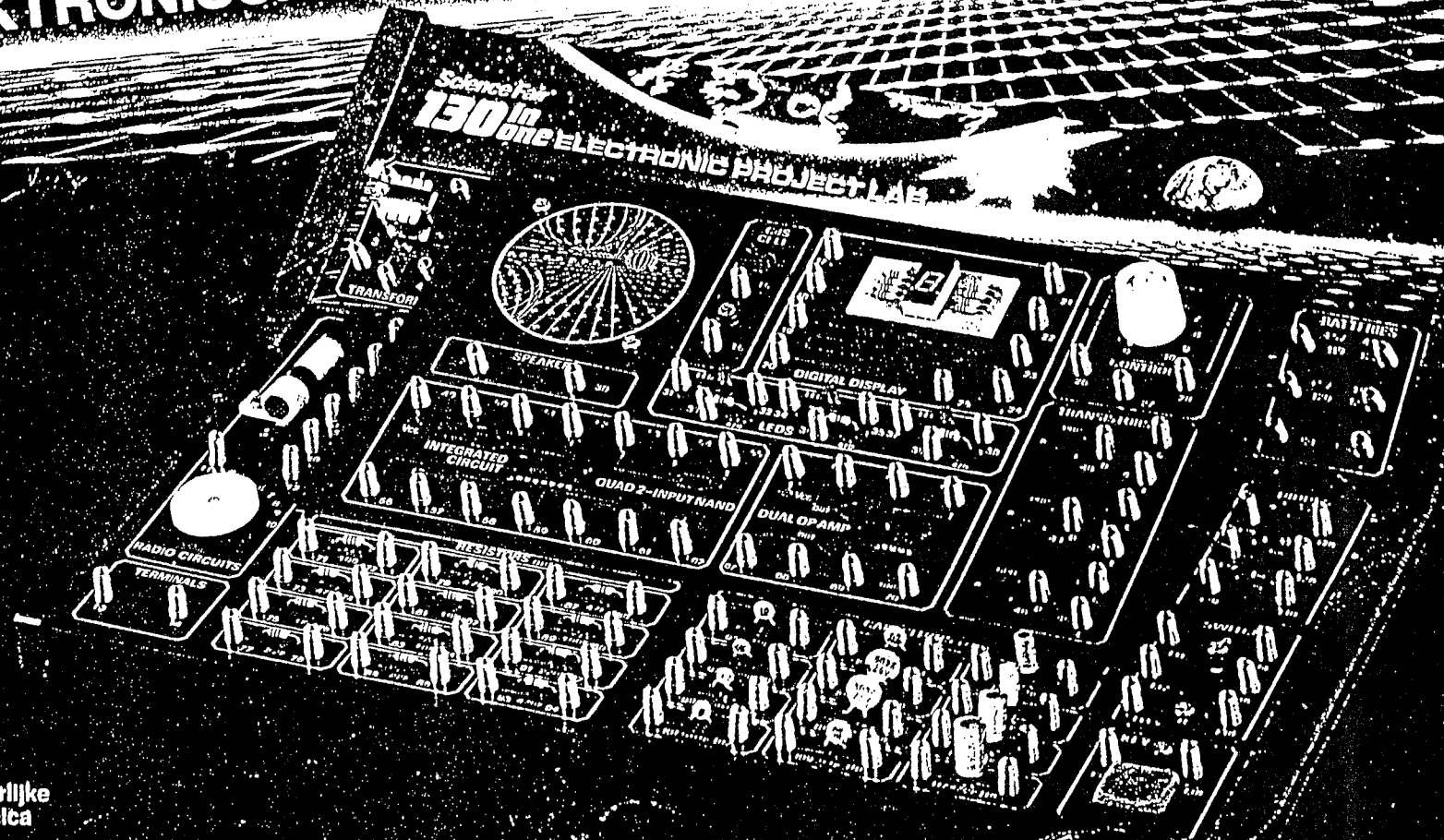


Science Fair

TEquipment
USA
An Interworld Highway, LLC Company

28-259

130-in-1 ELEKTRONISCHE BOUWPROJECTEN



Betreed de wonderbaarlijke
wereld van de elektronica

Benodigt 6-AA-batterijen
Vergoed 10 jaar

INHOUDSTABEL

	Pagina
Vooraleer echt te beginnen	6
Inleggen van de batterijen	6
Bedradingen	7
Onderdelen	11
Uw eerste project bouwen	12
Bij problemen	12
Nuttige wenken	12

I. AMUSANTE SCHAKELINGEN

1. Elektronische specht	14
2. De kwelende vogel	15
3. Elektronische kat	16
4. Sonische visverleider	17
5. Machinegeweer impulsie-oscillator	18
6. Elektronische motorfiets	19
7. Autosirene met 2 tonen	20
8. Elektronische sirene	21
9. Elektronische metronoom	22
10. Elektronische grootvadersklok	23
11. Lichtgestuurde elektronische harp	24
12. Gruwelfilm-geluidseffecten	25
13. Stroboscooplicht	26
14. Snelle LED-displaywisseling (Nawerking van het oog)	27

II. FUNDAMENTELE HALFGELEIDERS EN SAMENGESTELDE SCHAKELINGEN

Een grote grote verandering	
15. Condensatorontlading/Hoogspanningsgenerator	30
16. Condensatoren in serie en in parallel	31
17. Weerstanden in serie en in parallel	32
18. Lichtsterktevergelijker	33
19. Transistoromschakelaar	34
20. Werking van de transistorschakeling	35
21. Geluidsversterker	36
22. Flipflop multivibrator met LED-display	37

III. DIGITALE LED-DISPLAYSCHAKELINGEN

	Pagina
23. Digitale LED-displayschakeling met 7 segmenten	39
24. Fundamenteel LED-display	40
25. Transistorgestuurd schakelen van het LED-display	41
26. Transistor, CdS cel en LED-display schakeling	42

IV. EEN REISJE DOOR DIGITALE SCHAKELINGEN

27. «AND» diode-transistor logica met LED-display	44
28. «OR» diode-transistorschakeling met LED-display	45
29. «NAND» diode-transistorschakeling met LED-display	46
30. Exclusieve «OR» diode-transistorschakeling	47
31. «NOR» transistorschakeling met LED-display	48
32. Transistor flipflop schakeling	49
33. Transistor bistabiele flipflop	50

V. NOG MEER AVONTUREN MET DIGITALE SCHAKELINGEN

34. Transistor- transistor logica bufferpoort	52
35. TTL «NIET» poort	53
36. TTL AND poort	54
37. TTL OR poort	55
38. TTL exclusieve OR poort	56
39. TTL NOR poort	57
40. TTL 3-ingangen AND poort	58
41. TTL AND vrijgaveschakeling	59
42. TTL OR vrijgaveschakeling	60
43. TTL NAND vrijgaveschakeling	61
44. TTL R-S flipflop	62
45. TTL bistabiele flipflop schakeling gemaakt met NAND poort	63
46. TTL lijnselector	64
47. TTL gegevensselector	65

VI. DE WERELD VAN TRANSISTOR-TRANSISTOR LOGICA

	Pagina
48. TTL ontstabilele multivibrator	67
49. TTL toongenerator	68
50. Knipperende LED's	69
51. Een monostabiele TTL	70
52. Transistortimer met TTL	71
53. Zoemende LED	72
54. Zoon van de zoemende LED	73
55. Instellen / terugstellen zoemer (I)	74
56. Instellen / terugstellen zoemer (II)	75
57. Geluidsmachine	76
58. Grote mond	77
59. Schot in de duisternis	78

VII. OP DE OSCILLATOR GESTEUNDE TOEPASSINGSSCHAKELINGEN

	Pagina
60. Variabele R-C oscillator	80
61. Oscillator met uitschakelvertraging	81
62. Temperatuurgevoelige audio-oscillator	82
63. Twee-transistoren, direct aangesloten oscillator	83
64. Push/pull vierkante golf oscillator	84
65. Potloodgrafietorgel	85
66. LED-stroboscooplamp	86
67. Elektronisch orgel	87
68. Morgenvogel	88
69. Intermitterende alarmgenerator	89

VIII. FUNDAMENTELE REKENVERSTERERSCHAKELINGEN

	Pagina
70. Vergelijkende schakeling	91
71. Basisversterking van gelijkstroomspanning	92
72. Constante stroombron	93
73. Integrerende schakeling	94
74. Schmitt trekkerschakeling	95
75. Niet-omkeerder versterker met twee stroombronnen	96
76. Niet-element versterker met twee stroombronnen	97
77. Niet-omkeerder versterker met enkele stroombron	98
78. Verschilversterker met twee stroombronnen	99
79. Toonmengingsversterker	100
80. Vermogenversterker met gebruik van een rekenversterker	101
81. Spanninggestuurde oscillatorschakeling	102
82. Rekenversterkerzoemer	103
83. Inbrekeralarm	104
84. Handbediende tijdbasisoscillator	105
85. Geluid van inslaande bommen	106
86. Noodsirene	107
87. EHBO sirene	108
88. Elektronische metronoom	109
89. Rekenversterker-knipperlicht	110
90. LED-knipperlicht	111
91. Dubbele LED-knipperlicht	112
92. Eén triggerimpulsiegestuurd licht	113
93. LED-initialen	114
94. Weksirene	115
95. Spraakgestuurde LED	116
96. Logisch testapparaat	117

IX. NOG MEER AVONTUREN MET REKENVERSTERKERS

	Pagina
97. Wisselstroomgeluid	119
98. Lichtgestuurde geluidsschakeling	120
99. Geluidsalarmschakeling	121
100. Tijdschakelaar	122
101. Keuken-Tijdschakelaar	123
102. Drie-ingangen AND poort met gebruik van een rekenversterker	124
103. Stemmiveau-meter	125
104. Terugstelschakeling met ingeschakelde stroom	126
105. Timer met vertraging	127
106. Impulsiefrequentie-vertweevoudiger	128
107. Witte ruis generator	129
108. DC-DC omzetter met rekenversterker	130

XX. COMMUNICATIESCHAKELINGEN

109. Oscillator met toonregeling voor codegebruik	132
110. Kristalradio (radio met enkele diode)	133
111. Twee transistoren radio	134
112. Draadloze codezender	135
113. MG radiostation	136
114. Rekenversterkerradio	137

XI. TEST- EN MEETSCHAKELINGEN

115. Auditief continuïteitstestapparaat	139
116. Geleidbaarheidstestapparaat	140
117. Transistor-testapparaat	141
118. Geluidssignaaloscillator met sinusgolf	142
119. Sinusgolf-oscillator met lage vervorming	143
120. Dubbele-T geluidssignaaloscillator	144
121. Toongenerator met impulsie-oscillator	145
122. Geluidssignaalopsporing	146
123. Radiofrequentiesignaalopsporing	147
124. Geluidssignaaloscillator met vierkantgolf	148
125. Zaagtandgolfoscillator	149
126. Regendetector	150
127. Waterniveauzoemer met rekenversterker	151
128. Metaaldetector	152
129. Waterniveau-alarm	153
130. Drietraps-waterpeilindicator	154

ONDERDELENLIJST

Voor we beginnen

Deze 130-in-1 elektronische projecten bouwdoos is wellicht uw eerste diepere kennismaking met de opwindende wereld van de elektriciteit en de elektronica. Wij hopen echter dat u het hierbij niet zult laten.

Zoals u met zekerheid reeds weet speelt de elektronica in onze huidige wereld een steeds groter wordende rol en deze bouwdoos zal u de gelegenheid geven op spelende wijze te experimenteren, te leren en u te amuseren met iets dat u wellicht zal leiden tot een toekomstrijke carrière.

In deze handleiding worden 130 verschillende experimenten nader beschreven terwijl u met uitzondering van de nodige batterijen in uw bouwdoos alles vindt wat nodig is om de projecten tot een goed einde te brengen.

Bij het doorlezen van deze handleiding en het bouwen van de projecten kunt u vaststellen dat we de experimenten in een logische opeenvolging gerangschikt hebben, beginnend met heel eenvoudige schakelingen om te eindigen met heel wat meer ingewikkelde projecten.

Alhoewel u niet verplicht bent de verschillende projecten in de door ons gegeven volgorde te bouwen zult u merken dat dit misschien toch de beste methode is daar u iedere keer iets meer begrijpt dat u dan in de volgende projecten gemakkelijker kunt aanwenden.

Terwijl we verder gaan geven wij ons niet alleen de nodige moeite opdat u zou begrijpen hoe alles in elkaar zit maar proberen wij eveneens u sommige ideeën te geven voor bijkomende experimenten ... en nog meer plezier.

Zelfs wanneer u tot nog toe geen enkele elektronische schakeling (apparaat dat een elektrische stroom door specifieke kanalen stuurt) gebouwd hebt, zult u zonder veel moeite in staat zijn alle opgenomen projecten tot een goed einde te brengen.

De bedrading is eenvoudig wegen de "breadboard" (proefbord) bouw van uw bouwdoos. Iedere component (elektronisch onderdeel) is bevestigd en duidelijk gemerkt op uw proefbord.

U kunt alle projecten bouwen zonder solderen daar alle onderdelen met veerklemmen aangesloten kunnen worden. Bij ieder project vindt u een bedradingsschema zodat u alleen de nodige bedradingen moet leggen tussen de verschillende veerklemmen die in dit schema vermeld worden. U beschikt hiervoor over voldoende op lengte gesneden en geïsoleerde draden. Alle projecten worden gevoed door batterijen met lage spanning zodat alle gevaar die kan bestaan bij het gebruik van wisselstroomspanning hierdoor vermeden wordt.

Eenvoudige en klare instructies zullen u helpen ieder project nauwkeurig te begrijpen. Een diagram wordt bij verdere projecten gegeven. Een diagram is een elektronische blauwdruk dat u de verschillende met elkaar verbonden componenten toont.

Iedere component heeft z'n eigen symbool dat telkens ernaast op uw proefbord afgedrukt staat.

Bij het doorlopen van de verschillende experimenten zult u vaststellen dat er heel wat gelijkenis bestaat tussen de schakelingen. Dit is heel natuurlijk daar zelfs de meest ingewikkelde schakelingen bestaan uit een combinatie van heel eenvoudige schakelingen.

Bijna aan het einde van deze handleiding vindt u een index waarin de experimenten vermeld worden en waarin u eenzelfde project op meer dan een plaats (of categorie) terugvindt.

U zult opmerken dat wij het dikwijls hebben over een volt/ohm-meter (afgekort als VOM) voor het uitvoeren van metingen. Een VOM of multimeter is een apparaat voor het meten van spanning, stroom (ampère of A) en weerstand (ohm of Ω) - daarover hebben we het later nog wel. Wanneer u elektronische schakelingen beter wilt begrijpen is het wel nodig dat u waarden ervan kunt meten.

Wanneer u ook kunt meten waarover u het hebt en dit in getallen (waarden) kunt uitdrukken, weet u er heel wat meer over. Alles begint immers met een weinig kennis om te eindigen met een gevorderde wetenschappelijke vorming.

Wij raden u aan weer eens in uw winkel binnen te springen en een deel van uw spaarcenten te besteden aan de aankoop van een VOM met een gevoeligheid van 20.000 ohm/volt of meer. Ohm/volt is een gevoeligheids-waarde van een VOM (hoe hoger deze waarde, hoe groter de gevoeligheid).

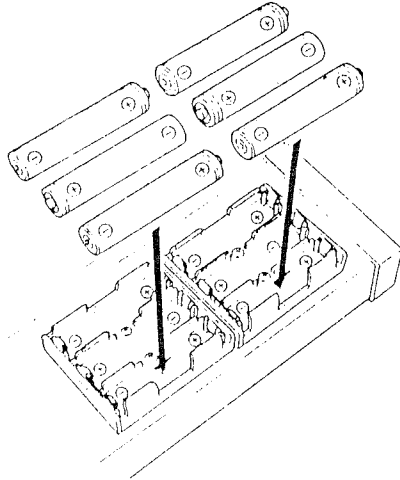
U hebt geen VOM nodig voor het bouwen van de projecten maar hij zal u wel helpen om de werking van een schakeling beter te begrijpen - een VOM is een fundamenteel testapparaat en een uitstekende investering - u hebt er altijd een nodig wanneer u geïnteresseerd bent in elektriciteit en elektronica.

Wij zijn echt tevreden met de door ons ontworpen elektronische lab. U zult er heel wat plezier aan beleven zonder te vergeten dat u al "spelend" heel wat zult leren.

Inleggen van de batterijen

Voor uw bouwdoos hebt u zes AA batterijen nodig.

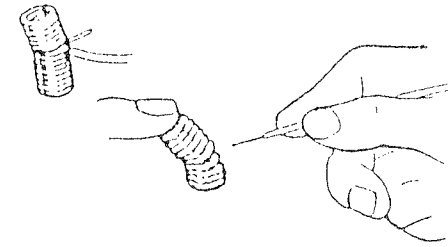
Leg de batterijen in het daartoe bestemde vakje aan de onderkant van uw bouwdoos. Let er op de juiste polariteit te respecteren die aangeduid is met (+) en (—) binnenin het batterijvak. Het (+) uiteinde van de batterij is dit met het kleine metalen uitsteeksel.



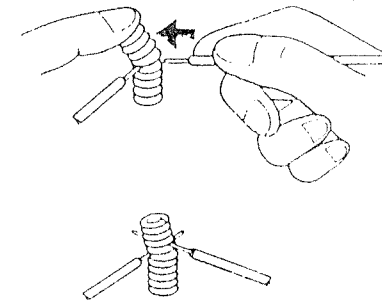
Opmerking: Wanneer u uw bouwdoos niet gebruikt is het best de batterijen uit te nemen. Laat ook nooit zwakke of uitgeputte batterijen in uw bouwdoos zitten. Ze kunnen lekken (ook de zgn. "lekvrije" soorten) en de bouwdoos beschadigen.

Bedradingen maken

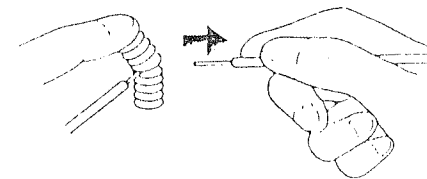
De veerklemmen en de op lengte gesneden draden maken de voor de verschillende projecten nodige bedradingen tot een kinderspel. Om een draad op een veerklem aan te sluiten, buig de laatste naar een kant en steek de draad in de daardoor aan de andere kant gevormde opening.



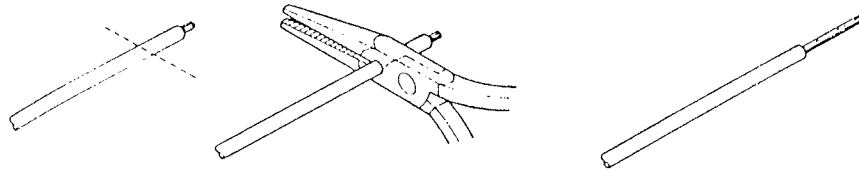
Soms moet u twee of zelfs drie draden op een en dezelfde veerklem aansluiten zodat u moet opletten dat de vorige draad niet losraakt bij het aansluiten van de volgende. De beste manier is de veerklem te buigen in de richting waar reeds een draad vastgeklemd zit en de volgende draad in de daarlegenvoerliggende opening te steken.



Overtuig u telkens ervan dat u allen het ontholte gedeelte van de draad in de veerklem steekt en niet het geïsoleerde gedeelte, anders bekomt u geen elektrisch contact. Om nadien de verbinding te verbreken, buig de veerklem in de aan de draad tegenovergestelde richting en trek de draad uit.



Na veelvoudig gebruik kan het niet geïsoleerde uiteinde van een draad afbreken. Wanneer dit gebeurt, verwijder 1 cm isolatie aan het afgebroken uiteinde en verstrengel de vrijgekomen draadjes. Gebruik een pennemes of een striptang om de isolatie te verwijderen.



Componenten

De meeste elektronische onderdelen van uw bouwdoos zijn bevestigd op het grondpaneel met telkens het symbool ernaast. De overige onderdelen zijn opgeborgen in een plastic zakje.

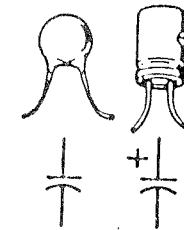
Uw bouwdoos bevat meer dan 30 verschillende onderdelen. Wanneer dit uw eerste kennismaking met elektronica is weet u wellicht nog het verschil niet tussen een weerstand en een transistor. Maak u echter niet ongerust... de bedoeling van elk onderdeel wordt u hierna duidelijk uitgelegd zodat u begrijpt wat elk onderdeel doet terwijl u naarmate u de projecten bouwt steeds een beter inzicht zult krijgen.

Achteraan vindt u een onderdelenlijst zodat u de verschillende componenten die u in uw bouwdoos vindt met deze lijst kunt vergelijken.

Weerstanden: In uw bouwdoos zitten 23 weerstanden (acht ervan zijn permanent met de LED verbonden). Weerstanden (het woord is wel duidelijk) weerstaan aan de elektrische stroom. Ze zijn belangrijk voor het bekomen van de gewenste spanning die aan andere onderdelen moet toegevoerd worden. De weerstand wordt uitgedrukt in ohm. Een weerstand van slechts een paar ohm betekent dat de weerstand slechts weinig weerstaat aan de elektrische stroom. Heel dikwijls gebruiken elektronische schakelingen hoge weerstanden. De waarden van deze weerstanden worden afgekort met de letter K of M om respectievelijk 1.000 of 1.000.000 ohm te duiden. Zo heeft een weerstand van 470 K een waarde van 470.000 ohm.



Condensatoren: In uw bouwdoos zitten verder 12 vastgehechte condensatoren. Condensatoren spelen een grote rol in elektronische schakelingen. Ze kunnen bijvoorbeeld wisselstroomsignalen doorlaten en ondertussen gelijkstroomsignalen blokkeren. Verder kunnen ze elektriciteit opslaan of als filters werken voor een gelijkmatige uitgang van impulsiesignalen. Zeer kleine condensatoren worden veelal gebruikt in hoogfrequente toepassingen zoals radio's, zenders en oscillatoren terwijl grotere condensatoren hun toepassing vinden als opslagplaatsen voor elektriciteit of als filters.



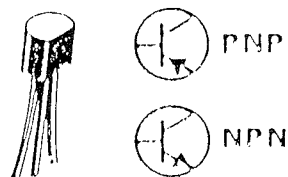
De capacitantie (elektrische opslagcapaciteit) van een condensator wordt uitgedrukt in "farad". De farad is voor een condensator wat een liter is voor een lege emmer. Ze geeft aan hoeveel van iets een voorwerp kan inhouden. De farad is een uiterst grote hoeveelheid elektriciteit zodat de waarde van de meeste condensatoren uitgedrukt wordt in miljoenen van een farad of microfarads.

Belangrijke opmerking: de vier grootste condensatoren zijn van een speciaal type. U kunt ze slechts op een enkele manier in de circuits inschakelen. De (+) en (-) draden moeten altijd met de juiste veerklemmen (en niet andersom) verbonden worden (wij trekken er later wel opnieuw uw aandacht op) terwijl u de overige condensatoren op eender welke manier kunt aansluiten.

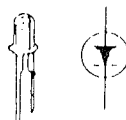
Dioden: In uw bouwdoos bevinden zich drie dioden. Ook deze onderdelen vinden heel wat toepassingen in de elektronica en hebben één specifieke eigenschap - ze laten de elektriciteit slechts in één enkele richting door. Dioden vindt men in heel wat schakelingen: radio's, schakelaars, enz. In uw bouwdoos vindt u één siliciumdiode (gemarkt met Si) en twee germaniumdioden (gemarkt met Ge) die elk hun eigen toepassingsgebied hebben zoals u nadien zult kunnen zien.



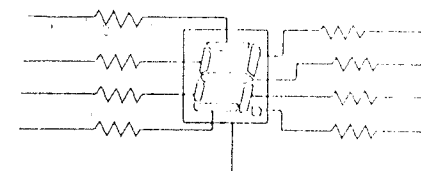
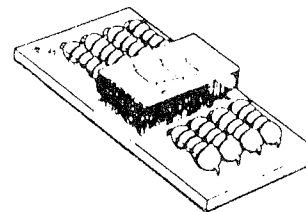
Transistoren: Ook drie transistoren maken deel uit van uw bouwdoos. Het "werkende" gedeelte van elke transistor is een dunne "chip" (gemaakt uit germanium of uit silicium). Iedere transistor heeft drie aansluitingspunten: B(basis), C(collector) en E(emissor). Transistoren worden gebruikt om zwakke signalen te versterken en eveneens als schakelaars om andere componenten aan en uit te schakelen en als oscillatoren om signalen in impulsen te doen vloeien.



LED's (lichtgevende dioden): Deze wel kleine onderdelen zijn dioden van een speciale soort die licht uitstralen wanneer er elektriciteit doorheen vloeit (stroom kan slechts in een enkele richting doorstromen zoals dit ook bij gewone dioden het geval is). Ze worden als indicatoren aangewend in heel wat verschillende schakelingen.

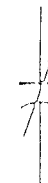
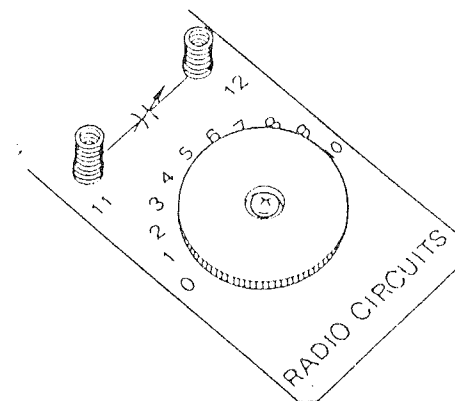


Digitaal LED display: Wellicht het interessantste onderdeel. Om h display te vormen werden de LED's zodanig gerangschikt dat ze alle cijfe en de meeste letters kunnen uitbeelden; een verdere LED werd toegevoeg voor het uitbeelden van de decimale punt. Het LED display werd gemonteerd op een klein bordje met permane eraan bevestigde weerstanden (om een doorbranden van het display vermijden bij overdreven stroomtoevoer). U zult heel wat gelegenheden hebben om met dit onderdeel te experimenteren.

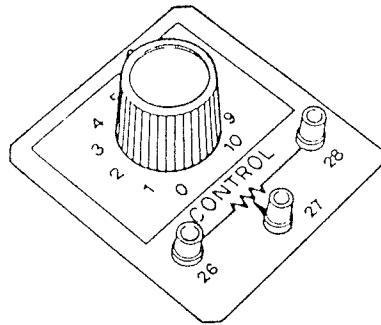


Afstemcondensator: Wordt gebruikt voor het kiezen van radiofrequentie samen met de antenne. Wanneer u de knop draait wijzigt u de capacitant waardoor de frequentie waarop deze circuits het best werken verandert wordt.

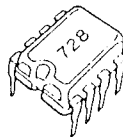
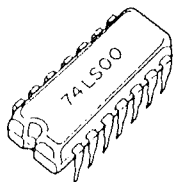
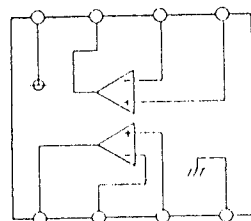
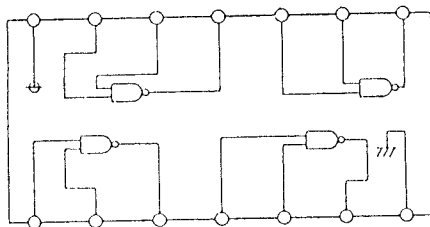
De afstemcondensator laat slechts één frequentie door en blokkeert a anderen.



Regelknop: Vele elektronische schakelingen hebben een regelbare condensator nodig en dit is juist de functie van deze regelknop. U kunt de knop als dimmer (lichtintensiteitsregelaar) gebruiken terwijl u in andere schakelingen de mogelijkheid hebt de weerstand gemakkelijk en snel te wijzigen.



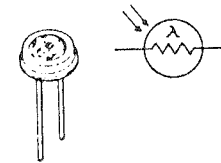
Geïntegreerde schakeling (IC): Zoals u waarschijnlijk wel zult weten was na de uitvinding van de transistor in het midden van de veertiger jaren de volgende doorbraak betekende uitvinding de geïntegreerde schakeling in het begin van de zestiger jaren. Het grote voordeel van de IC's bestaat erin dat honderden of zelfs duizenden van transistoren, dioden en weerstanden in een miniem pakket kunnen bijeengevat worden.



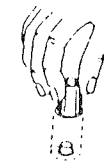
In uw bouwdoos worden twee types geïntegreerde schakelingen gebruikt: de quad 2-input NAND gate en de duale rekenversterker. Later leert u hierover wel meer.

In sommige computers worden IC's gebruikt die een capaciteit hebben die meerdere duizend keer groter is dan deze van de hier gebruikte IC's. Nochtans zullen uw IC's u genoeg leren om de meer geavanceerde exemplaren te begrijpen.

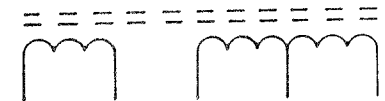
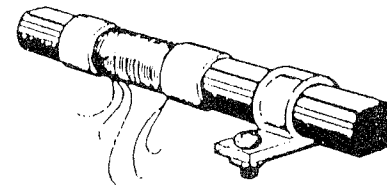
Cadmiumsulfide-cel (CdS): Een speciaal onderdeel dat u als automatische regelaar kunt gebruiken. Het gaat om een halfgeleider: geleidt elektriciteit maar weerstaat er gedeeltelijk aan. De weerstand van dit object verandert naar gelang de hoeveelheid licht die er op valt. (Kan vergeleken worden met de regelaar hiervoor: om de weerstand van de regelaar te veranderen moet u de knop draaien terwijl u om de weerstand van de CdS cel te veranderen meer of minder licht op de voorkant ervan laat schijnen.)



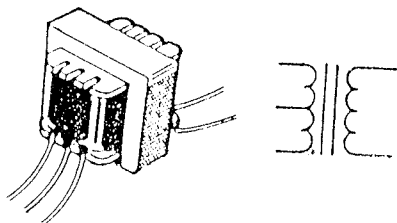
OPMERKING: We hebben in uw bouwdoos een lichtafschermers voor de CdS cel gevoegd. Wanneer u die over de cel plaatst wordt die volledig verduisterd. U zult deze afschermers in heel wat projecten kunnen gebruiken.



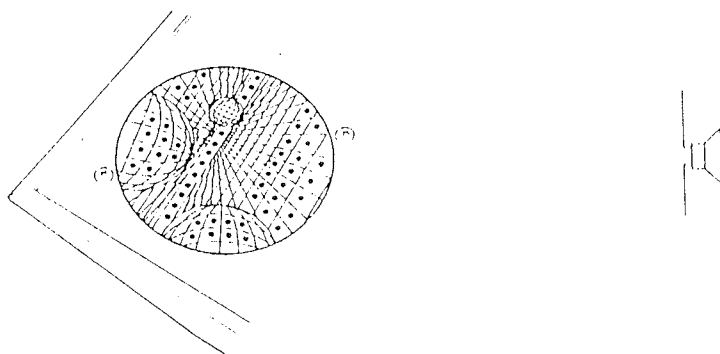
Antenne: De radio-antenne is het cilindervormige met een spoel fijne draad onwonden onderdeel. De donkergekleurde staaf bestaat meestal uit poederijzer. Ferrietkernen (staven bestaande uit poederijzer en andere oxiden) zijn efficiënte antennes voor nagenoeg alle transistorradio's.



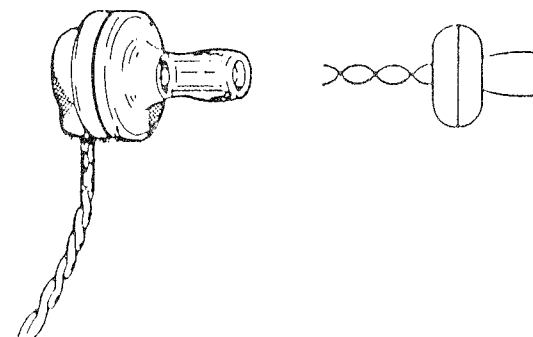
Transformator: Een transformator heeft een heel belangrijke taak te vervullen - elektronische schakelingen helpen "op te schieten" met elkaar. Hij helpt schakelingen "overeen te komen" opdat ze goed zouden samenwerken. Een transformator brengt elektrische stroom die in deel van een schakeling vloeit over naar een ander deel. Later vertellen wij meer over transformatoren zodra we aan de eigenlijke projecten toe zijn.



Luidspreker: Bij radioschakelingen en schakelingen voor speciale geluidseffecten moet u de luidspreker (of oortelefoon) aansluiten om de geluiden/signalen te horen.

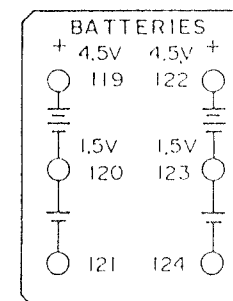


In de plastic zak vindt u deze oortelefoon - kan met de luidspreker vergeleken worden maar heeft een grotere gevoeligheid (en is verplaatsbaar). Het is een efficiënte, zeer lichte oortelefoon die slechts heel weinig elektrische stroom verbruikt. Voor zwakke signalen is het best de oortelefoon aan te sluiten, voor sterkere geluiden kunt u gebruik maken van de ingebouwde luidspreker.



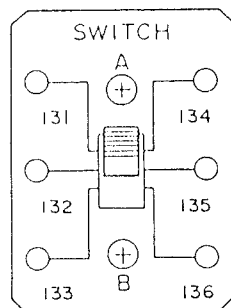
Batterijen: De batterijhouder kan zes AA batterijen bevatten. Deze batterijen zorgen voor de nodige stroom voor alle experimenten. Wanneer u draden met de batterijen verbindt moet u er op letten alleen de aangeduide aansluitklemmen te gebruiken.

De klemmen 119 en 120 geven 3 volt, de klemmen 119 en 121 echter 4,5V. Vergeet niet dat een te grote spanning (u kunt gaan tot 6 batterijen van 1,5V = 9V) sommige onderdelen kan beschadigen (verbranden).

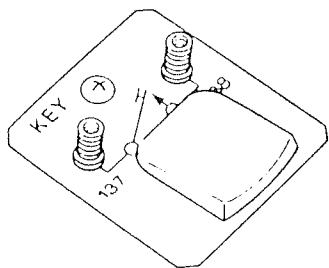


Waarschuwing: Wanneer u draden op de batterijen aansluit moet u letten op de juiste polariteit (+) en (-). Sommige onderdelen kunnen onherstelbaar beschadigd worden wanneer u de polariteit omkeert.

Schakelaar: Wat een schakelaar is weet u natuurlijk wel - die dient om elektrische schakelingen aan en uit te schakelen. Wanneer u de schakelaar in de juiste stand plaatst wordt de schakeling vervolledigd zodat de elektriciteit vrij kan doorstromen. In een andere stand van de schakelaar wordt de door de elektrische stroom te volgen weg onderbroken. De door ons gebruikte schakelaar is een tweepolige tweewegschakelaar wat betekent dat de schakelaar een paar aansluitingen kan verbinden met een ander paar aansluitklemmen. Hoe dit alles juist gebeurt zult u later wel meer van nabij zien.

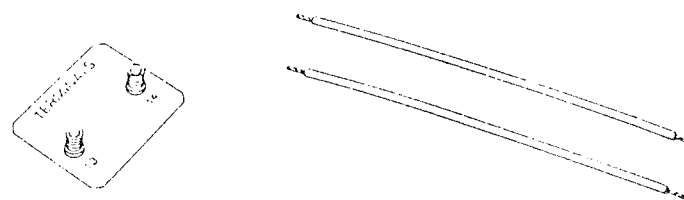


Sleutel: Is eigenlijk een doodgewone schakelaar - druk op de sleutel en er kan stroom doorheen de schakelaar vloeien, laat hem los en de door de elektriciteit te doorlopen weg wordt onderbroken. U zult de sleutel in heel wat experimenten nodig hebben voornamelijk in de communicatieschakelingen (om morse te sturen bijvoorbeeld.)



Aansluitklemmen: U zult in sommige projecten de twee aansluitklemmen, (13 en 14) nodig hebben om externe apparatuur aan te sluiten zoals een oortelefoon, een antenne, een aardingsdraad, speciale sensorschakelingen en zo meer.

Draden: Hebt u nodig om aansluitklemmen met elkander te verbinden.



Uw eerste project bouwen

Bij ieder project wordt een eenvoudige bedradingsopvolging gegeven. U moet de aansluitklemmen met draden met een aangepaste lengte verbinden, steeds een draad met de kortstmogelijke lengte. De opvolging is verdeeld in groepen gescheiden door een komma. Maak de bedradingen per groep.

Hier krijgt u een voorbeeld:

In project 1 krijgt u de volgende bedradingsopvolging:

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.

Verbind de klemmen 1 en 29 met een draad en leg een volgende draad tussen de klemmen 2 en 30, een derde tussen 3 en 104 en een volgende tussen 104 en 106. Ga verder tot alle bedradingen die in de opvolging gegeven worden gemaakt zijn.

Waarschuwing: In iedere bedradingsopvolging hebben wij vrijwillig een belangrijke stroomaansluiting als laatste verbinding gehouden. Het is wel belangrijk dat u deze aansluiting als LAATSTE maakt. Wanneer u bij sommige schakelingen aansluitingen maakt vóór andere kan een transistor of een ander onderdeel beschadigd worden. Volg dus altijd de bedradingsopvolging heel nauwkeurig.

Bij problemen

Wanneer u ieder project bouwt volgens de gegeven bedradingsopvolging zult u geen moeite hebben het experiment tot een goed einde te brengen.

Krijgt u op een zeker ogenblik toch te maken met een probleem zult u dit heel waarschijnlijk kunnen oplossen door middel van de hieronderstaande methode. De opgesomde stappen zijn dezelfde als die genomen door elektronica-specialisten en technici die een complexe elektronische uitrusting moeten herstellen.

1. Zijn de batterijen nog voldoende geladen? Misschien zijn ze wel te zwak om het project te doen werken.
2. Is het project wel op de juiste manier bedraad? Controleer alle bedradingen en laat dit eventueel door iemand anders doen, een tweede paar ogen zien soms beter wat u overzien hebt.
3. Hoe staat het met het opvolgen van het diagram en de uitleg van de schakeling? Wanneer uw kennis vermeerderd en u de elektronische schakelingen steeds beter begrijpt moet u in staat zijn sommige problemen op te lossen door alleen het diagram te volgen en de bijbehorende beschrijving aandachtig te lezen.
4. Maak de nodige spannings- en stroommetingen met uw VOM - u zult al spoedig vaststellen hoe handig zo'n meetinstrument is.

Nuttige wenken

Houd een aantekenboekje bij

Spelend met deze nieuwe bouwdoos zult u snel heel wat leren over elektronica en wat u in de eerste projecten ontdekt zal u goed te pas komen bij latere experimenten. Wij raden u ten zeerste aan een aantekenboekje bij te houden waarin u uw nieuw verworven kennis en ontdekkingen noteert. Dit hoeft er niet als een schoolschrift uit te zien maar kan beter gelijken op een soort dagboek dat u met plezier zult doorbladeren eens u klaar bent met de 130 experimenten.

Noteer de gemaakte bedradingen.

Wanneer u de bedradingen van een project maakt (vnl. deze met talrijke aansluitingen) kan het wel nuttig zijn bij elke gemaakte aansluiting het nummer van de klem te noteren zodat u steeds weet op welk punt u aangekomen bent. Streep het nummer van de klem in de opeenvolging lichtjes door met een potlood zodat u het merkteken nadien gemakkelijk kunt verwijderen en later hetzelfde project opnieuw kunt bouwen.

Verzamel verdere elektronische onderdelen

Het is geen slecht gedacht om andere elektronische onderdelen die u vindt of in uw winkel kunt kopen te verzamelen om uw eigen elektronische schakelingen te bouwen eventueel in een ander kastje of doos.

Een paar beschouwingen als slot

Wees helemaal niet bang om met de schakelingen uit uw bouwdoos te experimenteren, onderdelen te verwisselen en nieuwe aansluitingen te maken.

Het is niet omdat wij 130 projecten voor u hebben voorbereid dat u er geen verdere zelf kunt creëren. Vergeet niet uw "eigen" experimenten in uw aantekenboekje te noteren.

Wij hopen dat uw 130-in-1 bouwdoos de start zal zijn van iets dat u steeds zal blijven bloeien en stimuleren. Elektronica neemt steeds een grotere plaats in een misschien wordt voor u het "spel" van vandaag een beloftevolle carrière.

Genoeg gebabbeld nu... laat ons samen onze ontdekkingen verder zetten!

I. AMUSANTE SCHAKELINGEN

1. Elektronische specht

Hebt u ooit een roodkopspecht horen kwetteren? Hier is er een elektronische vogel die een daarop gelijkend geluid voortbrengt en indien er een dergelijke echte vogel in de nabijheid rondvliegt, komt die misschien wel een bezoekje aan z'n soortgenoot brengen.

Dit is een nogal eenvoudige schakeling. Volg de bedradingsopeenvolging en het schema die u hiernaast vindt. Maak alle bedradingen en amuseer u.

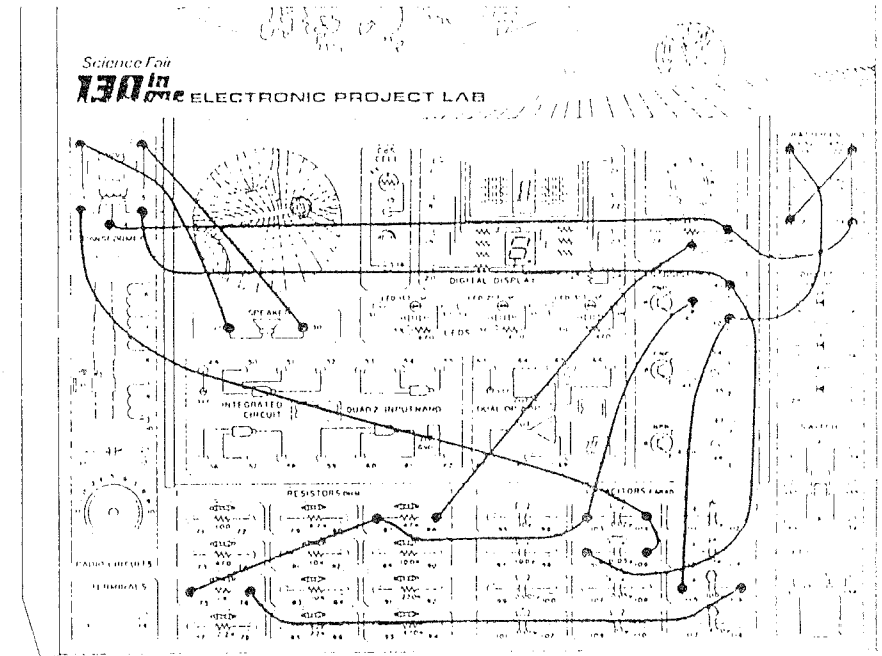
De basisschakeling die wij u tonen heeft noch schakelaar, noch sleutel maar u kunt een ervan zonder moeite inbouwen. Vervang daartoe alleen de bedrading 124-28 door de bedradingen 124-137 en 138-28 om de sleutel aan te sluiten. Voor de schakelaar moet u de aansluiting 124-28 vervangen door de aansluitingen 124-131 en 132-28. Wanneer u op de sleutel drukt of de schakelaar verschuift wordt de weg voor de elektrische stroom geopend en hoort u de specht. De schakelaar maakt een besturing van de schakeling gemakkelijker wanneer u de bouwdoos in het bos plaatst om ermee vogels aan te lokken.

Probeer verschillende combinaties van weerstand en capacitantie in de plaats van de 1 K weerstand en de 100 μF condensator. Om de 100 μF door een 470 μF te vervangen, verbreek de verbinding van de draad met de veerklem 116 en verbind de draad met de veerklem 118. Verander vervolgens de draadaansluiting met de veerklem 115 in een aansluiting met de 117. Nu hoort u uw "specht" meer sjirpen als een krekel ofwel het gegrom van een beer!

U kunt eveneens de 3 V stroomtoevoer proberen (V is de afkorting voor volt, de eenheid voor het meten van elektrische energie of spanning). Maak de draad los uit de klem 119 en sluit die aan op de klem 123. Nu zingt de vogel zoals een mus.

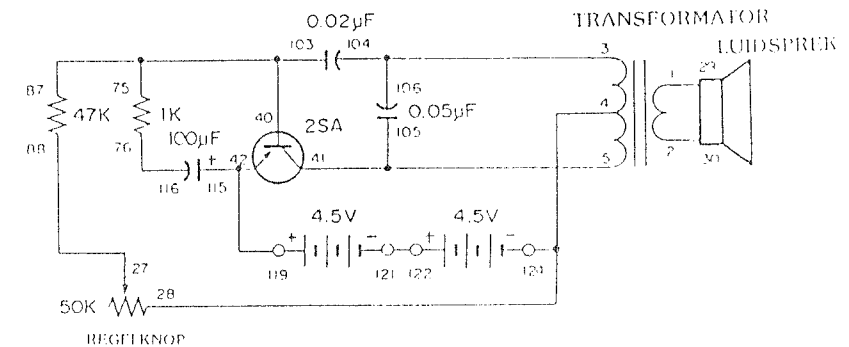
Bij dit project kunt u bijna alles verwisselen zonder gevaar voor beschadiging. Pas er alleen voor op de 47 K weerstand niet door een weerstand van minder dan 10 K te vervangen anders kan de transistor beschadigd worden.

Wij raden u aan uw bevindingen te noteren - specialisten leggen hun ideeën voor nieuwe schakelingen vast wat ook voor u best tot een gewoonte kan worden.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.



De kwelende vogel

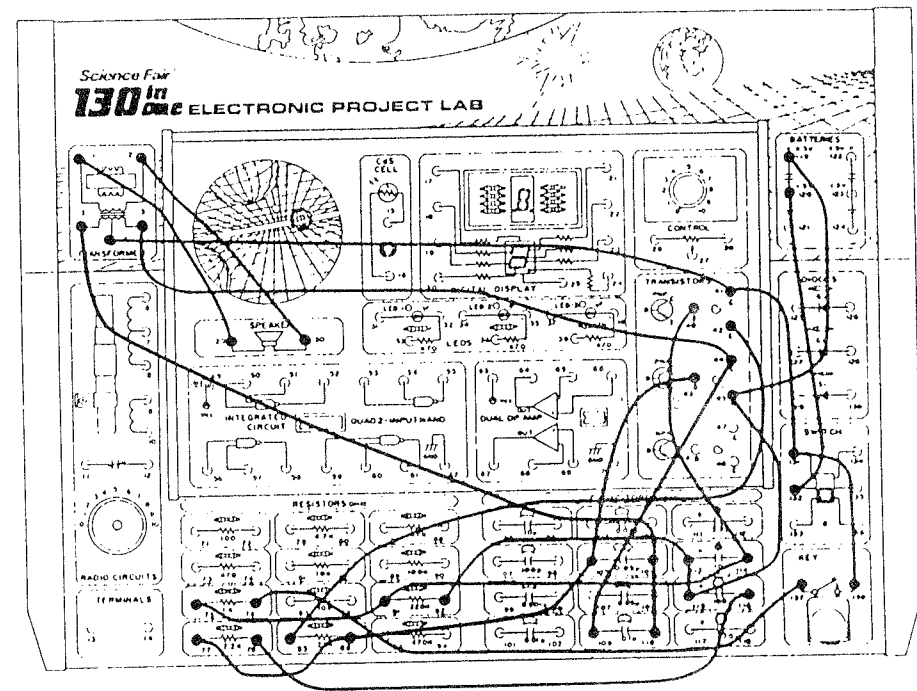
Er is een andere schakeling die een van onze gevederde vriendjes moet... u zou kunnen zeggen dat hier de spotvogel nageaapt wordt.

