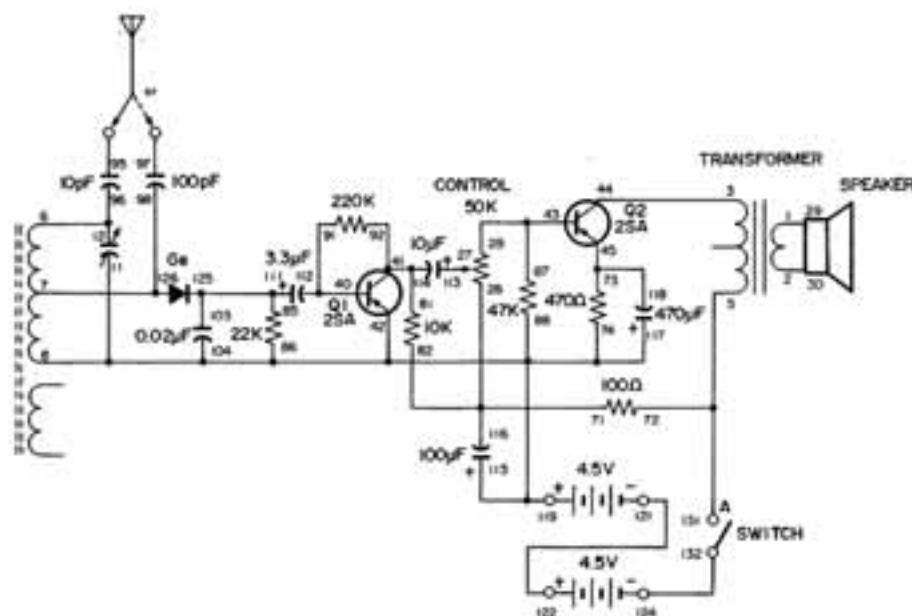


## MONTAGE 111. RADIO DEUX TRANSISTORS

Le récepteur à deux transistors de ce montage a un gain (amplification) suffisant pour que vous puissiez entendre le signal par le haut-parleur. Avec une radio simple de ce genre, il vous faut une antenne et un système de masse de bonne qualité. Faites les branchements du circuit. Utilisez la borne 74 pour la masse. Reliez l'antenne à la borne 95 ou 97; utilisez celle donnant les meilleurs résultats.

Le circuit détecteur de la radio comprend une diode et une résistance de 22 kilohms. Essayez d'utiliser la radio sans cette résistance, en débranchant le conducteur de la borne 85. Les résultats sont \_\_\_\_\_(pires, meilleurs) pour les stations faibles et \_\_\_\_\_(pires, meilleurs) pour les stations puissantes.

Les règles de base de la réception de radio sont identiques à celles du montage 110. Le condensateur d'accord permet de choisir la fréquence de la station de radio. La diode et le condensateur de 0.02 uF redressent (détectent) le signal sonore et le convertissent du CA au CC. À ce point, le signal est si faible que nous devons l'amplifier pour pouvoir l'entendre par le haut-parleur. Le transistor Q1 amplifie le signal; le bouton de commande permet d'en régler le volume. Le transistor Q2 amplifie encore le signal avant qu'il soit reproduit par le haut-parleur.



### Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-44, 5-72-131, 6-12-96, 7-98-126, 8-11-74-86-88-104-115-117-42-119, 71-82-116-26, 27-113, 28-43-87, 40-112-91, 81-92-114-41, 45-118-73, 85-103-111-125, 121-122, 124-132, 95-ANT (or 97-ANT).

### REMARQUES



## MONTAGE 110. RADIO CRISTAL (RADIO UNE DIODE)

Un kit de montages ne saurait être complet sans une radio à cristal. La plupart des électroniciens ont monté ce circuit des tout premiers temps de la radio. Avant l'arrivée des tubes à vide, puis des transistors, on utilisait un circuit à cristal pour capter les signaux de radio.

Les signaux d'une radio à cristal sont faibles; vous devez utiliser un écouteur pour les entendre. L'écouteur de ce kit reproduit bien ces sons parce qu'il est de type céramique et demande très peu de courant.

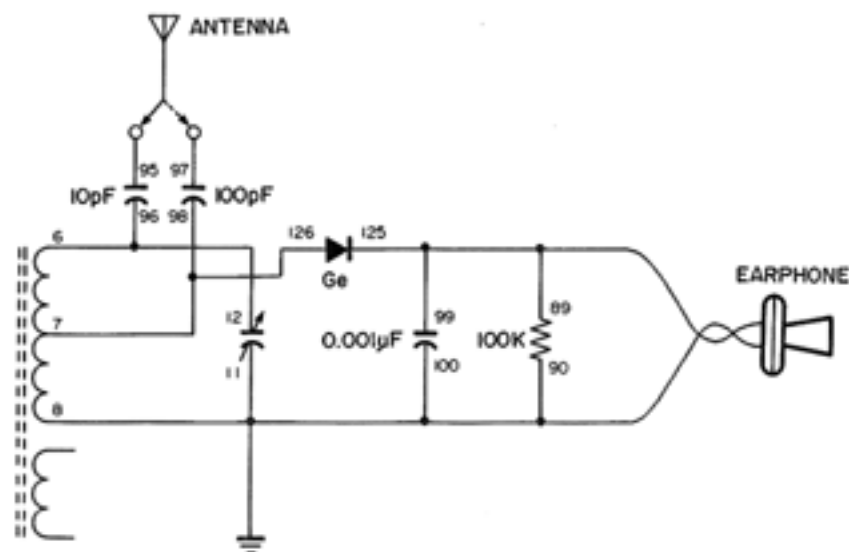
Une bonne antenne et une connexion de masse sont nécessaires pour la réception des stations éloignées. Vous pouvez cependant entendre les stations locales en utilisant un objet quelconque comme antenne. Un conducteur long (comme le conducteur vert de ce kit) constitue une antenne suffisante dans la plupart des cas. Pour le branchement de masse, vous devez relier le conducteur à la terre. À cet effet, raccordez-le à une canalisation métallique d'eau froide. Si ce n'est pas possible, enfoncez un piquet en métal dans le sol et attachez-y le conducteur.

Faites les branchements du circuit pour utiliser votre radio à cristal. Votre kit comprend deux branchements d'antenne; ne les utilisez pas en même temps. Essayez chaque branchement et utilisez celui donnant la meilleure réception. Une antenne courte, de 50 pi au maximum, donne de bons résultats à la borne 95. Avec une antenne plus longue, utilisez la borne 97.

La partie du montage composée de la bobine d'antenne et du condensateur d'accord forme le circuit bouchon ou circuit résonnant parallèle. Quand une bobine et un condensateur sont branchés en parallèle, le circuit ne résonne qu'à une seule fréquence. Le circuit capte donc uniquement la fréquence qui fait résonner le circuit bouchon. Quand vous faites tourner le condensateur d'accord, sa capacité change. Quand la capacité varie, la fréquence de résonance du circuit change. Vous pouvez ainsi recevoir différentes stations en faisant tourner le condensateur d'accord. Sans cette sélectivité, vous entendriez plusieurs stations en même temps, c'est-à-dire beaucoup de bruits incompréhensibles.

Les signaux que reçoit le circuit bouchon sont en haute fréquence (HF) ou (radiofréquence). À la station d'émission, les signaux sonores servent à contrôler l'amplitude (intensité) des signaux HF. La hauteur de l'onde HF varie en fonction du son. La diode et le condensateur de 0.001 uF de ce circuit détectent les variations de l'amplitude HF et les convertissent en signaux sonores. Cette conversion de la modulation d'amplitude en signaux sonores est dite détection ou démodulation.

Vous pouvez vous servir de ce circuit de nombreuses façons, mais n'utilisez ni les piles ni le courant CA. Amusez-vous bien!



### Ordre des branchements

6-12-96, 7-98-126, 8-11-90-100-EARPHONE, 89-99-125-EARPHONE, 95-ANT, (or 97-ANT).

### REMARQUES



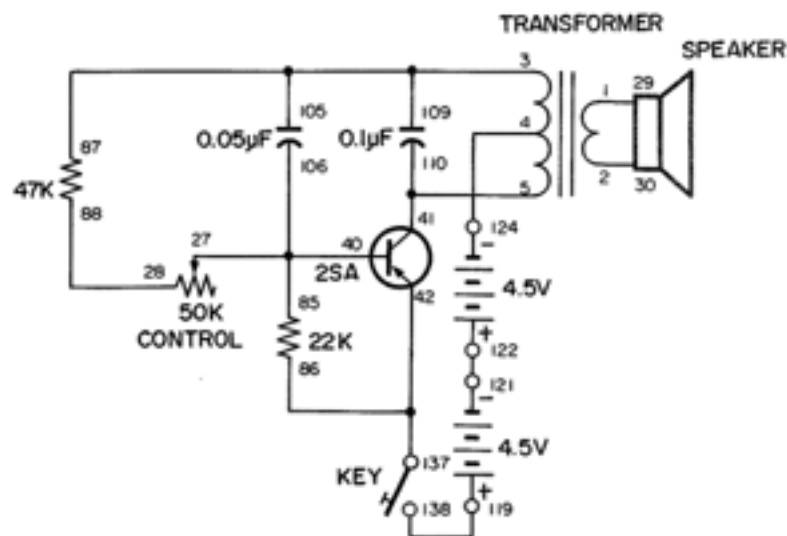
## MONTAGE 109. OSCILLATEUR DE MORSE AVEC COMMANDE DE TONALITÉ

Aimeriez-vous devenir radio amateur? La plupart des opérateurs de radio ont débuté avec un oscillateur équipé d'une commande de tonalité comme celle-ci. Dans ce montage, la commande de tonalité est très pratique, car il peut devenir ennuyeux d'écouter la même tonalité pendant un certain temps. Faites les branchements du circuit. Vous pouvez maintenant utiliser votre oscillateur de morse.

Vous pouvez utiliser les différentes tonalités pour créer votre propre code spécial, en plus du morse, ensemble de points et de traits inventé par Samuel Morse. Pour apprendre le morse, essayez de trouver un ami qui s'y intéresse aussi. Établissez un programme et entraînez-vous chaque jour. Dressez un tableau de vos progrès. Émettez et recevez à tour de rôle. Le morse deviendra vite une autre langue. L'utilisation du manipulateur devient automatique, comme l'équilibre sur une bicyclette ou la conduite d'une auto. Il vous faudra beaucoup d'entraînement, mais vous serez fier de vos résultats.

Si vous voulez vous entraîner seul, utilisez l'écouteur. Débranchez le haut-parleur et branchez l'écouteur aux bornes 27 et 28. Avec ces branchements, le bouton de commande permet de régler le volume et la tonalité. Remplacez la commande par une résistance fixe si vous désirez une tonalité et un volume constants.

Si vous réglez la commande pour diminuer la résistance du circuit, un courant plus élevé arrive au condensateur de 0.05 uF qui se charge plus rapidement entre les impulsions. Celles-ci étant plus proches les unes des autres, la fréquence et donc la tonalité sont plus élevées. Le contraire se produit si vous réglez la commande pour augmenter la résistance.



### Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-87-105-109, 4-124, 5-41-110, 85-106-40-27, 28-88, 86-42-137, 119-138, 121-122.

### REMARQUES



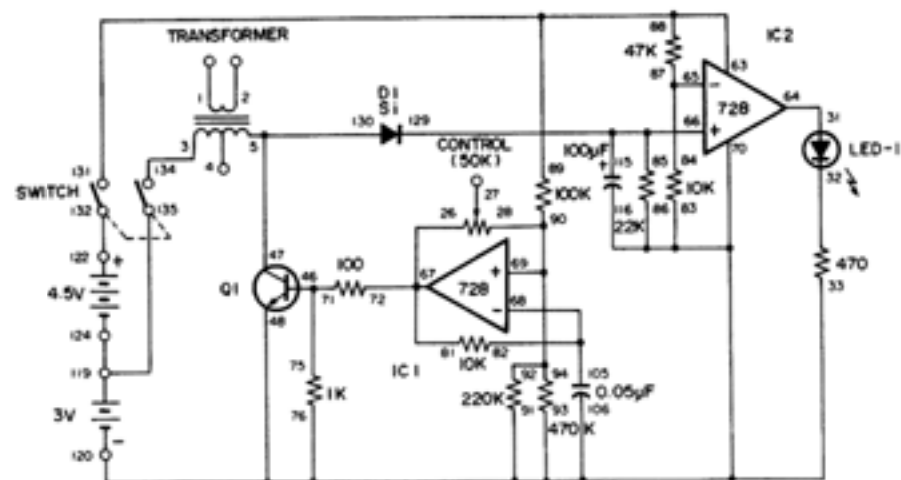
## **X. Voies de communication**

## MONTAGE 108. CONVERTISSEUR CC-CC AVEC AMPLI OPÉRATIONNEL

Avec ce convertisseur CC-CC, vous pouvez obtenir une tension de 5 V CC à partir de 3 V CC. Faites les branchements et réglez l'interrupteur à la position A pour mettre le circuit sous tension.

Jetez un coup d'oeil au schéma. Le CI 1 sert d'oscillateur. La sortie de CI 1 fait conduire le transistor Q1. Dans l'enroulement du transformateur, l'auto-induction crée instantanément un courant de haute tension. La diode D1 redresse cette tension et donne un courant CC de haute tension. Le comparateur CI 2 contrôle l'augmentation de tension. Quand la tension d'entrée de CI 2 dépasse 5 V, la DEL s'allume.

Essayez donc de faire tourner le bouton de commande. Quel effet a-t-il sur le circuit? Dans ce circuit, la commande sert de résistance fixe de 50 kilohms, elle n'a aucun effet sur le circuit quand on la fait tourner (il n'y avait pas lieu de vous inquiéter!)



### Ordre des branchements

3-134, 5-47-130, 26-67-72-81, 28-69-90-92-94, 31-64,  
33-76-83-86-93-91-70-106-116-48-120, 46-71-75, 89-88-63-131, 84-87-65,  
85-66-115-129, 82-68-105, 119-124-135, 122-132.

### REMARQUES

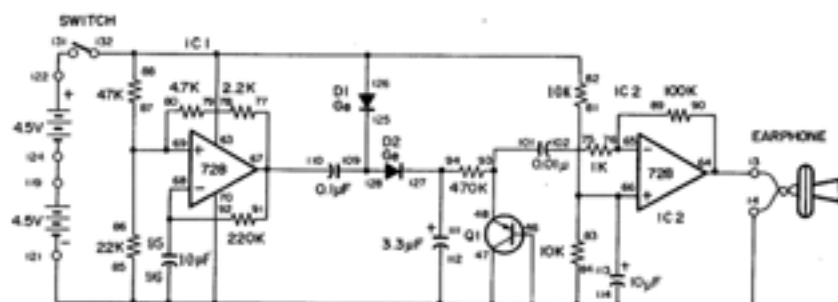


## MONTAGE 107. GÉNÉRATEUR DE BRUIT BLANC

Le bruit blanc possède une large gamme de fréquences. Le bruit, ressemblant à l'eau d'une douche, que l'on entend quand on règle un poste de radio FM sur une partie de la gamme sans station, est un genre de bruit blanc. Ce bruit ne sert généralement à rien, mais on peut l'utiliser comme source sonore quand on joue d'un instrument de musique électronique.

Quand les branchements sont terminés, réglez l'interrupteur à la position A pour mettre le circuit sous tension. Jetez un coup d'oeil au schéma. Nous utilisons le bruit créé en appliquant une tension inverse à la base et à l'émetteur du transistor Q1.

Le CI 1 sert d'oscillateur dont la sortie est redressée (nous avons vu ce terme au montage 99) par les diodes D1 et D2 et arrive à Q1. Le CI 2 amplifie le bruit que vous entendez par l'écouteur.



### Ordre des branchements

64-90-13-EARPHONE, 121-114-112-46-70-96-84-85-14-EARPHONE,  
93-48-101, 94-111-127, 82-88-63-132-126, 76-89-65, 113-66-81-83,  
77-91-67-110, 68-95-92, 69-80-87-86, 78-79, 109-128-125, 119-124, 122-131,  
102-75.

### REMARQUES



## MONTAGE 106. DOUBLEUR DE FRÉQUENCE D'IMPULSIONS

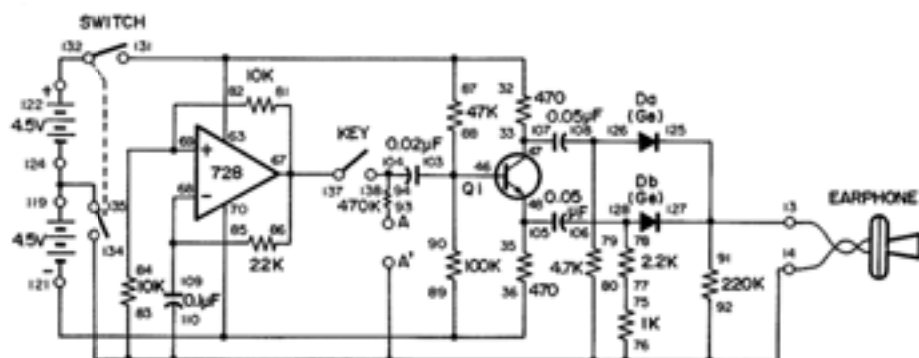
Nous montons ici un multiplicateur d'impulsions à un transistor. Ce circuit double la fréquence du signal d'entrée.

L'ampli opérationnel CI 324 sert d'oscillateur d'onde carrée. À la sortie de l'oscillateur, nous avons un signal CA d'environ 500 Hz.

Quand les branchements sont faits, réglez l'interrupteur à la position A pour mettre le circuit sous tension. Reliez l'écouteur aux bornes 93 et 134. Pressez le manipulateur pour écouter le son oscillant de 500 Hz. Remarquez la hauteur de la tonalité.

Reliez maintenant l'écouteur aux bornes 13 et 14, puis pressez le manipulateur. Écoutez la tonalité; vous entendez cette fois-ci un son plus haut d'une octave que le précédent. La fréquence a donc doublé à 1,000 Hz.

Étudions maintenant le fonctionnement de ce doubleur de fréquence. Le transistor Q1 reçoit les signaux de l'ampli opérationnel par sa base. La tension de base change en fonction des oscillations. Des signaux en opposition de phase apparaissent au collecteur et à l'émetteur; quand un signal est au maximum de l'onde, l'autre est au minimum. On applique les deux sorties du transistor Q1 aux diodes Da et Db. Celles-ci ne laissent passer que les parties positives des ondes. Ces deux signaux se combinent pour donner la fréquence doublée.



### Ordre des branchements

125-127-91-13, 134-110-92-80-83-76-14, 32-63-87-131, 33-47-107, 35-48-105, 90-36-70-121, 88-89-103-46, 81-86-67-137, 85-68-109, 69-82-84, 75-77, 78-106-128, 79-108-126, 94-104-138, 119-124-135, 122-132, 13 - EARPHONE, 14 - EARPHONE

### REMARQUES

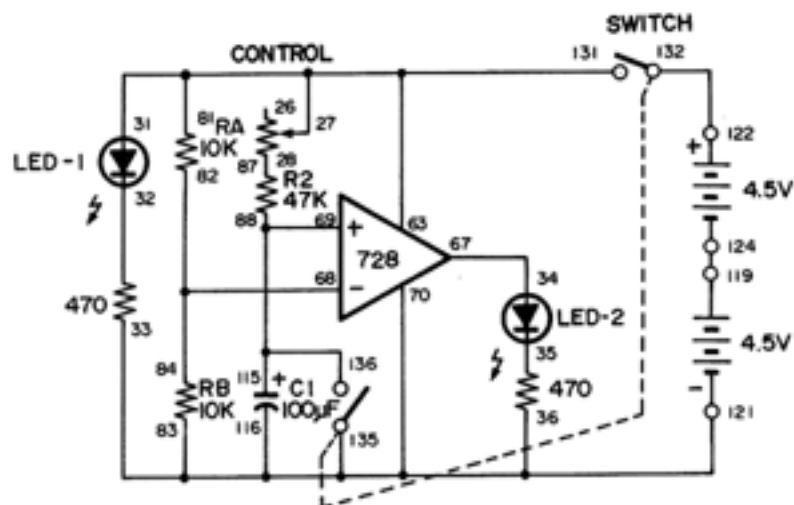
## MONTAGE 105. MINUTERIE RETARD

Dans ce circuit de minuterie à retard, on utilise un ampli opérationnel et une constante de temps CR. Vous savez que CR correspond à condensateur/résistance. La constante de temps retarde le fonctionnement du circuit.

La borne négative (-) de l'ampli opérationnel reçoit une tension d'environ 4.5 V par les résistances RA et RB. Cette tension correspond à la référence du comparateur. La borne positive (+) du comparateur est reliée au condensateur C1. Celui-ci est chargé par la résistance en série R2 et la commande. Le régime de charge est plus lent quand la résistance est élevée. Il est plus rapide quand la résistance est faible. Le régime de charge fixe le retard du circuit de minuterie.

Faites maintenant tourner le bouton de commande à fond vers la droite, à la position 10. Réglez l'interrupteur à la position A pour mettre le circuit sous tension. La DEL 1 s'allume en premier; la DEL 2 s'allume environ 5 à 7 secondes plus tard. Ces 5 à 7 secondes constituent le retard fixé par la constante de temps CR.

Coupez maintenant l'alimentation, réglez le bouton de commande à fond vers la gauche, à la position 1. Que se passe-t-il quand vous rétablissez l'alimentation? La DEL 2 s'allume encore après la DEL 1. Combien de secondes plus tard?



## Ordre des branchements

81-31-63-27-131, 28-87, 83-33-36-70-116-135-121, 34-67, 68-82-84, 88-69-115-136, 119-124, 122-132.

## REMARQUES



## MONTAGE 104. CIRCUIT DE RÉENCLANCHÉMENT D'ALIMENTATION

Que fait un circuit de réenclenchement? Il commande d'autres circuits et détecte les variations d'alimentation pour éviter les défauts de fonctionnement. Dans ce montage, nous changeons la tension d'alimentation du circuit à l'aide de l'interrupteur. L'alimentation de la partie affichage du circuit est en fonction ou à l'état logique haut quand l'interrupteur est à la position A; elle est coupée quand l'interrupteur est à la position B. L'affichage à DEL indique 1 quand le circuit a été réenclenché.

Commençons notre expérience. Faites d'abord les branchements et mettez l'interrupteur à la position B. Avec l'interrupteur à cette position, le circuit de réenclenchement fonctionne sous 6 V et les trois DEL sont faiblement allumées. L'affichage à DEL est éteint; le circuit d'affichage n'est donc pas alimenté.

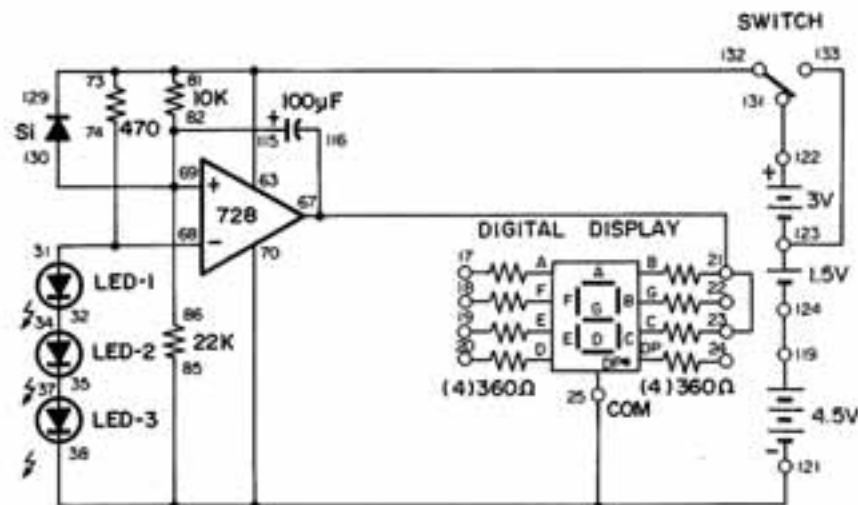
Mettez maintenant l'interrupteur à la position A. L'intensité lumineuse des trois DEL est élevée, car la tension d'alimentation est passée à 9 V. Pendant un instant, l'affichage à DEL n'indique aucun changement; le circuit est en cours de réenclenchement. Après un bref intervalle, la DEL affiche 1 pour indiquer que le circuit est maintenant réenclenché et stabilisé.

Mettez l'interrupteur à la position B pour ramener l'alimentation à 6 V. Le 1 de la DEL disparaît, car le circuit d'affichage est maintenant coupé.

Aidez-vous du schéma en lisant les explications suivantes. L'ampli opérationnel sert de comparateur. La borne négative (-) reçoit la tension de référence d'environ 5,4 V. Quand l'interrupteur est à la position B, la borne positive (+) reçoit environ 4,1 V; le comparateur ne permet pas à l'affichage de s'allumer. Quand l'interrupteur est à la position A pour donner une alimentation de 9 V, le condensateur de 100 uF amène la tension de la borne positive (+) du comparateur à augmenter progressivement jusqu'à 6 V. Quand cette tension dépasse la tension de référence de 5,4 V, l'affichage à DEL indique 1.

Quand vous mettez l'interrupteur à B, la tension à la borne positive (+) de l'amplificateur se décharge dans la diode; elle redescend immédiatement à 4,1 V.

Ce circuit paraît très simple (un seul ampli opérationnel), mais il est en fait très complexe et joue un grand rôle dans les autres montages.



### Ordre des branchements

21-23-67-116, 85-70-38-25-121, 31-68-74, 32-34, 35-37, 73-81-63-129-132, 86-82-69-115-130, 119-124, 122-131, 123-133.

### REMARQUES



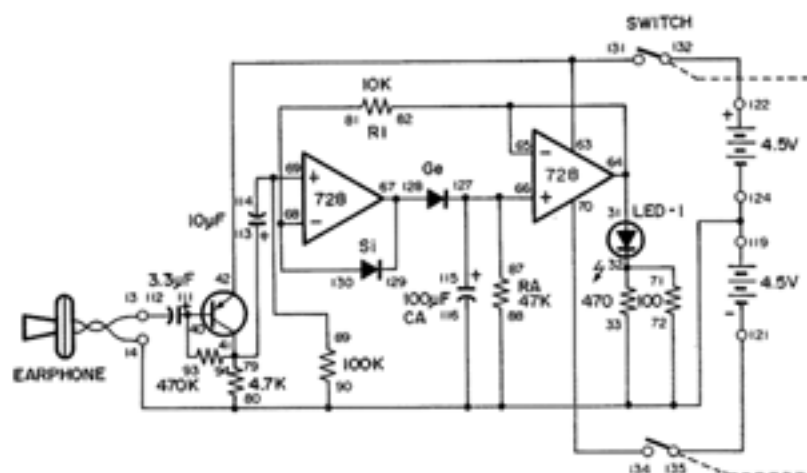
## MONTAGE 103. SONOMÈTRE

Nous montons ici un indicateur de niveau sonore. La luminosité de la DEL du circuit varie en fonction du niveau de l'entrée sonore qui vient du microphone (écouteur). Les niveaux de la voix changeant très rapidement, la luminosité de la DEL doit aussi varier très vite. Pour montrer les niveaux sonores les plus élevés, nous utilisons un circuit de maintien des niveaux de crête. La DEL peut ainsi garder une certaine luminosité après avoir atteint une pointe lumineuse, plutôt que de s'éteindre immédiatement.

Quand les branchements sont faits, mettez l'interrupteur à la position A. L'écouteur sert de microphone. Parlez fort ou soufflez énergiquement dans l'écouteur. La DEL devient momentanément plus lumineuse puis s'atténue progressivement.

Jetez un coup d'oeil au schéma. Le signal de l'écouteur passe dans le transistor PNP puis devient l'entrée positive (+) du premier ampli opérationnel. Le condensateur de 100 uF emmagasine la sortie de cet ampli. La tension du condensateur baisse à mesure qu'il se décharge dans la résistance de 47 kilohms. Quand la tension diminue, la DEL devient moins lumineuse. En même temps, la tension qui allume la DEL va à l'entrée négative (-) du premier ampli opérationnel. Celui-ci compare cette tension au signal d'entrée de l'écouteur. Quand le signal d'entrée est plus élevé, il charge le condensateur de 100 uF; s'il est plus faible, il n'y a pas de sortie.

Vous pouvez faire varier la luminosité de la DEL en changeant la résistance RA (47 kilohms) ou le condensateur CA (100 uF).



### Ordre des branchements

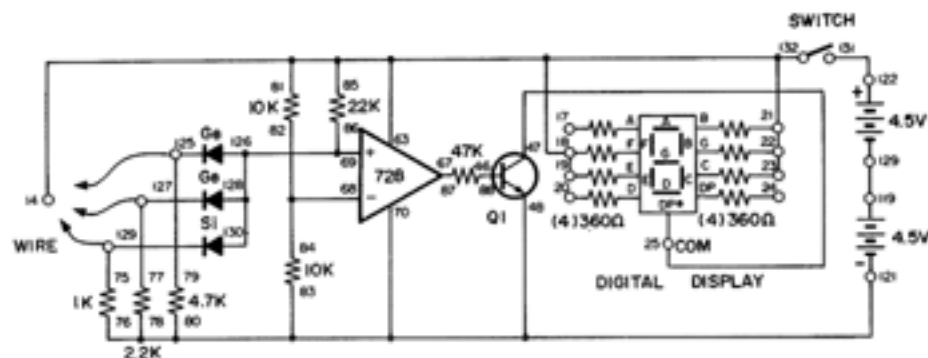
112-13-EARPHONE, 119-124-116-33-88-90-80-72-14-EARPHONE,  
31-65-64-82, 32-71, 93-111-40, 79-94-113-41, 63-42-131, 87-66-127-115,  
67-129-128, 81-68-130, 89-69-114, 70-134, 121-135, 122-132.

### REMARQUES

## MONTAGE 102. PORTE ET 3 ENTRÉES AVEC AMPLI OPÉRATIONNEL

Savez-vous que vous pouvez utiliser l'ampli opérationnel pour faire un circuit numérique? Nous l'employons ici pour monter une porte ET. L'affichage à DEL est à la sortie. S'il n'indique rien, un des signaux de sortie au moins est à l'état logique 0 ou bas; s'il indique 'H', les signaux de sortie sont tous à l'état logique 1 ou haut.

Quand les branchements sont faits, réglez l'interrupteur à la position A pour mettre le circuit sous tension. La DEL reste éteinte. Les bornes 125, 127 et 129 correspondent aux entrées. Ces bornes sont reliées à la borne négative (-); pour cette raison, elles ne peuvent pas faire allumer la DEL. La borne 14 est reliée à la borne positive (+); elle est donc à l'état logique 1. Reliez les bornes 125, 127 et 129 à la borne 14, en différentes combinaisons. La DEL ne s'allume et n'indique H que si les bornes 125, 127 et 129 sont toutes reliées à la borne 14 (état logique 1).



### Ordre des branchements

14-85-81-63-19-18-21-22-23-132, 25-47, 46-88, 78-76-83-80-70-48-121, 67-87,  
68-82-84, 86-69-126-128-130, 129-75-WIRE, 127-77-WIRE, 125-79-WIRE,  
119-124, 122-131.

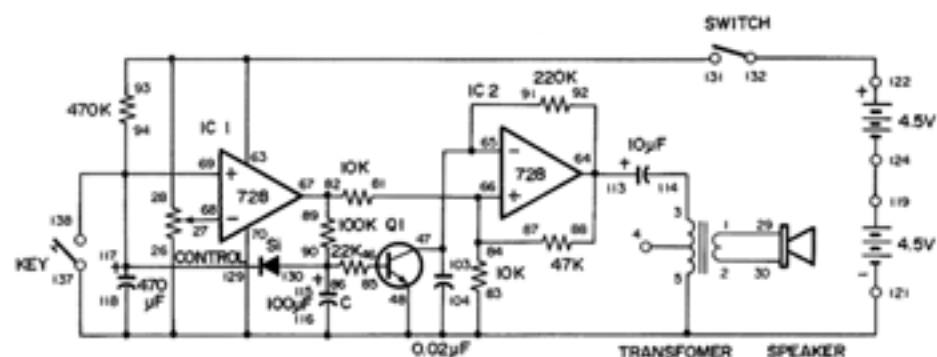
### REMARQUES

## MONTAGE 101. MINUTERIE DE CUISINE

Aimeriez-vous monter une minuterie de cuisine que vous pourriez utiliser avec vos recettes préférées? Cette minuterie est identique à celle du dernier montage, mais avec une différence. Elle produit un son pendant une ou deux secondes, puis s'arrête automatiquement.

Mettez l'interrupteur à la position B et faites les branchements. Quand vous avez terminé, réglez l'interrupteur à la position A pour mettre le circuit sous tension. Réglez le bouton de commande à la position 2 et pressez le manipulateur pour mettre la minuterie en marche. Au bout d'environ 40 secondes, la minuterie produit un son pendant une ou deux secondes et s'arrête. Aidez-vous du graphique du montage 100 pour pré-régler cette minuterie.

Jetiez un coup d'oeil au schéma. Quand la durée pré-réglée est écoulée, le comparateur IC 2 envoie un signal de sortie. Après un délai de 1 ou 2 secondes, produit par R et C, le transistor Q1 conduit et arrête le multivibrateur. La diode au silicium décharge C et rétablit le circuit à son état initial quand vous remettez la minuterie en marche.



### Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-114, 5-83-70-104-116-118-137-48-26-121, 27-68, 93-63-28-131,  
46-85, 91-103-65-47, 92-88-64-113, 81-84-87-66, 67-82-89,  
69-94-117-138-129, 86-90-115-130, 119-124, 122-132.

### REMARQUES



## MONTAGE 100. MINUTERIE DE BUREAU

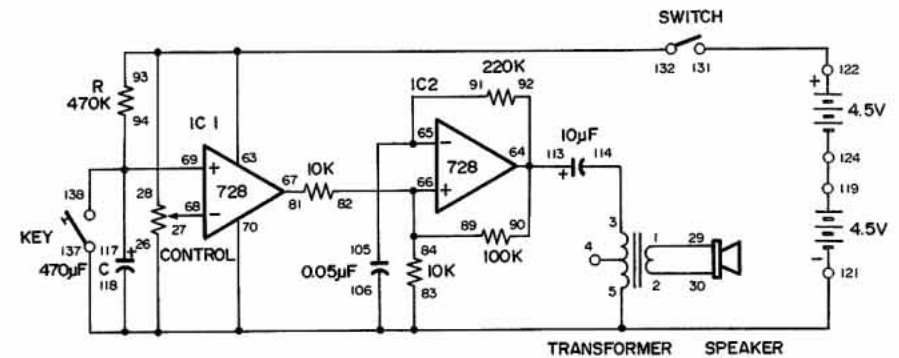
Avec cette minuterie, vous pouvez mesurer la durée de vos tests ou simplement savoir qu'une certaine durée s'est écoulée. Vous pouvez la prérégler pour une durée de votre choix, jusqu'à concurrence de 15 minutes. Quand la durée est écoulée, la minuterie produit un ronflement continu jusqu'à ce que vous coupiez l'alimentation ou que vous pressiez le manipulateur pour réenclencher le circuit.

Quand les branchements sont faits, mettez le bouton de commande à la position 2 et réglez l'interrupteur à A pour mettre le circuit sous tension. Procurez-vous un chronomètre et mettez-le en marche quand vous pressez le manipulateur. La minuterie produit un son au bout de 30 secondes environ.

Réglez maintenant la commande à chaque division du cadran, de 2 à 8. Notez le temps que prend la minuterie pour produire un son. L'étalonnage de la minuterie, c'est-à-dire la durée qui s'écoule pour chaque réglage du cadran, demande beaucoup de patience, mais cette opération est nécessaire si vous voulez que votre minuterie soit précise. Quand l'étalonnage est terminé, tracez un graphique indiquant chaque point de commande et la durée que prend la minuterie avant de produire un son. Vous pouvez maintenant commencer à utiliser la minuterie.

Jetez un coup d'oeil au schéma. La commande change la tension de référence du comparateur CI 1. Le réglage de la minuterie dépend de la résistance R et du condensateur C. Quand la tension appliquée à la borne positive (+) de CI 1 dépasse la tension de référence, la minuterie produit un son.

L'ampli opérationnel double ayant une impédance (résistance) d'entrée élevée, sa consommation de courant est très faible; vous pouvez donc l'utiliser pour monter une minuterie avec durée de réglage très longue. Le CI 2 sert de multivibrateur astable et produit le son.



### Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-114, 5-83-70-106-118-137-26-121, 93-63-28-132, 92-90-64-113, 65-105-91, 66-82-84-89, 67-81, 94-69-117-138, 119-124, 122-131, 27-68.

### REMARQUE

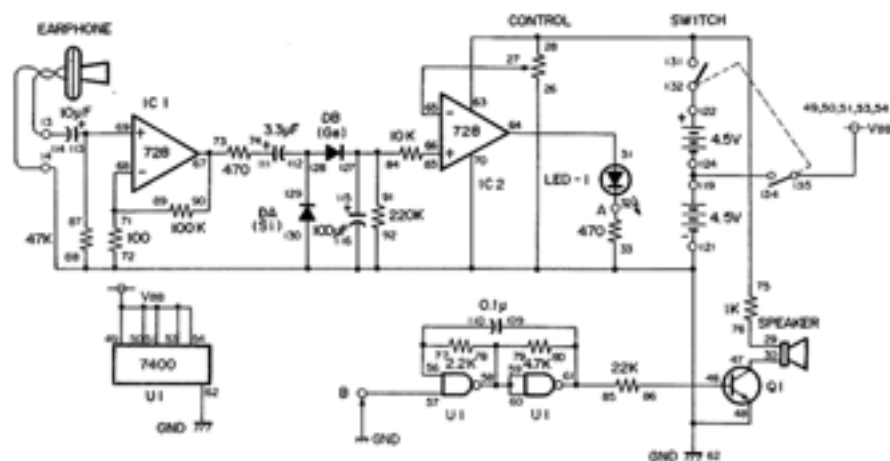


## MONTAGE 99. CIRCUIT D'ALARME SONORE

Ce circuit produit une alarme lumineuse et sonore quand il détecte votre voix ou un autre son. L'écouteur sert de microphone; les sons qu'il capte sont amplifiés par le CI 1. Les diodes DA et DB redressent le signal amplifié; elles le convertissent du CA au CC. Le signal passe par le comparateur CI 2 et commande la DEL et le haut-parleur.

Quand les branchements sont faits, faites tourner le bouton de commande à fond vers la gauche et mettez l'interrupteur à la position A. Faites ensuite tourner le bouton vers la droite, tout en parlant devant le microphone; réglez le bouton à la position où la DEL ne s'allume que si vous parlez. Cessez de parler; la DEL doit s'éteindre.

Que se passe-t-il maintenant si vous reliez A et B. Vous entendez un signal d'alarme du haut-parleur en même temps que la DEL s'allume. Vous disposez maintenant d'une alarme qui vous donne à la fois un signal lumineux et un signal sonore.



## Ordre des branchements

75-63-28-131, 29-76, 30-47, 31-64, 46-86, 56-77-110, 58-59-60-79-78, 85-80-61-109, 66-83, 67-90-73, 68-89-71, 87-69-113, 74-111, 84-91-115-127, 112-129-128, 49-50-51-53-54-135, 114-13-EARPHONE, 122-132, 27-65, 57-26-121-130-48-116-70-92-88-62-33-72-14-EARPHONE, 119-124-134.

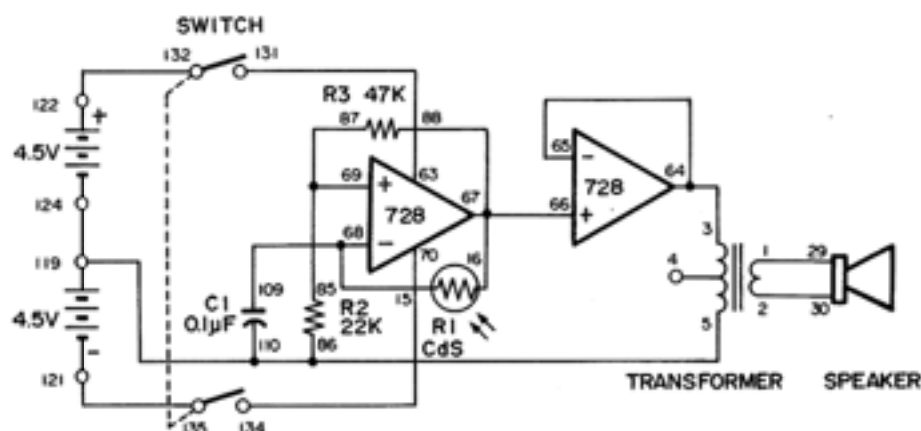
## REMARQUES

## MONTAGE 98. SON COMMANDÉ PAR LA LUMIÈRE

Ce circuit change les intervalles entre chaque son, selon la quantité de lumière que reçoit la photopile CdS. Le son varie en continu à mesure que vous réglez l'intensité lumineuse.

Quand les branchements sont terminés, réglez l'interrupteur à la position A pour mettre le circuit sous tension. Le haut-parleur produit immédiatement un son. Passez une main au-dessus de la photopile pour faire varier le son.

Vous pouvez calculer la fréquence approximative du signal à l'aide de la formule  $1/2 \times C1 \times R1$ . Dans ce montage, R1 correspond à la photopile CdS et n'est donc pas constante. Vous pouvez faire varier la fréquence de sortie en changeant C1. Le haut-parleur est ici équipé d'un tampon de façon que le circuit de son commandé par la lumière n'est pas affecté quand le haut-parleur émet des sons.



### Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-64-65, 5-86-110-119-124, 15-68-109, 16-66-67-88, 63-131, 69-87-85, 70-134, 121-135, 122-132.

### REMARQUES

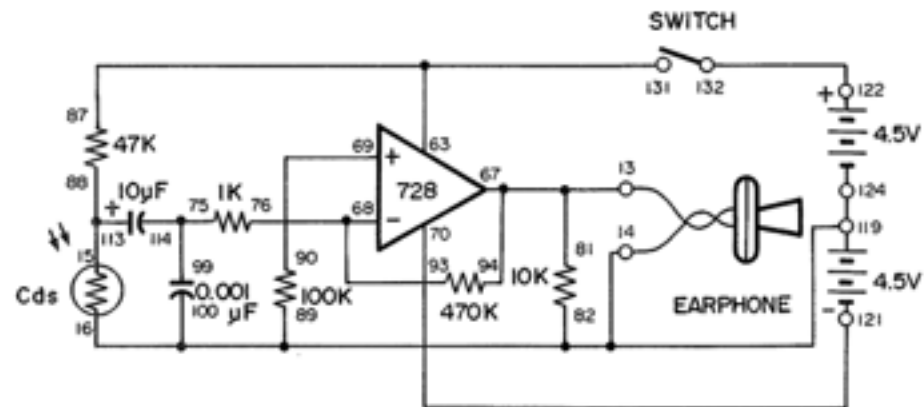


## MONTAGE 97. SON DU COURANT ALTERNATIF

Le circuit de ce montage permet d'écouter le courant alternatif. Vous savez probablement que l'électricité dans votre maison est un courant alternatif. Tous les appareils branchés dans les prises électriques utilisent le CA, y compris les lampes. Celles-ci clignent 60 fois par seconde, mais leur éclairage paraît continu à cause de la persistance des images pour l'oeil humain. Dans ce montage, nous convertissons la lumière en son.

Êtes-vous prêt? Après avoir monté le circuit, réglez l'interrupteur à la position A pour mettre le circuit sous tension. Approchez la photopile CdS d'une lampe électronique. Entendez-vous le ronflement de l'écouteur? Il s'agit en fait du son du courant alternatif. Placez maintenant la photopile sous un éclairage fluorescent. Vous devez entendre un son analogue.

À l'aide de l'ampli opérationnel, ce circuit accentue énormément les signaux lumineux que reçoit la photopile CdS. Avec la main, faites varier la quantité de lumière qui frappe la photopile CdS. Le volume du ronflement baisse et la qualité du son s'améliore. Que se passe-t-il quand vous exposez la photopile CdS au soleil?



## Ordre des branchements

15-88-113, 87-63-131, 76-93-68, 70-121, 69-90, 75-99-114, 122-132, 67-94-81-13-EARPHONE, 124-119-16-100-89-82-14-EARPHONE.

## REMARQUES





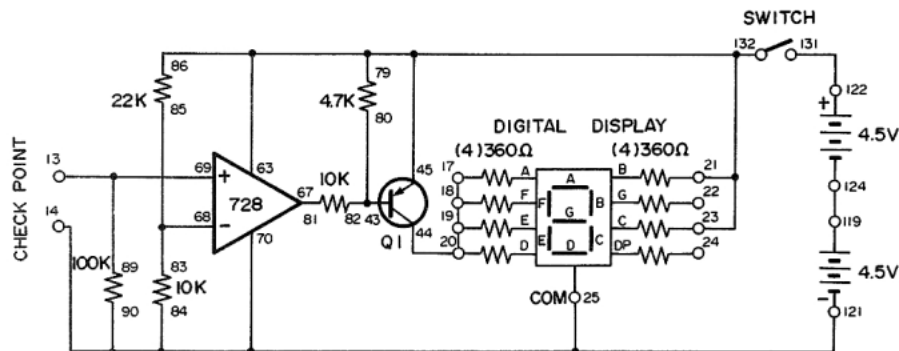
## **IX. Encore plus d'aventure avec les amplificateurs opérationnels**

## MONTAGE 96. VÉRIFICATEUR LOGIQUE

Les circuits numériques donnent des sorties à l'état haut (H ou L) ou bas (1 ou 0). Nous montons ici un vérificateur logique qui indique 1 pour l'état haut et 0 pour l'état bas, sur l'affichage à DEL.

Mettez l'interrupteur à la position B et assemblez le circuit. Quand vous avez terminé, réglez l'interrupteur à la position A pour mettre le circuit sous tension. L'affichage indique 0 parce que la borne de vérification (13) est à l'état bas en l'absence d'entrée. Reliez la borne de vérification à la borne 122 pour lui appliquer +4.5 V. L'affichage passe à 1.

Jetez un coup d'oeil au schéma. L'ampli opérationnel double sert de comparateur. Une tension de référence d'environ 3 V est appliquée à sa borne d'entrée négative (-). Quand l'entrée appliquée à sa borne positive (+) est supérieure à cette tension de référence, le niveau de sortie du comparateur passe à l'état haut et bloque le transistor Q1. Les segments a, e, f et d de l'affichage s'éteignent; il ne reste plus que 1 sur l'affichage.



### Ordre des branchements

17-18-19-20-44, 86-79-63-21-23-45-132, 43-80-82, 67-81, 68-83-85, 119-124, 122-131, 69-89-13-CHECK POINT, 121-25-70-90-84-14-CHECK POINT.

### REMARQUES

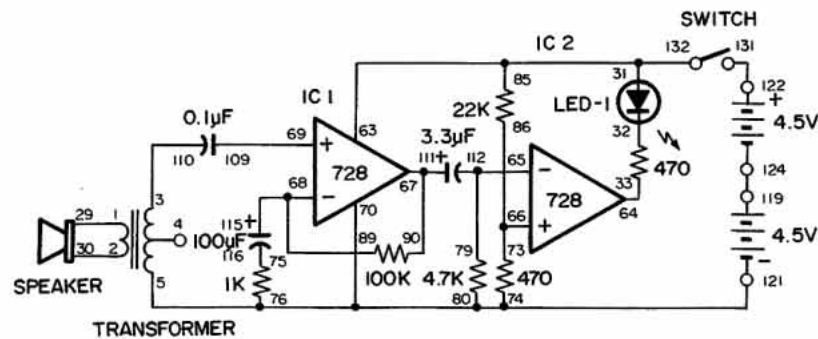


## MONTAGE 95. DEL COMMANDÉE PAR LA VOIX

Un microphone peut servir à détecter le son. Nous montons ici un circuit qui allume la DEL quand le microphone détecte un son. Le haut-parleur sert de microphone.

Mettez l'interrupteur à la position B et assemblez le circuit. Quand vous avez terminé, réglez l'interrupteur à la position A pour mettre le circuit sous tension. Parlez ensuite devant le microphone/haut-parleur ou frappez-le légèrement. La DEL réagit en clignotant.

Jetez un coup d'oeil au schéma. Le CI 1 sert d'ampli non inverseur de microphone, avec un gain d'environ 100. Le CI 2 fonctionne en comparateur. Sa borne d'entrée positive (+) reçoit une tension de référence de la pile. La sortie de l'ampli de microphone va à la borne d'entrée négative (-) du comparateur. Quand cette tension d'entrée est supérieure à la tension de référence, le niveau de sortie du comparateur passe à l'état bas et la DEL s'allume.



### Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-110, 5-76-74-80-70-121, 85-31-63-132, 33-64, 79-65-112, 73-86-66, 90-67-111, 89-68-115, 69-109, 75-116, 119-124, 122-131.

### REMARQUES



## MONTAGE 94. SIRÈNE DE RÉVEIL

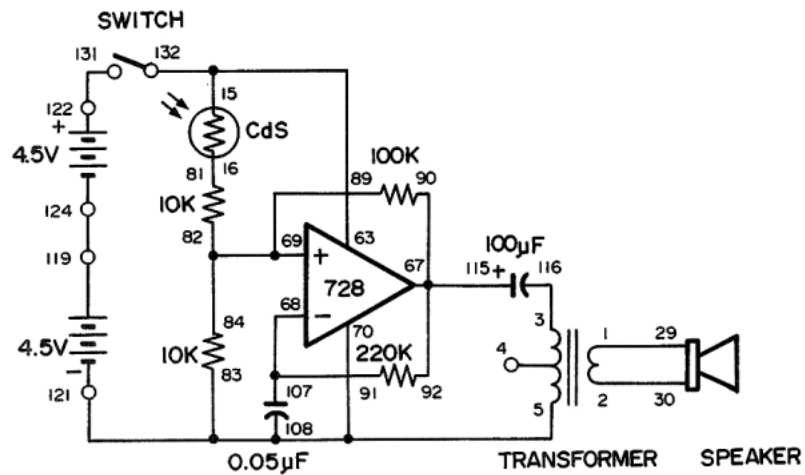
Avez-vous de la peine à vous lever le matin? Si c'est le cas, ne vous inquiétez plus! Cette sirène vous réveillera en douceur, au lever du jour.

Mettez d'abord l'interrupteur à la position B et faites les branchements. Réglez ensuite l'interrupteur à A pour mettre le circuit sous tension. Entendez-vous la tonalité de sirène du haut-parleur?

La sirène se met en marche quand vous exposez la photopile CdS à la lumière. Si vous cachez la photopile de la lumière, la sirène s'arrête.

Comme l'avertisseur électronique du montage 82, cette sirène comprend un multivibrateur qui commande son fonctionnement à l'aide de la photopile CdS.

Mettez ce montage sous tension avant de vous mettre au lit. Votre chambre doit être dans l'obscurité. Le lendemain matin, vous vous réveillerez au son de la sirène.



### Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-116, 5-83-108-70-121, 15-63-132, 16-81, 67-90-92-115, 91-68-107, 69-82-84-89, 119-124, 122-131.

### REMARQUES



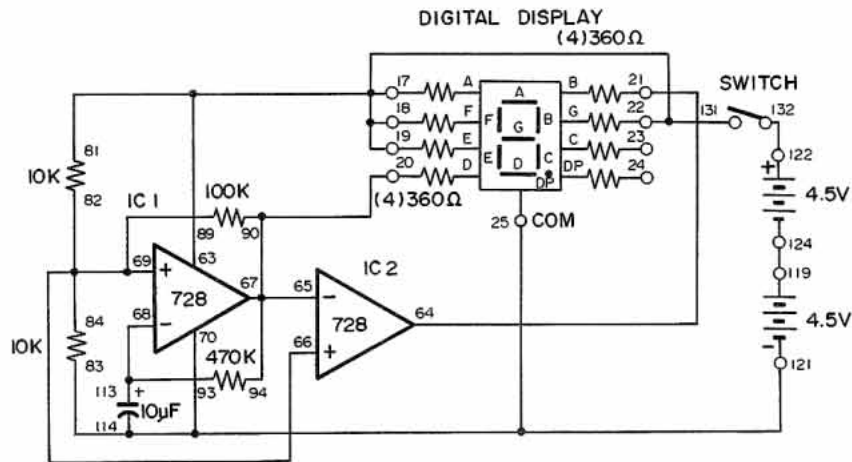
## MONTAGE 93. LETTRES À DEL

L'affichage numérique à DEL peut afficher la plupart des 26 lettres de l'alphabet. Préparons un affichage à DEL qui montre alternativement les lettres E et P. Vous pouvez en afficher d'autres. Faites plaisir à votre petite amie en affichant ses initiales!

Mettez l'interrupteur à la position B et faites les branchements. Quand vous avez terminé, réglez l'interrupteur à la position A pour mettre le circuit sous tension. Les lettres E et P s'allument alternativement sur l'affichage à DEL.

Le CI 1 sert de multivibrateur astable et affiche la lettre E. Le CI 2 sert d'inverseur dont la sortie est l'opposé du CI 1; il affiche la lettre P.

Vous avez réussi avec les lettres E et P; pourquoi ne pas en essayer d'autres? Vous ne devriez pas avoir de difficulté si vous vous aidez du schéma.



### Ordre des branchements

22-17-18-19-63-131-81, 20-65-67-90-94, 21-64, 83-114-70-25-121,  
66-69-82-84-89, 93-68-113, 119-124, 122-132.

### REMARQUES

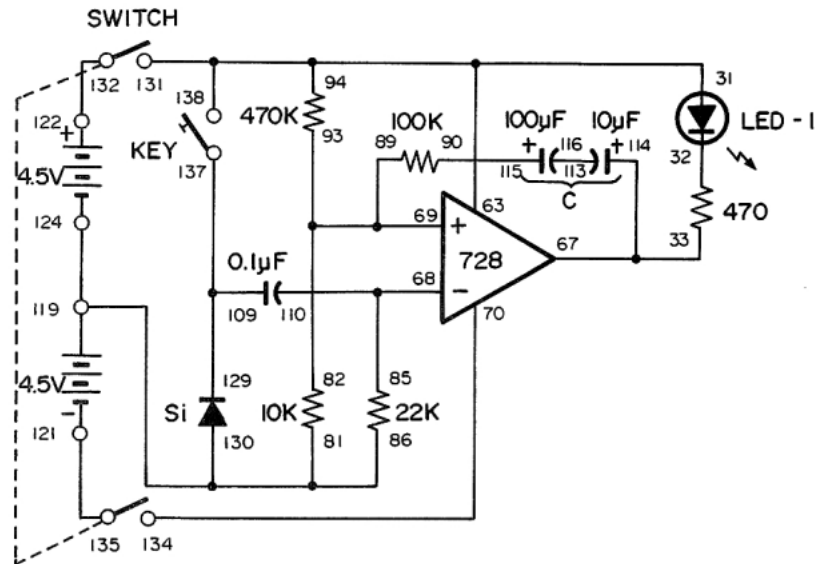


## MONTAGE 92. ÉCLAIRAGE MONOSTABLE

Nous avons monté de nombreux circuits avec l'ampli opérationnel double, mais on peut encore l'utiliser de nombreuses autres manières, comme avec le multivibrateur monostable. Ce multivibrateur permet de garder la DEL allumée pendant une certaine durée préétablie quand vous appuyez sur le manipulateur.

Mettez l'interrupteur à la position B et faites les branchements. Réglez l'interrupteur à la position A pour mettre le circuit sous tension. La DEL s'allume puis s'éteint rapidement. Pressez maintenant le manipulateur. Que se passe-t-il? La DEL s'allume et reste allumée pendant 2 à 3 secondes, puis s'éteint.

Vous pouvez changer la durée pendant laquelle la DEL reste allumée en utilisant différentes valeurs pour C. Passez par exemple de 10 à 470  $\mu\text{F}$ ; que se passe-t-il? La DEL reste allumée bien plus longtemps.



### Ordre des branchements

31-63-94-131-138, 33-67-114, 85-68-110, 69-82-89-93, 70-134,  
81-86-130-124-119, 90-115, 109-137-129, 113-116, 121-135, 122-132.

### REMARQUES

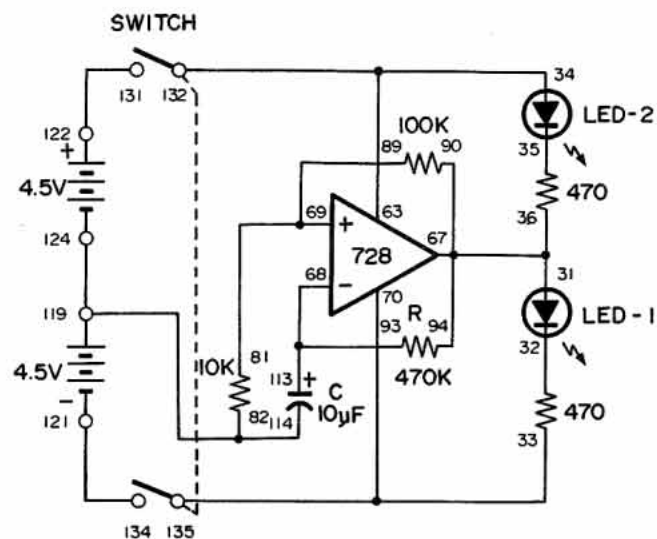


## MONTAGE 91. CLIGNOTEUR DEUX DEL

Dans les circuits des montages 89 et 90, on utilise une DEL, mais dans celui-ci, nous en avons deux qui s'allument à tour de rôle. Mettez l'interrupteur à la position B et assemblez le circuit. Réglez ensuite l'interrupteur à la position A pour mettre le circuit sous tension, puis attendez quelques secondes. Les DEL s'allument et s'éteignent alternativement.

L'ampli opérationnel double sert de multivibrateur astable, comme dans les montages précédents. Quand la sortie est à l'état haut, la DEL 1 s'allume; quand elle est à l'état bas, la DEL 2 s'allume.

Vous pouvez changer la vitesse du clignotement en donnant différentes valeurs à R et C. La vitesse des impulsions change-t-elle si vous utilisez une résistance R de 220 kilohms?



## Ordre des branchements

31-36-67-90-94, 33-70-135, 34-63-132, 93-68-113, 81-89-69, 82-114-124-119, 121-134, 122-131.

## REMARQUES



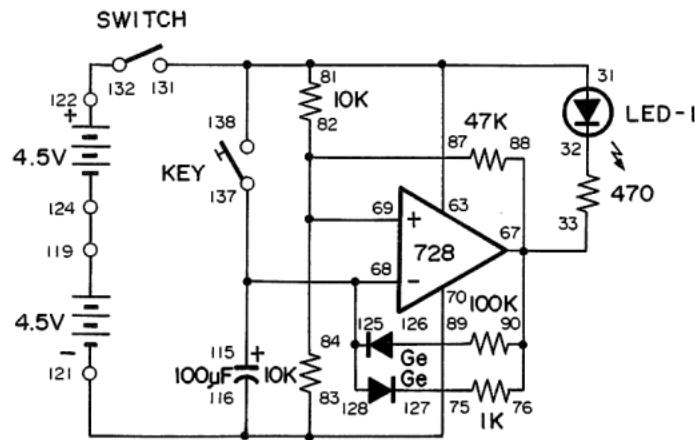
## MONTAGE 90. LAMPE CLIGNOTANTE DEL

Le clignoteur à DEL du montage précédent reste allumé ou éteint pendant approximativement la même durée, mais nous pouvons le faire clignoter pendant bien moins longtemps.

Mettez d'abord l'interrupteur à la position B et faites les branchements. Ce clignoteur à DEL comprend deux diodes. Pendant l'assemblage, faites attention à ce que les diodes soient branchées correctement.

Quand vous avez terminé, réglez l'interrupteur à la position A pour mettre le circuit sous tension et frappez légèrement le manipulateur. La DEL commence immédiatement à clignoter. Si vous ne touchez pas au manipulateur, ce clignoteur à DEL commence quand même à clignoter peu après la mise sous tension du circuit; si vous pressez le manipulateur, la DEL commence immédiatement à clignoter.

Comme dans le clignoteur à DEL du dernier montage, on utilise ici un ampli opérationnel double comme multivibrateur astable, mais sa période de clignotement est beaucoup plus courte à cause des deux diodes.



### Ordre des branchements

81-31-63-131-138, 33-67-88-90-76, 68-115-137-128-125, 69-87-82-84,  
83-70-116-121, 75-127, 89-126, 119-124, 122-132.

### REMARQUES





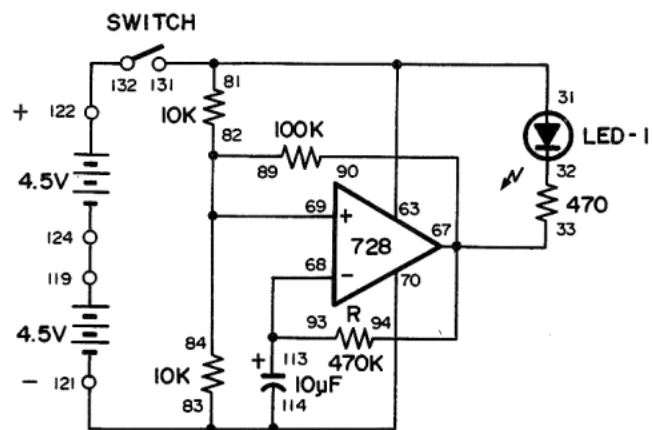
## MONTAGE 89. CLIGNOTEUR DEL AVEC AMPLI OPÉRATIONNEL

Nous allons maintenant monter un clignoteur à DEL à l'aide d'un ampli opérationnel double. Dans ce circuit, une DEL s'allume et s'éteint à rythme lent.

Mettez l'interrupteur à la position B et faites les branchements du circuit. Quand le montage est prêt, réglez l'interrupteur à la position A pour mettre le circuit sous tension. Au bout de quelques secondes, la DEL commence à clignoter. Faites très attention; vous devez pouvoir déterminer si la DEL reste allumée et éteinte pendant des périodes à peu près égales.

L'ampli opérationnel double sert de multivibrateur astable à basse fréquence. Vous pouvez changer la période d'oscillation, c'est-à-dire le régime de clignotement de la DEL, en donnant des valeurs différentes à R et C. Qu'arrive-t-il au rythme de clignotement si vous donnez à R la valeur de 220 kilohms?

Il faut mentionner que l'ampli opérationnel double a une impédance d'entrée élevée (l'impédance est un genre de résistance). Il perd donc très peu du courant d'entrée. Par conséquent, vous pouvez l'utiliser pour monter des minuteries et des clignoteurs précis, avec des intervalles plus longs.



### Ordre des branchements

81-31-63-131, 33-67-90-94, 93-68-113, 69-82-84-89, 83-70-114-121, 119-124, 122-132.

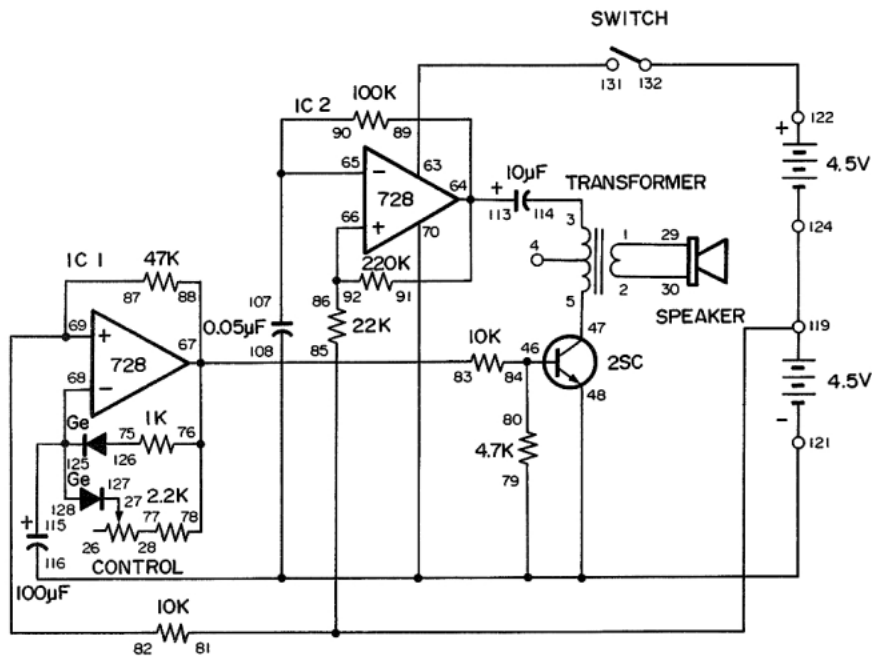
### REMARQUES



## MONTAGE 88. MÉTRONOME ÉLECTRONIQUE

Ce circuit représente la version avec ampli opérationnel du métronome électronique du montage 9. Mettez l'interrupteur à la position B et faites très soigneusement les branchements; ce montage est beaucoup plus compliqué que la plupart des autres. Quand vous avez terminé, mettez le bouton de commande à la position centrale et réglez l'interrupteur à A pour mettre le circuit sous tension. Le haut-parleur émet un bip à intervalles fixes. Si vous faites lentement tourner le bouton de commande vers la droite, le rythme s'accélère.

Jetez maintenant un coup d'oeil au schéma. Comme dans le dernier montage, le CI 1 et le CI 2 servent de multivibrateurs astables. Vous pouvez remarquer que le CI 1 crée des impulsions brèves à l'aide de diodes et que le bouton de commande sert à régler le rythme de ces impulsions. À chaque impulsion, le transistor conduit et produit un son.



### Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-114, 5-47, 27-127, 28-77, 46-80-84, 79-70-108-116-48-121, 63-131, 89-91-113-64, 65-90-107, 86-92-66, 78-76-83-88-67, 68-115-125-128, 82-87-69, 75-126, 85-81-119-124, 122-132.

### REMARQUES



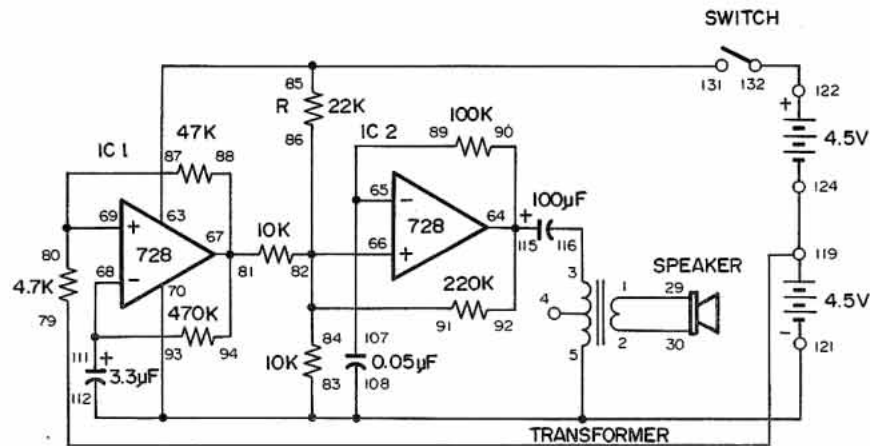
## MONTAGE 87. SIRÈNE DE PREMIERS SECOURS

Dans les montages 84, 85 et 86, la hauteur du son des sirènes change progressivement. Celle-ci est différente, car elle produit des sons alternativement hauts et bas.

Mettez l'interrupteur à la position B et assemblez le circuit. Quand les branchements sont faits, réglez l'interrupteur à la position A pour mettre le circuit sous tension. Le haut-parleur reproduit le son d'une sirène à deux tonalités.

Cette sirène se compose de deux multivibrateurs astables. Le CI 2 donne le bip normal que nous avons entendu au montage 82. Le CI 1 donne le signal qui fait changer la hauteur du son à intervalles réguliers.

Faisons maintenant une petite expérience. Débranchez la résistance de 22 kilohms; la sirène produit un bip intermittent au lieu du son à deux tonalités. Pourquoi donc? Effectivement, le CI 1 interrompt le son de sirène que produit le CI 2.



### Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-116, 5-83-70-108-112-121, 85-63-131, 64-90-92-115, 65-107-89, 66-82-84-86-91, 81-94-88-67, 93-68-111, 69-80-87, 79-119-124, 122-132.

### REMARQUES

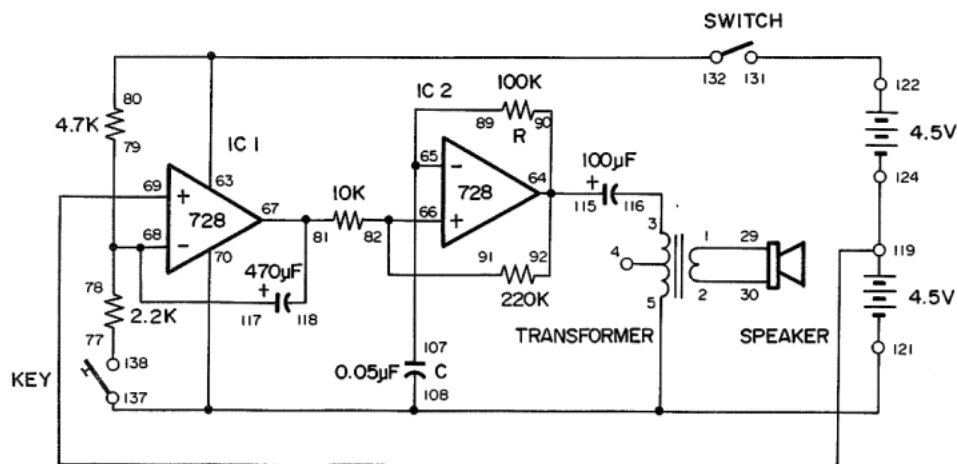


## MONTAGE 86. SIRÈNE D'URGENCE

Le son des sirènes des montages 84 et 85 ne change que dans un seul sens. Nous montons ici une sirène dont le son augmente puis redescend à son niveau initial. Cette sirène ne fonctionne qu'une fois quand vous pressez le manipulateur.

Mettez l'interrupteur à B et assemblez le circuit. Pour mettre la sirène en marche, mettez l'interrupteur à A. Quand vous pressez le manipulateur, la sirène recommence au son initial de bas niveau. Le son de la sirène change-t-il de hauteur comme vous l'attendiez? L'oscillateur CI 1 donne un courant en onde triangulaire; quand vous pressez le manipulateur, vous obtenez donc une sortie en onde triangulaire. Cette sortie va à CI 2 qui sert de multivibrateur astable.

Dans les montages 84, 85 et 86, le multivibrateur astable produit le son de sirène dont la hauteur varie selon les valeurs de R et de C. Déterminez comment la hauteur du son change quand vous donnez à C les valeurs 0.02 uF puis 0.1 uF.



### Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-116, 5-70-108-137-121, 80-63-132, 64-90-92-115, 65-89-107, 66-82-91, 81-67-118, 78-79-68-117, 69-119-124, 77-138, 122-131.

### REMARQUES

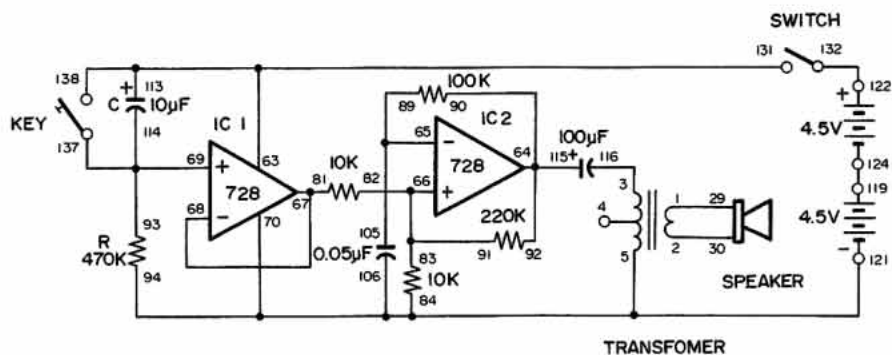


## MONTAGE 85. SON DE BOMBARDEMENT

Encore une sirène dont la hauteur du son peut changer. Dans notre dernier montage, le son de la sirène devenait plus aiguë, mais ici le son devient plus grave et s'arrête finalement. Quand la sirène s'arrête, pressez le manipulateur; le son recommence.

Mettez l'interrupteur à la position B et assemblez le circuit. Quand les branchements sont faits, réglez l'interrupteur à la position A pour mettre le circuit sous tension. Il se produit un son de sirène très aiguë qui devient progressivement plus grave. Pressez le manipulateur pour recommencer.

Comme pour la sirène de notre dernier montage, nous utilisons ici le CI 1 comme tampon et le CI 2 comme multivibrateur astable. Le condensateur C et la résistance R changent la hauteur du son de la sirène. Le son change lentement quand vous augmentez les valeurs de C et de R et il change plus rapidement si vous les diminuez. Remarquez le changement de la hauteur du son si vous utilisez une valeur de 3.3 uF pour C.



### Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-116, 5-84-94-106-70-121, 63-113-131-138, 64-90-92-115, 65-105-89, 66-82-83-91, 68-67-81, 93-69-114-137, 119-124, 122-132.

### REMARQUES



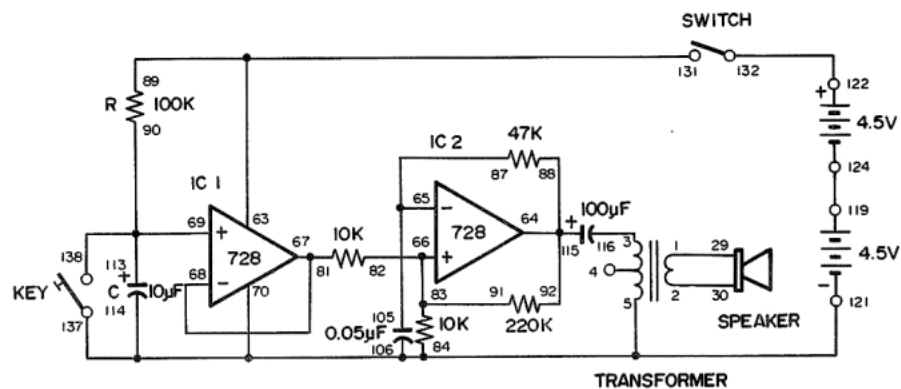
## MONTAGE 84. OSCILLATEUR DE BALAYAGE COMMANDE MANUELLE

L'avertisseur électronique du montage 82 ne donne qu'un bip continu, mais nous pouvons préparer un circuit similaire qui produit divers sons de sirène.

Nous allons donc monter une sirène qui donne un son de hauteur variable. Quand vous manipulez l'interrupteur, la sirène se met en marche puis émet un son aigu continu.

Mettez l'interrupteur à la position B et assemblez le circuit. Quand les branchements sont faits, réglez l'interrupteur à la position A pour mettre le circuit sous tension. Le haut-parleur émet brusquement un son intense de sirène. Ce son s'intensifie encore puis devient un bip régulier en 3 à 4 secondes. Quand vous pressez et relâchez le manipulateur, le condensateur se décharge et le son de sirène recommence.

Reportez-vous au schéma. Le CI 1 sert de tampon et le CI 2 de multivibrateur astable. La hauteur du son change quand la résistance de 100 kilohms augmente la tension appliquée au condensateur de 10 uF.



### Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-116, 5-84-70-106-114-137-121, 89-63-131, 64-88-92-115,  
65-87-105, 66-82-83-91, 68-67-81, 90-69-113-138, 119-124, 122-132.

### REMARQUES



## MONTAGE 83. ANTIVOL

Cet antivol produit un ronflement quand un intrus pénètre dans votre maison, brise un conducteur ou le débranche d'une borne. Essayez d'imaginer le branchement d'un interrupteur à une porte pour que l'ouverture de celle-ci déclenche l'alarme.

Mettez d'abord l'interrupteur à la position B et assemblez le circuit. Quand les branchements sont faits, reliez les bornes 13 et 14 au conducteur long. Réglez l'interrupteur à la position A pour mettre le circuit sous tension. A ce point, le haut-parleur ne produit aucun son.

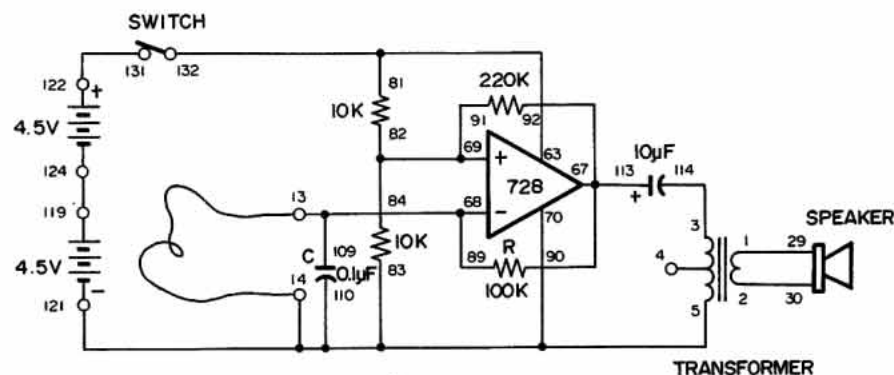
Pour vérifier l'alarme, détachez le conducteur de la borne 13. Le haut-parleur émet un bip. Ce bip peut vous avertir qu'un malfaiteur s'apprête à pénétrer dans votre maison.

Comme l'indique le schéma, cet antivol comprend l'ampli opérationnel double qui sert de multivibrateur astable, comme c'était le cas de l'avertisseur électronique dans le dernier montage. Pour changer la fréquence, utilisez des valeurs différentes pour la résistance de 10 kilohms et le condensateur de 0.1 uF. Notez le changement de la tonalité quand la résistance de 10 kilohms passe à 47 kilohms ou que vous permutez les résistances de 100 et 220 kilohms.

## Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-114, 5-14-83-70-110-121, 13-89-68-109, 81-63-132, 67-90-92-113, 69-82-84-91, 119-124, 122-131, 13-14 (LONG WIRE).

## REMARQUES



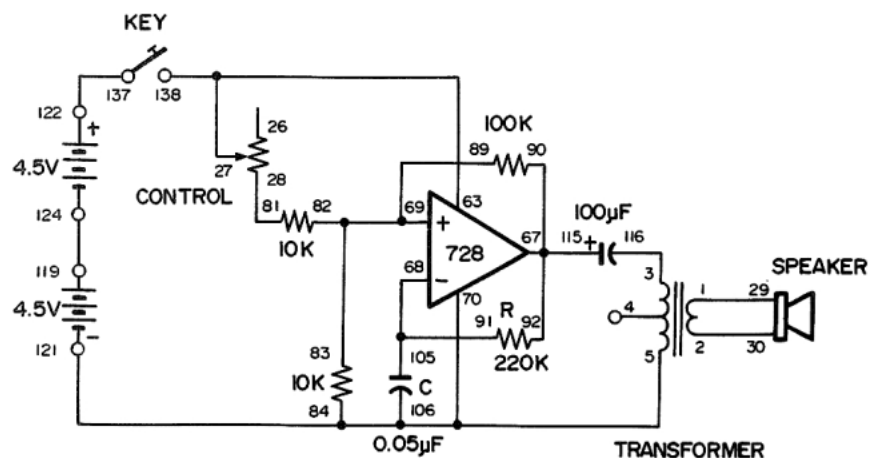
## MONTAGE 82. AVERTISSEUR AMPLI OPÉRATIONNEL

L'ampli opérationnel double peut très bien servir d'oscillateur. Dans ce montage, nous montons un avertisseur électronique qui produit un bip continu. Le bouton de commande permet de changer la tonalité de cet avertisseur.

Quand les branchements sont faits, réglez le bouton de commande en position centrale et pressez le manipulateur. Le haut-parleur produit un bip continu. Faites maintenant tourner la commande tout en pressant le manipulateur. La tonalité change.

Cet avertisseur électronique ne produit qu'un bip, mais on peut l'utiliser dans de nombreuses applications, comme nous allons le voir.

Le circuit oscillateur de cet avertisseur est un multivibrateur astable qui fonctionne en oscillateur donnant un courant en onde carrée. Le bouton de commande permet de changer la tonalité du son, car il fait varier la fréquence du signal. La fréquence dépend de la résistance à l'entrée (+) de la pile et de la résistance à la borne (-) de la pile. Déterminez le changement de la tonalité quand vous faites passer la valeur du condensateur à 0.02 ou 0.1  $\mu\text{F}$ .



### Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-116, 5-84-70-106-121, 63-27-138, 28-81,  
67-90-92-115, 91-68-105, 69-82-83-89, 119-124, 122-137.

### REMARQUES

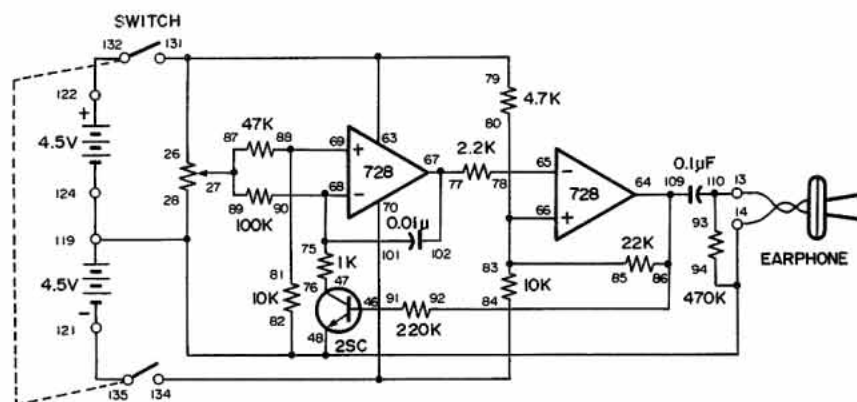


## MONTAGE 81. OSCILLATEUR COMMANDÉ PAR TENSION

Dans un oscillateur commandé par tension, la fréquence d'oscillation varie en fonction de la tension appliquée au circuit qui produit deux signaux de sortie différents : une onde triangulaire et une onde carrée.

Quand les branchements sont faits, réglez l'interrupteur à la position A pour mettre le circuit sous tension. Faites tourner lentement le bouton de commande tout en prêtant attention au son de l'écouteur. Le son s'atténue si vous faites tourner la commande vers la droite.

Quand la tension à la borne 27 de la commande change, la durée de charge/décharge du condensateur de 0.01 uF change également, amenant une variation de la fréquence de l'oscillateur. Le courant qui donne une onde triangulaire va de la borne 67 du premier ampli opérationnel à la borne 65 du deuxième, lequel sert de comparateur. Celui-ci laisse passer le courant à la sortie, à la borne 64, où une onde carrée est présente.



### Ordre des branchements

79-63-26-131, 27-87-89, 46-91, 47-76, 86-92-109-64, 65-78, 66-80-83-85, 67-102-77, 68-90-101-75, 69-88-81, 84-70-134, 121-135, 122-132, 124-119-28-48-94-82-14-EARPHONE, 110-93-13-EARPHONE.

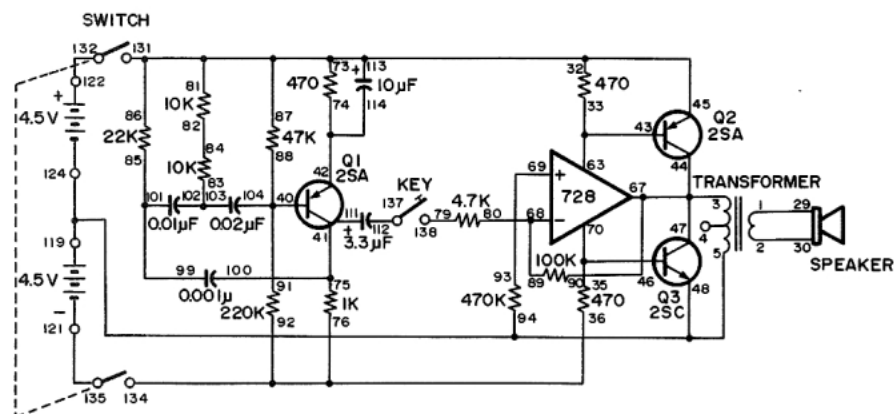
### REMARQUES



## MONTAGE 80. AMPLIFICATEUR DE PUISSANCE AVEC AMPLI OPÉRATIONNEL

Dans ce montage, nous produisons une tonalité intense en combinant l'ampli opérationnel et deux transistors. Quand les branchements sont faits, réglez l'interrupteur à la position A pour mettre le circuit sous tension. Pressez le manipulateur; le haut-parleur émet un son intense.

Ce son vient de l'oscillateur à condensateur-résistance. L'ampli opérationnel sert d'amplificateur inverseur; le haut-parleur produit le son sous l'impulsion des transistors Q2 et Q3. Ce circuit est un amplificateur symétrique à simple alternance. Nous avons déjà parlé des circuits symétriques. Par simple alternance, on entend que le circuit n'a qu'une sortie. La plupart des amplificateurs ont une deuxième sortie reliée au côté négatif (-) de la pile.



### Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-90-67-47-44, 5-94-48-119-124, 73-81-86-87-32-113-45-131,  
33-63-43, 35-46-70, 76-92-36-134, 91-88-104-40, 75-100-111-41, 74-114-42,  
68-80-89, 69-93, 79-138, 82-84, 83-102-103, 85-99-101, 112-137, 121-135,  
122-132.

### REMARQUES

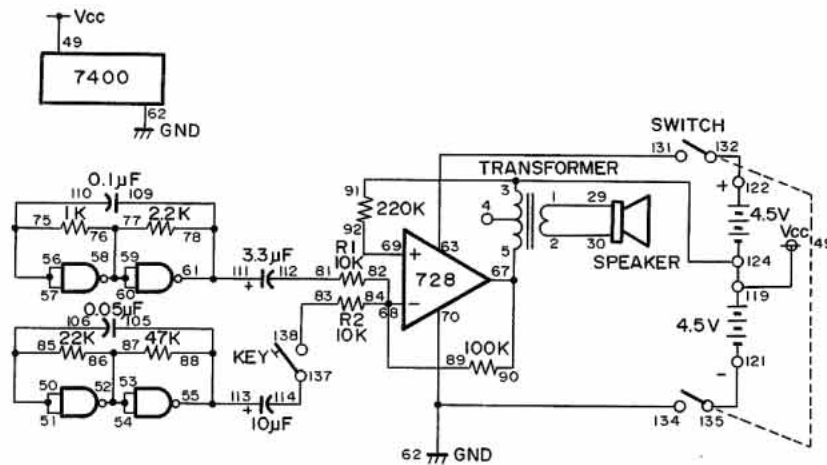


## MONTAGE 79. AMPLI MÉLANGEUR DE TONALITÉS

Pourquoi ne pas monter un amplificateur qui mélange deux tonalités? Il existe de nombreux types de mélangeurs de tonalités, mais l'ampli opérationnel se classe parmi les meilleurs.

Quand les branchements sont faits, réglez l'interrupteur à la position A pour mettre le circuit sous tension. Notez la tonalité produite. Pressez maintenant le manipulateur pour mélanger cette tonalité avec une autre. Vous pouvez changer les deux tonalités en utilisant d'autres valeurs à la place des deux résistances de 10 kilohms.

Cet ampli vous permet donc de mélanger deux tonalités en changeant les résistances, sans avoir à toucher aux autres circuits.



### Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-49-91-119-124, 5-67-90, 50-51-85-106, 52-53-54-87-86,  
55-88-105-113, 56-57-75-110, 58-59-60-76-77, 78-61-109-111, 62-70-134,  
63-131, 68-82-84-89, 69-92, 81-112, 83-138, 114-137, 121-135, 122-132.

### REMARQUES



## 78. AMPLI DIFFÉRENTIEL DEUX ALIMENTATIONS

Ce montage est le dernier de la série des amplificateurs de microphone. L'ampli opérationnel sert ici d'amplificateur différentiel avec deux sources d'alimentation. Cette fois-ci, le haut-parleur sert de microphone.

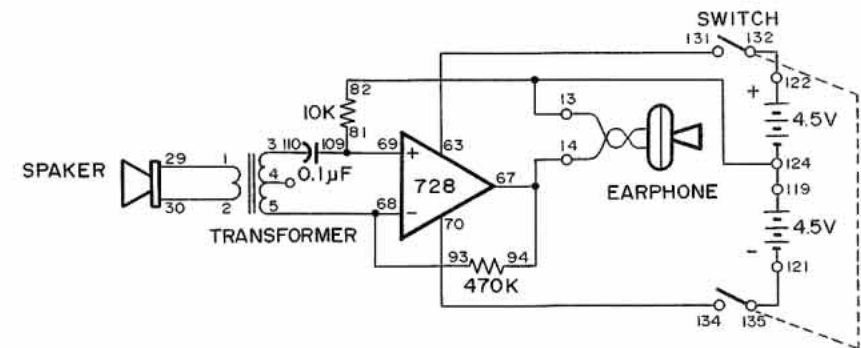
Mettez l'interrupteur à la position B et assemblez le circuit. Quand les branchements sont faits, placez-vous l'écouteur contre l'oreille, mettez l'interrupteur à la position A pour mettre le circuit sous tension et frappez légèrement le haut-parleur du doigt. L'écouteur reproduit-il le son?

L'ampli opérationnel double fonctionne en amplificateur différentiel quand on applique deux entrées en même temps à ses bornes positive (+) et négative (-). Le transformateur joue un grand rôle dans ce circuit amplificateur. Ses deux sorties différentes, aux bornes 3 et 5, sont reliées aux entrées opposées, aux bornes 68 et 69.

Le haut-parleur se compose d'une bobine et d'un aimant. Quand on l'utilise comme haut-parleur normal, l'électricité passe dans sa bobine et y induit un champ magnétique. L'aimant attire ou repousse la bobine, en fonction du champ magnétique. La bobine se déplace donc; ce mouvement, transféré au cône de papier qui lui est fixé, crée le son que l'on entend.

Quand on utilise le haut-parleur comme microphone, on rencontre le phénomène opposé. Quand le son fait bouger la bobine, la distance à l'aimant change et l'intensité du champ magnétique varie pour créer une tension aux bornes de la bobine. Cette tension faible, appliquée au primaire du transformateur, donne une tension plus élevée au secondaire.

L'utilisation du haut-parleur comme microphone simplifie donc le circuit. Pour utiliser l'écouteur comme dans les montages précédents, il nous faudrait un circuit bien plus complexe.



### Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-110, 5-68-93, 63-131, 69-81-109, 70-134, 121-135, 122-132, 124-119-82-13-EARPHONE, 94-67-14-EARPHONE.

### REMARQUES



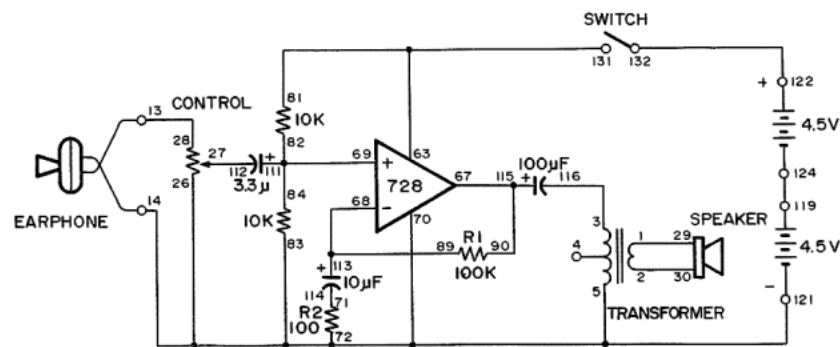
## MONTAGE 77. AMPLI NON INVERSEUR UNE ALIMENTATION

Dans les montages 75 et 76, nous avons utilisé l'ampli opérationnel avec deux alimentations. Dans ce montage, nous préparons un amplificateur non inverseur de microphone à une alimentation. Ici encore, l'écouteur sert de microphone.

Mettez l'interrupteur à la position B et assemblez le circuit. Quand les branchements sont faits, réglez l'interrupteur à la position A pour mettre le circuit sous tension, faites tourner le bouton de commande vers la droite et parlez devant le microphone. Le fonctionnement est identique à celui des montages 75 et 76, mais il y a cependant une différence.

La différence réside dans le gain de cet amplificateur de microphone. Ce gain est encore déterminé par R1 et R2, mais il est beaucoup plus élevé. Pourquoi donc? Nous utilisons une résistance de 100 kilohms à la place de la valeur de 1 kilohm des deux derniers montages. Si vous remplacez R2 par une valeur de 1 K, le gain descend au niveau de celui des derniers montages.

Les deux sources sont ici branchées en série pour alimenter l'ampli opérationnel double en 9 V. Cet ampli peut cependant fonctionner avec la moitié de cette tension, soit 4.5 V. Que se passe-t-il si vous débranchez l'ampli opérationnel de la borne de pile 122 et le reliez à la borne 119?



### Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-116, 27-112, 71-114, 81-63-131, 67-90-115, 89-68-113,  
84-82-69-111, 119-124, 122-132, 121-26-70-83-72-5-14-EARPHONE,  
28-13-EARPHONE.

### REMARQUES



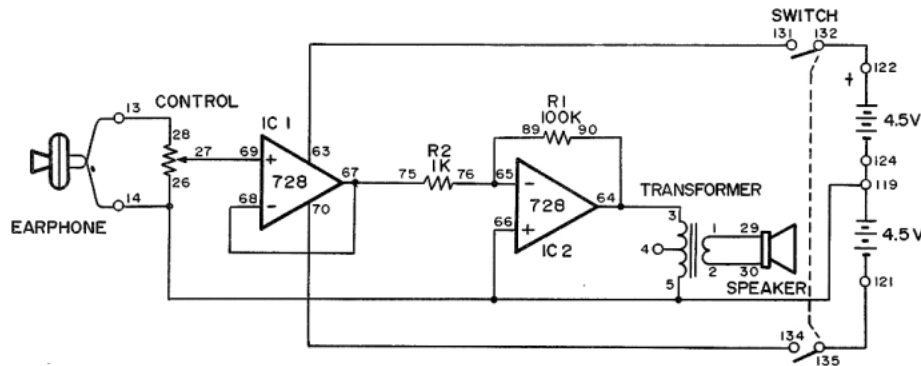
## MONTAGE 76. AMPLI INVERSEUR DEUX ALIMENTATIONS

Dans ce circuit, nous avons encore un amplificateur de microphone à deux alimentations, mais celui-ci inverse le signal. L'écouteur sert de nouveau de microphone.

Mettez l'interrupteur à la position B et faites les branchements. Quand vous avez terminé, réglez l'interrupteur à la position B pour mettre le circuit sous tension, faites tourner le bouton de commande vers la droite et parlez devant le microphone (l'écouteur). Ce montage fonctionne exactement comme le précédent!

Le CI 1 sert de tampon à gain unitaire. Le CI 2 est un ampli inverseur. L'entrée arrive à cet ampli par la borne négative (-) plutôt que par la borne positive (+), comme c'était le cas du montage précédent. Le gain est d'environ 100, comme on peut le calculer avec  $R1/R2 = 100 \text{ K}/1 \text{ K}$ .

Le gain augmente si R1 est plus élevée ou si R2 est plus basse. Que devient le gain si vous utilisez une résistance de 470 ohms pour R2?



### Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-64-90, 27-69, 63-131, 65-89-76, 68-67-75, 70-134, 121-135, 122-132, 124-119-26-66-5-14-EARPHONE, 28-13-EARPHONE.

### REMARQUES



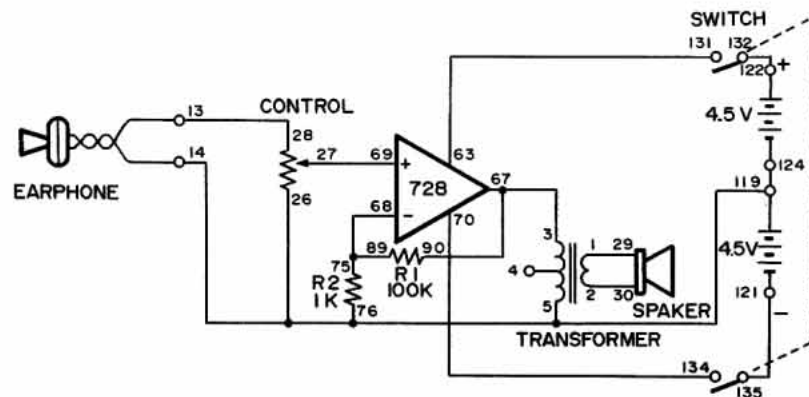
## MONTAGE 75. AMPLI NON INVERSEUR DEUX ALIMENTATIONS

Dans ce montage, nous réalisons un amplificateur de microphone à l'aide de l'ampli opérationnel utilisé comme ampli non inverseur, avec deux sources d'alimentation. L'écouteur sert de microphone.

Mettez l'interrupteur à la position B et faites les branchements du circuit. Réglez ensuite l'interrupteur à la position A pour mettre le circuit sous tension, faites tourner le bouton de commande à fond vers la droite et frappez légèrement l'écouteur (votre microphone). Vous devez entendre le son produit par le haut-parleur.

Quand vous utilisez l'écouteur comme microphone, il est préférable d'enlever la partie qui se glisse dans l'oreille en la dévissant vers la gauche. Faites tourner le bouton de commande pour régler le volume.

Comme le montre le schéma, l'ampli opérationnel double s'utilise avec deux sources d'alimentation : 4.5 V pour le circuit et 9 V pour le CI. L'ampli opérationnel double a deux bornes d'entrée : les bornes 69 et 68, respectivement positive (+) et négative (-). On applique l'entrée non inverseuse à la borne positive (+). Le gain du signal dans cet amplificateur est d'environ 100 (déterminé par  $R1/R2$ ). Dans le cas présent,  $100\text{ K}/1\text{ K} = \text{gain de } 100$ .



## Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-67-90, 27-69, 63-131, 68-89-75, 70-134, 121-135, 122-132, 124-119-26-76-5-14-EARRPHONE, 28-13-EARRPHONE.

## REMARQUES



## MONTAGE 74. DÉCLENCHEUR SCHMITT

Dans ce montage, l'ampli opérationnel sert de déclencheur Schmitt et de comparateur. L'ampli opérationnel donne un signal tant que sa tension d'entrée dépasse une certaine valeur. Jetez un coup d'oeil au schéma; comment fonctionne-t-il? Le niveau de tension qui donne une sortie est supérieur à celui qui la coupe. Le déclencheur de Schmitt résiste au changement de l'état de sortie. Ce circuit crée une "boucle d'hystérésis".

Passons à l'étude du circuit. Ne touchez pas au manipulateur pour le moment. Dans cet état, l'ampli opérationnel sert de comparateur. Si vous faites tourner le bouton de commande, les DEL 1 et 2 s'allument à tour de rôle à un certain point. Vous pouvez remarquer que ce point ne change pas, que vous fassiez tourner le bouton de commande vers la droite ou la gauche.

Pressez le manipulateur. Vous avez un déclencheur Schmitt qui crée des boucles d'hystérésis, comme le montre la figure 1.

La boucle d'hystérésis se rétrécit quand le rapport  $R_B/R_A$  augmente. Utilisez différentes valeurs de  $R_A$  et  $R_B$  pour faire varier la largeur de la boucle.