Volledig de schakeling zoals afgebeeld en schuif de schakelaar in de stand om de stroom aan te schakelen. U hoort geen enkel geluid maar wanneer u op de sleutel drukt hoort u een gekweel uit de luidspreker. Laat de sleutel los... nog hoort u de vogel zingen maar spoedig verlaagt het gezang om totaal te houden. U merkt op dat wanneer de sleutel losgelaten wordt de eerste transistor "Q1" van de batterij afgesneden wordt terwijl de tweede transistor "Q2" nog steeds verder "zingt" tot de transistor "Q1" dit beëindigt langs z'n basis.

Probeer met een andere condensator i.p.v. van de $10\ \mu\text{F}$ en de $100\ \mu\text{F}$ en verander. Deze condensatoren regelen de hoeveelheid elektriciteit die de transistoren bereikt via aansluitingen op de transistorbasissen.

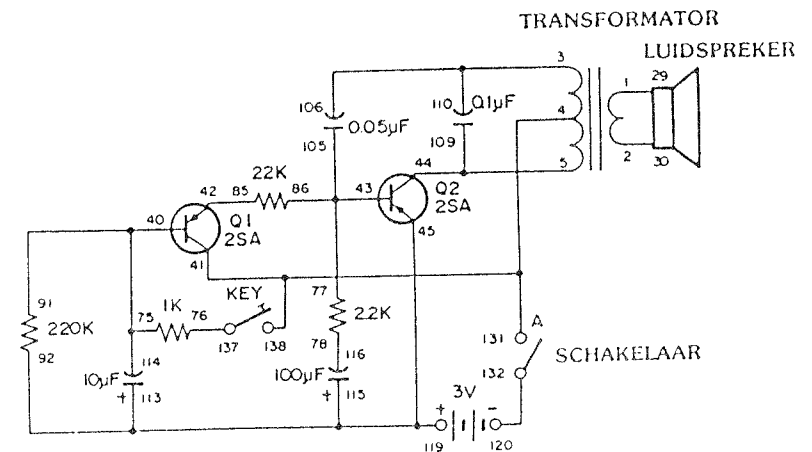
Vergeet niet uw bevindingen te noteren.

Nota's



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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

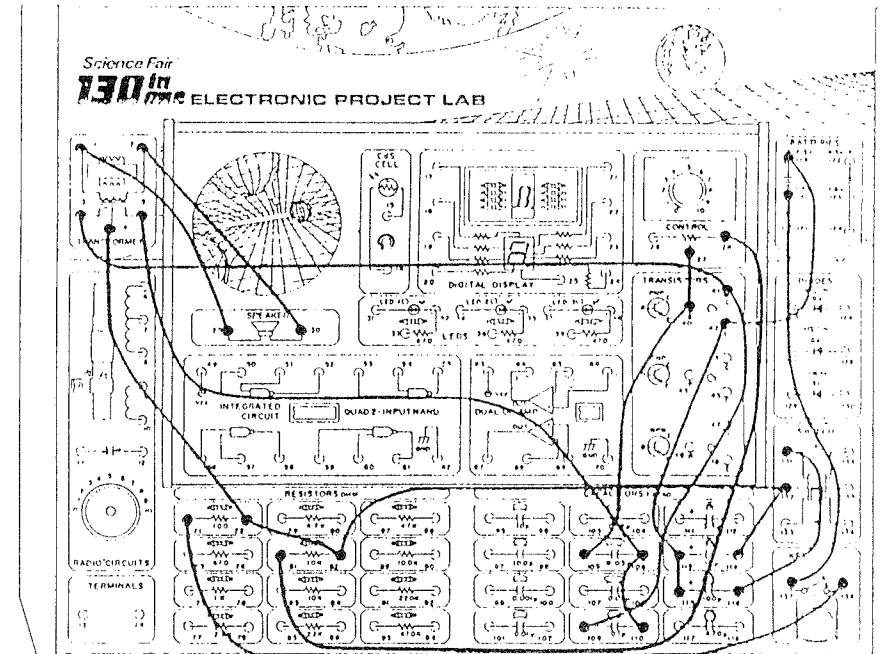
Geplaagd door muizen? Hebt u geen muizeval bij de hand? Probeer dit project en zie of u die vervelende beestjes niet kunt verjagen.

Volg de bedradingsvolgorde en de tekening en start het experiment door de schakelaar op B te plaatsen. Druk kort op de sleutel en een "gemiau" van een poes komt uit de luidspreker. Stel de regelknop in terwijl het gemiau uitsterft... welke uitwerking op de schakeling stelt u vast? Zet de schakelaar op A en probeer opnieuw. Het geluid is lager en duurt langer alsof de kat bedelt om een schoteltje melk.

U kunt deze schakeling gebruiken voor het generen van heel wat andere geluiden. Verhoog de waarde van de $0,05 \mu\text{F}$ condensator in niet meer dan $10 \mu\text{F}$ en verminder de 10 Kohm weerstand niet, anders kan de transistor beschadigd worden.

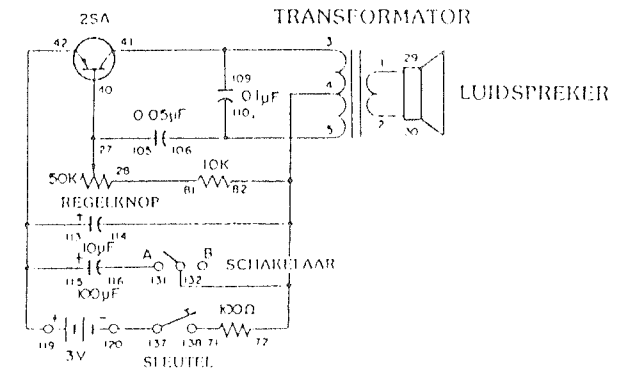
Amuseer u met dit project en wij hopen dat de muizen u niet langer zullen plagen.

- Nota's



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.



Sonische visverleider

Wet u dat sommige zeedieren met elkaar communiceren door middel van geluidssignalen? U hebt natuurlijk al gehoord dat walvissen en dolfijnen met geluidssignalen communiceren maar dit zijn niet de enige waterbewoners die met elkaar "spreken". Onderzoekingen hebben uitgewezen dat sommige vissoorten door bepaalde geluiden aangetrokken worden en met deze schakeling geven wij u de gelegenheid op dit gebied zelf wat te experimenteren.

Wanneer u de laatste draad aansluit schakelt u terzelfdertijd de stroom aan en moet u geluidsimpulsen moeten horen. Verander de toon door de regelknop verdraaien. Deze schakeling is een variatie van de geluidsschakeling (leert u later meer over).

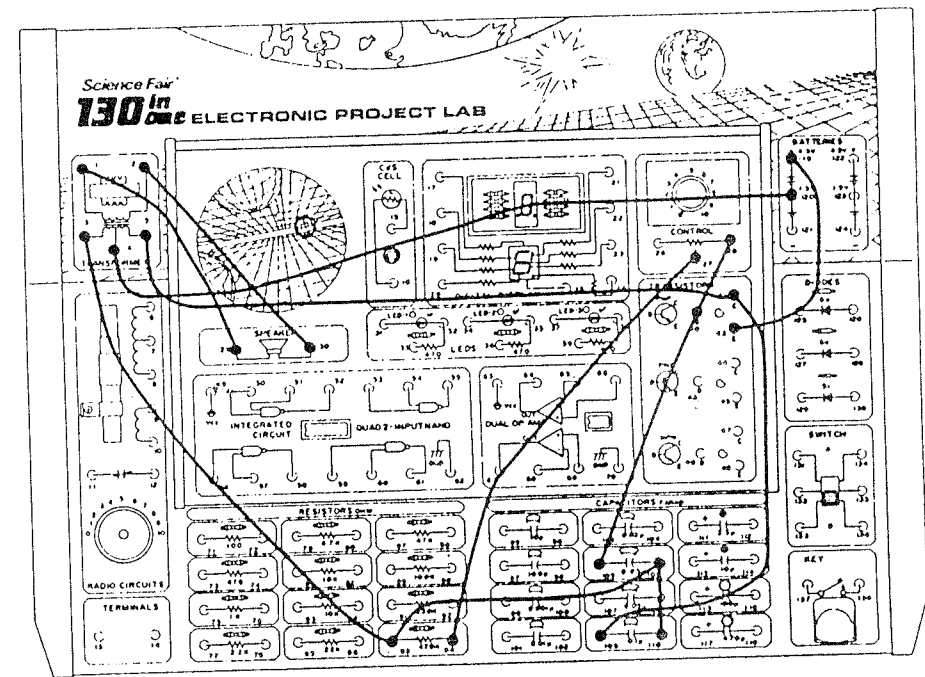
Hoe is de aantrekkingskracht op vissen? Wanneer u thuis een aquarium bezit moet u uw bouwdoos ernaast plaatsen en nazien of de vissen niet door het geluid verleid worden.

U kunt deze schakeling ook uitproberen wanneer u gaat vissen. Schaf u in uw hobby-winkel een andere luidspreker aan die u door middel van langere geïsoleerde draden aansluit op de veerklemmen 1 en 2. Steek de luidspreker in een waterdichte plastic zak of in een kruik zodat die niet nat kan worden. Dompel de luidspreker in het water, werp uw hengel uit en wacht op het resultaat.

Wanneer u geen geluk hebt met dit experiment, verander enkele onderdelen door andere met een verschillende waarde zodat u een andere impulsietoon hoort.

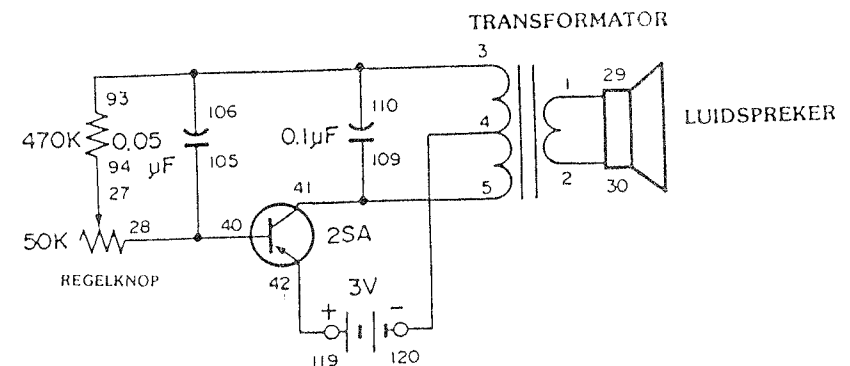
Neem bijvoorbeeld een andere waarde voor de $0,1 \mu\text{F}$ condensator of de $0,05 \mu\text{F}$ condensator.

Noteer uw visvangstresultaten, misschien vindt u wel een signaal dat u een wonderbare visvangst oplevert.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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



5. Machinegeweer impulsie-oscillator

Nu gaan we een schakeling bouwen die door ingenieurs "impulsie-oscillator" genoemd wordt. De schakeling brengt geluiden voort die gelijken op die van een machinegeweer. (Specialisten gebruiken allerlei technische woorden om hun schakelingen en ideeën te omschrijven en u doet er vanaf nu goed aan er zoveel mogelijk te leren om wegwijs te raken in dit specifieke jargon.)

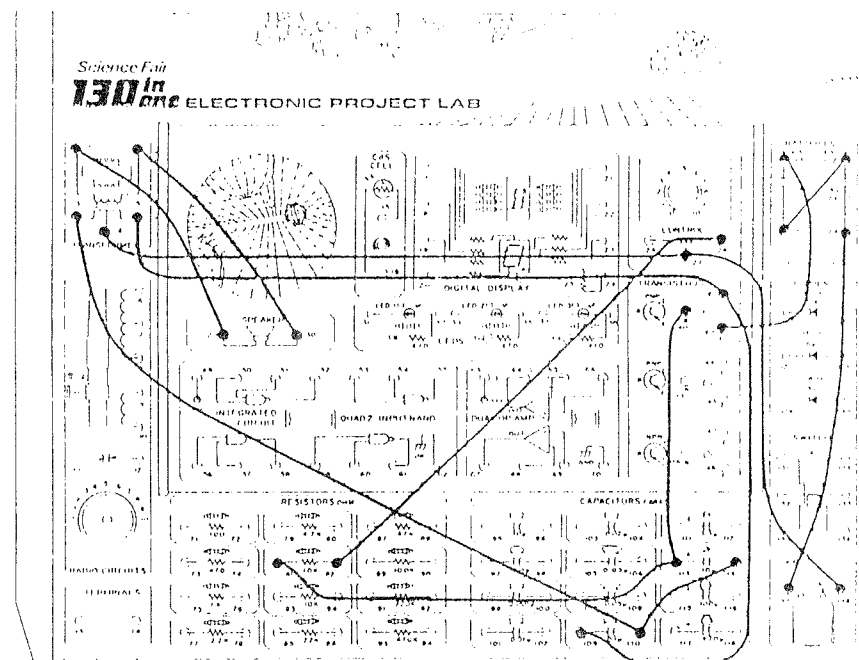
Er bestaan heel wat manieren om oscillatoren te maken en u zult er voor u alle projecten gebouwd hebt heel wat zelf maken. Wij willen u alleen in het kort vertellen wat een oscillator is.

Een oscillator is een schakeling die zichzelf aan- en uitschakelt (of van hoge naar lage uitgang overgaat). Een impulsie-oscillator wordt door impulsies gestuurd zoals die voortgebracht door een condensator die opgeladen en ontladen wordt. Deze oscillator schakelt zich langzaam aan en uit maar sommige oscillatoren kunnen zich duizenden keren per seconden aan- en uitschakelen. "Trage" oscillatoren worden dikwijls aangewend om knipperlichten te regelen (richtingsaanwijzers van een auto) terwijl snellere oscillatoren gebruikt worden om geluidssignalen voort te brengen. Supersnelle oscillatoren brengen radiofrequentiesignalen (RF signalen) voort; dit soort oscillatoren schakelen zich miljoenen keren per seconde aan en uit.

Het aantal keren dat een oscillator zich per seconde aan- en uitschakelt wordt de frequentie genoemd en wordt gemeten in eenheden die de naam "Hertz" (Hz) dragen. Deze oscillator heeft een frequentie van 1 tot 12 Hz. De frequentie van een radiofrequentie-oscillator wordt in kHz (kilohertz of duizend Hertz) of in MHz (megahertz of miljoen Hertz) gemeten.

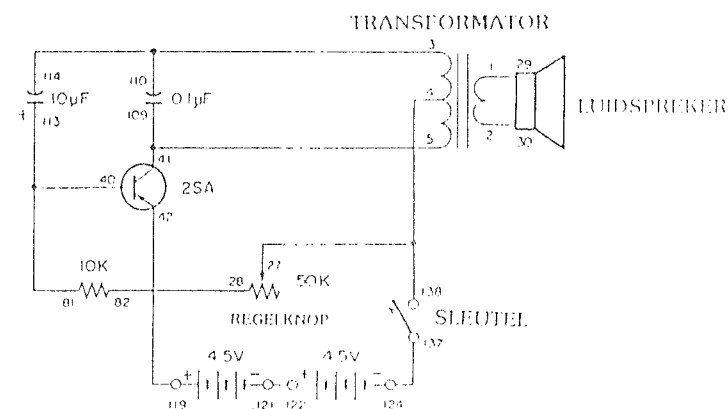
Wanneer u gedaan hebt met de bedrading, druk op de sleutel om de oscillator aan te zetten. Stel de regelknop (50 Kohm regelbare weerstand) in om het door de luidspreker hoorbare geluid te wijzigen van een paar impulsies per seconde tot een dozijn ongeveer per seconde. U kunt eveneens de frequentie van deze oscillator veranderen door andere condensatoren in de plaats van de 10 μF condensator te gebruiken.

Let op de juiste (+) en (-) polariteit wanneer u condensatoren aansluit die gemerkt zijn met het teken (+).



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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



Elektronische motorfiets

Heb u ooit geprobeerd een motorfiets alleen met uw vingers te besturen? Dit lijkt bij een echte motorfiets op zelfmoord te gelijken maar met dit elektronisch model is het integendeel echt plezierig.

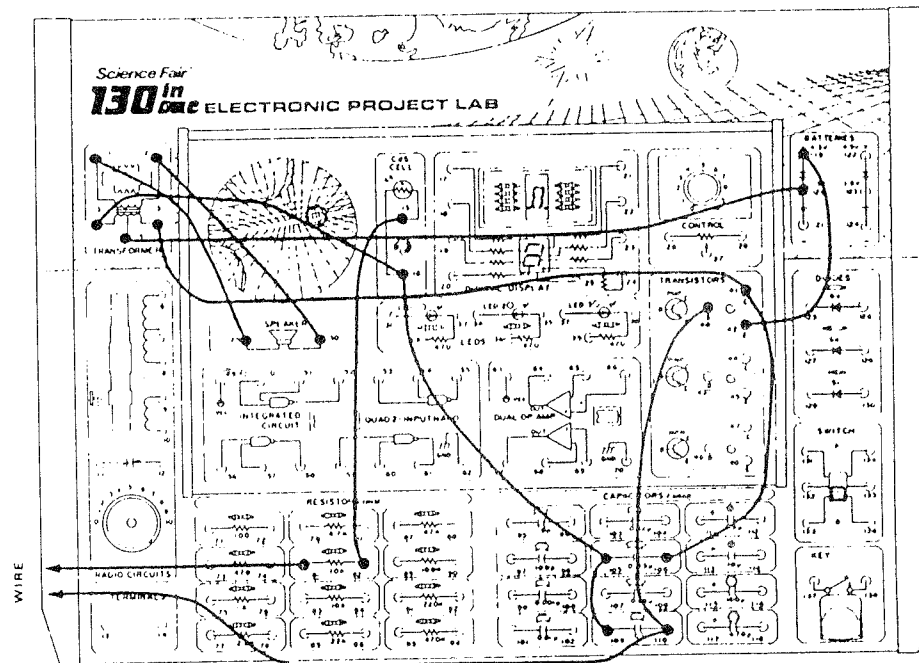
Voor dit project te kunnen gebruiken moet u de onderdelen aansluiten in de volgorde die in de bedradingsopvolging gegeven wordt. Neem dan de onblijvende metalen uiteinden van de twee lange draden (aangesloten op de draadklemmen 110 en 81) vast tussen uw duimen en wijsvingers. Wijzig nu de druk op de draden uitgevoerde druk en luister naar het voortgebrachte geluid dat verandert naar gelang de uitgevoerde druk.

U kunt ook verschillende geluiden bekomen door de hoeveelheid licht die op de CdS cel valt te veranderen. Valt helder licht op de cel, kunt u de werking verder besturen door meer druk uit te oefenen op de draaduiteinden. Laat het uw hand een schaduw vallen op de CdS cel en zie wat er gebeurt.

Wanneer u de draaduiteinden vastneemt maakt u uzelf tot een onderdeel van de schakeling. Bij het veranderen van de druk op de draden wijzigt u de weerstand aan de elektrische stroom. Mits een weinig oefening zult u spoedig in staat zijn om het voortgebrachte geluid op dit van een snorrende motorfiets te doen lijken, vrijloop zowel als volgas.

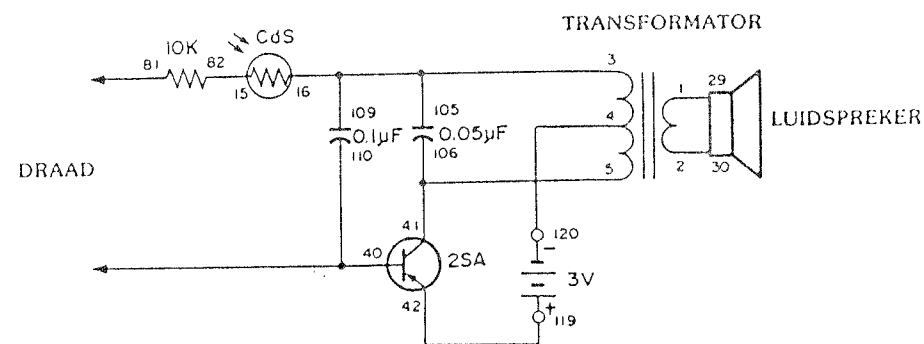
U kunt experimenteren met verschillende condensatorwaarden in de plaats van de $0,1 \mu F$ en de $0,05 \mu F$ maar neem geen waarden boven de $10 \mu F$ die de transistor zouden kunnen beschadigen.

Nota's



BEDRADINGSOPVOLGING

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

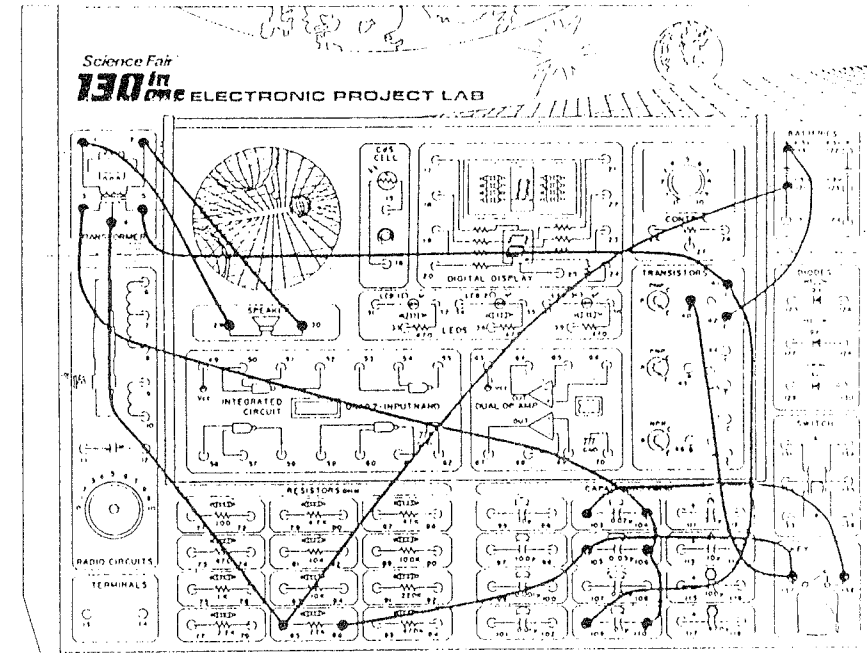


7. Autosirene met twee tonen

Hier krijgt u een luide sirene zoals die van een patrouilleauto of van een ambulancewagen zodat u moet opletten uw buuren niet op te schrikken wanneer u ze aanzet. De aanvangstoon klinkt hoog maar wanneer u de sleutel sluit verlaagt de toon. U kunt het geluid naar wens op z'n toonhoogte regelen zoals ook de politie of de chauffeur van de ziekenwagen dit doen.

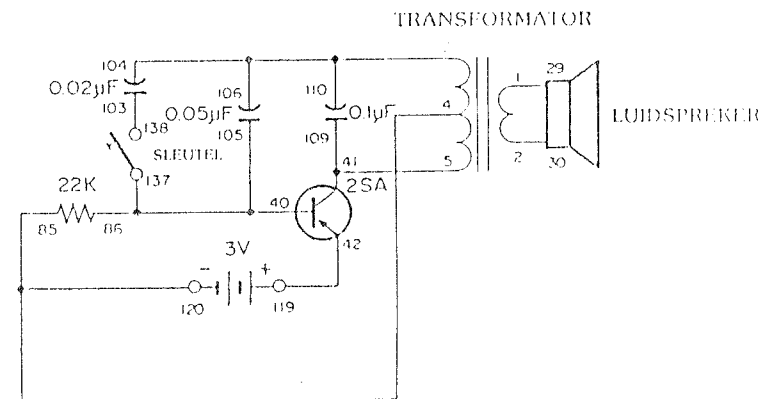
Dit is dezelfde soort oscillatorschakeling als deze in heel wat andere projecten. Wanneer u de sleutel indrukt wordt een andere condensator aan de schakeling toegevoegd om de oscillatorwerking te vertragen.

Nota's



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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



Elektronische sirene

Volgt een andere sirene - het zou ons niet verwonderen moest die uw best geliefde project worden.

De schakeling brengt een signaal voort dat klinkt zoals een echte siresirene. Na het beëindigen van de bedrading moet u op de sleutel tikken. U hoort een toon die steeds hoger wordt. Laat de sleutel los en de toon sterft langzaam uit.

Kunt volgende veranderingen aan de schakeling uitproberen:

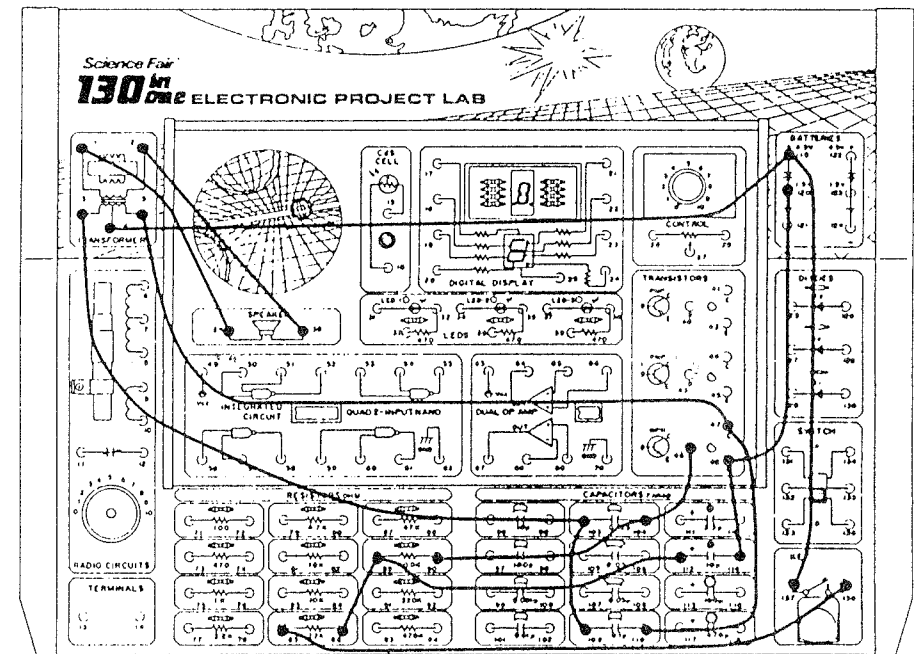
Vervang de $10\ \mu\text{F}$ door een $100\ \mu\text{F}$ of door een $470\ \mu\text{F}$. Dit geeft u een langere tijd zowel voor de stijgende als voor de dalende toon.

Verander de schakeling om de vertragingen uit te sluiten door de $10\ \mu\text{F}$ condensator uit de schakeling te nemen. Verbreek hiervoor de verbinding van een der draden met de veerklem 113 of 114.

Vervang de $0,02\ \mu\text{F}$ eerst door een $0,01\ \mu\text{F}$ dan door een $0,05\ \mu\text{F}$.

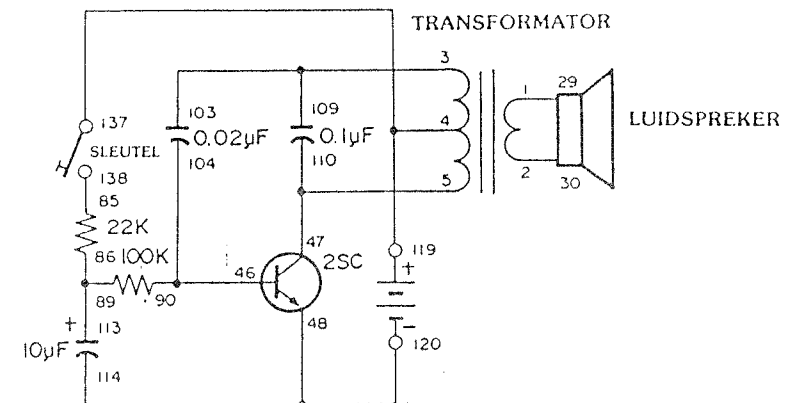
Amuseer u!

Nota's



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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

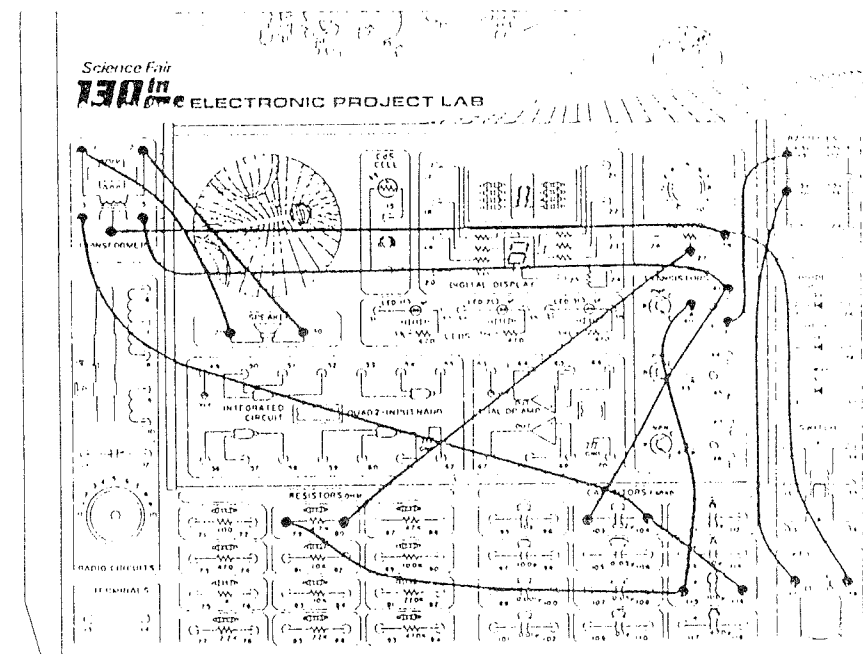
Een schakeling die u kan te pas komen wanneer u een muziekinstrument leert bespelen, namelijk een elektronische versie van een door muziekstudenten gebruikte metronoom.

Druk op de sleutel. U hoort met regelmatige tussenpozen een geluid uit de luidspreker. Draai nu de regelknop naar rechts en u merkt op dat het geluid "versnelt" daar de tussenpozen kleiner worden.

Neem een andere weerstand in de plaats van de 4,7 K. (Deze weerstand is in serie geplaatst met de regelknop wat wil zeggen dat ze eind aan eind met elkaar verbonden zijn zodat de stroom door beide componenten loopt.) Probeer ook een andere condensator in de plaats van de 100 μF en zie welke uitwerking dit heeft op de werking van de schakeling. Vergeet niet uw bevindingen op te schrijven.

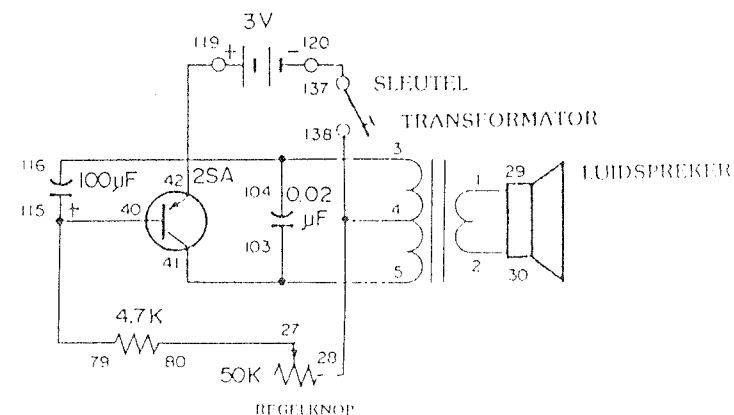
Probeer de 470 μF condensator op de batterijen aan te sluiten om het verschil te horen bij een sterkere condensator. Verbind de veerklem 117 met de veerklem 119 en de 118 met de 120. U zult de regelknop opnieuw moeten instellen om dezelfde impulsiesnelheid te behouden.

Nota's



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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



Elektronische grootvadersklok

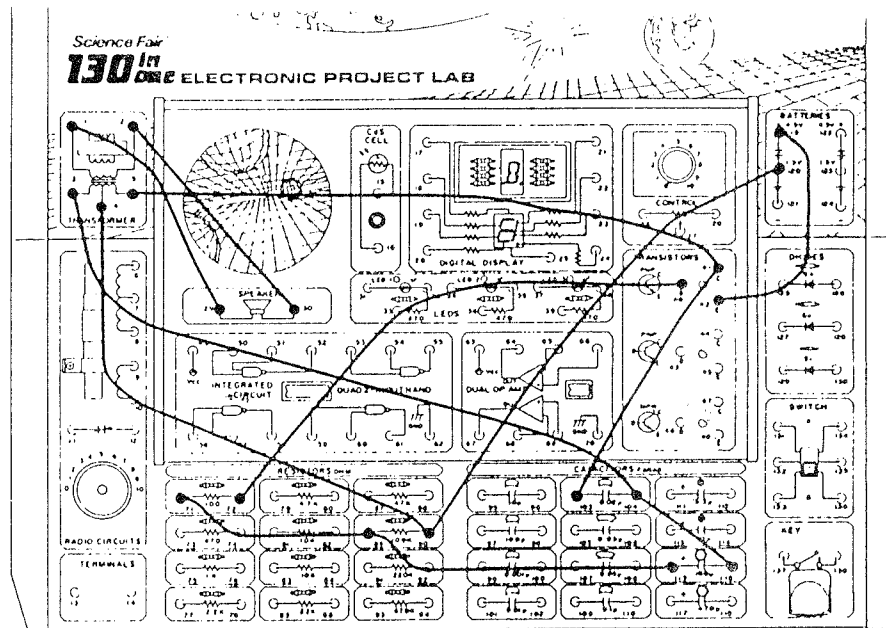
Wilt u in de jaren terug te gaan naar de tijd van uw grootouders? Iedereen die ooit een grootvadersklok gekend heeft zal menen dat u er een bezit meer hij het door deze schakeling voortgebrachte geluid hoort.

Deze schakeling brengt met tussenpozen van ongeveer 1 seconde tikkende geluiden voort. Dit tijdsinterval en het samengaannde geluid doen u zonder twiifel denken aan een ouderwetse klok. U kunt de 100K weerstand vervangen om het getik te versnellen of te vertragen.

Het doorlopende monotone getik kan dieren (en mensen) in slaap wiegen. Wanneer u met de trein reist hebt u ook wel ondervonden hoe het geluid van wielen u (en uw medereizigers) slaperig kan maken.

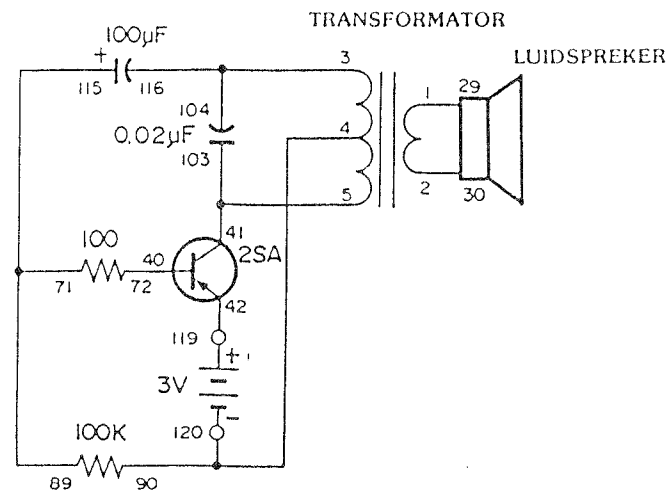
Wilt u de klok doen "opschrikken" en zo doen stoppen? Roep in de luidspreker; wat gebeurt er? U kunt de klok voorbijgaand doen stoppen. De luidspreker werkt hier zoals een microfoon. Het geluid van uw stem trilt in de luidspreker en stoort voorbijgaand de elektrische balans van uw schakeling.

Nota's



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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



11. Lichtgestuurde elektronische harp

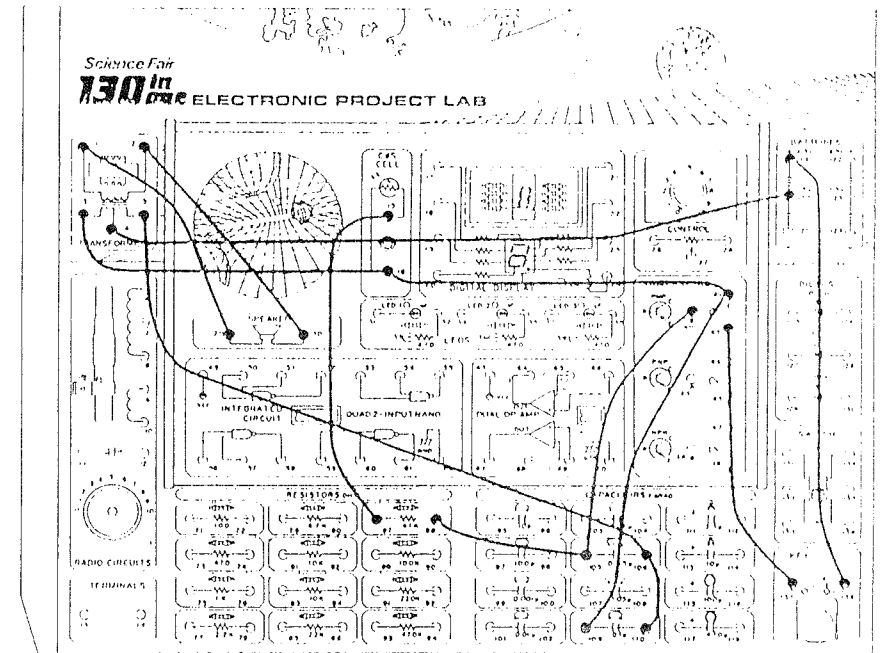
Nu zult u een deuntje kunnen spelen door alleen met uw hand boven uw bouwdoos te wuiven zonder ook maar iets aan te raken. Tovenarij? Onbegrijpelijk? De tonen veranderen naar gelang de hoeveelheid licht die op de CdS cel valt. Onder helder licht worden hoge tonen voortgebracht terwijl de tonen steeds dieper klinken wanneer u meer en meer het licht met uw hand afschermt.

Deze methode om muzikale klanken voort te brengen wordt gebruikt vanaf de eerste dagen van de vacuüm-buis schakelingen. Het eerste dergelijke instrument werd uitgevonden door een zekere Leon Theremin die er dan ook z'n naam aan gaf.

Wanneer u de bedradingen gemaakt hebt, druk op de sleutel en wuif met uw hand boven de CdS cel. Met ietwat oefening zult u al spoedig eenvoudige deuntjes kunnen spelen met dit wel speciaal elektronisch muziekinstrument. Gebruik ook de afschermkap van uw CdS cel om het invallend licht beter te regelen.

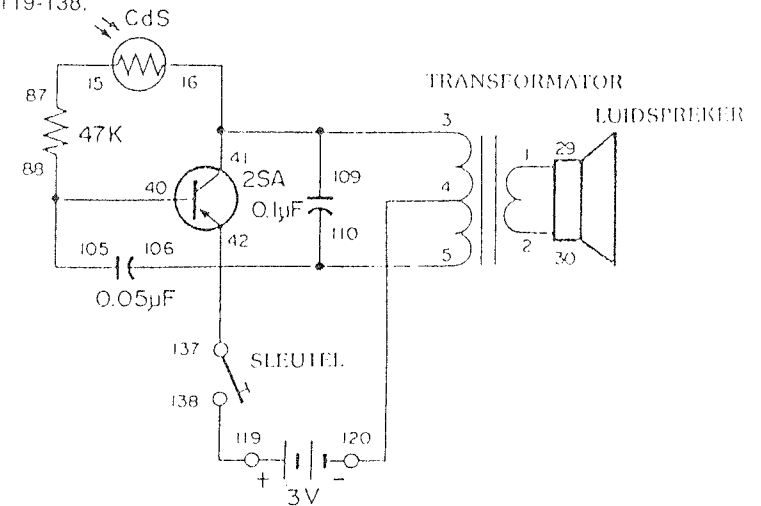
Amuseer u!

Nota's



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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



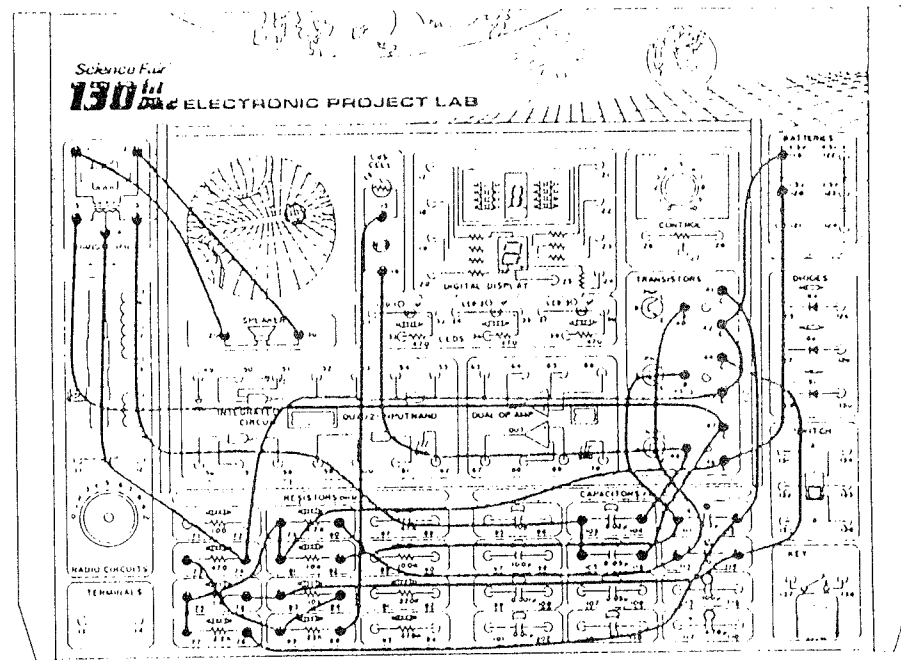
12. Gruwelfilm-geluidseffecten

Het geluid dat door deze schakeling voortgebracht wordt zal u herinneren aan de schrikbejagende muziek die meestal gruwelfilmen begeleidt. Na het beëindigen van de bedradingen, neem de afschermkap en gebruik tevens uw hand om het op de CdS cel invallend licht te wijzigen. De muziek verandert van toonhoogte.

De toonhoogte wordt bepaald door de frequentie van de geluidsgolf - het aantal cyclussen elektromagnetische energie per seconde. De hoeveelheid licht die op de CdS cel valt bepaalt de weerstandwaarde van de cel. Een toenemende weerstand van de cel doet de frequentie van de muzikale geluidsgolven afnemen.

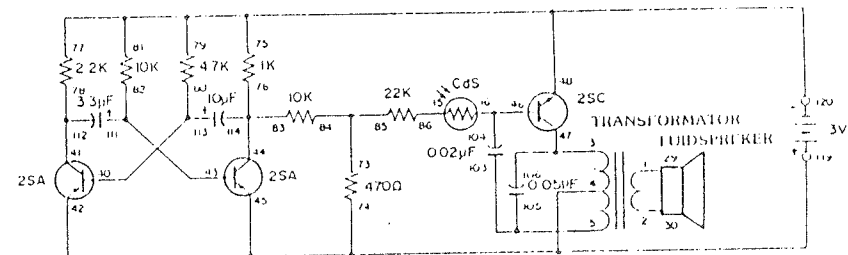
De "oorspronkelijke" muziek wordt voortgebracht door de oscillatorschakeling.

Wanneer een schakeling de frequentie van een oscillator regelt, noemt men dit FM of frequentiemodulatie. Een FM radiosignaal is een soortgelijk iets maar dan met veel hogere frequenties.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

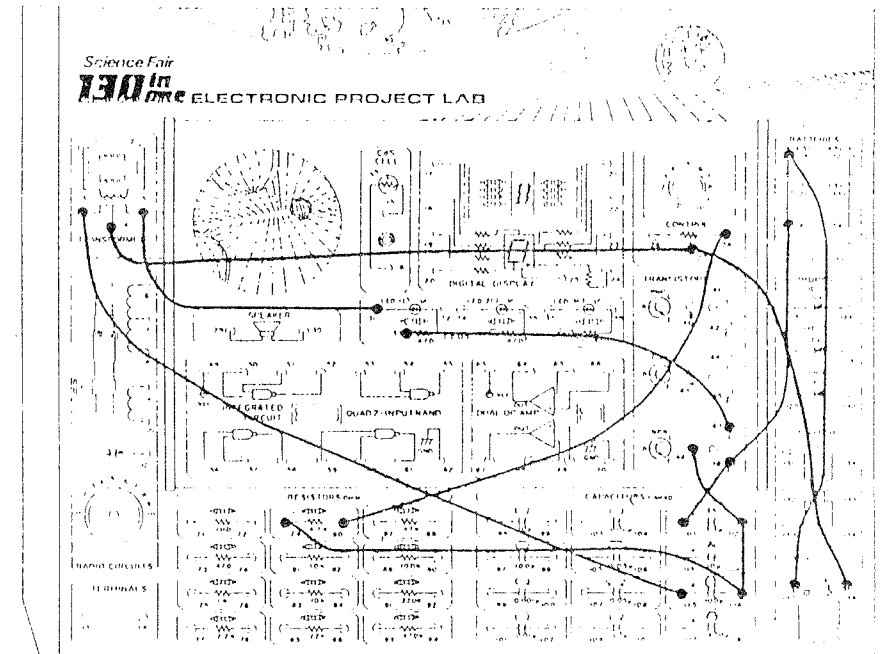


13. Stroboscooplicht

Hier krijgt u te maken met een oscillatorschakeling die geen gebruik maakt van de luidspreker of de oortelefoon... u hoort niets. U zult echter wel de uitvoer aan een LED (lichtgevende diode) kunnen vaststellen. Hierdoor krijgt u een idee hoe een groot stroboscooplicht werkt. Druk op de sleutel en zie naar LED 1 die met tussenpozen oplicht en uitdooft. U kunt de knippersnelheid regelen met de 50 K regelknop.

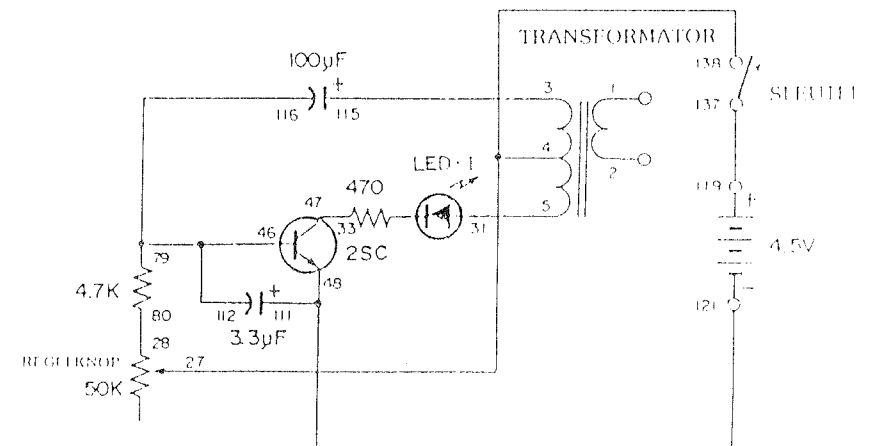
U "ziet" hier hoe een oscillator werkt. Neem in de plaats van de 100 μF condensator een andere met een kleinere waarde. Wat zal er naar uw mening gebeuren? Had u het bij het rechte eind?

Nota's



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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



14. Snelle LED-displaywisseling (nawerking van het oog)

Dit is een stuurschakeling die korte impulsies voortbrengt. Wanneer u de sleutel indrukt (sluit) verschijnt 1 op het LED-display gedurende een ogenblik waarna de 1 uitdooft zelfs wanneer u de sleutel verder ingedrukt houdt.

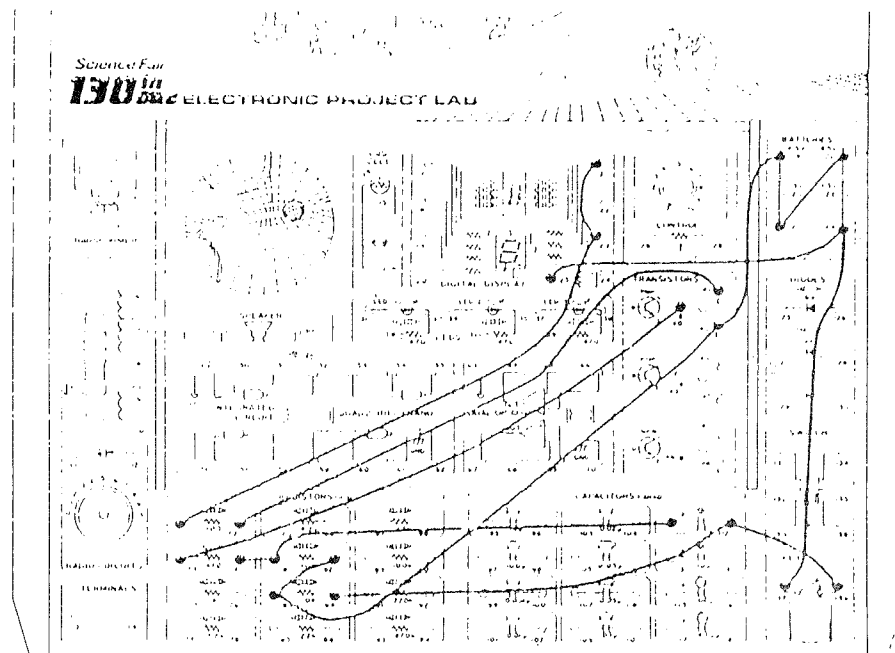
U kunt met deze schakeling een spelletje maken. Beeld een cijfer of letter af op het display en vraag uw medespelers wat er op het display te zien is.

U kunt verschillende cijfers/letters op het display bekomen door de bedrading van de LED te veranderen. Verbind de passende veerklemmen met de veerklem 71 (in plaats van 21 en 23) om de gewenste cijfers/letters af te beelden.

Zo zijn de verbindingen voor het cijfer 3 bijvoorbeeld : 17-21-22-23-20-71.

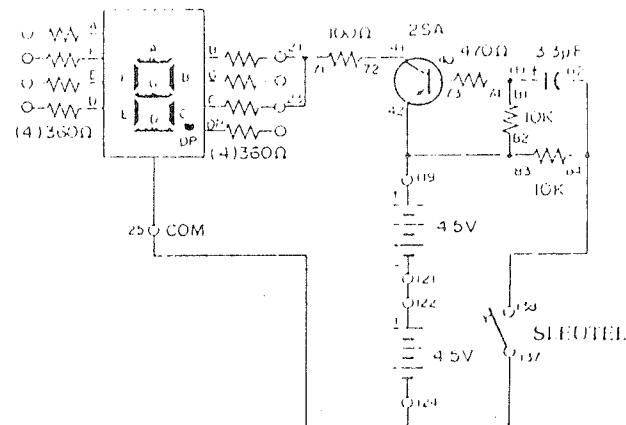
U kunt de wens hebben verschillende condensatorwaarden te proberen om het resultaat te zien. Sluit echter geen condensator groter dan $10\ \mu\text{F}$ aan anders kan de transistor door een te grote stroomtoevoer beschadigd worden.

Nota's



BEDRADINGSOPEENVOLGING

21-23-71, 25-12-137, 40-73, 41-72, 82-83-42-119, 74-81-111, 84-112-138, 121-122.



II. FUNDAMENTELE HALFGELEIDERS EN SAMENGESTELDE SCHAKELINGEN

Een grote verandering

Tot nog toe hebben wij u naast de bedradingsopeenvolging bij ieder project een tekening verstrekt om uw werk te vergemakkelijken maar voortaan krijgt u die niet meer, alleen nog een diagram naast de bedradingsopeenvolging natuurlijk.

Een schematisch diagram is net een wegenkaart voor elektronische schakelingen. Het toont u hoe de verschillende onderdelen met elkander verbonden zijn en laat u toe de weg te volgen van de elektrische stroom doorheen de schakeling. Gevormde technici en ingenieurs in electronica zijn in staat complexe schakelingen te bouwen alleen met behulp van een schematisch diagram.

Zoiets willen wij van u niet verlangen (hoor ik geen zucht van verlichting?). Om u te helpen hebben wij het nummer bij iedere veerklem gevoegd die moet bedraad worden. Een streep tussen de nummers 32 en 64 op het diagram betekent dat u een draad moet leggen tussen deze twee klemmen. Ieder onderdeel uit uw bouwdoos heeft z'n eigen symbool dat u zoals u weet kunt terugvinden samen met een korte beschrijving op de eerste pagina's van deze handleiding.

U zult vaststellen dat sommige lijnen op het diagram elkander snijden en een dikke punt afgebeeld is op de snijpunten. Dit betekent dat de door de lijnen voorgestelde draden op de plaats van de punt met elkander verbonden zijn (meestal vindt u naast de punt een veerklemnummer). Snijden twee lijnen elkander zonder dik punt, betekent dit dat de draden niet met elkander verbonden zijn (u vindt geen veerklemnummer naast het snijpunt).

Draden zijn verbonden $\dashv$ / $\vdash$ Draden zij niet verbonden

Vooreerst kan een schematisch diagram wel iets verwarrend zijn maar wij beginnen met zeer eenvoudige zodat u langzamerhand meer inzicht krijgt. Laat u niet ontmoedigen wanneer u de eerste keren wat moeilijkheden hebt alleen met behulp van dergelijke diagrammen uw projecten te bouwen.

De kunst schematische diagrammen te kunnen lezen is onmisbaar in de elektronica. Veel boeken en gespecialiseerde tijdschriften tonen interessante schakelingen alleen in deze vorm daar dit de kortste en nauwkeurigste manier is om een schakeling nader te verklaren.

15. Condensatorontlading / Hoogspanningsgenerator

Deze schakeling toont u hoe afzonderlijke impulsies van elektrische energie met hoge spanning gegenereerd worden wanneer een opgeladen condensator plots via een transformator ontladen wordt. (Onstekingssystemen door condensatorontlading in voertuigen werken op een gelijke manier.)

De werking van zo'n schakeling is eenvoudig maar de geïmpliceerde concepten zijn wel belangrijk om meer ingewikkelde schakelingen te kunnen begrijpen.

Wanneer u over een volt/ohm-testapparaat (VOM) beschikt kunt u op wetenschappelijke manier de energie meten die langs de transformator ontladen wordt.

De 470 μF condensator slaat energie op wanneer de batterijen miljoenen elektronen aan de negatieve elektrode van de condensator afgeven. Op hetzelfde ogenblik tappen de batterijen een zelfde aantal elektronen van de positieve elektrode af zodat die een tekort aan elektronen krijgt. Aangezien de stroom door de 4,7 K weerstand moet gaan zijn er minstens 12 seconden nodig voor de condensator de 9 V lading van de batterijen krijgt.

De grootte van de lading in een condensator kan aangeduid worden door de spanning over de condensator (spanning geleverd door een batterij of een andere stroombron) of nauwkeuriger door het aantal in een der elektronen van de condensator verplaatste elektronen.

Het aantal elektronen in een elektrode van een condensator wordt uitgedrukt in coulombs.

Een coulomb is een hoeveelheid van 6.280.000.000.000.000 (6,28 x 10^{18}) elektronen.

Om de lading in een der elektroden van de condensator (Q) te meten, vermenigvuldig de capacitantie (C) met de spanning over de condensator (E).

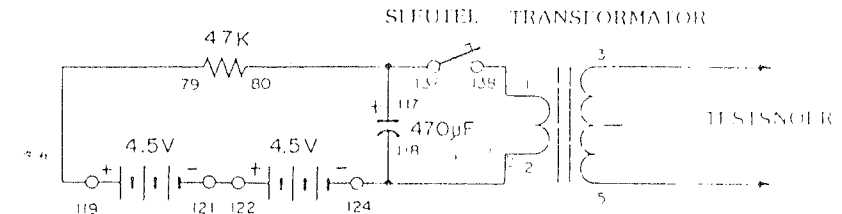
($Q = C \times E$). Voor de 470 μF ($470 \times 10^{-6}\text{F}$) condensator bij 9 V geeft dit:

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

of: $470 \times 0,000001 \times 9 = 0,00423 \text{ coulombs}$ (265.564.400.000.000 elektronen).

Wanneer u op de sleutel drukt gaan bovenstaand aantal elektronen door de transformatorwinding in een zeer korte tijd waardoor een hoge spanning in de secundaire winding opgewekt wordt.

Wanneer u over een VOM beschikt, verbind die met de klemmen 3 en 5 v transformator om de aanwezigheid van 9 V of meer te bewijzen aangeduide spanning wordt door de condensator vastgehouden en losgelaten wanneer de transformator in de schakeling ingelast wordt



BEDRADINGSOPEENVOLGING

1-138, 2-118-124, 3-TESTSNOEREN, 5-TESTSNOEREN, 79-119, 80-117-137, 121-122.

Nota's

16. Condensatoren in serie en in parallel

De condensatoren zijn te rekenen onder de meest praktische onderdelen van uw bouwdoos. Ze kunnen elektriciteit opslaan, stroomstoten omzetten in een gelijkmatige stroomuitvoer en sommige elektrische stroom doorlaten maar andere stroom blokkeren. Wij gaan de effecten van in serie en in parallel verbonden condensatoren wat nader bekijken.

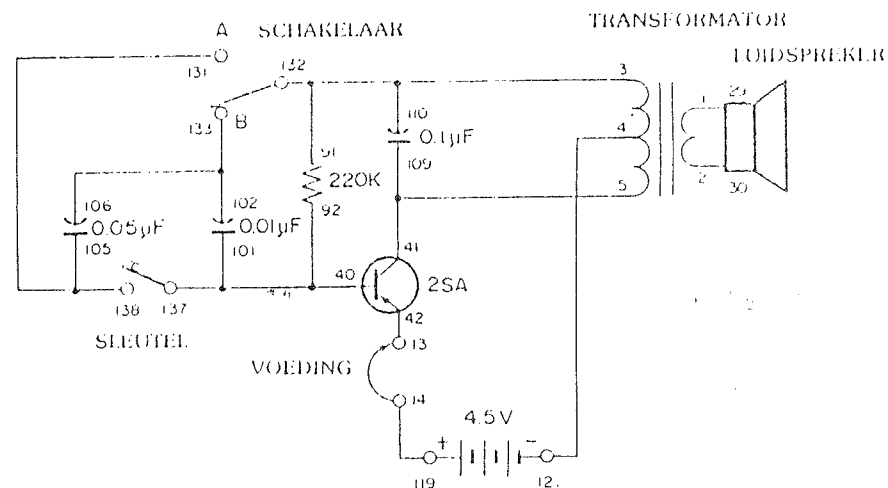
Wanneer u dit project bedraad hebt, plaats de schakelaar op B. Verbind nu de veerklemmen 13 en 14. U hoort een geluid uit de luidspreker. In dit geval vloeit er stroom door de $0,01 \mu\text{F}$ condensator (kijk naar het diagram terwijl we hierover spreken). Druk nu op de sleutel. Wat gebeurt er?

U hoort een geluid met lagere toonhoogte omdat nu de $0,05 \mu\text{F}$ condensator in parallel verbonden is met de eerste condensator. De stroom vloeit dus door beide condensatoren tegelijkertijd en door twee verschillende kanalen. Wat gebeurt er met de totale capacitantie wanneer u twee condensatoren in parallel verbindt?

U hebt misschien verkeerd geraden. Wanneer twee condensatoren in parallel verbonden worden verhoogt de totale capacitantie met een geluid met lagere toonhoogte als resultaat.

Laat nu de sleutel los en verplaats de schakelaar van B op A maar druk niet op de sleutel met de schakelaar op A (de transistor zou kunnen beschadigd worden). Wat hoort u nu?

U hoort een geluid met hoge toonhoogte omdat de $0,05 \mu\text{F}$ en $0,01 \mu\text{F}$ condensatoren in serie met elkander verbonden zijn. De stroom vloeit van de ene condensator in de andere. De totale capacitantie van de combinatie is nu kleiner dan die van de kleinste condensator die van de serie deel uitmaakt met natuurlijk een hoge toon als gevolg.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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 (VOEDING).

Nota's

17. Weerstanden in serie en in parallel

In dit project zult u zien wat er gebeurt wanneer u weerstanden in serie of in parallel verbindt. Eens u gedaan hebt met de bedrading ziet u dat LED-1 op het paneel knippert (gaat aan en uit).

Verschuif de schakelaar en zie wat er met de LED gebeurt wanneer de schakelaar op A en dan op B staat. Op het diagram kunt u zien dat met de schakelaar op A twee 10 Kohm weerstanden in serie verbonden zijn terwijl met de schakelaar op B slechts een 22 Kohm van de schakeling deel uitmaakt. De totale weerstand van de in serie verbonden weerstanden van kant A is gelijk aan de som van de waarde van elke weerstand afzonderlijk of hier dus 20 Kohm. Dit is ongeveer evenveel als de 22 Kohm weerstand van de kant B. Hierdoor kunt u praktisch geen verandering van de LED vaststellen wanneer u de schakelaar verschuift.

Druk op de sleutel en u ziet dat de LED helderder brandt. Bekijk het diagram en u stelt vast dat de weerstand 1 - R1 (470 ohm) in serie met de LED verbonden is. Deze weerstand regelt de stroomhoeveelheid die naar de LED gaat. Wanneer u nu op de sleutel drukt, worden de R1 en de weerstand 2 - R2 (100 ohm) in parallel verbonden waardoor de totale weerstand afneemt. De LED wordt helderder omdat de toegevoerde stroom verhoogt zodra de weerstand vermindert.

De totale weerstand in een parallelle verbinding berekenen is niet zo eenvoudig als het berekenen van de weerstand in een seriële verbinding. U moet de waarden met elkander vermenigvuldigen en dit produkt dan delen door de som van de waarden.

In ons geval is de totale weerstand:

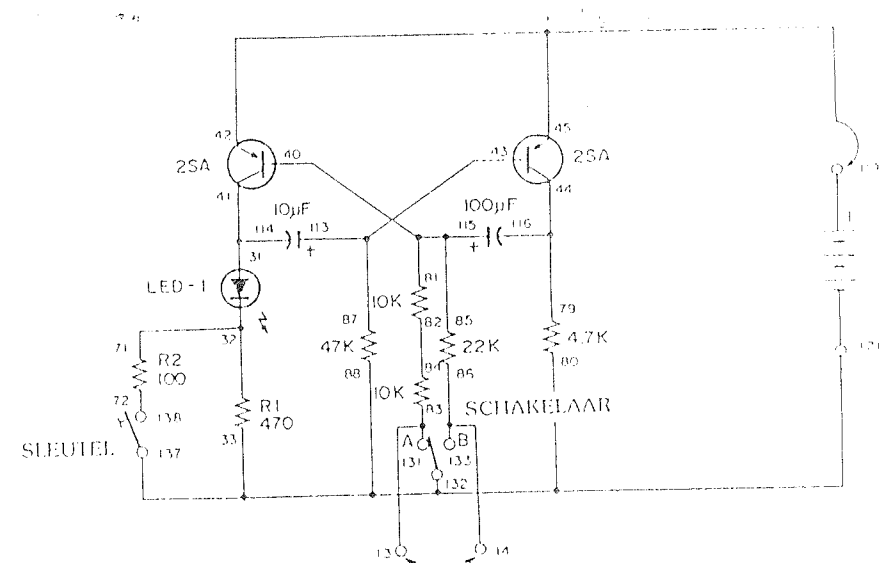
Verbind nu de veerklemmen 13 en 14 met elkaar. Zoals u op het diagram ziet

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

Verbind nu de veerklemmen 13 en 14 met elkaar. Zoals u op het diagram ziet wordt hierdoor de 22 Kohm weerstand in parallel verbonden met de twee 10 Kohm weerstanden. Ziet u de LED veranderen? Die knippert met grotere snelheid omdat de weerstand die op de schuifschakelaar is aangesloten vermindert. Probeer de nieuwe weerstandwaarde te berekenen; die bedraagt ongeveer 10,5 Kohm.

Deze schakeling is een multivibrator. Dit is een oscillator die bestaat onderdelen die stroom terug naar elkander leiden. Op het diagram ziet u dat 10 μ F en 100 μ F condensatoren langs de transistoren ontladen worden. De multivibratorschakeling regelt oscillaties opdat de LED met een zekere tusspoos zou knipperen.

U stelt vast dat weerstanden en condensatoren een tegenovergestelde uitwerking hebben naar gelang ze in serie of in parallel verbonden zijn. Let goed op - het is niet altijd zo gemakkelijk te weten welke in sterkte toeafneemt.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

Nota's

18: Lichtsterkteregelaar

In dit project gebruikt u het op- en ontladen van een condensator om de lichtsterkte van een lamp (een LED in ons geval) te regelen.

Wanneer u gedaan hebt met de bedrading, zet de schakelaar op A. Het LED segment licht langzaam op en een L wordt afgebeeld. Na een paar seconden bereikt de LED de grootste helderheid en blijft zo. Zet nu de schakelaar op B en de afgebeelde L dooft langzaam uit.

Bekijk het diagram. Met de schakelaar aan vloeit er stroom van de batterijen naar de 100 μF condensator die opgeladen wordt. Wanneer de condensator bijna volledig opgeladen is, stroomt er meer en meer elektriciteit naar de basis van de transistor waardoor die langzaam aangezet wordt (waardoor de LED langzaam oplicht).

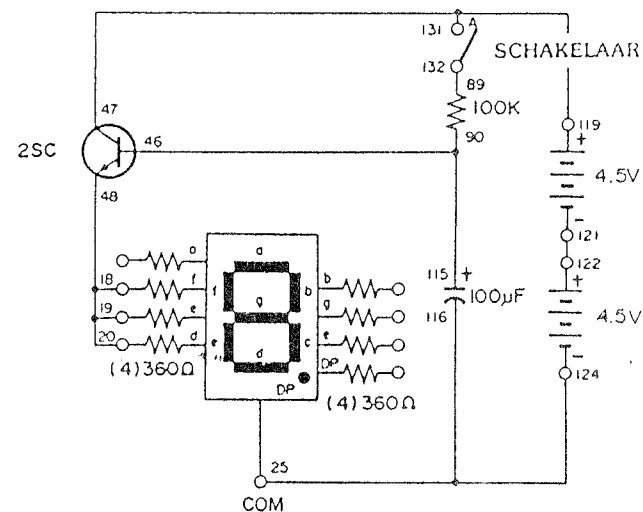
Eens de condensator volledig opgeladen is stroomt er verder elektriciteit naar de basis van de transistor waardoor de LED blijft branden.

Wanneer u nu de schakelaar afzet, neemt u de batterijen uit de schakeling. De condensator begint zich langs de transistor en de LED te ontladen waardoor de L langzaam minder helder brandt tot de 100 μF volledig ontladen is.

Winst u een trager werkende lichtsterkteregelaar, vervang de 100 μF condensator door de 470 μF condensator. Vervang de veerklemaansluitingen 25-116-124 door de aansluitingen 25-118-124 en de aansluitingen 46-115-90 door de aansluitingen 46-117-90. U moet wel wat geduld oefenen maar de LED zal wel oplichten.

Ga nu even terug naar het project 8 (Elektronische sirene) en u zult spoedig begrijpen hoe de sirene een geluid voortbrengt gaande van hoog tot laag wanneer u op de sleutel drukt en die dan loslaat.

Wenk: Wanneer u de sleutel indrukt wordt de 10 μF condensator opgeladen.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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

Nota's

19. Transistoromschakelaar

Deze schakeling werd ontworpen om u bij te brengen hoe de omschakelfunctie van de transistoren bij het aanzetten van de LED juist werkt.

U zult hier gebruik maken van twee verschillende transistoren - een NPN en een der twee soorten PNP die in uw bouwdoos zitten.

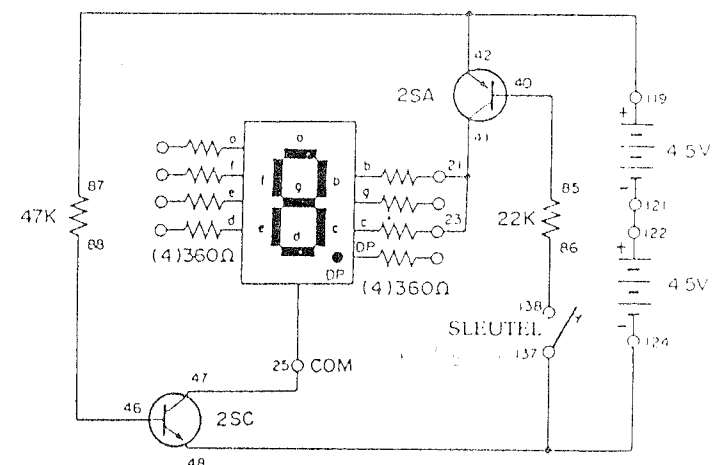
NPN en PNP verwijzen naar de manier waar de halfgeleidermaterialen die de transistors samenstellen gerangschikt zijn.

De 47Kohm weerstand geeft een basisspanning zodat de NPN transistor onderaan op het diagram aan blijft. De PNP transistor bovenaan gaat aan wanneer u de schakelaar sluit en de verbinding maakt door de 22Kohm weerstand.

Daar de 22Kohm weerstand nauwelijks half zo sterk is als de 47Kohm weerstand is de aan de basis van de PNP transistor toegevoerde stroom twee keer zo groot als die van de NPN. Daardoor is de PNP transistor "meer" aan dan de NPN.

Bouw de schakeling zoals afgebeeld en druk op de sleutel; "1" wordt op het display getoond. Om de basisstroom aan de NPN transistor te vergroten, verminder de waarde van de 47Kohm weerstand die met de basis verbonden is... veerklem 46. Verbreek de verbindingen met de klemmen 87 en 88 en vervang ze door verbindingen met een andere weerstand. Vervang bijvoorbeeld de aansluitingen 87-42 en 46-88 door 83-42 en 84-46 om de 10Kohm weerstand in de plaats te zetten van de 47Kohm weerstand. Telkens een kleinere weerstand gebruikt, brandt de LED helderder wanneer u de sleutel indrukt. Daal niet onder een weerstand van 1 Kohm anders kan de transistor verbranden.

Vervang nu beide weerstanden door weerstanden van 10Kohm en druk op de sleutel. (Gebruik de veerklemmen 81 en 82 en de veerklemmen 83 en 84). De helderheid van de LED mag niet veel veranderen. Is dit toch het geval, zie de batterijen na, die zijn wellicht te zwak geworden.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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

Nota's

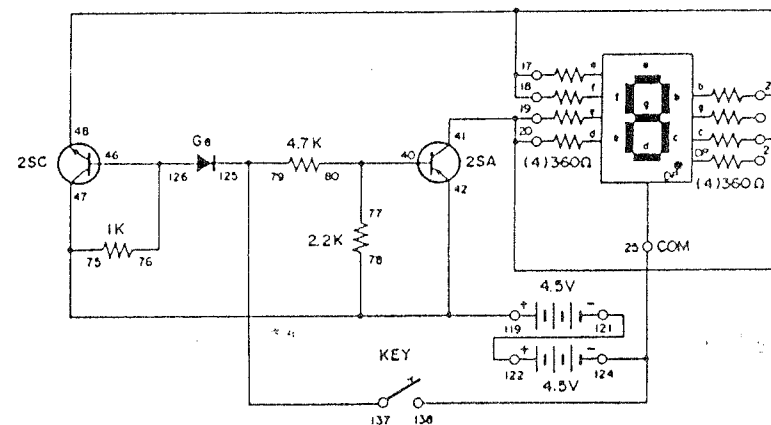
20. Werking van de transistorschakeling

Een transistor bezit drie aansluitingspunten: een daarvan (de basis) dient voor het regelen van de stroom tussen de twee andere aansluitingen. Vergeet nooit de voor de transistoren belangrijke regel: "Een transistor gaat aan wanneer een zekere spanning aan zijn basis toegevoerd wordt. Een positieve spanning zet een transistor van het NPN type aan en een negatieve spanning zet een PNP transistor aan."

In dit project toont het LED-display welke transistor aan is door het oplichten van ofwel de bovenste ofwel de onderste helft. Hierdoor wordt aangetoond hoe positieve spanning een NPN transistor aanzet terwijl een PNP transistor door een negatieve spanning aangezet wordt.

Na het beëindigen van de bedrading is de NPN transistor aan omdat er positieve spanning geleverd wordt aan zijn basis via de 1 Kohm transistor. Hierdoor wordt dan ook de bovenste helft van de LED verlicht. Op hetzelfde ogenblik is de PNP uit omdat er geen stroom naar zijn basis kan vloeien. Stroom gaat van de emitter van de PNP naar de basis van de NPN transistor (naar deze stroom wordt opgehouden door de diode.)

Wanneer u op de sleutel drukt wordt de NPN uitgeschakeld omdat er negatieve stroom via de diode aan z'n basis toegevoerd wordt. Op dit ogenblik wordt de PNP aangezet omdat de stroom nu door de 4,7 Kohm resistor vloeit. Hierdoor branden dan ook de onderste segmenten van de LED.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

Nota's

21. Geluidsversterker

Deze schakeling is een sterke twee transistoren versterker. Een versterker maakt gebruik van een zwak signaal om er een sterker van te maken. Deze versterker lijkt op die aangewend in vroegere hoorapparaten voor slecht horenden.

De luidspreker werkt zoals een dynamische microfoon.

Het gebruik van uw VOM om de schakelingsspanningen te meten zal u duidelijk maken hoe transistoren werken. De gemeten spanningen helpen u bij het bepalen van stroommetingen en leren u de werking van dit circuit te begrijpen.

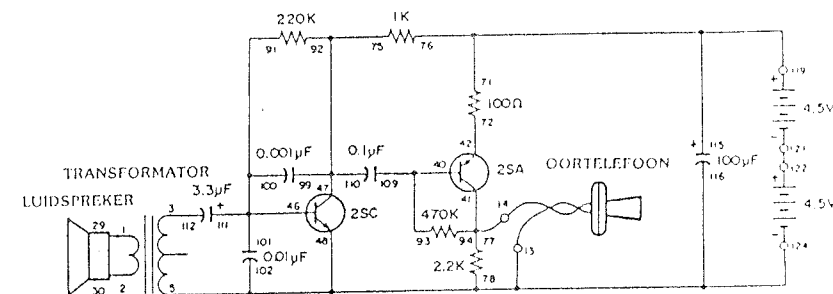
De luidspreker in uw bouwdoos kan geluidsdruk in zwakke spanningen omzetten. De transformator verhoogt deze spanningen een weinig. Deze spanningen worden dan aan de NPN transistor toegevoerd via de $3,3\mu\text{F}$ condensator.

De versterkte spanning aan de uitgang van de NPN transistor wordt langs de $0,1\mu\text{F}$ condensator in de PNP transistor verenigd, daar verder versterkt en gekoppeld in de oortelefoon langs de $100\mu\text{F}$ condensator.

Het wordt stilaan tijd iets meer over de transformator te vertellen. De transformator bezit een koperdraad met honderden windingen om zo een wat wij een "spoel" noemen te vormen. Een transformator bezit twee spoelen die door een plaatje gescheiden zijn.

Wanneer er elektriciteit door een spoel stroomt wordt een magnetisch veld gevormd. Ook het omgekeerde is waar: wanneer een spoel een verandering van magnetisch veldsterkte ondergaat, stroomt er elektriciteit door. Wanneer er dus elektriciteit door de eerste (meestal primaire genoemd) spoel van een transformator stroomt, zorgt het magnetisch veld gevormd door deze primaire spoel ervoor dat er electriciteit door de andere of secundaire spoel stroomt. Daar het aantal windingen van elke spoel verschillend is, is ook de elektrische spanning van elke spoel verschillend.

Het opbouwen van een elektrische lading door middel van een magnetisch veld wordt inductie genoemd. Ga terug naar project 15 (Condensatorontlading / Hoogspanningsgenerator) en herinner u hoe grotere spanning tweeweggebracht wordt door inductie aan de secundaire kant wanneer 9 V aan de primaire kant van een transformator toegevoerd wordt.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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

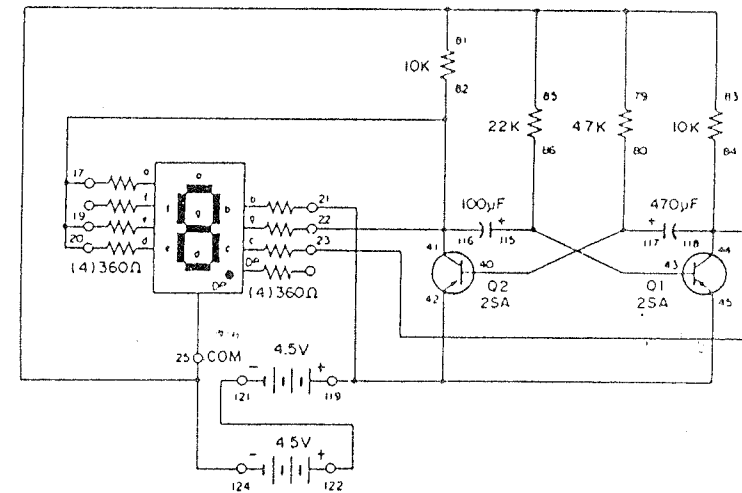
Nota's

22. Flipflop multivibrator met LED-display

Moesten wij nu even uitblazen en een schakeling bouwen om ons te amuseren? Deze schakeling doet de cijfers 1 en 2 knipperen op het display. Dit laat u herinneren aan de neon-lichtreklames die door hun geknipper de aandacht trekken.

Een schakeling met de naam "flipflop" stuurt hier het LED-display. Later zult u meer leren over flipflops maar voor het ogenblik hoeft u alleen condensatoren van verschillende waarde te proberen om het verschil in knippersnelheid te zien. Probeer ook of u er in slaagt de bedrading zodanig te veranderen dat andere cijfers dan de 1 en de 2 afgebeeld worden.

U kunt verder weerstanden met een hogere waarde dan de 22 Kohm en de 4,7 Kohm uitproberen. Neem geen weerstanden met een kleinere waarde om een beschadiging van de transistoren te vermijden.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

Nota's

III. DIGITALE LED-DISPLAYSCHAKELINGEN

23 Digitale LED-displayschakeling met 7 segmenten

In deze sectie zullen wij een paar fundamentele schakelingsexperimenten met het LED-display uitvoeren om dit onderdeel beter te leren kennen en gebruiken. Wij zullen bijgevolg het LED-display in de vier volgende projecten gebruiken.

Het LED-display toont u de uitwerking van elektrische signalen. Het kan met een normale diode vergeleken worden maar het geeft licht wanneer er stroom doorheen vloeit. Een voorbeeld van een LED-display is de stroomindicator van uw radio of VCR die u toont dat het apparaat onder stroom staat.

Soortgelijke 7-segmenten LED-displays tonen de cijfers 0 tot 9 voor het aflezen van de uitgang van een computer of calculator. Zeven is het kleinste aantal segmenten (afzonderlijke streepjes die individueel kunnen oplichten) dat het vormen van alle tien cijfers mogelijk maakt. U moet steeds met de twee volgende voorwaarden rekening houden opdat de LED's goed zouden werken:

1. Juiste polariteit (+ en — aansluitingen)
2. Gepaste hoeveelheid stroomtoevoer

Een omgekeerde polariteit kan de LED verbranden tenzij de spanning onder ongeveer 4 volt ligt of indien de stroom tot een veilige waarde gelimiteerd is. De LED zal niet branden bij omgekeerde polariteit.

Om de stroomtoevoer op een gepast peil te houden maken we gebruik van een weerstand in serie (permanent) verbonden met de LED. Deze weerstanden zorgen voor een relatief constante spanning ($\pm 1,7$ V) naar de LED via de aansluitklem 25. Wij hebben spanningen nodig die boven deze waarde liggen om stroom door het LED-display te doen vloeien. De weerstanden in serie bepalen hoeveel stroom van de batterijen naar de LED vloeit.

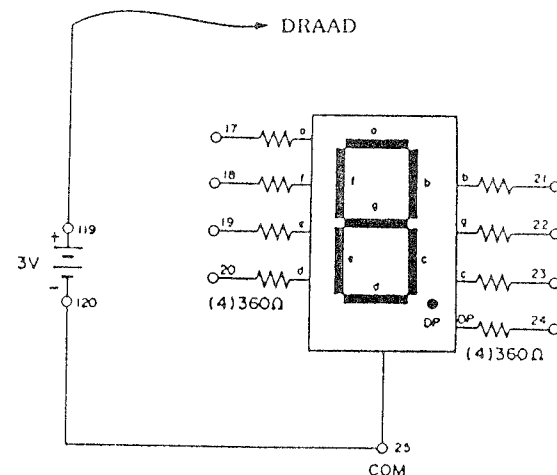
Maak de nodige bedrading om de 3 V voedingsbron met de LED-segmenten en de decimale punt (Dp) te verbinden. Welke cijfers en letters kunt u op het display afbeelden?

Bij deze lage spanning kunt u de polariteit omkeren door de batterijaansluitingen om te wisselen. (Verander 25-120 en 119-DRAAD in 25-119 en 120-DRAAD.) Schrijf de resultaten op. Na nota te hebben genomen sluit u de batterij met de juiste polariteit aan. Gebruik nu uw VOM om de LED spanning tussen de veerklem 25 en ieder aansluitklem (17 tot 24) afzonderlijk te meten. Ga tijdelijk over naar een 9 V stroombron door de batterijaansluitingen 25-124,

121-122 en 119-DRAAD te realiseren. Maak nu dezelfde metingen met de VOM. Met de 3 keer grotere voedingssterkte van de batterijen verhogen de LED-spanningen slechts met hoeveel? (Een typische toename is 0,25 V).

Probeer nu de spanning te meten in iedere met een LED-segment verbonden weerstand. Alle weerstanden hebben een waarde van 360 ohm. LED-stroom in milliampère (duizendsten van een ampère) wordt bekomen door de spanning te delen door 360 ohm. LED-segmenten hebben ongeveer een stroomsterkte van ____ milliampère (mA) met de 3 V voedingsbron (3 mA is typisch) en van ____ milliampère (mA) met een 9 V voedingsbron.

Maak hieronder een tabel waarin u de aansluitingen noteert die nodig zijn om de cijfers 1 tot 9 op het display af te beelden.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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

Nota's

24. Fundamenteel LED-display

Nu zult u iets leren over een LED digitaal display met 7 segmenten en gemeenschappelijke kathode. Gemeenschappelijke kathode betekent dat de 7 segmenten van het LED-display een gemeenschappelijk contactpunt - veerklem 25 - als negatieve elektrode gebruiken.

De LED moet (+) en (—) aansluitingen hebben zodat er stroom doorheen kan vloeien. De positieve kant wordt anode en de negatieve kant kathode genoemd. Aangezien het 7-segmenten display bestaat uit 7 LED's (zonder de decimale punt mee te tellen), zouden er veertien (14) aansluitingspunten moeten zijn, zeven anodes en zeven kathodes.

Wij kunnen echter zowel anodes als kathodes gemeenschappelijk maken om alzo het aantal aansluitingspunten tot acht te herleiden, een anode aansluiting voor elk segment en een gezamenlijk aansluitingspunt voor de kathoden (ofwel 7 kathode aansluitingspunten en een gemeenschappelijk anodeaansluitingspunt).

Het LED-display in deze bouwdoos is van het type gemeenschappelijke kathode. Verbind de gemeenschappelijke kathodesegment-aansluitklem (veerklem 25) met de negatieve kant van de batterij en elke anodesegment-aansluitklem afzonderlijk met de positieve kant van de batterij.

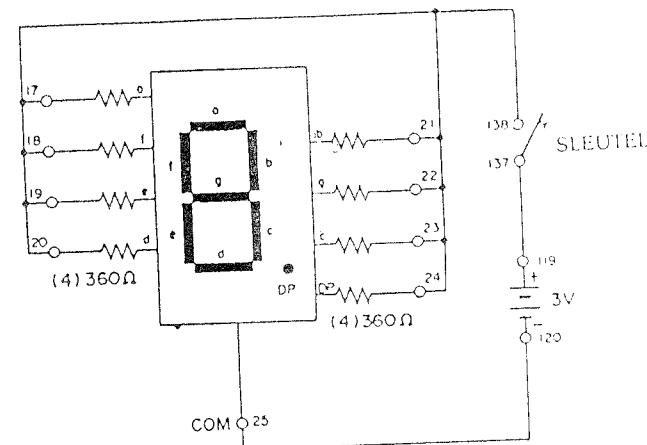
LED-displaysegmenten zijn zeer klein. Om een lichtstreepje te vormen moeten een aantal segmenten naast elkaar opgesteld worden die er dan uitzien als een doorlopende lijn. Sommige displays zijn voorzien van matte lenzen om de aparte segmenten beter te doen samenvloeien tot een doorlopende lijn. Kunt u de afzonderlijke segmenten van het display in uw bouwdoos zien?

LED's werken uitermate snel. Een LED kan honderden keren aan en uit gaan in slechts één seconde, zo snel dat u het geknipper zelfs niet kunt zien. Zoals bij een gloeilamp is er geen opwarmingstijd nodig en wordt geen grote hitte voortgebracht.

Voer het volgende experiment uit om te zien hoe snel een LED functioneert.

1. Maak de nodige bedrading maar sluit de sleutel niet.
2. Verminder de kamerverlichting zoveel mogelijk zodat u beter iedere lichtuitstraling door de LED kunt zien.
3. Druk zeer kort op de sleutel.

Let er op dat de LED zeer snel aan en uit gaat. Houd het geheel onbeweeg en kijk naar de LED wanneer u kort op de sleutel tikt. Het display schijnt snel te lichten en uit te doven maar in werkelijkheid is de oplichtingstijd nog korter maar wegens de nawerking van het menselijk oog zonder speciale instrumenten niet nauwkeurig te bepalen.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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

Nota's

25 Transistorgestuurd schakelen van het LED-display

Wegaan we ietwat verder het gebied van de elektronica binnendringen. De gegeven uitleg zal voortaan wat ingewikkelder maar tevens interessanter worden. In dit project zult u zien hoe u de LED kunt sturen door middel van transistoren.

Deze schakeling lijkt op die van het project 20 (Werking van de transistor-schakeling). De enige verschillen zijn de stand van de schakelaar en de waarde van de weerstand. Dit project gebruikt de basisschakeling van de NPN transistor als schakelaar voor het sturen van de kathode van de LED. In het project 20 werd de LED gestuurd vanaf de anodekant (positief).

Beide transistoren in dit project werken als schakelaars. De PNP transistor blijft altijd aan waardoor stroom van de collector naar de emitter kan vloeien omdat een voldoende hoeveelheid negatieve spanning aan de basis ervan toegevoerd wordt via een der 10K weerstanden. De NPN transistor gaat aan wanneer u de sleutel indrukt zodat er voldoende positieve spanning aan z'n basis toegestuurd wordt via een andere 10K weerstand. Zo kan de stroom vloeien van de emitter naar de collector op het ogenblik dat u de sleutel indrukt.

U moet volgende basisprincipes onthouden:

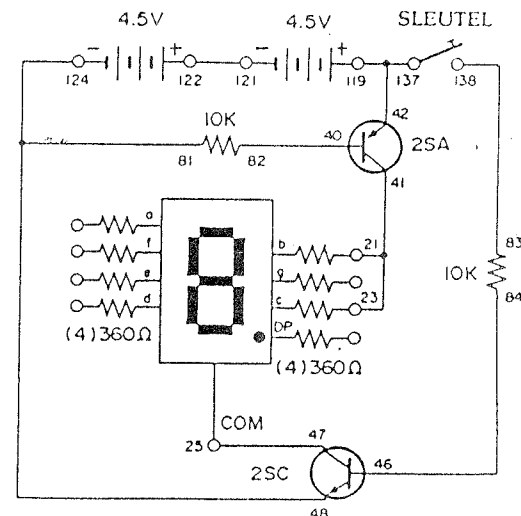
Een PNP transistor gaat alleen aan wanneer negatieve spanning aan z'n basis toegevoerd wordt; de stroom vloeit van de collector naar de emitter.

Een NPN transistor gaat alleen aan wanneer positieve spanning aan z'n basis toegevoerd wordt; de stroom vloeit van de emitter naar de collector.

Nu er stroom door de NPN transistor kan vloeien; kan de stroom een volledige baan afleggen - vanaf de negatieve kant van de batterijen naar de NPN transistor, verder naar de gemeenschappelijke kathodeaansluitklem van het display, de b en c anodeklemmen van het display, naar de PNP transistor en naar de positieve kant van de batterijen zodat het display oplicht.

Het aanzetten van de LED door een der transistoren kan voor het ogenblik onbelangrijk schijnen maar personen die met het ontwerpen van ingewikkelde computerschakelingen belast zijn vinden dit een handig manier om schakelingen te sturen.

Hebt u opgemerkt dat de transistoren even snel aan en uit gaan als u op de sleutel drukt? Dit snelle schakelen maakt dat computers bewerkingen uiterst snel kunnen uitvoeren. Transistoren zijn heel wat keren sneller dan relais of met de hand bediende schakelaars. Later zullen wij u tonen hoe u dit snelle schakelen kunt vertragen door het gebruik van andere componenten.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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

Nota's

26. Transistor, CdS cel en LED-displayschakeling

In dit project tonen wij u hoe u een LED kunt aanzetten door gebruik te maken van een transistor en een CdS cel.

Beschouw de CdS cel als een weerstand waarvan de waarde varieert volgens de hoeveelheid licht die erop valt. Bij duisternis is de weerstand zeer hoog, ongeveer 5 megohm (5 miljoen ohm) terwijl bij helder zonnelicht de weerstand daalt tot 100 ohm of minder.

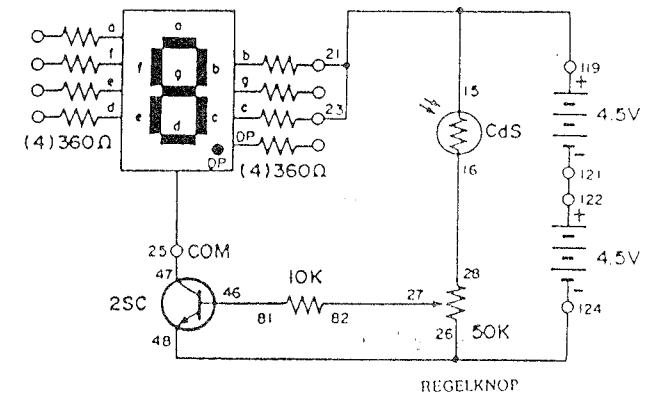
U kunt dit gemakkelijk testen. Zet de schakelaar van uw VOM op weerstandmeting en verbind de VOM met de CdS cel. Houd uw hand boven de CdS cel en noteer de weerstand. Neem uw hand weg en lees opnieuw de gemeten weerstand af.

U kunt de NPN transistor als schakelaar gebruiken. Zoals wij in het voorgaande project gezien hebben, gaat deze transistor aan wanneer er positieve spanning aan z'n basis toegevoerd wordt. De positieve spanning gaat van de positieve kant van de batterij via de CdS cel en de regelknop naar de 10 Kohm weerstand.

De hoeveelheid spanning die aan de basis toegestuurd wordt, wordt bepaald door de totale weerstandswaarde van de CdS, de regelknop en de 10 Kohm weerstand. De hoeveelheid licht die op de CdS cel valt evenals de stand van de regelknop beïnvloeden de basisspanning, laag of hoog om zo de transistor aan te zetten.

Gebruik uw voltmeter op de regelknop en verdraai die terwijl u de CdS cel afdekt om de verandering in spanning te meten. Regel de knop zodat de transistor aan en uit gaat naar gelang er meer of minder licht op de CdS cel valt.

Deze schakeling toont een 1 bij helder licht. U kunt natuurlijk de bedrading zo maken dat eender welk ander cijfer afgebeeld wordt. Wij beschouwen 1 als een binair cijfer dat een logisch "hoog" (H of AAN) aanduidt, om te tonen dat helder licht op de CdS cel valt. Kunt u de bedrading zodanig veranderen dat u een ander cijfer op het display bekomt om deze toestand (H) aan te duiden?



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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

Nota's

IV. EEN REISJE DOOR DIGITALE SCHAKELINGEN

27. "AND" diode-transistor logica (DTL) met LED-display

Laat ons verder gaan op de weg van de digitale schakelingen en enkele nieuwe basisbegrippen leren. Eerst en vooral is een digitale schakeling een schakeling die werkt als een schakelaar voor het aan- en afzetten van verschillende componenten.

In deze sectie krijgt u te maken met diode-transistor logica (DTL) schakelingen of schakelingen waarin dioden en transistoren gebruikt worden voor het in- en uitschakelen van de stroom.

Het is meestal zonder enig belang hoeveel spanning aan een digitale schakeling toegevoerd wordt; wat wel belangrijk is, is de toestand van de schakeling, AAN (spanning aanwezig) of UIT (geen spanning aanwezig). Wanneer de schakeling AAN is, noemen we die logisch hoog of gebruiken we het cijfer 1 om de schakeling te beschrijven. Is de schakeling UIT, noemen wij die logisch laag en gebruiken daarvoor het cijfer 0.

Eerst willen we de AND schakeling wat nader bekijken. De AND schakeling geeft een uitgang wanneer alle aansluitingen met de aansluitklemmen ervan logisch hoog (spanning ontvangen) zijn.

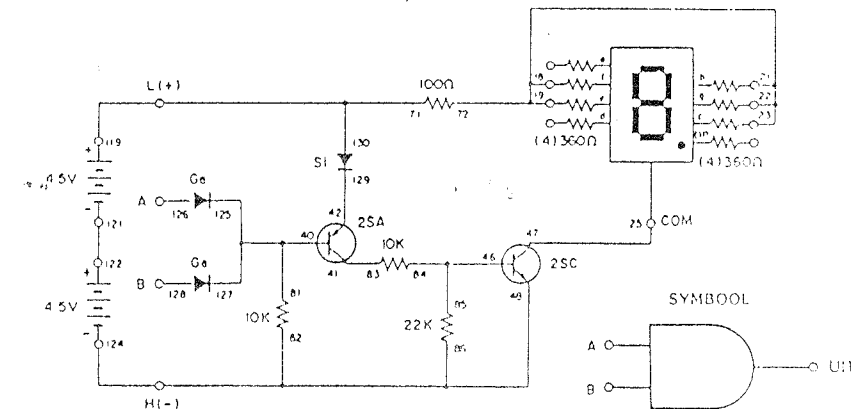
Maak de bedrading volgens de bedradingsopvolging hiernaast. Verbind dan de veerklemmen A (126) en B (128) met de veerklemmen 119 en 124 in verschillende combinaties om de schakeling te vervolledigen en te zien hoe een AND schakeling werkt.

In deze schakeling geeft de klem 124 een logisch hoog (spanning) en klem 119 een logisch laag (geen spanning). De LED toont de H alleen wanneer u klemmen A en B allebei met de klem 124 (hoog) verbindt. Wanneer u klem A of klem B ofwel beide met de klem 119 (laag) verbindt, toont de LED niets. Beide (A en B) moeten hoog zijn opdat hun gecombineerde uitgang (de LED) de aflezing H (hoog) zou tonen.

Wanneer een der ingangen (of beide) laag is (wanneer klem 126 en/of 128 met klem 119 verbonden zijn), wordt positieve spanning geleverd aan de basis van de PNP transistor langs de dioden en de PNP transistor blijft uit. Omdat de PNP transistor de schakeling niet vervolledigt wordt geen stroom toegevoerd aan de basis van de NPN transistor die dus uit is. De gemeenschappelijke kathode aansluitklem is niet verbonden met de negatieve stroombron en de LED blijft uit.