(1) Tension de sortie (2) Tension de référence (3) Tension de signal (4) Angle de commande (5) Zone de silence

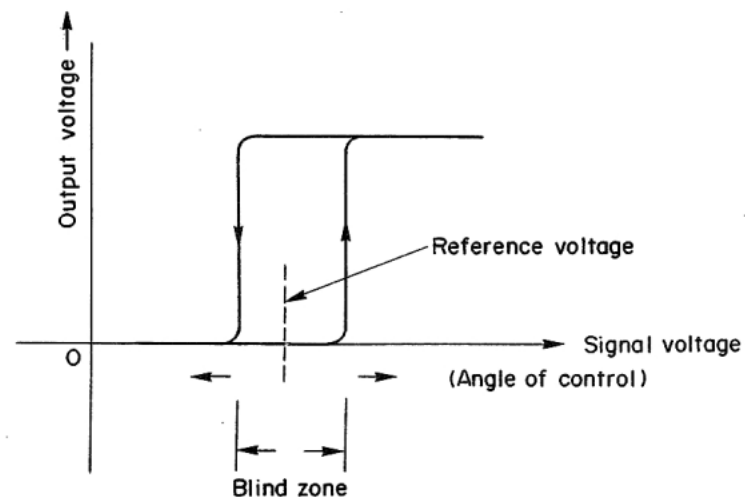
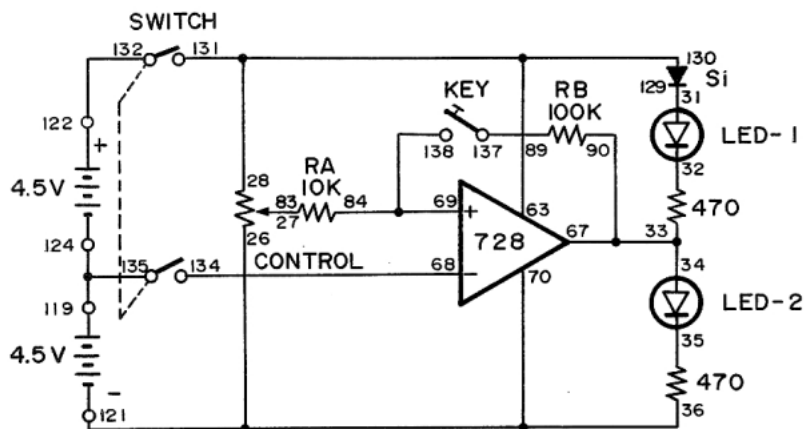


Figure 1

### Ordre des branchements

70-36-26-121, 27-83, 63-28-130-131, 34-33-67-90, 68-134,84-69-138, 89-137, 119-124-135, 122-132, 31-129.

### REMARQUES



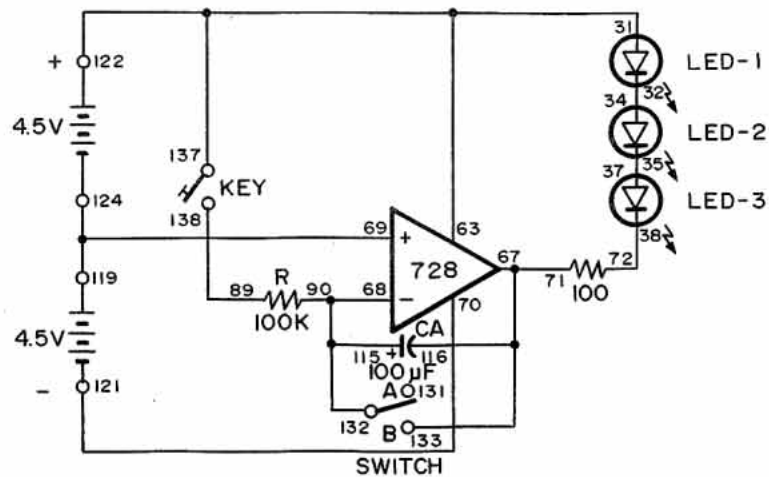


## MONTAGE 73. CIRCUIT INTÉGRATEUR

Vous savez qu'une DEL s'allume instantanément quand on lui applique une tension. Mais peut-on la faire s'allumer progressivement? Dans ce montage, vous verrez les DEL devenir lentement plus lumineuses quand vous appuyez sur le manipulateur.

Dans ce montage, nous utilisons un circuit intégrateur Miller. Si l'entrée de ce CI augmente, il en est de même de sa sortie. Le circuit intégrateur augmente la valeur du condensateur CA au-delà de 100  $\mu\text{F}$ . Quand vous pressez le manipulateur, le condensateur se décharge lentement dans la résistance R; les DEL deviennent plus lumineuses. Si vous mettez l'interrupteur à la position B, le condensateur se décharge et les DEL s'éteignent.

Pour décharger le condensateur, mettez l'interrupteur à la position B avant de faire les branchements. Réglez l'interrupteur à A et appuyez sur le manipulateur pour voir si les DEL 1, 2 et 3 deviennent plus lumineuses. Elles atteignent leur luminosité maximale en cinq secondes environ. Mettez l'interrupteur à B pour décharger le condensateur, puis pressez le manipulateur pour répéter l'expérience.



### Ordre des branchements

31-63-122-137, 32-34, 35-37, 38-72, 71-67-116-133, 68-90-115-132, 69-124-119, 70-121, 89-138.

### REMARQUES



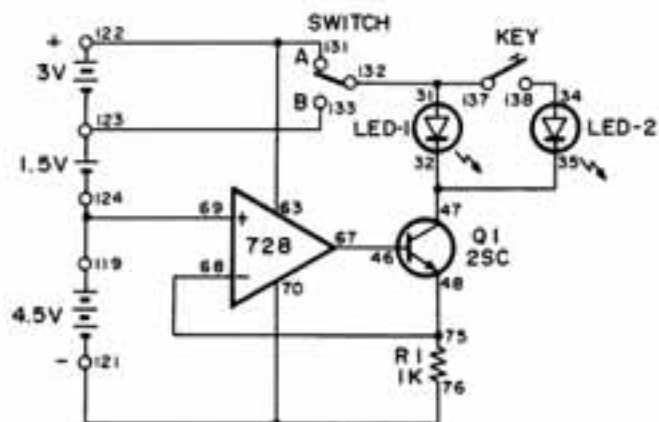
## MONTAGE 72. SOURCE À COURANT CONSTANT

Dans ce montage, nous préparons un circuit à courant constant à l'aide d'un ampli opérationnel et d'un transistor. Ce circuit maintient un courant constant, même si la tension de la source varie à cause d'une plus grande consommation d'énergie.

Jetez un coup d'oeil au schéma. Quand le courant varie, la tension dans R1 change. La sortie de l'ampli opérationnel change selon le signal de réaction de R1. Cette sortie de l'ampli commande la tension de base du transistor R1 qui assure le maintien d'un courant constant.

Passons à l'étude du montage. Mettez d'abord l'interrupteur à la position A et pressez le manipulateur tout en observant la DEL 1. Celle-ci est moins lumineuse quand on presse le manipulateur, car la DEL 1 et la DEL 2 sont alors toutes deux en circuit. La charge, ou quantité d'énergie que consomment les diodes, augmente, mais le courant reste constant. La DEL 1 est donc moins lumineuse.

Mettez maintenant l'interrupteur à la position B et ne touchez pas au manipulateur. La luminosité de la DEL change-t-elle quand l'interrupteur passe de A à B? Quand vous mettez l'interrupteur à V, la tension d'alimentation et la luminosité de la DEL ne change pas



### Ordre des branchements

31-132-137, 32-35-47, 34-138, 46-67, 48-68-75, 63-131-122, 69-119-124, 76-70-121, 123-133.

### REMARQUES



## MONTAGE 71. GAIN CC SANS INVERSION

Nous arrivons maintenant à l'expérience la plus simple sur l'amplification d'une tension CC. Quand les branchements sont faits, mettez l'interrupteur à la position B.

Les DEL 1 et 2 indiquent la tension de sortie du CI ampli opérationnel. Une DEL ne s'allume que si on lui applique une tension d'environ 1.5 V. Dans ce montage, nous branchons les deux DEL en série; elles ne s'allument donc que sous une tension d'environ 3 V. Pour le moment, elles sont éteintes; la tension de sortie de l'ampli opérationnel doit donc être inférieure à 3 V.

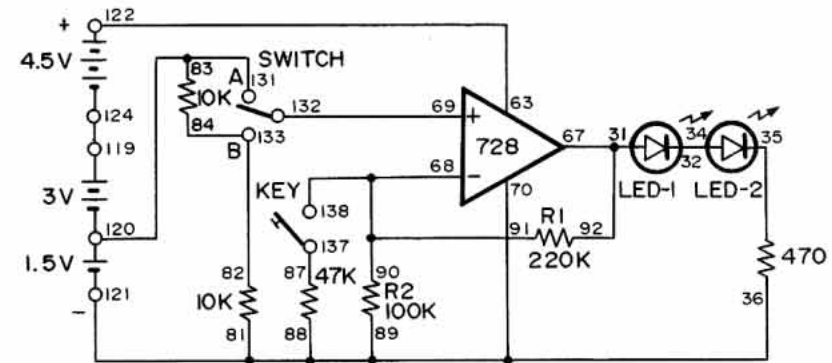
Jetez un coup d'oeil au schéma. Avec l'interrupteur à la position B, une résistance de 10 kilohms est branchée en série entre chacune des bornes des piles et la borne d'entrée positive (+) de l'ampli opérationnel. Ces deux résistances de 10 kilohms divisent la tension d'alimentation de 1.5 V par deux. La borne d'entrée positive reçoit donc une tension d'entrée de 0.75 V seulement.

Pour calculer la tension de sortie de l'ampli opérationnel, multipliez sa tension d'entrée par le facteur d'amplification  $(R1/R2) + 1$ . Nous devons donc avoir une tension de sortie de  $0.75 \text{ V} \times ((220 \text{ kilohms}/100 \text{ kilohms}) + 1) = 2.4 \text{ V}$ .

Mettez maintenant l'interrupteur à la position A. Vous éliminez ainsi les résistances de 10 kilohms du circuit; la borne d'entrée positive de l'ampli reçoit la tension d'entrée totale de 1.5 V. En appliquant l'équation ci-dessus, vous pouvez voir que la tension de sortie de l'ampli opérationnel est maintenant de  $1.5 \text{ V} \times ((220 \text{ kilohms}/100 \text{ kilohms}) + 1) = 4.3 \text{ V}$ . Les DEL s'allument faiblement parce qu'elles sont soumises à une tension légèrement supérieure à 3 V.

Changeons maintenant le facteur d'amplification. Mettez de nouveau l'interrupteur à la position B et pressez le manipulateur. Vous branchez ainsi la résistance de 47 kilohms en parallèle avec la résistance de 100 kilohms; vous obtenez une résistance totale R2 d'environ 32 kilohms. (Vous souvenez-vous du montage 17 où nous avons calculé la résistance totale d'un circuit en parallèle?) La tension de sortie est maintenant de  $0.75 \text{ V} \times ((220 \text{ kilohms}/32 \text{ kilohms}) + 1) = 5.9 \text{ V}$ , soit assez pour allumer les DEL.

Si vous mettez de nouveau l'interrupteur à la position A et pressez le manipulateur pour appliquer la tension de 1.5 V à la borne d'entrée positive (+) de l'amplificateur, les DEL deviennent très lumineuses. L'interrupteur étant à la position A et le manipulateur pressé, calculez la valeur de la tension de sortie.



### Ordre des branchements

31-67-92, 32-34, 81-89-88-70-36-121, 63-122, 68-90-91-138, 69-132, 82-84-133, 83-131-120, 87-137, 119-124.

### REMARQUES



## MONTAGE 70. COMPAREUR

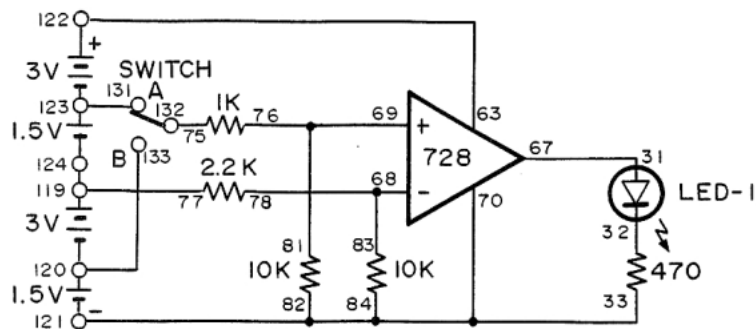
Dans cette section, vous devez posséder des connaissances de base sur le circuit intégré d'ampli opérationnel. Tout d'abord, on peut utiliser une même source d'alimentation pour le circuit et le CI ou des sources séparées.

L'amplificateur opérationnel peut servir d'ampli non inverseur, d'ampli inverseur ou d'ampli différentiel. Un ampli non inverseur donne un signal de sortie de polarité identique au signal d'entrée. Un ampli inverseur fait le contraire: la sortie et l'entrée sont de polarités inverses. Dans un ampli différentiel, la sortie représente la différence entre les intensités des deux signaux d'entrée.

Un comparateur évalue deux tensions et indique la plus élevée. La tension contrôlée correspond à la tension de référence. Elle sert en effet de référence pour la mesure d'autres tensions. La tension d'entrée est la valeur à comparer.

Dans ce montage, la tension de référence est d'environ 3.7 V. On l'injecte à la borne 68 de l'un des circuits intégrés. La tension d'entrée va à la borne 69 du même CI. La DEL s'allume si la tension d'entrée est plus élevée que la tension de référence; elle reste éteinte si elle est plus basse. Dans ce circuit, l'ampli opérationnel sert d'ampli inverseur pour la tension de référence, afin de tenir la DEL éteinte, ou d'ampli non inverseur pour l'allumer.

Faites les branchements puis réglez l'interrupteur à la position A. On obtient ainsi une entrée de 6 V. La DEL s'allume parce que la tension d'entrée est supérieure à la tension de référence. Mettez maintenant l'interrupteur à la position B. On a une tension d'entrée de 1.5 V. Le CI comparateur ne laisse pas le courant passer parce que la tension d'entrée est maintenant inférieure à la tension de référence; la DEL reste éteinte.



## Ordre des branchements

31-67, 84-82-33-70-121, 63-122, 68-83-78, 69-81-76, 75-132, 77-119-124, 120-133, 123-131.

## REMARQUES



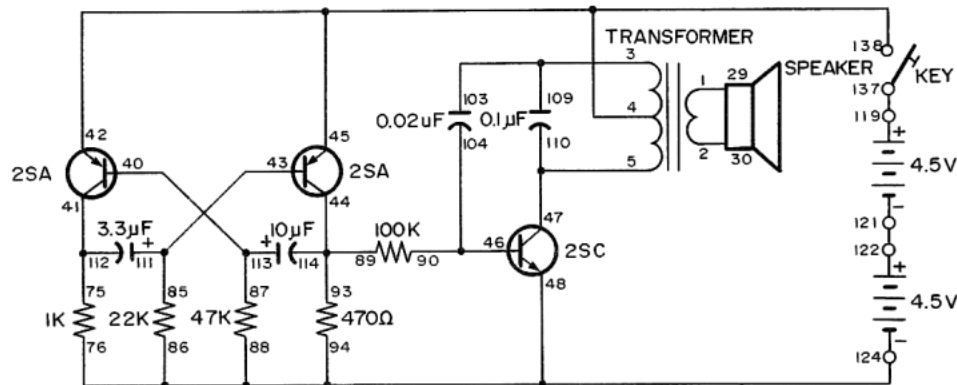
## **VIII. Circuits de base d'amplificateur opérationnel**

## MONTAGE 69. GÉNÉRATEUR INTERMITTENT D'ALARME

Dans ce circuit, un oscillateur en commande un autre pour constituer une alarme efficace. Un oscillateur à multivibrateur commande un oscillateur d'impulsions. Le multivibrateur se trouve sur la gauche du schéma. La fréquence de l'oscillateur d'impulsions se situe dans la gamme audible (20 Hz à 20 kHz). Le multivibrateur commande l'oscillateur d'impulsions en laissant le courant arriver à la base du transistor.

Faites les branchements et pressez le manipulateur. Le haut-parleur doit produire le signal d'alarme. Ce signal se met en marche et s'arrête selon que l'oscillateur d'impulsions est en marche ou à l'arrêt.

Un signal d'alarme intermittent est plus efficace qu'une tonalité continue, car on le remarque davantage. Dans ce montage, vous pouvez utiliser d'autres valeurs pour les résistances de 22, 47 et 100 kilohms et le condensateur de 0.02 uF.



### Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-103-109, 4-42-45-138, 5-47-110, 40-113-87, 41-112-75,  
43-111-85, 44-114-93-89, 46-104-90, 76-86-88-94-48-124, 119-137, 121-122.

### REMARQUES

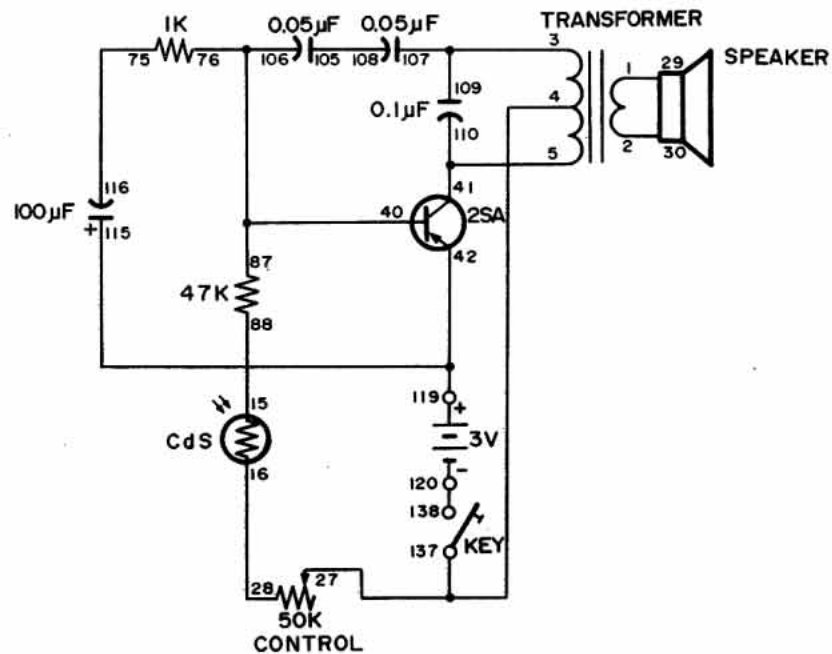


## MONTAGE 68. OISEAU MATINAL

Nous retrouvons ici le circuit de l'oiseau électronique du montage 1, mais nous y avons ajouté une commande photoélectrique pour la base du transistor. Vous connaissez le fonctionnement de la photopile CdS. Cet oiseau électronique étant commandé par la lumière du jour, vous pouvez vous en servir comme réveil le matin (tôt le matin).

Pressez le manipulateur pour entendre le son de l'oiseau matinal. Vous pouvez régler le bouton de commande pour qu'une intensité lumineuse précise déclenche l'oiseau et vous réveille le matin, ni trop tôt ni trop tard.

Nous avons changé les valeurs de quelques composants seulement et réarrangé le schéma de l'oiseau électronique original. Essayez de localiser les changements et redispsez le circuit pour qu'il ressemble à celui du montage 1. Redessinez le schéma ci-dessous.



### Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-107-109, 4-27-137, 5-41-110, 15-88, 16-28, 76-87-106-40, 119-42-115, 75-116, 105-108, 120-138.

### REMARQUES



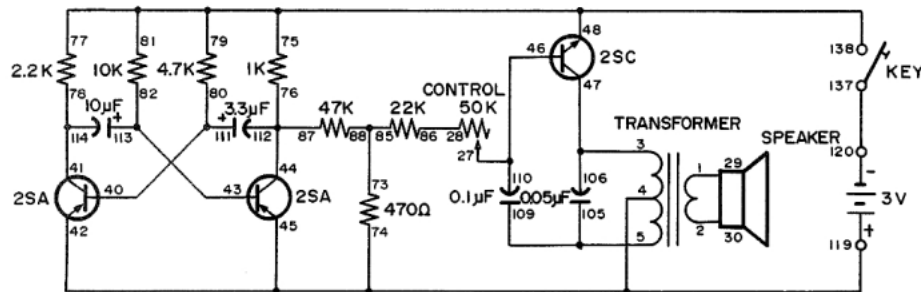
## MONTAGE 67. ORGUE ÉLECTRONIQUE

Dans ce circuit, nous relierons un multivibrateur à un oscillateur d'impulsions. Le multivibrateur produit un effet de trémolo (tonalité variable) plutôt que de mettre en marche et d'arrêter complètement l'oscillateur.

Quand les branchements sont faits, vous pouvez faire varier le courant de base du transistor NPN à l'aide du bouton de commande. Vous changez ainsi le régime de charge et de décharge des condensateurs de 0.1 uF et de 0.05 uF et donc la fréquence de l'oscillateur d'impulsions.

Le manipulateur sert à mettre le circuit entier en marche et à l'arrêter. Vous pouvez le remplacer par l'interrupteur. Vous pouvez aussi faire varier la tonalité en changeant les condensateurs de 10 et 3.3 uF.

Vous pouvez utiliser l'interrupteur ou le manipulateur pour ajouter des composants au circuit (par exemple, un condensateur en parallèle avec celui de 10 ou 3.3 uF) de façon à pouvoir passer rapidement d'une tonalité à une autre. Avec ces changements, ce projet donne un orgue plus complet. N'oubliez pas de prendre des notes.



### Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-47-106, 4-74-45-42-119, 5-105-109, 27-46-110, 28-86,  
40-111-80, 41-114-78, 43-113-82, 44-112-87-76, 77-75-81-79-48-138,  
73-85-88, 120-137.

### REMARQUES



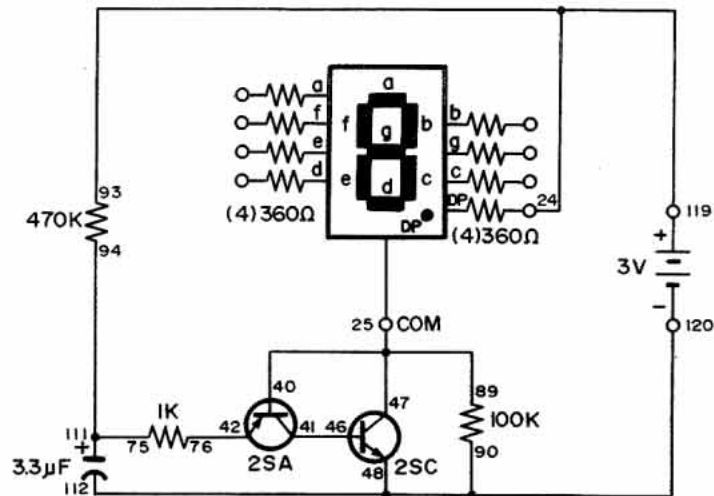


## MONTAGE 66. STROBOSCOPE À DEL

Dans ce montage, nous préparons un oscillateur à basse fréquence pour que vous puissiez voir la DEL s'allumer et s'éteindre. La DEL reste plus longtemps éteinte qu'allumée pour que vous puissiez voir les courtes impulsions lumineuses séparées par de longues périodes. Avec les branchements ci-dessous, vous allumez le point décimal, mais vous pouvez choisir une autre partie de l'affichage à DEL.

Ce circuit est un oscillateur à onde en dent de scie. Le signal change quand la DEL s'allume et s'éteint. L'onde de ce signal a une forme en dent de scie qui représente deux valeurs de tension. Quand la sortie de l'émetteur du transistor PNP donne le courant de base du transistor NPN (comme dans le présent circuit), on crée des impulsions plus courtes.

Remplacez le condensateur de 3.3 uF par un autre de 10 uF. Vous pouvez aussi faire varier la résistance de 1 kilohm et remplacer celle de 470 kilohms par une autre de 220 kilohms. Le régime de charge et de décharge du condensateur commande la fréquence de cet oscillateur. Quand vous changez la valeur de ce condensateur ou celle des résistances qui fournissent le courant d'alimentation, vous changez la fréquence.



### Ordre des branchements

47-40-25-89, 41-46, 42-76, 90-112-48-120, 75-94-111, 93-119-24.

### REMARQUES

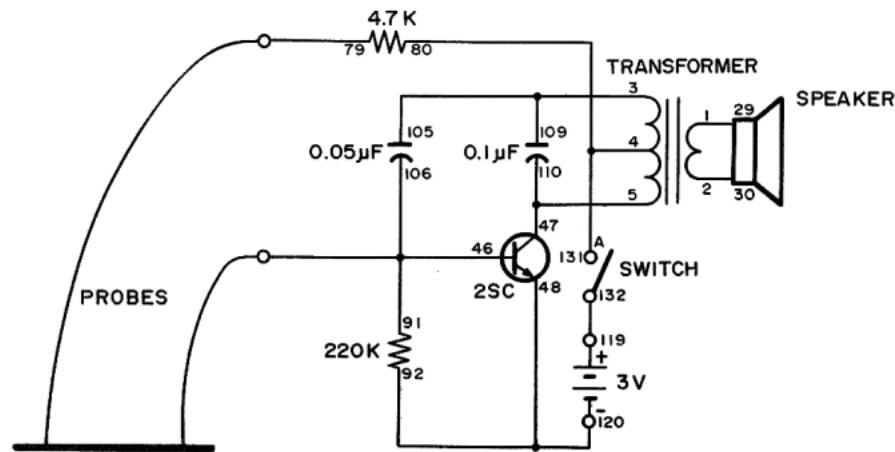


## MONTAGE 65. ORGUE A CRAYON DE PLOMB

On commande l'oscillateur de ce montage avec un accessoire étrange : un trait de crayon! Dans les autres montages d'oscillateur, nous avons vu que l'on peut changer le son produit en faisant varier la résistance du circuit. Les résistances, comme celles de ce kit, sont constituées d'un certain type de carbone; il en est de même du crayon que nous utilisons. En faisant passer le courant dans des traits de crayon d'épaisseurs différentes, vous pouvez faire varier la résistance et donc la tonalité reproduite par le haut-parleur.

Quand les branchements sont faits, tracez un trait très épais de crayon sur une feuille de papier (utilisez de préférence un crayon tendre). Le trait doit avoir environ 1 pouce de large et 5 à 6 pouces de long.

Réglez maintenant l'interrupteur à la position A pour mettre le circuit sous tension. Appliquez l'un des conducteurs sur une extrémité du trait (vous pouvez l'y attacher avec du ruban adhésif). Déplacez l'autre conducteur sur le trait. La hauteur du son varie en fonction du déplacement du conducteur sur le trait. Avec un peu de pratique, vous devez arriver à reproduire un air de musique avec cet orgue.



## Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-105-109, 4-80-131, 5-47-110, 92-48-120, 119-132, 46-106-91-PROBES, 79-PROBES.

## REMARQUES



## MONTAGE 64. OSCILLATEUR SYMÉTRIQUE D'ONDE CARRÉE

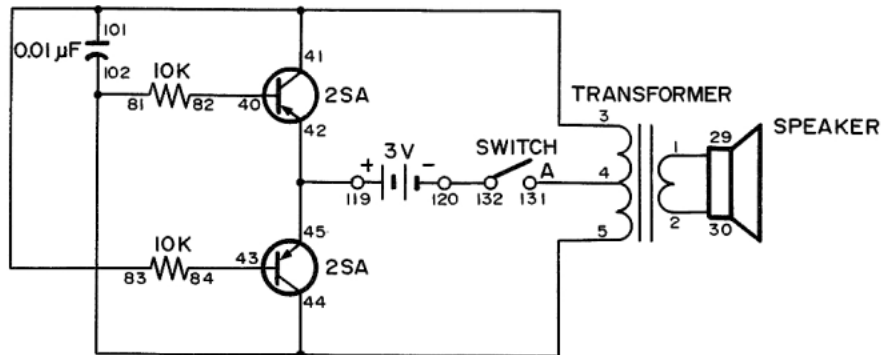
Dans ce montage, nous réalisons un oscillateur symétrique d'onde carrée. Cet oscillateur est symétrique parce qu'on y utilise deux transistors reliés l'un à l'autre qui fonctionnent à tour de rôle.

Les spécialistes étudient les formes des ondes pour mieux comprendre les signaux électroniques, comme celui qu'engendre le courant dans ce montage. L'oscillateur de ce circuit produit une onde de forme carrée.

Quand les branchements sont faits, réglez l'interrupteur à la position A pour mettre le circuit sous tension. Remarquez le son du haut-parleur, car nous utiliserons des signaux en onde carrée dans d'autres montages.

Le circuit oscillateur donne de bons résultats avec les basses tensions CC. Pour cette raison, les spécialistes et les techniciens utilisent des onduleurs CC/CA et des inverseurs CC/CC pour obtenir des tensions d'alimentation d'environ 0.5 à 12 volts.

Cet oscillateur présente aussi l'avantage d'utiliser le transformateur au maximum. Ce circuit donne la puissance maximale pour le transformateur que nous utilisons ici.



### Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-83-101-41, 4-131, 5-81-102-44, 40-82, 45-42-119, 43-84, 120-132.

### REMARQUES



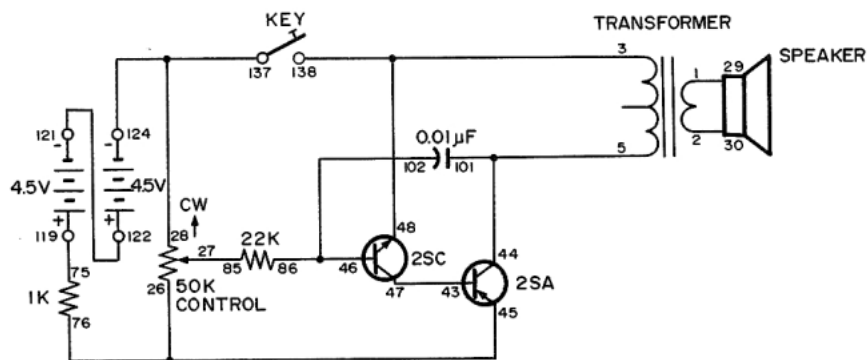
## MONTAGE 63. OSCILLATEUR A DEUX TRANSISTORS À COUPLAGE DIRECT

Nous montons ici un oscillateur avec deux transistors reliés directement l'un à l'autre. Vous avez vu qu'il existe de nombreux types d'oscillateurs. Celui-ci est parmi les plus simples.

Quand les branchements sont faits, pressez le manipulateur. Le haut-parleur émet un bip. Faites tourner le bouton de commande. Qu'arrive-t-il au son?

Les deux transistors travaillent ensemble et en forment un seul. Le transistor NPN amplifie le signal de la résistance de 22 kilohms et l'envoie au transistor PNP pour donner une sortie plus élevée.

Le condensateur détermine la fréquence de l'oscillation. Dans ce montage, nous commençons avec le condensateur de 0.01 uF en circuit, mais vous pouvez essayer différentes valeurs. Le bouton de commande règle la tension qui arrive à la base du transistor NPN. Ce réglage permet de changer la tonalité et la fréquence. Notez scientifiquement vos résultats de façon à pouvoir répéter plus tard l'expérience. N'oubliez pas de respecter la polarité (signes + et -) des condensateurs électrolytiques.



### Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-48-138, 5-101-44, 26-45-76, 27-85, 28-124-137, 46-102-86, 47-43, 75-119, 121-122.

## REMARQUES



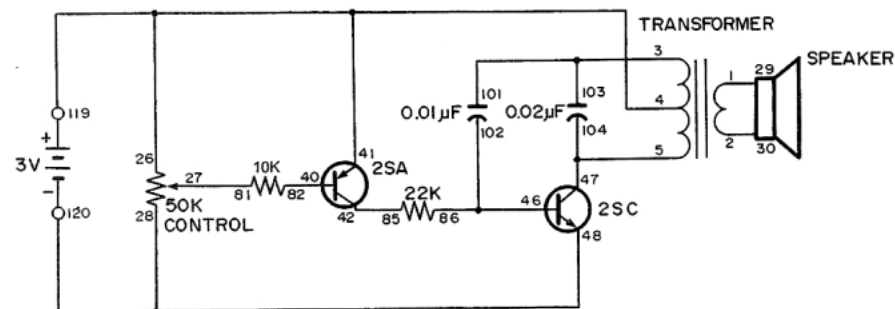
## MONTAGE 62. OSCILLATEUR SONORE THERMOSENSIBLE

Savez-vous que la caractéristique d'un transistor change en fonction de la température? Dans ce montage, nous étudions les effets de la température sur le fonctionnement d'un transistor.

Jetez un coup d'oeil au schéma. Le transistor NPN sert d'oscillateur d'impulsions. La tension appliquée à sa base est commandée par la résistance de 22 kilohms et le transistor PNP. Les courants de base et de collecteur de ce transistor varient en fonction de la température.

Faites les branchements. Le haut-parleur doit produire un son. Réglez la commande de 50 K pour baisser le son ou obtenir une série d'impulsions.

Réchauffez maintenant le transistor PNP en le tenant entre vos doigts. La tonalité devient plus aigue à mesure que la température du transistor augmente.



### Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-101-103, 4-26-41-119, 5-47-104, 27-81, 120-28-48, 40-82, 42-85, 46-102-86 (POWER).

### REMARQUES



## MONTAGE 61. OSCILLATEUR AVEC RETARD D'ARRÊT

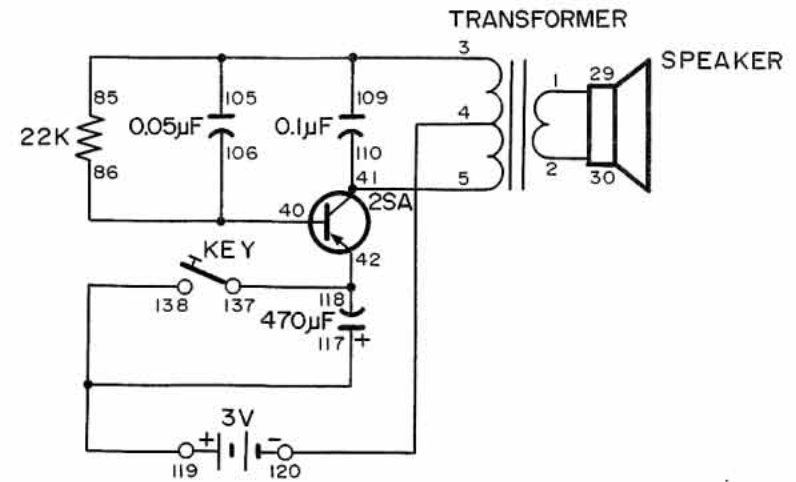
Nous avons vu que l'on peut utiliser le cycle de charge et de décharge d'un condensateur pour retarder le fonctionnement de certains circuits. Retardons donc l'oscillateur de ce montage à l'aide d'un condensateur de 470  $\mu\text{F}$ .

Quand on presse le manipulateur, le condensateur se décharge. Il commence à se charger quand on relâche le manipulateur. Le circuit oscille jusqu'à ce que le condensateur soit chargé; le courant cesse ensuite de passer. Quand vous fermez le manipulateur une deuxième fois, le condensateur se décharge immédiatement.

Un condensateur déchargé possède un nombre égal d'électrons sur ses électrodes positive (+) et négative (-). Pour charger un condensateur, on attire des électrons de l'électrode positive (pour la rendre en fait plus positive). On ajoute un nombre égal d'électrons sur l'électrode négative (pour la rendre plus négative). Le courant qui sert à charger le condensateur est dit courant de charge ou courant de déplacement. Quand le condensateur se décharge, la même quantité de courant doit passer dans l'autre sens. Ce courant est dit courant de décharge ou courant de déplacement.

Si vous disposez d'un multimètre, vous pouvez mesurer la charge du condensateur avec le voltmètre. Mesurez le courant de déplacement avec la fonction d'ampérage.

Le condensateur peut emmagasiner de l'électricité. On peut se servir de cette caractéristique pour remplir de nombreuses fonctions. Toutefois, la charge des condensateurs dans les circuits à très haute tension les rend dangereux, car ils présentent un risque de choc ou d'électrocution. Faites très attention! Si vous utilisez des condensateurs au-dessus de 50 V, vous devez les décharger avant de les toucher.



### Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-85-105-109, 4-120, 5-41-110, 40-106-86, 42-118-137, 117-138-119.

### REMARQUES



## MONTAGE 60. OSCILLATEUR R-C VARIABLE

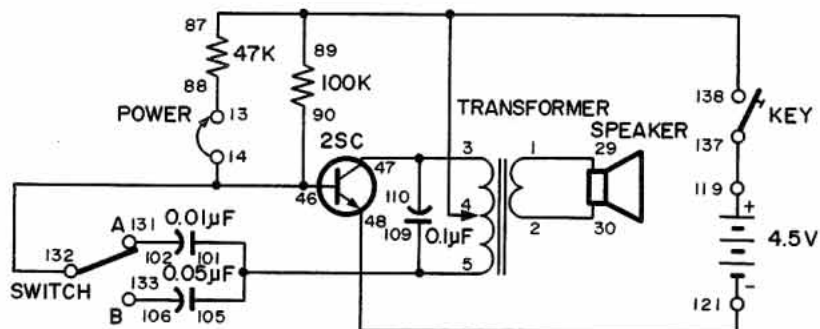
Les initiales "R-C" du titre de ce montage signifient à résistance-capacité. Nous avons vu que les variations de la résistance et de la capacité peuvent affecter le régime d'impulsions d'un oscillateur. Dans ce montage, nous observons les effets du changement des valeurs des résistances et des condensateurs.

Jetons un coup d'oeil au schéma. L'interrupteur permet de choisir entre deux condensateurs. Vous pouvez aussi ajouter une deuxième résistance au circuit en reliant les bornes 13 et 14.

Quand les branchements sont faits, mettez l'interrupteur à la position B. Ne touchez pas aux bornes 13 et 14. Pressez le manipulateur.

Quel genre de son le haut-parleur produit-il? Mettez maintenant l'interrupteur à A et pressez de nouveau le manipulateur. Le son change-t-il? Reliez maintenant les bornes 13 et 14 et pressez le manipulateur. Essayez les deux positions de l'interrupteur, avec les bornes 13 et 14 reliées. Qu'arrive-t-il?

Quelle combinaison donne la tonalité la plus élevée? La plus basse? Qu'en concluez-vous de l'influence des résistances et des condensateurs les uns sur les autres? Notez les effets des différentes valeurs de condensateurs et de résistances.



### Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-47-110, 4-87-89-138, 5-101-105-109, 13-88, 14-90-46-132, 48-121, 102-131, 106-133, 119-137.

### REMARQUES

## **VII. Application des circuits bases sur l'oscillateur**



## MONTAGE 59. COUP DE FEU DANS L'OBSCURITÉ

Pensez-vous avoir une bonne vision nocturne? Le dernier montage de cette section est un jeu qui permet de déterminer l'acuité de votre vision dans une pièce complètement obscure.

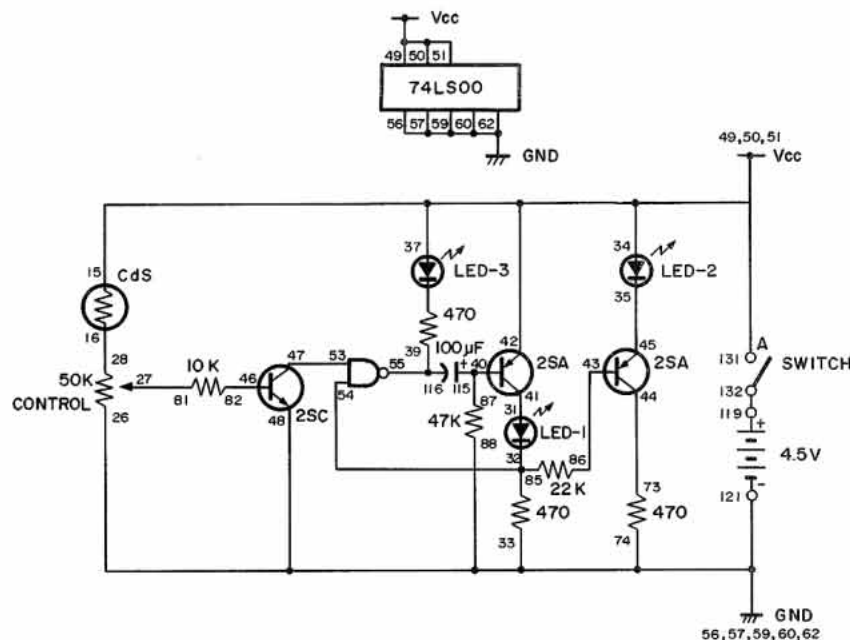
Quand les branchements sont terminés, placez le montage dans l'obscurité. Réglez l'interrupteur à la position A et faites tourner le bouton de commande vers la gauche jusqu'à ce que les DEL 1 et 3 s'allument. Vous pouvez maintenant vérifier votre acuité visuelle.

Dans ce jeu, une lampe de poche ordinaire vous sert de "pistolet". Avec la lampe de poche, vous "tirez" un faisceau lumineux sur le guide. Si vous visez bien, vous touchez la photopile CdS pour allumer la DEL 2 et éteindre les DEL 1 et 3. Éteignez votre lampe de poche. Attendez que la DEL 2 s'éteigne avant de tirer le coup suivant.

Essayez d'abord de toucher la photopile CdS d'une distance de cinq pieds. A mesure que vous vous améliorez, augmentez la distance. Quand vous êtes vraiment bon, vous pouvez essayer de toucher la photopile en allumant brièvement la lampe de poche plutôt que d'envoyer un faisceau lumineux continu.

Vous devrez peut-être régler très soigneusement le bouton de commande pour que la DEL 2 s'allume quand le faisceau lumineux touche la photopile CdS. Vous devez de préférence placer le kit dans l'obscurité totale et utiliser une lampe de poche à faisceau étroit (pas de lampe fluorescente ou autre). Quand vous avez déterminé le réglage idéal, n'y touchez plus tant que vous désirez continuer à utiliser le jeu du "coup de feu dans l'obscurité".

Bonne chance! Peut-être deviendrez-vous le plus fin tireur dans votre voisinage?



### Ordre des branchements

15-34-49-50-51-37-42-131, 16-28, 48-121-26-88-74-62-60-59-57-56-33, 27-81, 31-41, 32-54-85, 35-45, 73-44, 39-55-116, 40-115-87, 43-86, 46-82, 47-53, 119-132.

### REMARQUES



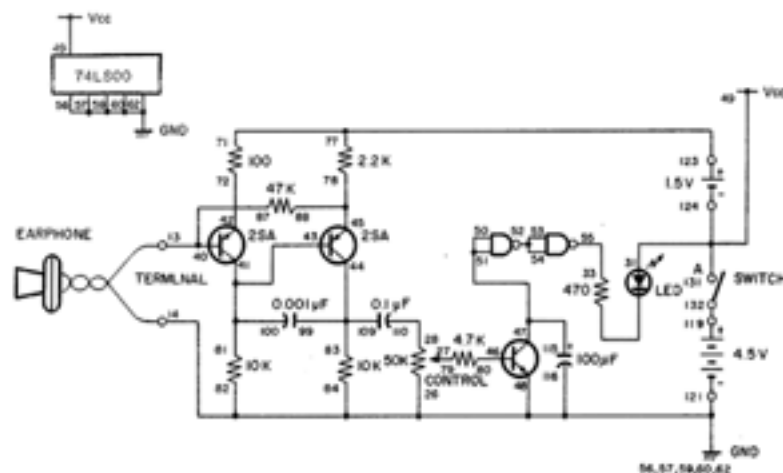
## MONTAGE 58. CONCOURS DES BELLES VOIX

Connaissez-vous un ami qui a une voix forte? (Ou quelqu'un que vous accusez de parler trop fort?) Ce montage vous indiquera lequel de vos amis a la voix la plus "sonore".

Jetez un coup d'oeil au schéma pour comprendre le fonctionnement de ce montage. Quand vous parlez fort devant l'écouteur, votre voix crée une énergie électrique grâce au phénomène de la piézoélectricité, caractéristique spéciale des substances cristallines. Le cristal de l'écouteur de kit engendre une tension électrique quand on le soumet à une contrainte mécanique, comme la pression acoustique de la voix.

Le circuit à deux transistors amplifie l'énergie électrique de l'écouteur. Vous pouvez changer l'intensité du signal amplifié à l'aide du bouton de commande. Les deux portes NON-ET en série commandent la DEL 1. Suivez les signaux 0 et 1 qui changent suivant les entrées et les sorties.

Pour utiliser ce circuit, réglez l'interrupteur à la position A et le bouton de commande à la position 5. Parlez fort devant l'écouteur et observez la DEL 1 qui s'allume probablement. Si c'est le cas, faites tourner le bouton de commande vers la gauche pour qu'il soit plus difficile d'allumer la DEL 1 (ajustez légèrement la commande, en plusieurs fois). Jusqu'à quel point pouvez-vous baisser le réglage de la commande pour diminuer la puissance de l'amplificateur et allumer encore la DEL?



## Ordre des branchements

27-79, 28-110, 124-131-31-49, 33-55, 41-43-100-81, 42-72, 44-109-99-83, 45-88-78, 46-80, 47-115-51-50, 52-53-54, 77-71-123, 119-132, 40-87-13-EARPHONE, 121-26-48-116-62-60-59-57-56-84-82-14-EARPHONE.

## REMARQUES

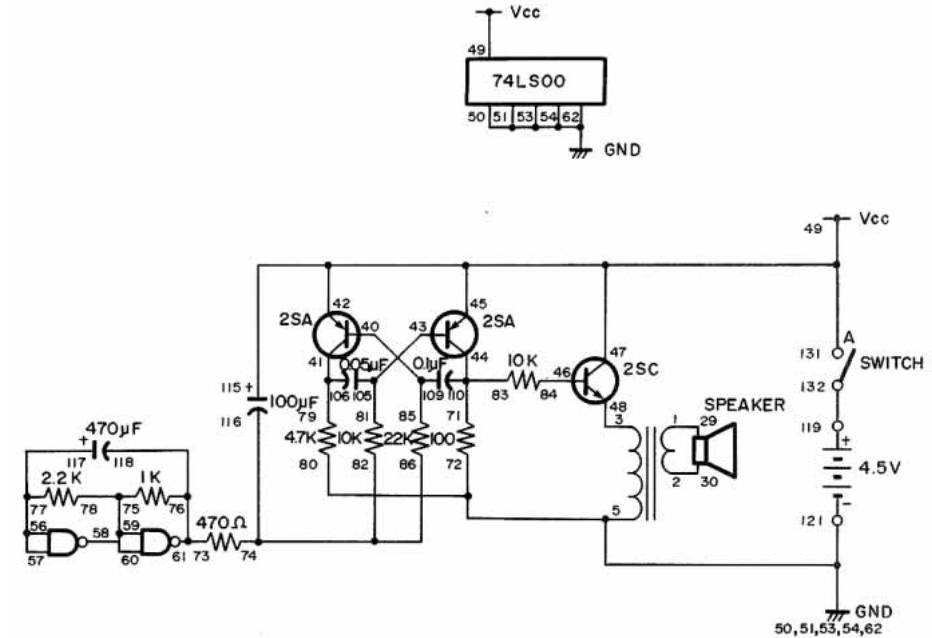
## MONTAGE 57. MACHINE SONORE

Dans ce montage sonore numérique, on emploie un circuit que nous avons déjà utilisé. Jetez un coup d'oeil au schéma. Pouvez-vous trouver de quel circuit nous parlons?

Pendant que vous cherchez ce circuit, pourquoi ne pas écouter le son de ce montage? Les branchements étant assez longs, prenez votre temps et vérifiez votre travail. Quand vous avez terminé, réglez l'interrupteur à la position A. Qu'entendez-vous? En jetant un coup d'oeil au schéma, pouvez-vous expliquer comment le circuit produit ce son?

Les deux transistors PNP servent à former un multivibrateur. (Avez-vous reconnu ce circuit familier?) Vous avez aussi remarqué que nous utilisons deux portes NON-ET pour créer un multivibrateur à portes NON-ET. Le multivibrateur à portes NON-ET agit sur le fonctionnement du multivibrateur à transistors dont la sortie va à l'amplificateur sonore, par l'intermédiaire du transistor NPN. Il en résulte un son que reproduit le haut-parleur.

Vous pouvez changer le son de ce circuit en utilisant une valeur différente à la place du condensateur de 470 uF. Essayez aussi d'autres valeurs pour la résistance de 10 kilohms et le condensateur de 0.05 uF. Que se passe-t-il à chaque fois?



### Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-48, 5-50-51-53-54-72-80-62-121, 40-109-85, 41-106-79, 42-45-47-131-115-49, 43-105-81, 44-110-83-71, 46-84, 57-56-77-117, 58-59-60-75-78, 61-73-76-118, 74-82-86-116, 119-132.

### REMARQUES

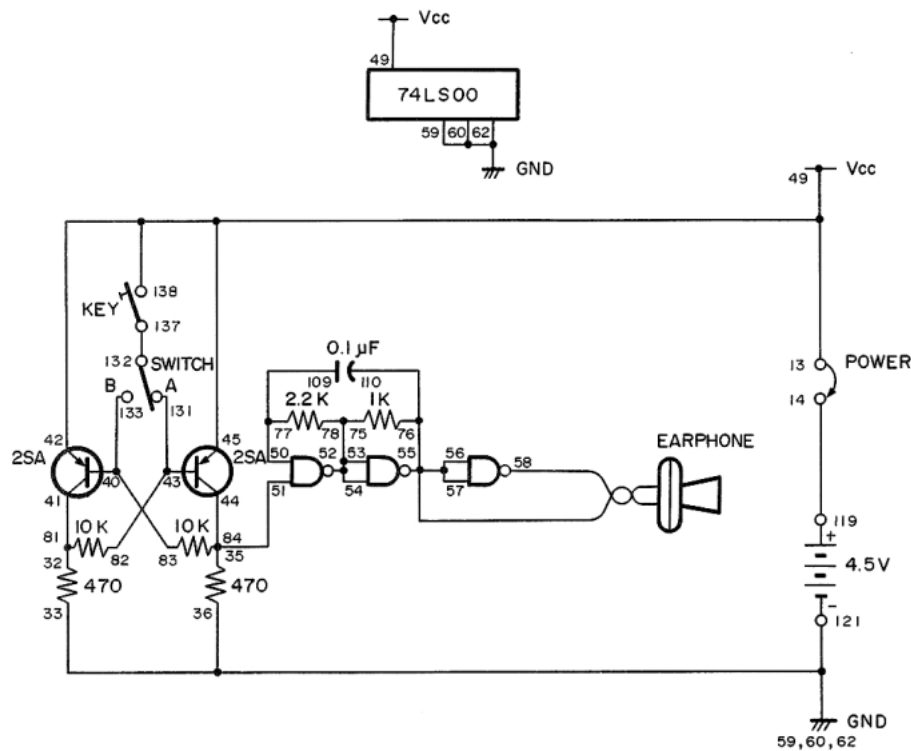


## MONTAGE 56. AVERTISSEUR BISTABLE (2)

Ce circuit est une autre version du montage précédent. Nous utilisons ici un multivibrateur NON-ET et une bascule bistable composée de transistors.