Wanneer beide invoeren hoog zijn leveren beide dioden negatieve spanning aan de basis van de PNP transistor die bij gevolg aangezet wordt. Ook de NPN transistor wordt aangezet en de stroom kan verder gaan naar de LED die brandt.

Wiskundigen gebruiken het symbool AB om de functie AND voor te stellen. Onderaan rechts op het diagram ziet u het voor een AND schakeling gebruikte symbool.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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 «HOOG» of 124 «LAAG»;
128-(naar 119 «HOOG» of 124 «LAAG»).

Nota's

28. "OR" DTL schakeling met LED-display

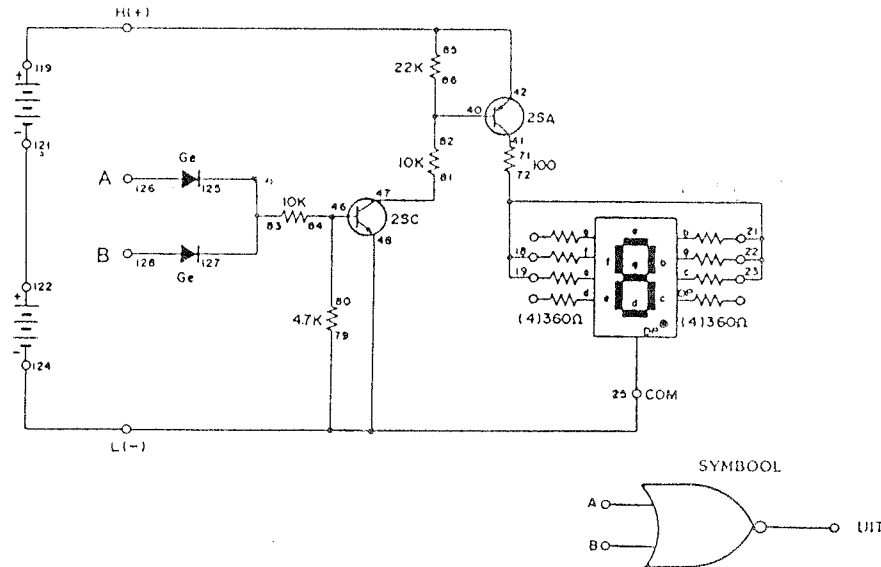
De volgende logische schakeling die wij aanpakken is de logische OR schakeling. Kunt u uit de naam OR (=OF) afleiden hoe zo'n schakeling werkt? Herinner u dat een AND schakeling een logisch hoog voortbrengt wanneer de beide ingangen A en B hoog zijn. De OR schakeling daarentegen geeft een logisch hoog wanneer A of B een logisch hoog invoer bekomen.

Op het display wordt H afbeeld wanneer u ofwel klem A ofwel klem B met de klem 119 (onze logisch hoog aansluitklem) verbindt. Sluit even beide klemmen (A, B) aan op de klem 119 en nadien op klem 124. Wat stelt u vast? De uitvoer is hoog wanneer ofwel A ofwel B met H verbonden is. Deze logische functie wordt voorgesteld onder de vorm: $A + B$

Deze schakeling vertoont zoveel overeenkomst met de voorgaande dat wij de volledige werking niet wensen te hernemen. Vergelijk de twee projecten met elkaar en noteer hun punten van overeenkomst evenals de verschillen. Zie na de schakeling kunt volgen op het diagram hierna.

BEDRADINGSOPEENVOLGING

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-(naar 119 «HOOG» of 124 «LAAG»), 128-(naar 119 «HOOG» of 124 «HOOG»).



Nota's

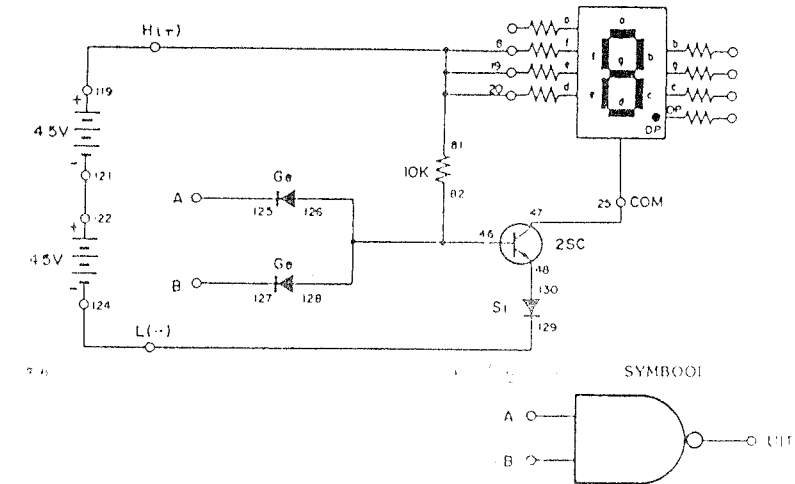
29. "NAND" DTL schakeling met LED-display

Het woord NAND zult u tevergeefs opzoeken in een Engels woordenboek (tenzij een gespecialiseerd elektronica woordenboek). Het is namelijk een samentrekking van twee woorden, NON en AND wat betekent dat u te doen krijgt met een "niet-en" of omgekeerde AND functie.

De schakeling brengt uitvoervoorwaarden voort die het tegendeel zijn van die van een AND schakeling. De uitvoer van een NAND is laag wanneer de beide invoeren A en B hoog zijn en hoog wanneer een der invoeren of beide laag zijn. Het logisch symbool ziet er uit als een AND symbool maar met een klein cirkeltje aan de uitvoer. Deze functie wordt voorgesteld door $\overline{AB}$.

Opmerking: De functievoorstelling is $\overline{AB}$ met een streepje boven beide letters.

Wanneer een der klemmen of beide (A, B) verbonden wordt met de veerklem 24 (de logisch laag aansluitklem), vloeit er stroom door de diode(n) en de NPN transistor blijft uit. De LED brandt niet. Wanneer beide invoeren met de klem 119 (de logisch hoog aansluitklem) verbonden worden, laten beide dioden toe dat er positieve spanning doorheen vloeit. Deze positieve spanning zet de NPN transistor aan zodat er stroom naar de LED gaat die een L afbeeldt.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

81-20-19-18-119, 25-47, 82-46-128-126, 48-130, 121-122, 124-129, 125-(naar 124 «LAAG» of 119 «HOOG»), 127-(naar 119 «HOOG» of 124 «LAAG»).

Nota's

30. "Exclusieve OR" DTL schakeling

Geen nood wanneer u niet zo goed weet wat "exclusieve OR" kan betekenen. Een dergelijke OR (afgekort XOR) schakeling zorgt voor een hoge uitvoer wanneer een van de invoeren hoog is (en slechts één ervan).

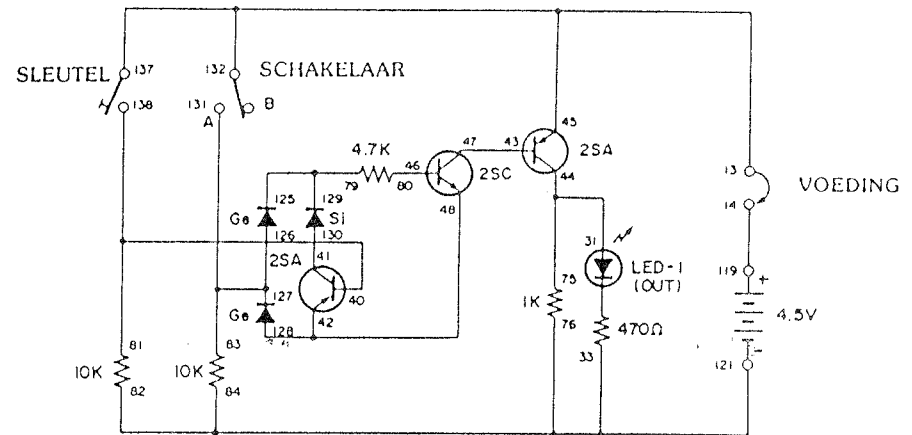
Een XOR schakeling produceert dus een lage uitvoer wanneer beide invoeren gelijk zijn (zowel laag als hoog). Zijn de invoeren verschillend (laag en hoog of hoog en laag), is de uitvoer hoog. Dit is wel een praktisch iets om te weten te komen of we te maken hebben met twee gelijke ofwel twee verschillende invoeren.

Avorens de schakeling te vervolledigen, zie na of de schakelaar wel op B staat. Wanneer u de bedrading beëindigd hebt, verbind de veerklemmen 13 en 14 om de stroom in te schakelen. Zie naar LED 1. Druk nu op de sleutel om een hoge invoer te bekomen. Verandert LED 1? Laat de sleutel los om beide invoeren laag te maken. Plaats nu de schakelaar op A opdat de invoer die er doorloopt hoog zou zijn. Wat gebeurt er met LED 1?

Laat de schakelaar op A staan en druk op de sleutel om beide invoeren hoog te maken en u stelt vast dat in een XOR schakeling twee hoge invoeren een lage uitvoer voortbrengen.

U kunt eveneens een XNOR (exclusieve NOR) schakeling bouwen. Wij doen dit hier niet maar het moet u niet te moeilijk vallen u voor te stellen hoe zo'n schakeling te maken is.

Wenk: Het is hetzelfde ding als een NOR schakeling gevolgd door een bijkomende bedrading om de schakeling om te keren. Noteer alles goed, voornamelijk wanneer u deze XNOR schakeling bouwt.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

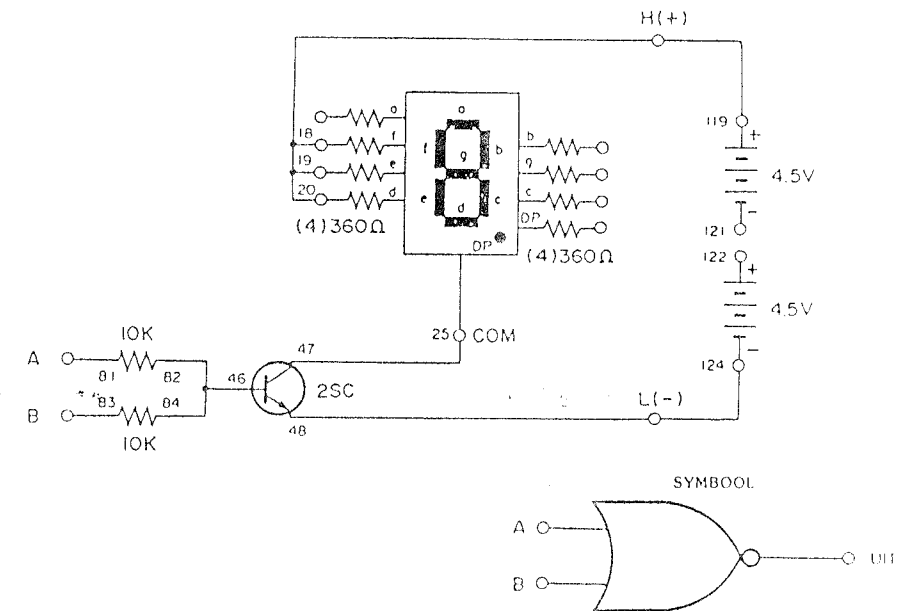
Nota's

31. "NOR" transistorschakeling met LED-display

Nu u een NAND schakeling gebouwd en begrepen hebt, moet het geen heksenwerk zijn om uit te vinden wat een NOR (omgekeerde OR) schakeling is en doet. Op het display wordt een L afgebeeld wanneer een der klemmen A of B met de aansluitklem H (119) verbonden wordt. De schakelingsuitvoer is slechts hoog wanneer zowel A als B lage invoeren bekomen. Dit is tegengesteld aan een OR schakeling. Het logische symbool voor de NOR schakeling wordt bij onderstaand diagram gegeven. De functie wordt als $\overline{A+B}$ geschreven waarin de + de OR schakeling voorstelt en de streep boven de letter erop duidt dat de schakeling omgekeerd is.

Opmerking: bovenstaand symbool is $A+B$ met een streep erboven.

Wanneer u ofwel A ofwel B (ofwel beide) met de aansluitklem H verbindt wordt de NPN transistor aangezet waardoor het stroompad voor de LED vervolledigd wordt. Sluit u zowel A en B aan op L, gaat de transistor uit evenals de LED.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

18-19-20-119, 25-47, 46-82-84, 48-124, 81-(naar 119 «HOOG» of 124 «LAAG»), 83-(naar 119 «HOOG» of 124 «LAAG»), 121-122.

Nota's

32. Transistor flipflop schakeling

Wat is een flipflop? Een soort schakeling die met vaste tussenpozen heen en weer gaat tussen twee verschillende toestanden (aan en uit); "flipt" in een toestand en "flopt" in een andere, enzovoort.

Deze flipflop maakt gebruik van twee transistoren, twee condensatoren en vier weerstanden om de LED aan en af te zetten. De ene transistor bevindt zich steeds in de tegenovergestelde toestand van de andere; wanneer de transistor Q1 aan is, is de transistor Q2 uit en omgekeerd. Deze overgang van aan naar uit en terug naar aan gebeurt razendsnel (in microseconden). Stel de regelknop in en let op de uitwerking ervan op de knippersnelheid van de LED.

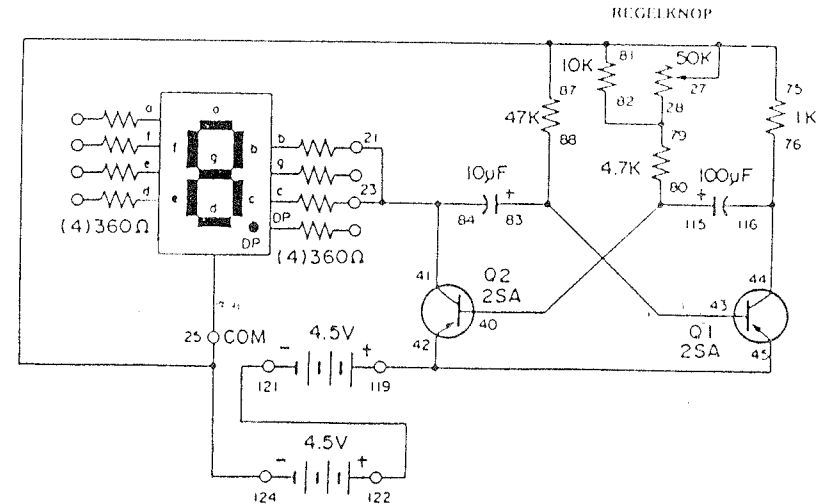
Bekijk het diagram om te zien hoe de schakeling werkt. Vergeet niet dat een transistor aangezet wordt wanneer spanning aan zijn basis toegevoerd wordt. De basissen van de twee PNP transistoren zijn verbonden met de negatieve kant van de batterijen via de weerstanden. U kunt de mening zijn toegedaan dat de beide transistoren permanent aan zijn maar er zijn twee condensatoren op de basissen aangesloten die de flipflopactie in de hand werken.

Om de schakeling te verklaren, laat ons veronderstellen dat de transistor Q1 aan is. Transistor Q2 is aan omdat de $100\ \mu\text{F}$ condensator langs de basis ervan opgeladen en ontladen wordt. De $4,7\ \text{K}$ weerstand en de regelknop houden de transistor Q2 aan nadat de $100\ \mu\text{F}$ condensator ontladen is. Nu heeft de $10\ \mu\text{F}$ condensator een lading gekregen en ontladt zich langs de $47\ \text{K}$ weerstand, de batterij en de transistor Q2. (Vergeet niet dat wanneer de transistor Q2 aan is dit betekent dat er stroom kan vloeien door z'n emitter en z'n collector.) Transistor Q1 blijft uit zo lang de lading van de $10\ \mu\text{F}$ condensator voldoende groot is.

Wanneer de lading tot onder een zeker punt daalt zet de negatieve spanning van de $47\ \text{K}$ weerstand de transistor Q1 aan. Wanneer nu Q1 aangezet wordt, wordt de $100\ \mu\text{F}$ snel opgeladen waardoor de transistor Q2 afgezet wordt. Met Q2 uit stijgt de spanning van z'n collector naar de $9\ \text{V}$ van de batterijvoeding toe en de LED dooft uit. Met het snelle opladen van de $10\ \mu\text{F}$ gaat de Q1 volledig aan. Deze "flip" gebeurt zeer snel.

Na een tijdje ontladt de $100\ \mu\text{F}$ zich via de Q2 waardoor de schakeling terug "flopt" naar de oorspronkelijke toestand waarna de volledige actie herbegint.

Wij gebruikten dit soort schakeling in verschillende voorafgaande projecten. Overloop ze en probeer ze terug te vinden.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

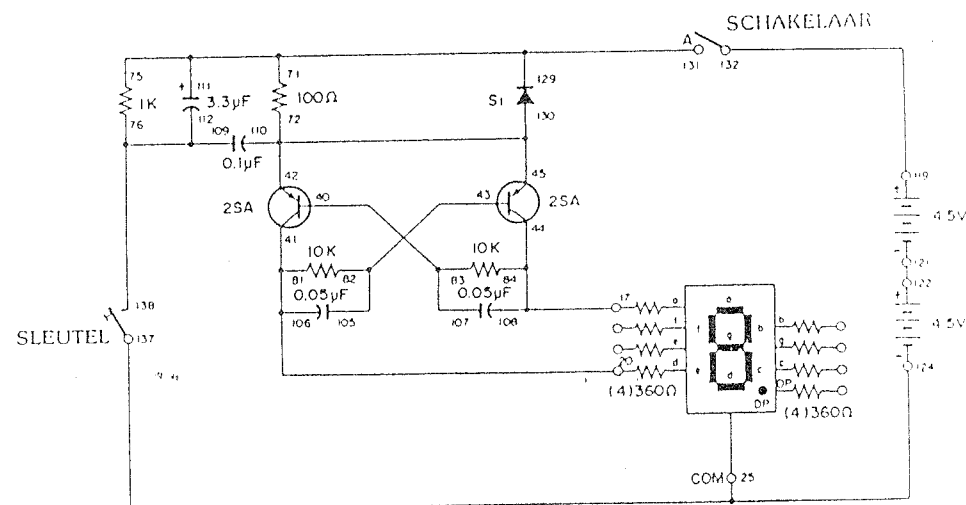
Nota's

33. Transistor "bistabilele flipflop"

Een "bistabiele" schakelaar dient voor het aan- en afzetten van schakelingen. In dit project gebruiken wij de flipflop schakeling als bistabiele schakelaar. In het voorgaande project flipte en flopte de schakeling automatisch terwijl in dit project de schakeling onveranderd blijft tot u tussenkomt.

Eens u de bedrading beëindigd hebt zet u de schakelaar op A. Het onderste segment van de LED brandt. Druk nu op de sleutel. Het onderste segment dooft uit terwijl het bovenste segment oplicht. Iedere keer dat u de sleutel drukt veranderen de LED segmenten - ze flippen en floppen.

Wanneer een transistor aan is, is de andere uit en blijft aan (of uit) tot u tussenkomt. Zo kunnen we zeggen dat flipflop schakelingen dingen kunnen onthouden. Wanneer u een schakeling in een zekere toestand laat blijft die onveranderd tot u wenst die te veranderen. Heel wat flipflops die door een enkel bistabiel signaal gestuurd worden kunnen dingen onthouden. Dit is de reden waarom computers zo onnoemelijk veel kunnen onthouden.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

~ Nota's

V. NOG MEER AVONTUREN MET DIGITALE SCHAKELINGEN

34. Transistor-transistor logica (TTL) "bufferpoort"

Hebt u zich al afgevraagd wat er gebeuren zou indien u zou beginnen met het samenvoegen van digitale schakelingen waarbij u de uitvoer van de ene als invoer van de andere gebruikt? Door dit project te bouwen zult u het spoedig te weet komen.

Een van de geïntegreerde schakelingen is een "Quad 2-input NAND gate IC". Sommige dezer woorden zullen u met zekerheid totaal onbekend zijn maar al spelende leert men "gemakkelijk" wordt toch beweerd. Een geïntegreerde schakeling wordt afgekort als IC. Een IC bevat meerdere transistoren, dioden en weerstanden in een enkel miniem pakket.

Quad betekent vier zodat onze IC vier afzonderlijke NAND gate (= poort) schakelingen bevat met elk 2 invoeren. Elke NAND poort heeft twee invoerklemmen. Tot nog toe hebben we alleen logische schakelingen met twee-invoeren gebruikt maar sommige schakelingen bezitten er meer dan twee.

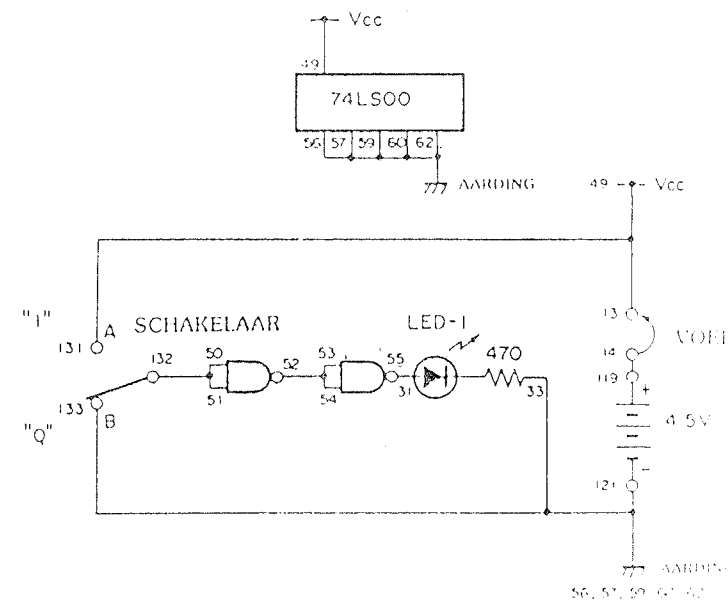
Tenslotte wordt deze schakeling gate (poort) genoemd omdat dit uw ingangspoort tot de digitale wereld (goed gevonden niet?) is. Zonder lachen nu, een poort is een schakeling die meer dan een invoer en slechts een uitvoer heeft. De uitvoer is slechts hoog wanneer de invoeren aan bepaalde voorwaarden voldoen. Wij zullen dit wel uiterst interessant onderdeel met andere digitale schakelingen samen in andere projecten gebruiken.

Deze poortschakeling wordt buffer genoemd omdat ze twee delen van een apparaat van elkander geïsoleerd houdt.

Volg nauwkeurig het diagram wanneer u dit project bouwt. Wij nemen de uitvoer van de ene NAND poort en gebruiken die met de twee invoeren van de volgende (let er op dat de twee invoeren van de twee NAND's altijd dezelfde zijn). Met wat u reeds weet over NAND's, wat denkt u dat er zal gebeuren als de invoer naar de eerste NAND gelijk is aan 1? En gelijk is aan 0? Probeer dit te vinden zonder eerst het project te bouwen.

Alvorens de bedrading te beëindigen moet u de schakelaar op B plaatsen. Verbind de veerklemmen 13 en 14 om de stroom in te schakelen. Wat gebeurt er met LED 1? Zet nu de schakelaar op A. LED 1 licht op.

Zoals u waarschijnlijk zult gevonden hebben is de invoer 1 wanneer u de schakelaar op A zet en 0 wanneer de schakelaar op B staat. Wanneer de invoer naar de eerste NAND 1 is, is z'n uitvoer 0 naar de tweede NAND wat maakt dat z'n uitvoer 1 wordt waardoor de LED brandt.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

13-49-131, 14-119, 31-55, 33-56-57-59-60-62-133-121, 50-51-132, 52-5
13-14 (VOEDING).

Nota's

35. TTL "NIET" poort

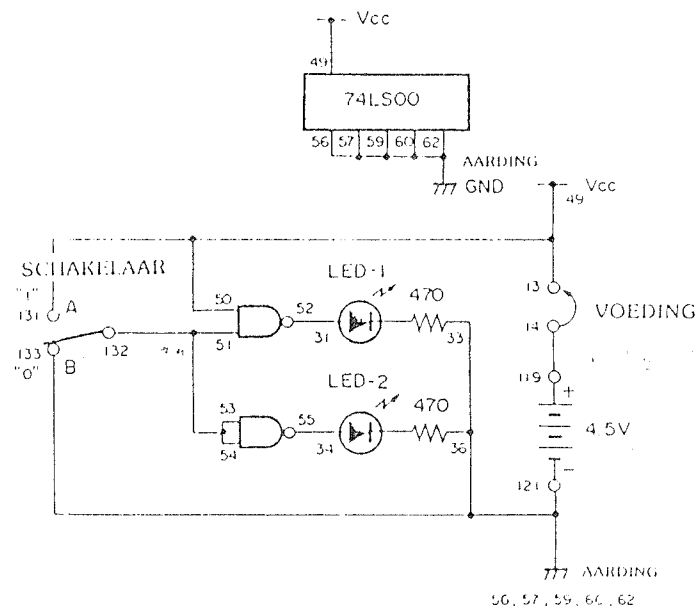
Een "NIET" schakeling heeft een uitvoer die het tegengestelde is van de invoer. Als de invoer 1 (hoog) is, is de uitvoer 0 (laag) en omgekeerd.

Zet de schakelaar op A alvorens het project te vervolledigen en verbind dan de voerklemmen 13 en 14. U ziet dat beide LED's 1 en 2 uit zijn. Daar de uitvoer 0 moet de invoer 1 zijn. Zet nu de schakelaar op B en beide LED's lichten op wat betekent dat u 0 invoert.

Op het diagram kunt u zien dat wij twee van de vier NAND poorten van de IC gebruiken. Met de schakelaar op A zijn beide invoeren naar de twee NAND's 1 wat betekent dat de uitvoeren van beide NAND's 0 zijn (de LED's gaan uit). Met de schakelaar op B hebben wij nu verder alle invoeren 1 en de LED's lichten opnieuw op.

Een interessante overweging is wel "hoe groot waren de RTL en DTL schakelingen waarmee wij in vroege projecten gespeeld hebben?" Geloof het of niet maar vier van deze vroegere schakelingen werden ineengekrompen om plaats te vinden in deze minieme IC.

Er bestaat een speciaal type IC, iets groter dan de IC's in uw bouwdoos maar die een echte computer in miniatuur is. Deze mini-computer wordt microprocessor genoemd. Het samenbundelen van vele schakelingen in een kleine IC wordt LSI (large-scale integration of integratie op grote schaal) genoemd. Deze term LSI zult u nog heel wat keren tegenkomen bij de beschrijving van IC's.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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 (VOEDING).

Nota's

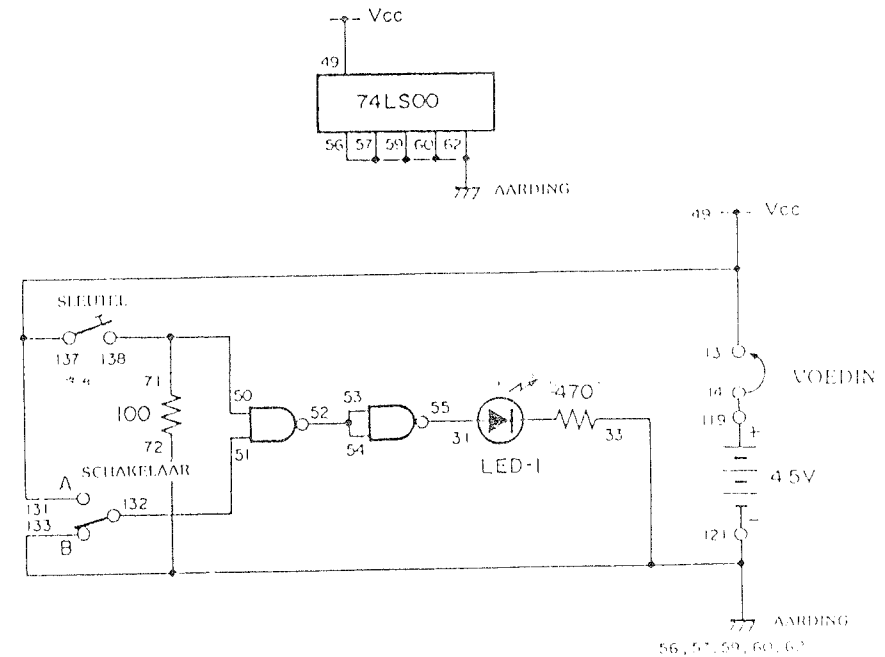
36. TTL "AND" poort

Kunt u zich voorstellen hoe u een AND poort kunt maken door de NAND poorten uit uw bouwdoos te gebruiken? Laat ons wat experimenteren om te zien hoe dit kan.

Laat bij het bouwen van dit project de schakelaar op B staan en verbind dan de veerklemmen 13 en 14 om de stroom in te schakelen. Druk op de sleutel. Wat gebeurt er met LED 1? Zet nu de schakelaar op A terwijl u de sleutel ingedrukt houdt. Verandert LED 1?

Zoals u kunt zien worden de invoeren 1 wanneer u de sleutel indrukt en de schakelaar op 1 zet waardoor de uitvoer eveneens 1 wordt. Kunt u de 1 invoeren volgen doorheen de volledige schakeling tot u een 1 uitvoer bekomt? Probeer het ... en niet spieken!

Het loopt op de volgende manier: iedere 1 invoer gaat naar de eerste NAND poort. De uitvoer van deze NAND wordt also 0. Deze 0 uitvoer wordt gebruikt voor de beide invoeren van de tweede NAND. De 0 invoeren van de tweede NAND maken dat z'n uitvoer 1 wordt en de LED oplicht. U ziet dus dat de twee NAND poorten samen een AND poort vormen.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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 (VOEDING).

Nota's

37. TTL "OR" poort

Een mooie eigenschap van de "quad two-input NAND IC" is wel dat wij de vier NAND poorten kunnen combineren om andere logische schakelingen te maken. Onze twee laatste projecten toonden u hoe NAND poorten kunnen aangewend worden om andere logische schakelingen te creëren. In dit project tonen wij u hoe u een OR poort kunt maken uitgaande van de NAND poorten.

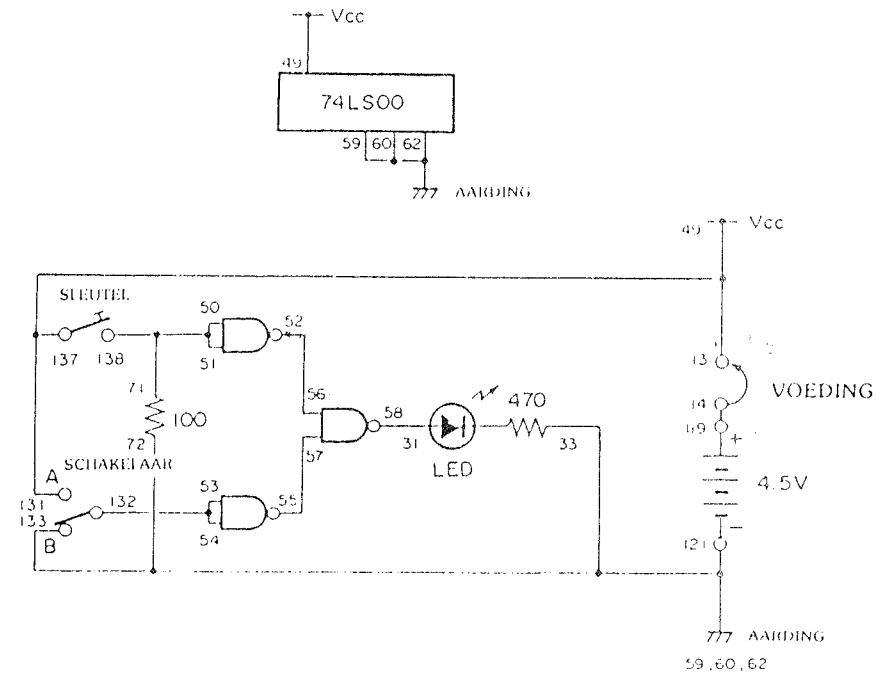
Bekijk aandachtig het diagram van dit project - weet u wat er gebeurt vanaf elke invoer tot aan de eventuele uitvoer? (Heel zeker, u hoeft u alleen wat in te spannen.)

Wanneer u aan dit project werkt, houd de schakelaar op B en verbind de voerklemmen 13 en 14 zodra u klaar bent. Druk nu op de sleutel. Wat gebeurt er met LED 1? Laat de sleutel los en zet de schakelaar op A. Wat gebeurt er nu met LED 1? Laat de schakelaar op A staan en druk opnieuw op de sleutel. Ziet u iets veranderen bij de LED 1?

U ziet dat deze schakeling inderdaad werkt zoals andere OR poorten waarmee u reeds gespeeld hebt. Wanneer minstens een van de invoeren 1 is, is de uitvoer naar de LED gelijk aan 1. Hebt u gezien wat er gebeurt met de invoeren tot aan de uitvoer tot nog toe. De uitleg vindt u hierna maar probeer die eerst zelf te vinden.

Nemen wij aan dat u op de sleutel drukt met de schakelaar op B. U zet de beide invoeren van de NAND daardoor op 1 zodat z'n uitvoer 0 wordt. Deze uitvoer 0 is de invoer voor een der invoeren van de NAND die de LED stuurt. Daar een NAND uitvoer allen 0 is wanneer al z'n invoeren 1 zijn, maakt de 0 invoer dat de uitvoer van de NAND naar 1 gaat zodat de LED 1 oplicht!

Wij kunnen met de quad two-input IC zowel AND, NOR, XOR als NAND poorten maken. Weet u hoe wij de NAND's in de IC moeten verbinden om de andere logische schakelingen te bekomen? Probeer het en noteer alles goed ... wij gaan het spoedig samen opzoeken.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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 (VOEDING).

Nota's

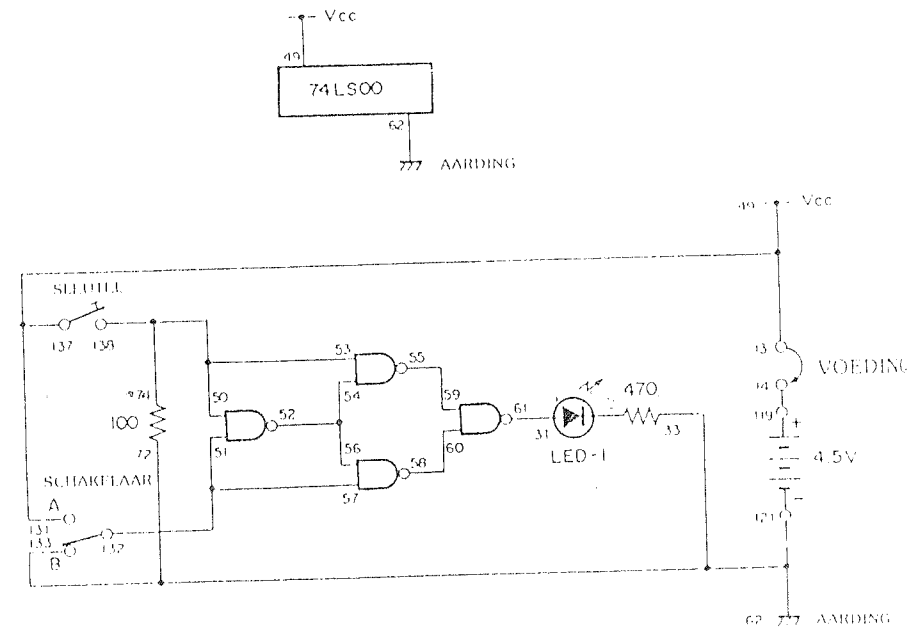
38. TTL "Exclusieve OR" poort

Aangezien wij andere digitale schakelingen hebben kunnen maken door NAND poorten te combineren is het maar normaal dat wij ook XOR poorten kunnen maken.
In dit project geven wij u de proef op de som.

Zet de schakelaar op B voor de schakeling beëindigd is en verbind dan de veerklemmen 13 en 14. Druk op de sleutel. Wat gebeurt er met LED 1? Laat de sleutel los en zet de schakelaar op A. Wat gebeurt er nu met LED 1? Laat de schakelaar op A staan en druk op de sleutel. Wat gebeurt er nu met LED 1?

De uitvoer is 1 zo lang de invoeren verschillend zijn maar zodra de invoeren gelijk zijn - (zowel 0 als 1) - wordt de uitvoer van de XOR poort 0.

Zet uw denkerspet op en volg elke 0 of 1 invoer doorheen de hele schakeling tot aan de uitvoer. Het zal u helpen wanneer u 0 of 1 aangeeft op het diagram aan elke in- of uitvoer van iedere NAND poort.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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 (VOEDING).

Nota's

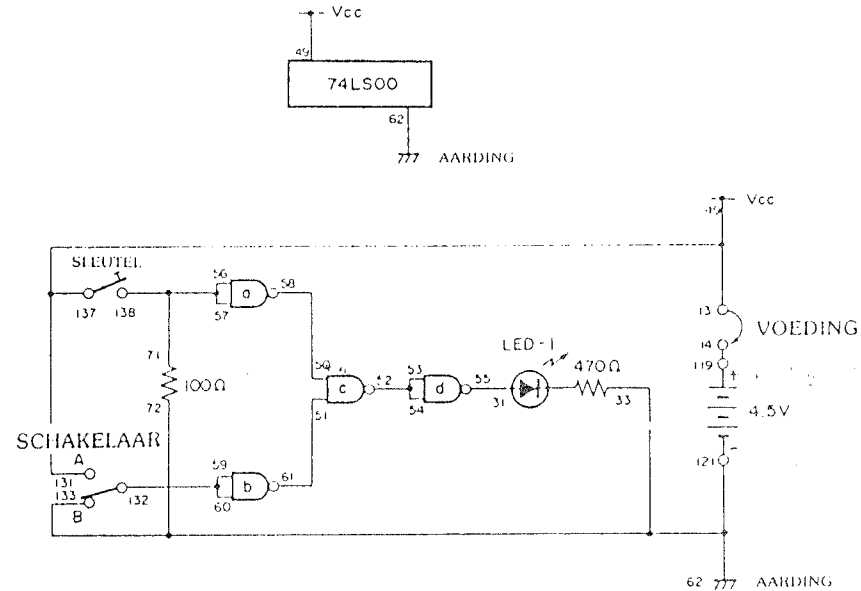
39. TTL "NOR" poort

Probeer de 0 en 1 invoeren op het diagram aan te duiden zoals u dit bij enkele voorgaande projecten gedaan hebt en zie hoe deze schakelingen aan een 0 of een 1 uitvoer komen. Overleg met de nodige ernst en ga niet te vlug naar de oplossing hieronder kijken.

Laat de schakelaar op B staan bij het bouwen van het project. Verbind de
verdr. klemmen 13 en 14 wanneer de bedrading beëindigd is. Druk op de
sleutel. Ziet u de LED 1 veranderen? Laat de sleutel los en zet de schakelaar
op A. Wat gebeurt er nu met LED 1. Laat de schakelaar op A staan en druk op
de sleutel. Wat gebeurt er nu?

Zoals u ziet werkt deze schakeling op dezelfde manier als de andere NOR poorten die we gebouwd hebben. Beide met a en b gemerkte NAND poorten hebben invoeren 1. Hun uitvoeren worden als invoeren gebruikt voor de NAND c. NAND c heeft een uitvoer 1 zo lang een van z'n invoeren of beide 0 zijn. Z'n uitvoer 1 wordt verder gebruikt voor de invoeren van de volgende NAND die een uitvoer 0 bekommt. Hierdoor licht de LED 1 niet op.

Zoals u vaststelt heeft een NOR poort slechts een uitvoer 1 wanneer beide invoeren 0 zijn of anders gezegd wanneer de schakelaar op B staat en de knop niet ingedrukt wordt.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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 (VOEDING).

– Nota's

40. TTL "Drie-invoeren AND" poort

Alhoewel we tot nog toe alleen digitale schakelingen gebruikt hebben met slechts twee invoeren, betekent dit helemaal niet dat we er niet meer kunnen hebben. Hier hebben wij bijvoorbeeld een TTL AND poort die drie invoeren heeft. Probeer door middel van het diagram te begrijpen hoe drie invoeren een uitvoer 1 kunnen voortbrengen.

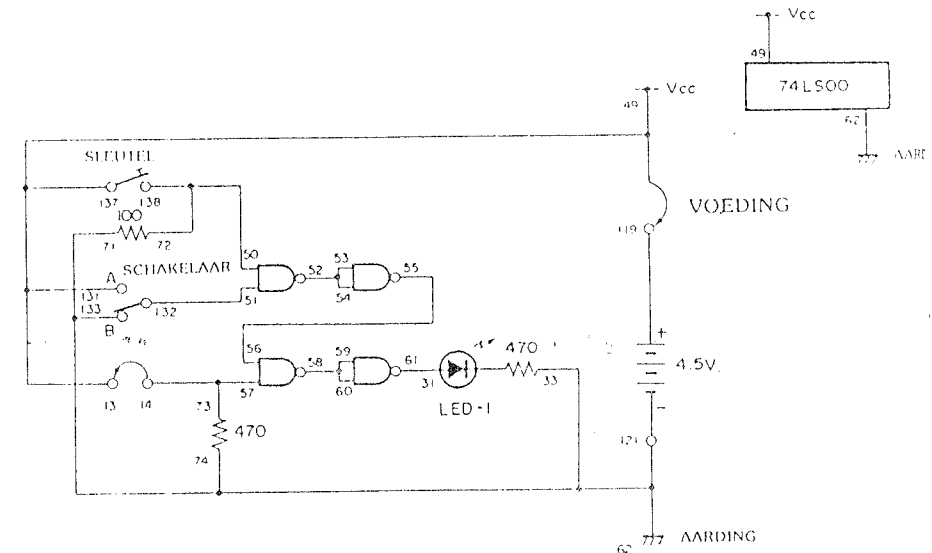
U zult opmerken dat we dit keer het zaakje ietwat anders aanpakken; veerklemmen 13 en 14 brengen een invoersignaal voort. Het verbinden van deze twee klemmen geeft een invoer 1 terwijl het verbreken van de verbinding een 0 voortbrengt. U moet deze schakeling onder stroom zetten door de veerklemmen 119 en 137 te verbinden.

U weet hoe AND poorten werken zodat we niet in de details willen gaan. Kunt u met behulp van het diagram vinden welke aansluitingen nodig zijn voor de schakelaar, de sleutel en de veerklemmen 13 en 14 opdat een uitvoer 1 zou bekomen worden? Tracht de oplossing te vinden en vergelijk die dan met wat hierna volgt.

De schakeling functioneert op de volgende manier. De sleutel en de schakelaar zijn beide met één NAND verbonden. Wanneer nu beide een invoer van 1 aan de NAND leveren heeft die een uitvoer 0. Deze 0 is de invoer voor een andere NAND die daardoor een uitvoer 1 bekomt.

Deze uitvoer 1 gaat opnieuw maar een andere NAND poort (ziet u die op het d'agram?). Daar maakt deze uitvoer 1 een der invoeren uit terwijl de andere invoer komt van de veerklemmen 13 en 14. Zijn deze beide invoeren 1, wordt de uitvoer voor deze NAND 1. Deze uitvoer wordt gebruikt voor de beide invoeren van de laatste NAND die een uitvoer 1 krijgt waardoor de LED brandt.

Schijnt doodeenvoudig, is het niet? Geloof het of niet, zelfs zeer complexe computers werken volgens dezelfde basisprincipes die wij onze bouwdoos toepassen.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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 (VOEDING).

Nota's

TTI "AND" vrijgaveschakeling

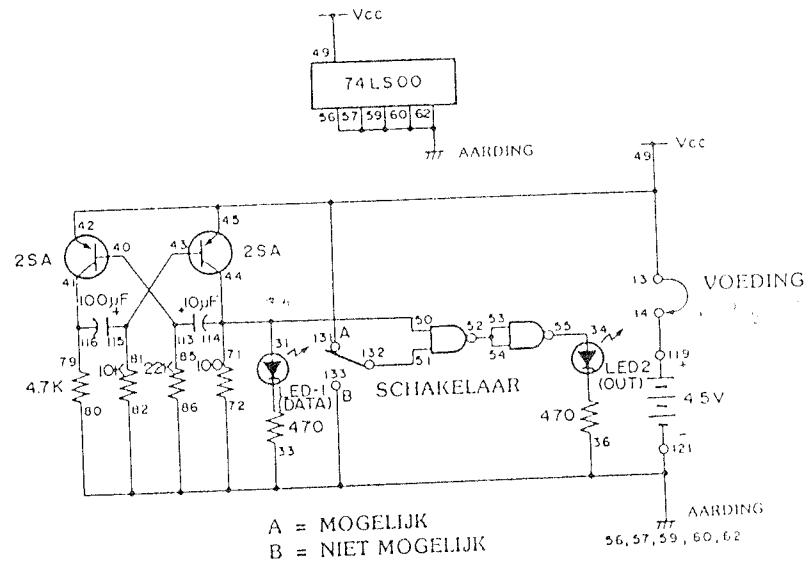
Voorgaande project bezat een specifieke eigenschap die in sommige omstandigheden een probleem kan zijn. De LED 1 en de LED 2 gaan niet tegelijkertijd aan of uit maar het kan nodig zijn dat beide samen aan of uit gaan. Het is u er tijdens het bouwen van het vorige project aan gedacht hoe u dit voor elkaar had kunnen krijgen? Dit project toont u hoe het moet.

Wanneer u nauwkeurig het diagram bekijkt evenals dit van het voorgaande project ziet u dat ze bijna identisch zijn, alleen wordt in dit nieuwe project een komende NAND poort schakeling gevoegd.

Zals in het voorgaande project wordt de weg tussen LED 1 en LED 2 omgekeerd wanneer de schakelaar op B staat. Zet u echter de schakelaar op A ziet u dat de LED 2 oplicht samen met de LED 1. De twee NAND poorten worden samen een AND poort (herinner u project 36 "TTL "AND" poort").

In deze schakeling wordt LED 1 de gegevensinvoer genoemd en LED 2 krijgt de naam uitvoer. Deze beide termen worden veel gebruikt met vrijgaveschakelingen en zullen nog heel dikwijls naar voor komen wanneer wij het zullen hebben over digitale elektronica.

U zult waarschijnlijk al vermoeden dat wij andere digitale schakelingen kunnen gebruiken om vrijgavefuncties te vormen. Weet u ook hoe? Noteer al uw bevindingen vnl. wanneer u er over nadenkt hoe u een OR poort in een vrijgaveschakeling kunt gebruiken (zie volgend project).



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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 (VOEDING).

Nota's

42. TTL "OR" vrijgaveschakeling

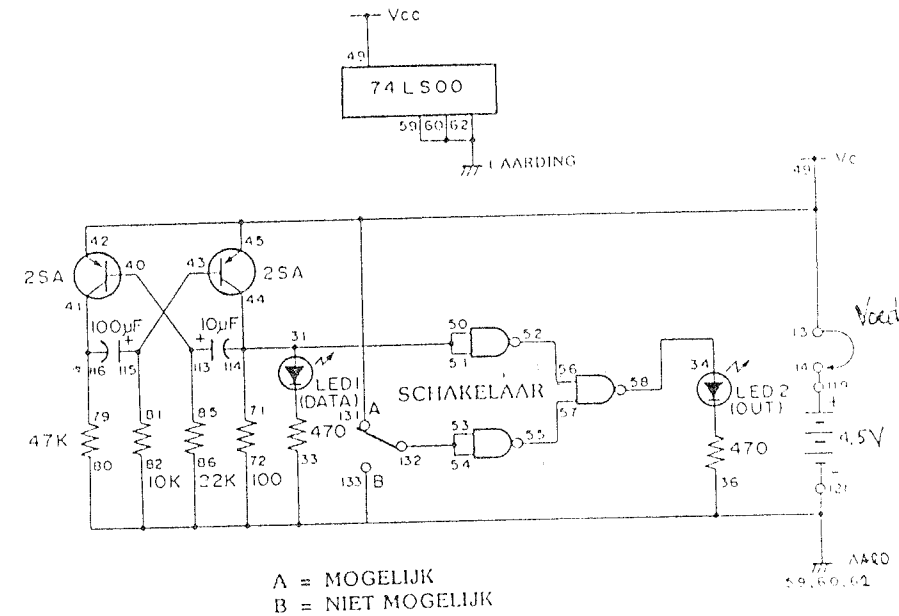
Hebt u er over nagedacht hoe u een vrijgaveschakeling kunt maken met gebruik van een OR poort. Wanneer dit het geval is, krijgt u hier de gelegenheid om uw ontwerp met onze OR vrijgaveschakeling te vergelijken.

Zoals in de beide voorgaande projecten geeft een multivibrator een invoer aan de OR poort in deze schakeling. U ziet de uitvoer van de OR poort wanneer u de LED 1 bekijkt - die knippert aan en uit naar gelang de uitvoer van de multivibrator. Weet u wat er gebeurt wanneer de invoer van de multivibrator aan de OR poort gegeven wordt en dit door alleen het diagram nader te bekijken? Probeer toch maar eens alvorens met de bouw van het project te beginnen.

Zet de schakelaar op A en niet op B zoals in de twee vorige projecten alvorens de bedrading te maken. Eens de bedrading gedaan, verbind de veerklemmen 13 en 14 om de stroom in te schakelen. Wat gebeurt er met de LED 1? En met de LED 2? Zet nu de schakelaar op B. Wat gebeurt er nu met de LED 1 en de LED 2?

Wij vereenvoudigen de schakeling door te zeggen dat het op A plaatsen van de schakelaar de gegevensvloed van LED 1 naar LED 2 blokkeert. (Wordt de blokkeertoestand genoemd.) Staat de schakelaar echter op B, kunnen gegevens van LED 1 naar LED 2 vloeien. (Wordt de vrijgavetoestand genoemd.)

Dit is de derde schakeling van de familie der vrijgaveschakelingen zodat wij u niet tonen hoe die werkt. Probeer zelf het gedetailleerde verloop te vinden met het diagram.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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 (VOEDING).

Nota's

13 TTL "NAND" vrijgaveschakeling

NAND poorten kunnen als elektronische schildwachten ingezet worden. Wanneer u niet wenst dat een signaal in een gedeelte van een schakeling gevoerd wordt, kan een NAND poort ervoor zorgen dat uw wens gebedigd wordt.

In project wordt een NAND vrijgaveschakeling genoemd omdat het signalen geeft om door een bepaald kanaal te passeren. De twee LED's tonen u of het signaal dat LED 1 doet oplichten al of niet naar de LED 2 mag gaan om die te doen branden.

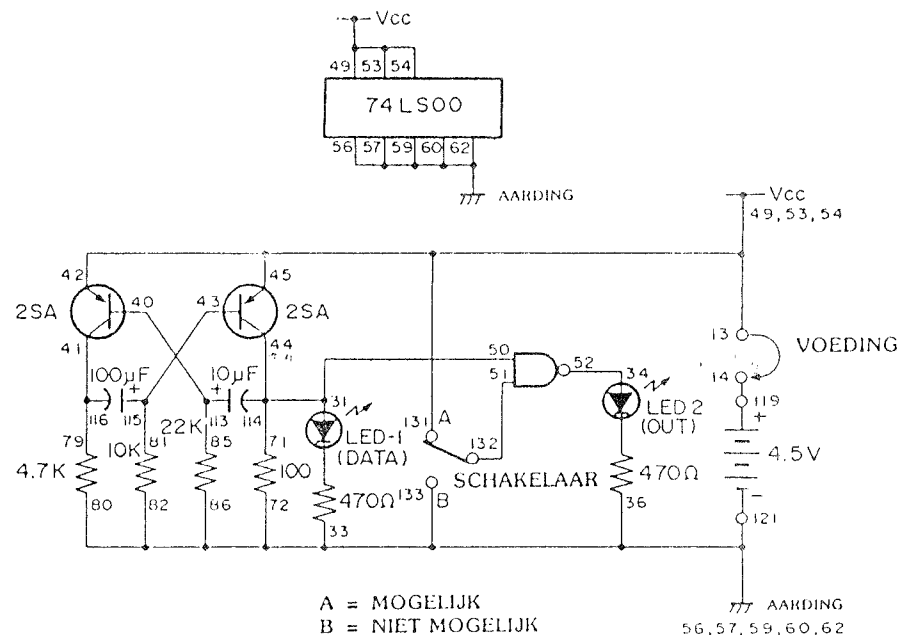
U hebt waarschijnlijk onmiddellijk een schakeling in het diagram herkend... de multivibrator. U ziet de uitvoer van de multivibrator aan de LED 1. U zult wel eens vaststellen dat de multivibrator een van de invoeren van de NAND poort levert. Gebruik het diagram om uit te vinden wat er gebeurt wanneer de schakelaar op A geplaatst wordt. En op B. Weet u wat er gebeurt met de LED 1 als de LED 2 wanneer de schakelaar op A (of op B) staat? Noteer uw redenering en vergelijk die met wat u leert.

Zet de schakelaar op B alvorens dit circuit te bouwen. Eens de bedrading klaar is, verbind de veerklemmen 13 en 14 en kijk naar de LED's 1 en 2. U ziet dat LED 1 knippert om de uitvoer van de multivibrator aan te duiden. Kijk nu naar LED 2. U ziet dat die doorlopend brandt waardoor aangeduid wordt dat er een belet dat het signaal van LED 1 naar LED 2 doorgestuurd wordt. Zet nu de schakelaar op A en kijk naar LED 1. Wat gebeurt ermee? Gebeurt hetzelfde met de beide LED's?

U ziet dat LED 1 en LED 2 beurtelings aan en uit gaan. Dit komt omdat wij een van de twee invoeren naar de NAND gelijk maken aan 1 wanneer wij de schakelaar op A plaatsen. De multivibrator zendt signalen 0 en 1 naar de andere NAND invoer. Wanneer de uitvoer van de multivibrator 1 is, brandt LED 1 maar aangezien beide invoersignalen naar de NAND gelijk zijn aan 1 is zijn uitvoer 0 en LED 2 gaat uit.

Wanneer de uitvoer van de multivibrator 0 is, gaat LED 1 uit. Daar dit maakt dat een van de invoeren naar de NAND gelijk is aan 0, zo is z'n uitvoer 1 en LED 2 licht op. Probeer uit te vinden wat er gebeurt als de schakelaar op B geplaatst wordt en waarom LED 2 doorlopend brandt. Wenk: schakelaar B levert een invoer 0.

Hebt u alles gevonden voor het bouwen van de schakeling? Wij hopen het.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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, 40-116-79, 43-115-81, 51-132, 13-14 (VOEDING).

Nota's

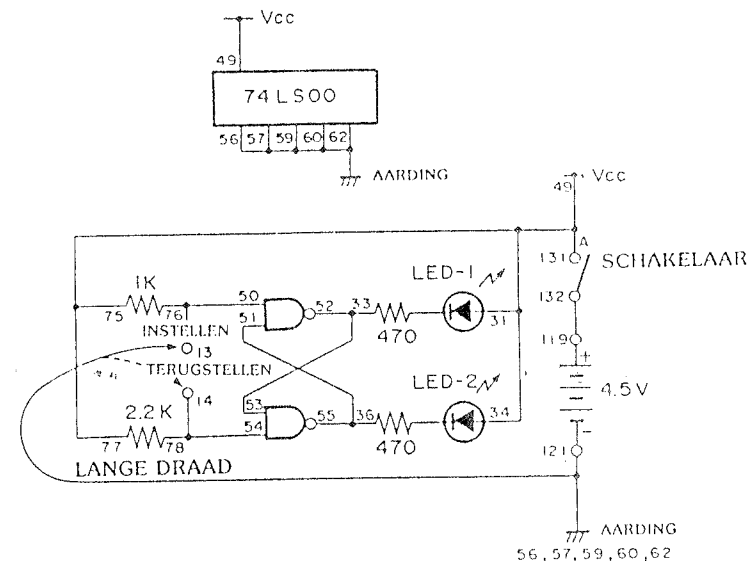
44. TTL "R-S Flipflop"

Zoals wij vroeger reeds gezien hebben zijn flipflops schakelingen die tussen twee toestanden heen en weer gaan. Technici maken heel wat gebruik van flipflop schakelingen om over te schakelen tussen uitvoeren hoog (1) en laag (0). Wanneer de uitvoer hoog of aan is zeggen wij dat de schakeling in de insteltoestand (set=S) is. Is de schakeling uit, zeggen wij dat ze in de terugsteltoestand (reset= R) staat. Daarvan komt dan ook de naam "R-S flipflop".

Na het beëindigen van de bedrading zet u de schakelaar op A om de stroom in te schakelen. Een der LED's licht op. Neem de lange draad die op de veerklem 56 aangesloten is en raak daarmee beurtelings de veerklemmen 13 en 14 aan. Wat gebeurt er met LED 1 en LED 2?

Wanneer LED 2 brandt, staat de R-S flipflop in de insteltoestand (S) en wanneer de LED 1 brandt integendeel in de terugsteltoestand (R). Nadat u de flipflop in- en teruggesteld hebt, neem de lange draad uit de schakeling en zie wat er nu gebeurt.

Nu stelt u een der grondliggende kenmerken van de R-S flipflop vast. Eens de schakeling ingesteld of teruggesteld is, blijft de schakeling in deze toestand tot een invoersignaal tot een verandering verplicht. Dit betekent dus opnieuw dat een R-S flipflop dingen kan onthouden. Deze schakelingen worden in computers gebruikt die zo heel wat kunnen onthouden.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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

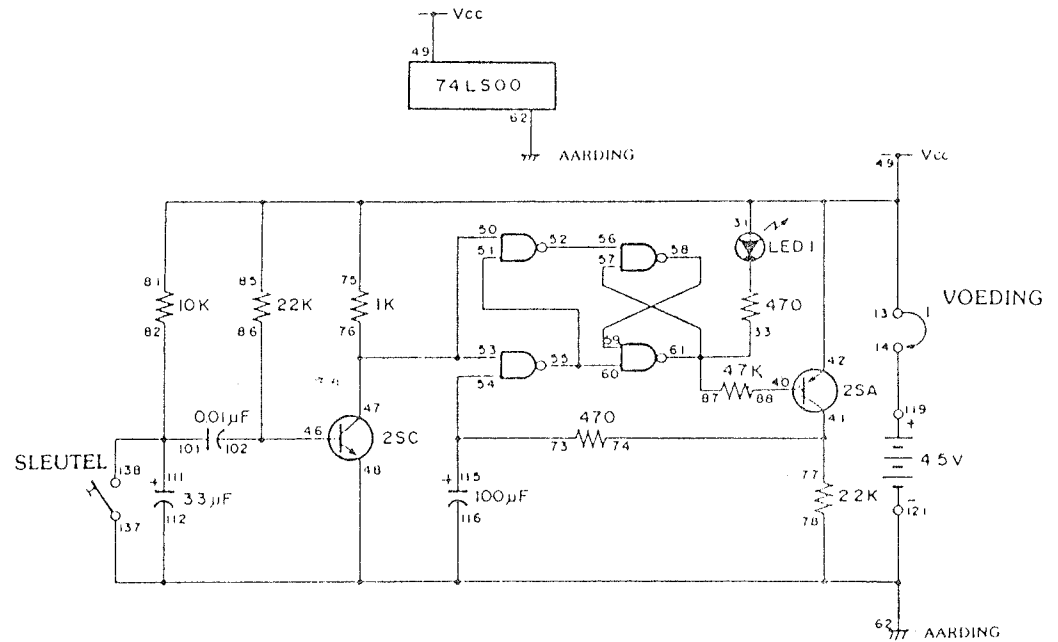
Nota's

45. "Toggle flipflop" (bistabiele) schakeling gemaakt met een NAND poort

Wanneer u de mening bent toegedaan dat een NAND poort een zeerzijdige schakeling is, hebt u het bij het rechte eind.

Verbind de veerklemmen 13 en 14 om de stroom in te schakelen zodra u klaar bent met de bouw van de schakeling. Druk verschillende keren langzaam de sleutel in. U ziet dat LED 1 aan en uit gaat telkens u op de sleutel drukt of die loslaat. Zet uw denkpetje op en probeer te volgen wat er gebeurt vanaf de stroom met de sleutel tot aan de LED 1. Twee van de vier NAND's werken als een R-S flip-flop. Probeer te begrijpen wat de overblijvende NAND's doen.

Deze schakeling is een omzetter omdat de invoeren erdoor omgekeerd worden.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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 (VOEDING).

- Nota's

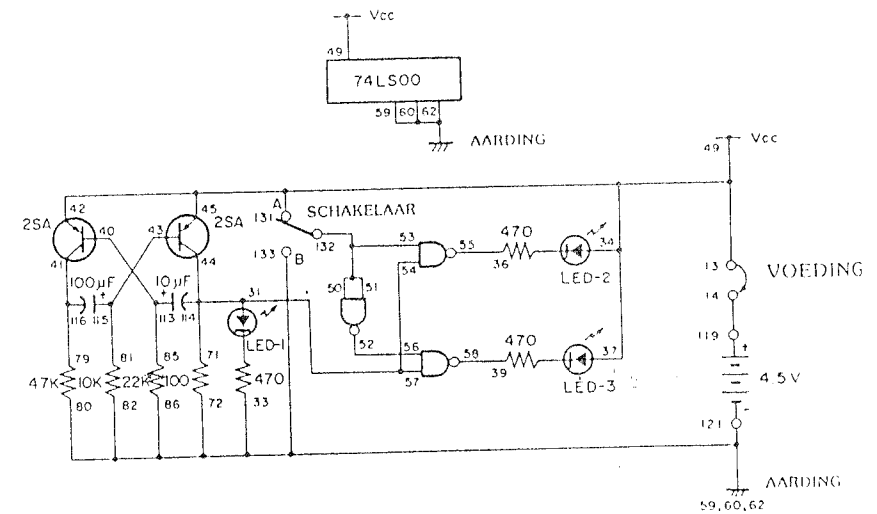
46. TTL lijnselector

Het valt niet moeilijk situaties in te denken waar we wensen invoergegevens te sturen naar twee of meer verschillende invoeren. Dit project toont u hoe wij een netwerk van NAND poorten kunnen gebruiken om dit realiseren.

U ziet dat wij een multivibrator en drie NAND poorten in deze schakeling gebruiken. U kunt de sleutel naar wens op A of B laten bij het bouwen van dit project. Zodra u de klemmen 13 en 14 verbindt ziet u de LED 1 knipperen. Staat de schakelaar op A, knippert ook de LED 2 en staat de schakelaar op B, knippert de LED 3.

Zoals u op het diagram kunt zien worden met de schakelaar op A of B de invoeren naar de twee NAND's gestuurd die de LED 2 en de LED 3 moeten aanzetten. Met de schakelaar op A heeft de NAND die LED 2 stuurt een permanente invoer 1. De uitvoer van de multivibrator zorgt voor de andere invoer. Wanneer de uitvoer van de multivibrator van 0 naar 1 overschakelt verandert de uitvoer van de NAND die LED 2 van 1 in 0.

Het tegenovergestelde gebeurt wanneer u de schakelaar op B plaatst. Nu heeft de NAND die de LED 3 stuurt een permanente invoer 1 zodat LED 3 kan aan- en uitgaan naar gelang de invoer komende van de multivibrator.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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 (VOEDING).

Nota's

47. TTL gegevensselector

Onze laatste projecten laten u zien hoe gegevens naar twee of meer uitvoeren kunnen gestuurd worden. U kunt u wellicht ook situaties voorstellen waar wij mensen (of verplicht zijn) gegevens van twee of meer verschillende bronnen naar een enkele uitgang te sturen. Zie hier hoe dit kan.

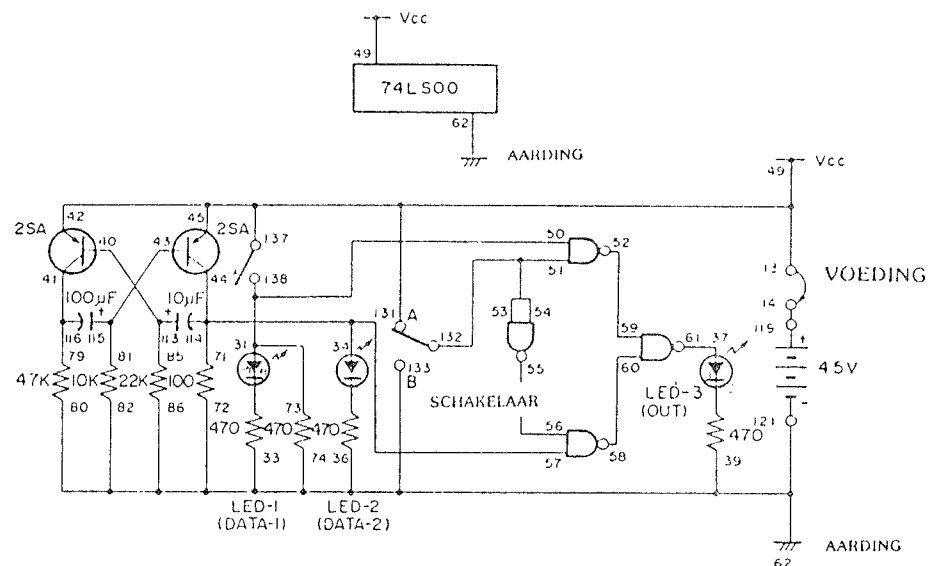
Wanneer u het diagram van dit project bekijkt ziet u twee verschillende bronnen. De multivibratorschakeling geeft een eerste invoersignaal voor het sturen van LED 2. Weet u vanwaar het andere signaal komt?

U levert het tweede invoersignaal door de sleutel in te drukken en los te maken. De werking van de sleutel stuurt LED 1.

De schakelaar op A alvorens de bouw van dit project te beëindigen. Wanneer de stroom ingeschakeld wordt door het verbinden van de klemmen 1 en 14, begint LED 2 te knipperen. Kijk naar LED 1 en LED 3. Gebeurt er nu iets? Druk nu op de sleutel en kijk wat er gebeurt met de LED's 1 en 3. LED 3 gaat samen aan en uit met LED 1. Zet nu de schakelaar op B. LED 3 knippert gelijktijdig met LED 2. U kunt gelijk welke der twee bronnen als invoer gebruiken om de uitvoer van LED 3 te bepalen.

Laat opnieuw uw grijze cellen werken en probeer de invoeren van de vibrator te volgen naar de sleutel en verder naar de instelling van de schakelaar tot aan de LED. Noteer een 1 of een 0 bij iedere klem van de wand's om de verschillende "hoog" en "laag" te zien.

Computers en andere gecompliceerde digitale schakelingen maken gebruik van ingewikkelder versies van deze schakelingen. Zoals u waarschijnlijk onderstelt gebeurt het overschakelen van het ene invoerkanaal naar een ander elektronisch.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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 (VOEDING).

- Nota's

VI. DE WERELD VAN DE TRANSISTOR-TRANSISTOR LOGICA (TTL)

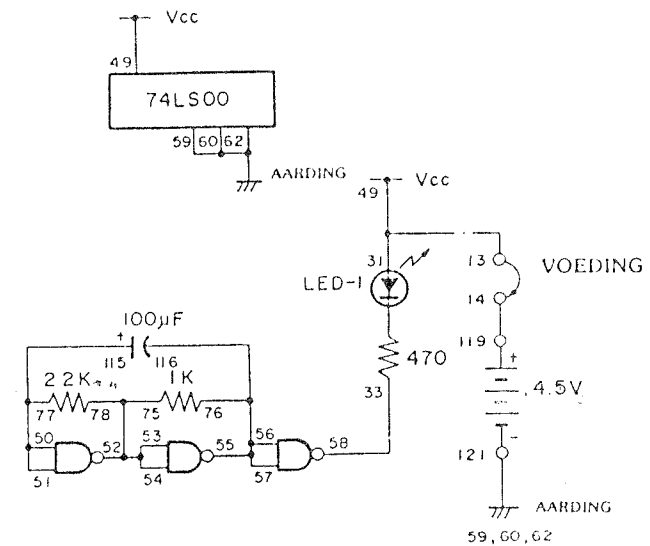
48. TTL onstabele multivibrator

Deze multivibratorschakelingen kunnen met NAND poorten gemaakt worden. Dit project is een voorbeeld van een onstabele multivibrator. Weet u wat onstabil hier wilt zeggen? Raad even, vervolledig dit project en zie na of u het geraden hebt.

Verbind de veerklemmen 13 en 14 om de schakeling aan te zetten. U ziet dat LED 1 begint te knipperen. Onstabil betekent dat de uitvoer van de multivibrator heen en weer gaat tussen 0 en 1. Zoals u zich wel zult herinneren van de meeste multivibrators die we tot nog toe gebouwd hebben dit gebeurt automatisch.

U moet u niet veel moeite kosten u voor te stellen hoe deze schakeling werkt; de 100 μ F condensator maakt dit allemaal mogelijk. Probeer andere elektronische condensatoren te gebruiken in de plaats van de 100 μ F condensator en zie wat er dan met LED 1 gebeurt (let goed op de juiste polariteit).

U kunt u zien waarom NAND poort IC's zo'n belangrijke rol spelen. De quad NAND IC in uw bouwdoos is een van de meestgebruikte elektronische componenten. De toepassing ervan vindt u in heel wat verschillende schakelingen terug.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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 (VOEDING).

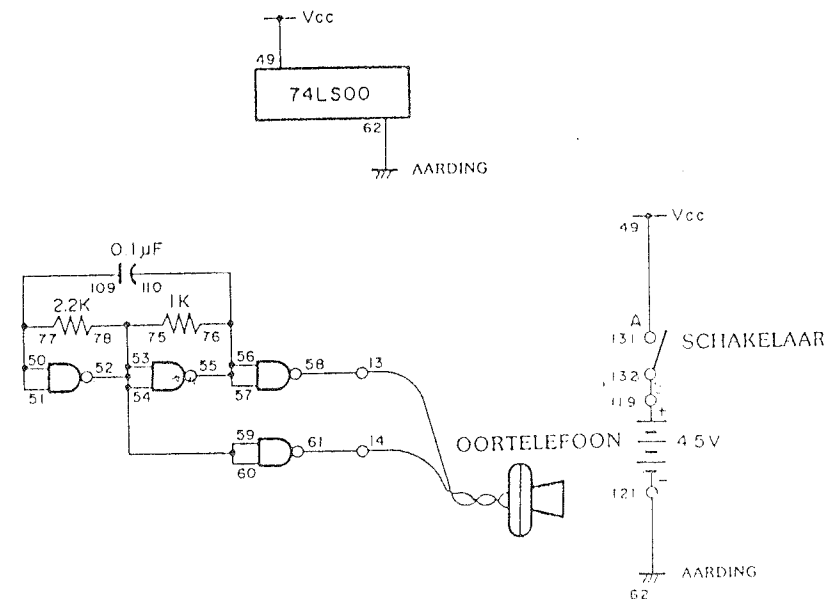
Nota's

49. TTL toongenerator

Wij hebben tonen voortgebracht met audio-oscillatoren en dit zo vele keren dat u wel de mening kunt krijgen dat er geen andere manieren bestaan om geluiden met elektronische schakelingen te produceren.

Wanneer u de bedrading beëindigd hebt, sluit de oortelefoon aan op de veerklemmen 13 en 14 en zet de schakelaar op A om de stroom in te schakelen. U hoort een door de multivibrator voortgebrachte toon. Verander de condensatorwaarden van $0,1 \mu\text{F}$ in $0,5 \mu\text{F}$. Welke uitwerking heeft dit op de toon die u te horen krijgt?

U kunt verschillende condensatoren uitproberen maar neem geen elektrolytische (klemmen 111-118). Probeer de schakeling zodanig te bouwen dat u de condensator van verschillende waarde kunt in- en uitschakelen om de toonverandering te horen. Weet u hoe u deze schakeling met andere digitale schakelingen kunt gebruiken?



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

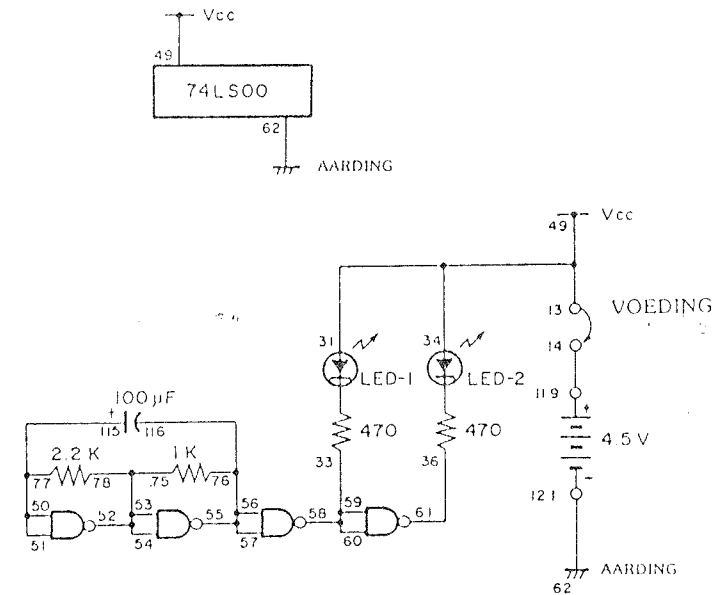
Nota's

50. Knipperende LED's

Maak de bedrading en verbind de veerklemmen 13 en 14 om de stroom in te schakelen. U ziet dat de beide LED's 1 en 2 beurtelings aan en uit gaan. U kunt de knippersnelheid veranderen door de 100 μ F condensator met een andere waarde te vervangen.

TTL multivibratoren worden steeds meer en meer gebruikt in de plaats van transistor-multivibratoren. Weet u waarom? Schrijf de redenen op waarom u denkt dat TTL multivibratoren beter functioneren dan transistor-multivibratoren.

TTL multivibratoren nemen heel wat minder plaats in en TTL IC's verbruiken heel wat minder stroom dan de daarmee overeenkomende transistor-arrangementen.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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 (VOEDING).

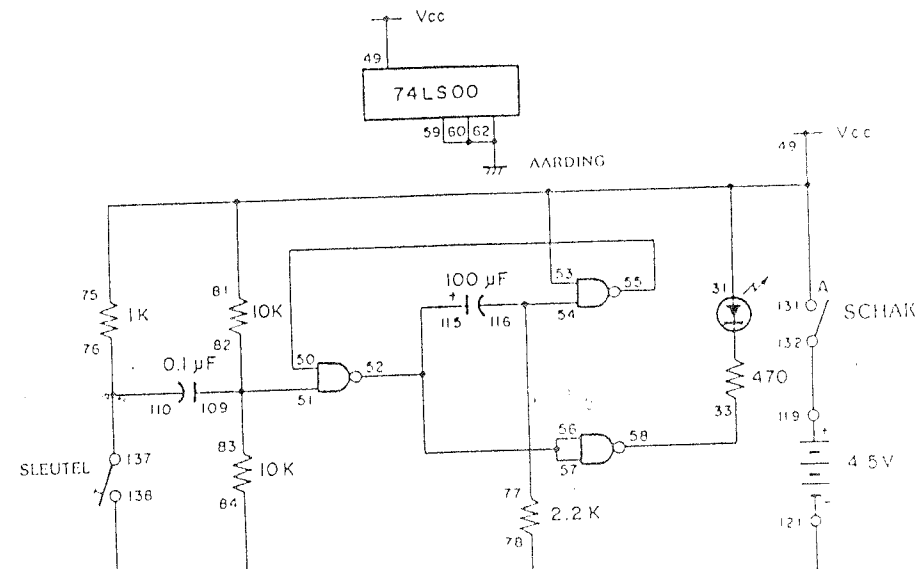
Nota's

51. Stap-voor-stap TTL

Kunt u veronderstellen waarover we het hier zullen hebben? (Het gaat helemaal niet over een proef uit de Olympische Spelen.)

Na het maken van de bedrading zet u de schakelaar op A om de stroom in te schakelen. Druk één keer op de sleutel en zie wat er gebeurt met de LED 1. Houd de sleutel een onderscheiden tijd lang ingedrukt. Blijft de LED 1 telkens even lang branden als de sleutel ingedrukt gehouden wordt?

U ziet dat een stap-voor-stap multivibrator een uitvoer gedurende een zekere tijd behoudt, onafhankelijk van de lengte van de invoer. Hij kan dus gebruikt worden als timer in heel wat schakelingen. Deze schakeling kunt u ook tegenkomen onder de benaming "monostabiele multivibrator".



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

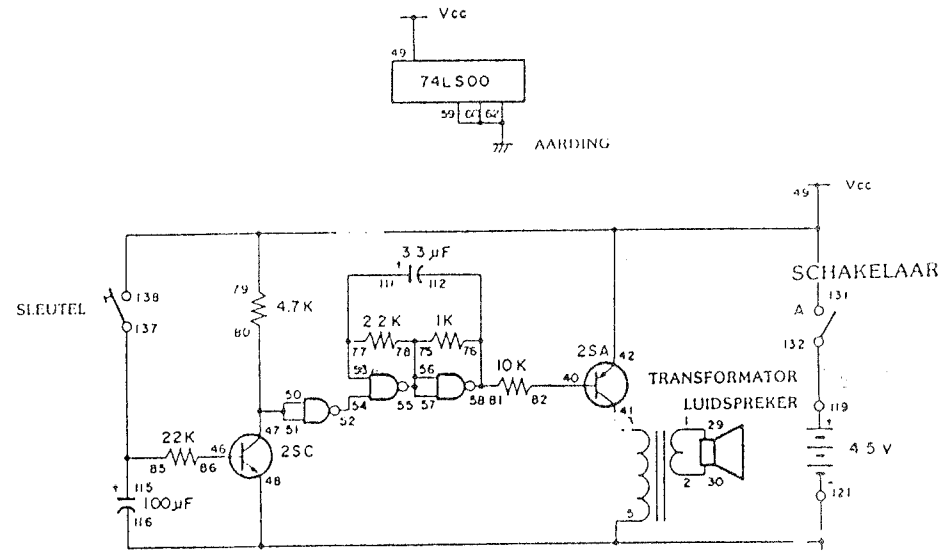
Nota's

52. Transistortimer met TTL

U krijgt u een ander type van een stap-voor-stap of monostabiele schakeling waar in dit project hoort u de uitwerking van de multivibrator. Op het diagram zal u dat hier een combinatie van eenvoudige componenten en digitale elektronica gebruikt wordt. Wanneer u op de sleutel drukt, wordt de 100 μ F condensator opgeladen waardoor de NPN transistor in de linker hoek van het diagram aangezet wordt. U ziet dat de collector van deze transistor zorgt voor de beide invoeren van de eerste NAND poort.

Het digitale gedeelte van deze schakeling stuurt de werking van de PNP transistor rechts op het diagram. Zet de schakelaar op A om de stroom in te schakelen. Wanneer de uitvoer van de eerste NAND 1 is zal de multivibrator werken en hoort u een geluid in de luidspreker.

Het geluid wordt gehoord tot de 100 μ F condensator ontladst waardoor de eerste transistor niet verder werkt. De uitvoer van de eerste NAND wordt 0 waardoor de multivibrator stopt. Het geluid duurt ongeveer 10 seconden met de 22 Kohm weerstand. Vervang de 22 Kohm door de 47 Kohm of door de



52. Gebeurt er iets? Is dit zo, weet u ook waarom?

BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

Nota's

53. Zoemende LED

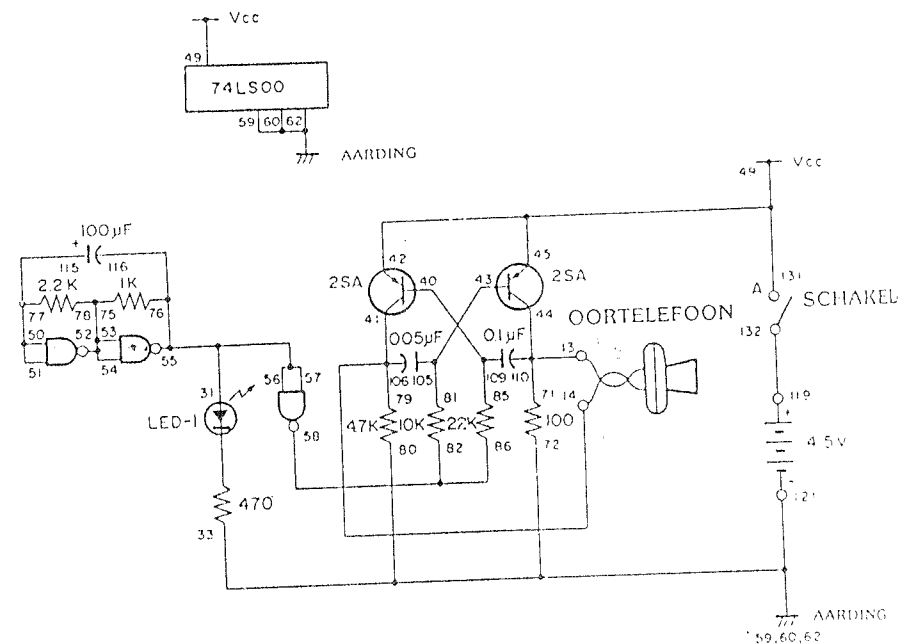
Nog een andere schakeling waarin zowel transistor en NAND type multivibratoren gebruikt worden. Hier kunt u zien hoe LED 1 oplicht op het ogenblik dat u een geluid in de luidspreker hoort.

Wanneer u dit project gebouwd hebt, sluit de oortelefoon aan op de veerklemmen 13 en 14 en zet de schakelaar op A. U hoort een impuls in de oortelefoon iedere keer dat de LED oplicht. Weet u waarom dit gebeurt?

Veronderstel dat de uitvoer van de NAND multivibrator 0 is en volg de uitvoer vanaf de NAND multivibrator tot aan de transistor multivibrator. Denkt u dat de werking van de transistor multivibrator beïnvloed wordt door de NAND multivibrator? Wanneer u hierop ja antwoordt, weet u ook hoe?

Probeer eveneens met andere elektrolytische condensatoren in de plaats van de $100\ \mu\text{F}$ in de NAND multivibrator om te zien wat daarvan de uitwerking is op de schakeling. Probeer de transistor multivibrator te veranderen en zie hoe u z'n werking kunt wijzigen.

U kunt de luidspreker gebruiken in de plaats van de oortelefoon door de NPN transistor, de uitvoertransformator en wellicht een paar weerstanden aan te sluiten. Probeer de luidspreker toe te voegen en noteer goed alle vaststellingen.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

Nota's

54. Zoon van de zoemde LED

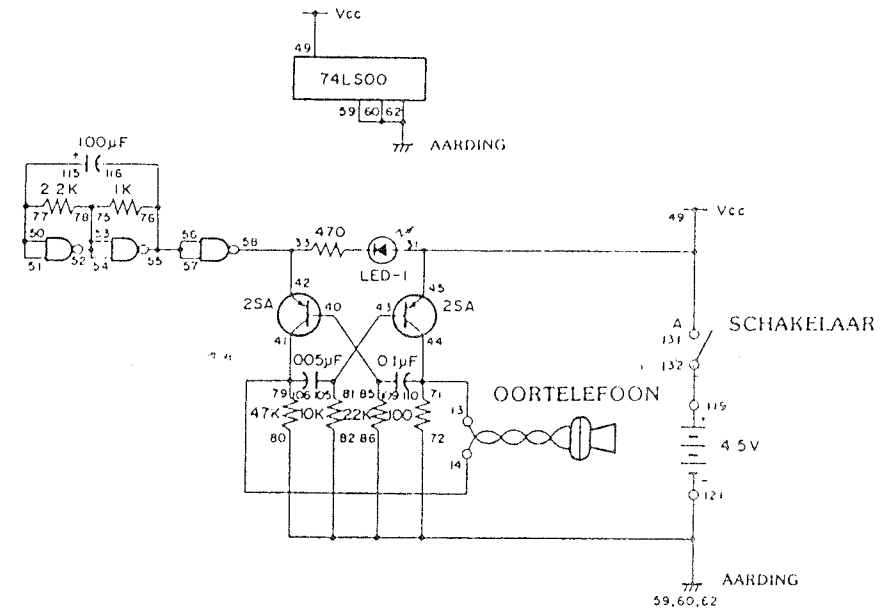
Vergelijk nauwkeurig het diagram van deze schakeling met dit van het voorgaande project. Zij vertonen heel wat punten van overeenkomst maar hebben toch een belangrijk verschil.

Ziet u ook welk verschil? Of beter nog, weet u welke uitwerking dit verschil heeft op de werking van het project? Probeer dit te vinden vóór u het project bouwt.

Sluit de oortelefoon aan op de veerklemmen 13 en 14 en zet de schakelaar op A. U stelt vast dat de LED 1 oplicht maar u hoort niets in de oortelefoon maar u hoort wel een geluid zodra de LED 1 uitdooft.

Probeer u voor te stellen wat er gebeurt. Bestudeer het diagram en lees verder wanneer u denkt de oplossing gevonden te hebben.

Wanneer de uitvoer van de NAND multivibrator 0 is kan er stroom door de LED vloeien die daardoor oplicht maar de transistor multivibrator werkt niet omdat de linker transistor een signaal 1 bekommt aan z'n emitter. Is de uitvoer van de NAND multivibrator 1 is zal de LED 1 niet oplichten maar wordt een signaal 0 gegeven aan de emitter van de linker transistor. De transistor multivibrator kan dan functioneren zodat u een geluid hoort in de oortelefoon.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

- Nota's

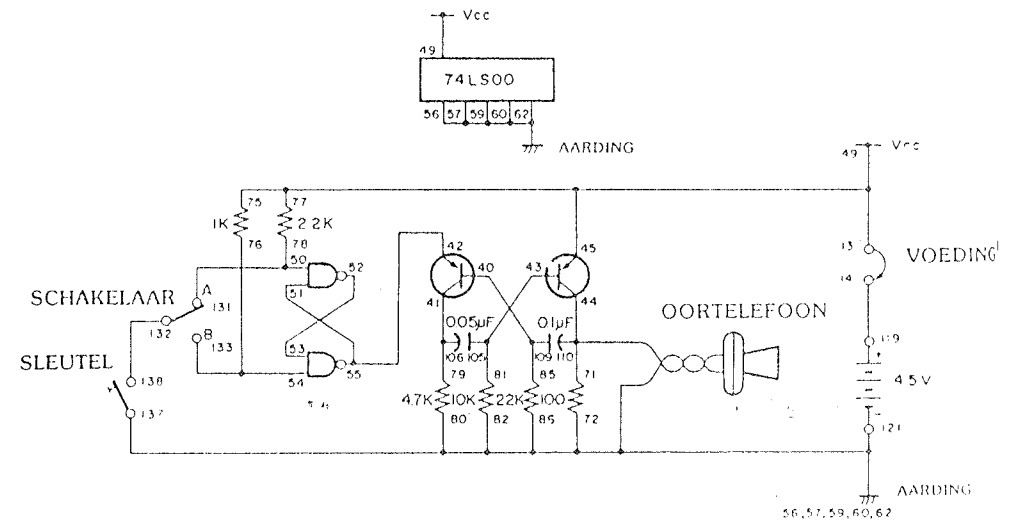
55. Instellen / terugstellen zoemer (1)

Stelt u iets bekends vast in dit diagram? In deze schakeling wordt gebruik gemaakt van een R-S flipflop schakeling met NAND poorten en gelijkend op de schakeling van het project 44 (TT R-S flipflop).

Eens het project gebouwd is zet u de schakelaar op A en drukt u op de sleutel. U moet een geluid horen in de oortelefoon. Druk verschillende keren op de sleutel. Hierdoor wordt het geluid in de oortelefoon niet beïnvloed. Zet nu de schakelaar op B en druk opnieuw op de sleutel. Wat stelt u nu vast?

Schakelingen zoals deze worden in alarminstallaties gebruikt. Ze zijn daarvoor zeer goed geschikt daar een inbreker niet weet hoe hij het geluid kan doen stoppen.

U kunt het geluid bij uw experimenten ook door lichtsignalen vervangen om te weten of de schakeling ingesteld of teruggesteld is.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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 (VOEDING).

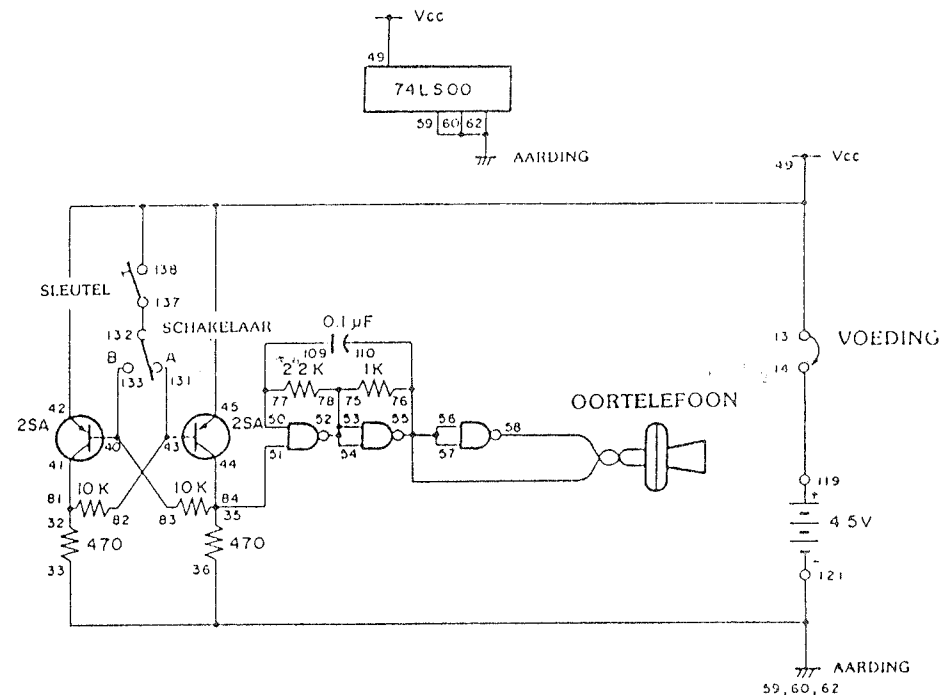
Nota's

36. Instellen / terugstellen zoemer (2)

Dit is een andere versie van voorgaand project. Dit keer gebruiken wij een HAND multivibrator en een R-S flipflop gemaakt met transistoren.

Deze schakeling werkt zoals de voorgaande. Wanneer u de schakelaar op B zet en op de sleutel drukt hoort u een geluid in de oortelefoon. U kunt het geluid horen onafzien van het aantal keren dat u op de sleutel drukt. Zet de schakelaar op A en druk op de sleutel; het geluid stopt.

Vergelijk de werking van dit project met voorgaand project. Waar zit het onderscheid? Kunt u omstandigheden vinden waarin de ene schakeling beter past dan de andere? Noteer alle bevindingen nauwkeurig.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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 (VOEDING).

Nota's

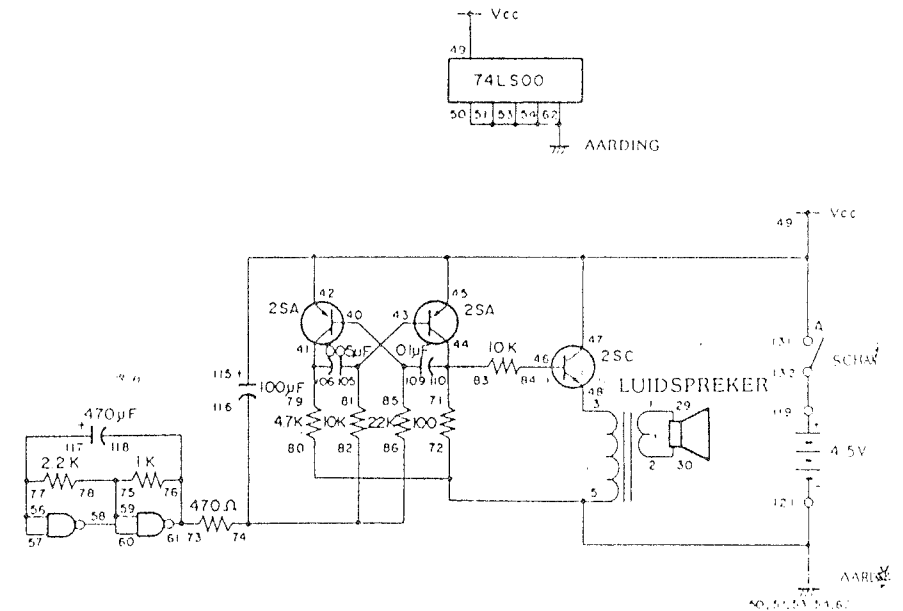
57. Geluidsmachine

Dit digitaal geluidsproject maakt gebruik van een schakeling die wij reeds in vorige projecten aangewend hebben. Probeer uit te vinden over welke schakeling wij het hebben door het diagram te bekijken.

Terwijl u deze schakeling zoekt, waarom niet luisteren naar het geluid dat door dit project voortgebracht wordt? Daar er heel wat bedrading te maken is moet u er de nodige tijd en zorg aan besteden en alles nauwkeurig controleren. Zodra u klaar bent zet u de schakelaar op A. Wat hoort u? Kunt u verklaren hoe dit geluid voortgebracht wordt door de studie van het diagram alleen?

De twee PNP transistoren worden gebruikt om een multivibratorschakeling te bouwen. (Herkent u deze nu reeds vertrouwde schakeling?) Let er op dat wij eveneens twee NAND poorten gebruiken om een multivibrator te maken. De NAND poort multivibrator beïnvloedt de werking van de transistor multivibrator die z'n uitvoer stuurt naar de audio versterker via de NPN transistor met het in de oortelefoon gehoorde geluid als resultaat.

U kunt het door deze schakeling voortgebrachte geluid veranderen door de $470\ \mu\text{F}$ condensator door een met een andere waarde te vervangen. Probeer eveneens met andere waarden voor de 10K weerstand en de $0,05\ \mu\text{F}$ condensator en noteer wat er dan gebeurt.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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, 46-94, 57-56-77-117,
58-59-60-75-78, 61-73-76-118, 74-82-86-116, 119-132.

Nota's

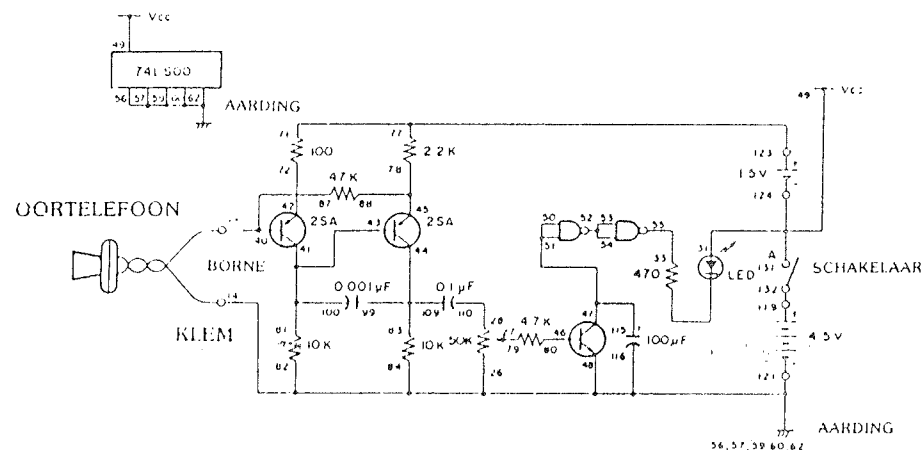
58. Grote mond

Kent u iemand die een grote mond opzet (of bent u er zelf een)? Met dit project kunt u zien wie van uw vrienden de luidste stem heeft.