Ce circuit fonctionne comme le précédent. Quand vous réglez l'interrupteur à B et que vous pressez le manipulateur, l'écouteur produit un son. Vous pouvez presser le manipulateur à volonté; l'écouteur continue à produire le son. Mettez l'interrupteur à A et appuyez sur le manipulateur : cette fois-ci, le son s'arrête.

Comparez le fonctionnement de ce montage à celui du précédent. En quoi diffère-t-il? Pouvez-vous imaginer des cas où l'un de ces circuits conviendrait mieux que l'autre? N'oubliez pas de noter vos découvertes.



## Ordre des branchements

13-49-42-45-138, 14-119, 81-32-41, 33-59-60-62-36-121, 44-35-51-84, 40-133-83, 82-43-131, 50-77-109, 54-53-52-75-78, 132-137, 110-76-57-56-55-EARPHONE, 58-EARPHONE, 13-14 (POWER).

## REMARQUES

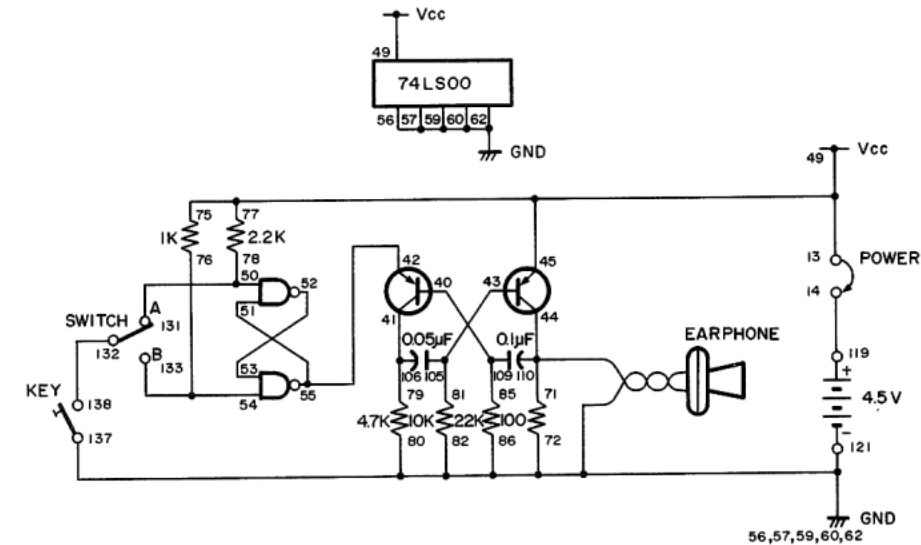


## MONTAGE 55. AVERTISSEUR BISTABLE (1)

Le schéma de ce montage vous dit-il quelque chose? On y utilise un circuit de bascule bistable composé de portes NON-ET, similaire au montage 44.

Quand les branchements sont faits, mettez le sélecteur à la position B et pressez le manipulateur. L'écouteur doit produire un son. Pressez le manipulateur à plusieurs reprises. Vous ne devez pas affecter le son produit par l'écouteur. Mettez maintenant l'interrupteur à la position A et pressez le manipulateur une fois de plus. Qu'arrive-t-il maintenant?

On peut utiliser ce genre de circuit dans une alarme. Il est très pratique, car le plus souvent, le malfaiteur ne parvient pas à arrêter le son. Vous pouvez aussi utiliser la lumière de DEL à la place du son pour vous indiquer que le circuit a été enclenché ou réenclenché.



## Ordre des branchements

13-77-75-49-45, 14-119, 40-109-85, 41-106-79, 42-55-51, 43-105-81, 50-78-131, 52-53, 54-76-133, 132-138, 44-110-71-EARPHONE, 121-137-62-60-59-57-56-80-82-86-72-EARPHONE, 13-14 (POWER)

## REMARQUES



## MONTAGE 54. AUTRE DEL SONORE

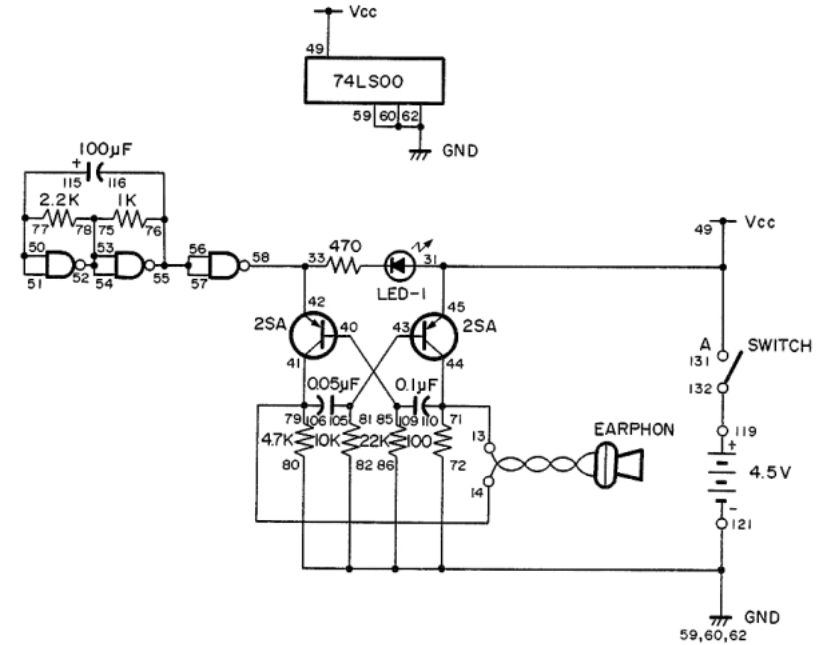
Comparez attentivement le schéma de ce montage à celui du précédent. Ils sont très similaires, mais il existe une différence importante.

L'avez-vous trouvée? Mieux encore, pouvez-vous indiquer les effets de cette différence sur le fonctionnement du montage? Essayez de trouver avant de monter le circuit.

Reliez l'écouteur aux bornes 13 et 14 et réglez l'interrupteur à la position A. La DEL 1 doit s'allumer, mais l'écouteur ne produit aucun son. Quand la DEL s'éteint, l'écouteur émet un son.

Pouvez-vous expliquer ce qui se passe? Étudiez le schéma et quand vous pensez avoir trouvé la réponse, comparez-la à ce qui suit.

Quand la sortie du multivibrateur NON-ET est à 0, le courant passe dans la DEL 1 et l'allume, mais le multivibrateur à transistors ne fonctionne pas, car un signal à l'état 1 est appliqué à l'émetteur du transistor de gauche. Quand la sortie du multivibrateur NON-ET est à 1, la DEL 1 ne s'allume pas, mais un signal à l'état 0 est appliqué à l'émetteur du transistor de gauche. Le multivibrateur à transistors peut alors fonctionner et l'écouteur produit un son.



### Ordre des branchements

131-45-31-49, 116-76-56-57-55, 40-109-85, 42-58-33, 43-105-81, 50-51-77-115, 52-53-54-75-78, 72-59-60-62-80-82-86-121, 119-132, 44-110-71-13-EARPHONE, 41-106-79-14-EARPHONE.

### REMARQUES



## MONTAGE 53. DEL SONORE

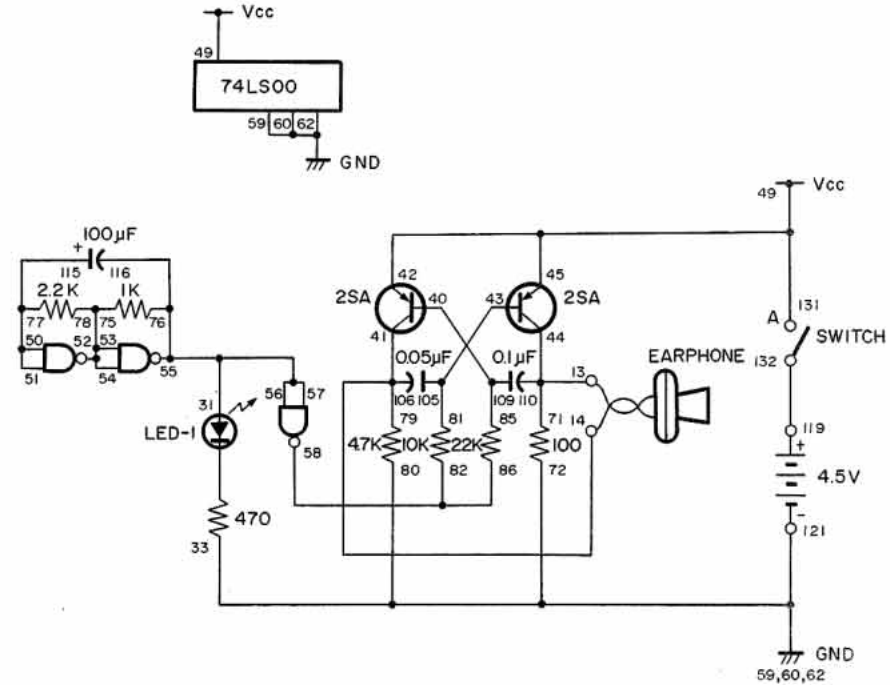
Dans ce circuit, on utilise des multivibrateurs à transistors et à portes NON-ET. La DEL 1 s'allume en même temps que l'écouteur produit un son.

Quand les branchements sont terminés, reliez l'écouteur aux bornes 13 et 14 et réglez l'interrupteur à la position A. L'écouteur produit une impulsion chaque fois que la DEL s'allume. Pourquoi?

Supposons que la sortie du multivibrateur NON-ET est à 0. Suivez cette sortie du multivibrateur NON-ET jusqu'au multivibrateur à transistors. Pensez-vous que le multivibrateur NON-ET agit sur le fonctionnement du multivibrateur à transistors? Si oui, que se passe-t-il?

Essayez d'autres condensateurs électrolytiques à la place de celui de 100 uF dans le multivibrateur NON-ET pour voir leurs effets sur le circuit. Changez le multivibrateur à transistors pour essayer de modifier le fonctionnement du circuit.

Dans ce montage, vous pouvez utiliser le haut-parleur à la place de l'écouteur en branchant le transistor NPN, le transformateur de sortie et une résistance ou deux. Essayez d'ajouter le haut-parleur et prenez note de votre nouveau circuit.



### Ordre des branchements

31-55-56-57-76-116, 33-59-60-62-72-80-121, 40-109-85, 131-45-42-49,  
43-105-81, 50-51-77-115, 52-53-54-75-78, 58-82-86, 119-132,  
110-44-71-13-EARPHONE, 106-41-79-14-EARPHONE.

### REMARQUES



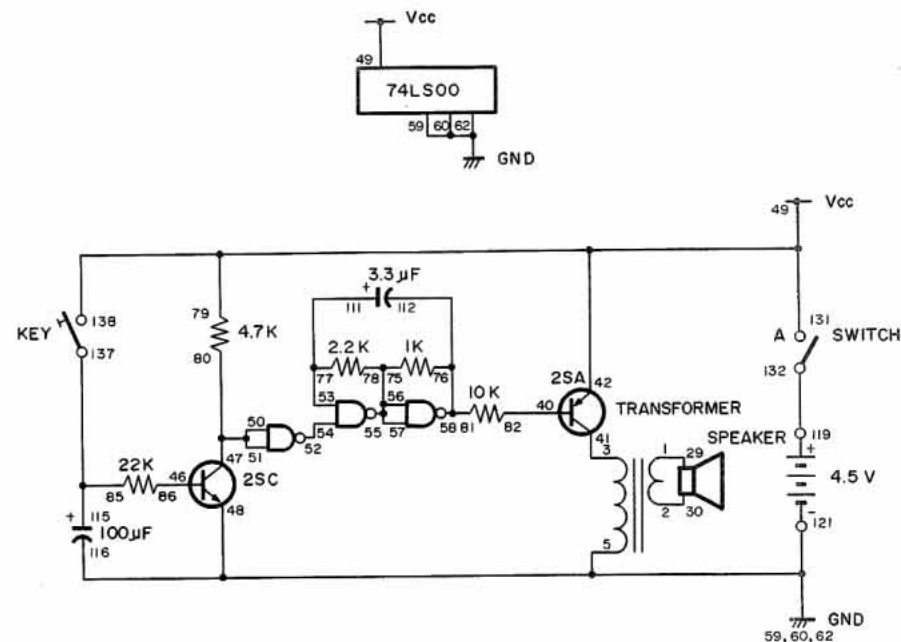
## MONTAGE 52. MINUTERIE À TRANSISTOR AVEC TTL

Dans cet autre type de circuit à un coup, vous entendez les effets du multivibrateur. D'après le schéma, vous pouvez voir que ce montage comprend des composants simples et des circuits numériques. Quand vous pressez le manipulateur, le condensateur de 100 uF se charge et fait conduire le transistor NPN du coin gauche du schéma. Le collecteur de ce transistor est relié aux deux entrées de la première porte NON-ET.

La partie numérique de ce circuit commande le fonctionnement du transistor PNP, sur la droite du schéma. Réglez l'interrupteur à A pour mettre le circuit sous tension. Quand la sortie de la première porte NON-ET est à 1, le multivibrateur fonctionne; le haut-parleur reproduit un son.

Le son continue pendant la décharge du condensateur de 100 uF, lequel empêche le premier transistor de conduire. La sortie de la première porte NON-ET passe à 0 et arrête le multivibrateur. Le son dure environ 10 secondes avec la résistance de 22 kilohms. Remplacez cette résistance par une autre de 47 ou de 100 kilohms. Que se passe-t-il?

Après avoir étudié ce montage pendant quelque temps, pressez le manipulateur et relâchez-le. Quand le son cesse, localisez le conducteur entre les bornes 52 et 54. Débranchez-le de la borne 52. Que se passe-t-il? S'il se passe quelque chose, pouvez-vous l'expliquer?



### Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-41, 5-59-60-62-48-116-121, 40-82, 79-49-42-131-138, 46-86, 47-50-51-80, 52-54, 53-77-111, 55-57-56-75-78, 58-76-81-112, 85-115-137, 119-132.

### REMARQUES





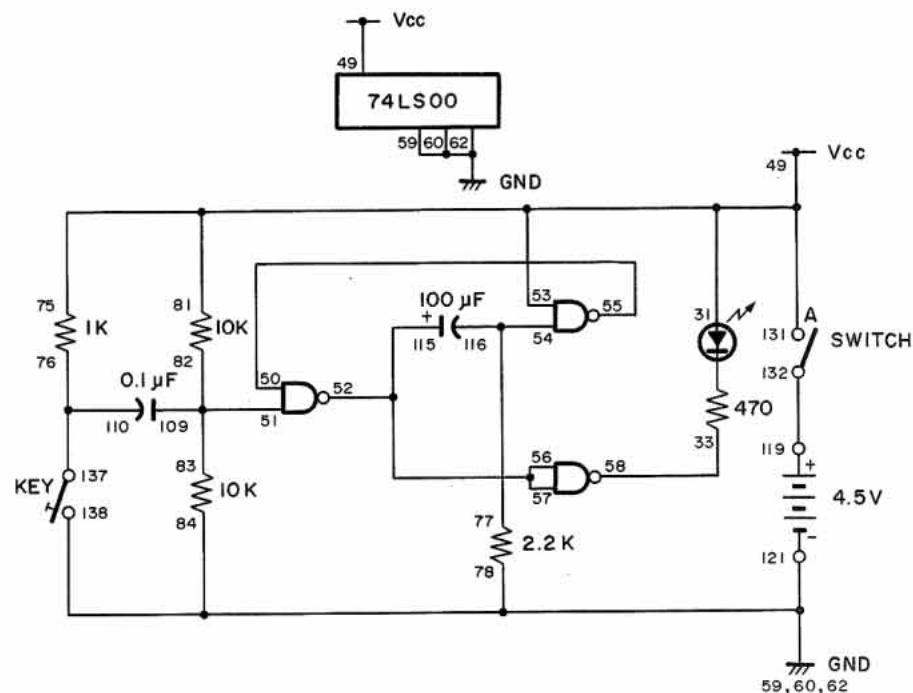
## MONTAGE 51. TTL A UN COUP

Le circuit TTL à un coup n'a rien à voir avec une arme à feu chargée d'une seule balle! On rencontre aussi ce circuit sous le nom de multivibrateur monostable.

Quand les branchements sont faits, placez l'interrupteur à A pour mettre le circuit sous tension. Pressez une fois le manipulateur. Qu'arrive-t-il à la DEL 1? Pressez le manipulateur pendant des durées différentes. La DEL reste-t-elle allumée pendant une durée fixe ou variable?

Vous pouvez voir que ce multivibrateur a une sortie d'une certaine durée, quelle que soit la longueur de l'entrée. (Il "tire un coup".) Il est monostable. Grâce à cette particularité, il peut servir de minuterie dans de nombreux circuits.

Puisqu'il s'agit d'un multivibrateur, vous pensez peut-être qu'il est possible de faire varier la durée de la sortie. Vous avez raison! Essayez de le trouver vous-même. (En fait, vous devriez trouver facilement des pièces à changer. N'oubliez pas de noter les effets de composants de valeurs plus élevées ou plus basses sur le fonctionnement du circuit.)



### Ordre des branchements

81-75-49-53-31-131, 33-58, 50-55, 51-82-83-109, 52-56-57-115, 54-77-116, 59-60-62-78-84-138-121, 76-110-137, 119-132.

### REMARQUES

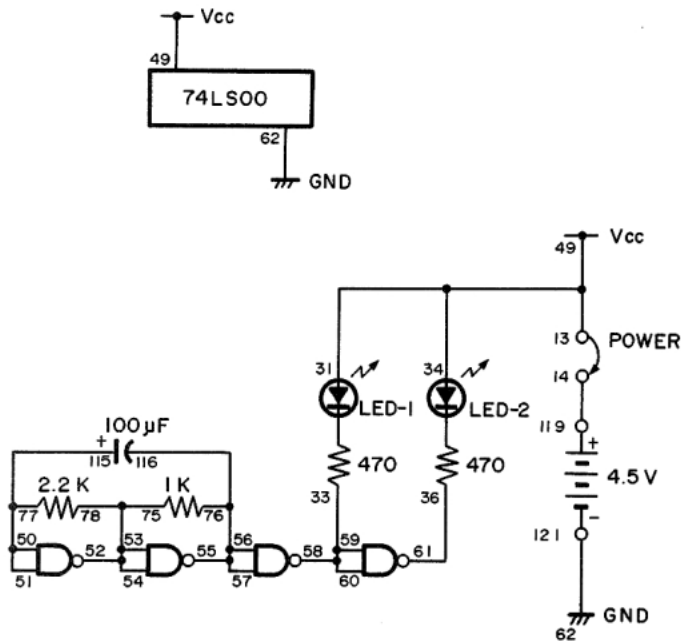


## MONTAGE 50. DEL CLIGNOTANTES

Faites les branchements indiqués et reliez les bornes 13 et 14 pour mettre le circuit sous tension. Les DEL 1 et 2 s'allument et s'éteignent alternativement. Pour changer la vitesse de clignotement, essayez d'autres valeurs à la place du condensateur de 100  $\mu$ F.

A l'heure actuelle, les multivibrateurs TTL remplacent de plus en plus les multivibrateurs à transistors. Pouvez-vous trouver des raisons à cette situation? Indiquez les raisons pour lesquelles, selon vous, les multivibrateurs TTL donnent de meilleurs résultats que les multivibrateurs à transistors?

Les multivibrateurs TTL sont beaucoup moins encombrants que les multivibrateurs à transistors. Les CI TTL consomment aussi moins de courant que les circuits similaires à transistors.



## Ordre des branchements

13-49-31-34, 14-119, 33-60-59-58, 36-61, 50-51-77-115, 52-53-54-78-75, 55-57-56-76-116, 62-121, 13-14 (POWER).

## REMARQUES

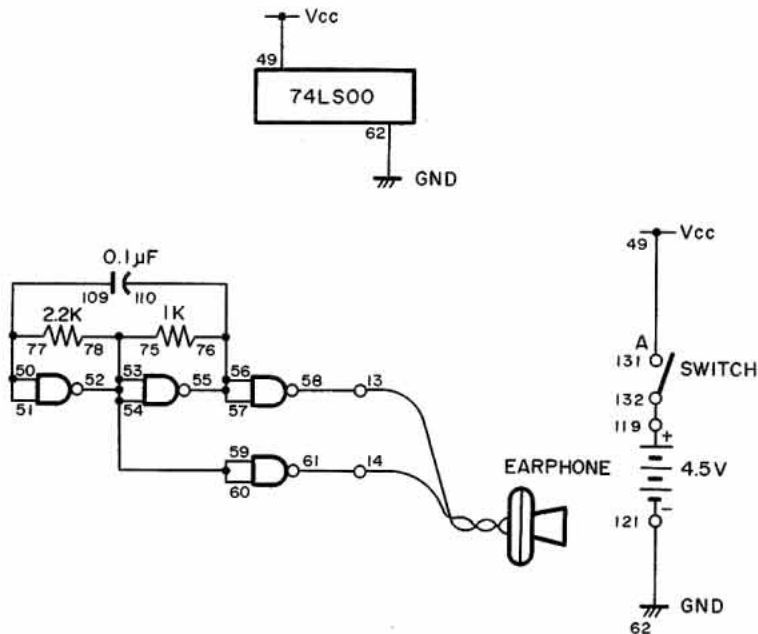


## MONTAGE 49. GÉNÉRATEUR DE TONALITÉ TTL

Nous produisons des tonalités avec des oscillateurs sonores depuis si longtemps qu'il pourrait sembler n'exister aucun autre circuit électronique pour remplir cette fonction. Il n'en est rien. Un multivibrateur composé de portes NON-ET peut aussi créer des tonalités.

Quand les branchements de ce montage sont faits, reliez l'écouteur aux bornes 13 et 14 et réglez l'interrupteur à A pour mettre le circuit sous tension. Le multivibrateur produit une tonalité. Changez la valeur des condensateurs de 0.1 à 0.5  $\mu\text{F}$ . En quoi cela affecte-t-il la tonalité?

Vous pouvez essayer des condensateurs différents dans ce montage. N'utilisez cependant pas les condensateurs électrolytiques (bornes 111 à 118). Essayez de disposer le circuit de façon à pouvoir y insérer différentes valeurs de condensateur pour faire varier la tonalité. Pouvez-vous imaginer des utilisations de ce montage avec d'autres circuits numériques?



### Ordre des branchements

49-131, 50-51-77-109, 52-53-54-60-59-75-78, 55-57-56-76-110, 62-121, 119-132, 58-13-EARPHONE, 61-14-EARPHONE.

### REMARQUES

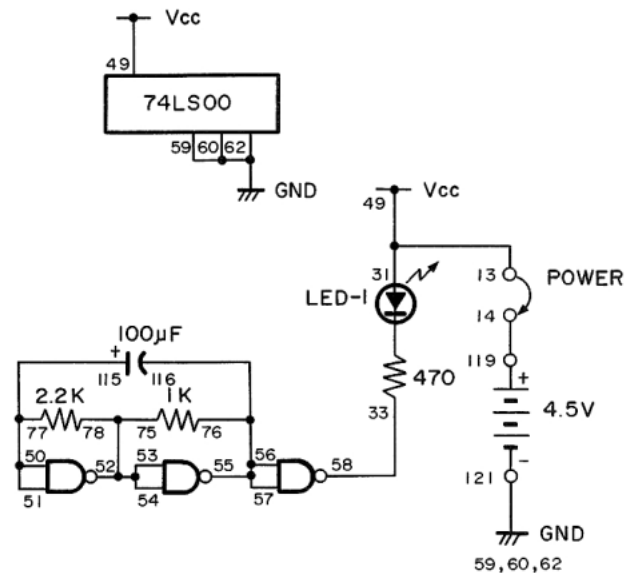
## MONTAGE 48. MULTIVIBRATEUR ASTABLE TTL

Les portes NON-ET peuvent aussi servir à monter des circuits multivibrateurs. Ce montage donne un exemple de multivibrateur astable. Pourquoi astable? Notez votre réponse et assemblez ce montage pour déterminer si vous avez vu juste.

Reliez les bornes 13 et 14 pour mettre le circuit sous tension. La DEL 1 commence à clignoter. Par astable, on veut dire que la sortie du multivibrateur permute entre les états 0 et 1. Vous savez qu'il en est ainsi de la plupart des multivibrateurs que nous avons montés jusqu'à présent.

Vous devez pouvoir comprendre sans peine le fonctionnement de ce circuit qui est axé sur le condensateur de 100 uF. Essayez d'autres condensateurs électroniques à la place de la valeur de 100 uF pour déterminer leurs effets sur la DEL 1. (Faites attention de respecter la polarité correcte.)

À ce stade, vous comprenez certainement l'utilité des CI de portes NON-ET. Le CI NON-ET quadruple à deux portes de ce kit est l'un des composants parmi les plus largement utilisés en électronique. On peut l'utiliser dans de multiples circuits différents. (Et vous pouvez probablement en imaginer beaucoup d'autres!)



### Ordre des branchements

13-49-31, 14-119, 33-58, 50-51-77-115, 54-53-52-75-78, 55-56-57-76-116, 59-60-62-121, 13-14 (POWER).

### REMARQUES



## **VI. Le monde des circuits de logique avec transistor**

## MONTAGE 47. SÉLECTEUR DE DONNÉES TTL

Dans nos derniers montages, nous avons appris à envoyer des données à deux ou plusieurs sorties différentes. Vous pouvez probablement imaginer des situations où vous voulez ou devez faire le contraire : envoyer des données de deux ou plusieurs sources différentes à une entrée. Le circuit suivant permet cette opération.

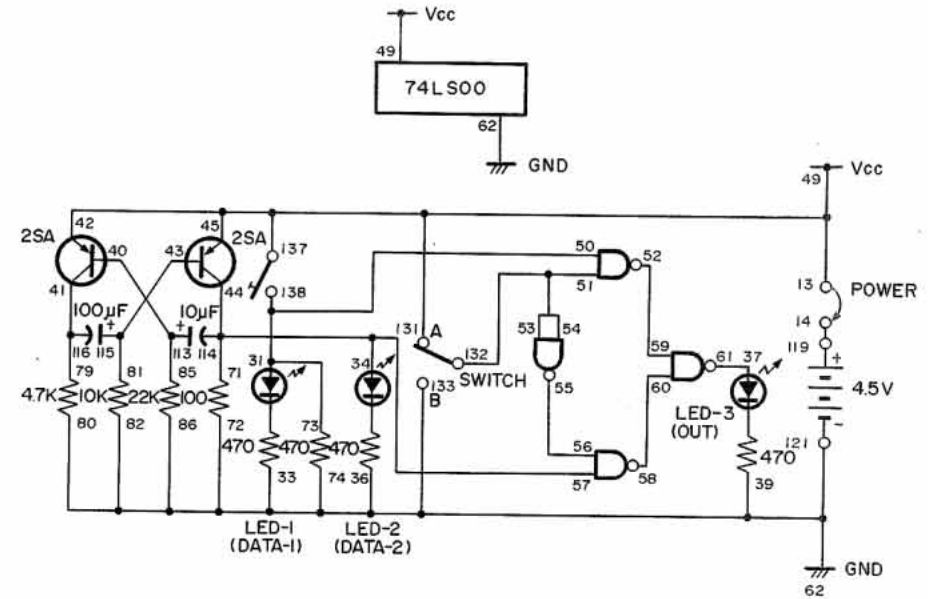
Si vous jetez un coup d'œil au schéma de ce montage, vous remarquez les deux sources d'entrée différentes. Le multivibrateur donne un signal d'entrée qui commande la DEL 2. L'autre signal vient de... à vous de trouver!

Il vient de vous-même! Vous fournissez le signal d'entrée en pressant le manipulateur et en le relâchant. La manoeuvre du manipulateur commande la DEL 1

Mettez l'interrupteur à A avant de faire les branchements. Quand vous reliez les bornes 13 et 14 pour mettre le circuit sous tension, la DEL 2 clignote. Observez les DEL 1 et 3. Se passe-t-il quelque chose? Pressez maintenant le manipulateur. Qu'arrive-t-il aux DEL 1 et 3? La DEL 3 s'allume et s'éteint en même temps que la DEL 1. Mettez maintenant l'interrupteur à B. La DEL 3 s'allume et s'éteint en même temps que la DEL 2. Vous pouvez utiliser l'une des deux sources comme entrée afin de déterminer la sortie de la DEL 3.

Essayez maintenant de suivre les entrées à partir du multivibrateur jusqu'au manipulateur, à l'interrupteur et aux DEL. Marquez chaque borne des portes NON-ET d'un 1 ou d'un 0 pour indiquer les différentes entrées à l'état haut ou bas.

On utilise des versions plus complexes de ce montage dans les ordinateurs et les circuits numériques d'avant-garde. Vous avez probablement deviné que la commutation d'un canal d'entrée à un autre se fait électroniquement la plupart du temps.



### Ordre des branchements

13-49-42-45-131-137, 14-119, 73-50-31-138, 86-82-74-72-80-62-33-36-39-121-133, 71-57-34-44-114, 37-61, 40-113-85, 41-116-79, 51-53-54-132, 43-115-81, 52-59, 55-56, 58-60, 13-14 (POWER).

### REMARQUES



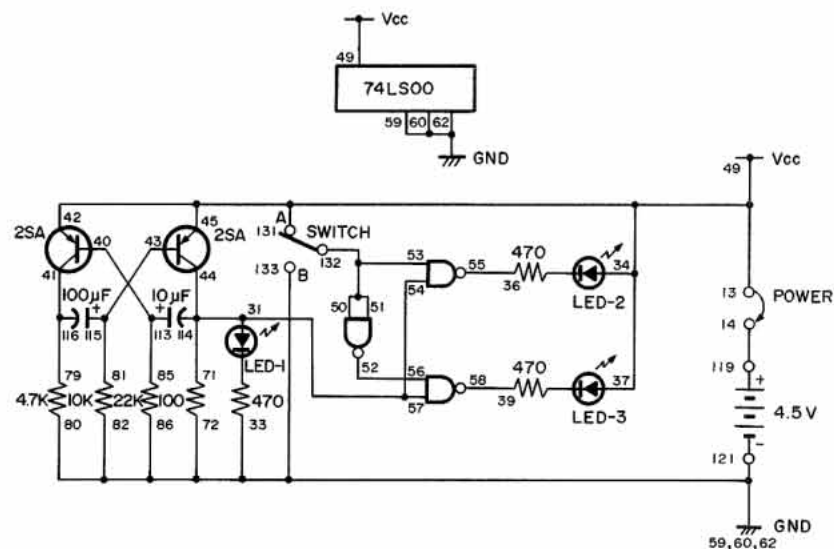
## MONTAGE 46. SÉLECTEUR DE LIGNE TTL

Vous pouvez probablement penser à des quantités de situations où vous désirez entrer des données et les envoyer à deux ou plusieurs sorties différentes. Ce montage montre l'utilisation d'un réseau de portes NON-ET à cet effet.

Dans ce circuit, nous utilisons un multivibrateur et trois portes NON-ET. Vous pouvez laisser l'interrupteur à la position A ou B pendant les branchements. Quand vous reliez les bornes 13 et 14, la DEL 1 clignote. Si l'interrupteur est à A, la DEL 2 clignote aussi. Mais si l'interrupteur est à B, la DEL 3 clignote.

Comme l'indique le schéma, le réglage de l'interrupteur à A ou B commande les entrées des deux portes NON-ET qui allument la DEL 2 et la DEL 3. Avec l'interrupteur à A, la porte NON-ET qui commande la DEL 2 reçoit une entrée fixée à 1. La sortie du multivibrateur donne l'autre entrée. Quand la sortie du multivibrateur passe de 0 à 1, la sortie de la porte NON-ET qui commande la DEL 2 change de 1 à 0.

Le contraire se produit quand on règle l'interrupteur à B. La porte NON-ET qui commande la DEL 3 reçoit maintenant une entrée fixée à 1; la DEL 3 peut maintenant s'allumer et s'éteindre en fonction de l'entrée du multivibrateur.



### Ordre des branchements

13-49-34-37-42-45-131, 14-119, 71-57-54-31-44-114, 86-82-80-72-59-60-62-33-121-133, 36-55, 39-58, 40-113-85, 41-116-79, 43-115-81, 50-51-53-132, 52-56, 13-14 (POWER).

### REMARQUES

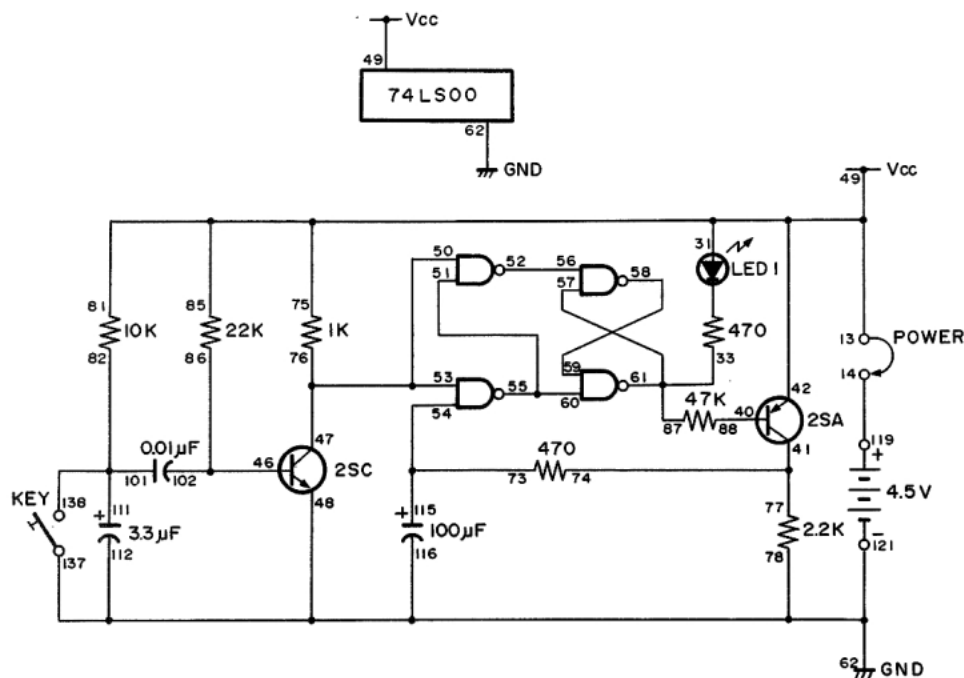


## MONTAGE 45. CIRCUIT DE DÉCLENCHEUR À BASCULE RÉALISÉ AVEC DES PORTES NON-ET

Si vous pensez que la porte NON-ET est un circuit vraiment polyvalent, vous avez raison! Nous abordons ici un circuit de déclencheur à bascule composé de quatre portes NON-ET.

Quand vous avez terminé les branchements, reliez les bornes 13 et 14 pour mettre le circuit sous tension. Pressez lentement le manipulateur à plusieurs reprises. La DEL 1 s'allume ou s'éteint chaque fois que vous pressez le manipulateur. Réfléchissez et essayez de comprendre ce qui se passe entre le manipulateur et la DEL 1. Deux des portes NON-ET servent de bascule bistable. Essayez de deviner le rôle des deux autres portes NON-ET.

Ce circuit est un inverseur. Il inverse les signaux des entrées.



### Ordre des branchements

13-75-85-81-49-31-42, 14-119, 33-57-61-87, 40-88, 41-74-77, 46-102-86, 47-53-50-76, 78-62-48-112-116-137-121, 51-55-60, 52-56, 73-54-115, 58-59, 82-101-111-138, 13-14 (POWER).

### REMARQUES





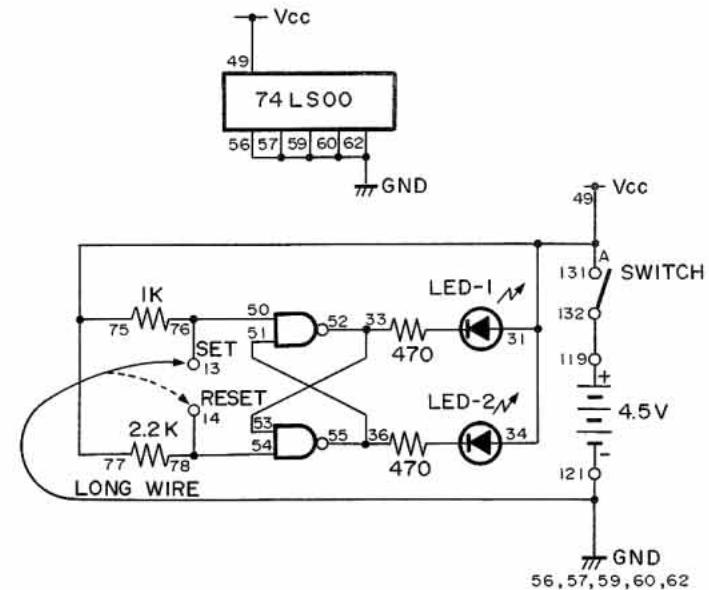
## MONTAGE 44. BASCULE BISTABLE TTL

Nous avons vu précédemment que les bascules sont des circuits qui alternent entre deux états. On utilise souvent les circuits de bascule pour la commutation entre les sorties à l'état haut (1) et à l'état bas (0). Quand la sortie est à l'état haut, on dit que le circuit est au statut enclenché. Quand elle est à l'état bas, le circuit est au statut réenclenché. La bascule bistable tire son nom de ces deux états.

Quand les branchements sont faits, réglez l'interrupteur à A pour mettre le circuit sous tension. L'une des DEL s'allume. Prenez le conducteur long relié à la borne 56 et touchez alternativement les bornes 13 et 14. Qu'arrive-t-il à la DEL 1 et à la DEL 2?

Quand la DEL 2 s'allume, la bascule bistable est à l'état enclenché. Quand la DEL 1 s'allume, la bascule est à l'état réenclenché. Après avoir enclenché ou réenclenché la bascule, enlevez le conducteur long du circuit. Que se passe-t-il?

Vous voyez maintenant l'une des caractéristiques essentielles d'une bascule bistable. Quand le circuit est enclenché ou réenclenché, il conserve cet état jusqu'à ce qu'un signal d'entrée le fasse changer. La bascule bistable peut donc "se rappeler" des signaux. Dans les ordinateurs, on utilise des circuits similaires dotés de "mémoire".



### Ordre des branchements

77-75-49-31-34-131, 33-53-52, 36-55-51, 50-76-13 (SET), 54-78-14 (RESET),  
121-62-60-59-57-56-LONG WIRE, 119-132.

### REMARQUES



## MONTAGE 43. CIRCUIT DE VALIDATION NON-ET TTL

Les portes NON-ET peuvent servir de sentinelles électroniques. Si vous voulez interdire à un signal l'entrée dans une partie du circuit, une porte NON-ET peut se charger de ce travail.

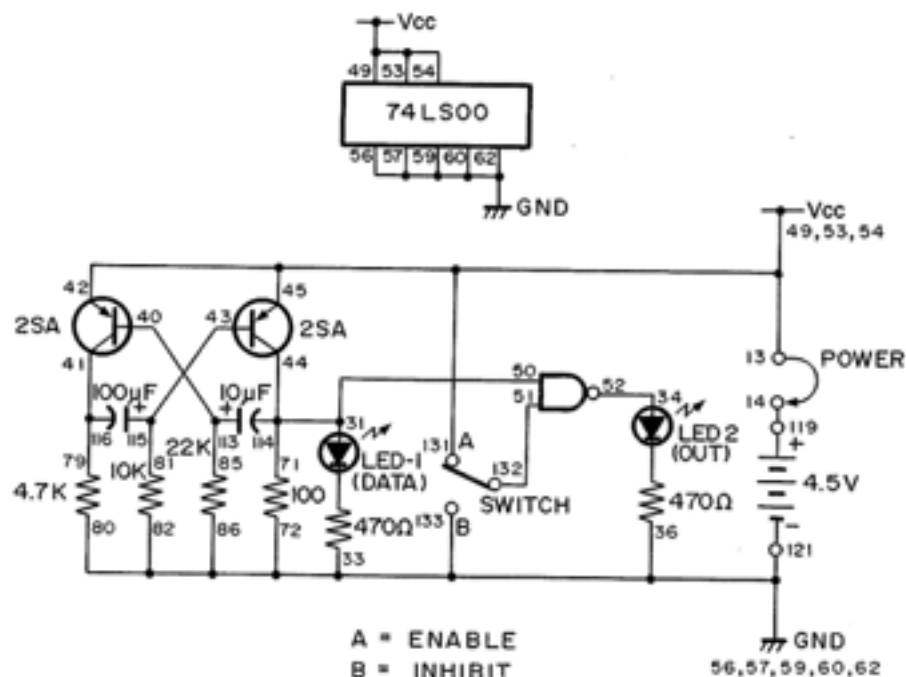
Le circuit de validation NON-ET de ce montage permet aux signaux de passer par une certaine voie. Avec les deux DEL, vous pouvez voir si le signal qui allume la DEL 1 passe aussi par la DEL 2 pour l'allumer.

Dans le schéma, il est probable que vous reconnaissiez immédiatement le multivibrateur. La DEL 1 vous permet de voir la sortie de ce multivibrateur qui donne aussi l'une des entrées de la porte NON-ET. A l'aide du schéma, essayez de déterminer ce qui se passe quand l'interrupteur est à la position A, puis à la position B. Pouvez-vous imaginer ce qui se passe avec les DEL 1 et 2 quand l'interrupteur est à A puis à B? N'oubliez pas de prendre des notes puis de les comparer avec ce que vous apprenez.

Avant de faire les branchements de ce circuit, mettez l'interrupteur à B. Quand vous avez terminé, reliez les bornes 13 et 14 et observez les DEL 1 et 2. La DEL 1 clignote; elle indique la sortie du multivibrateur. Que fait la DEL 2? Elle s'allume en continu pour indiquer que le signal à la DEL 1 ne peut pas atteindre la DEL 2. Mettez maintenant l'interrupteur à A et observez la DEL 1. Que se passe-t-il? La DEL 1 et la DEL 2 se comportent-elles de la même manière?

Vous pouvez voir que la DEL 1 et la DEL 2 clignotent alternativement parce que l'une des deux entrées de la porte NON-ET est à 1 quand l'interrupteur est à la position A. Le multivibrateur envoie les signaux 0 et 1 à l'autre entrée de la porte NON-ET. Quand la sortie du multivibrateur est à 1, la DEL 1 s'allume, mais les deux signaux d'entrée de la porte NON-ET étant à 1, la sortie de celle-ci est à 0 et la DEL 2 s'éteint. Quand la sortie du multivibrateur est à 0, la DEL 1 s'éteint. La porte NON-ET ayant ainsi une de ses entrées à 0, sa sortie passe à 1 et la DEL 2 s'allume. Efforcez-vous de trouver ce qui se passe quand l'interrupteur est à la position B. Pourquoi la DEL 2 s'allume-t-elle toujours? Suggestion : l'interrupteur B donne une entrée à 0.

Nous espérons que vous avez réussi à comprendre le fonctionnement du circuit avant de commencer son montage.



### Ordre des branchements

13-49-53-54-42-45-131, 14-119, 71-50-31-44-114, 86-82-80-72-56-57-59-60-62-33-36-121-133, 34-52, 40-113-85, 41-116-79, 43-115-81, 51-132, 13-14 (POWER).

### REMARQUES



## MONTAGE 42. CIRCUIT DE VALIDATION OU TTL

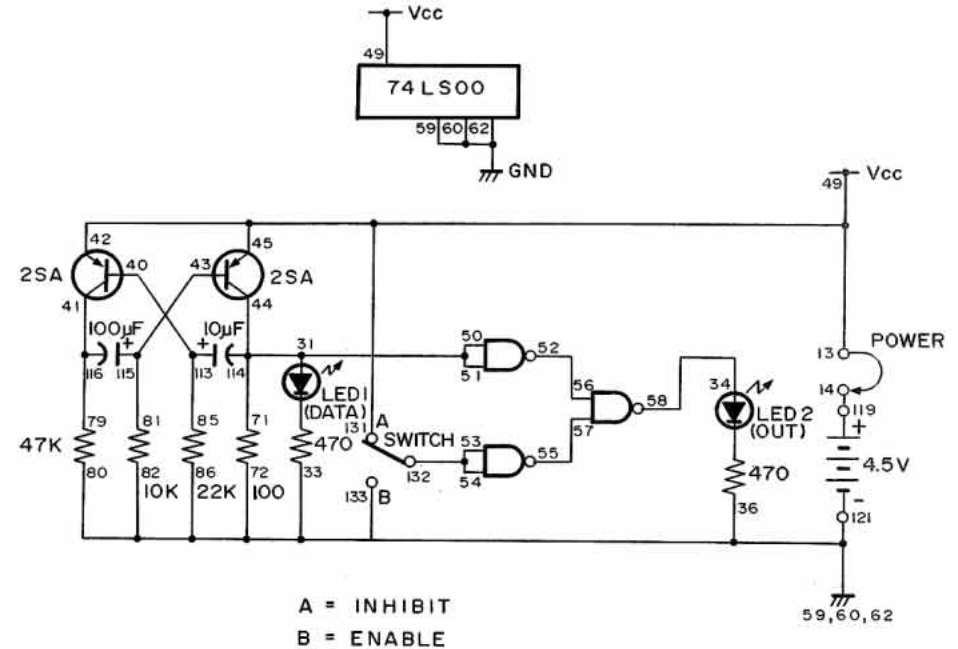
Avez-vous trouvé le moyen d'utiliser une porte OU dans un circuit de validation? Si c'est le cas, voici le moment de comparer votre circuit au nôtre.

Comme dans les deux derniers montages, un multivibrateur constitue l'entrée de la porte OU de ce circuit. La DEL 1 correspond à la sortie de la porte OU; elle s'allume et s'éteint selon la sortie du multivibrateur. Reportez-vous au schéma. Voyez-vous ce qui se passe quand on applique l'entrée du multivibrateur à la porte OU? Essayez de deviner avant d'assembler le montage.

Avant de faire les branchements, mettez l'interrupteur à A plutôt qu'à B, comme nous l'avons fait dans les deux derniers montages. Quand les branchements sont faits, reliez les bornes 13 et 14 pour mettre le circuit sous tension. Que fait la DEL 1? Et la DEL 2? Mettez maintenant l'interrupteur à B. Qu'arrive-t-il maintenant à la DEL 1 et à la DEL 2?

Nous simplifions le circuit quand nous disons que le réglage de l'interrupteur à A empêche le passage des données de la DEL 1 à la DEL 2. (Le circuit est alors en statut d'invalidation.) Si l'interrupteur est cependant à B, les données peuvent passer de la DEL 1 à la DEL 2. Le circuit est en statut de validation.

Nous en sommes à notre troisième circuit de validation; nous ne vous dirons donc rien de son fonctionnement. A vous d'essayer de le déterminer à l'aide du schéma.



### Ordre des branchements

13-49-42-45-131, 14-119, 71-50-51-31-44-114, 86-82-80-72-59-60-62-33-36-121-133, 34-58, 40-113-85, 41-116-79, 43-115-81, 52-56, 53-54-132, 55-57, 13-14 (POWER).

### REMARQUES



## MONTAGE 41. CIRCUIT DE VALIDATION ET TTL

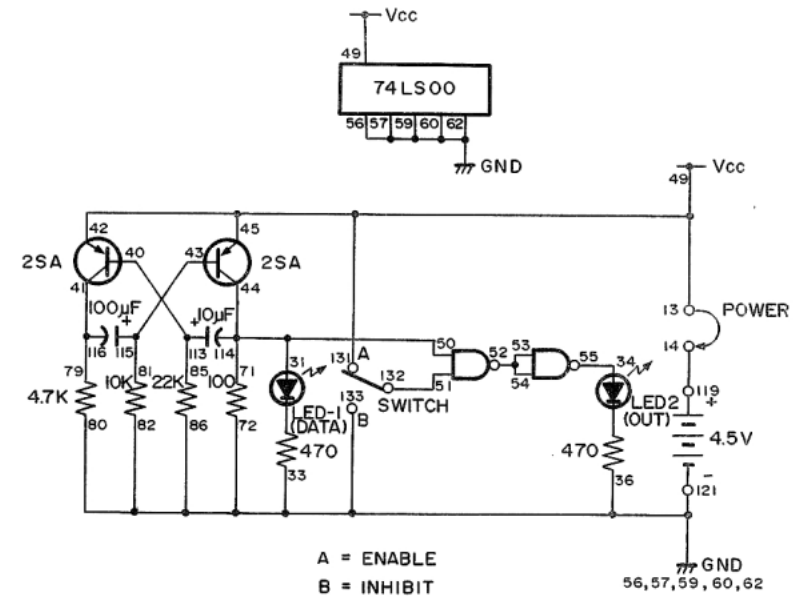
Dans certaines situations, une caractéristique de notre dernier montage pourrait être gênante. Les DEL 1 et 2 s'allument et s'éteignent alternativement. Nous pourrions désirer que les deux DEL s'allument et s'éteignent ensemble. Avez-vous réfléchi à ce problème quand vous avez travaillé avec le dernier montage? Nous l'abordons avec le circuit de ce montage.