U kunt zien hoe dit project werkt door alleen het diagram te bestuderen. Wanneer u in de oortelefoon roept produceert uw stem elektrische energie door het procedé van de piëzo-elektriciteit, de speciale eigenschap van kristallijne materialen. Het kristal in uw oortelefoon verwerkt spanning wanneer het aan mechanische druk onderworpen wordt zoals de geluidsdruk van uw stem.

De elektrische energie van de oortelefoon wordt versterkt door de twee-transistoren schakeling. U kunt de regelknop gebruiken om de sterkte van het signaal van de oortelefoon dat versterkt wordt te veranderen. De twee NAND-poorten in serie regelen het oplichten van de LED 1. Duid de 0 en 1 aan wanneer ze veranderen van invoer naar uitvoer.

Om deze schakeling te gebruiken moet u de schakelaar op A en de regelknop op 5 plaatsen. Roep in de oortelefoon en kijk naar LED 1 die heel waarschijnlijk oplicht. Is dit zo, draai de regelknop in tegenwijzerzin opdat LED 1 moeilijker zou oplichten (draai de knop beetje per beetje naar links). Zie hoe ver u de regelknop kunt verdraaien om de sterkte van de versterker te verminderen en toch de LED 1 te doen branden.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

Nota's

59. Schot in de duisternis

Denkt u over een goed nachtzicht te beschikken? Dit laatste project van deze sectie is een spel dat u in staat stelt te weten te komen hoe goed u in de duisternis kunt zien. Het test uw kunst om ook bij duisternis het doel te raken.

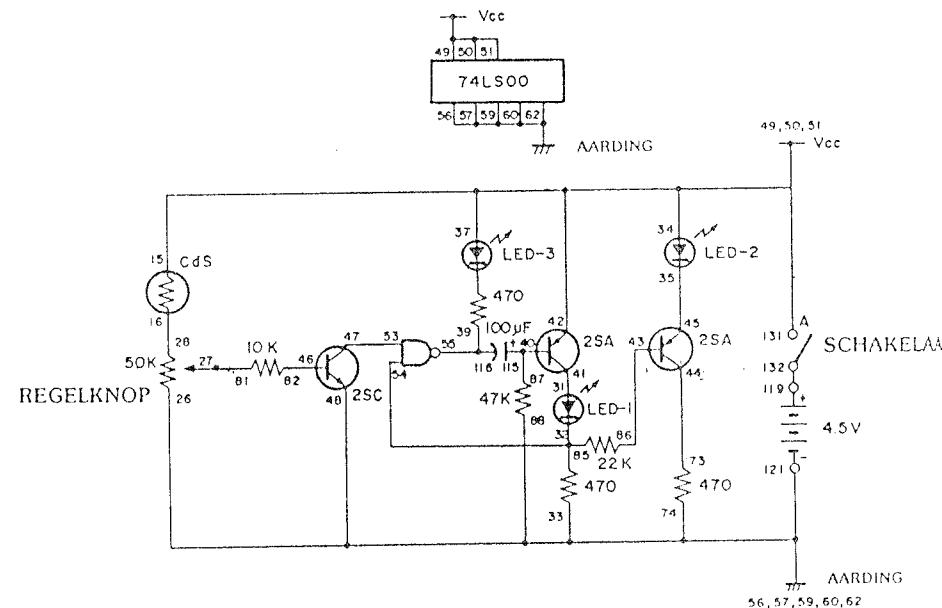
Na het beëindigen van de bedrading plaatst u het project in een zo donker mogelijke kamer. Zet de schakelaar op A en draai de regelknop in tegenwijzerszin tot de LED 1 en de LED 3 branden. Alles is nu klaar om uw schutterskunst in het donker te testen.

Uw "pistool" voor dit spel is een gewone zaklamp. U richt die naar uw bouwdoos en "schiet" een straal licht. Hebt u juist gemikt, raakt u de CdS cel waardoor LED 2 oplicht terwijl de twee andere LED's uitdoven. Knip uw zaklamp uit en wacht tot de LED 2 uitdooft alvorens het volgende schot af te vuren.

Probeer eerst te vuren vanaf een afstand van 1 meter en vergroot die afstand naar gelang u betere resultaten behaalt. Wanneer u een scherpshutter geworden bent, kunt u uw doel treffen door alleen uw zaklamp kort met de drukknop aan te zetten i.p.v. een blijvende lichtstraal te gebruiken.

Het kan nodig zijn de regelknop haarfijn in te stellen opdat LED 2 zou oplichten zodra de lichtstraal op de CdS cel valt. Voor een goed verloop moet u het project in een volledig donkere kamer plaatsen en een zaklamp met een sterk gebundelde straal gebruiken (geen fluorescerende lamp bijvoorbeeld). Eens u de beste instelling gevonden hebt, laat die zo om uw "schietkraam" steeds weer opnieuw te kunnen gebruiken.

Veel geluk met dit spel dat u tot de beste "zaklampschutter" uit uw buurt moet maken.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

- Nota's

VII. OP DE OSCILLATOR GESTEUNDE TOEPASSINGSSCHAKELINGEN

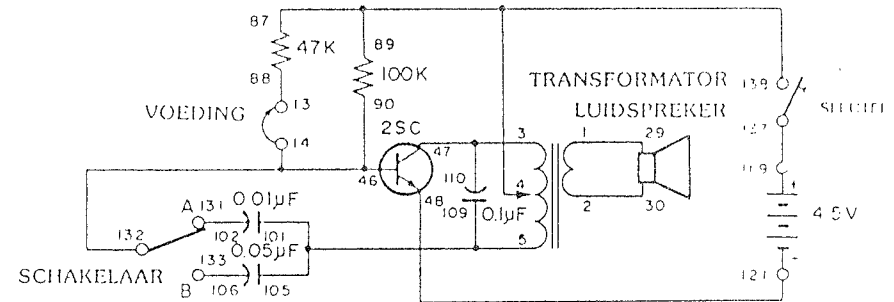
60. Variable R-C oscillator

De "R-C" afkorting in dit project staat voor "resistance-capacitance" (weerstandcapacitantie). Wij hebben gezien hoe een verandering van weerstand en van capacitantie de impulsactie van een oscillator kan beïnvloeden. In dit project ziet u de uitwerking wanneer wij de sterkte van zowel de weerstanden als de condensatoren veranderen.

Kijk naar het diagram. U ziet dat u met de schakelaar kunt kiezen tussen twee verschillende condensatoren. U kunt verder een tweede weerstand in de schakeling inlassen door de veerklemmen 13 en 14 te verbinden.

Leg de bedrading en zet de schakelaar op B. Laat de veerklemmen 13 en 14 onverbonden en druk op de sleutel. Welk geluid hoort u in de luidspreker? Zet nu de schakelaar op A en druk opnieuw op de sleutel. Klinkt het geluid anders? Verbind nu de veerklemmen 13 en 14 en druk opnieuw op de sleutel. Probeer beide standen van de schakelaar met de veerklemmen 13 en 14 verbonden en zie wat er gebeurt.

Welke combinatie produceert de hoogste toon? En de laagste? Wat kunt u daaruit afleiden aangaande de wederkerige invloed van condensatoren en weerstanden? Schrijf alle bevindingen zorgvuldig op zoals de uitwerking veroorzaakt door verschillende condensatoren en weerstanden.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

Nota's

61 Oscillator met uitschakelvertraging

U hebben gezien hoe de oplaad/ontlaad-cyclus van een condensator kan gebruikt worden om sommige schakelingsoperaties te vertragen. Laat ons de werking van de oscillator vertragen met behulp van de $470\ \mu\text{F}$ condensator.

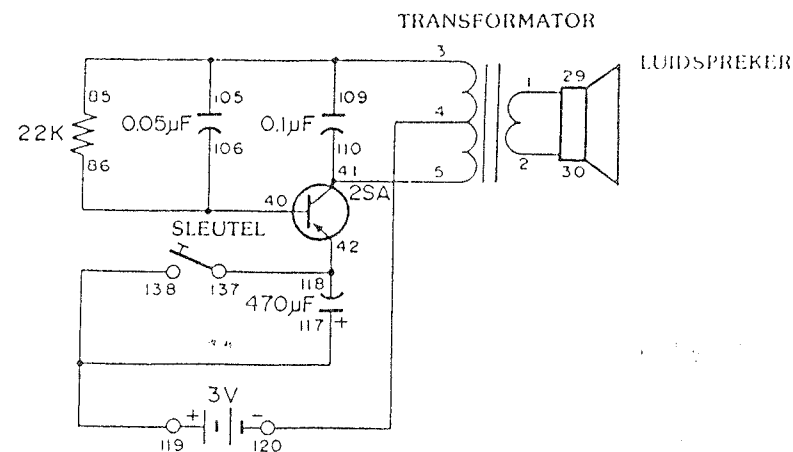
Wanneer u op de sleutel drukt wordt de condensator ontladen en opnieuw opgeladen zodra u de sleutel loslaat. De schakeling oscilleert verder tot de condensator opgeladen is en de stroom niet verder vloeit. Wanneer u voor de tweede keer op de sleutel drukt wordt de condensator onmiddellijk ontladen.

Een ontladen condensator bezit evenveel elektronen aan z'n positieve (+) als aan z'n negatieve (-) elektrode. Een lading wordt in een condensator opgeslagen door elektronen van z'n positieve elektrode weg te nemen (om die positief te maken) en een even groot aantal elektronen aan z'n negatieve elektrode (om die negatief te maken) toe te voegen.

De stroom die vloeit om de condensator op te laden wordt laadstroom genoemd. Wanneer de condensator ontladend moet eenzelfde hoeveelheid stroom in de omgekeerde richting vloeien. Deze stroom wordt ontladestroom genoemd.

Wanneer u over een VOM beschikt, gebruik die om de lading van de condensator te meten met de voltfunctie. De ontladestroom kan gemeten worden met de stroomfunctie.

Een condensator bezit deze unieke opslagmogelijkheid. Wij kunnen condensatoren dank deze eigenschappen voor heel wat inzetten. Nochtans maakt deze opslagcapaciteit condensatoren in schakelingen met hogespanning tot gevaarlijke bronnen van elektrische schok en elektrocutie. Wees dus zeer voorzichtig! U moet condensatoren altijd eerst ontladen voordat ze aan te raken wanneer spanningen boven de 50 volt gebruikt worden.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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

Nota's

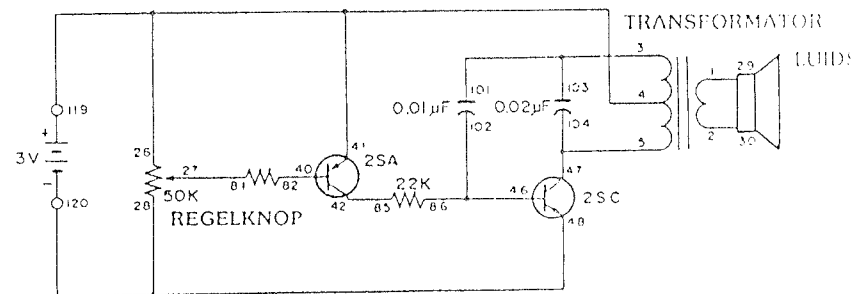
62. Temperatuurgevoelige audio-oscillator

Weet u dat een transistor z'n kenmerken wijzigt naar gelang de temperatuur? In dit project wordt u getoond hoe de temperatuur de werking van een transistor kan veranderen.

Bekijk het diagram. De NPN transistor werkt als een impulsie oscillator. De spanning gegeven aan z'n basis wordt geregeld door de 22 Kohm weerstand en de PNP transistor. De basisstroom en de collectorstroom van de PNP transistor variëren met de temperatuur van de transistor.

Bouw dit project en u hoort een geluid in de luidspreker. Stel de 50K regelknop zo in dat het geluid laag is ofwel bestaat uit een rij impulsies.

Verwarm nu de PNP transistor door die een tijdje tussen uw vingers te houden. U hoort dat de toon hoger wordt naar gelang de temperatuur van de transistor toeneemt.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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 (VOEDING).

Nota's

13. Twee-transistoren, direct aangesloten oscillator

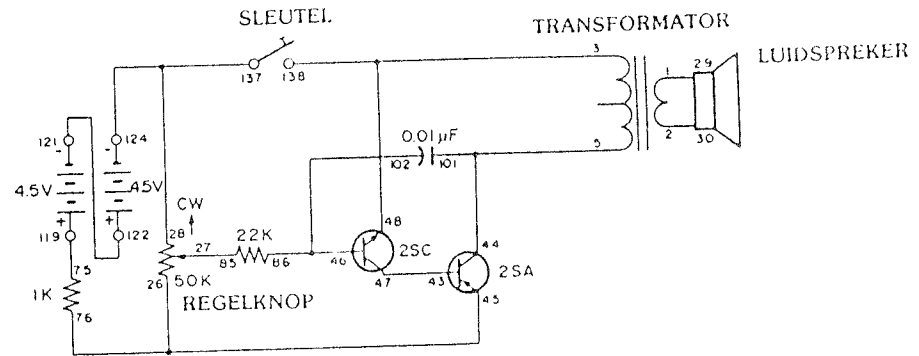
In dit project zullen we een oscillator bouwen met twee transistoren die rechtstreeks met elkaar verbonden zijn. Zoals u reeds gezien hebt bestaan er heel wat manieren om een oscillator te maken en deze manier is wel een van de eenvoudigste.

Om het beëindigen van de bedrading drukt u op de sleutel. U hoort een toon in de luidspreker. Draai nu aan de regelknop. Op welke manier wordt het geluid hierdoor beïnvloed?

De twee transistoren werken samen zoals een enkele transistor. De NPN transistor versterkt het signaal van de 22 Kohm weerstand en stuurt dit naar de PNP transistor om een grotere uitvoer te bekomen.

De condensator bepaalt de frequentie van de oscillatie. Het project start met een 0,01 μF condensator in de schakeling maar u kunt condensatoren met een verschillende waarde gebruiken. De regelknop regelt de spanning die naar de basis van de NPN transistor gaat en verandert zowel de toonkwaliteit als de frequentie. Schrijf uw bevindingen nauwkeurig op om het experiment later te kunnen herhalen.

Let goed op de juiste polariteit (+ en -) bij het aansluiten van de elektrolytische condensatoren.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

Nota's

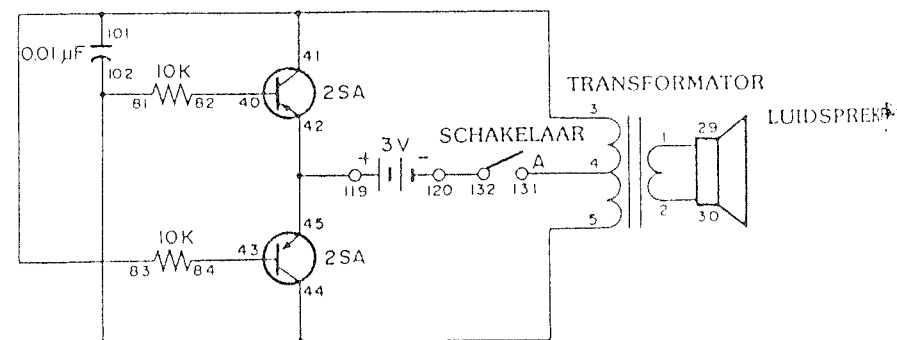
64. Push/pull vierkante golf oscillator

In dit project bouwen wij een push/pull vierkante golf oscillator. Deze oscillator wordt een push/pull oscillator genoemd omdat hij twee met elkaar verbonden transistoren gebruikt die om beurt werken zodat wanneer de ene "duwt", de andere "trekt". Specialisten hebben de verschillende golfpatronen bestudeerd om elektronische signalen te begrijpen. Een dergelijk signaal is zoals dit voortgebracht door de stroom in ons project. Een vierkante golf oscillator brengt op vierkanten gelijkende golven voort.

Eens de bedrading gedaan is, zet de schakelaar op A om de stroom in te schakelen. Let op het geluid voortgebracht door de luidspreker; later zullen wij vierkante golven gebruiken in andere projecten.

Deze oscillatorschakeling werkt goed bij toevoer van lage gelijkstroomspanning. Dit is dan ook de reden waarom specialisten gelijkstroom (DC) naar wisselstroom (AC) omzetters en DC naar DC omzetters gebruiken met voedingsspanningen van ongeveer 0,5 tot 12 volt.

Een andere eigenschap van deze oscillator is dat hij een maximum gebruik maakt van de transformator. De schakeling brengt het maximum vermogen voort mogelijk met de gebruikte transformator.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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

Nota's

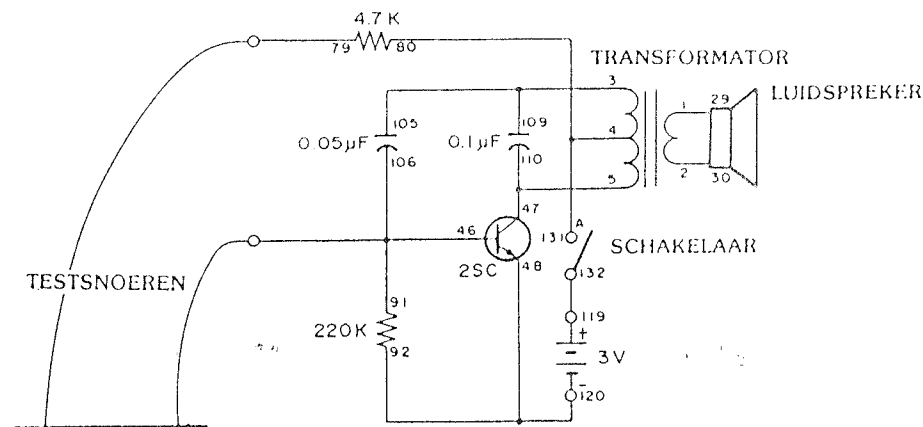
65. Potloodgrafietorgel

Dit project is een op een ongewone manier gestuurde oscillator: met potloodgrafiet!! In andere projecten met oscillatoren hebt u reeds gezien hoe het voortgebrachte geluid kunt wijzigen door de weerstand van de schakeling te veranderen.

De weerstanden in uw bouwdoos zijn gemaakt uit een vorm van koolstof zoals het eveneens het geval is bij potloden. Door de stroom te veranderen door verschillende hoeveelheden potloodgrafiet te stromen kunnen wij de weerstand veranderen en bijgevolg ook het geluid dat uit de luidspreker komt.

Eens de bedrading gedaan is, teken met een zacht (00) potlood een rechthoek van minstens 3 op 20 cm op een blad papier. Maak de tekening goed zwart.

Zet nu de schakelaar op A om de stroom in te schakelen en houd een der testsnoeren tegen een uiteinde van de getekende rechthoek (of maak het draaduiteinde op het grafiet vast met een stukje kleefband). Beweeg het uiteinde van het andere testsnoer heen en weer over de rechthoek. U hoort het geluid stijgen en dalen wanneer u het testsnoer beweegt. Met ietwat oefening moet u in staat zijn om met dit primitief orgel een gemakkelijk deuntje te spelen.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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

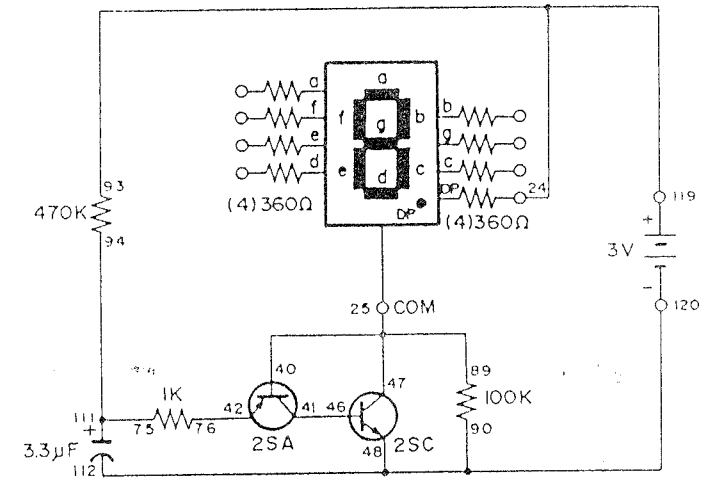
Nota's

66. LED-stroboscooplicht

Deze schakeling is een oscillator met lage frequentie zodat u de LED kunt zien aan- en uitgaan. De UIT-tijd is langer dan de AAN-tijd zodat u korte lichtimpulsen ziet die gescheiden zijn door langere rusttijden. Met de bedradingsopvolging hierna doet u de decimale punt oplichten maar u kunt eender welk segment van het display als lichtbron gebruiken.

Dit soort schakeling wordt zaagtandgolf-oscillator genoemd. Het signaal verandert wanneer de LED oplicht en uitdooft. De golfvorm van deze signaalfrequentie heeft de vorm van een zaagtand die de twee verschillende spanningswaarden voorstelt. Wanneer de uitvoer van de emitter van de PNP transistor de basisspanning aan de NPN transistor levert (zoals in deze schakeling) worden kortere impulsies voortgebracht.

Vervang de $3,3 \mu\text{F}$ door de $10 \mu\text{F}$. U kunt ook de 1 Kohm weerstand omwisselen en de 470 Kohm door de 220 Kohm weerstand vervangen. De frequentie van de oscillator wordt geregeld door de laad- en ontladsnelheid van de condensator. Wanneer u dus de waarde van de condensator wijzigt of de waarde van de weerstanden die de stroom leveren aan de condensator, verandert u ook de frequentie.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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

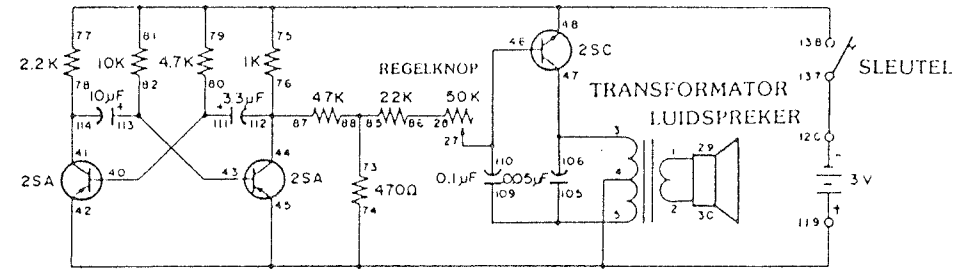
Nota's

57. Elektronisch orgel

Deze schakeling vindt u een multivibrator die verbonden is met een oscillator van het impulsietype. De multivibrator brengt een trillereffect (de toon) voort eerder dan de oscillator volledig aan en af te zetten.

Bij het bouwen van het project kunt u de regelknop gebruiken om de aan- en afloop van de NPN transistor geleverde stroom te veranderen. Hierdoor wordt de laad- en ontlaadsnelheid van de $0,1 \mu\text{F}$ en de $0,05 \mu\text{F}$ condensatoren wijzigd evenals de frequentie van de impulsie-oscillator.

Probeer de schakelaar of de sleutel in de schakeling op'te nemen (als een komende condensator in parallel met de $10 \mu\text{F}$ of de $3,3 \mu\text{F}$) zodat van het toongebied naar een ander overgeschakeld wordt op een snelle manier. Deze veranderingen maken dit project tot een meer uitgebreid orgel. Probeer alles wat u doet.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

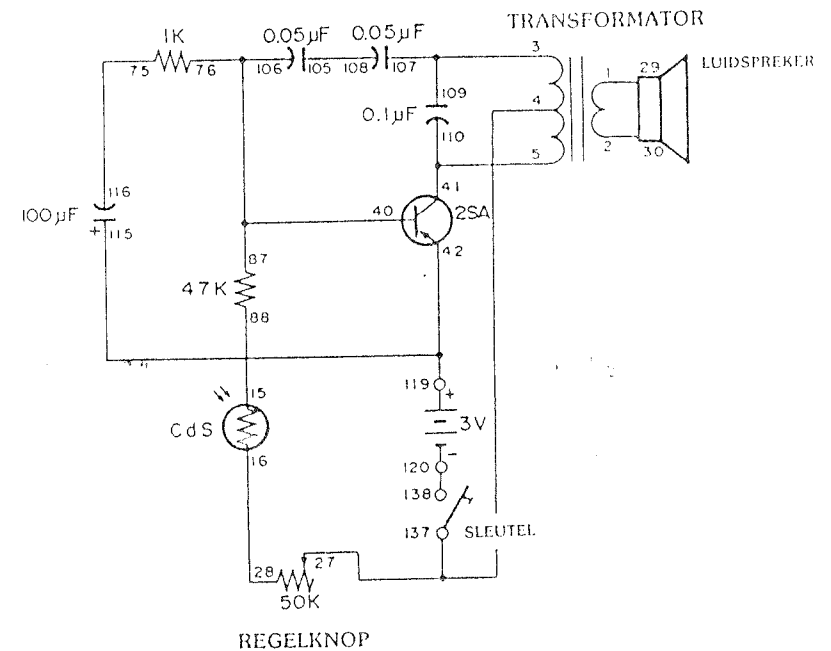
Nota's

68. Morgenvogel

Dit is de elektronische vogel-schakeling van project 1 maar hier met een foto-elektrische regeling van de transistorbasis. U weet hoe de CdS cel werkt. Daar hier de elektronica door het daglicht aangezet wordt kunt u dit project beschouwen als een morgenvogel die u bij het eerste licht wekt.

Druk op de sleutel om het geluid van de vogel te produceren. U kunt de regelaar instellen zodat de juiste hoeveelheid licht de vogel doet ontwaken, niet te vroeg maar ook niet te laat.

Wij hebben slechts de waarden van enkele componenten gewijzigd en het diagram een weinig omgevormd in vergelijking met onze vroegere "Elektronische specht" (project 1).
Probeer deze veranderingen te vinden en tracht deze schakeling zodanig aan te passen dat ze op project 1 lijkt. Teken het diagram opnieuw op de hiernaast voorziene plaats.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

Nota's

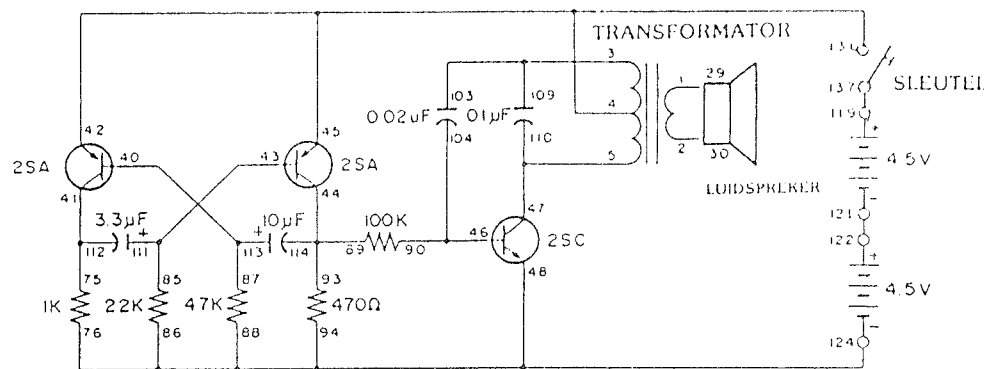
Intermitterende alarmgenerator

zullen wij de ene oscillator een andere laten sturen om een werkzame omgeving te maken. In dit project hebben wij een multivibrator-oscillator die impulsie-oscillator stuurt. U zult de multivibratorschakeling links op het gram herkennen.

De frequentie van de impulsie-oscillator ligt in de hoorbare zone (20 tot 20K Hz). De multivibrator stuurt de impulsie-oscillator door toe te laten dat er om vloeit naar de transistorbasis.

Wanneer het project en druk op de sleutel om het alarmsignaal te horen dat uit de spreker komt. U hoort het signaal aan en uit gaan naar gelang de impulsie-oscillator aan een uit gaat.

Intermitterend alarmsignaal trekt meer de aandacht dan een aanhoudend gelijkblijvend signaal. U kunt verder met dit project experimenteren door de waarden van de 22K, 47K en 100Kohm weerstanden en van de 0,02 μ F condensator te veranderen.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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

Nota's

VIII. FUNDAMENTELE REKENVERSTERKERSCHAKELINGEN

10. Vergelijkende schakeling

Om deze sectie goed te begrijpen hebt u wel enige basiskennis nodig omtrent de rekenversterker-geïntegreerde schakelingen. Als eerste kunnen wij een enkele stroombron gebruiken voor de schakeling en de IC. Wel kunnen we voor elk een afzonderlijke stroombron gebruiken.

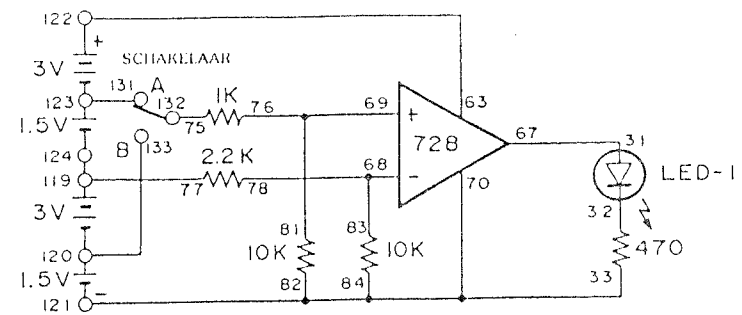
De rekenversterker kan als niet-omkeerder versterker, niet-element versterker of verschilversterker gebruikt worden. Een niet-omkeerder versterker reproduceert een invoersignaal als een uitvoersignaal zonder polariteitsverandering. Een niet-element versterker doet het tegenovergestelde: z'n uitvoer heeft de omgekeerde polariteit van z'n invoer. De verschilversterker heeft een uitvoer die het verschil is tussen de sterkten van de twee invoersignalen.

Een vergelijkende schakeling vergelijkt twee spanningen en zegt u welke van de twee de sterkste is. Wij noemen de gecontroleerde spanning de vergelijkingsspanning omdat wij die gebruiken als vergelijkingsbasis voor het testen van andere spanningen. De spanning die vergeleken wordt is de ingangsspanning.

De vergelijkingsspanning in dit project is ongeveer 3,7V en is aangesloten op de veerklem 68 van een der geïntegreerde schakelingen. De ingangsspanning vloeit naar de veerklem 69 van dezelfde IC. De LED licht op wanneer deze spanning hoger is dan de vergelijkingsspanning maar blijft uit wanneer de spanning onder de vergelijkingsspanning ligt. In deze schakeling werkt de rekenversterker als een niet-element versterker voor de vergelijkingsspanning en de LED uitgedoofd te houden ofwel als een niet-omkeerder versterker om de LED te doen branden.

Stel nu het project en zet dan de schakelaar op A. Dit geeft een invoer van 6V. De LED brandt omdat de invoerspanning hoger is dan de vergelijkingsspanning.

Schuif nu de schakelaar op B. Nu is deingangsspanning slechts 1,5V. De vergelijkende schakeling IC laat de stroom niet door omdat de ingangsspanning lager is dan de vergelijkingsspanning en de LED brandt dus niet.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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

Nota's

71. Basisversterking van gelijkstroomspanning

Nu gaan wij verder met het eenvoudigste experiment voor het versterken van gelijkstroomspanning (DC). Na het beëindigen van de bedrading moet u de schakelaar op B plaatsen.

De LED's 1 en 2 duiden de uitgangsspanning aan van de rekenversterker IC. Een LED brandt slechts wanneer die aangesloten is op een stroombron van ongeveer 1,5V.

In dit project verbinden wij de twee LED's in serie zodat ze alleen branden wanneer ze op een 3V stroombron aangesloten zijn. Nu zijn ze uit zodat de uitgangsspanning van de rekenversterker onder de drempel van 3V moet liggen.

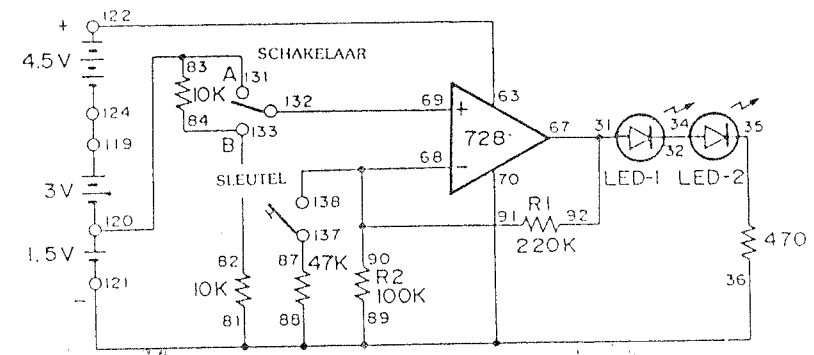
Kijk naar het diagram. Met de schakelaar op B wordt een 10K weerstand in serie geschakeld tussen elk der batterijklemmen en de positieve (+) ingangsklem van de rekenversterker. Deze twee 10Kohm weerstanden verdelen de 1,5V voedingsspanning in twee gelijke delen. De positieve ingangsklem krijgt zo slechts een spanning van 0,75V.

Om de uitvoerspanning van de rekenversterker te berekenen moet u z'n invoerspanning vermenigvuldigen met de versterkingsfactor $(R1/R2)+1$. De uitvoerspanning is dus gelijk aan: $0,75V \times [(220 \text{ Kohm}/100 \text{ Kohm})+1] = 2,4V$.

Zet nu de schakelaar op A. Hierdoor worden de 10Kohm weerstanden uit de schakeling genomen zodat de positieve invoerklem nu de volle 1,5V invoerspanning ontvangt. Gebruik makend van de voorgaande vergelijking stelt u vast dat de uitvoerspanning van de rekenversterker nu gelijk is aan: $1,5V \times [(220 \text{ Kohm}/100 \text{ Kohm}) + 1] = 4,8V$. De LED brandt in dit geval omdat de toegevoerde spanning nu groter is dan 3V.

Laat ons de versterkingsfactor veranderen. Zet de schakelaar opnieuw op B en druk op de sleutel. Hierdoor wordt de 47 Kohm weerstand in parallel aan de 100 Kohm weerstand toegevoegd wat de totale weerstand R2 tot 32 Kohm maakt. (Weet u nog hoe u de totale weerstand moet berekenen voor een parallelle aansluiting? Zie project 17, "Weerstanden in serie en in parallel".) Nu is de uitvoerspanning $0,75 \times [(220 \text{ Kohm}/32 \text{ Kohm})+1] = 5,9V$, voldoende om de LED's te doen branden.

Wanneer u de schakelaar opnieuw op A zet en op de sleutel drukt om de 1,5V aan de positieve (+) invoerklem van de versterker toe te voeren, branden de LED's helderder. Probeer de waarde van de uitvoerspanning te berekenen met de schakelaar op A en de sleutel ingedrukt.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

Nota's

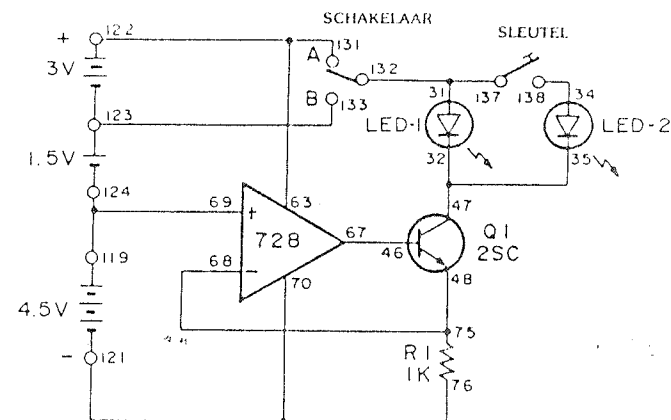
72. Constante stroombron

In dit project bouwen wij een constante stroombronschakeling door gebruik te maken van een rekenversterker en een transistor. Deze schakeling zorgt voor een constante of gelijkblijvende stroom zelfs wanneer de stroombronspanning verandert omdat er meer energie in de schakeling verbruikt wordt.

Volg het diagram. Wanneer de stroom verandert, verandert ook de spanning die door R1 gestuurd wordt. De uitvoer van de rekenversterker verandert overeenstemming met het terugkoppelingssignaal van R1. De uitvoer van de versterker regelt de basisstroom van de transistor Q1 om daardoor een constante stroom te behouden.

En nu ons experiment! Zet eerst de schakeling op A en druk op de sleutel terwijl u LED 1 in het oog houdt. Die brandt minder helder wanneer de sleutel ingedrukt wordt omdat in dit geval LED 1 en LED 2 beide in de schakeling zijn opgenomen. De belasting of de door de LED's in deze schakeling verbruikte energie verhoogt maar de stroom blijft constant en zo brandt de LED minder helder.

Zet nu de schakelaar op B met niet ingedrukte sleutel. Merkt u een verandering van lichtsterkte op bij de LED? Bij een instelling op B wordt de voedingspanning van 9V tot 6V verminderd. De stroom blijft echter constant zodat de lichtsterkte van de LED niet verandert.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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

Nota's

73. Integrerende schakeling

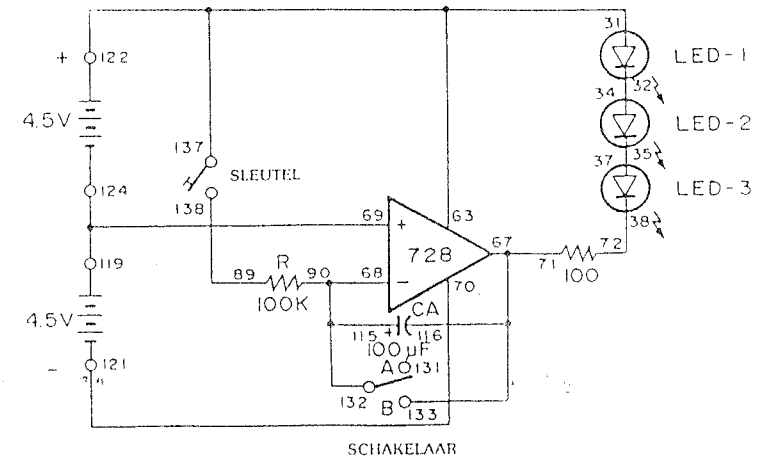
U weet dat een LED onmiddellijk oplicht wanneer die aangezet wordt. U kunt een LED echter ook geleidelijk laten oplichten. In dit project zult u de gelegenheid hebben om de LED langzaam aan helderder te doen branden terwijl u de sleutel ingedrukt houdt.

Deze schakeling wordt een "IC van Miller" genoemd. De uitvoer ervan vergroot als z'n invoer toeneemt. De integrerende schakeling verhoogt de waarde van de wisselstroom van de condensator CA boven de $100\text{ }\mu\text{F}$. Wanneer u op de sleutel drukt wordt de condensator langzaam langs de weerstand R opgeladen en de LED brandt helderder. Zet u de schakelaar op B, wordt de condensator ontladen en dooft de LED uit.

Zet de schakelaar op B alvorens de bedrading te beëindigen om de condensator te ontladen.

Zet nu de schakelaar op A en druk nu op de sleutel om geleidelijk de LED 1, de LED 2 en de LED 3 helderder te zien branden. Ze bereiken hun hoogste lichtsterkte na ongeveer 5 seconden.

Zet de schakelaar opnieuw op B om de condensator te ontladen en druk dan opnieuw op de sleutel om het experiment te herhalen.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

Nota's

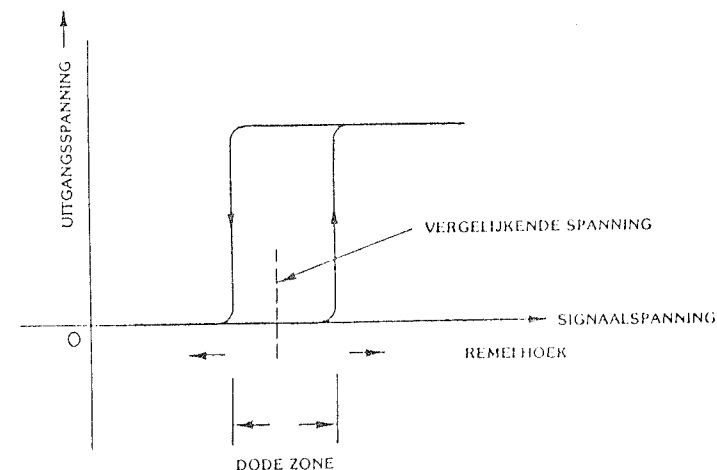
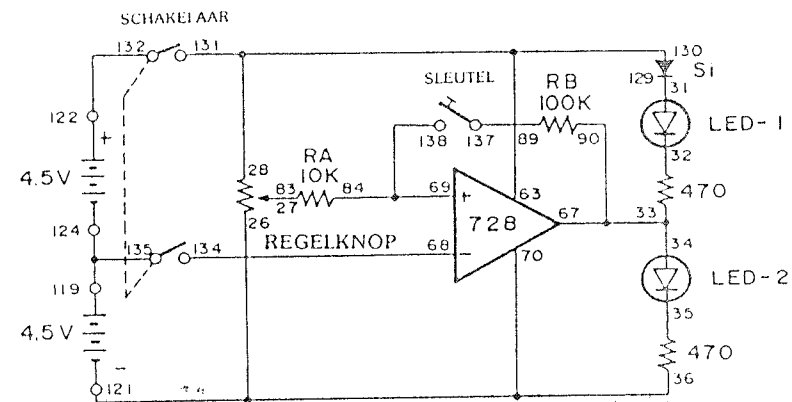
Schmitt trekkerschakeling

Gaan wij een rekenversterker als Schmitt trekkerschakeling en als een vergelijke schakeling gebruiken. De rekenversterker geeft een signaal zo langzame invoerspanning een bepaalde waarde overtreft. naar het diagram; ziet u hoe alles werkt? U ziet dat het spanningsniveau de uitvoer aanzet hoger is dan het spanningsniveau dat de uitvoer stopt. U ziet er naar uit dat de Schmitt trekkerschakeling weerstaat aan de verandering van de uitvoertoestand. Wij noemen een dergelijke operatie een "hysteresislus".

Laat ons overgaan naar het experiment. Raak de sleutel niet aan. De rekenversterker werkt in deze omstandigheid als een vergelijke schakeling. Wanneer u aan de regelknop draait, lichten op een zeker ogenblik de LED 1 en de LED 2 afwisselend op. Let er op dat het zonder belang is of u de regelknop naar links of naar rechts draait.

Druk nu op de sleutel en u krijgt een Schmitt trekkerschakeling die hysteresissen produceert zoals op bijgaande tekening te zien is.

De hysteresisbreedte wordt kleiner als de R_B/R_A vergroot. Let er op hoe de breedte verandert wanneer u een andere waarde neemt voor R_A en R_B .



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

Nota's

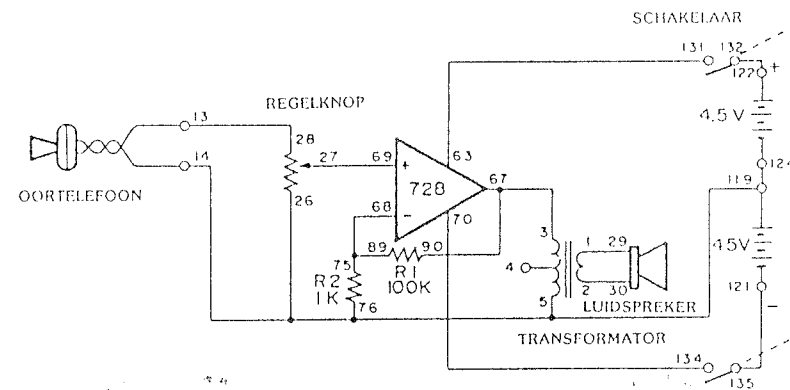
75. Niet-omkeerder versterker met dubbele stroombron

In dit project maken wij een microfoonversterker met de rekenversterker als niet-omkeerder versterker met twee stroombronnen. De oortelefoon dient als microfoon.

Begin met de schakelaar op B te zetten en de bedrading te maken. Eens dit beëindigd, zet de schakelaar op A om de stroom in te schakelen, draai de regelknop zover als mogelijk in uurwerkwijserszin en tik lichtjes op uw microfoon (= oortelefoon). U hoort het geluid in de luidspreker.

Wanneer u de oortelefoon als microfoon gebruikt zoals in dit project is het best het gedeelte dat u normaal in uw oor steekt af te nemen. U kunt het losschroeven door het in tegenwijzerszin te draaien. Met de regelknop kunt u de geluidssterkte instellen.

Zoals u op het diagram kunt zien maakt de dubbele rekenversterker gebruik van twee stroombronnen: 4,5V voor de schakeling en 9V voor de IC. Let er op dat de dubbele rekenversterker twee invoerklemmen bezit, de positieve (+) en negatieve (-) klemmen 69 en 68. De niet-omkeerder invoer wordt geleverd aan de (+) klem. De sterkte winst van het signaal door deze versterker bedraagt ongeveer 100 (bepaald door $R1/R2$). In ons project: $100\text{ K}/1\text{ K} = \text{winst van } 100$.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

Nota's

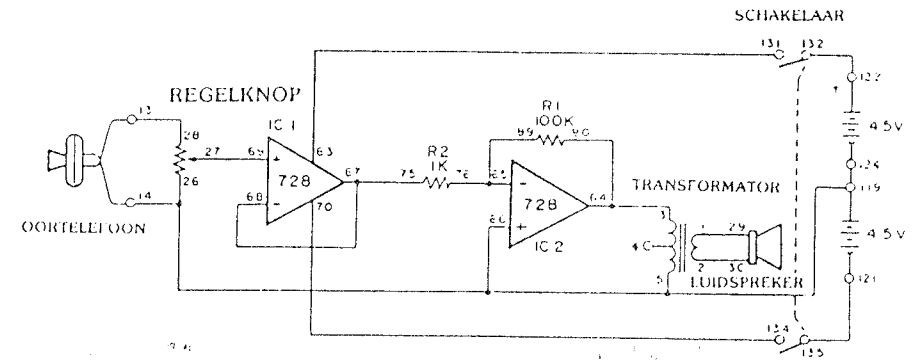
16 Niet-element versterker met twee voedingsbronnen

Er krijgen wij een andere microfoonversterker met twee voedingsbronnen. In dit keer hebben wij te maken met een niet-element versterker waarbij wij eens onze oortelefoon als microfoon gebruiken.

De schakelaar op B en bouw de schakeling. Eens daarmee gedaan, zet de schakelaar op A om de stroom in te schakelen. Draai de regelknop in de werkwijzerszin en spreek in de microfoon (= oortelefoon). U stelt vast dat het project werkt zoals het voorgaande.

IC 1 wordt als een winstbuffer 1 en IC 2 als een niet-element versterker gebruikt. Invoer bereikt deze niet-element versterker langs z'n negatieve (-) en niet langs de positieve (+) zoals in het voorgaande project. De winst draagt ongeveer 100, bepaald door $R1/R2 = 100\text{ K}/1\text{ K}$.

De winst neemt toe wanneer u R1 vergroot of R2 verkleint. Zie wat er met de winst gebeurt als u de waarde van R2 in 470 verandert.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

Nota's

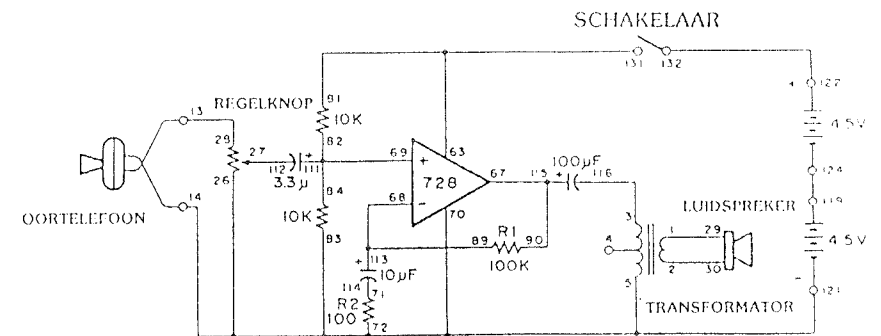
77. Niet-omkeerder versterker met enkele voedingsbron

In de projecten 75 en 76 maakten wij van de rekenversterker met twee voedingsbronnen gebruik. In dit project maken wij opnieuw een microfoonversterker maar een niet-omkeerder versterker met een enkele stroombron. Ook hier werkt de oortelefoon als microfoon.