Si vous observez attentivement les schémas de ce montage et du précédent, vous pouvez voir qu'ils sont presque identiques. Le schéma du présent montage a seulement une porte NON-ET en plus.

Comme dans notre dernier montage, le réglage de l'interrupteur à la position B bloque le passage de la DEL 1 à la DEL 2. Mais si vous mettez l'interrupteur à A, la DEL 2 s'allume et s'éteint en même temps que la DEL 1. Les deux portes NON-ET forment une porte ET (vous rappelez-vous le circuit du montage 36?)

Dans ce circuit, la DEL 1 correspond à l'entrée des données et la DEL 2 à la sortie. On rencontre fréquemment ces termes avec les circuits de validation et de temps à autre en électronique numérique.

À présent, vous soupçonnez probablement que l'on peut utiliser d'autres circuits numériques pour exécuter des fonctions de validation. Avez-vous une idée à ce sujet? Prenez note de vos conclusions, surtout si vous arrivez à utiliser une porte OU dans un circuit de validation. (Nous y venons dans le montage suivant.)



### Ordre des branchements

13-49-42-45-131, 14-119, 71-50-31-44-114, 86-82-80-72-56-57-59-60-62-33-36-121-133, 34-55, 40-113-85, 41-116-79, 43-115-81, 51-132, 52-53-54, 13-14 (POWER).

### REMARQUES



## MONTAGE 40. PORTE ET TTL À 3 ENTRÉES

Nous avons jusqu'à présent utilisé des circuits numériques à deux entrées, mais certains peuvent en avoir davantage. Dans ce montage, nous utilisons une porte ET TTL avec trois entrées. A l'aide du schéma, essayez de déterminer comment les 3 entrées peuvent donner une sortie à l'état 1.

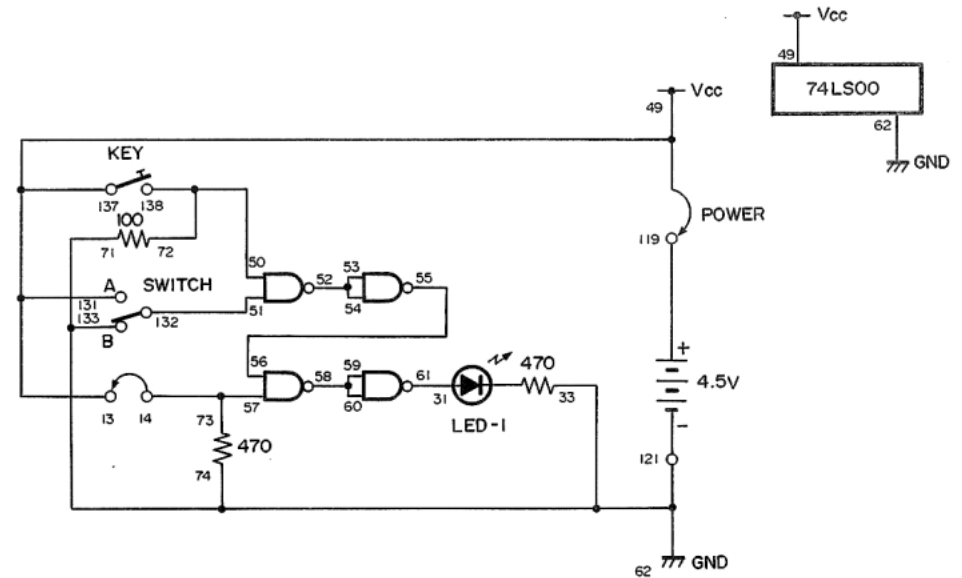
Cette fois-ci, vous pouvez remarquer que nous nous y prenons autrement. Les bornes 13 et 14 constituent un signal d'entrée. Si vous reliez ces bornes, vous avez une entrée à 1 et si vous les séparez, l'entrée est à 0. Pour mettre ce montage sous tension, reliez les bornes 119 et 137.

Vous connaissez le fonctionnement d'une porte ET; nous n'y reviendrons donc pas. En jetant un coup d'oeil au schéma, essayez de déterminer les branchements de l'interrupteur, du manipulateur et des bornes 13 et 14 qui donnent une sortie 1. Lisez la suite de ces explications pour voir si vous avez raison.

Dans ce circuit, le manipulateur et l'interrupteur sont tous deux reliés à une porte NON-ET. Quand ils donnent chacun une entrée à 1, la sortie de la porte NON-ET est à 0. Cette sortie à 0 constitue l'entrée d'une porte NON-ET dont la sortie passe à 1.

Cette sortie à 1 arrive à une autre porte NON-ET (avez-vous suivi le schéma?) où elle constitue une entrée. Les bornes 13 et 14 donnent l'autre entrée. Quand les entrées sont toutes deux à 1, la sortie de la porte NON-ET passe à 0. Nous utilisons cette sortie pour les deux entrées de la dernière porte NON-ET. La sortie de cette dernière porte passe à 1 et la DEL s'allume.

Plutôt simple, n'est-ce pas? Vous ne le croirez peut-être pas, mais les ordinateurs les plus complexes appliquent les principes de base utilisés avec les circuits numériques de ce kit.



### Ordre des branchements

13-49-131-137, 14-73-57, 31-61, 74-71-62-33-121-133, 50-72-138, 51-132, 52-53-54, 55-56, 58-59-60, 119-137 (POWER).

### REMARQUES



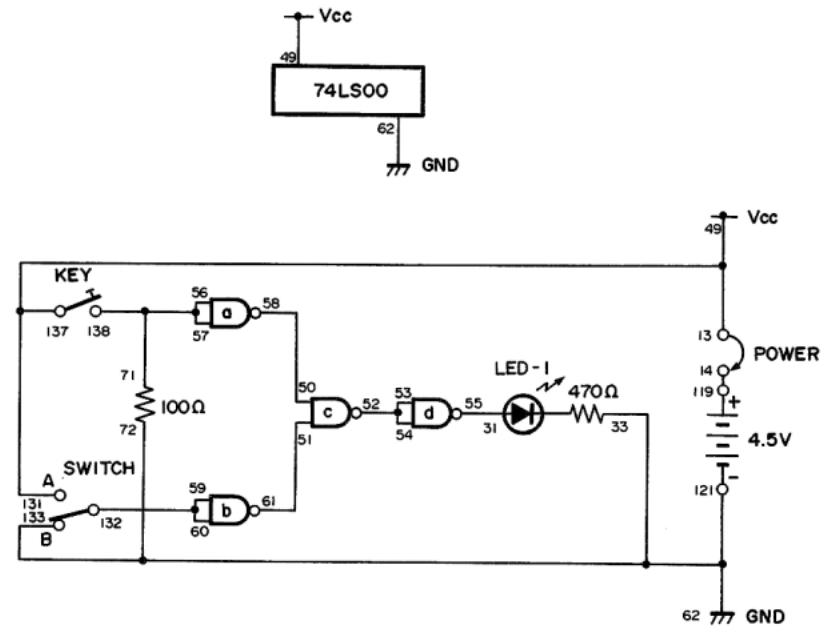
## MONTAGE 39. PORTE NI TTL

Marquez les entrées 0 et 1 sur le schéma, comme vous l'avez fait pour les quelques montages précédents, et essayez de déterminer comment on arrive à une sortie 0 ou 1 avec ce circuit. Faites un effort et ne regardez surtout pas la réponse.

Pendant le montage de ce circuit, laissez l'interrupteur à B. Quand les branchements sont terminés, reliez les bornes 13 et 14. Pressez le manipulateur. La DEL 1 change-t-elle? Relâchez le manipulateur et mettez l'interrupteur à A. Qu'arrive-t-il maintenant à la DEL 1? Laissez l'interrupteur à A et pressez le manipulateur. La DEL 1 se comporte-t-elle différemment?

Ce montage se comporte comme les autres portes NI que nous avons assemblées. Les portes NON-ET marquées A et B ont toutes deux des entrées à 1. Elles ont donc une sortie à 0 si leurs entrées sont à 1. Leurs sorties servent d'entrées à la porte NON-ET marquée c. Celle-ci a une sortie à 1 tant qu'une des entrées ou les deux sont à 0. La sortie à 1 correspond aux entrées de la porte NON-ET suivante, laquelle a une sortie à 0. La DEL 1 ne s'allume alors pas.

Une porte NI n'a une sortie 1 que si ses deux entrées sont à 0, c'est-à-dire quand l'interrupteur est à B et que vous n'appuyez pas sur le manipulateur.



### Ordre des branchements

13-49-131-137, 14-119, 31-55, 72-33-62-133-121, 50-58, 51-61, 52-53-54, 56-57-71-138, 59-60-132, 13-14 (POWER).

### REMARQUES



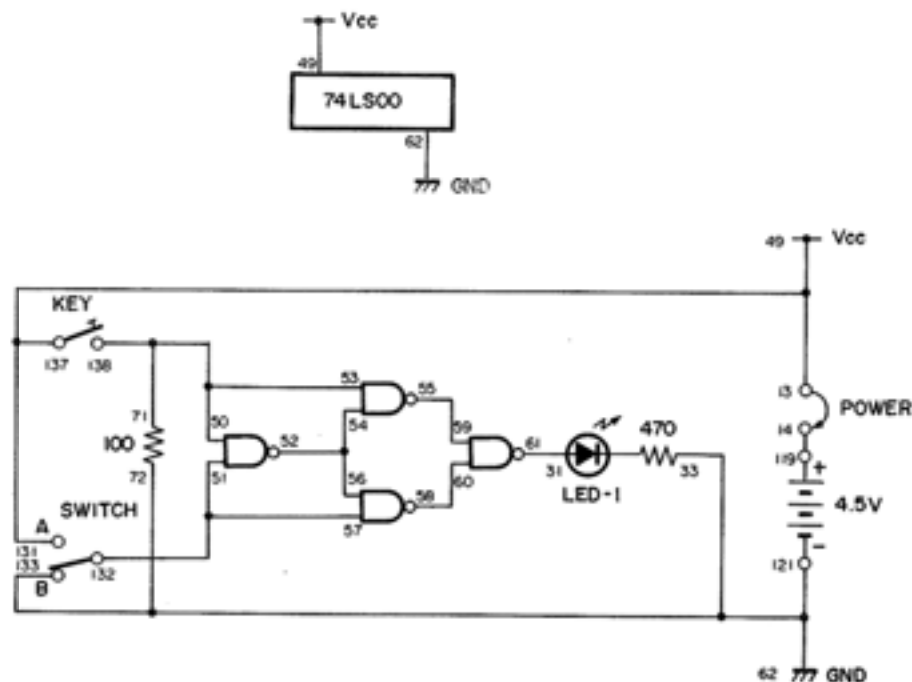
## MONTAGE 38. PORTE OU EXCLUSIF TTL

Nous avons réalisé d'autres circuits numériques en combinant des portes NON-ET; nous pouvons donc aussi faire des portes OU exclusif. C'est ce que vous montre ce montage.

Mettez l'interrupteur à la position B avant de faire les branchements de ce montage. Quand les branchements sont terminés, reliez les bornes 13 et 14. Pressez le manipulateur. Que se passe-t-il à la DEL 1? Relâchez le manipulateur et mettez l'interrupteur à A. Que fait la DEL 1? Laissez l'interrupteur à A et pressez le manipulateur. Qu'arrive-t-il maintenant à la DEL 1?

La sortie est à 1 tant que les entrées sont différentes. Si les deux entrées sont cependant identiques (à 1 ou à 0), la sortie de la porte OU exclusif est à 0.

Mettez votre réflexion à l'épreuve et suivez chaque entrée 0 ou 1 tout au long du circuit, jusqu'à la sortie. A titre de suggestion, vous pouvez noter 0 ou 1 sur le schéma à l'entrée et à la sortie de chaque porte NON-ET.



## Ordre des branchements

13-49-131-137, 14-119, 31-61, 72-62-33-133-121, 71-50-53-138, 57-51-132, 54-52-56, 55-59, 58-60, 13-14 (POWER).

## REMARQUES

## MONTAGE 37. PORTE OU TTL

Le circuit NON-ET quadruple à deux entrées permet de combiner les quatre portes NON-ET pour former d'autres circuits logiques. Nos deux derniers montages ont montré que vous pouvez utiliser des portes NON-ET pour construire d'autres circuits logiques. Avec le présent montage, vous apprenez à faire une porte OU avec les portes NON-ET.

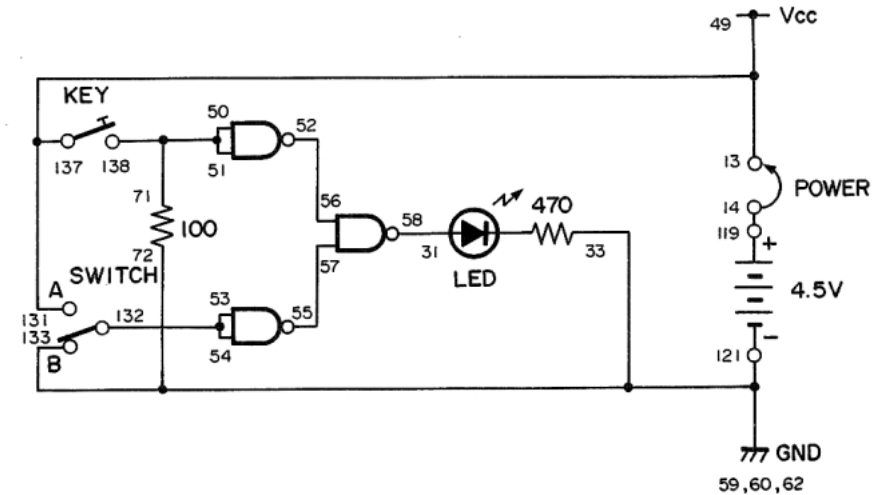
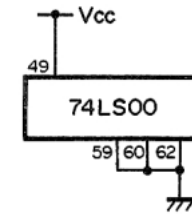
Jetez un coup d'oeil au schéma de ce montage. Pouvez-vous déterminer ce qui se passe à partir de chaque entrée, jusqu'à la sortie? Vous le pouvez certainement; essayez donc.

Pendant les branchements de ce montage, laissez l'interrupteur à la position B. Quand vous avez terminé, reliez les bornes 13 et 14. Pressez maintenant le manipulateur. Qu'arrive-t-il à la DEL 1? Relâchez le manipulateur et mettez l'interrupteur à A. Que fait maintenant la DEL 1? Laissez l'interrupteur à A et pressez de nouveau le manipulateur. La DEL 1 change-t-elle d'état?

Vous voyez donc que ce circuit se comporte en fait comme les autres portes OU que vous avez étudiées. Si une au moins des entrées est à 1, la sortie à la DEL est aussi à 1. Avez-vous compris ce qui se passe de l'entrée à la sortie? Le paragraphe suivant vous l'explique, mais essayez de trouver vous-même.

Supposons que vous pressez le manipulateur quand l'interrupteur est à la position B. Vous mettez ainsi les deux entrées de la porte NON-ET à 1; sa sortie passe donc à 0. Cette sortie 0 constitue l'une des entrées de la porte NON-ET qui commande la DEL. La sortie d'une porte NON-ET étant à 0 uniquement si toutes les entrées sont à 1, l'entrée 0 fait passer la sortie à 1 et la DEL 1 s'allume donc!

Nous pouvons créer des portes ET, NI, OU exclusif et NON-ET à l'aide du CI NON-ET quadruple à deux entrées. Essayez de déterminer le branchement des portes NON-ET du circuit pour construire ces autres circuits logiques. Faites de votre mieux et prenez des notes, car nous allons bientôt passer à la solution.



### Ordre des branchements

13-49-131-137, 14-119, 31-58, 72-59-60-62-33-133-121, 50-51-71-138, 52-56, 53-54-132, 55-57, 13-14 (POWER).

### REMARQUES





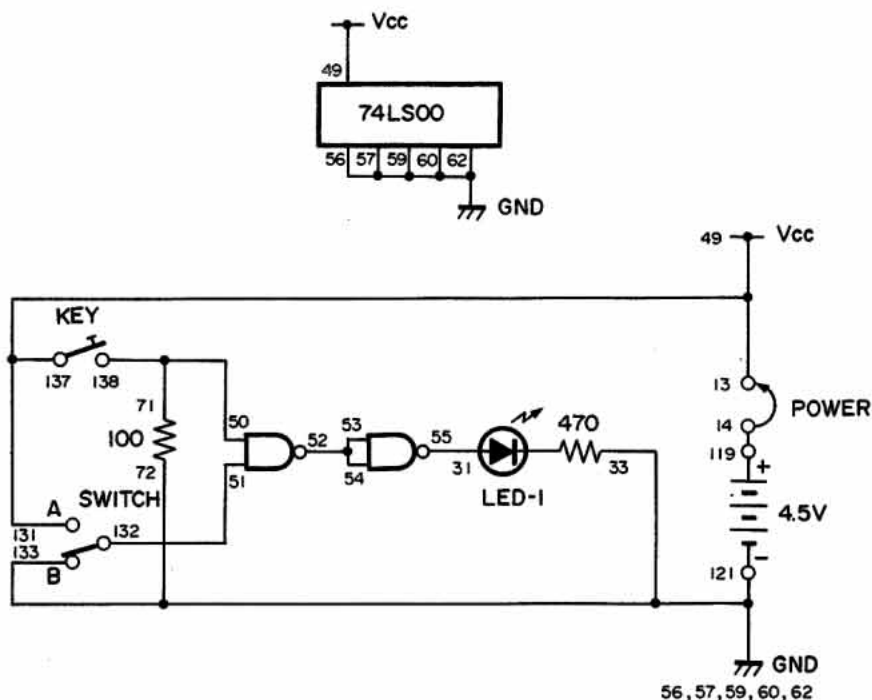
## MONTAGE 36. PORTE ET TTL

Pouvez-vous imaginer comment obtenir une porte ET avec les portes NON-ET de ce kit? Ce montage va nous aider à trouver la réponse.

Pendant le montage de ce circuit, laissez l'interrupteur à la position B. Quand vous avez terminé, reliez les bornes 13 et 14 pour mettre le circuit sous tension. Pressez le manipulateur. Qu'arrive-t-il à la DEL 1? Mettez maintenant l'interrupteur à la position A tout en pressant le manipulateur. Y a-t-il du nouveau à la DEL 1?

Quand vous pressez le manipulateur et mettez l'interrupteur à la position A, les entrées sont à 1. La sortie est donc aussi à 1. Pouvez-vous suivre l'entrée à 1 dans tout le circuit de façon à obtenir 1 à la sortie? Essayez donc de trouver la réponse vous-même, sans tricher?

Voici ce qui se passe : chaque entrée 1 va dans la première porte NON-ET. La sortie de cette porte est donc à 0. Cette sortie 0 sert aux deux entrées de la deuxième porte NON-ET. Si les entrées de la deuxième porte NON-ET sont à 0, sa sortie est à 1 et la DEL s'allume. Les deux portes NON-ET forment donc une porte ET.



## Ordre des branchements

13-49-131-137, 14-119, 31-55, 72-56-57-59-60-62-33-133-121, 50-71-138, 51-132, 52-53-54, 13-14 (POWER).

## REMARQUES

## MONTAGE 35. PORTE INVERSEUSE TTL

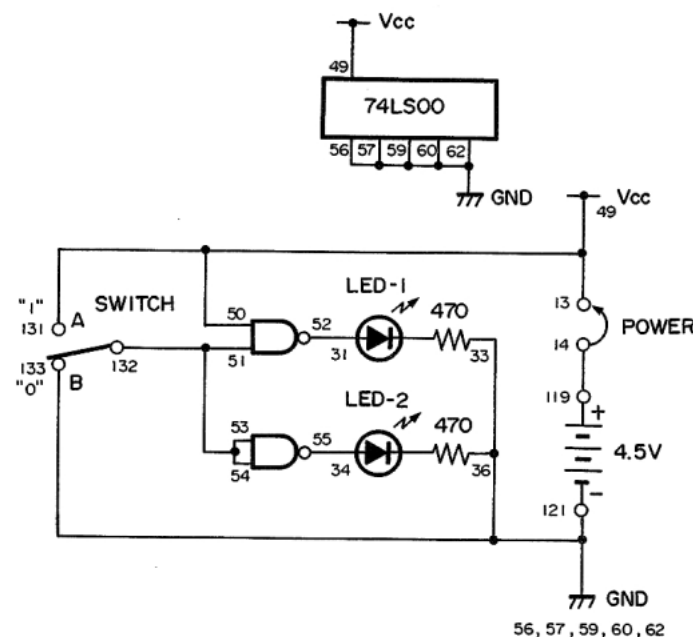
Dans un circuit inverseur, la sortie donne un signal contraire de celui de l'entrée. Si l'entrée est à l'état 1 (haut), la sortie est à 0 (bas). Si l'entrée est à 0, la sortie est à 1.

Mettez l'interrupteur à la position A avant de faire les branchements. Reliez ensuite les bornes 13 et 14. Vous pouvez remarquer que les DEL 1 et 2 sont éteintes. La sortie étant à 0, l'entrée doit être à 1. Mettez maintenant l'interrupteur à la position B. Les deux DEL s'allument; l'entrée est donc à 0.

Le schéma montre que nous utilisons deux des quatre portes NON-ET du CI. L'interrupteur étant à la position A, les deux entrées des deux portes NON-ET sont à 1. Leurs sorties sont donc à 0. Les DEL s'éteignent donc. Quand l'interrupteur est à la position B, les entrées ne sont plus toutes à 1; les DEL s'allument de nouveau.

On peut s'étonner de la taille des circuits RTL et DTL que nous avons utilisés dans le précédent montage. Pouvez-vous croire que ce minuscule CI réunit quatre de ces circuits?

Il existe un CI spécial, un peu plus gros que les CI de ce kit, qui contient un ordinateur miniaturisé. Ce mini-ordinateur est un microprocesseur. L'intégration à haute densité (LSI pour Large Scale Integration en anglais) constitue le processus qui consiste à grouper plusieurs circuits dans un seul CI. Le sigle LSI accompagne souvent les initiales CI.



### Ordre des branchements

13-49-50-131, 14-119, 31-52, 36-33-56-57-59-60-62-133-121, 34-55, 51-53-54-132, 13-14 (POWER).

### REMARQUES



## MONTAGE 34. PORTE TAMPON DE LOGIQUE TRANSISTOR-TRANSISTOR (TTL)

Vous êtes-vous jamais demandé ce qui se passe si vous montez des circuits numériques ensemble, en utilisant la sortie de l'un comme entrée d'un autre? Ce montage vous donne une idée de ce qui se passe.

L'un des circuits intégrés de ce kit est un CI de porte NON-ET quadruple à 2 entrées. Cette expression vous paraît peut-être un peu étrange. CI est l'abréviation de circuit intégré. Sous son format réduit, un circuit intégré contient de nombreux transistors, diodes et résistances.

Ce CI étant quadruple, il contient quatre circuits NON-ET séparés ayant chacun deux entrées. Chaque porte NON-ET a deux bornes d'entrée. Jusqu'à présent, nous n'avons utilisé que des circuits logiques à deux entrées, mais certains en ont davantage.

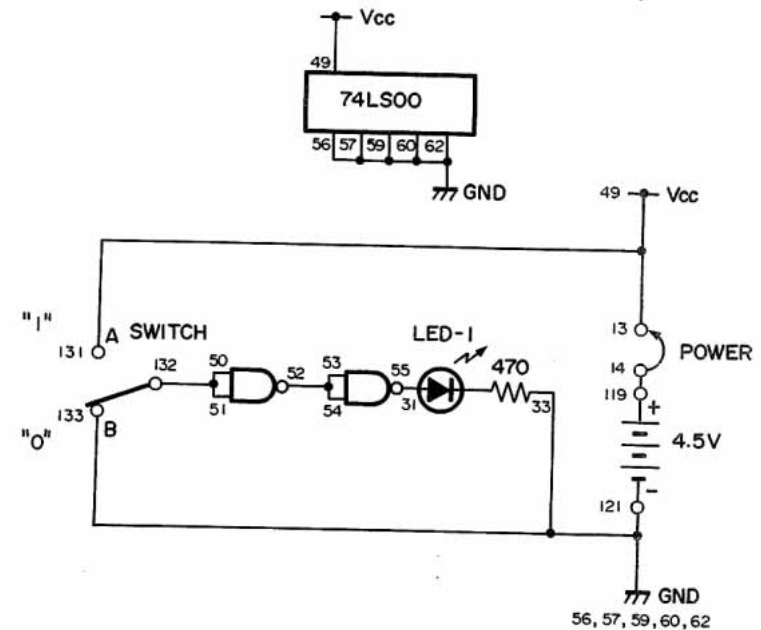
Enfin, ce circuit est une "porte". Imaginez que vous faites votre entrée dans le monde numérique par cette porte! Une porte est en fait un circuit qui a plusieurs entrées, mais une seule sortie. Cette sortie ne passe à l'état haut que si les entrées satisfont certaines conditions. Nous utiliserons ce composant pratique avec les circuits numériques d'autres montages.

Cette porte est dite "tampon" parce qu'elle sert à isoler l'une de l'autre deux parties d'un dispositif.

Consultez le schéma à mesure que vous assemblez le montage. Nous utilisons la sortie d'une porte NON-ET avec les deux entrées de la suivante (remarquez que les deux entrées des deux portes NON-ET sont toujours les mêmes). En vous basant sur vos connaissances des portes NON-ET, pouvez-vous imaginer ce qui se passe si l'entrée de la première porte NON-ET est à l'état 1? Et si elle est à l'état 0? Essayez de trouver la réponse avant de monter le circuit.

Avant de faire les branchements, mettez l'interrupteur à la position B. Reliez les bornes 13 et 14 pour appliquer la tension. Que se passe-t-il à la DEL 1? Mettez maintenant l'interrupteur à la position A. La DEL 1 s'allume.

Vous avez probablement deviné que l'entrée est à 1 quand vous mettez l'interrupteur à la position A. Elle est à 0 quand l'interrupteur est à B. Quand l'entrée de la première porte NON-ET est à 1, sa sortie est à 0. La sortie à l'état 0 de la première porte NON-ET constitue l'entrée de la seconde. Si l'entrée de la seconde porte est à 0, sa sortie est à 1 et la DEL s'allume.



### Ordre des branchements

13-49-131, 14-119, 31-55, 33-56-57-59-60-62-133-121, 50-51-132, 52-53-54, 13-14 (POWER).

### REMARQUES



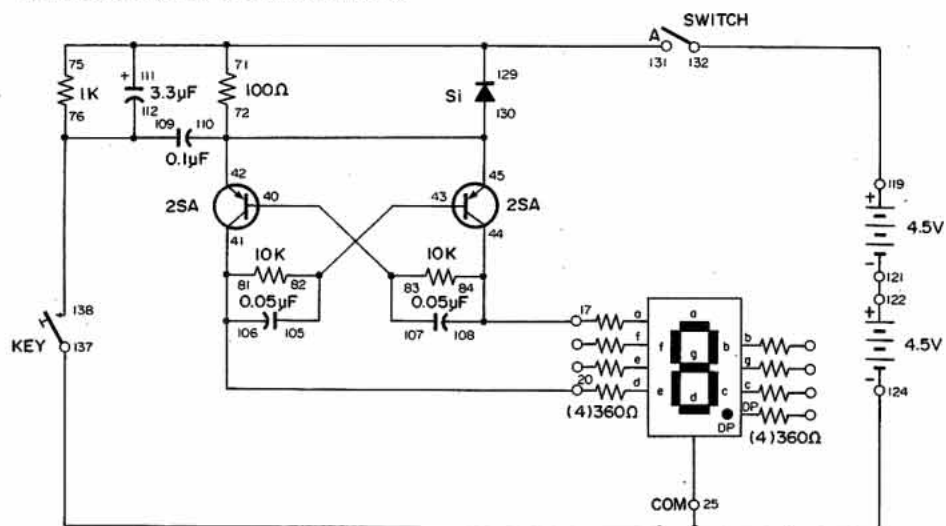
## **V. Encore plus d'aventure avec les circuits numériques**

## MONTAGE 33. DÉCLENCHEUR À BASCULE À TRANSISTOR

L'interrupteur à bascule sert à mettre un circuit en marche et à l'arrêter. Dans ce montage, un circuit de bascule sert d'interrupteur. Dans le montage précédent, le circuit passe automatiquement d'un état à l'autre. Ici, le circuit ne change que si on le lui demande.

Quand les branchements sont terminés, mettez l'interrupteur à la position A. Le segment inférieur de la DEL s'allume. Pressez maintenant le manipulateur. Le segment inférieur s'éteint et le segment supérieur s'allume. Chaque fois que l'on presse le manipulateur, les segments de la DEL changent d'état.

Quand un transistor conduit, l'autre est bloqué; chaque transistor conduit ou reste bloqué jusqu'à ce qu'on décide de changer son état. On peut donc dire qu'un circuit de bascule a une mémoire. Quand on laisse un circuit dans un certain état, il y reste jusqu'à ce qu'on décide de le changer. La plupart des bascules commandées par un seul signal sont capables de mémoriser de nombreuses instructions. Pour cette raison, on utilise beaucoup ce genre de circuit dans les ordinateurs.



### Ordre des branchements

84-108-44-17, 81-106-41-20, 25-124-137, 40-107-83, 42-45-130-110-72, 43-105-82, 71-75-111-131-129, 76-109-112-138, 119-132, 121-122.

### REMARQUES



## MONTAGE 32. CIRCUIT À BASCULE À TRANSISTOR

Une bascule est un circuit qui permute entre deux états (marche et arrêt), à certains intervalles. Ce circuit passe à un état, revient à l'autre, repasse au premier, etc.

Dans ce circuit de bascule, on utilise deux transistors, deux condensateurs et quatre résistances pour allumer et éteindre la DEL. Chaque transistor est toujours dans l'état opposé de l'autre; quand le transistor Q1 conduit, le transistor Q2 est bloqué. Quand Q2 conduit, Q1 est bloqué. Ce passage de la marche à l'arrêt (et de l'arrêt à la marche) se fait très vite (en quelques microsecondes). Réglez le bouton de commande et remarquez son effet sur le régime de clignotement de la DEL.

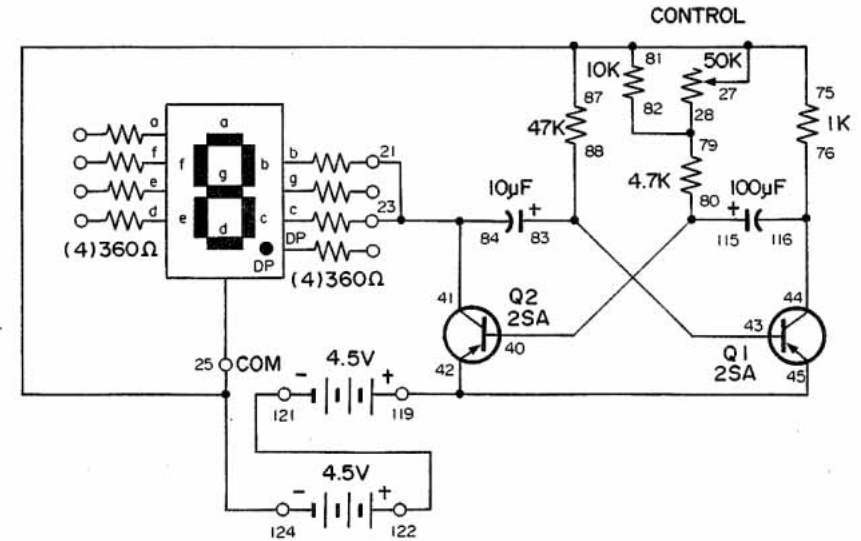
Jetez un coup d'oeil au schéma pour vous faire une idée du fonctionnement de ce circuit. N'oubliez pas qu'un transistor conduit quand on applique une tension à sa base. Les bases des deux transistors PNP sont reliées par des résistances au côté négatif des piles. Vous pourriez penser que les deux transistors conduisent en permanence, mais les deux condensateurs reliés à leur base sont à l'origine de la fonction de bascule.

Pour expliquer ce circuit, supposons que le transistor Q1 est bloqué. Le transistor Q2 conduit parce que le condensateur de 100 uF se charge et se décharge par sa base. La résistance de 4.7 K et le bouton de commande continuent à faire conduire Q2 après la décharge du condensateur de 100 uF. Le condensateur de 10 uF, maintenant chargé, se décharge dans la résistance de 47 K, la pile et Q2. (N'oubliez pas que si Q2 conduit, le courant peut passer de son collecteur à son émetteur.) Le transistor Q1 reste bloqué tant que la charge du condensateur de 10 uF est assez élevée.

Quand la charge descend à un certain point, la tension négative de la résistance de 47 K fait conduire le transistor Q1. Quand Q1 conduit, le condensateur de 100 uF se charge rapidement et le transistor Q2 se bloque. Quand Q2 est bloqué, sa tension de collecteur monte au voisinage de la valeur de 9 V des piles et la DEL s'éteint. Grâce à la charge rapide du condensateur de 10 uF, Q1 conduit au maximum. Cette opération de bascule se fait très rapidement.

Après un certain temps, le condensateur de 100 uF se décharge par Q2 et le circuit revient à son état initial pour recommencer l'opération ci-dessus.

Nous avons déjà utilisé ce type de circuit dans plusieurs montages. Revenez en arrière et essayez de les trouver.



### Ordre des branchements

21-23-41-84, 75-81-87-25-27-124, 28-79-82, 40-115-80, 45-42-119, 43-88-83, 44-116-76, 121-122.

### REMARQUES

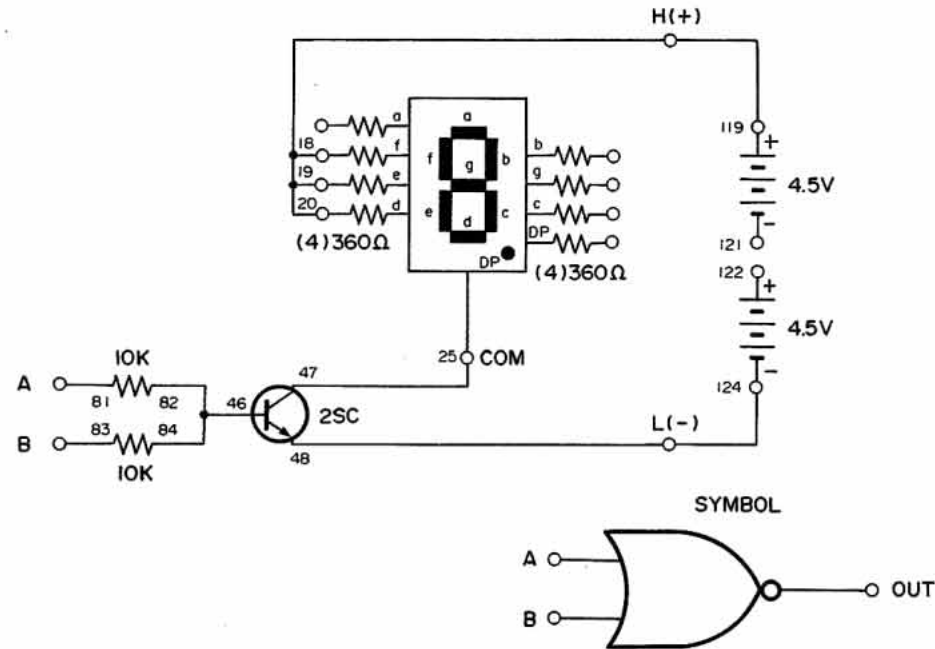


## MONTAGE 31. CIRCUIT NI À TRANSISTOR AVEC AFFICHAGE À DEL

Vous avez maintenant monté et compris le circuit NON-ET (ET inversé); vous pouvez donc facilement déterminer le rôle du circuit NI (OU inversé). L s'allume sur l'affichage quand la borne A ou B est reliée à la borne H (119). La sortie du circuit n'est à l'état haut que si A et B sont à l'état bas. On obtient donc l'inverse du circuit OU. Le symbole logique du circuit NI est indiqué avec le schéma. A + B représente la fonction de ce circuit. Le signe + symbolise le circuit OU et le trait au-dessus indique l'inversion.

(\*Remarque: la fonction ci-dessus est représentée par A + B, surmonté d'un trait.)

Quand on relie la borne A ou B (ou les deux) à la borne H, le transistor NPN conduit et permet le passage du courant jusqu'à la DEL. Quand on relie A et B à L, le transistor se bloque et la DEL s'éteint.



### Ordre des branchements

18-19-20-119, 25-47, 46-82-84, 48-124, 81-(to 119 "HIGH" or 124 "LOW"), 83-(to 119 "HIGH" or 124 "LOW"), 121-122.

### REMARQUES



## MONTAGE 30. CIRCUIT OU EXCLUSIF DTL

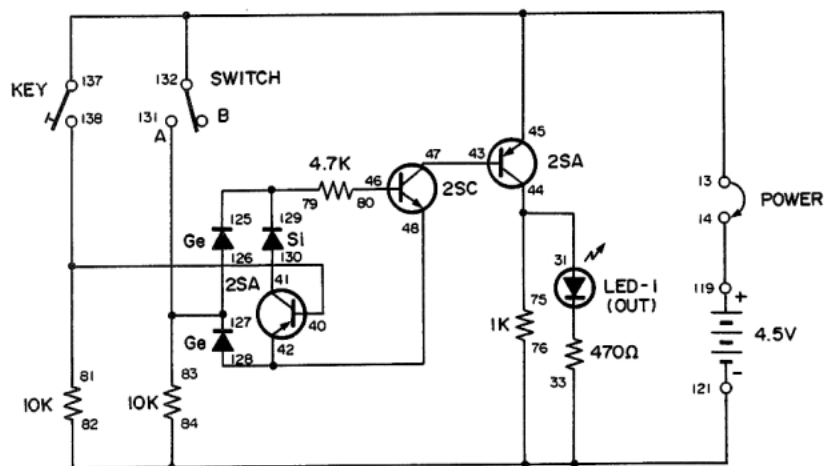
Ne vous inquiétez pas si vous ne connaissez pas la signification exacte de "OU exclusif". Un circuit OU exclusif (abréviation XOR) ne donne une sortie à l'état haut que si l'une ou l'autre de ses entrées est aussi à l'état haut.

Vous voyez donc qu'un circuit XOR donne une sortie basse si ses deux entrées sont identiques (état haut ou bas). Si les entrées sont différentes (haute et basse ou basse et haute), la sortie est alors à l'état haut. Ce circuit nous permet de savoir si les deux entrées sont identiques ou différentes.

Avant de faire les branchements de ce circuit, assurez-vous que l'interrupteur est à la position B. Quand vous avez terminé le montage, reliez les bornes 13 et 14 pour mettre le circuit sous tension. Observez la DEL 1. Appuyez maintenant sur le manipulateur pour produire une entrée haute. Qu'arrive-t-il à la DEL 1? Relâchez le manipulateur pour mettre les deux entrées à l'état bas. Mettez maintenant l'interrupteur à la position A pour que l'entrée qui y passe soit à l'état haut. Que se passe-t-il à la DEL 1?

Laissez l'interrupteur à la position A et pressez le manipulateur pour mettre les deux entrées à l'état haut. Vous pouvez voir que deux entrées hautes donnent une sortie basse dans un circuit OU exclusif.

Vous pouvez aussi monter un circuit NI exclusif. Nous n'en parlerons pas ici, mais vous devez pouvoir l'imaginer vous-même. **Suggestion:** Un circuit NI exclusif est identique à un circuit NI, suivi d'un conducteur supplémentaire pour assurer l'inversion. N'oubliez pas de noter les résultats de vos découvertes dans votre carnet de notes, en particulier si vous réalisez un circuit NI exclusif.



## Ordre des branchements

13-45-132-137, 14-119, 44-31-75, 76-84-82-33-121, 81-40-138, 41-130, 48-42-128, 43-47, 46-80, 79-129-125, 83-126-127-131.

## REMARQUE

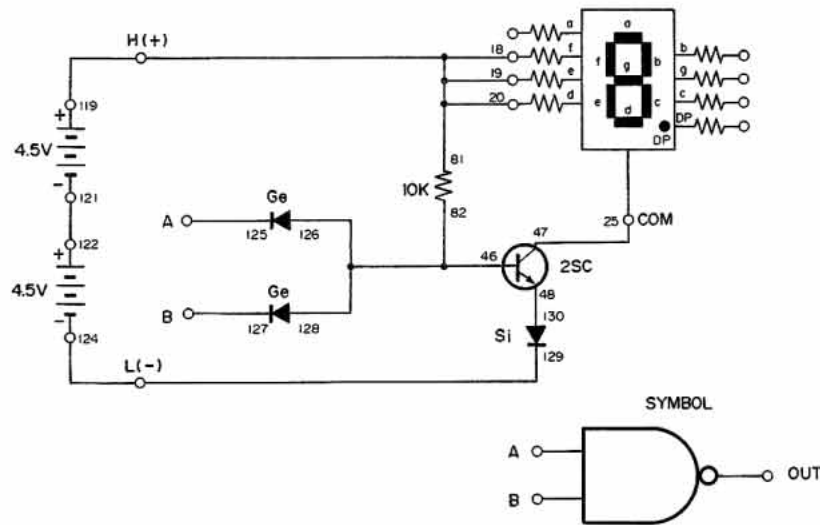


## MONTAGE 29. CIRCUIT NON-ET DTL AVEC AFFICHAGE À DEL

Vous ne trouverez probablement pas le terme NON-ET dans un dictionnaire, à moins qu'il s'agisse d'un dictionnaire d'électronique ou d'informatique. Ce terme nouveau correspond à une fonction d'inversion, c'est-à-dire NON-ET. Ce circuit donne des conditions de sortie contraires de celles du circuit ET. La sortie NON-ET est basse quand les deux entrées A et B sont à l'état haut. La sortie est haute si l'une ou les deux entrées sont à l'état bas. Le symbole logique ressemble à celui du circuit ET, mais on ajoute un petit cercle à la sortie. On représente cette fonction par AB. (\*)

(\*Note: La fonction ci-dessus est représentée par AB surmonté d'un trait.)

Quand une des bornes A et B ou les deux ensemble sont reliées à la borne 124 (état bas), un courant négatif passe dans les diodes; le transistor NPN reste bloqué et la DEL éteinte. Quand les deux entrées sont reliées à la borne 119 (état haut), les deux diodes laissent passer la tension positive. Celle-ci fait conduire le transistor NPN et le courant allume la lettre L sur la DEL.



### Ordre des branchements

81-20-19-18-119, 25-47, 82-46-128-126, 48-130, 121-122, 124-129, 125-(to 124 "LOW" or 119 "HIGH"), 127-(to 124 "LOW" or 119 "HIGH")

### REMARQUES



## MONTAGE 28. CIRCUIT OU DTL AVEC AFFICHAGE À DEL

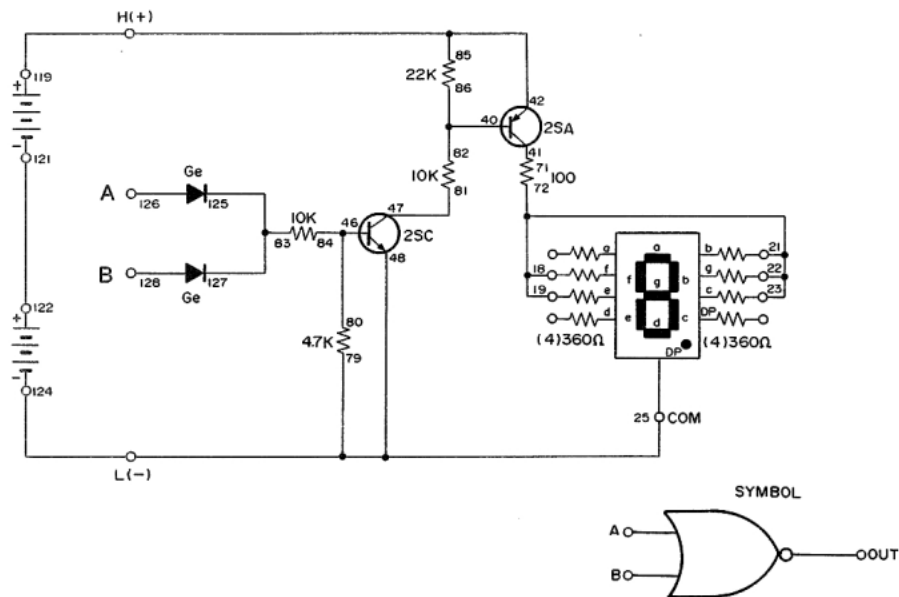
Nous arrivons maintenant au circuit logique OU. Pouvez-vous imaginer comment ce circuit fonctionne? Vous savez que le circuit ET donne un état logique haut quand les entrées A et B sont toutes deux à l'état haut. Le circuit OU produit un état logique haut quand l'entrée A ou B est à l'état haut.

L'affichage indique H quand on relie la borne A ou B à la borne 119 (état logique haut). Essayez de relier les bornes A et B à la borne 119, puis à la borne 124. Que se passe-t-il? La sortie est à l'état haut quand A ou B est reliée à H. Nous symbolisons cette fonction logique par  $A + B$ .

Ce circuit est analogue au précédent; nous n'en expliquerons donc pas le fonctionnement entier. Comparez les deux montages et notez leurs similarités et leurs différences. Essayez de suivre le circuit sur le schéma.

### Ordre des branchements

71-41, 72-19-18-21-22-23, 79-25-48-124, 81-47, 83-127-125, 84-80-46, 85-42-119, 86-82-40, 121-122, 126-(to 119 "HIGH" or 124 "LOW"), 128-(to 119 "HIGH" or 124 "HIGH").



## REMARQUES

## MONTAGE 27. CIRCUIT ET DTL AVEC AFFICHAGE À DEL

Nous nous attaquons maintenant aux éléments de base de l'univers des circuits numériques. Un circuit numérique sert d'interrupteur pour mettre différents composants en marche ou les arrêter. Dans cette section, nous abordons les circuits à logique diode-transistor (DTL) dans lesquels des diodes et des transistors assurent les fonctions de mise en marche et d'arrêt.

La tension appliquée à un circuit numérique n'a généralement pas d'importance. On s'intéresse uniquement à l'état de marche (présence d'une tension) ou d'arrêt (absence de la tension) du circuit. Quand le circuit est en marche, il est à l'état logique haut que nous désignons avec le chiffre 1. Quand le circuit est à l'arrêt, il est à l'état logique bas, représenté par le chiffre 0.

Nous commençons avec le circuit ET. Ce circuit donne une sortie quand toutes ses bornes sont à l'état logique haut (présence de la tension).

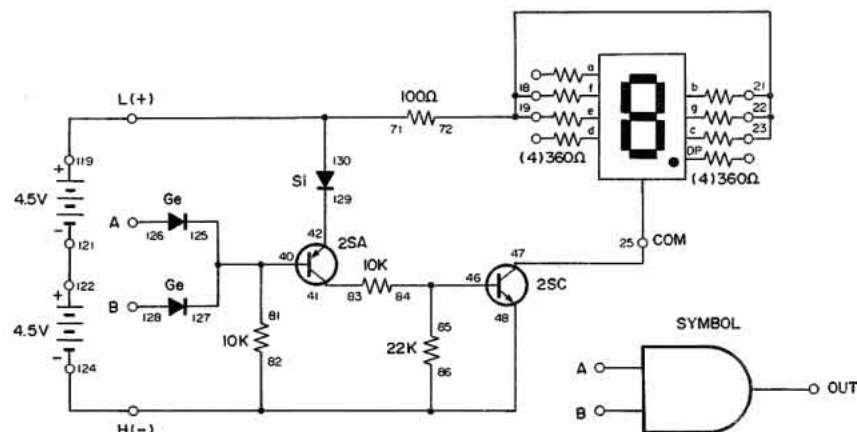
Montez ce circuit d'après l'ordre des branchements ci-dessous. Reliez ensuite les bornes A (126) et B (128) aux bornes 119 et 124 dans des combinaisons différentes pour compléter le circuit et vous faire une idée du fonctionnement du circuit ET.

Dans ce circuit, la borne 124 donne l'état logique haut (présence de la tension) et la borne 119 l'état logique bas (pas de tension). La DEL n'indique H que si l'on relie les bornes A et B à la borne 124 (état haut). Si l'on relie la borne A ou B (ou les deux) à la borne 119 (borne à l'état bas), la DEL n'indique rien. Les bornes A et B doivent être toutes deux à l'état haut pour que leur combinaison à la sortie (la DEL) indique H (état haut).

Quand l'une ou les deux entrées sont à l'état bas (la borne 126 et/ou 128 est reliée à la borne 119), la tension positive est appliquée à la base du transistor PNP par la ou les diodes; le transistor PNP reste bloqué. Ce transistor ne complétant pas le circuit, aucun courant n'arrive à la base du transistor NPN qui est aussi bloqué. La borne de cathode commune n'est pas reliée au côté négatif de l'alimentation; la DEL reste éteinte.

Quand les deux entrées sont à l'état haut, les deux diodes appliquent la tension négative à la base du transistor PNP qui conduit. Le transistor NPN conduit également et le courant arrive à l'affichage pour allumer la DEL.

En mathématiques, on représente la fonction ET par le symbole AB. Dans le coin inférieur droit du schéma, nous indiquons le symbole schématique du circuit ET.



### Ordre des branchements

22-23-21-18-19-72, 25-47, 81-40-125-127, 41-83, 42-129, 46-84-85, 86-82-48-124, 71-130-119, 121-122, 126-(to 119 "HIGH" or 124 "LOW"), 128-(to 119 "HIGH" or 124 "LOW").

### REMARQUES



## **IV. Aventure à travers les circuits numériques**

## MONTAGE 26. AFFICHAGE À TRANSISTOR, PHOTOPILE CdS ET AFFICHAGE À DEL

Dans ce montage, vous apprendrez à allumer la DEL à l'aide d'un transistor et de la photopile CdS.