Zet de schakelaar op B en bouw de schakeling. Eens daarmee gedaan, zet de schakelaar op A om de stroom in te schakelen. Draai de regelknop in uurwerkwijserszin en spreek in de microfoon (= oortelefoon). Het project werkt zoals de projecten 75 en 76 hiervoor maar toch zult u een verschil opmerken.

Dit verschil komt van de winst van deze microfoonversterker. Die winst wordt nog altijd bepaald door $R1/R2$ maar is nu heel wat groter. Ziet u ook waarom? Jawel, we gebruiken hier de 100 Kohm weerstand in de plaats van de 1 Kohm weerstand zoals in de beide voorgaande projecten. Probeer het experiment met $R2 = 1$ Kohm en de winst daalt tot op het niveau van de winst in de vorige projecten.

In dit project zijn de twee voedingsbronnen in serie verbonden om de dubbele rekenversterker op 9V te laten werken. Maar de rekenversterker werkt reeds op 4,5V, juist de helft. Zie wat er gebeurt als u de rekenversterker losmaakt van de batterijklem 122 en aansluit op de klem 119.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

Nota's

78. Verschilversterker met twee voedingsbronnen

Is de laatste van onze reeks microfoonversterkers. Dit keer nemen wij de versterker als een verschilversterker. Hij is van het type met twee voedingsbronnen. Een ander verschil met de ander microfoon-versterkers is dat wij hier de luidspreker als microfoon gebruiken.

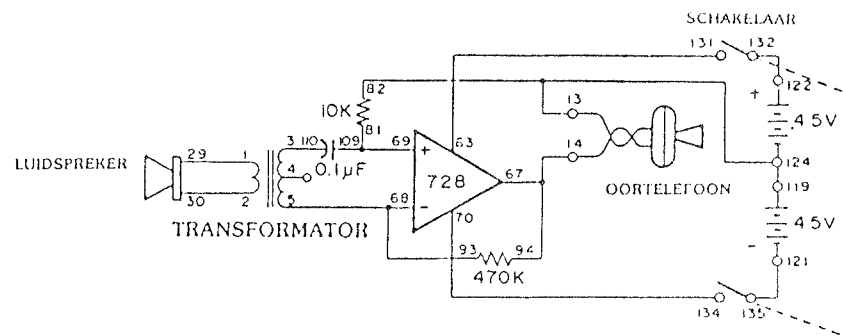
Stek de schakelaar op B en bouw de schakeling. Eens de bedrading gedaan steek de oortelefoon in uw oor, zet de schakelaar op A om de stroom in te schakelen en tik lichtjes met uw vinger op de luidspreker. Hoort u dit geluk in de oortelefoon?

Een dubbele rekenversterker werkt als een verschilversterker wanneer op hetzelfde ogenblik twee invoeren geleverd worden aan z'n positieve (+) en negatieve (-) klemmen. De transformator speelt een belangrijke rol in deze versterkerschakeling. Z'n twee verschillende uitvoeren van de veerklemmen 1 en 5 leveren de tegenovergestelde invoeren aan de veerklemmen 68 en 69.

Herinnert u nog dat een luidspreker binnenin een spoel en een magneet bevat. Wanneer hij als een gewone luidspreker ingezet wordt, vloeit er elektriciteit door de spoel waardoor daarrond een magnetisch veld wordt gevormd. De magneet trekt de spoel aan of stoot ze af, afhankelijk van dit magnetisch veld. De spoel beweegt dus en deze beweging wordt overgebracht aan de daarmee verbonden conus die op z'n beurt het geluid voortbrengt dat u hoort.

In dit project wordt de luidspreker als microfoon gebruikt zodat het omgekeerde gebeurt. Wanneer een geluid de conus doet bewegen, verandert de afstand tot de magneet en de sterkte van het magnetisch veld wordt gewijzigd zodat spanning verschijnt aan de beide uiteinden van de spoel. Deze kleine spanning wordt geleverd aan de primaire kant van de transformator waardoor een grotere spanning ontstaat aan de secundaire kant van de transformator.

Het gebruik van de luidspreker als microfoon vereenvoudigt de schakeling. Hadde wij de oortelefoon gebruikt zoals in de voorgaande projecten, hadden wij een heel wat ingewikkelder schakeling moeten bouwen.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

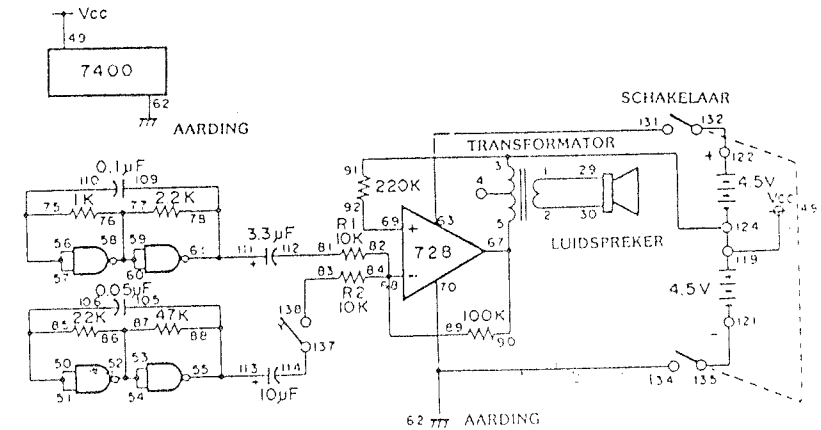
Nota's

79. Toonmengingsversterker

Wat denkt u van een toonmengingsversterker die twee tonen met elkaar vermengt? Er bestaan heel wat soorten toonmengingsschakelingen maar de rekenversterker wordt als een der beste beschouwd.

Eens de bedrading gedaan is, zet de schakelaar op A om stroom in te schakelen. Let op de toon die voortgebracht wordt. Druk nu op de sleutel om deze toon met een andere te mengen. U kunt de beide afzonderlijke tonen veranderen door andere weerstanden te nemen in de plaats van de twee 10K weerstanden.

De toonmengingsversterker laat u dus toe twee te mengen door alleen weerstanden door andere te vervangen zonder dat u de andere schakelingen hoeft te wijzigen.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

Nota's

Van wij een luidruchtig signaal produceren door de rekenversterker te
neren met twee transistoren. Na het beëindigen van de bedrading moet
schakelaar op A plaatsen om de stroom in te schakelen. Wanneer u nu op
tel drukt hoort u een luid signaal uit de luidspreker.

Wanneer u nu de knop drukt, hoort u een luid signaal uit de luidspreker. Het is nu de beurt aan de tweede transistor. Deze wordt nu geleid door de stroom die door de eerste transistor is geleid. De eerste transistor wordt nu weer geleid door de stroom die door de tweede transistor is geleid. Dit proces gaat zo door totdat de stroom weer tot stilstand komt. Het resultaat is een luid signaal dat uit de luidspreker komt.

Signaalbron is een condensator-weerstand oscillator. De rekenversterker werkt als een niet-element versterker en de transistoren Q2 en Q3 verplichten de spreker een geluid voort te brengen. Deze schakeling draagt de naam "Single ended push-pull"(SEPP).

"single ended" duidt op een enkele uitvoer. De meeste versterkers hebben een tweede uitvoer die verbonden is met de negatieve (-) kant van de trij.



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.

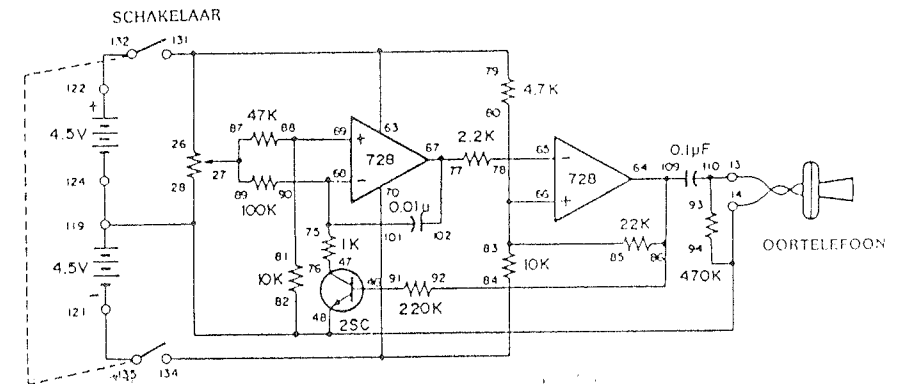
- Nota's

81. Spanningsgestuurde oscillatorschakeling

Zoals de naam reeds aanduidt verandert de oscillatiefrequentie naar gelang de aan de schakeling geleverde spanning. Deze schakeling produceert twee verschillende uitvoersignalen die driehoeks- en vierkantsgolven hebben.

Na het beëindigen van de bedrading moet u de schakelaar op A zetten om de stroom in te schakelen. Draai langzaam aan de regelknop terwijl u naar het geluid in de oortelefoon luistert. Wanneer u de regelknop in uurwerkwijszinszin draait wordt het geluid sterker.

Wanneer de spanning aan de veerklem 27 van de regelknop verandert, verandert ook de laad/ontlaad tijd van de 0,01 μF condensator met een wijziging van de frequentie van de oscillator als gevolg. Stroom die een driehoeksgolf vertoont gaat van de veerklem 67 van de eerste rekenversterker naar de veerklem 65 van de tweede versterker die werkt als vergelijkende schakeling. Deze schakeling maakt uitvoer vrij aan de veerklem 64, stroom die een vierkantsgolf bezit.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

Nota's

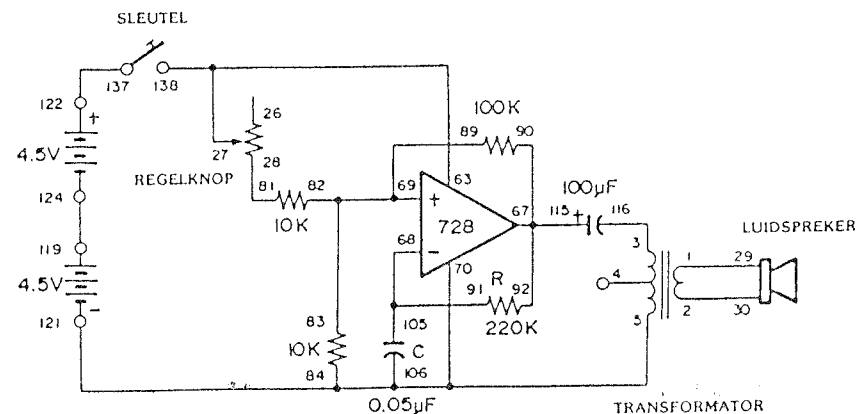
2. Rekenversterkerzoemer

Een dubbele rekenversterker functioneert uitstekend als oscillator. In dit project bouwen wij een zoemer die doorlopende bi-tonen geeft waarvan u de toonhoogte kunt wijzigen door aan de regelknop te draaien.

Als u gedaan hebt met de bedrading, zet de regelknop in op 12 uur en druk op de sleutel. U hoort doorlopende bi-tonen uit de luidspreker. Draai nu de regelknop terwijl u de sleutel ingedrukt houdt en de zoemtoon verandert.

De elektronische zoemer geeft alleen "bips" maar kan toch zoals u later zult zien voor heel wat zaken gebruikt worden.

Oscillatieschakeling van deze zoemer is een onstabiele multivibrator en functioneert als een oscillator die stroom met een vierkantsgolf produceert. Het verdraaien van de regelknop wijzigt de toon omdat de frequentie van het signaal verandert wordt. De frequentie wordt bepaald door de weerstand van de batterij-invoer (+) en door de weerstand van de condensator die verbonden is met de negatieve (-) batterijklem. Zie hoe de toon verandert als u een condensatorwaarde neemt van $0,02 \mu\text{F}$ of $0,1 \mu\text{F}$.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

Nota's

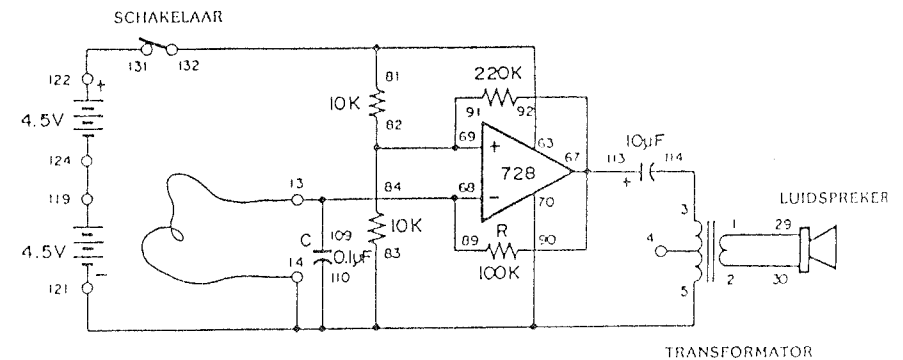
83. Inbrekeralarm

Dit inbrekeralarm geeft een zoemend geluid zodra iemand die probeert binnen te dringen hierbij een beveiligingsdraad breekt of deze draad losrukt van de aansluitklem. U kunt hier bijvoorbeeld in plaats van deze draad te spannen een mogelijkheid uitdenken om een schakelaar aan een deur te bevestigen zodat het alarmsignaal weerklinkt wanneer iemand de deur opent.

Begin met de schakelaar op B te plaatsen en de bedrading te maken. Eens u daarmee gedaan hebt, verbind de veerklemmen 13 en 14 met de lange draad en zet de schakelaar op A om de stroom in te schakelen. U hoort nog altijd geen geluid uit de luidspreker.

Om het alarm te testen, maak de lange draad los van de veerklem 13. De luidspreker geeft een bip. Dit is het alarmsignaal dat u wijst op een indringing.

Zoals u in het diagram kunt zien maakt dit alarmsysteem gebruik van een dubbele rekenversterker als onstabiele multivibrator zoals de elektronische zoemer in het voorgaande project. U kunt z'n frequentie veranderen door andere waarden te nemen voor de 10 Kohm weerstand en de 0,1 μ F condensator. Noteer de verandering van toon wanneer u de 10 Kohm weerstand door een 47 Kohm vervangt of de 100 Kohm en 220 Kohm weerstanden met elkaar verwisselt.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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).

Nota's

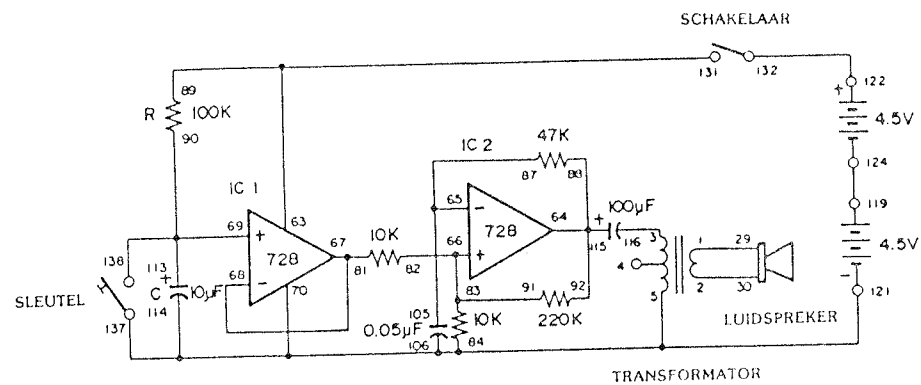
4 Handbediende tijdbasisoscillator

Elektronische zoemer uit project 82 brengt alleen een doorlopende bip-voort maar wij kunnen een gelijkaardige schakelaar bouwen die verschillende sirenegeluiden produceert.

In dit project bouwen wij een sirene die een signaal met een variabele toonhoogte geeft. Wanneer u de schakelaar beweegt loeit de sirene en brengt een hoog fluitend geluid voort.

De schakelaar op B en maak de bedrading. Eens daarmee klaar, zet de schakelaar op A om de stroom in te schakelen. U hoort een plotse luidruchtige toon. De toon begint laag en wordt steeds hoger om na 3 tot 4 seconden te veranderen in een doorlopende biptoon. Drukt u nu kort op de sleutel, wordt de condensator ontladen en begint het signaal van vooraf aan.

Blik het diagram. IC 1 werkt als buffer en IC 2 als een onstabiele multivibrator. De toonhoogte verandert wanneer de 100 Kohm weerstand de aan de 10 condensator geleverde spanning verhoogt.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

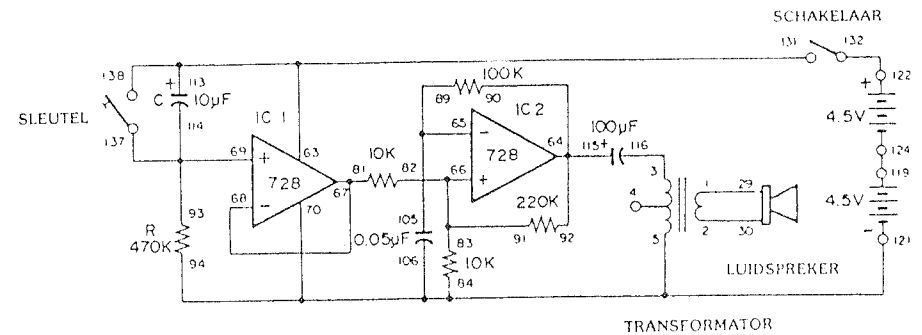
Nota's

85. Geluid van inslaande bommen

Dit is een andere sirene waarvan de toonhoogte varieert. In het voorgaande project hadden wij te maken met een sirene die een signaal gaf gaande van laag naar hoog maar in dit project krijgen wij een sirene met een signaal dat gaat van hoog tot laag waarna alle geluid verstomt. Druk dan op de sleutel en het sirenesignaal begint van vooraf aan.

Zet de schakelaar op B en bouw de schakeling. Eens de bedrading gedaan, zet de schakelaar op A om de stroom in te schakelen. U hoort een hoog door-dringend sirenegeluid dat geleidelijk lager klinkt om tenslotte volledig op te houden. Druk op de sleutel om het signaal opnieuw te horen.

Zoals de sirene uit ons voorgaand project wordt ook hier de IC 1 als buffer en de IC 2 als onstabiele multivibrator gebruikt. De condensator C en de weerstand R veranderen de toonhoogte van het signaal. De toonhoogte verandert langzaam wanneer u de waarden van C en R verhoogt maar integendeel snel wanneer u hun respectieve waarden verlaagt. Neem de 3,3 μF condensator voor C en luister naar de verandering van toonhoogte.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

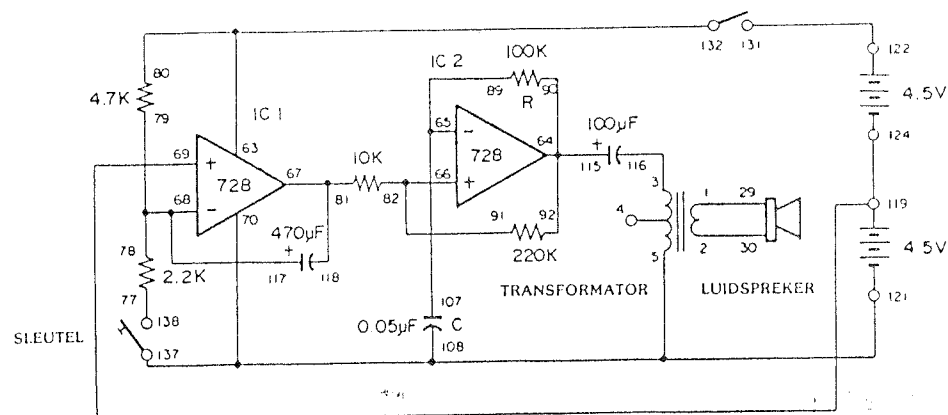
Nota's

Noodsirene

Sirenes die wij in de projecten 84 en 85 gebouwd hebben veranderen hun toonhoogte in slechts één richting terwijl deze nieuwe sirene een signaal voortbrengt dat eerst hoger wordt om nadien terug te gaan naar de oorspronkelijke lage toon. Deze sirene functioneert alleen wanneer u de sleutel in-

stelt op de schakeling na de schakelaar op B ingesteld te hebben. Zet de sirene door de schakelaar op A te zetten. Wanneer u nu op de sleutel drukt geeft de sirene een signaal beginnend op lage toonhoogte. Hoort u de verandering in toonhoogte zoals u verwacht hebt? IC 1 is een oscillator die stroom met een driehoeksgolf voortbrengt zodat wanneer u op de sleutel drukt een uitgangssignaal met vierkantsgolf geproduceerd wordt. Deze uitvoer gaat naar de IC 2 die functioneert als een onstabiele multivibrator.

In de projecten 84, 85 en 86 produceert de onstabiele multivibrator het uitgangssignaal terwijl de toonhoogte verandert in functie van de waarden van R en C. Verander nu de verandering van toonhoogte wanneer u C op $0,02 \mu\text{F}$ en dan op $0,1 \mu\text{F}$ zet.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

Nota's

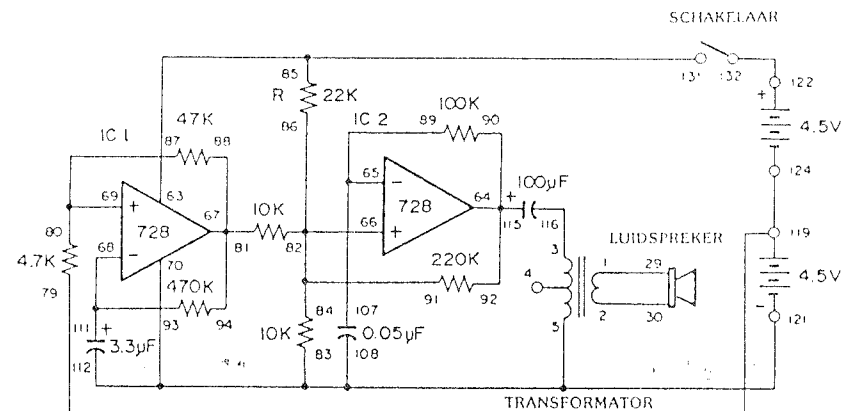
87. EHBO sirene

De sirenes die wij in de projecten 84, 85 en 86 gebouwd hebben veranderden geleidelijk hun toonhoogte van hoog naar laag of omgekeerd maar deze nieuwe sirene geeft een ander soort signaal bestaande uit afwisselend hoge en lage tonen.

Zet de schakelaar op B en bouw de schakeling. Eens de bedrading gedaan, zet de schakelaar op A om de stroom in te schakelen. Uit de luidspreker komt een tweetonig sirenesignaal.

Deze sirene is samengesteld uit twee onstabiele multivibratoren. IC 2 geeft de normale biptoon die wij reeds in project 82 (Rekenversterkerzoemer) te horen kregen en IC 2 geeft een signaal dat met regelmatige tussenpozen van toonhoogte verandert.

Laat ons even een klein experimentje uitvoeren. Maak de 22 Kohm weerstand los en u hoort dat de sirene nu een intermitterende bip geeft in de plaats van het tweetonig signaal. Weet u waarom? Jawel, IC 1 onderbreekt het signaal dat door IC 2 geproduceerd wordt.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

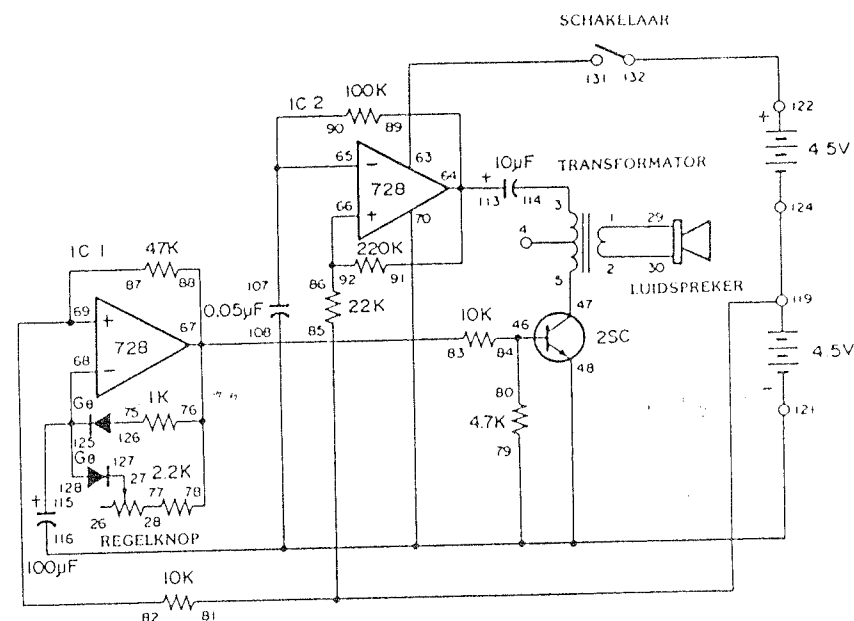
Nota's

Muziektempo-generator

Dit project vindt u de rekenversterkerversie van de elektronische metronoom dat wij in project 9 gezien hebben. Zet de schakeling op B en vind de draden met de grootste zorg - dit project is ingewikkelder dan de meeste andere.

Wanneer u gedaan hebt met de bedrading, zet de regelknop op 12 uur en zet de schakelaar op A om de stroom in te schakelen. Met vaste tussenpozen krijgt u een biptootje uit de luidspreker. Draai de regelknop in uurwerk-richting en de tonen volgen elkander sneller op.

Kijk nu naar het diagram. IC 1 en IC 2 worden als onstabiele multivibrators gebruikt zoals in ons voorgaand project. U ziet echter dat IC 1 diodes gebruikt om korte impulsies te genereren en dat de regelknop dient om de snelheid van de impulsies te regelen. De transistor gaat aan iedere keer dat een impulsie gegenereerd wordt en geeft dan een biptoon.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

Nota's

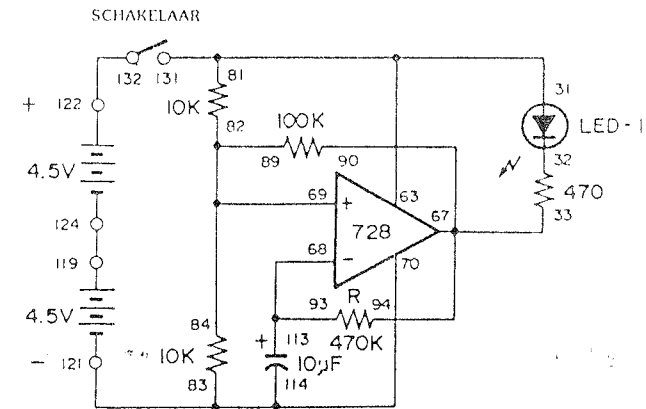
89. Rekenversterker-knipperlicht

In dit project zullen wij een knipperende LED schakeling bouwen met behulp van een dubbele rekenversterker. In deze schakeling gaat de LED alternatief langzaam aan en uit.

Zet de schakelaar op B en verbind de draden. Eens de bedrading gedaan, zet de schakelaar op A om de stroom in te schakelen. Na een paar seconden ziet u dat de LED begint te knipperen. Bekijk nauwkeurig de LED en u stelt vast dat de tijd dat de LED brandt ongeveer gelijk is aan de tijd dat ze is uitgedoofd.

De dubbele rekenversterker werkt als een onstabiele multivibrator met lage frequentie. U kunt de oscillatieperiode wijzigen (d.w.z de knippersnelheid) door andere waarden te nemen voor R en C. Zie wat er gebeurt met de knippersnelheid wanneer u voor R en waarde van 220 Kohm neemt.

Een laatste punt nog: de dubbele rekenversterker heeft een hoge invoerimpedantie - weerstand aan de invoer - zodat weinig invoerstroom verloren gaat. Dit betekent dan weer dat u die kunt gebruiken in nauwkeurig werkende knipperlichten met langere tussenpozen.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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

Nota's

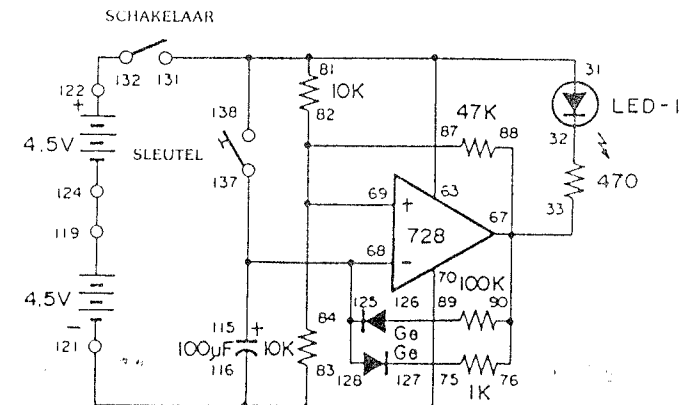
LED-knipperlicht

Knipperende LED uit ons laatste project brandt ongeveer even lang als ze uitgedoofd is maar wij kunnen maken dat de LED slechts kort brandt tussen langere perioden dat ze uitgedoofd is.

De schakelaar op B en maak de bedrading. Dit LED-knipperlicht maakt gebruik van twee dioden. Bij het bouwen van dit project moet u deze beide dioden in de juiste richting verbinden.

Bij het beëindigen van de bedrading moet u de schakelaar op A plaatsen om de stroom in te schakelen en dan lichtjes op de sleutel tikken. De LED begint onmiddellijk te knipperen. Zelfs wanneer u niet op de sleutel drukt begint de LED kort te knipperen bij het inschakelen van de stroom maar echter onmiddellijk bij het drukken op de sleutel.

Als bij het knipperlicht uit voorgaand project wordt hierdoor het LED-knipperlicht een dubbele rekenversterker als onstabiele multivibrator gebruikt. De knippertijd is veel korter wegens de twee dioden.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

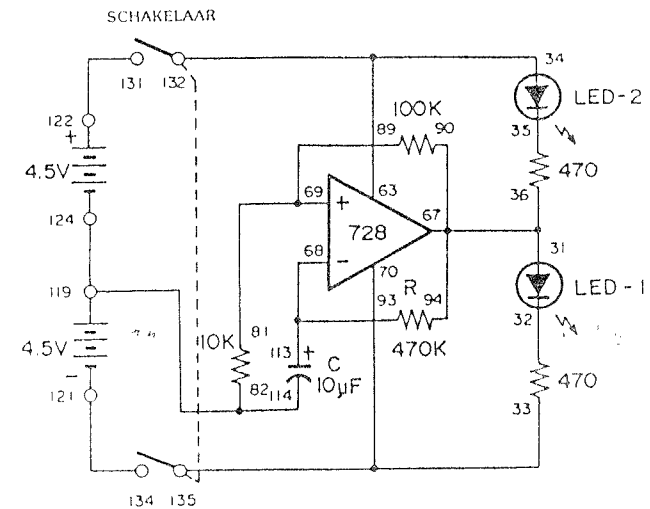
Nota's

91. Dubbele LED-knipperlicht

De LED-schakelingen uit de projecten 89 en 90 hiervoor gebruiken slechts één LED terwijl wij hier twee LED's gebruiken die alternatief oplichten. Bouw de schakeling na eerst de schakelaar op B ingesteld te hebben. Zet nu de schakelaar op A om de stroom in te schakelen en wacht een paar seconden. De LED's lichten alternatief op en doven uit.

De dubbele rekenversterker werkt als een onstabiele multivibrator zoals in de voorgaande projecten. Wanneer de uitvoer hoog is brandt LED 1 terwijl LED 2 oplicht wanneer de uitvoer laag is.

U kunt de knippersnelheid veranderen door andere waarden te nemen voor R en C. Zie bijvoorbeeld de knippersnelheid wanneer u voor de R een 220Kohm weerstand neemt.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

Nota's

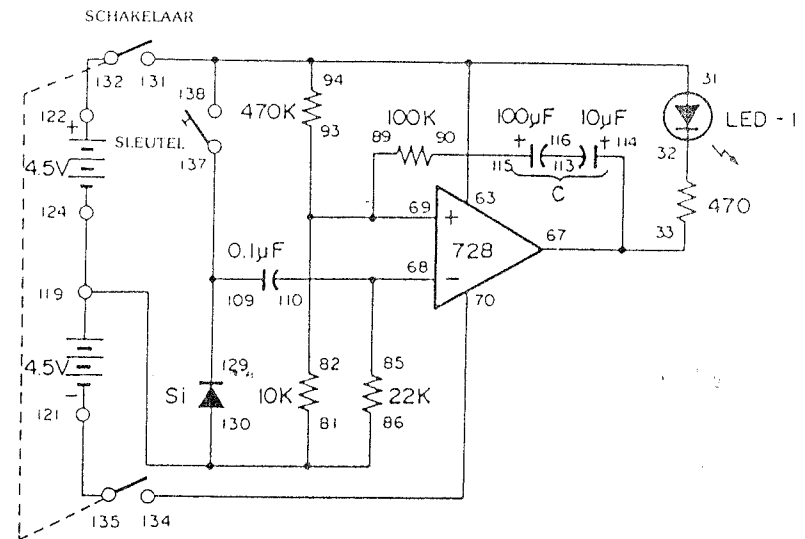
Door één triggerimpulsie gestuurd licht

hebben heel wat schakelingen gebouwd gesteund op de dubbele versterker maar er bestaan nog andere mogelijkheden om onze digitale IC in te zetten.

Door één triggerimpulsie gestuurde multivibrator is een ervan. Met deze multivibrator kunnen wij de LED een voorgeprogrammeerde tijd doen branden wanneer op de sleutel gedrukt wordt - één triggerimpulsie zet het aan.

De schakelaar op B en bouw de schakeling. Zet de schakelaar op A om de LED in te schakelen. De LED licht op maar gaat spoedig uit. Druk nu op de sleutel en zie wat er gebeurt. De LED licht op maar blijft nu 2 tot 3 seconden branden vooraleer uit te doven.

Wij kunnen de tijd waarin de LED brandt veranderen door verschillende waarden van de condensator C te gebruiken. Vervang de $10\text{ }\mu\text{F}$ door een $100\text{ }\mu\text{F}$ en zie wat er nu met de LED gebeurt. Ze brandt heel wat langer.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

Nota's

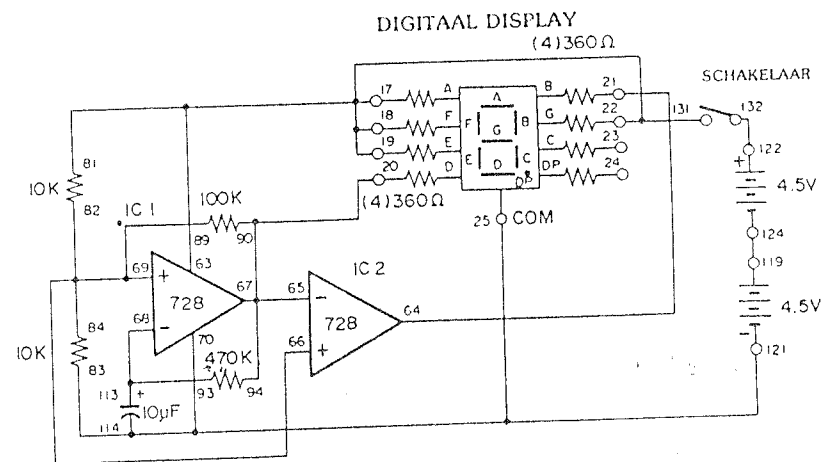
93. LED-initialen

Het digitaal LED-display kan niet alle 26 letters van het alfabet uitbeelden maar toch heel wat. Laat ons een display bouwen dat alternatief de letters E en P toont (afkorting van Elektronische Projecten). U kunt ook andere letters kiezen zoals de initialen van uw vriendin bijvoorbeeld!

Zet de schakelaar op B en bouw de schakeling. Zet vervolgens de schakelaar op A om de stroom in te schakelen en u ziet afwisselend de letters E en P op het display verschijnen.

IC 1 werkt als een onstabiele multivibrator en toont de letter E. IC 2 wordt gebruikt als niet-element versterker met een uitvoer die tegengesteld is aan die van IC 1 en toont de letter P.

Nu dat u met succes de letters E en P hebt getoond, waarom zou u niet proberen om andere letters op het display te bekomen. Het moet u helemaal niet moeilijk vallen wanneer u het diagram wat van naderbij bekijkt.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

Nota's

Weksirene

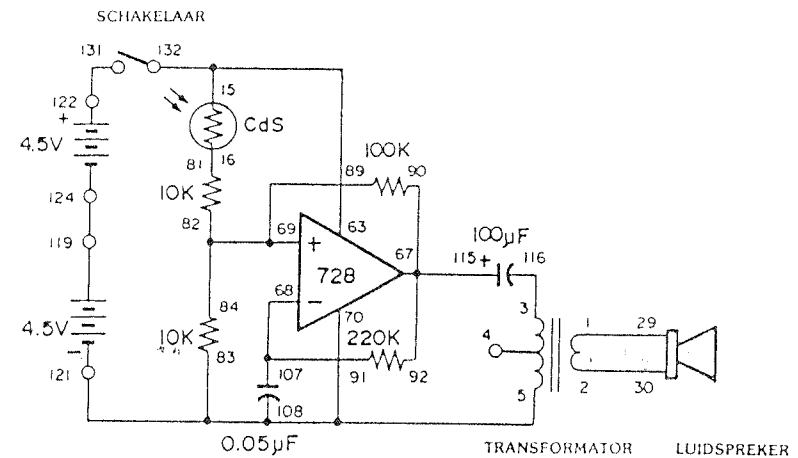
U een langslaper? Zelfs wanneer dit zo is, maakt u geen zorgen! Met dit circuit krijgt u een niet overheerbare wekker die u langzamerhand tot de werkelijkheid terugroept bij dageraad.

De schakelaar op B en maak de bedrading. Zet nu de schakelaar op A om de stroom in te schakelen. Hoort u het sirenegeluid uit de luidspreker komen?

De sirene geeft een signaal wanneer u de CdS cel aan het licht blootstelt. In een schaduw het licht afsluit, stopt de sirene.

Als dit het geval was in het project 82 (Rekenversterkerzoemer) wordt ook een multivibrator gebruikt waarvan de werking gestuurd wordt door de CdS cel.

De schakeling onder stroom wanneer u gaat slapen (in een donkere kamer natuurlijk). Bij het morgenkrieken zal deze sirene u het verder slapen mogelijk maken.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

1-29, 2-30, 3-116, 5-83, 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.

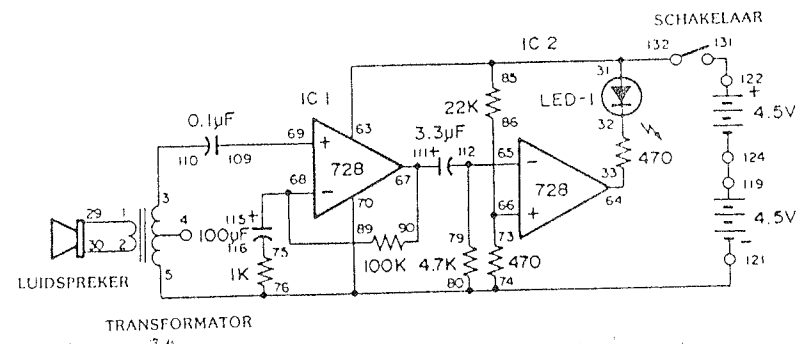
Nota's

95. Spraakgestuurde LED

U kunt een microfoon gebruiken om geluiden te detecteren. In dit project bouwen wij een schakeling die de LED doet branden zodra er geluid door de microfoon gedetecteerd wordt, waarbij wij de luidspreker als microfoon gebruiken.

Zet de schakelaar op B en bouw de schakeling. Zet dan de schakelaar op A om de stroom in te schakelen. Spreek nu in de microfoon (= luidspreker) of tik er lichtjes op. Als reactie ziet u de LED knipperen.

Kijk naar het diagram. IC 1 werkt als microfoonversterker - een niet-omkeerder versterker met een winst van ongeveer 100. IC 2 werkt als een vergelijkende schakeling. De positieve (+) invoerklem ervan krijgt een vergelijkingsspanning van de batterij. De uitvoer van de microfoonversterker gaat rechtstreeks naar de negatieve invoerklem van de vergelijkende schakeling. Is deze invoerspanning groter dan de vergelijkingsspanning, wordt het uitvoerniveau van de vergelijkende schakeling laag en gaat de LED branden.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

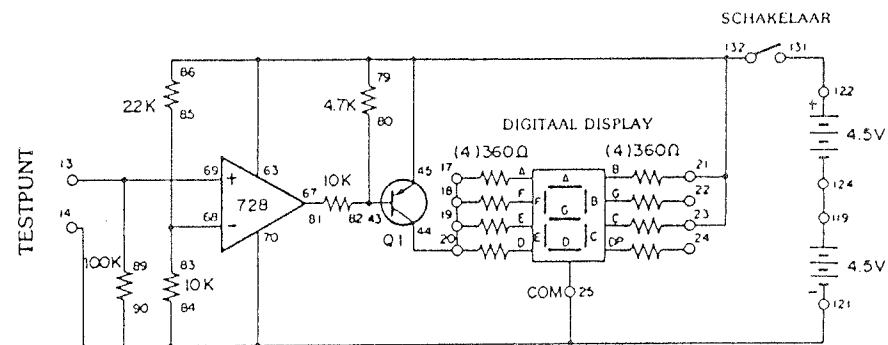
Nota's

Logisch testapparaat

weet dat digitale schakelingen hoge (H) of lage (L) uitvoeren (1 of 0) produceren. Nu zullen wij een logisch testapparaat bouwen dat 1 toont voor hoog niveau (H) en 0 voor laag niveau (L) op het LED display.

zet de schakelaar op B en bouw de schakeling. Eens dit gedaan is, zet de schakelaar op A om de stroom in te schakelen. Het cijfer 0 verschijnt op het display omdat de testklem (veerklem 13) een laag niveau heeft wanneer geen invoer geleverd wordt. Verbind de testklem met de veerklem 122 om +4,5V toe te voeren. Het display toont nu 1.

Volg naar het diagram. De dubbele rekenversterker werkt als een vergelijkende schakeling. Een vergelijkingsspanning van ongeveer 3V wordt geleverd aan z'n negatieve (-) invoerklem. Wanneer de invoer die aan de positieve (+) klem groter is dan deze vergelijkingsspanning wordt het outputniveau van de vergelijkende schakeling hoog waardoor de transistor uitgeschakeld wordt. De segmenten a, e, f en d van het display doven zodat alleen 1 overblijft.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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-TESTPUNT, 121-25-70-90-84-14-TESTPUNT.

Nota's

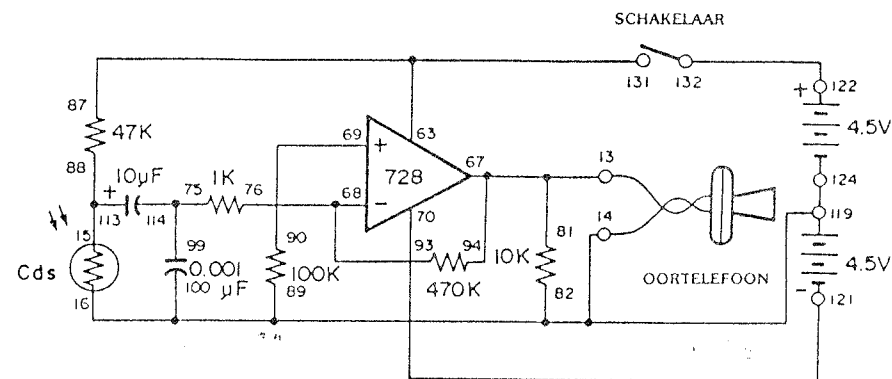
IX. NOG MEER AVONTUREN MET REKENVERSTERKERS

Wisselstroomgeluid

In dit project gebouwde schakeling laat u toe wisselstroom te "horen". U weet natuurlijk dat de door uw huis lopende stroom wisselstroom is. Alle elektrische apparaten die stroom ontvangen van uw elektrische leiding werken op wisselstroom (AC). Lampen knipperen met een snelheid van 60 keer per seconde. Zo snel dat door de nawerking van uw oog niet kan worden vastgesteld worden dat de lamp of buis soms "uit" is. In dit project laten wij u horen hoe het geluid van wisselstroom afkomstig van licht.

Waar? Bouw de schakeling en zet de schakelaar op A om de stroom in te schakelen. Plaats de CdS cel naast een gloeilamp. Hoort u het zisend geluid van de luidspreker? Dit is het geluid van wisselstroom. Plaats nu de CdS cel naast een fluorescerende lamp en luister naar een soortgelijk geluid.

De schakeling versterkt gevoelig de lichtsignalen van de CdS cel door middel van de rekenversterker. Regel de gevoeligheid licht die op de CdS cel valt door er uw hand volledig of gedeeltelijk boven te houden. U hoort een zacht of sterk gesis wanneer er minder licht op de CdS cel schijnt terwijl tegelijkertijd de geluidskwaliteit verbetert. Zie wat er gebeurt wanneer u de CdS cel blootstelt aan zonlicht.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

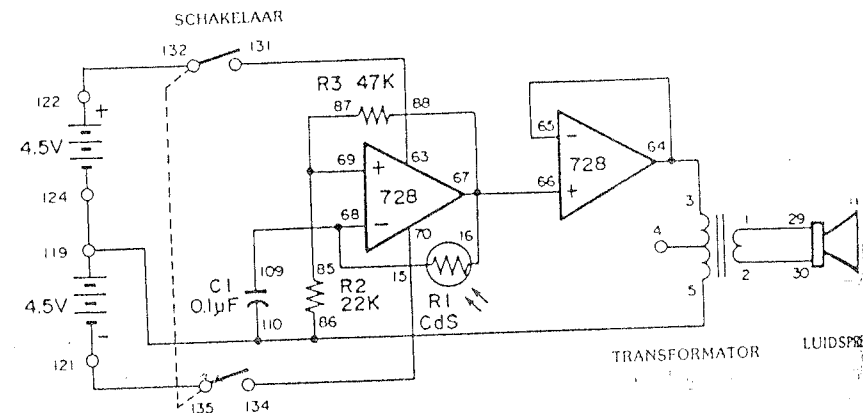
Nota's

98. Lichtgestuurde geluidsschakeling

Deze schakeling verandert de intervallen tussen de geluidssignalen in overeenstemming met de hoeveelheid licht die op de CdS cel valt. Het geluid verandert doorlopend wanneer u de lichtintensiteit regelt.

Zet de schakelaar op A zodra u gedaan hebt met de bedrading. Onmiddellijk hoort u een geluid uit de luidspreker komen. Beweeg uw hand boven de CdS cel om het geluid te veranderen.