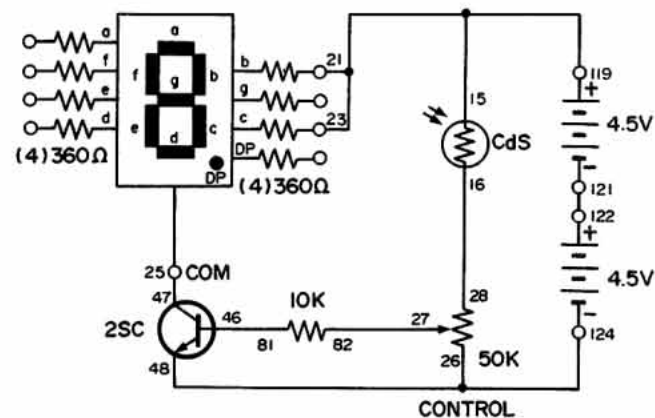
Assimilez la photopile CdS à une résistance qui varie en fonction de l'intensité lumineuse qu'elle reçoit. Dans l'obscurité, la résistance est très élevée (5 mégohms, soit 5 millions d'ohms). En plein soleil, elle descend à environ 100 ohms ou moins.

Vous pouvez facilement vérifier cette valeur. Réglez votre multimètre pour mesurer la résistance et branchez-le à la photopile. Placez votre main au-dessus de la photopile et notez la résistance. Enlevez maintenant la main et lisez de nouveau la résistance.

Le transistor NPN peut servir d'interrupteur. Nous avons vu dans le dernier montage qu'il conduit si l'on applique une tension positive suffisante à sa base. La tension positive passe par la borne positive de la pile, la pile CdS, la commande et la résistance de 10 kilohms.

La valeur de la tension appliquée à la base dépend de la résistance totale de la photopile, de la commande et de la résistance de 10 kilohms. L'intensité lumineuse qui frappe la photopile et le réglage de la commande font varier la tension de base qui est, soit assez basse pour bloquer le transistor, soit assez haute pour le faire conduire. Branchez votre voltmètre aux bornes de la commande et réglez celle-ci, tout en cachant la photopile CdS pour vérifier le changement de tension. Réglez la commande de façon que le transistor conduise et se bloque suivant les changements de luminosité sur la photopile CdS.

Sous une lumière vive, ce circuit affiche un 1. Vous pouvez évidemment brancher les conducteurs pour afficher le chiffre de votre choix. On peut considérer 1 comme un chiffre binaire correspondant à l'état logique "haut" (H ou marche) pour indiquer la présence d'une lumière intense sur la photopile CdS. Pouvez-vous changer les branchements du circuit pour afficher un autre caractère indiquant aussi cet état?



### Ordre des branchements

15-21-23-119, 16-28, 25-47, 124-26-48, 27-82, 46-81, 121-122.

### REMARQUES



## MONTAGE 25. COMMUTATION À TRANSISTOR D'UN AFFICHAGE À DEL

Vous faites des progrès en électronique. Nos explications vont maintenant être un peu plus difficiles, mais aussi plus intéressantes! Ce montage explique la commande de l'affichage à DEL au moyen de transistors.

Ce circuit est très semblable à celui du montage 20. Il ne diffère que par la position de l'interrupteur et la valeur de la résistance. On utilise ici le circuit de base du transistor NPN comme interrupteur, pour commander la cathode de la DEL. Dans le montage 20, nous avons commandé la DEL du côté anode (positif).

Les deux transistors de ce montage servent d'interrupteurs. Le transistor PNP conduit en permanence et laisse passer le courant de son collecteur à son émetteur, car une tension négative suffisante est appliquée à sa base par l'une des résistances de 10 K. Le transistor NPN conduit quand on ferme le manipulateur et qu'on applique ainsi une tension positive suffisante à sa base, par l'intermédiaire d'une autre résistance de 10 K. Le courant ne peut donc passer de l'émetteur au collecteur que si l'on ferme le manipulateur.

On doit absolument se rappeler les principes de base suivants:

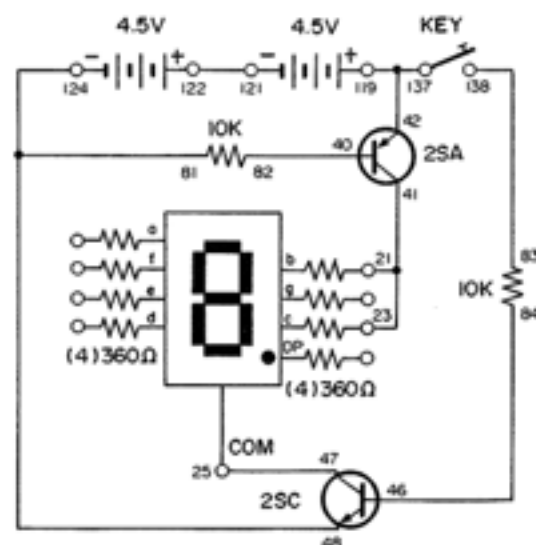
Un transistor PNP conduit quand on applique une tension négative à sa base; le courant passe du collecteur à l'émetteur.

Un transistor NPN conduit quand on applique une tension positive à sa base; le courant passe de l'émetteur au collecteur.

Le courant peut maintenant passer dans le transistor NPN; son circuit est complet : le courant va du côté négatif des piles au transistor NPN, à la borne de cathode commune de l'affichage, aux bornes d'anode b et c de l'affichage, aux transistors PNP et au côté positif des piles. L'affichage peut donc s'allumer.

Pour le moment, il peut ne pas paraître important d'allumer la DEL avec l'un ou l'autre des transistors, mais pour les spécialistes concepteurs de circuits complexes d'ordinateur, cette caractéristique est très pratique.

Avez-vous remarqué que les transistors conduisent et se bloquent aussi vite que vous appuyez sur le manipulateur? Cette commutation rapide permet à un ordinateur d'exécuter des opérations à la vitesse de l'éclair. Les transistors sont infiniment plus rapides que les relais ou les interrupteurs manuels. Nous apprendrons par la suite à retarder cette commutation rapide à l'aide d'autres composants.



### Ordre des branchements

21-23-41, 25-47, 40-82, 119-42-137, 46-84, 124-48-81, 83-138, 121-122.

### REMARQUES



## MONTAGE 24. AFFICHAGE DE BASE À DEL

Nous abordons ici l'affichage numérique à DEL à sept segments, à cathode commune. La cathode est commune parce que les sept segments de l'affichage à DEL utilisent un seul point de contact (la borne 25) comme électrode négative commune.

L'affichage à DEL doit être branché selon la polarité correcte pour que le courant puisse y passer. Le côté positif est dit anode. Le côté négatif correspond à la cathode. L'affichage à sept segments se composant de sept DEL, sans compter le point décimal, il devrait y avoir 14 points de connexion, soit 7 anodes et 7 cathodes.

On peut cependant rendre les anodes ou les cathodes communes, ramenant ainsi le nombre de bornes à huit. On utilise ainsi une borne d'anode pour chacun des sept segments et une seule borne comme cathode commune (on peut aussi avoir sept bornes de cathode et une anode commune).

L'affichage à DEL de ce kit a une cathode commune. On relie la borne de cathode commune (borne 25) des segments au côté négatif de la pile. Le cas échéant, on relie les bornes d'anode au côté positif de la pile.

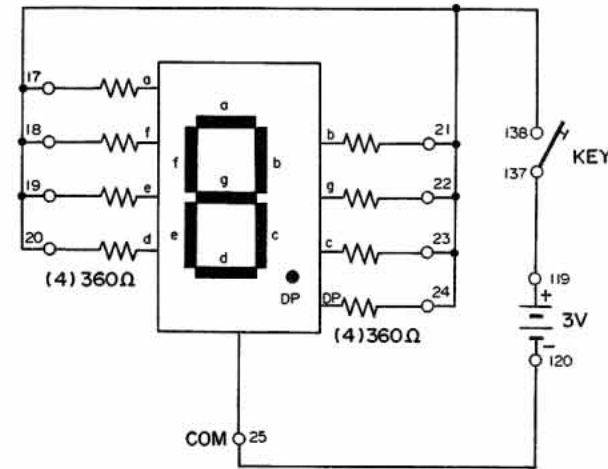
Les segments à DEL sont très petits. Pour former un trait lumineux, on doit aligner plusieurs segments de façon qu'ils forment une ligne continue. Certains affichages sont dotés d'un verre dépoli pour dissimuler les segments individuels. Pouvez-vous distinguer les segments de l'affichage de ce kit?

Une DEL fonctionne très rapidement. Elle peut s'allumer et s'éteindre des centaines de fois par seconde, à un point tel que vous ne la voyez pas clignoter. Au contraire d'une lampe à incandescence, la DEL ne chauffe pas et ne dégage pratiquement aucune chaleur.

L'expérience suivante vous montrera la rapidité de fonctionnement d'une DEL.

1. Préparez le circuit, mais ne fermez pas le manipulateur.
2. Diminuez l'éclairage ambiant de façon que vous puissiez voir facilement l'émission lumineuse d'une DEL.
3. Fermez le manipulateur pendant une fraction de seconde.

Vous pouvez voir que l'affichage s'allume et s'éteint rapidement. Le kit étant bien stable, jetez un rapide coup d'oeil à l'affichage à DEL pendant que vous pressez brièvement le manipulateur. L'affichage doit s'allumer et s'éteindre brusquement. En fait, la persistance de l'oeil humain est nettement supérieure à la durée de marche de la DEL. Cette expérience permet de s'en rendre compte sans instruments spéciaux.



### Ordre des branchements

17-18-19-20-21-22-23-24-138, 25-120, 119-137.

### REMARQUE



## MONTAGE 23. AFFICHAGE NUMÉRIQUE À DEL À SEPT SEGMENTS

Dans cette section, nous abordons des montages de base avec l'affichage à DEL pour mieux comprendre le fonctionnement de ce composant. Nous utilisons l'affichage à DEL dans les quatre montages qui suivent.

L'affichage à DEL permet d'observer les effets des signaux électriques. Cet affichage est semblable à une diode normale, mais il produit de l'énergie lumineuse quand un courant le traverse. A titre d'exemple d'affichage à DEL, citons le voyant de marche d'un poste de radio ou d'un magnétoscope.

Des affichages similaires à DEL à sept segments peuvent produire les chiffres 0 à 9 pour indiquer la sortie d'un ordinateur ou d'une calculatrice. Sept correspond au nombre minimal de segments (traits individuels pouvant être allumés séparément) nécessaires pour afficher les dix chiffres. Deux conditions sont nécessaires au bon fonctionnement d'un affichage à DEL:

1. Polarité correcte (connexions + et - de la DEL)
2. Courant d'intensité suffisante

Une inversion de polarité peut griller la DEL, sauf si la tension est inférieure à 4 volts ou si le courant est limité à une valeur de sécurité. La DEL ne s'allume pas en cas d'inversion de la polarité.

Pour maintenir le courant au niveau correct, on branche des résistances en série (installées en permanence dans le kit) avec la DEL. Ces résistances donnent une tension relativement constante (environ 1.7 volt) à la DEL, par la borne 25. Une tension supérieure à cette valeur est nécessaire pour que le courant passe dans l'affichage à DEL. Les résistances en série déterminent la valeur du courant qui va des piles aux diodes.

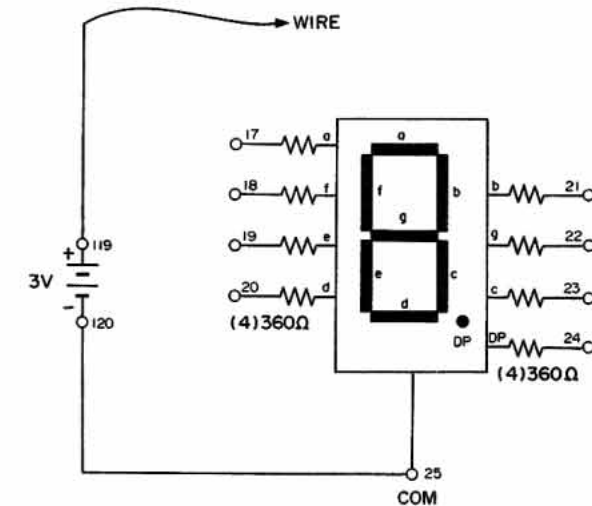
Faites les branchements indiqués pour relier l'alimentation de 3 V aux segments de DEL et au point décimal. Quels chiffres et lettres pouvez-vous afficher?

Avec la basse tension de 3 V, vous pouvez inverser la polarité du circuit en intervertissant les branchements à la pile. (Remplacez 25-120 et 119-CONDUCTEUR LONG par 25-119 et 120-CONDUCTEUR LONG.) Notez vos résultats ci-dessous. Rebranchez ensuite la pile selon la polarité correcte. Avec votre multimètre, mesurez les tensions de DEL entre la borne 25 et chaque borne individuelle (17 à 24). Passez momentanément à l'alimentation de 9 V en changeant les branchements de pile pour avoir 25-124, 121-122 et 119-CONDUCTEUR LONG. Prenez ensuite les mêmes mesures. Avec cette

tension triplée fournie par la pile, de quelle valeur les tensions de DEL augmentent-elles? (0.25 V correspond à une augmentation typique.)

Essayez maintenant de mesurer la tension aux bornes de chaque résistance reliée à un segment de DEL. Les résistances ont toutes 360 ohms. Le courant de DEL en milliampères (millièmes d'ampère) se calcule en divisant les tensions par 360 ohms. Les courants des segments de DEL sont d'environ \_\_\_\_\_ milliampères (mA) avec l'alimentation de 3 V. (Valeur typique: 3 mA.) Avec l'alimentation de 9 V, on obtient \_\_\_\_\_ milliampères.

Établissez ci-dessous un tableau des branchements requis pour obtenir les chiffres 0 à 9 sur l'affichage.



### Ordre des branchements

25-120, 119-WIRE, or 25-120, 119-(17, 18, 19, 20, 21, 22, or 23)

### NOTES



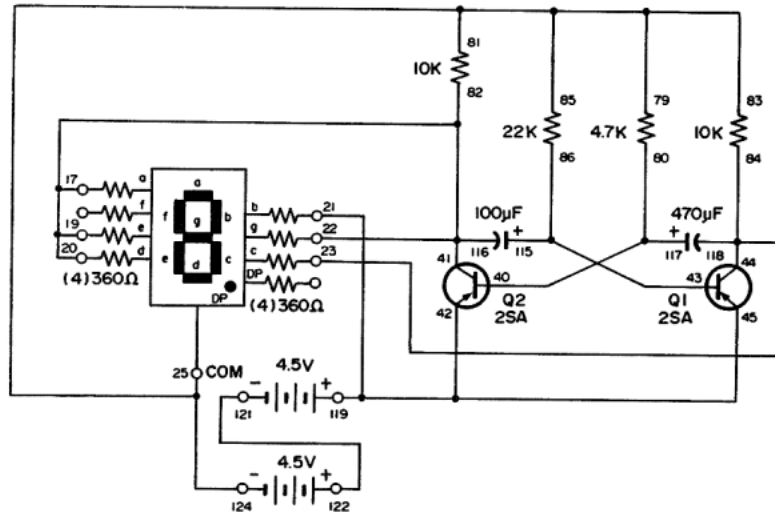


### **III. Circuit à affichage à DEL**

## MONTAGE 22. COMMUTATEUR PAR MULTIVIBRATEUR D'UN AFFICHAGE À DEL AVEC DIODES

Vous avez mérité un peu de repos. Voici un autre circuit amusant qui fait clignoter les chiffres 1 et 2 sur l'affichage. Il vous rappellera peut-être certaines enseignes au néon avec leurs messages publicitaires clignotants qui attirent le regard.

Un circuit dit "bascule" commande l'affichage à DEL de ce montage. Nous verrons les bascules plus en détail dans d'autres montages. Pour le moment, essayez des valeurs différentes des condensateurs pour noter leurs effets sur la vitesse de clignotement. Essayez de changer les branchements de la DEL pour afficher des chiffres autres que 1 et 2. Vous pouvez essayer des résistances plus élevées à la place des valeurs de 22 et 4.7 kilohms. N'utilisez pas de valeurs plus faibles, car vous risquez d'endommager les transistors.



### Ordre des branchements

17-19-20-22-41-116-82, 21-42-45-119, 23-44-118-84, 79-81-83-85-25-124, 80-117-40, 86-115-43, 121-122.

### REMARQUES



## MONTAGE 21. AMPLIFICATEUR DE CORRECTION AUDITIVE

Ce circuit se compose d'un puissant amplificateur à deux transistors. Dans un amplificateur, un signal faible contrôle ou produit un signal plus intense. Ce circuit est analogue à celui d'un modèle ancien d'amplificateur de correction auditive à transistors. Le haut-parleur sert de microphone dynamique.

À l'aide de votre multimètre, vous pouvez mesurer les tensions du circuit de cet amplificateur pour mieux comprendre le fonctionnement des transistors. Les tensions mesurées permettent de déterminer les valeurs du courant et de comprendre le fonctionnement du circuit.

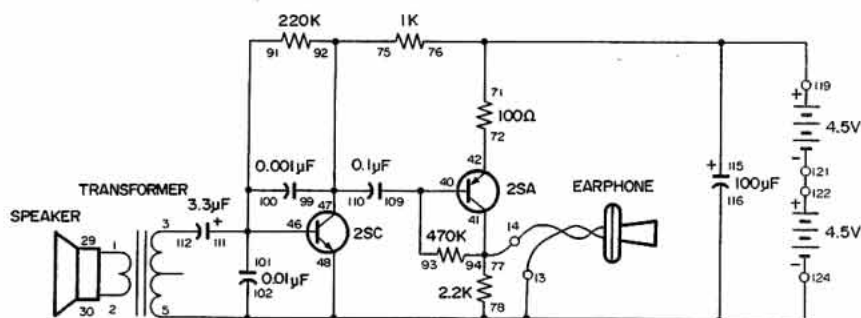
Le haut-parleur du kit peut transformer une pression acoustique en tension faible. Le transformateur élève cette tension qui est ensuite appliquée au transistor NPN par l'intermédiaire du condensateur de 3.3 uF.

La tension amplifiée à la sortie du transistor NPN est couplée au transistor PNP par le condensateur de 0.1 uF. La tension est encore amplifiée dans le transistor NPN avant d'être injectée à l'écouteur, par l'intermédiaire du condensateur de 100 uF.

Parlons maintenant un peu du transformateur. Celui du kit se compose de centaines de spires de fil de cuivre. Ces spires forment une bobine. Un transformateur comprend deux bobines séparées par une plaque.

Quand l'électricité passe dans une bobine, elle crée un champ magnétique. L'inverse est également vrai; si une bobine est soumise à une variation de l'intensité de son champ magnétique, il y passe un courant électrique. Quand l'électricité passe donc dans la première bobine (dite primaire) d'un transformateur, le champ magnétique qu'elle crée induit un courant électrique dans la deuxième bobine (ou secondaire). Les deux bobines n'ont pas le même nombre de spires; de ce fait, la tension électrique dans chacune est également différente.

La création d'une charge électrique au moyen d'un champ magnétique correspond au phénomène d'induction. Revenez au montage 15. Vous vous rappelez peut-être la tension élevée induite au secondaire quand on applique 9 V au primaire du transformateur.



### Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-112, 5-124-48-116-102-78-13-EARPHONE, 93-109-40, 41-94-77-14-EARPHONE, 42-72, 91-100-101-111-46, 75-92-99-110-47, 71-76-115-119, 121-122.

### REMARQUES



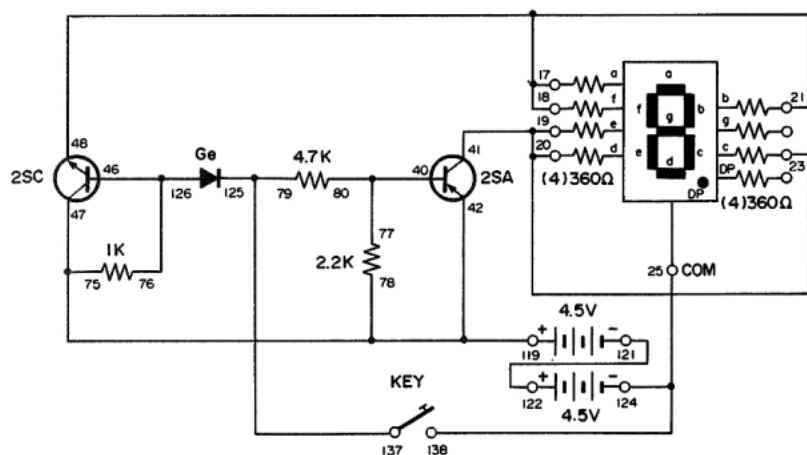
## MONTAGE 20. FONCTIONNEMENT D'UN CIRCUIT À TRANSISTOR

Un transistor possède trois points de connexion. L'un d'eux (la base) sert à commander le courant entre les deux autres points de connexion. Voici une règle importante à ne pas oublier : un transistor conduit quand on applique une certaine tension à sa base. Une tension positive fait conduire un transistor NPN. Une tension négative fait conduire un transistor PNP.

Dans ce montage, la partie supérieure ou inférieure de l'affichage à DEL s'allume, selon le transistor qui conduit. Nous montrons ainsi qu'une tension positive fait conduire un transistor NPN et une tension négative, un transistor PNP.

Quand les branchements sont faits, le transistor NPN conduit parce qu'on applique une tension positive à sa base, par la résistance de 1 kilohm. La partie supérieure de la DEL s'allume. En même temps, le transistor PNP est bloqué, car aucun courant n'arrive à sa base. (Le courant va de l'émetteur du transistor PNP à la base du transistor NPN, mais il n'arrive pas à la base du transistor PNP à cause de la diode.)

Quand vous pressez le manipulateur, le transistor NPN est bloqué à cause de la tension négative appliquée à sa base par l'intermédiaire de la diode. En même temps, le transistor PNP conduit parce que le courant passe maintenant dans la résistance de 4.7 kilohms. La partie inférieure de la DEL s'allume.



### Ordre des branchements

18-17-21-48, 19-20-23-41, 25-124-138, 40-80-77, 75-78-47-42-119, 76-46-126, 79-137-125, 121-122.

### REMARQUES



## MONTAGE 19. COMMUTATEUR A TRANSISTOR

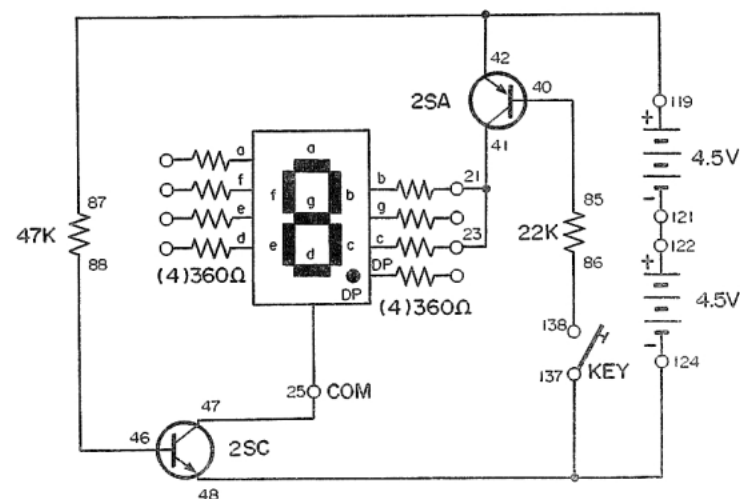
Ce montage permet de comprendre la commutation des transistors pour allumer la DEL. Vous utilisez ici un transistor NPN et l'un des deux transistors PNP du kit. Les sigles NPN et PNP se rapportent à la disposition des matériaux semi-conducteurs qui constituent les transistors.

La résistance de 47 kilohms fournit la tension de base pour que le transistor NPN du bas du schéma conduise. Le transistor PNP du haut du schéma conduit quand on ferme l'interrupteur et que l'on met la résistance de 22 kilohms en circuit.

La valeur de la résistance de 22 kilohms étant environ de la moitié de celle de 47 kilohms, le courant qui arrive à la base du transistor PNP est environ deux fois plus élevé qu'au transistor NPN. Le transistor PNP conduit donc davantage que le transistor NPN.

Branchez le circuit et pressez le manipulateur. "1" est affiché. Pour augmenter le courant de base du transistor NPN, diminuez la valeur de la résistance de 47 kilohms reliée à la base (borne 46). Dans ce but, débranchez les bornes 87 et 88 et faites les branchements à une autre résistance. Par exemple, remplacez les branchements 87-42 et 46-88 par 83-42 et 84-46 pour passer à la résistance de 10 kilohms. Chaque fois que vous utilisez une résistance plus faible, un courant plus élevé arrive à la base du transistor; la DEL devient plus lumineuse quand on appuie sur le manipulateur. N'utilisez pas de résistance inférieure à 1 kilohm, car vous risquez de griller le transistor.

Mettez maintenant deux résistances de 10 kilohms en circuit et pressez le manipulateur. (Utilisez les bornes 81 et 82 puis 83 et 84.) La luminosité ne doit guère changer, car les deux transistors conduisent. En cas de changement, vérifiez les piles, car elles sont peut-être faibles.



### Ordre des branchements

21-23-41, 25-47, 40-85, 87-42-119, 46-88, 124-48-137, 86-138, 121-122.

### REMARQUES



## MONTAGE 18. GRADATEUR DE LUMINOSITÉ

Dans ce montage, on utilise la charge et la décharge d'un condensateur pour réduire la luminosité de la DEL. Quand le montage est prêt, mettez l'interrupteur à la position A. Les segments de la DEL s'allument lentement et affichent un DEL. En quelques secondes, la DEL atteint sa luminosité maximale et reste allumée. Mettez maintenant l'interrupteur à la position B. Le DEL disparaît graduellement.

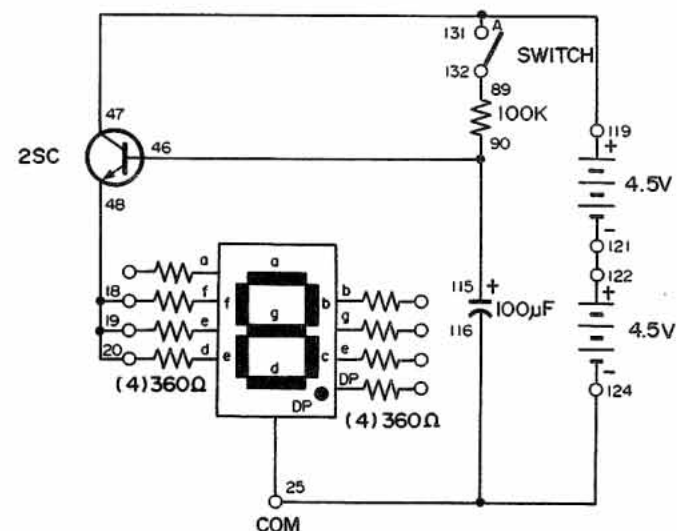
Jetez un coup d'oeil au schéma. L'interrupteur est à la position de marche, le courant des piles charge le condensateur de 100 uF. Quand celui-ci approche de sa charge maximale, un courant de plus en plus élevé arrive à la base du transistor qui se met progressivement à conduire, et donc à allumer la DEL. Quand le condensateur est complètement chargé, le courant continue à arriver à la base du transistor; la DEL reste allumée.

Quand on met l'interrupteur à la position d'arrêt, on coupe la pile du circuit. Le condensateur commence à se décharger dans le transistor et la DEL. Le DEL disparaît progressivement, jusqu'à la décharge complète du condensateur de 100uF.

Pour avoir un gradateur plus progressif, changez le condensateur de 100 uF pour celui de 470 uF. Remplacez simplement les branchements 25-116-124 par 25-118-124 et les branchements 46-115-90 par 46-117-90. Faites preuve de patience : la DEL finit quand même par s'allumer.

Revenez maintenant au montage 8 et voyez si vous pouvez comprendre pourquoi le son de la sirène varie quand vous pressez et relâchez le manipulateur.

**Suggestion:** Quand vous fermez le manipulateur, le condensateur de 10 uF commence à se charger.



### Ordre des branchements

18-19-20-48, 25-116-124, 46-115-90, 119-47-131, 89-132, 121-122.

### REMARQUES



## MONTAGE 17. RÉSISTANCES EN SÉRIE ET EN PARALLÈLE

Dans ce montage, on peut “voir” les résultats du branchement de résistances en série et en parallèle. Quand les branchements sont terminés, la DEL 1 du panneau clignote.

Mettez l'interrupteur à l'autre position. Qu'arrive-t-il à la DEL selon que l'interrupteur est à la position A ou B? Rien ne change! Le schéma montre que les deux résistances de 10 kilohms sont reliées en série au côté A de l'interrupteur; une résistance de 22 kilohms est branchée au côté B. La valeur totale des résistances branchées en série au côté A est égale à la somme des résistances de 10 kilohms, soit 20 kilohms. Cette valeur est pratiquement équivalente à la résistance de 22 kilohms du côté B. Pour cette raison, il n'y a aucun changement à la DEL, même quand on actionne l'interrupteur.

Pressez le manipulateur. La DEL devient plus lumineuse. Le schéma vous indique que la résistance 1—R1 (470 ohms) est branchée en série avec la DEL. Cette résistance commande le passage du courant dans la DEL. Quand vous appuyez sur le manipulateur, R1 et la résistance 2—R2 (100 ohms) sont branchées en parallèle; la résistance totale diminue. La DEL devient plus lumineuse parce que le courant qui la traverse augmente quand la résistance diminue.

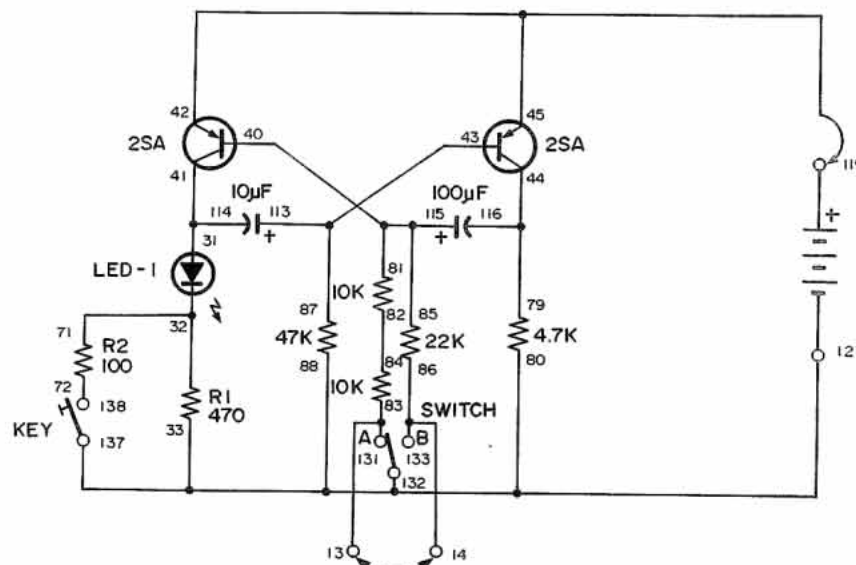
Le calcul de la valeur totale de résistances en parallèle est plus difficile que pour les résistances en série. On doit multiplier les valeurs des résistances et diviser le résultat par la somme de ces valeurs. Dans le cas présent, la résistance totale est

$$\frac{470 \times 100}{(470 + 100)} = 82 \text{ ohms}$$

Reliez maintenant les bornes 13 et 14. Comme le montre le schéma, vous reliez ainsi la résistance de 22 kilohms en parallèle avec les deux résistances de 10 kilohms. Y a-t-il du nouveau à la DEL? Elle clignote à intervalles plus brefs parce que la résistance reliée à l'interrupteur diminue. Essayez de calculer la nouvelle résistance. Elle est d'environ 10,5 kilohms.

Ce circuit est un multivibrateur ou oscillateur dans lequel les composants se renvoient le courant des uns aux autres. Le schéma indique que les condensateurs de 10 et de 100 uF se déchargent dans les transistors. Ce multivibrateur commande les oscillations qui font clignoter la DEL à certains intervalles.

Vous pouvez maintenant voir que les résistances et les condensateurs ont des effets contraires selon qu'on les branche en série ou en parallèle. Faites très attention, car il est très facile de confondre les uns et les autres quand on veut déterminer si leur valeur augmente ou diminue.



### Ordre des branchements

31-41-114, 79-116-44, 40-115-85-81, 43-113-87, 32-71, 72-138, 82-84, 13-83-131, 14-86-133, 33-80-88-137-132-121, 45-42-119

### REMARQUES



## MONTAGE 16. CONDENSATEURS EN SÉRIE ET EN PARALLÈLE

Les condensateurs sont parmi les pièces les plus pratiques de ce kit. Ils peuvent emmagasiner l'électricité, stabiliser les impulsions en un courant stable ou laisser passer un certain courant et en arrêter un autre. Ce montage permet d'entendre les effets de condensateur branchés en série et en parallèle.

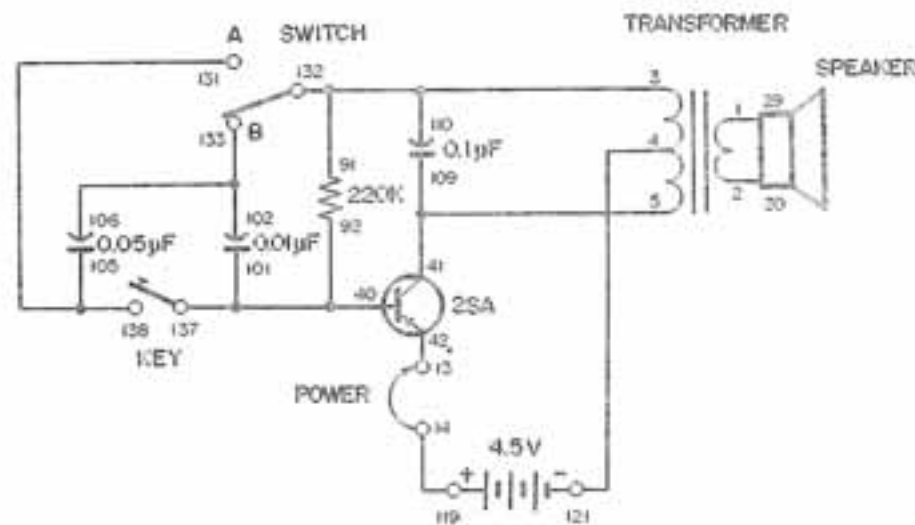
Quand les branchements sont faits, mettez l'interrupteur à la position B. Reliez ensuite les bornes 13 et 14. Le haut-parleur doit émettre un son. L'électricité traverse le condensateur de 0.01 uF. (Consultez le schéma en même temps que nous donnons ces explications.) Pressez maintenant le manipulateur.

Que se passe-t-il? Le haut-parleur produit un son grave parce que le condensateur de 0.05 uF a été branché en parallèle avec le premier. Le courant passe maintenant dans les deux condensateurs en même temps, par deux voies séparées. Qu'arrive-t-il à la capacité totale quand on branche deux condensateurs en parallèle?

Vous vous êtes peut-être trompé. Quand on branche deux condensateurs en parallèle, la capacité totale augmente. C'est cette capacité élevée qui fait baisser la hauteur de la tonalité.

Relâchez maintenant le manipulateur et faites passer l'interrupteur de B à A. N'appuyez pas sur le manipulateur quand l'interrupteur est à la position A, car vous pouvez endommager le transistor. Qu'entendez-vous?

Le haut-parleur produit un son aigu, car les condensateurs de 0.05 et de 0.01 uF sont maintenant branchés en série; le courant passe directement de l'un à l'autre. La capacité totale du circuit est maintenant plus basse que celle du plus petit condensateur constituant le branchement en série. Cette capacité plus basse se traduit par un son plus aigu.



### Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-91-110-132, 4-121, 5-41-109, 13-42, 14-119, 40-92-101-137, 102-106-133, 105-131-138, 13-14 (POWER).

### REMARQUES





## MONTAGE 15. GÉNÉRATEUR DE HAUTE TENSION À DÉCHARGE DE CONDENSATEUR

Dans ce montage, nous montrons la création d'impulsions simples d'énergie électrique de haute tension quand un condensateur se décharge brusquement dans un transformateur. (On utilise ce genre de combinaison dans les systèmes d'allumage automobile à décharge de condensateur.)

Ce circuit est simple, mais les concepts qu'il aborde sont importants pour la compréhension des circuits plus complexes. Si vous disposez d'un multimètre, vous pouvez mesurer scientifiquement l'énergie se déchargeant dans le transformateur.

Le condensateur de 470 uF emmagasine l'énergie quand les piles envoient des millions d'électrons sur son électrode négative. En même temps, les piles enlèvent le même nombre d'électrons de l'électrode positive du condensateur; cette électrode est donc déficiente en électrons. Le courant devant passer dans la résistance de 4.7 K, il faut au moins 12 secondes pour que le condensateur atteigne la charge de 9 V assurée par les piles.

La tension à ses bornes (tension fournie par une pile ou une autre source d'alimentation) peut indiquer la charge d'un condensateur. On peut l'indiquer plus précisément avec la quantité d'électrons déplacés sur une des électrodes du condensateur.

La quantité des électrons sur l'électrode d'un condensateur se mesure en coulombs. Un coulomb correspond à 6,280,000,000,000,000 électrons ( $6.28 \times 10^{18}$ , en notation scientifique).

Pour déterminer la charge (Q) de l'une ou l'autre des électrodes du condensateur, multipliez la capacité (C) par la tension (E) aux bornes du condensateur ( $Q = C \times E$ ). Pour le condensateur de 470 uF ( $470 \times 1/1,000,000$  F) sous 9 V, on obtient :

$$Q = C \times E = 470 \times 10^{-6} \times 9 = 4.23 \times 10^{-3} \text{ coulombs}$$

ou:

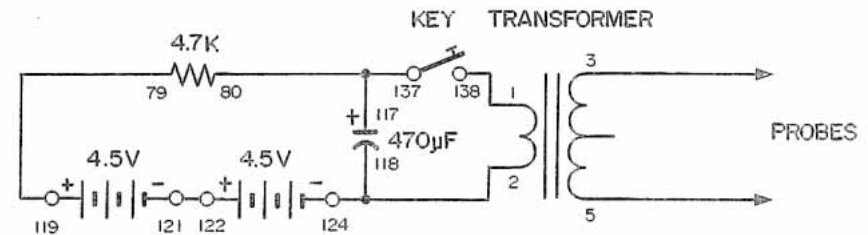
$$470 \times 0.000001 \times 9 = 0.00423 \text{ coulomb}$$

(265,564,400,000,000 électrons)

Quand vous appuyez sur le manipulateur, le nombre d'électrons ci-dessus passe dans l'enroulement du transformateur pendant un temps très bref et induit une haute tension dans l'enroulement secondaire.

Si vous disposez d'un multimètre, branchez-le aux bornes 3 et 5 du transformateur. Vous devez obtenir une tension d'au moins 90 V. Le condensateur

maintient la tension indiquée puis se décharge quand on met le transformateur en circuit.



### Ordre des branchements

1-138, 2-118-124, 3-PROBES, 5-PROBES, 79-119, 80-117-137, 121-122.

### REMARQUES



## DU CHANGEMENT

Jusqu'à présent, vous avez pu réaliser les montages en vous aidant d'illustrations, en plus des ordres de branchement. Dorénavant, les autres montages de ce manuel s'accompagnent d'un schéma qui remplace l'illustration.

On peut assimiler un schéma à une carte routière pour circuits électroniques. Il indique le mode de branchement des différentes pièces et permet de suivre le passage du courant dans le circuit. Les ingénieurs et techniciens hautement qualifiés en électronique peuvent élaborer des circuits entiers en se guidant simplement sur des schémas.

Nous ne vous demanderons pas de monter des circuits à partir de leur seul schéma. (Êtes-vous soulagé?) Pour vous aider, nous indiquons sur le schéma le numéro de la borne où l'on doit faire chaque branchement. Un trait entre les numéros 32 et 64 du schéma indique que l'on doit relier un conducteur entre ces deux bornes du kit. Un symbole schématique représente chaque pièce du kit. Au début de ce manuel, nous donnons une illustration de chaque pièce, avec son symbole schématique et une brève description.

Vous pouvez remarquer que certains traits des schémas se croisent et qu'il y a parfois un point à leur intersection. Les deux conducteurs, représentés par ces traits, sont alors joints à ce point. (Nous donnons généralement un numéro de borne à côté du point.) S'il n'y a pas de point à l'intersection de deux traits, les conducteurs correspondants ne sont pas reliés. (Il n'y a alors pas de numéro de borne près de l'intersection.)

Les traits sont joints 

Au premier abord, un schéma peut paraître impénétrable, mais il est en fait simple quand on y est habitué. Ne vous découragez pas si vous ne comprenez pas bien pour le moment. Vous serez bientôt en mesure de monter des circuits en jetant un coup d'oeil à leurs schémas.

En électronique, il est crucial de savoir lire les schémas. De nombreux magazines et ouvrages électroniques présentent des circuits intéressants uniquement sous forme schématique. Un schéma permet aussi de décrire ou de montrer un circuit plus brièvement et plus précisément qu'une description écrite.

## **II. Semi-conducteur de base et circuits composants**

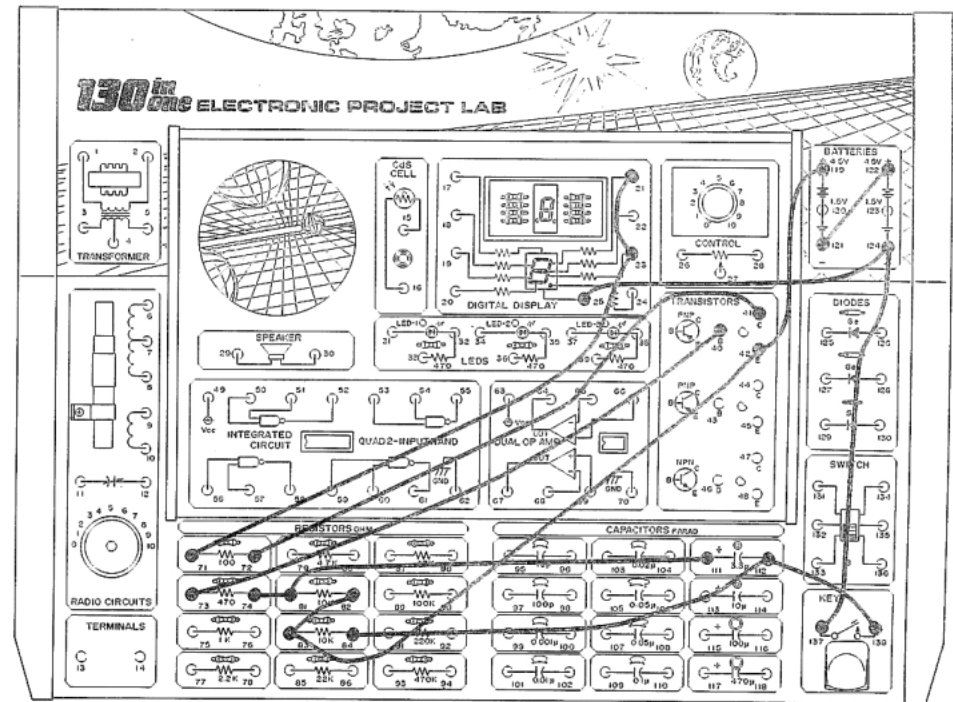
## MONTAGE 14. COMMUTATION RAPIDE DE L’AFFICHAGE À DEL (TEST DE PERSISTANCE DES IMAGES)

Ce montage se compose d’un circuit de commande qui produit des impulsions brèves. Quand vous appuyez sur le manipulateur, l’affichage à DEL indique “1” pendant un instant puis s’éteint, même si vous continuez à presser le manipulateur.

Ce circuit peut servir de jeu. Indiquez un chiffre ou une lettre sur l’affichage et demandez aux joueurs de le lire. Vous pouvez afficher différents chiffres ou lettres à l’aide de la LED en changeant les branchements de cette dernière. Reliez à la borne 71 les bornes correspondant aux lettres ou chiffres désirés (à la place des bornes 21 et 23). Par exemple, les branchements du chiffre 3 sont: 17-21-22-23-20-71.

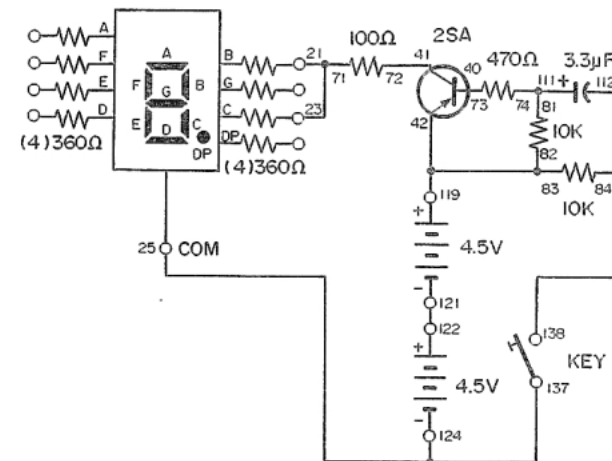
Vous pouvez essayer différentes valeurs de condensateurs pour voir leurs effets. N’utilisez cependant pas de condensateurs au-dessus de 10  $\mu\text{F}$  afin d’éviter un courant excessif qui risque d’endommager le transistor.

### REMARQUES



### Ordre des branchements

21-23-71, 25-124-137, 40-73, 41-72, 82-83-42-119, 74-81-111, 84-112-138, 121-122.

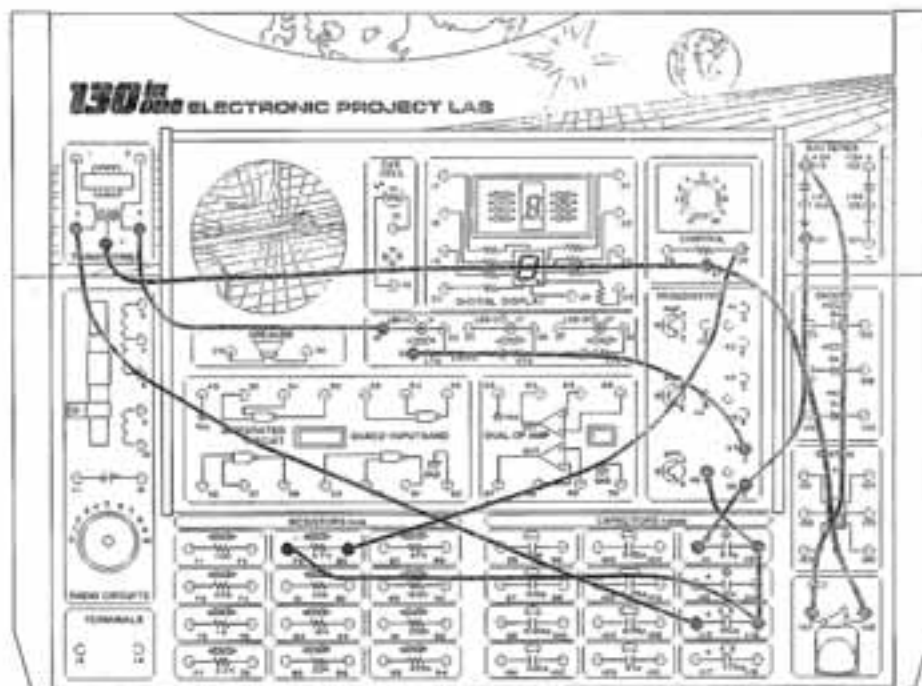


## MONTAGE 13. STROBOSCOPE

Ce circuit oscillateur comprend ni haut-parleur ni écouteur; on ne peut pas entendre sa sortie qui est ici reliée à une DEL. Ce montage donne une idée du fonctionnement d'un stroboscope. Pressez le manipulateur et observez la DEL 1. Celle-ci s'allume et s'éteint suivant certains intervalles. Vous pouvez régler le régime de clignotement à l'aide de la commande de 50 K.

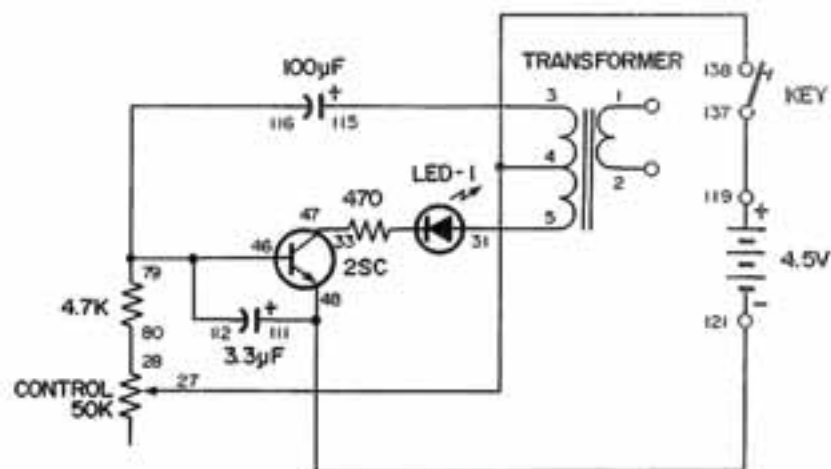
Ce montage permet de "voir" le fonctionnement d'un oscillateur. Essayez de remplacer le condensateur de 100 uF par un autre de valeur plus faible. Essayez de prévoir ce qui va se passer. Avez-vous vu juste?

### REMARQUES



### Ordre des branchements

3-115, 4-27-138, 5-31, 28-80, 33-47, 79-116-112-46, 111-48-121, 119-137.



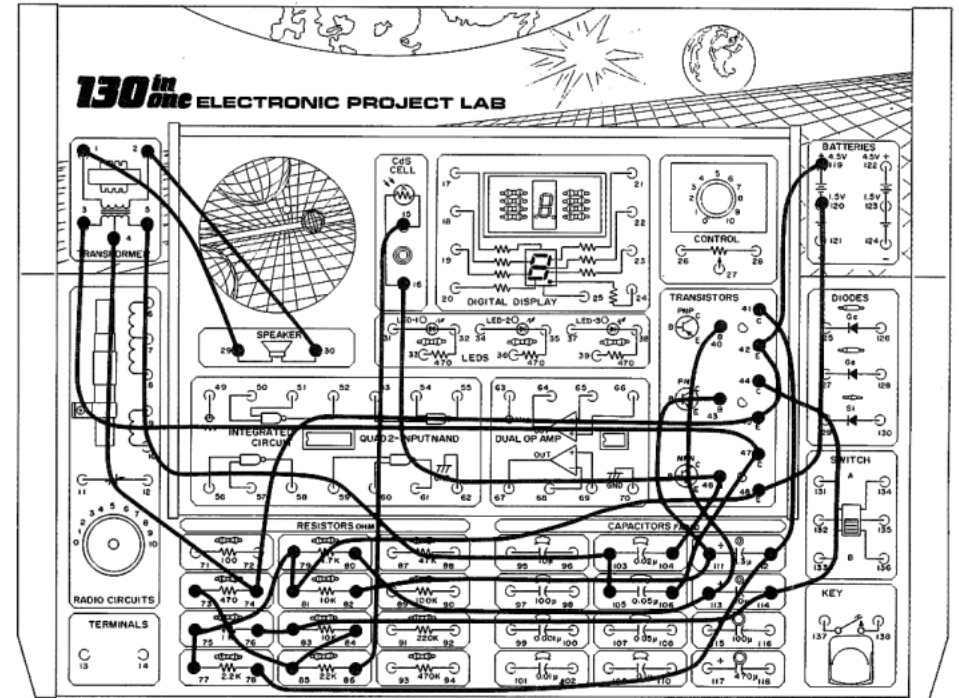
## MONTAGE 12. EFFETS SONORES DE FILM D'ÉPOUVANTE

Ce circuit produit un son qui rappelle la musique angoissante des films d'épouvante. Quand le montage est prêt, changez l'intensité de la lumière qui arrive sur la photopile à l'aide de l'écran spécial ou d'une main. La tonalité musicale change de hauteur.

La hauteur d'un son dépend de la fréquence de l'onde sonore, c'est-à-dire du nombre de cycles d'énergie électromagnétique par seconde. La résistance de la photopile CdS dépend de l'intensité lumineuse. Si la résistance de la photopile est plus élevée, la fréquence des ondes musicales diminue. La "musique" de base vient du circuit oscillateur.

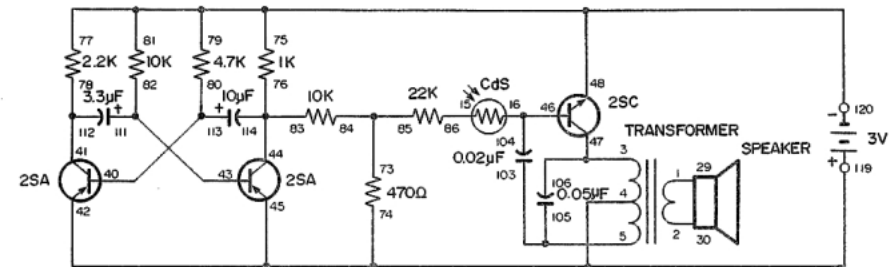
Il y a modulation de fréquence (ou FM pour Frequency Modulation en anglais) quand un circuit commande la fréquence d'un oscillateur. Un signal de radio FM est analogue au son de ce circuit, mais sa fréquence est beaucoup plus élevée.

### REMARQUES



### Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-47-106, 4-74-45-42-119, 5-103-105, 15-86, 16-46-104, 40-113-80, 41-112-78, 43-111-82, 44-114-83-76, 120-48-81-79-75-77, 73-85-84.



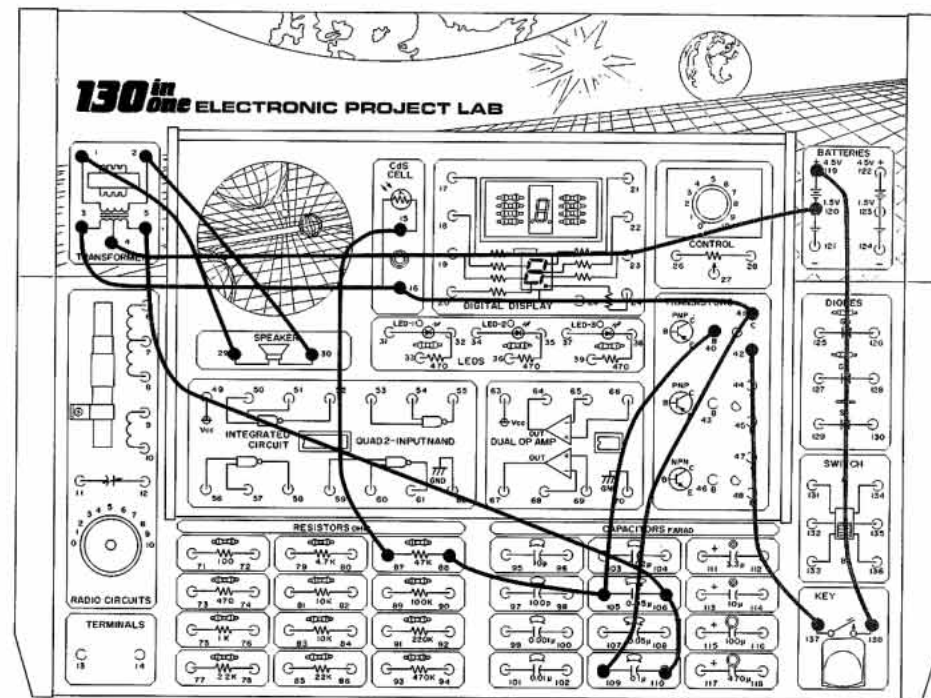
## MONTAGE 11. HARPE ÉLECTRONIQUE À COMMANDE LUMINEUSE

Dans ce montage, vous pouvez reproduire des airs de musique en promenant la main au-dessus du kit, sans y toucher! Un tour de magie incroyable? Les tonalités changent en fonction de l'intensité lumineuse qui atteint la photopile CdS. Sous un éclairage intense, la tonalité est élevée. Quand vous arrêtez la lumière de la main, la tonalité baisse.

On connaît cette méthode de création de tonalités musicales depuis les débuts des circuits à tubes à vide. Le premier instrument de ce genre a été inventé par Léon Thérémin. En l'honneur de son inventeur, cet instrument est devenu le thérémin.

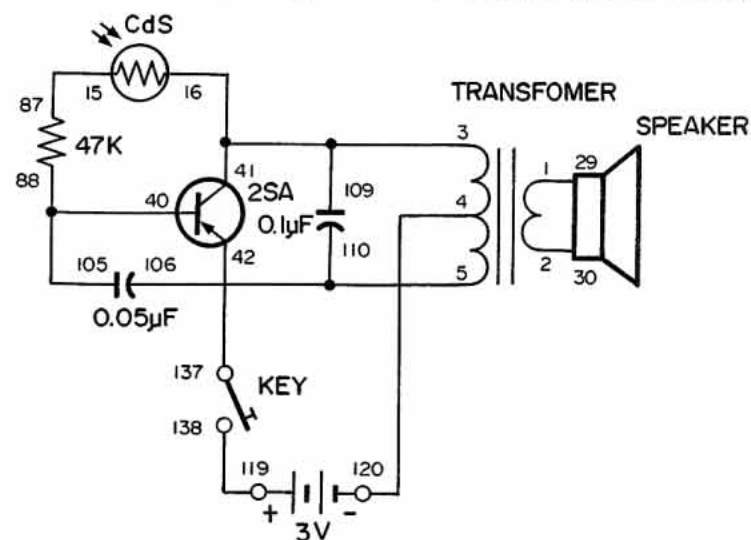
Quand les branchements sont terminés, pressez le manipulateur et promenez la main au-dessus de la photopile CdS. Avec un peu de pratique, vous pourrez reproduire des airs avec cet instrument de musique électronique magique. Utilisez aussi l'écran de la photopile pour mieux contrôler l'intensité lumineuse. Amusez-vous bien!

### REMARQUES



### Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-16-41-109, 4-120, 5-106-110, 15-87, 40-105-88, 42-137, 119-138.



# MONTAGE 10. HORLOGE ÉLECTRONIQUE

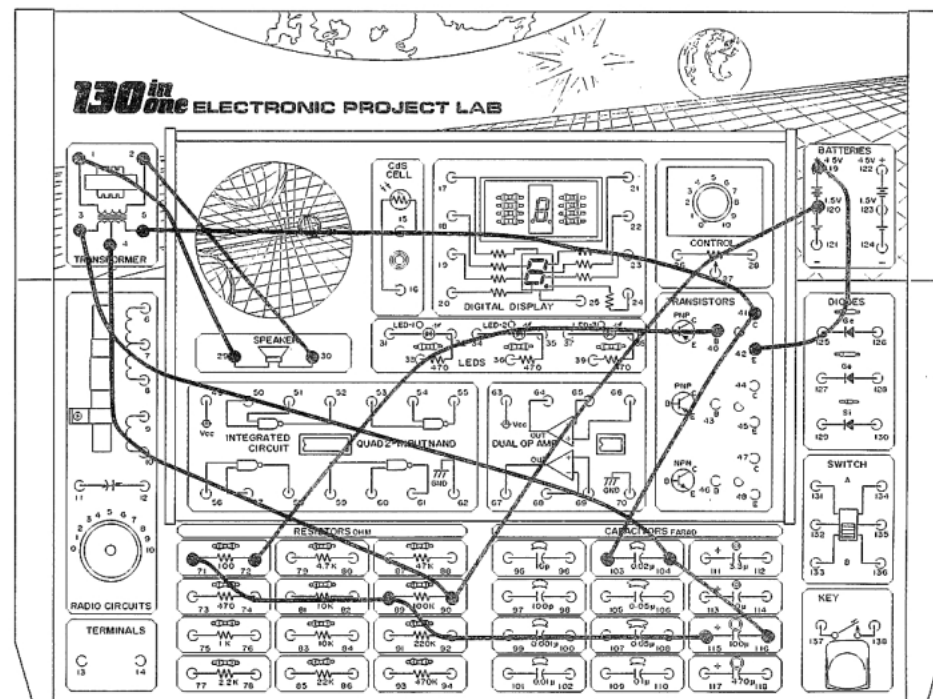
Avec ce montage, vous êtes certain d'attirer l'attention de vos grands-parents. Quand vous mettrez ce montage en marche, ils croiront entendre le tintement d'une horloge ancienne.

Le circuit produit des déclics à intervalles d'environ une seconde. Ces déclics vous rappelleront le son d'une horloge ancienne. Vous pouvez changer la résistance de 100 K pour accélérer ou ralentir le régime des impulsions.

Le tintement monotone et régulier peut mettre les animaux (et les êtres humains aussi) dans un état de détente. Si vous avez déjà pris le train, vous connaissez le pouvoir assoupissant du bruit des roues sur les rails. Un hypnotiseur met ce phénomène en application pour contrôler l'esprit de ses patients.

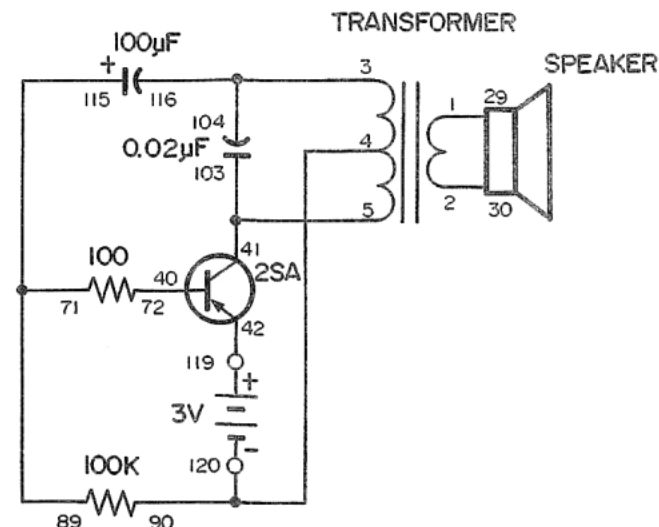
Comment pouvez-vous donc arrêter cette "horloge"? Eh bien, parlez fort devant le haut-parleur. Que s'est-il passé? Vous arrivez à arrêter momentanément l'horloge! Le haut-parleur sert de microphone. Le son de la voix vibre dans le haut-parleur et perturbe momentanément l'équilibre électrique du circuit.

## REMARQUES



### Ordre des montages

1-29, 2-30, 3-104-116, 4-90-120, 5-41-103, 40-72, 42-119, 71-89-115.





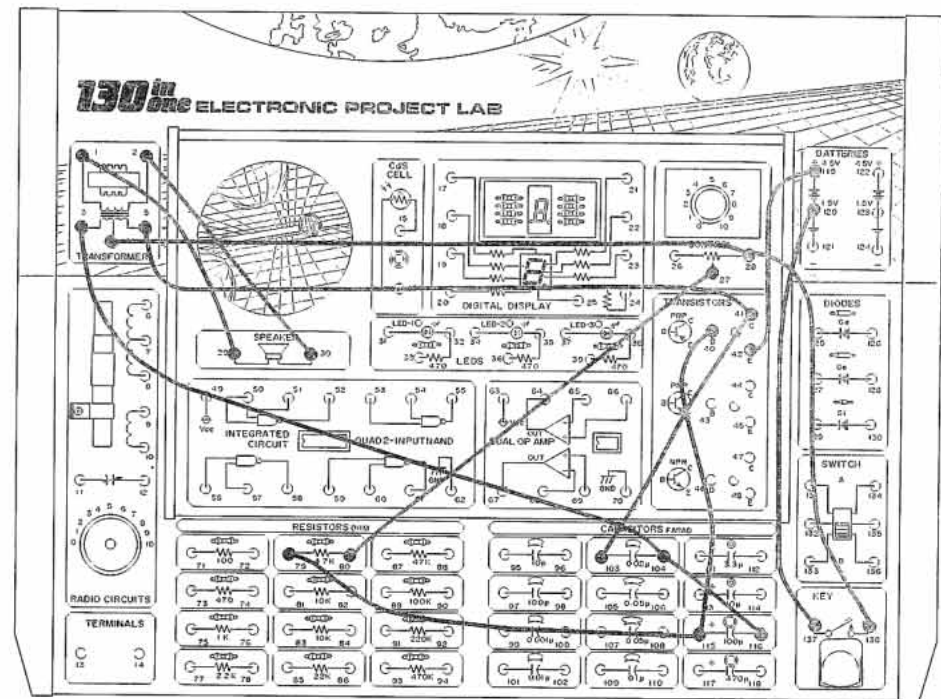
## MONTAGE 9. MÉTRONOME ÉLECTRONIQUE

Vous apprécierez probablement ce montage si vous apprenez à jouer d'un instrument de musique. Ce montage est la version électronique du métronome que l'on utilise partout en musique.

Pressez le manipulateur. Le haut-parleur émet un son à intervalles fixes. Faites maintenant tourner le bouton de commande vers la droite. Le son "accélère" à mesure que les intervalles se raccourcissent.

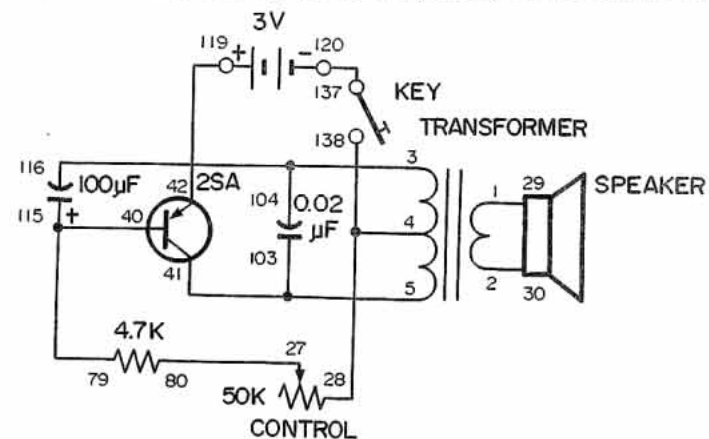
Remplacez la résistance de 4,7 K par une autre. Cette résistance est en série avec la commande. Les résistances sont branchées bout à bout de façon que le courant passe dans chacune d'elles. Essayez aussi une autre valeur à la place du condensateur de 100 uF. Comment le fonctionnement du circuit est-il modifié? N'oubliez pas de noter les résultats.

Branchez maintenant le condensateur de 470 uF aux piles pour constater la différence que crée une capacité plus élevée. Reliez la borne 117 à la 119 et la borne 118 à la 120. Vous devrez peut-être régler la commande pour maintenir le même régime d'impulsions.



### Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-104-116, 4-28-138, 5-41-103, 27-80, 40-115-79, 42-119, 120-137.



## MONTAGE 8. SIRÈNE ÉLECTRONIQUE

Encore une sirène! Ne vous étonnez pas si ce montage se révèle le plus populaire du kit entier.

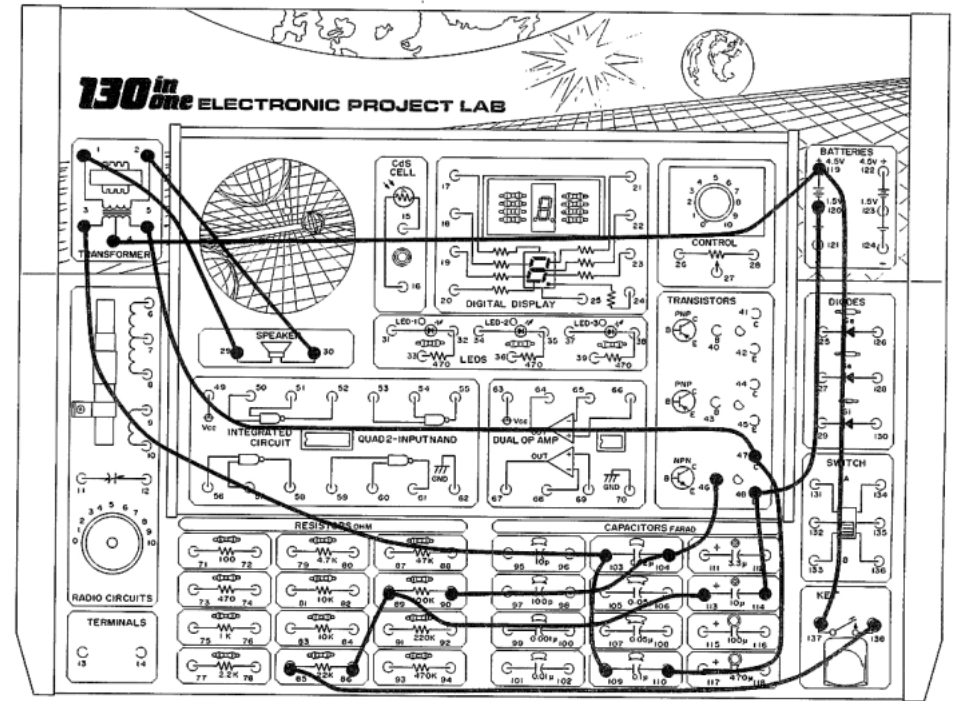
Le son de ce circuit ressemble encore plus à celui d'une sirène de police! Quand le montage est terminé, pressez le manipulateur. La tonalité s'intensifie progressivement. Relâchez le manipulateur; la tonalité s'affaiblit, puis cesse.

Vous pouvez essayer les modifications suivantes:

1. Remplacez le condensateur de 10 uF par un autre de 100 uF ou 470 uF. Vous obtenez ainsi un retard beaucoup plus long pour la mise en marche et l'arrêt.
2. Changez le circuit pour éliminer les retards en débranchant momentanément le condensateur de 10 uF. Enlevez simplement le conducteur de la borne 113 ou 114. (La sirène s'est bien atténuée, n'est-ce pas?)
3. Remplacez le condensateur de 0.02 uF par un autre de 0.01 uF, puis de 0.05 uF.

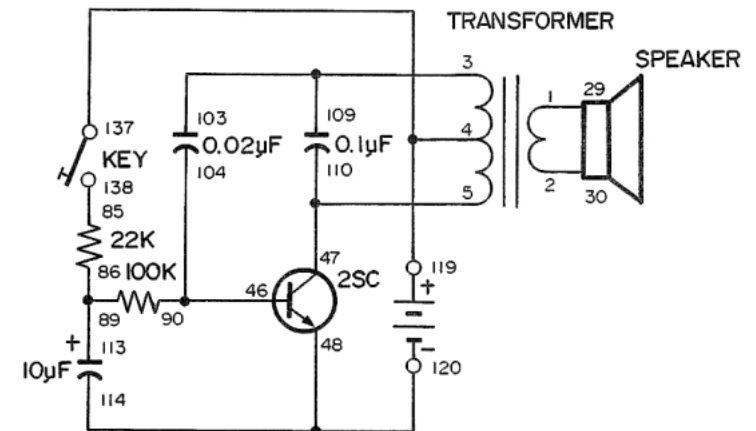
Amusez-vous bien!

### REMARQUES



### Ordres branchements

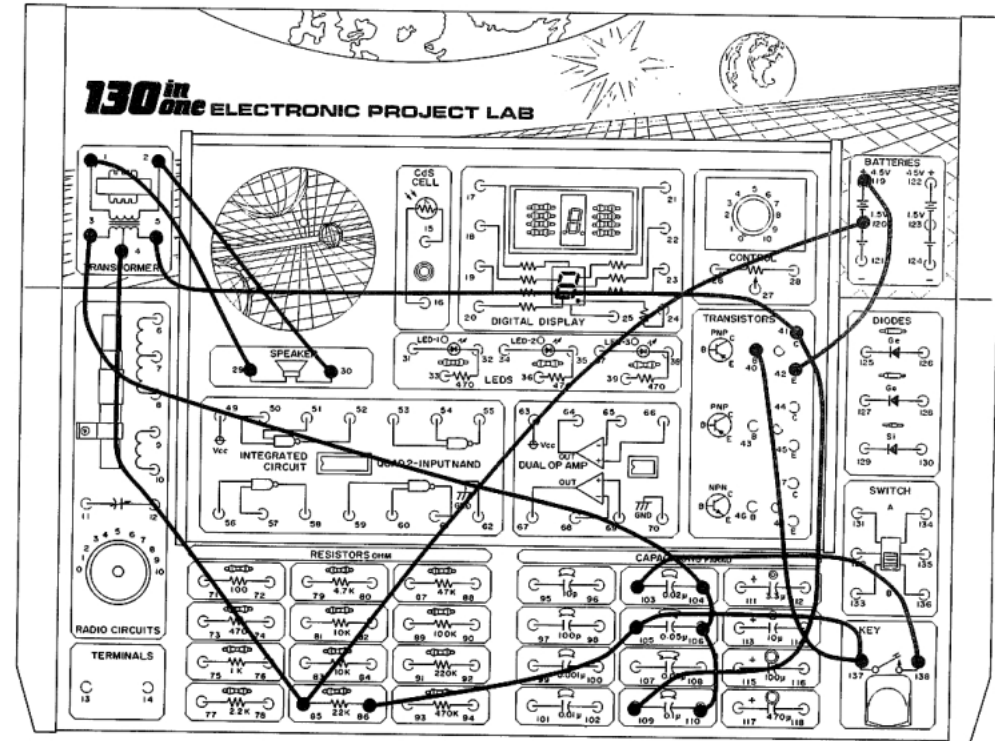
1-29, 2-30, 3-103-109, 4-119-137, 5-47-110, 46-104-90, 114-48-120, 85-138, 86-89-113.



# MONTAGE 7. SIRÈNE DE POLICE À DEUX TONALITÉS

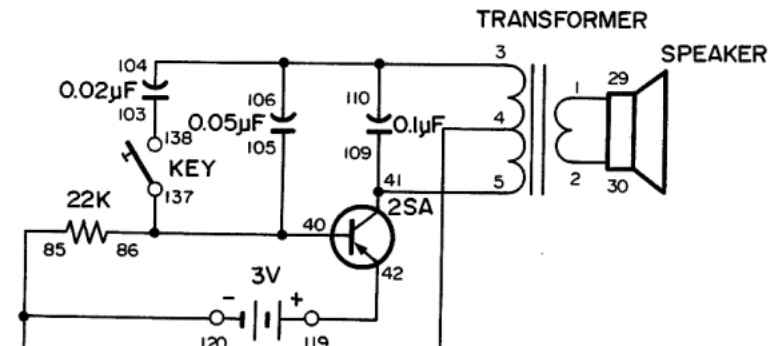
Ce montage produit un son qui ressemble tellement à celui des sirènes des ambulances ou des voitures de police que vous devrez faire attention de ne pas surprendre vos voisins. La tonalité initiale est élevée, mais quand vous fermez le manipulateur, son intensité baisse. Vous pouvez commander la tonalité comme on le fait dans une ambulance ou dans une voiture de police. Le circuit oscillateur est analogue à celui de nombreux autres montages. En pressant le manipulateur, vous ajoutez un autre condensateur au circuit afin de ralentir l'action de l'oscillateur.

## REMARQUES



### Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-104-106-110, 4-85-120, 5-41-109, 40-137-105-86, 103-138, 42-119.



Avez-vous jamais essayé de piloter une motocyclette avec quatre doigts seulement? Sur une vraie motocyclette, ce serait assez dangereux, mais avec cette version électronique, c'est plutôt amusant.

Pour utiliser ce montage, faites les branchements indiqués ci-dessous. Prenez ensuite les extrémités métalliques des longs conducteurs (reliés aux bornes 110 et 81) entre le pouce et l'index de chaque main. Faites maintenant varier votre prise sur les conducteurs et écoutez le son du haut-parleur. Le son change en fonction de la pression exercée sur chaque conducteur.

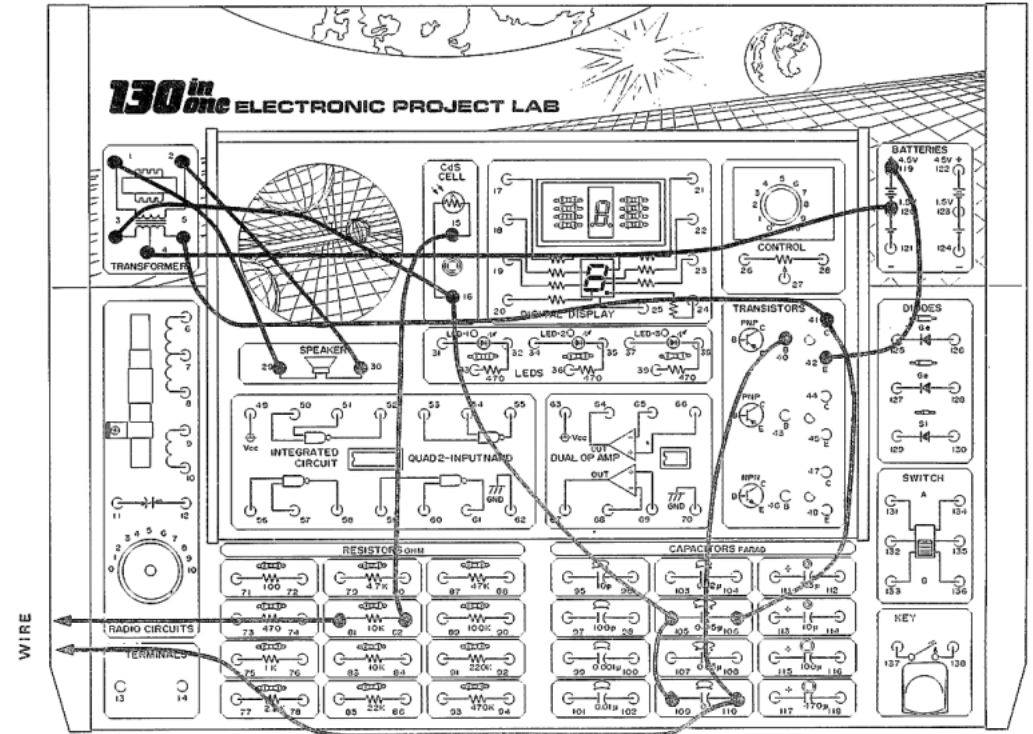
Vous pouvez aussi obtenir différents sons en ajustant l'intensité lumineuse qui frappe la photopile CdS. Si celle-ci reçoit une lumière intense, vous pouvez contrôler entièrement le fonctionnement en pressant davantage sur les conducteurs. Abritez la photopile CdS de la lumière à l'aide d'une main. Que se passe-t-il?

Quand vous tenez les extrémités des conducteurs, votre corps n'est qu'une autre résistance que vous insérez au circuit. Si vous faites varier votre prise sur les conducteurs, vous changez la résistance au courant dans le montage.

Avec un peu de pratique, vous pouvez obtenir de ce circuit un son ressemblant à une véritable motocyclette. Vous pouvez faire tourner le moteur au ralenti ou à plein régime.

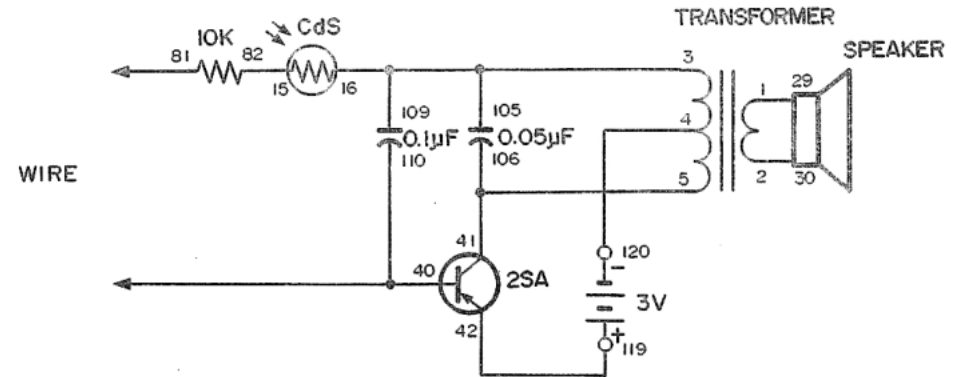
Vous pouvez essayer d'autres valeurs pour les condensateurs de 0.1 et 0.05 uF. N'allez cependant pas au-dessus de 10 uF, car vous risquez d'endommager le transistor.

## REMARQUES



### Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-16-105-109, 4-120, 5-41-106, 15-82, 40-110-WIRE, 42-119, 81-WIRE.



## MONTAGE 5. OSCILLATEUR D'IMPULSIONS DE MITRAILLEUSE

Dans ce montage, vous assemblez un circuit "oscillateur d'impulsions". Il produit un son semblable à celui d'une mitrailleuse. (Les ingénieurs décrivent leurs circuits et leurs idées avec quantité de mots techniques; vous pouvez commencer à vous y habituer dès maintenant et vous parlerez bientôt comme un électronicien.)

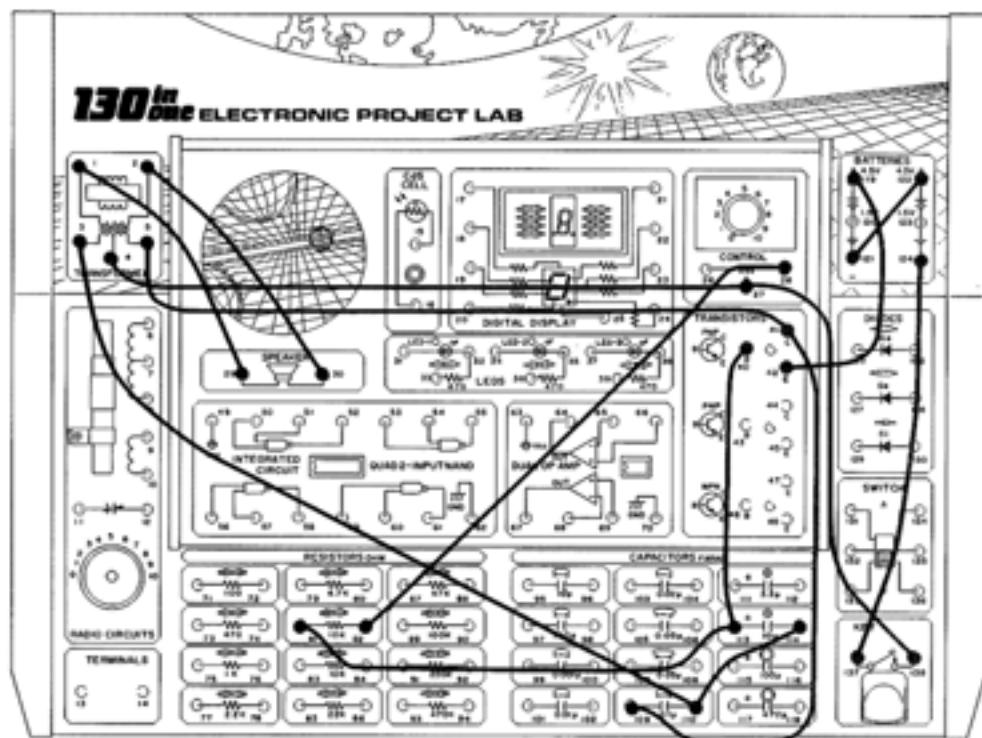
Il existe de nombreux types d'oscillateurs. Vous en assemblerez plusieurs dans ce kit. Par la suite, nous vous expliquerons leur fonctionnement. Pour le moment, nous voyons simplement en quoi consiste un oscillateur.

Un oscillateur est un circuit qui se met en marche et s'arrête lui-même (il passe d'un état haut à un état bas et vice-versa). Ce genre d'oscillateur est commandé par des impulsions comme celles produites par la charge et la décharge d'un condensateur. Cet oscillateur se met en marche et s'arrête lentement, mais d'autres conduisent et se coupent des milliers de fois par seconde. On utilise souvent un oscillateur "lent" pour commander un éclairage clignotant (comme les signaux de direction d'une auto ou d'un camion). Les oscillateurs plus rapides servent à produire des sons. Un oscillateur "ultra-rapide" donne des signaux en radiofréquence. Un oscillateur de radiofréquence conduit et se coupe des millions de fois par seconde.

Le nombre de fois qu'un oscillateur conduit et se coupe par seconde correspond à la fréquence, valeur qui se mesure en hertz (Hz). L'oscillateur de ce montage a une fréquence de 1 à 12 Hz. La fréquence d'un oscillateur de radiofréquence se mesure en kHz (kilohertz ou milliers d'hertz) ou en MHz (mégahertz ou millions d'hertz).

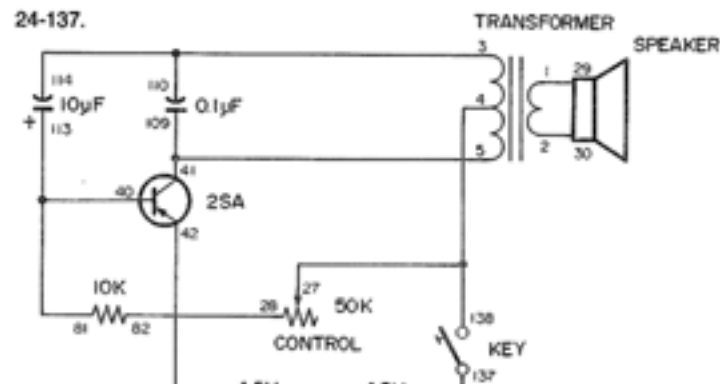
Quand vous avez terminé les branchements, appuyez sur le manipulateur pour mettre l'oscillateur en marche. Réglez le bouton de commande (résistance variable de 50 kilohms) pour changer le son du haut-parleur de quelques impulsions par seconde à une douzaine environ. Vous pouvez aussi changer la fréquence de l'oscillateur en remplaçant le condensateur de 10 uF par un autre de valeur différente. Veillez à respecter la polarité signes (+) et (-) des condensateurs qui portent le signe (+).

### REMARQUES



### Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-110-114, 4-27-138, 5-41-109, 28-82, 40-113-81, 42-119, 121-122, 124-137.



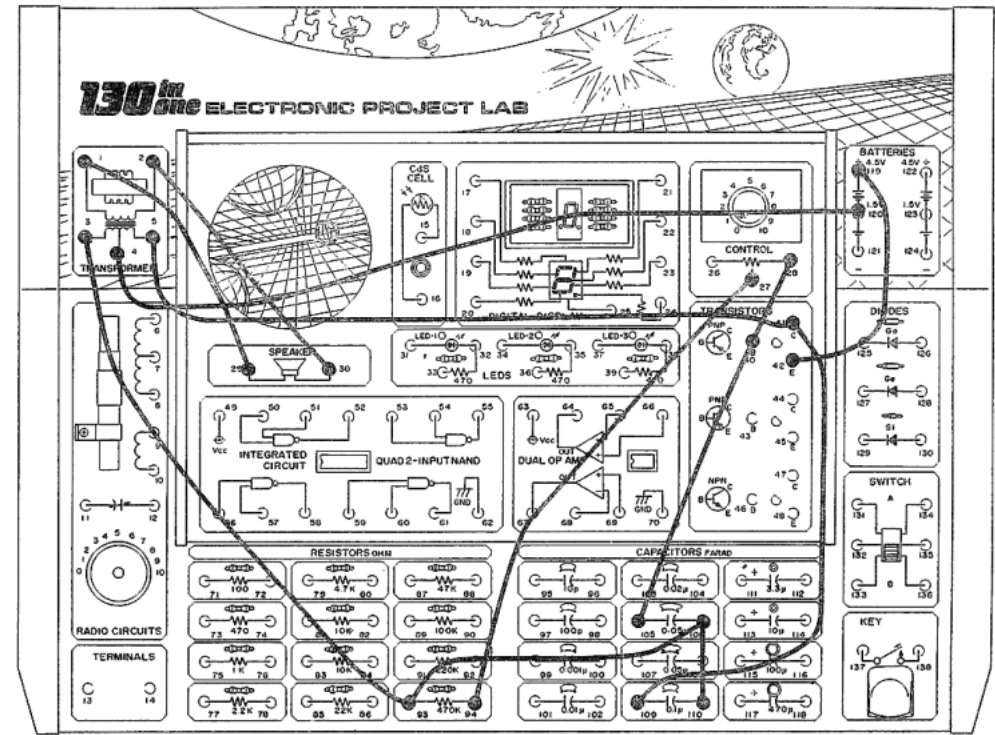
Savez-vous que certains animaux marins, comme les baleines et les marsouins, communiquent à l'aide du son? Ils ne sont pas les seuls. La recherche révèle que certains sons attirent le poisson. Ce circuit vous permettra de conduire votre propre recherche.

Quand vous faites le dernier branchement, vous appliquez la tension au circuit. Le haut-parleur doit reproduire des impulsions sonores. Changez le son à l'aide du bouton de commande. Nous avons ici une variante du circuit oscillateur sonore. (Nous en apprendrons davantage sur les oscillateurs dans la suite de ce manuel.)

Ce montage donne-t-il vraiment des résultats avec le poisson? Si vous avez un aquarium à la maison ou à l'école, approchez-en le kit pour voir si le son de notre montage attire les poissons.

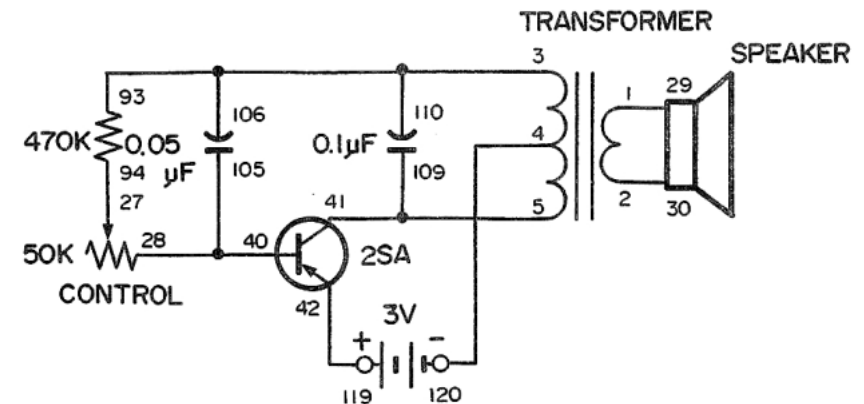
Vous pouvez peut-être aussi essayer le montage à la pêche. Procurez-vous un autre haut-parleur et branchez-le aux bornes 1 et 2 à l'aide de longs conducteurs isolés. Enveloppez soigneusement le haut-parleur dans un sac en plastique étanche ou placez-le dans un récipient en verre. Le haut-parleur doit être parfaitement isolé de l'eau. Immergez maintenant le haut-parleur. Lancez ensuite votre ligne et attendez les résultats!

Si le poisson paraît réticent, changez les valeurs de quelques pièces pour obtenir une impulsion différente. Utilisez une autre valeur pour les condensateurs de 0.1 et de 0.05 uF. N'oubliez pas de noter vos résultats... et bonne pêche. Vous découvrirez peut-être que ce montage attire les baleines!



### Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-93-106-110, 4-120, 5-41-109, 27-94, 28-40-105, 42-119.



### REMARQUE



# MONTAGE 3. CHAT ELECTRONIQUE

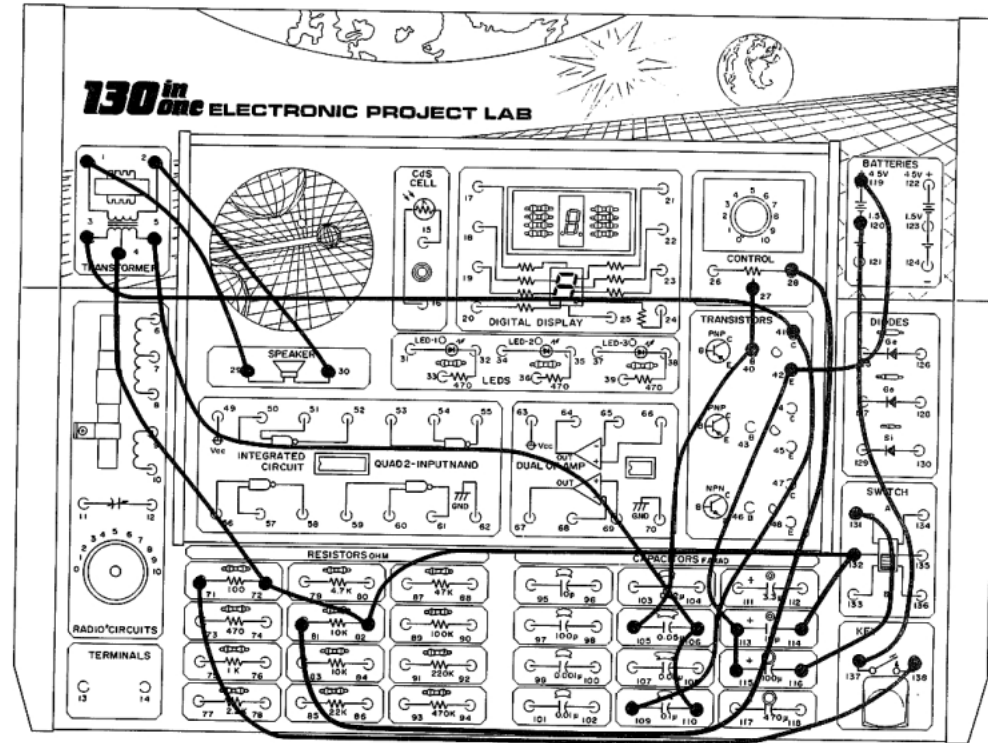
Vous n'avez pas de piège à souris? Essayez donc ce montage pour voir si ce félin électronique parvient à éloigner ces rongeurs désagréables.

Suivez l'ordre du câblage et l'illustration. Commencez votre expérience avec l'interrupteur à la position B. Pressez le manipulateur et relâchez-le immédiatement. Le haut-parleur reproduit le "miaulement" d'un chat. Réglez le bouton de commande pendant que le miaulement disparaît. Quel effet ce bouton a-t-il sur le fonctionnement du circuit? Mettez maintenant l'interrupteur à la position A et recommencez. Le miaulement est maintenant plus faible et dure plus longtemps, comme si le chat cherchait simplement à attirer votre attention.

Ce circuit peut produire d'autres sons. Ne portez cependant pas la valeur du condensateur de 0.05 uF à plus de 10 uF. Ne diminuez pas non plus la valeur de la résistance de 10 kilohms, car vous risquez d'endommager le transistor.

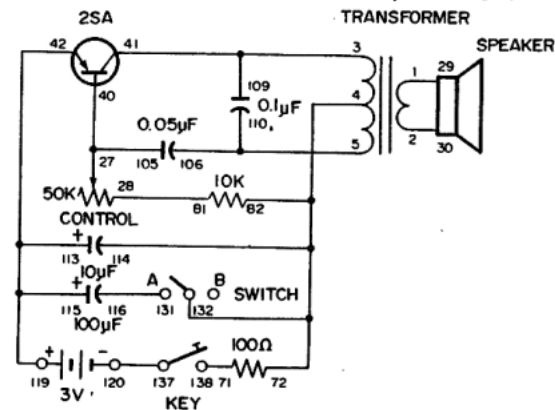
Amusez-vous bien avec ce montage... Nous espérons que vous serez bientôt débarrassé de vos souris!

## REMARQUE



## Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-41-109, 4-72-82-132-114, 5-106-110, 27-40-105, 115-113-42-119, 71-138, 81-28, 116-131, 120-137.



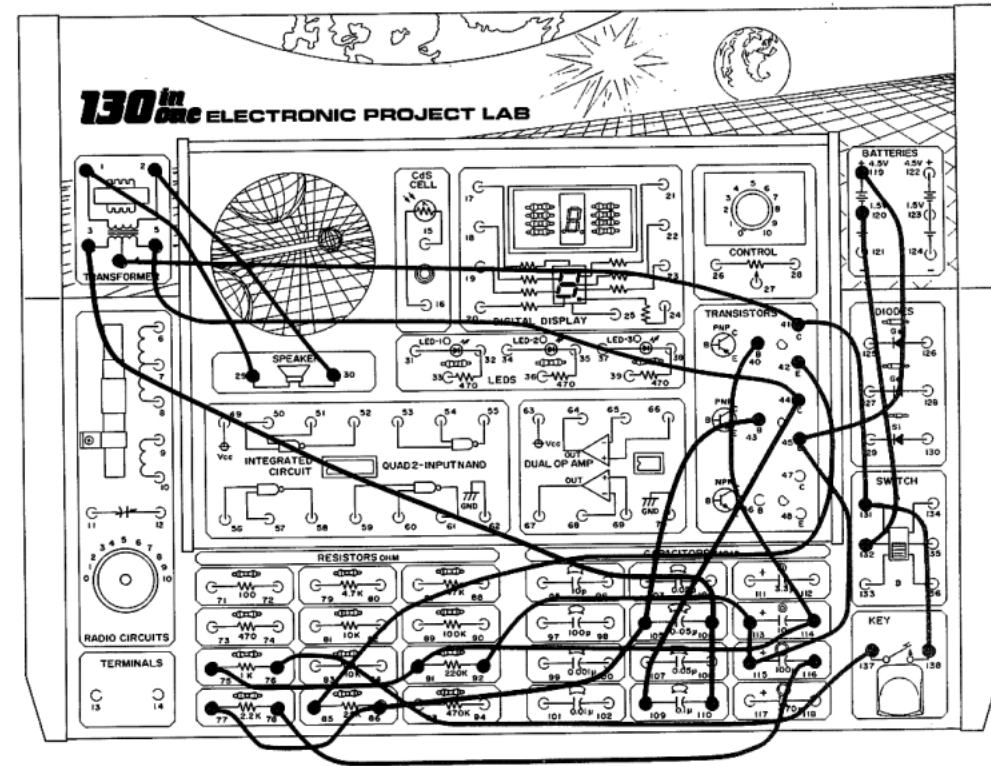
## MONTAGE 2. OISEAU GAZOUILLEUR

Dans ce montage, nous essayons d'imiter d'autres oiseaux.

Montez ce circuit comme indiqué ci-dessous. Réglez l'interrupteur à la position A pour mettre le circuit sous tension. Le haut-parleur ne reproduit encore aucun son. Si vous pressez le manipulateur, le haut-parleur émet un gazouillis. Relâchez le manipulateur. Vous entendez encore le gazouillis, mais il diminue d'intensité puis s'arrête. Quand vous relâchez le manipulateur, le premier transistor Q1 est coupé de la pile. Le deuxième transistor Q2 produit encore le gazouillis, jusqu'à ce que Q1 cesse de le contrôler par sa base.

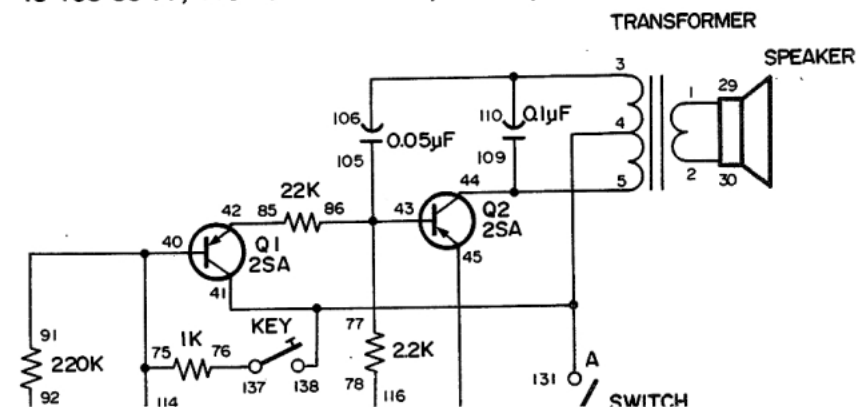
Essayez d'autres valeurs de capacité à la place des condensateurs de 10 et de 100 uF. Que se passe-t-il? Ces condensateurs commandent la quantité d'électricité qui arrive aux transistors par leurs bases. N'oubliez pas de noter les résultats de vos expériences.

### REMARQUE



### Ordre des montages

1-29, 2-30, 3-106-110, 4-41-131-138, 5-44-109, 40-114-91-75, 42-85, 43-105-86-77, 119-45-115-113-92, 76-137, 78-116, 120-132.





# MONTAGE 1. PIVERT ÉLECTRONIQUE

Vous est-il arrivé d'entendre le gazouillis d'un pivert? Nous montons ici un oiseau électronique qui rappelle le pivert. S'il y a quelques-uns de ces oiseaux dans votre voisinage, ils viendront peut-être rendre visite à ce parent électronique!

Ce circuit est assez simple. Suivez l'ordre des branchements ci-dessous et observez les illustrations. Faites tous les branchements et amusez-vous bien avec ce montage.

Le circuit de base que nous montrons ici n'a ni interrupteur ni manipulateur, mais vous pouvez très facilement en ajouter un. Remplacez le branchement 124-28 par les branchements 124-137 et 138-28 pour brancher le manipulateur. Pour utiliser l'interrupteur, remplacez le branchement 124-28 par les branchements 124-131 et 132-28. Quand vous pressez le manipulateur ou faites coulisser l'interrupteur, vous complétez le circuit du courant électrique et vous pouvez entendre le pivert. En utilisant le manipulateur, vous pouvez plus facilement porter le kit à l'extérieur pour essayer d'attirer les oiseaux.

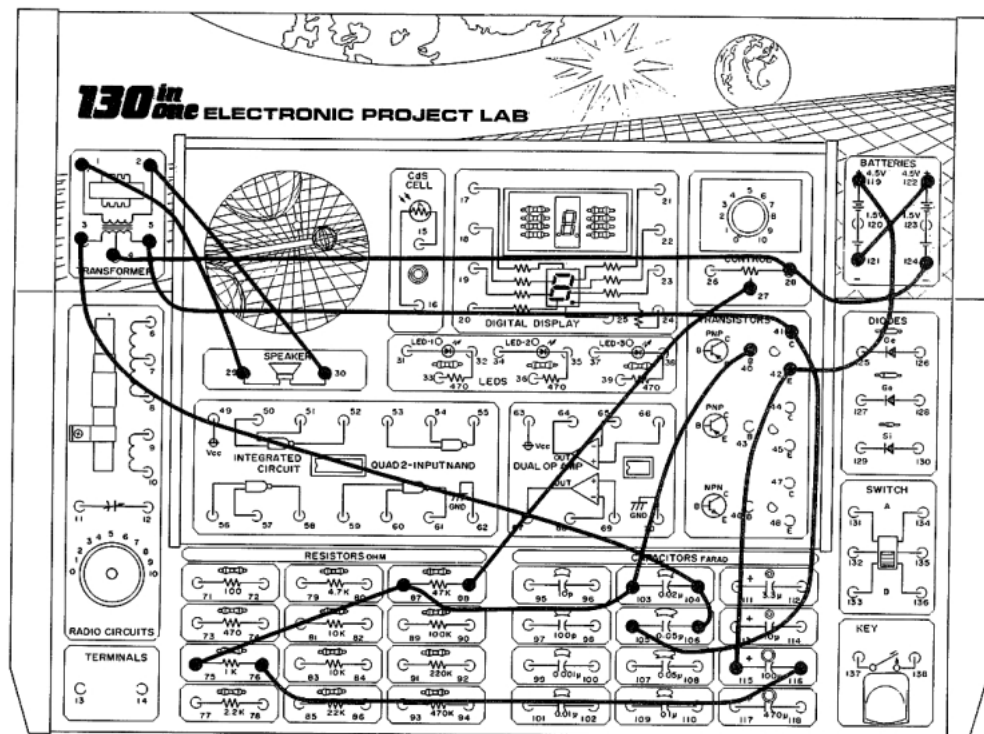
Essayez différentes résistances et capacités à la place de la résistance de 1 kilohm et du condensateur de 100 uF. Pour passer de la capacité de 100 à 470 uF, débranchez le conducteur de la borne 116 et rebranchez-le à la borne 118. Transférez ensuite le conducteur de la borne 115 à la borne 117. Votre "oiseau" ressemble maintenant davantage soit à un grillon, soit à un ours!

Vous pouvez aussi essayer l'alimentation de 3 V (V correspond à l'abréviation de volt, unité de base de mesure de l'énergie électrique). Débranchez le conducteur de la borne 119 et rebranchez-le à la borne 123. Votre "oiseau" ressemble maintenant davantage à un moineau.

Dans vos expériences avec ce circuit, vous pouvez changer pratiquement tout ce qui vous plaît sans causer de dommages. N'utilisez cependant pas de résistance inférieure à 10 K, car vous risquez d'endommager le transistor.

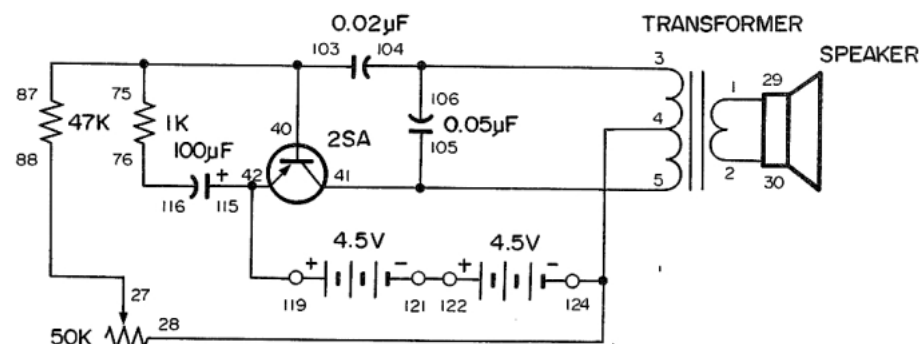
Nous vous recommandons de noter vos découvertes et impressions. Un ingénieur tient toujours un dossier détaillé de ses circuits. C'est une excellente habitude à acquérir à vos débuts dans l'électronique.

## REMARQUES



## Ordre des branchements

1-29, 2-30, 3-104-106, 4-28-124, 5-41-105, 27-88, 75-87-103-40, 115-42-119, 76-116, 121-122.



# **I. Circuit son et vidéo**

## Recherche des pannes

Si vous assemblez chaque montage conformément à son ordre des branchements, vous ne devez rencontrer aucune difficulté à le faire fonctionner correctement. Mais en cas de problème, vous pouvez généralement y remédier en appliquant les étapes suivantes de recherche des pannes. Dans le dépannage des appareils électroniques complexes, les électroniciens emploient une technique analogue.

1. Les piles sont-elles en bon état? Si ce n'est pas le cas, elles sont peut-être trop faibles pour alimenter le montage.
2. Avez-vous assemblé correctement le montage? Si tout paraît en ordre, vérifiez tous les branchements pour vous assurer que les conducteurs sont bien reliés aux bornes. Il est parfois bon de faire vérifier le montage par un ami qui peut remarquer plus facilement un oubli de votre part.
3. Pourquoi ne pas suivre le schéma et l'explication du circuit? À mesure que vous vous familiarisez avec l'électronique et que vous la comprenez mieux, vous devez pouvoir chercher les pannes simplement en suivant un schéma. Si vous y ajoutez la description du circuit, vous devez être en mesure de résoudre vous-même les problèmes.
4. Vous pouvez aussi mesurer les courants et les tensions. Vous ne tarderez pas à vous rendre compte de l'utilité du multimètre pour l'électronicien.

## Conseils pratiques

### Carnet de notes

Avec ce kit, vous apprendrez beaucoup sur l'électronique. La plupart de vos découvertes dans les premiers montages vous serviront dans les suivants. Nous vous recommandons fortement de vous procurer un carnet pour y noter vos découvertes et les organiser.

Votre carnet de notes n'a pas à être tenu exactement comme vos cahiers à l'école. C'est plutôt un journal que vous aimerez consulter quand vous en aurez terminé avec nos 130 montages.

### Pointage sur l'ordre des branchements

À mesure que vous assemblez un montage (surtout ceux avec beaucoup de branchements), il peut être utile de pointer le numéro de la borne correspon-

dante quand vous y avez branché un conducteur. Pointez le numéro légèrement au crayon pour que l'ordre des branchements reste lisible et que vous puissiez assembler un circuit plusieurs fois.

### Stock de pièces

Vous pouvez songer à vous constituer un stock de pièces électroniques que vous pouvez acheter à votre magasin. Vous pouvez aussi garder celles que vous trouvez. Vous pouvez monter des circuits sur un châssis ou une boîte. Vous pouvez présenter votre montage à science de l'école et en faire un important projet de recherche (voyez votre conseiller de science qui peut vous donner des suggestions très utiles).

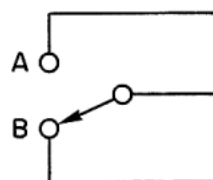
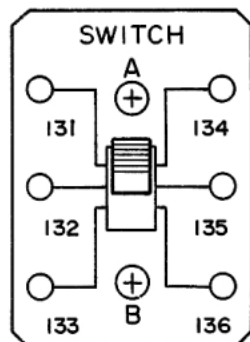
### Quelques recommandations finales

Ne craignez pas de faire des expériences avec les circuits de ce manuel. Changez les pièces ou faites d'autres branchements. Nous vous présentons 130 montages, mais vous pouvez en fait en créer bien d'autres avec l'expérience et un peu d'imagination. N'oubliez pas de noter vos "créations" dans votre carnet de notes.

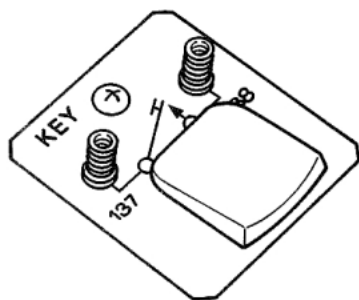
Nous espérons que ce kit de 130 montages électroniques marquera le début d'une passion stimulante. L'électronique joue un très grand rôle dans le monde moderne et ce rôle ne cesse de prendre de l'ampleur. Nous espérons que l'électronique deviendra un passe-temps agréable et que vous en ferez peut-être une carrière.

Le moment est venu de commencer notre exploration!

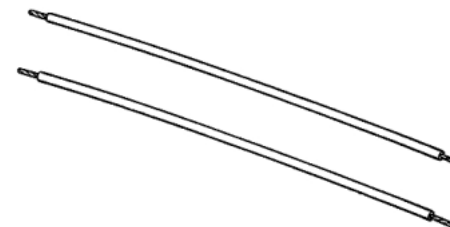
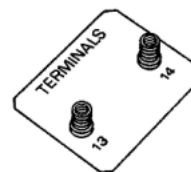
teur crée une coupure dans le circuit qui n'est alors plus complet: l'électricité ne peut plus y passer. Dans ce kit, nous utilisons un interrupteur bipolaire à deux directions; on peut relier une paire de bornes à l'une de deux autres paires. Nous reviendrons à cet interrupteur par la suite.



**Manipulateur:** Le manipulateur est un interrupteur très simple. Il suffit de le presser pour faire passer l'électricité dans le circuit. Si vous le relâchez, il se crée une coupure dans le circuit qui n'est alors plus complet. Le manipulateur s'utilise dans de nombreux circuits, en particulier dans les montages de signalisation (pour transmettre en morse, etc.)



**Bornes:** Les bornes 13 et 14 s'utilisent dans certains montages pour les branchements avec des dispositifs extérieurs comme l'écouteur, une antenne ou une connexion de masse, des circuits détecteurs spéciaux, etc.



Les pièces et les bornes-ressorts sont montées sur une plaquette. Jetez un coup d'oeil au-dessous de cette plaquette pour comprendre comment les conducteurs relient les pièces et leurs bornes.

## Construction de votre premier montage

Nous donnons un ordre simple des branchements avec chaque montage. Vous devez brancher les conducteurs de la longueur appropriée entre les bornes indiquées dans chaque groupement. Utilisez toujours le conducteur nécessaire le plus court. Les groupes de branchements sont séparés par des virgules. Quand vous arrivez à un nouveau groupe, faites les branchements correspondants.

Voici un exemple:

L'ordre des branchements du montage 1 est le suivant:

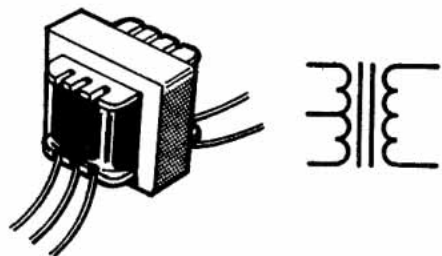
1-29, 2-30, 3-104-106, 4-28-124, 5-41-105, 27-88, 75-87-103-40, 115-42-119, 76-116, 121-122.

Vous devez brancher un conducteur entre les bornes 1 et 29,

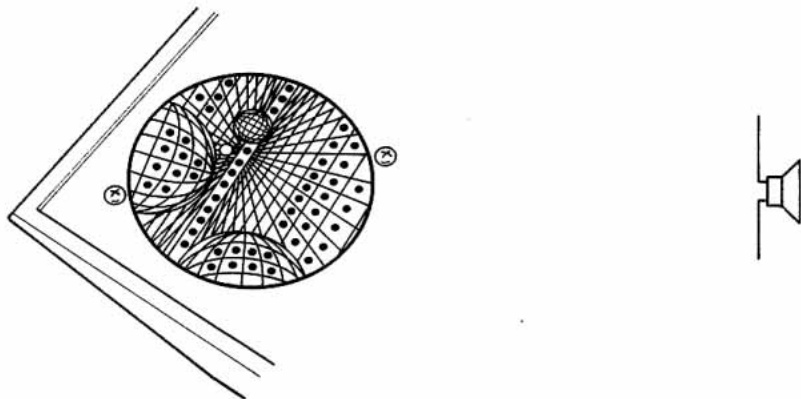
un autre entre les bornes 2 et 30, puis un autre entre les bornes 3 et 104, puis entre les bornes 104 et 106. Continuez ainsi jusqu'à la fin.

**Attention:** Dans chaque ordre des branchements, nous laissons délibérément un branchement important pour la fin. Vous devez absolument faire ce branchement EN DERNIER. Dans certains circuits, si vous branchez une partie du circuit électronique avant une autre, vous risquez d'endommager un transistor ou une autre pièce. Vous devez donc suivre fidèlement l'ordre des branchements.

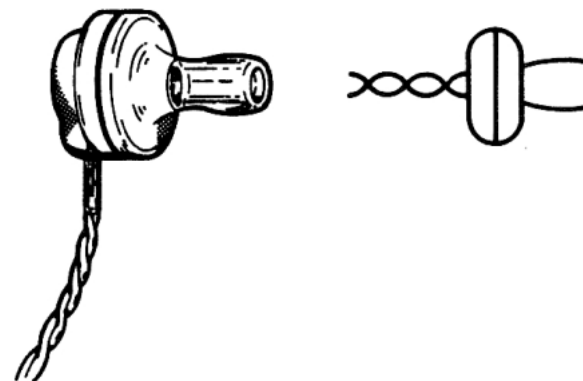
**Transformateur:** Le transformateur remplit une fonction importante: il contribue à coupler les circuits électroniques. Il sert à adapter des circuits pour qu'ils fonctionnent efficacement. Un transformateur transfère l'énergie électrique qui passe d'une partie d'un circuit dans une autre. Nous vous reparlerons des transformateurs à mesure que nous progressons dans nos montages.



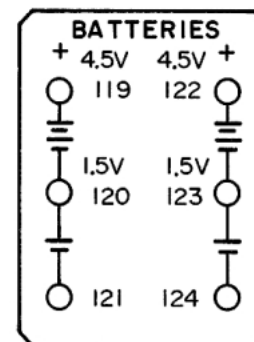
**Haut-parleur:** Dans les circuits de radio et les circuits d'effets sonores spéciaux, vous brancherez le haut-parleur (ou l'écouteur) pour entendre les sons ou signaux produits.



Le sac en plastique contient un écouteur qui est analogue au haut-parleur, mais qui est plus sensible et plus facile à porter. Cet écouteur léger et efficace peut s'utiliser sans consommer trop de l'énergie électrique du circuit. Pour les sons d'intensité très faible, il vaut mieux utiliser l'écouteur; avec les sons plus intenses, le haut-parleur suffit.

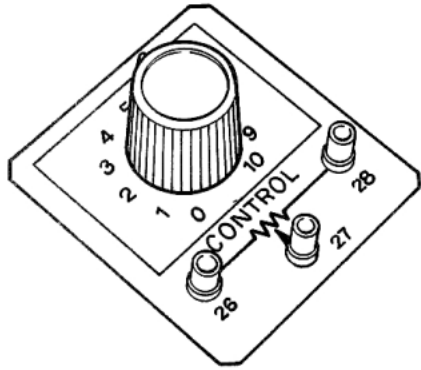


**Piles:** Les porte-piles peuvent recevoir six piles "AA". Les piles servent à alimenter tous les montages du kit. Quand vous reliez les conducteurs aux piles, faites bien attention de ne pas vous tromper de bornes. Les bornes 119 et 120 donnent 3 volts et les bornes 119 et 121, 4,5 volts. Vous devez savoir que vous pouvez endommager certaines pièces si vous les reliez à une tension trop élevée (les branchements aux piles peuvent donner jusqu'à 9 volts). Faites donc bien attention aux branchements aux piles.

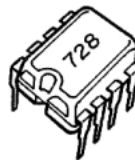
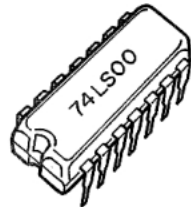
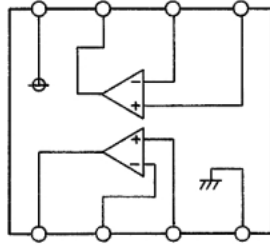
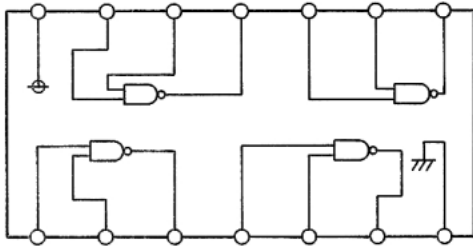


**Attention:** Quand vous reliez des conducteurs aux piles, respectez la bonne polarité (côtés (+) et (-) d'une pile). Avec certains circuits et pièces, vous pouvez endommager définitivement les composants si vous inversez la polarité.

circuits où l'on désire faire changer rapidement et facilement la résistance.

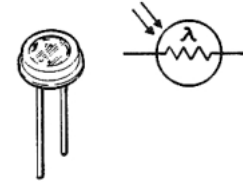


**Circuit intégré:** Après l'invention du transistor en 1948, le circuit intégré a marqué un autre grand pas en avant de l'électronique, au début des années 1960. Le circuit intégré ou CI présente l'énorme avantage de pouvoir réunir l'équivalent de centaines, voire de milliers de transistors, diodes et résistances sous un format minuscule.



Ce kit comprend deux types de CI: le circuit NON-ET quadruple à 2 entrées et l'ampli opérationnel double. Nous reviendrons à ces circuits par la suite.

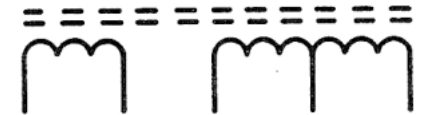
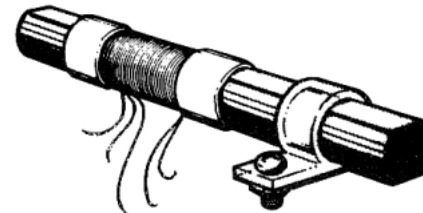
**Photopile au sulfure de cadmium (CdS):** Ce dispositif spécial peut servir de commande automatique. Ce semi-conducteur conduit l'électricité tout en résistant en partie à son passage. La résistance varie en fonction de la quantité de lumière que le dispositif reçoit. (La photopile est similaire à la commande du kit dont on fait varier la résistance en faisant tourner le bouton; la résistance de la photopile CdS dépend de l'intensité de la lumière qu'elle reçoit.)



**Remarque:** Un écran lumineux spécial s'utilise avec la photopile CdS. Quand on le place sur la photopile, il contribue à arrêter la lumière. On utilise cet écran avec la photopile dans plusieurs montages.



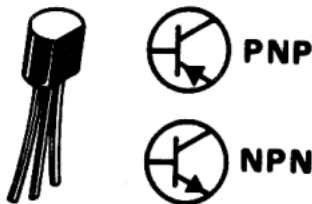
**Antenne:** L'antenne de radio correspond à la pièce cylindrique avec la bobine de fil très fin. La tige de couleur foncée est essentiellement en fer pulvérisé. Les noyaux de ferrite (tiges en fer pulvérisé et autres oxydes) donnent des antennes efficaces pour la plupart des radios à transistor.



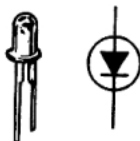
**Diodes:** Le kit contient trois diodes. La diode, fréquemment utilisée en électronique, présente une caractéristique unique : elle ne laisse passer le courant que dans un seul sens. On rencontre la diode dans divers types de circuits: radios, commutation, etc. Le kit comprend une diode au silicium (marquée Si) et deux diodes au germanium (marquées Ge). Chaque type a des applications particulières que nous verrons par la suite.



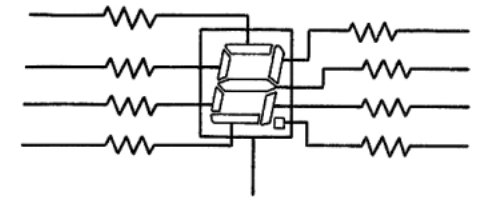
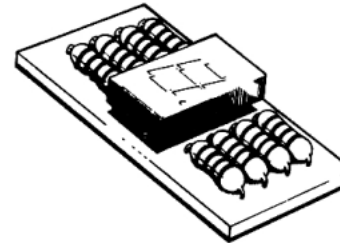
**Transistors:** Le kit comprend trois transistors. Dans chaque transistor, la partie utile se compose d'une minuscule puce (en germanium ou en silicium). Un transistor possède trois points de branchement : la base (B), le collecteur (C) et l'émetteur (E). Le transistor sert à amplifier les signaux faibles. On l'utilise aussi comme commutateur pour relier ou isoler d'autres composants et comme oscillateur qui produit des impulsions.



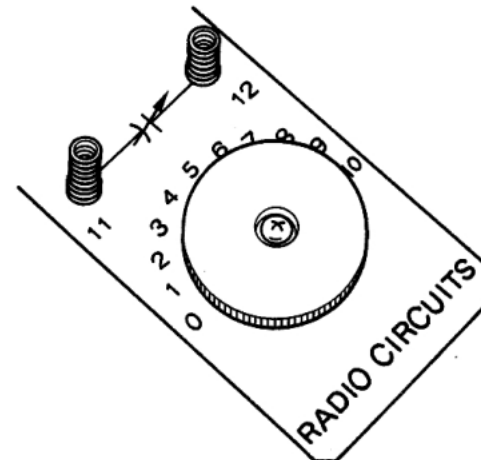
**DEL (diodes électroluminescentes):** La DEL est une diode spéciale qui dégage de l'énergie lumineuse quand un courant électrique y passe. (Le courant ne peut y passer que dans un seul sens, comme dans une diode "ordinaire".) Nous utilisons des DEL comme indicateurs dans de nombreux circuits.



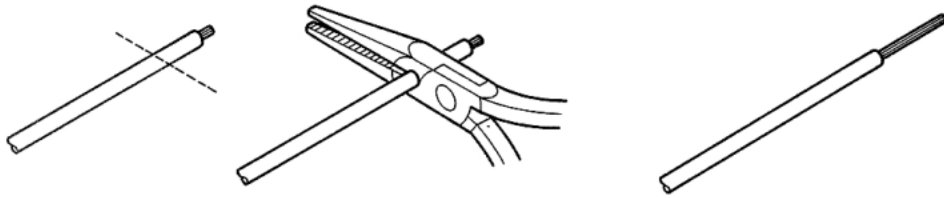
**Affichage numérique à DEL:** Ce composant est probablement le plus intéressant du kit. Pour constituer l'affichage, sept DEL sont disposées suivant une configuration qui permet d'indiquer tous les chiffres et la plupart des lettres de l'alphabet. Une huitième DEL représente le point décimal. L'affichage à DEL est monté sur une petite plaquette, avec des résistances qui lui sont reliées en permanence. (Ces résistances servent à empêcher un courant excessif de griller l'affichage.) Nous aurons de nombreuses occasions d'utiliser ce composant.



**Condensateur d'accord:** Ce condensateur s'utilise avec l'antenna pour choisir les fréquences de radio. On change la capacité du condensateur en faisant tourner le bouton. On fait ainsi varier la fréquence du circuit. Le condensateur d'accord ne laisse passer qu'une fréquence à la fois et arrête les autres.



à dénuder ou à un couteau.



## Composants

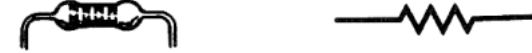
La plupart des pièces électroniques du kit sont montées sur la base illustrée. Le symbole schématique correspondant est indiqué à côté de chaque pièce. Les pièces restantes se trouvent dans un sac en plastique.

Le kit comprend plus de 30 composants séparés. Si vous abordez l'électronique pour la première fois, vous ne savez probablement pas distinguer une résistance d'un transistor. S'il en est ainsi, ne vous inquiétez pas, car nous expliquons ci-dessous la fonction générale de chaque composant. Les explications vous aident à comprendre le rôle de chaque composant. Vous vous familiariserez encore davantage avec les composants à mesure que vous réalisez les montages.

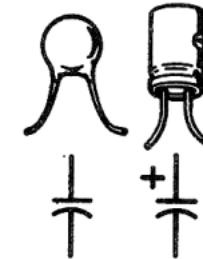
Nous donnons une liste des pièces vers la fin de ce manuel. Vous pouvez comparer les pièces du kit à cette liste.

**Résistances:** Le kit comprend 23 résistances. (Huit de ces résistances sont reliées en permanence à la DEL.) Une résistance s'oppose au passage de l'électricité. Cette pièce est très pratique pour appliquer la tension désirée à d'autres composants électroniques. La valeur de la résistance se mesure

résistances en utilisant la lettre K qui correspond à 1,000 ohms et la lettre M qui symbolise un million d'ohms. Par exemple, une résistance de 470 K a une valeur de 470,000 ohms.



**Condensateurs:** Le kit comprend 12 condensateurs fixes. Le condensateur joue aussi un grand rôle dans les circuits électroniques. Il laisse passer le courant alternatif (CA) et s'oppose au courant continu (CC). Il peut aussi emmagasiner l'électricité ou servir de filtre pour stabiliser des impulsions. On utilise généralement de très petits condensateurs dans les applications de haute fréquence comme les appareils de radio, les émetteurs et les oscilateurs. Les condensateurs de valeur élevée emmagasinent normalement l'électricité ou servent de filtres.

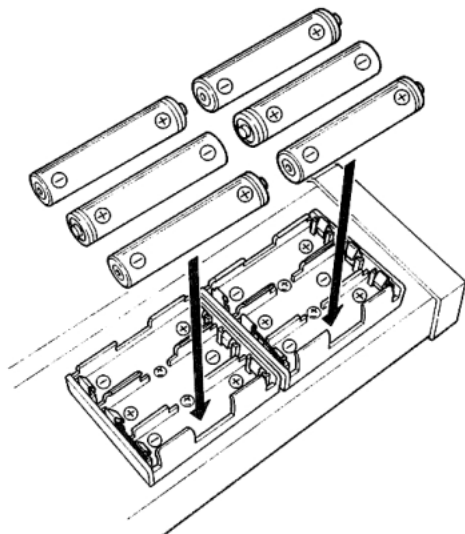


La capacité (contenance en électricité) d'un condensateur s'exprime en farads. Le farad pour le condensateur peut se comparer au gallon pour un seau vide. Chacune de ces unités indique la contenance d'un certain élément. Le farad correspond à une très grande quantité d'électricité. Pour cette raison, les valeurs de la plupart des condensateurs sont indiquées en millièmes de farad (microfarads).

À ce stade, il faut signaler que les quatre plus gros condensateurs du kit sont de type spécial. Vous ne pouvez les mettre en circuit que d'une seule manière. Les côtés (+) et (-) doivent toujours être reliés aux bornes indiquées. Nous vous le rappellerons en temps utile. Vous pouvez brancher les autres condensateurs comme bon vous semble.



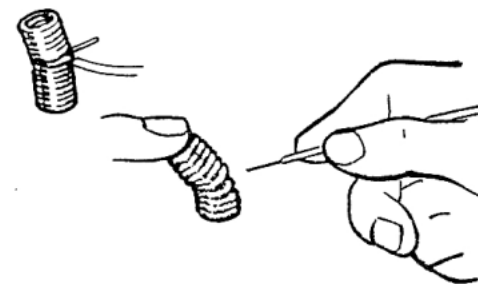
correctement, en respectant les signes (+) et (-) de l'intérieur du logement. Le côté (+) d'une pile correspond au petit chapeau en métal.



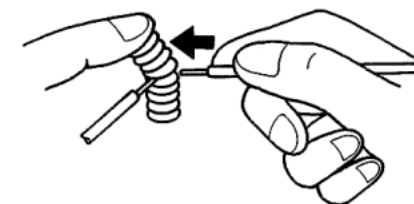
**Remarque:** Quand vous n'utilisez pas le kit, sortez-en les piles. Ne laissez jamais de piles faibles ou déchargées dans le kit, car elles peuvent laisser fuir des produits chimiques corrosifs, même si elles sont étanches. Il est bon de faire de même avec tous les appareils à piles.

## Réalisation des branchements

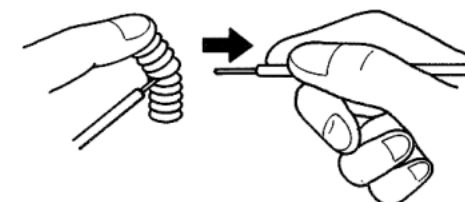
Les bornes-ressorts et les conducteurs coupés fournis avec le kit facilitent les branchements des différents montages. Pour relier un conducteur à une borne-ressort, courbez cette dernière d'un côté et insérez le conducteur dans l'ouverture



Il arrive que vous devez relier deux ou trois conducteurs à une même borne-ressort. Faites alors attention à ce que le premier conducteur ne se détache quand vous ajoutez le deuxième et le troisième. Dans ce but, courbez le ressort du côté opposé à celui où vous avez relié le premier conducteur.



Faites attention de n'insérer que la partie brillante apparente du conducteur dans la borne-ressort. Si vous insérez la gaine en plastique du conducteur dans la borne, il n'y a pas de contact électrique. Pour enlever les conducteurs, il suffit de les tirer après avoir courbé chaque borne.



## Avant de commencer...

Ce kit de 130 montages d'électronique marque Maxitronix Lab® peut-être votre premier contact avec les domaines captivants de l'électricité et de l'électronique. Nous espérons que vous n'en resterez pas là. Nous savons tous que l'électronique joue un grand rôle dans le monde moderne. Elle vous apporte de multiples possibilités d'expérience, de détente, d'applications pratiques, de carrières et de travaux intéressants.

Ce manuel explique 130 montages différents que vous pouvez préparer avec le kit. Nous avons joint toutes les pièces et éléments nécessaires aux montages (sauf les piles).

À mesure que vous progressez dans ce manuel et que vous réalisez les montages, vous remarquerez qu'ils sont disposés, avec les instructions qui les accompagnent, dans un ordre logique. Nous commençons par les circuits simples et progressons vers les plus complexes. Prenez votre temps et amusez-vous bien.

Vous n'êtes pas tenu de réaliser les montages dans l'ordre indiqué, mais il vaut mieux le respecter, car nous nous appuyons sur les connaissances acquises dans les premiers montages pour faciliter la compréhension des suivants.

À mesure que nous avançons, nous vous aidons non seulement à comprendre le fonctionnement des montages, mais nous vous donnons aussi des idées pour d'autres montages.

Vous ne savez peut-être pas encore en quoi consiste un circuit électronique (dispositif qui dirige un courant électrique au moyen de conducteurs), mais vous pouvez réaliser facilement la totalité des montages. La construction sur plaquette perforée de ce kit facilite les branchements. Chacun des composants (pièces électroniques de base) du kit est monté et clairement repéré sur la plaquette.

Vous pouvez assembler la totalité des montages sans aucun soudage, car chaque composant est relié à des bornes-ressorts. Chaque montage s'accompagne d'un ordre des branchements; pour réaliser un montage, il vous suffit de relier les bornes indiquées dans l'ordre des branchements par des conducteurs que nous fournissons en nombre suffisant. Tous les montages sont alimentés par des piles à basse tension; on ne fait donc face à aucun des dangers rattachés au courant CA.

Les instructions simples et claires vous aident dans le fonctionnement et l'expérimentation avec chaque montage. Les montages plus complexes sont

Vous vous apercevrez des grandes similitudes entre les circuits à mesure que vous progressez. En effet, les circuits électroniques complexes se composent de combinaisons de circuits simples. Vers la fin de ce manuel, nous donnons un index des montages dont certains sont indiqués dans plusieurs catégories afin de les trouver plus facilement.

Vous remarquerez que nous parlons souvent d'un multimètre pour les mesures. Un multimètre mesure la tension, le courant (en ampères) et la résistance (en ohms). Nous en reparlerons par la suite. Si vous voulez vraiment vous familiariser avec les circuits électroniques, vous devez apprendre à mesurer leurs valeurs. C'est alors que vous commencerez à vraiment comprendre les circuits électroniques.

Si vous pouvez mesurer ce dont vous parlez et si vous l'exprimez sous forme de nombres, vous en possédez une certaine connaissance. Mais si vous ne pouvez pas mesurer ce dont vous parlez et si vous ne pouvez pas l'exprimer sous forme numérique, votre connaissance est rudimentaire et laisse à désirer : vous avez peut-être effleuré la connaissance, mais vous n'avez pratiquement pas fait avancer l'état de la science, dans votre propre esprit.

LORD KELVIN, 1883

Nous vous conseillons donc de vous rendre de nouveau à votre magasin et de vous acheter un multimètre ayant une sensibilité d'au moins 20,000 ohms/volt. La sensibilité de ce genre d'appareil se mesure en ohms par volt (le multimètre est d'autant plus sensible que cette valeur est élevée).

Il n'est pas nécessaire d'utiliser un multimètre dans les montages, mais un multimètre vous aidera à mieux comprendre le fonctionnement des circuits. Un multimètre, instrument de vérification de base, constitue un excellent investissement dont vous aurez toujours besoin tant que vous vous intéressez à l'électricité et à l'électronique. Si vous ne savez pas encore utiliser un multimètre, nous vous recommandons de vous procurer un des ouvrages à ce sujet. Nous vendons plusieurs livres particulièrement utiles à cet effet, notamment "Using Your Meter" (Utilisation du multimètre).

Ce kit contient de quoi vous passionner. C'est un laboratoire de merveilleuses expériences électroniques. Vous prendrez beaucoup de plaisir à réaliser les montages. Vous ne vous rendrez peut-être même pas compte que vous apprenez pendant que vous "jouez" avec les montages.

## Mise en place des piles

Le kit doit être équipé de six piles "AA". Nous recommandons les piles

<b>X. Voies de communication</b> .....	131
109. Oscillateur de morse avec commande de tonalité .....	132
110. Radio à cristal (radio à une diode) .....	133
111. Radio à deux transistors .....	134
112. Émetteur de télégraphie sans fil .....	135
113. Station de radio AM .....	136
114. Radio à ampli opérationnel .....	137
<b>XI. Comment vérifier et mesurer les circuits</b> .....	138
115. Vérificateur sonore de continuité .....	139
116. Vérificateur de conductivité .....	140
117. Vérificateur de transistor .....	141
118. Oscillateur sonore sinusoïdal .....	142
119. Oscillateur sinusoïdal à distorsion faible .....	143
120. Oscillateur sonore avec T double .....	144
121. Générateur de tonalité à oscillateur d'impulsions .....	145
122. Contrôleur sonore de dépannage .....	146
123. Contrôleur de dépannage de radiofréquence .....	147
124. Oscillateur sonore d'onde carrée .....	148
125. Oscillateur d'onde en dent de scie .....	149
126. Détecteur de pluie .....	150
127. Avertisseur de niveau d'eau avec ampli opérationnel .....	151
128. Détecteur de métal .....	152
129. Avertisseur de niveau d'eau .....	153
130. Indicateur de niveau d'eau à trois degrés .....	154
<b>INDEX</b> .....	155
<b>PARTS LIST</b> .....	157

46. Sélecteur de ligne TTL .....	64	78. Ampli différentiel à deux alimentations .....	99
47. Sélecteur de données TTL .....	65	79. Ampli mélangeur de tonalités .....	100
<b>VI. Le mode des circuits de logique avec transistor .....</b>	<b>66</b>	80. Amplificateur de puissance avec ampli opérationnel .....	101
48. Multivibrateur astable TTL .....	67	81. Oscillateur commandé par tension .....	102
49. Générateur de tonalité TTL .....	68	82. Avertisseur à ampli opérationnel .....	103
50. DEL clignotantes .....	69	83. Antivol .....	104
51. TTL à un coup .....	70	84. Oscillateur de balayage à commande manuelle .....	105
52. Minuterie à transistor avec TTL .....	71	85. Son de bombardement .....	106
53. DEL sonore .....	72	86. Sirène d'urgence .....	107
54. Autre DEL sonore .....	73	87. Sirène de premiers secours .....	108
55. Avertisseur bistable (1) .....	74	88. Métronome électronique .....	109
56. Avertisseur bistable (2) .....	75	89. Clignoteur à DEL avec ampli opérationnel .....	110
57. Machine sonore .....	76	90. Lampe clignotante à DEL .....	111
58. Concours des belles voix .....	77	91. Clignoteur à deux DEL .....	112
59. Coup de feu dans l'obscurité .....	78	92. Éclairage monostable .....	113
<b>VII. Application des circuits bases sur l'oscillateur .....</b>	<b>79</b>	93. Lettres à DEL .....	114
60. Oscillateur R-C variable .....	80	94. Sirène de réveil .....	115
61. Oscillateur avec retard d'arrêt .....	81	95. DEL commandée par la voix .....	116
62. Oscillateur sonore thermosensible .....	82	96. Vérificateur logique .....	117
63. Oscillateur à deux transistors à couplage direct .....	83	<b>IX. Encore plus d'aventure avec les amplificateurs opérationnels .....</b>	<b>118</b>
64. Oscillateur symétrique d'onde carrée .....	84	97. Son du courant alternatif .....	119
65. Orgue à crayon de plomb .....	85	98. Son commandé par la lumière .....	120
66. Stroboscope à DEL .....	86	99. Circuit d'alarme sonore .....	121
67. Orgue électronique .....	87	100. Minuterie de bureau .....	122
68. Oiseau matinal .....	88	101. Minuterie de cuisine .....	123
69. Générateur intermittent d'alarme .....	89	102. Porte ET à 3 entrées, avec ampli opérationnel .....	124
<b>VIII. Circuits de base d'amplificateur opérationnel .....</b>	<b>90</b>	103. Sonomètre .....	125
70. Comparateur .....	91	104. Circuit de réenclenchement d'alimentation .....	126
71. Gain CC sans inversion .....	92	105. Minuterie à retard .....	127
72. Source à courant constant .....	93	106. Doubleur de fréquence d'impulsions .....	128
73. Circuit intégrateur .....	94	107. Générateur de bruit blanc .....	129
74. Déclencheur Schmitt .....	95	108. Convertisseur CC-CC avec ampli opérationnel .....	130
75. Ampli non inverseur à deux alimentations .....	96		

# TABLE DES MATIÈRES

<b>Avant de commencer</b> .....	5	20. Fonctionnement d'un circuit à transistor .....	35
<b>Mise en place des piles</b> .....	5	21. Amplificateur de correction auditive .....	36
<b>Réalisation des branchements</b> .....	6	22. Commutation par multivibrateur d'un affichage à DEL avec diodes .....	37
<b>Composants</b> .....	7	<b>III. Circuit à affichage à DEL</b> .....	38
<b>Construction de votre premier montage</b> .....	11	23. Affichage numérique à DEL à sept segments .....	39
<b>Recherche des pannes</b> .....	12	24. Affichage de base à DEL .....	40
<b>Conseils pratiques</b> .....	12	25. Commutation à transistor d'un affichage à DEL .....	41
<b>I. Circuit son et vidéo</b> .....	13	26. Affichage à transistor, photopile CdS et affichage à DEL .....	42
1. Pivert électronique .....	14	<b>IV. Aventure à travers les circuits numériques</b> .....	43
2. Oiseau gazouilleur .....	15	27. Circuit ET DTL avec affichage à DEL .....	44
3. Chat électronique .....	16	28. Circuit OU DTL avec affichage à DEL .....	45
4. Appât sonore de poisson .....	17	29. Circuit NON ET DTL avec affichage à DEL .....	46
5. Oscillateur d'impulsions de mitrailleuse .....	18	30. Circuit OU exclusif DTL .....	47
6. Motocyclette électronique .....	19	31. Circuit NI à transistor avec affichage à DEL .....	48
7. Sirène de police à deux tonalités .....	20	32. Circuit de bascule à transistor .....	49
8. Sirène électronique .....	21	33. Déclencheur à bascule à transistor .....	50
9. Métronome électronique .....	22	<b>V. Encore plus d'aventure avec les circuits numériques</b> .....	51
10. Horloge électronique .....	23	34. Porte tampon TTL .....	52
11. Harpe électronique à commande lumineuse .....	24	35. Porte inverseuse TTL .....	53
12. Effets sonores de film d'épouvante .....	25	36. Porte ET TTL .....	54
13. Stroboscope .....	26	37. Porte OU TTL .....	55
14. Commutation rapide de l'affichage à DEL (test de persistance des images) .....	27	38. Porte OU exclusif TTL .....	56
<b>II. Semi-conducteur de base et circuits composants</b> .....	28	39. Porte NI TTL .....	57
Du changement .....	29	40. Porte ET TTL à 3 entrées .....	58
15. Générateur de haute tension à décharge de condensateur ..	30	41. Circuit de validation ET TTL .....	59
16. Condensateurs en série et en parallèle .....	31	42. Circuit de validation OU TTL .....	60
17. Résistances en série et en parallèle .....	32	43. Circuit de validation NON-ET TTL .....	61
18. Gradateur de luminosité .....	33	44. Bascule bistable TTL .....	62
19. Commutateur à transistor .....	34		

Use this device with original accessories only. Velleman nv cannot be held responsible in the event of damage or injury resulted from (incorrect) use of this device. For more info concerning this product, please visit our website [www.velleman.eu](http://www.velleman.eu). The information in this manual is subject to change without prior notice.

#### © COPYRIGHT NOTICE

**This manual is copyrighted. The copyright to this manual is owned by Velleman nv.** All worldwide rights reserved. No part of this manual may be copied, reproduced, translated or reduced to any electronic medium or otherwise without the prior written consent of the copyright holder.

Gebruik dit toestel enkel met originele accessoires. Velleman nv is niet aansprakelijk voor schade of kwetsuren bij (verkeerd) gebruik van dit toestel. Voor meer informatie over dit product, zie [www.velleman.eu](http://www.velleman.eu). De informatie in deze handleiding kan te allen tijde worden gewijzigd zonder voorafgaande kennisgeving.

#### © AUTEURSRECHT

**Velleman nv heeft het auteursrecht voor deze handleiding.** Alle wereldwijde rechten voorbehouden. Het is niet toegestaan om deze handleiding of gedeelten ervan over te nemen, te kopiëren, te vertalen, te bewerken en op te slaan op een elektronisch medium zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de rechthebbende.

N'employer cet appareil qu'avec des accessoires d'origine. SA Velleman ne sera aucunement responsable de dommages ou lésions survenus à un usage (incorrect) de cet appareil. Pour plus d'information concernant cet article, visitez notre site web [www.velleman.eu](http://www.velleman.eu). Toutes les informations présentées dans cette notice peuvent être modifiées sans notification préalable.

#### © DROITS D'AUTEUR

**SA Velleman est l'ayant droit des droits d'auteur pour cette notice.** Tous droits mondiaux réservés. Toute reproduction, traduction, copie ou diffusion, intégrale ou partielle, du contenu de cette notice par quelque procédé ou sur tout support électronique que se soit est interdite sans l'accord préalable écrit de l'ayant droit.

Utilice este aparato sólo con los accesorios originales. Velleman NV no será responsable de daños ni lesiones causados por un uso (indebido) de este aparato. Para más información sobre este producto, visite nuestra página web [www.velleman.eu](http://www.velleman.eu). Se pueden modificar las especificaciones y el contenido de este manual sin previo aviso.

#### © DERECHOS DE AUTOR

**Velleman NV dispone de los derechos de autor para este manual del usuario.** Todos los derechos mundiales reservados. Está estrictamente prohibido reproducir, traducir, copiar, editar y guardar este manual del usuario o partes de ello *sin previo permiso escrito* del derecho habiente.

Verwenden Sie dieses Gerät nur mit originellen Zubehörteilen. Velleman NV übernimmt keine Haftung für Schaden oder Verletzungen bei (falscher) Anwendung dieses Gerätes. Für mehr Informationen zu diesem Produkt, siehe [www.velleman.eu](http://www.velleman.eu). Alle Änderungen ohne vorherige Ankündigung vorbehalten.

#### © URHEBERRECHT

**Velleman NV besitzt das Urheberrecht für diese Bedienungsanleitung.** Alle weltweiten Rechte vorbehalten. Ohne vorherige schriftliche Genehmigung des Urhebers ist es nicht gestattet, diese Bedienungsanleitung ganz oder in Teilen zu reproduzieren, zu kopieren, zu übersetzen, zu bearbeiten oder zu speichern.



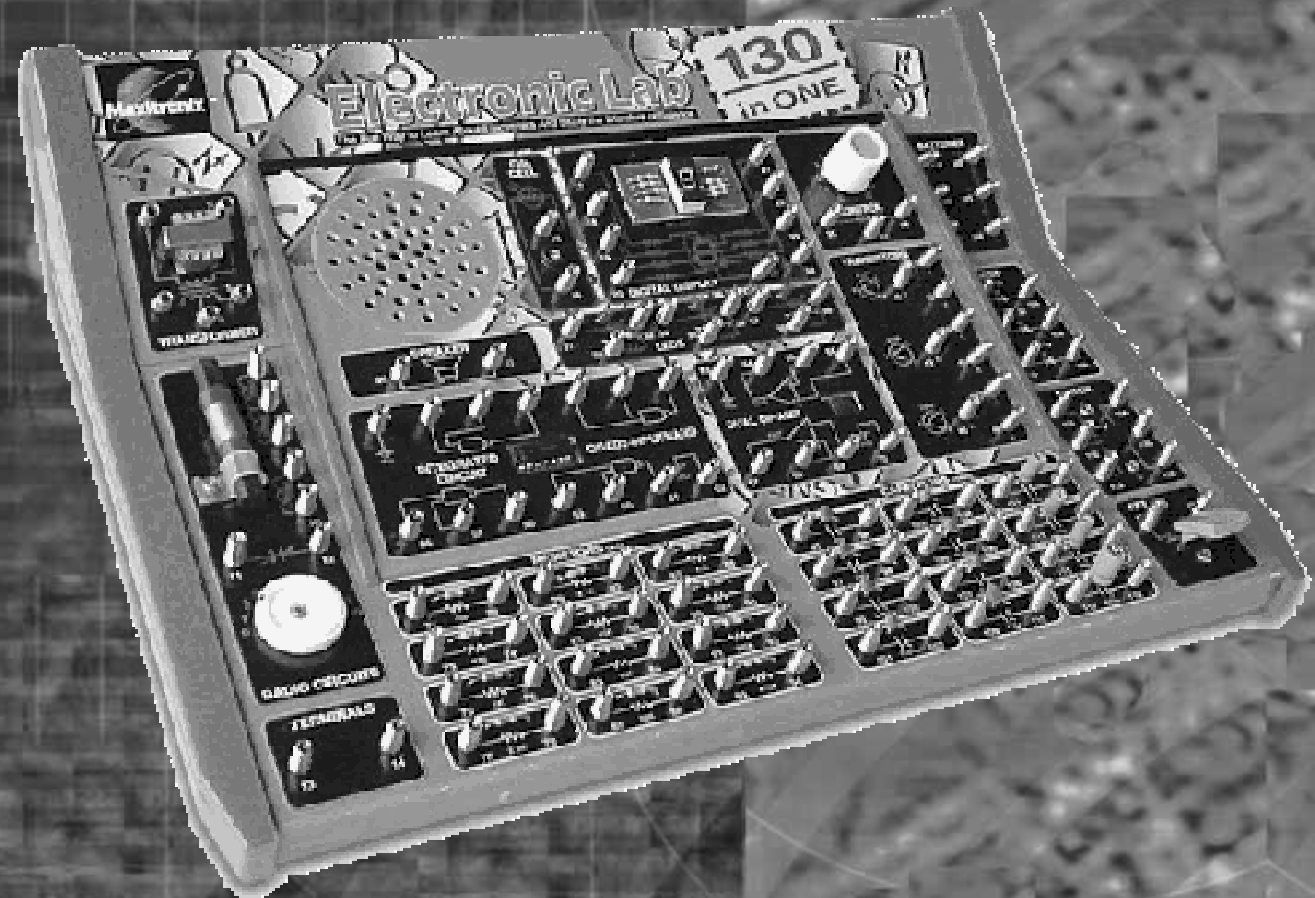


ELECTRONIC LAB

FR NOTICE D'UTILISATION

# 130 in 1

130 EXPERIENCES POUR DEVENIR UN VERITABLE EXPERT !



MANEL1301NLF