U kunt de benaderende waarde van de frequentie van het signaal berekenen door de formule $1/2 \times C1 \times R1$. In dit project is R1 de CdS cel en dus niet constant. U verandert de uitgangsfrequentie door C1 te veranderen. In dit experiment is de luidspreker voorzien van een buffer zodat de lichtgestuurde geluidsschakeling niet beïnvloed wordt wanneer de luidspreker geluiden uitzendt.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

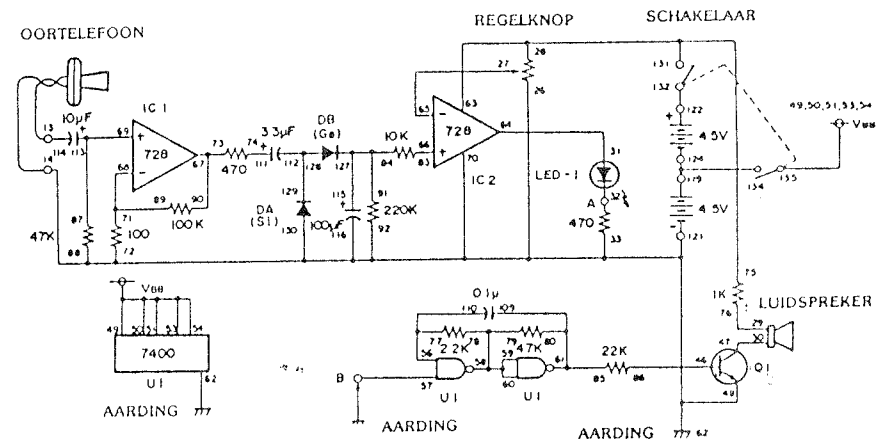
Nota's

Geluidsalarmschakeling

De alarm geeft zowel een hoorbaar als een zichtbaar signaal wanneer het uw telefoon of enig ander geluid detecteert. De oortelefoon functioneert als microfoon. De door de microfoon opgevangen geluiden worden versterkt door IC1. De dioden DA en DB gelijkrichten dit versterkt signaal, d.w.z. ze zetten het AC signaal om in DC. Het signaal gaat door IC2 en de gelijkende schakeling die op haar beurt de LED en de luidspreker aanzet.

Wanneer u de bedrading beëindigd hebt, draai de regelknop volledig in de wijzerszin en zet de schakelaar op A. Draai nu de regelknop terug in de tegenwijzerszin terwijl u in de microfoon spreekt en laat de regelknop in de stand staan waarop de LED alleen brandt wanneer u in de microfoon spreekt. Ga niet verder en u ziet dat de LED uitdooft.

Wanneer u de draad tussen 57 en 62 verbreekt en deze draad tussen 57 en 32 aansluit. Als u in de microfoon (oortelefoon) fluit, licht de LED op en hoort u een signaal uit de luidspreker.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

Nota's

100. Tijdschakelaar

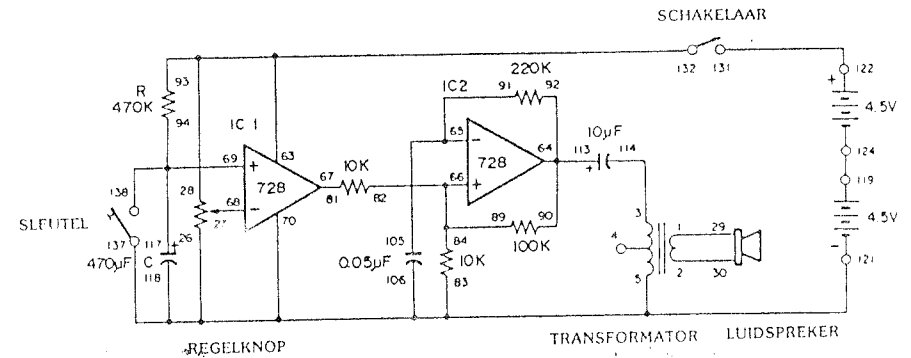
Nu maken wij een timer die u kunt gebruiken voor tijdgebonden proeven of alleen maar om te weten hoeveel tijd sedert een zeker ogenblik verlopen is. U kunt deze timer instellen voor het meten van een tijd tot 15 minuten. Wanneer de geprogrammeerde tijd verlopen is geeft het project een ononderbroken zoemsignaal tot u de stroom uitschakelt of op de sleutel drukt om de schakeling terug te stellen.

Na het bouwen van het project zet u de regelknop op 2 en schuift u de schakelaar op A om de stroom in te schakelen. Neem een stopwatch en start die op het ogenblik dat u op de sleutel drukt. De timer maakt een zoemend geluid na ongeveer 30 seconden of iets meer.

Verplaatst nu de regelknop in de verschillende standen vanaf 2 tot 8 en noteer telkens met behulp van uw stopwatch hoeveel tijd er verloopt vooraleer u de zoemtoon hoort. Het kalibreren van uw timer (meten van de tijd bij iedere instelling van de regelknop) vraagt wel wat geduld maar is onmisbaar wanneer u de tijdschakelaar nauwkeurig wilt laten werken. Na het kalibreren moet u een grafiek maken waarop de standen van de regelknop en de daarmee overeenstemmende tijden genoteerd staan. Nu is uw timer klaar voor gebruik.

Kijk naar het diagram. De regelknop verandert de vergelijkingsspanning van de vergelijkende schakeling (IC1). De timerinstelling wordt bepaald door de weerstand R en de condensator C. Wanneer de spanning aan de positieve (+) klem van IC1 de vergelijkingsspanning overtreft weerklinkt het signaal.

Daar de dubbele rekenversterker een hoge invoerimpedantie (invoerweerstand) bezit is het stroomverlies zeer klein zodat u die een timer met langdurige instelling kunt gebruiken. IC2 werkt als een onstabiele multi-vibrator die het geluidssignaal produceert.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

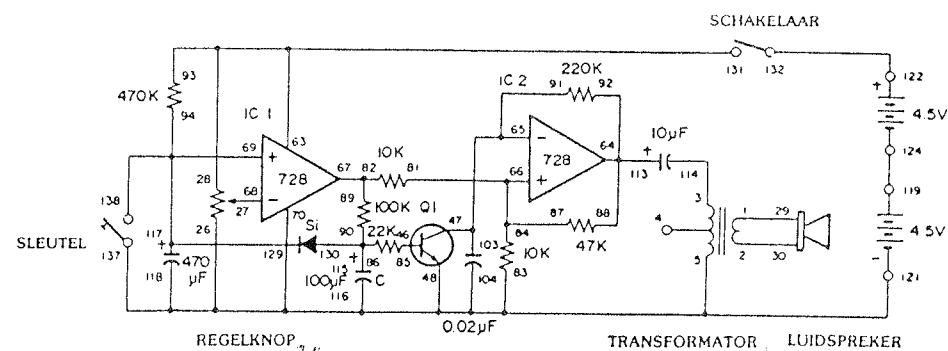
Nota's

Keuken-tijdschakelaar

Wilt u een timer te bouwen die u kunt gebruiken bij het bereiden van tijden? Deze schakeling lijkt op de voorgaande maar het geluidssignaal duurt hier slechts gedurende 1 of 2 seconden.

De schakelaar op B en bouw het project. Eens gedaan, zet de schakelaar om de stroom in te schakelen. Zet de regelknop op 2 en druk op de sleutel om de timer aan te zetten. Ongeveer 40 seconden geeft de timer gedurende 1 tot 2 seconden een geluidssignaal en stopt. Gebruik de in project 100 getekende grafiek om de tijd te programmeren.

Volg het diagram. Wanneer de voorinstelde tijd verstreken is, zendt de timing schakeling (IC2) een uitvoer uit. Na een vertraging van 1 of 2 seconden veroorzaakt door R en C gaat de transistor Q1 aan om de vibrator te stoppen. De siliciumdiode ontlad C en herstelt de schakeling in de originele staat wanneer de timer opnieuw gestart wordt.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

Nota's

Wie beweert dat rekenversterker niet voor het maken van een digitale schakeling kan gebruikt worden? In dit project gebruiken wij er een om een AND poort te maken. Het LED display werkt als uitvoerapparaat. Wanneer het niets afbeeld is minstens een der uitvoersignalen gelijk aan logisch 0 of laag. Wordt een H getoond zijn alle uitvoeren logisch 1 of hoog.

[illegible]

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.

124

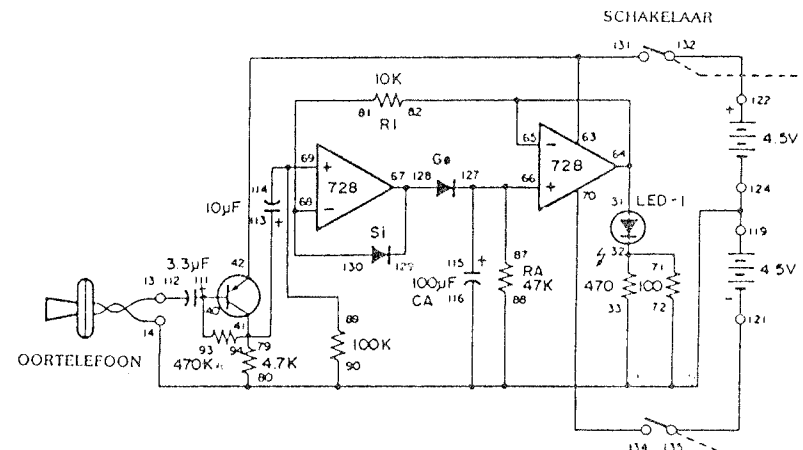
3. Stemmiveaumeter

In dit project bouwen wij samen een stemniveaumeter. De helderheid van de LED brandt verandert volgens het niveau van uw stem wanneer u in de microfoon (= oortelefoon) spreekt. Daar stemniveaus snel veranderen moeten ook de LED in helderheid veranderen. Om de hoogste stemniveaus te kunnen tonen moeten wij een schakeling bouwen die wij niveau-vasthoudingsschakeling noemen. In zo'n schakeling behoudt de LED een zekere helderheid eens dat een pieksterkte bereikt wordt, eerder onmiddellijk uit te doen.

De schakelaar op A zodra de bedrading beëindigd is. Gebruik de oortelefoon als microfoon. Spreek met luide stem of blaas hard in de oortelefoon. U ziet dat de LED steeds helderder brandt en dan langzamerhand af gaat.

Bekijk het diagram. U ziet dat het signaal van de oortelefoon door de PNP transistor gaat en dan de positieve (+) invoer wordt voor de eerste rekenversterker. De uitvoer van deze rekenversterker wordt opgeslagen in de 100 μ F condensator. De spanning van deze condensator vermindert als hij leeg raakt langs de 47 Kohm weerstand ontladen wordt. Als de spanning daalt vermindert de lichtsterkte van de LED. Tegelijkertijd gaat de spanning die de oortelefoon doet branden naar de negatieve (-) invoer van de eerste rekenversterker. De eerste rekenversterker vergelijkt deze spanning met het invoersignaal van de oortelefoon. Is het invoersignaal sterker, wordt de 100 μ F condensator opgeladen en is dit signaal zwakker, wordt geen uitvoer geproduceerd.

Om de helderheid van de LED wijzigen door de weerstand RA (47 Kohm) of de condensator CA (100 μ F) te vervangen door andere.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

112-13-OORTELEFOON, 119-124-116-33-88-90-72-14-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.

Nota's

104. Terugstelschakeling met ingeschakelde stroom

Weet u wat een terugstelschakeling doet? Een dergelijke schakeling zet andere schakelingen aan en detecteert eender welke stroomschommeling om zodoende een slechte werking te vermijden. In dit project veranderen wij de voedingsstroom van de schakeling met de schakelaar. De stroom naar het displaygedeelte van de schakeling is aan of logisch hoog wanneer de schakelaar op A staat en uit of logisch laag met de schakelaar op B. Het LED display toont 1 wanneer de schakeling teruggesteld is.

Laat ons met het experiment beginnen. Beëindig de bedrading en zet de schakelaar op B. Met de schakelaar op B werkt de stroomterugstelschakeling op 6V en de drie LED's lichten zwakjes op. Het LED display is uit wat aanduidt dat de display schakeling niet geactiveerd is.

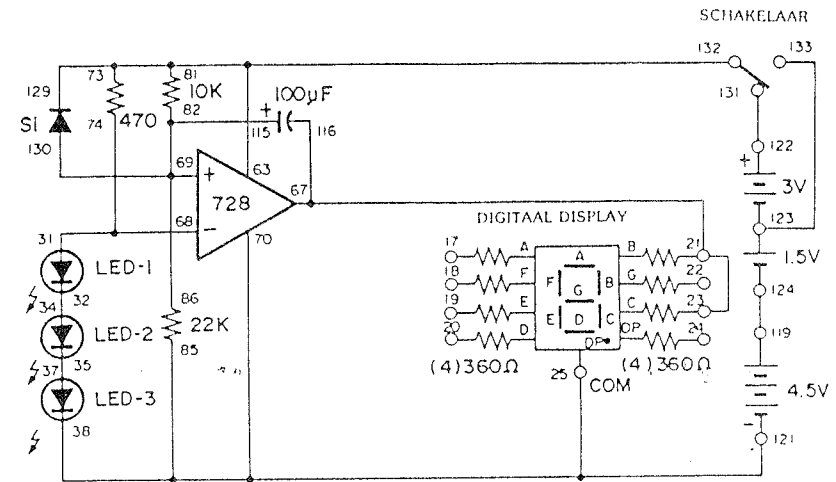
Zet nu de schakelaar op A. U ziet dat de drie LED's nu helder branden omdat de voedingsstroom nu 9V bedraagt. Een ogenblik lang vertoont het LED display geen verandering wat aanduidt dat de schakeling teruggesteld is. Na een korte tijd toont de LED een 1 om aan te duiden dat de terugstelling beëindigd en nu gestabiliseerd is.

Zet de schakelaar opnieuw op B om over te schakelen op 6V. U ziet dat de 1 verdwijnt omdat de displayschakeling nu uit is.

Bekijk het diagram terwijl u het volgende leest. De rekenversterker werkt als een vergelijkende schakeling. De negatieve (-) klem krijgt de vergelijkingsspanning van ongeveer 5,4V. Staat de schakelaar op B, krijgt de positieve (+) klem ongeveer 4,1V zodat de vergelijkende schakeling het oplichten van het display verhindert. Wanneer u nu de schakelaar op A zet (9V voedingsstroom) maakt de 100 μ F condensator dat de positieve (+) klem van de vergelijkende schakeling langzamerhand stijgt tot ongeveer 6V. Wanneer deze spanning de vergelijkingsspanning van 5,4V overtreft, verschijnt 1 op het display.

Wanneer u de schakelaar opnieuw op B zet wordt de spanning aan de positieve (+) klem de versterker afgevoerd via de diode en de spanning daalt onmiddellijk tot 4,1V.

Alhoewel deze schakeling er eenvoudig uitziet (bestaat uit slechts een enkele rekenversterker) is ze toch erg complex en van groot belang voor latere projecten.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

Nota's

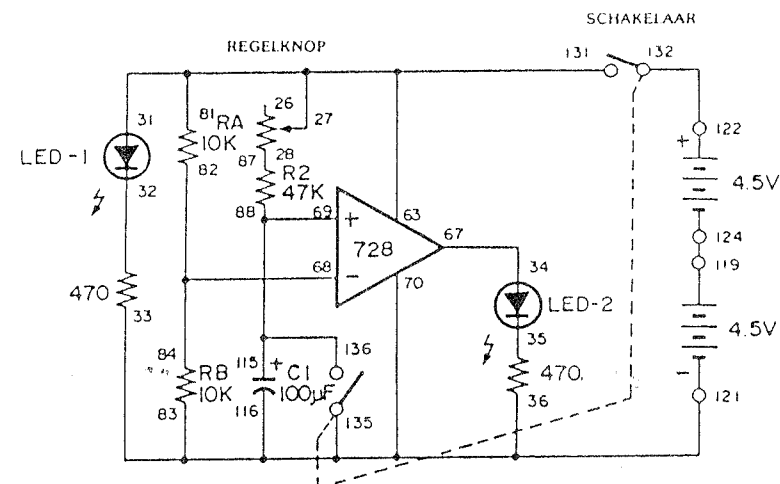
3. Timer met vertraging

Een schakeling is een timer met vertraging waarin een rekenversterker en de tijdconstante voorkomen. U hebt beslist nog niet vergeten dat CR de tijdconstante is van condensator/weerstand. Een tijdconstante schakeling is een schakeling die een operatie vertraagt.

De negatieve (—) klem van de rekenversterker krijgt een spanning van ongeveer 4,5V langs weerstanden RA en RB. Dit is de vergelijkingsspanning van de vergelijkende schakeling. De positieve (+) klem van de vergelijkende schakeling is verbonden met de condensator C1. Deze condensator vangt z'n lading langs de in serie geschakelde weerstanden R2 en de regelknop. De laadsnelheid ligt lager naar gelang de weerstand groter is en hoger wanneer de weerstand vermindert. Deze laadsnelheid stelt de vertragingstijd voor de timerschakeling in.

Wanneer nu de regelknop volledig naar rechts op 10. Zet de schakelaar op A om de stroom in te schakelen. LED 1 licht eerst op na 5 tot 7 seconden gevolgd door LED 2. Het tijdsverschil van 5 tot 7 seconden is de vertragingstijd ingesteld door de CR constante.

Wanneer de stroom uit, zet de regelknop op 1 (volledig naar links) en zie wat er gebeurt wanneer u de stroom opnieuw inschakelt. LED 2 licht ook nu later op dan LED 1 maar hoeveel seconden later?



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

Nota's

106. Impulsiefrequentie-vertweevoudiger

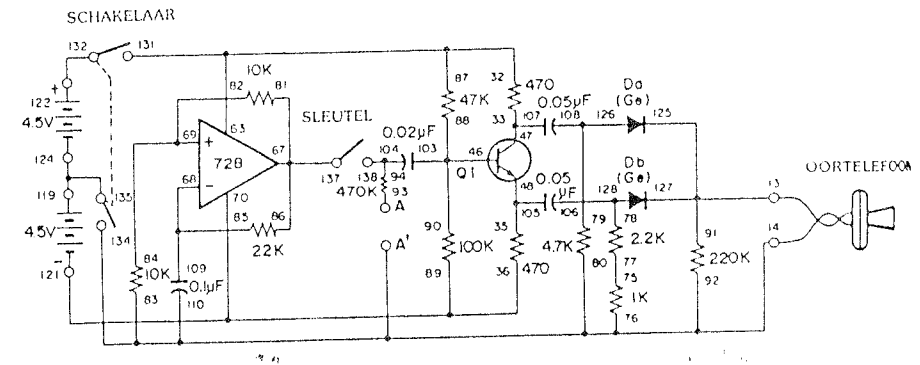
Hier krijgen wij te maken met een frequentievertweevoudiger van impulsies met één transistor, zo genoemd omdat de frequentie van het invoersignaal erdoor vertweevoudigd wordt.

De rekenversterker IC728 werkt als een vierkantsgolfoscillator waarvan de uitvoer een AC-signaal is van ongeveer 500 Hz.

Wanneer de bedrading beëindigd is, zet de schakelaar op A om de stroom in te schakelen. Sluit de oortelefoon aan op de veerklemmen 93 en 134 en druk op de sleutel om te luisteren naar het oscillatiegeluid van 500 Hz. Let op de toonhoogte van dit geluid.

Sluit nu de oortelefoon aan op de veerklemmen 13 en 14 en druk op de sleutel. Luister met de oortelefoon. U hoort een toon die een octaaf hoger ligt dan de vorige wat beduidt dat de frequentie nu 1000 Hz of het dubbele bedraagt.

Laat ons even kijken hoe deze frequentievertweevoudiger werkt. Transistor Q1 ontvangt signalen van de rekenversterker langs z'n transistorbasis. De basisspanning verandert met de oscillaties. Dit geeft signalen met omkeerde fase aan de collector en de emitter - wanneer een signaal op een golfpiek is, is het andere op z'n laagste punt. De twee uitvoeren van transistor Q1 worden geleverd aan de dioden Da en Db. De dioden passeren alleen het positieve gedeelte van de golven. Deze twee signalen worden gecombineerd om zo een vertweevoudigde frequentie te geven.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

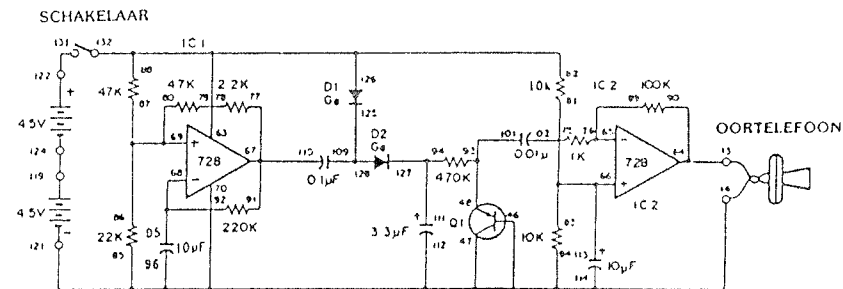
Nota's

07. Witte ruis generator

Witte ruis is een ruis met een breed frequentiegebied. Deze ruis, lijkend op dit een stortbad of regen, hoort u wanneer u met uw radio op de FM-band probeert af te stemmen op een zender in een gebied waar geen zender is. Gelijke ruis is meestal onbruikbaar maar bij het bespelen van elektronische muziekinstrumenten kan witte ruis soms als geluidsbron gebruikt worden.

Wanneer u dit project gebouwd hebt, zet de schakelaar op A om de stroom in te schakelen. Bekijk het diagram. Wij willen de ruis gebruiken die voortgevoerd wordt wanneer u een omkeerspanning levert aan de basis en de collector van transistor Q1.

Q1 werkt als een oscillator. De uitvoer van deze oscillator wordt gelijkgericht en reeds gebruikt in het project 99 "Geluidsalarmschakeling") door de dioden D1 en D2 en gaat naar Q1. IC2 versterkt de ruis zodat u het in de telefoon kunt horen.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

64-90-13-OORTELEFOON, 121-114-112-46-70-96-84-85-14-OORTELEFOON, 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.

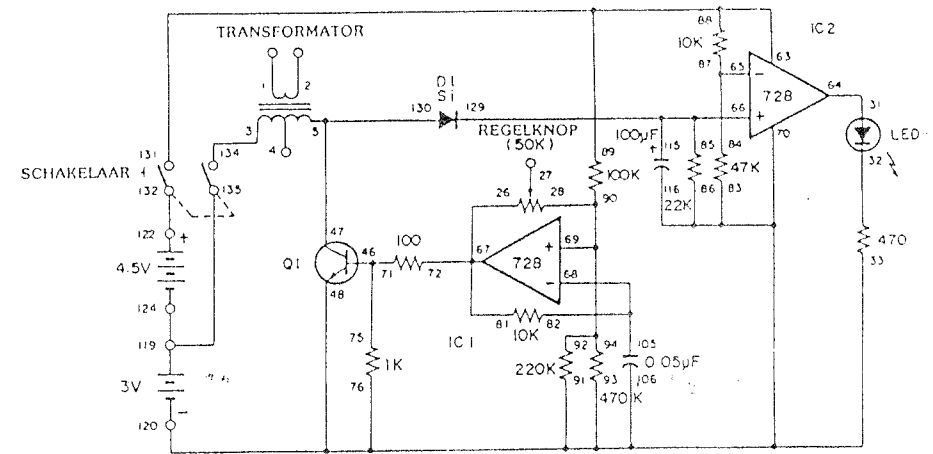
Nota's

108. DC-DC omzetter met rekenversterker

En hier krijgen wij een DC-DC omzetterschakeling die van 3V DC meer dan 5V DC kan maken. Bouw het project, zet de schakelaar op A en zie hoe de schakeling werkt.

Bekijk het diagram. IC1 werkt als een oscillator. De uitvoer van IC1 zet de transistor Q1 aan. De zelfinductie van de transformatorspoel produceert ogenblikkelijk een stroom met hoge spanning. Diode D1 zorgt ervoor dat deze spanning gelijkgericht wordt en produceert een gelijkstroom (DC) met hoge spanning. IC2 is een vergelijkende schakeling die de spannings-toename examineert. Wanneer de invoerspanning naar IC2 groter is dan 5V licht de LED op.

Terloops gezegd, hebt u geprobeerd de regelknop te verdraaien? Welke invloed heeft de stand van de regelknop op de schakeling? In deze schakeling wordt de regelknop gebruikt als een vaste weerstand van 50Kohm zodat het verdraaien van deze knop geen enkele uitwerking heeft (verontschuldig ons indien wij u een ogenblik in verwarring zouden gebracht hebben).



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

Nota's

X. COMMUNICATIESCHAKELINGEN

109. Oscillator met toonregeling voor codegebruik

Wilt u een radio-amateur worden? Heel wat marconisten zijn hun opleiding begonnen met een oscillator met een dergelijke toonregeling. De toonregelaar in dit project is wel nuttig daar een langdurig luisteren naar een en dezelfde toon het oor geweldig kan vermoeien. Maak de bedrading en reeds is uw oscillator-codezender klaar.

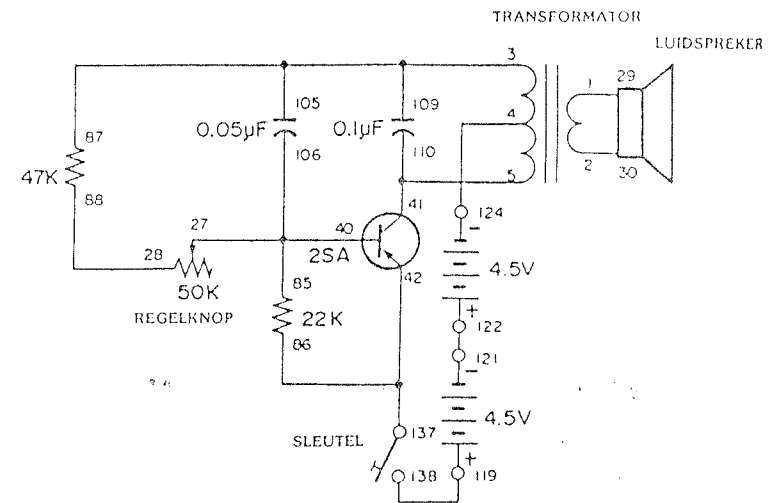
U kunt de verschillende tonen gebruiken om uw eigen speciale code te creëren naast de Morsecode bestaande uit punten en strepen en uitgevonden door Samuel Morse. De beste manier om Morse te leren is iemand te vinden die eveneens geïnteresseerd is deze code te leren. Oefen regelmatig met uw correspondent, liefst iedere dag. Stel eveneens een soort vorderingsgrafiek op waarop u kunt zien waar u staat. Ontvang en stuur om beurt gecodeerde berichten en u zult spoedig vaststellen dat u de morse bijna als een soort gesproken taal beoefent. Het gebruik van de morsesleutel wordt al rap een automatisme waarbij u niet hoeft na te denken zoals het rijden met een fiets of auto.

Het kost u misschien wel wat tijd en moeite maar hoe fier zult u niet zijn eens dat u een volleerd marconist bent.

Wanneer u op uw eentje wilt oefenen kunt u de oortelefoon gebruiken. Verbreek de luidsprekeraansluitingen en sluit de oortelefoon aan op de veerklemmen 27 en 28. Met deze aansluitingen werkt de regelknop als volumeregelaar en als toonregelaar. U kunt de regelknop vervangen door een vaste weerstand wanneer u een gelijkblijvende toon en geluidsstrekte wenst.

Wanneer u de regelknop instelt om minder weerstand te hebben in de schakeling gaat er meer elektriciteit maar de 0,05 μF condensator zodat hij sneller opgeladen wordt tussen de impulsies. De impulsies liggen dicht bij elkaar waardoor de frequentie (en de toon) hoger wordt. Het tegenovergestelde gebeurt wanneer de regelknop ingesteld wordt op meer weerstand.

Eens u de morse onder de knie hebt raden wij u aan u tot een vereniging van radio-amateurs te wenden om uw interessante kennis tot een waar genot te maken.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

Nota's

0. Kristalradio (radio met enkele diode)

en enkele projecten-bouwdoo is volledig zonder kristalradio-schakeling. meeste elektronica-fans hebben geëxperimenteerd met de oudste onder radioschakelingen. Vóór de uitvinding van luchtledige buizen en transistoren waren kristalschakelingen aan de orde voor het ontvangen van radio signalen.

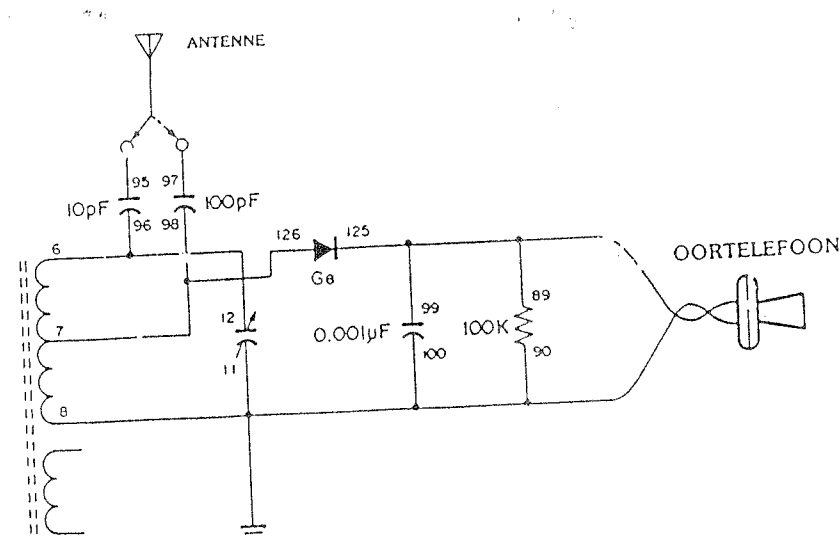
De signalen van een kristalradio zijn zwak zodat het gebruik van een oortelefoon onvermijdelijk is. Uw oortelefoon zal de opgevangen geluiden goed reproduceren daar hij van het keramische type is dat zeer weinig stroom nodig heeft.

Een goede antenne en aarding zijn noodzakelijk voor de ontvangst van verre verwijderde zenders maar nabijgelegen stations kunt u ontvangen met een antenne die uit bijna gelijk wat kan bestaan. Een lange draad (zoals de ene draad in uw bouwdoo is in vele gevallen reeds voldoende. Aarding is simpel, u verbindt de draad met de aarde door de draad bijvoorbeeld aan te hangen op de leiding voor koud water. Is dit laatste niet mogelijk, sla een metalen staaf in de grond en maak dan de draad eraan vast.

Voor het project volgens de bedradingsopvolging om uw kristalradio te bouwen. Op de radioschakelingen in uw bouwdoo zijn twee aansluitingen voor antenne voorzien maar gebruik ze niet allebei samen. Probeer beide aansluitingen afzonderlijk en neem deze die u de beste ontvangst geeft. Twee antennes (15 m of minder) sluit u best aan op de veerklem 95 terwijl andere antennes beter aangesloten worden op de veerklem 97.

De afstemgedeelte van de radioschakeling waarin zich de antennespoel en de afstemcondensator bevinden wordt tenkringschakeling genoemd. Wanneer de antennespoel en een condensator in parallel verbonden worden resoneert de schakeling slechts op één frequentie. Zo neemt de schakeling alleen de frequentie op die de tenkringschakeling doet resoneren. Wanneer de afstemcondensator verandert zijn capacitantie wanneer hij verdraaid wordt. Wanneer de capacitantie verandert, wordt eveneens de resonantiefrequentie van de schakeling gewijzigd. Op die manier kunt u verschillende zenders ontvangen door de afstemcondensator anders in te stellen. Zonder deze selectiviteit zouden meerdere zenders gemengd ontvangen worden (of een maar heel wat ruis).

De door de tenkring ontvangen signalen zijn hoogfrequente RF (radiofrequentie) signalen. De zender gebruikt geluidssignalen om de amplitude (sterkte) van de RF signalen te regelen; de hoogte van de RF golf varieert naar gelang de verandering van de toon. De diode en de 0,001 μF condensator in deze schakeling detecteren de veranderingen van de RF amplitude en zetten die opnieuw om in signalen. Deze omzetting van amplitudemodulatie in geluidssignalen wordt demodulatie genoemd.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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

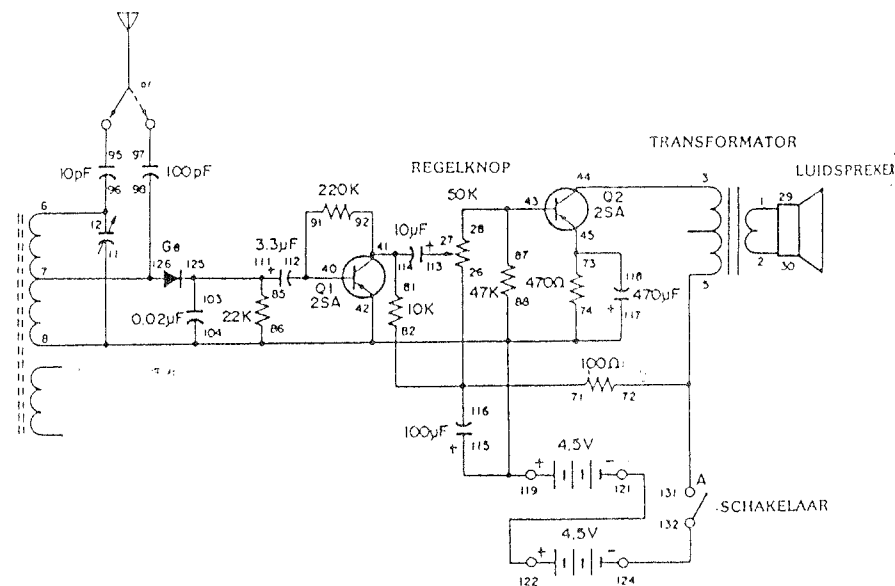
Nota's

111. Radio met twee transistoren

Dit is een twee transistoren ontvanger met voldoende winst (versterking) om het signaal door de luidspreker te kunnen horen. Eenvoudige radio's zoals die er een is hebben een goede antenne en aarding nodig. Bouw de schakeling en gebruik de veerklem 74 als aardingsklem. Sluit de antenne aan op de veerklem 95 of 97 (die het beste resultaat geeft).

De detectieschakeling van de radio maakt gebruik van een diode en een 22 Kohm weerstand. Probeer de radio te gebruiken zonder de 22K weerstand. Maak daartoe alleen de draad los van de veerklem 85. Het bekomen resultaat is _____ (slechter, beter) voor zwakke zenders en _____ (slechter, beter) voor sterke zenders.

De fundamentele regels voor radio-ontvangst zijn dezelfde als in het project 110 "Kristalradio met enkele diode". De afstemcondensator kiest de frequentie van de zender. De diode en de $0,02 \mu\text{F}$ condensator detecteren het radiosignaal en zetten het om van AC in DC. Dit signaal is zo zwak dat het moet versterkt worden om het langs de luidspreker te kunnen horen. De transistor Q1 versterkt eerst het signaal waarna de regelknop de geluidssterkte instelt gevolgd door een eindversterking door de transistor Q2. Als laatste produceert de luidspreker het versterkte signaal.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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).

Nota's

12. Draadloze codezender

Dit project is een eenvoudige maar afdoend werkende codezender zoals die gebruikt in het leger en door radio-amateurs overal ter wereld. Wanneer u op de sleutel drukt gaat de zender achtereenvolgend aan en uit.

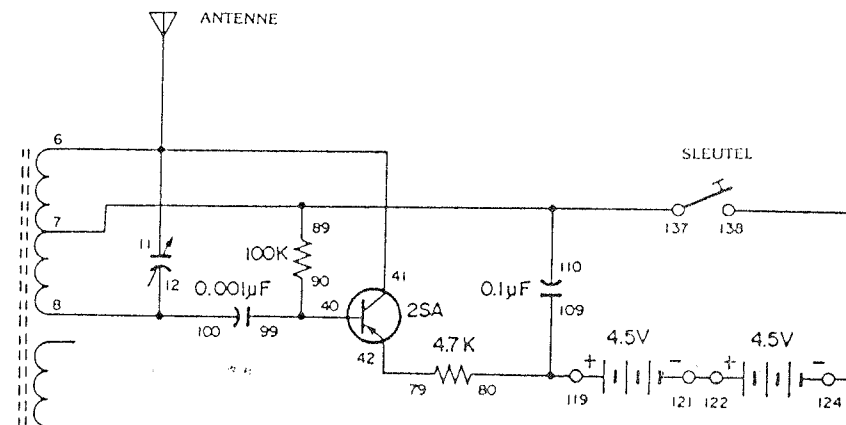
U kunt een gewone MG radio gebruiken om de door deze zender gestuurde signalen te ontvangen. Stem af op een zwakke zender. Het andersignaal wordt gemengd met het door de zender gestuurde signaal en een audiotoon geeft die slagnoot genoemd wordt. Het is deze noot die als codesignaal hoort. Gebruik de afstemcondensator om deze zender afstemmen tot u de noot in de ontvanger hoort zodra u op de sleutel drukt.

U kunt de draaggolf van deze zender op een communicatieontvanger komen zonder op een andere zender af te stemmen wanneer deze communicatieontvanger voorzien is van een oscillator voor zwevingsontginst (BFO). De BFO slaat samen met de draaggolf van het zendersignaal en brengt de toon voort.

Deze oscillator zendt een RF signaal uit dat door de radio ontvangen wordt. U kunt het RF signaal niet horen omdat de frequentie ervan te hoog is (500.000 tot 1.600.000 Hz). Wanneer u eerst op een zwakke zender stemt en dan een signaal stuurt dat lichtjes afwijkt van de draaggolf frequentie kunt u de voortgebrachte slagnoot horen.

Het zenden en het ontvangen van draaggolfsignalen is zeer efficiënt en wel de meest betrouwbare transmissiemethode in bepaalde noodsituaties. Misschien hebt u wel geen antenne nodig maar indien toch, zal een draad van 60 tot 90 cm ruim voldoende zijn.

Amuseer u!



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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

Nota's

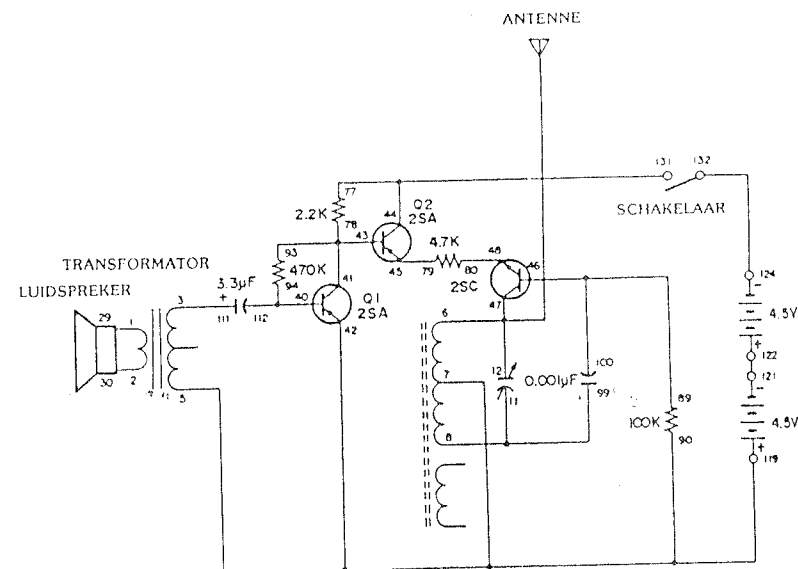
113. MG radiostation

Wanneer u ooit gedroomd hebt een gevierde disc jockey te zijn, hebt u hier de kans deze droom werkelijkheid te laten worden. Deze MG zender laat uw stem door de ether zweven. In het vorige project hebt u reeds een zender gebouwd maar die kon alleen maar een enkele toon of een reeks punten/streepjes sturen.

Zodra u gedaan hebt met de bedrading, zet uw MG radio aan en stem af op een zwakke zender af op een frequentie waar niets ontvangen wordt. Spreek nu in de luidspreker terwijl u de afstemcondensator bedient tot u uw stem hoort. Deze zender kan slechts een paar meter ver zenden zodat u uw MG radio niet te ver van uw bouwdoos mag plaatsen.

Transistor Q1 versterkt het audiofrequentiesignaal. Dit versterkt signaal regelt de amplitude van het RF oscillatiesignaal. De afstemcondensator en de antennespoel stemmen het RF signaal af op de instelling van uw MG radio en sturen het signaal via de antenne.

Transistor Q2 helpt bij de regeling van de amplitude van het RF signaal. De NPN transistor is een deel van de RF oscillator en zorgt voor de primaire versterking van het RF signaal (vóór het AF (audio frequentie) signaal het moduleert).



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

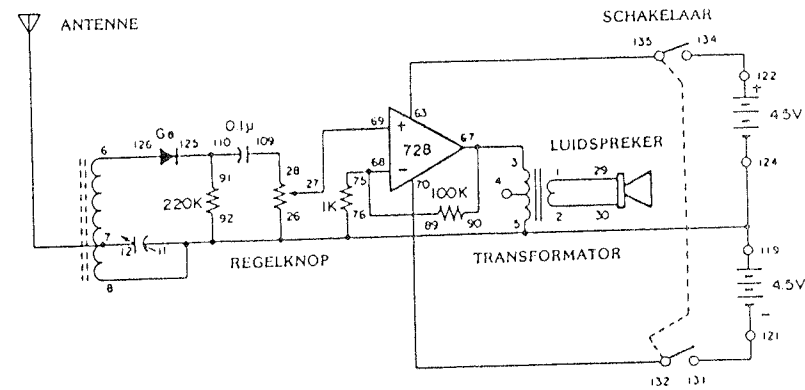
Nota's

4. Rekenversterkerradio

Diodes met germaniumdiode werken meestal niet zo goed maar ze worden soms in moeilijke omstandigheden gebruikt omdat ze kunnen functioneren zonder stroombron.

Woonlijk hebt u een oortelefoon nodig om een germaniumradio te horen. Maar in dit project hebben wij een rekenversterker toegevoegd zodat u de signalen door de luidspreker kunt horen. Wij gaan een IC radio bouwen met de hulp van de dubbele rekenversterker als niet-omkeerder versterker met twee stroombronnen, de eenvoudigste gebruiksmanier voor deze IC.

De schakelaar op B en bouw de schakeling. Eens de bedrading gedaan, de antenne op en sluit die aan op de schakeling. Zet de regelknop op 12 en schuif de schakelaar op A om de stroom in te schakelen. Draai nu aan de afstemcondensator tot u een zender ontvangt. Om zwakkere zenders te ontvangen kunt u de oortelefoon aansluiten in de plaats van de luidsprekers (aanklemmen 1 en 2).



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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, 70-89-75, 70-132, 91-110-125, 121-131, 122-134.

Nota's

XI. TEST- EN MEETSCHAKELINGEN

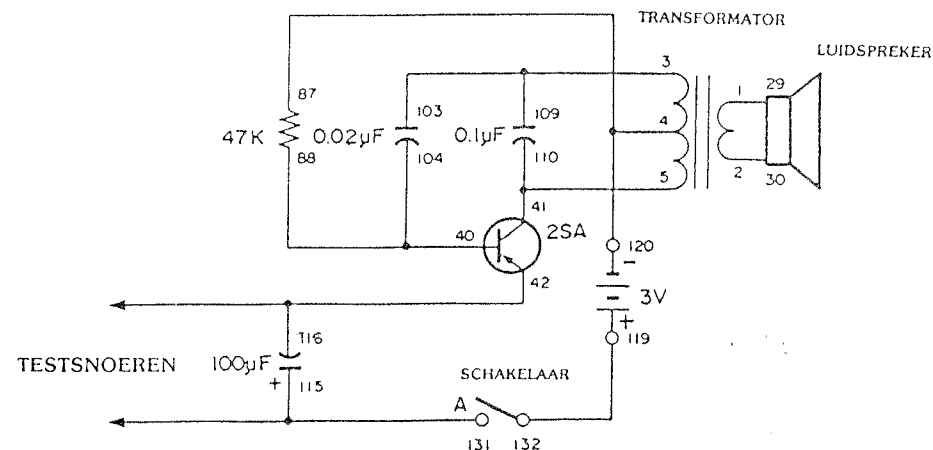
15. Auditief continuïteitstestapparaat

Deze schakeling geeft een geluidssignaal wanneer het materiaal dat u test elektriciteit geleidt. Dit is wel gemakkelijk wanneer u draden, insluitklemmen en andere onderdelen controleert en niet kunt kijken naar een signaallampje of LED. Uw oren vangen het resultaat van de test op terwijl uw ogen ergens anders op gericht zijn.

Wanneer de schakeling die u controleert elektriciteit geleidt wordt daardoor een spanningstoevoeraansluiting vervolledigt met een oscillator van het normale impulsietype die gebruik maakt een gevoelige PNP transistor. Dit testapparaat kan voor het testen van praktisch elke component van uw bouwdoos gebruikt worden. Bij het controleren van dioden en transistoren mag u niet vergeten dat de elektriciteit slechts in een enkele richting vloeit (tenzij ze beschadigd zijn).

Wanneer u het diagram bekijkt merkt u op dat de uitvoer van de transistor naar de transformator naar de 0,02 μF condensator en dan naar de basis van de transistor gaat. De emitter van de transistor is verbonden met de klem TEST. Wanneer iets op deze klem aangesloten wordt dat elektriciteit doorlaat, begint de transistor te oscilleren.

U kunt praktisch alle componenten op veilige manier controleren met dit continuïteitstestapparaat omdat het slechts een lage stroom voert van 15 mA of minder. U kunt bijvoorbeeld de continuïteit van grafielijnen (vollood) op papier, water, metalen oppervlakken en heel wat meer hiermee testen en meten.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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

Nota's

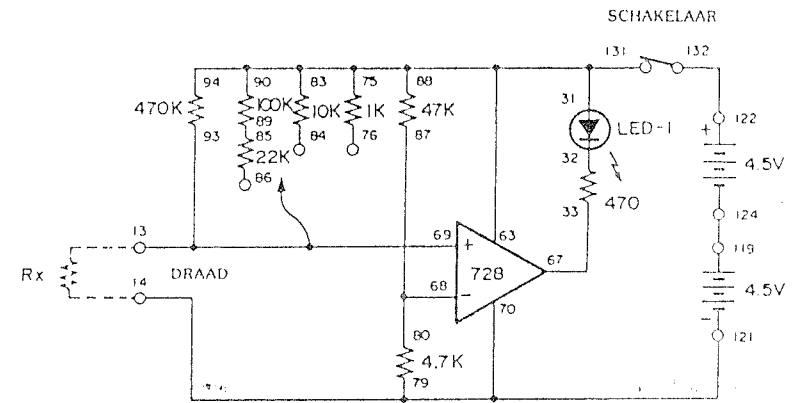
116. Geleidbaarheidstestapparaat

Met een meetinstrument kunt u de juiste waarde van een weerstand bepalen maar wanneer u alleen de benaderende waarde ervan wilt kennen kunt u gebruik maken van dit testapparaat voor geleidbaarheid.

In dit project wordt weerstand omgezet in elektrische stroom die vergeleken wordt met de vergelijkingstroom van de vergelijkende schakeling die u toont wat het benaderende bereik is van de weerstand. De vergelijkende schakeling heeft een vergelijkingsspanning van ongeveer 0,82 V.

Om dit project te gebruiken moet u de schakeling bouwen en de schakelaar op A zetten om de stroom in te schakelen. Verbind het te controleren materiaal tussen de veerklemmen 13 en 14. Wanneer de LED brandt bedraagt de weerstand minder dan 100 Kohm; bij een weerstand van meer dan 100 Kohm brandt de LED niet.

Brandt de LED, verbind de veerklemmen 93 en 86 en kijk naar de LED: blijft die branden of gaat ze uit? Is dit laatste het geval, ligt de weerstand tussen 10 en 100 Kohm. Blijft de LED aan, maak de draad los van de veerklem 86 en sluit ze aan op de veerklem 84. Gaat de LED nu wel uit, ligt de weerstand tussen 1 en 10 Kohm. Blijft de LED nog altijd aan, maak de draad los van de veerklem 84 en sluit ze aan op de veerklem 76. Gaat de LED nu uit? Indien ja, ligt de weerstand tussen 100 ohm en 1 Kohm en indien niet, is de weerstand kleiner dan 100 ohm.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

Nota's

17. Transistortestapparaat

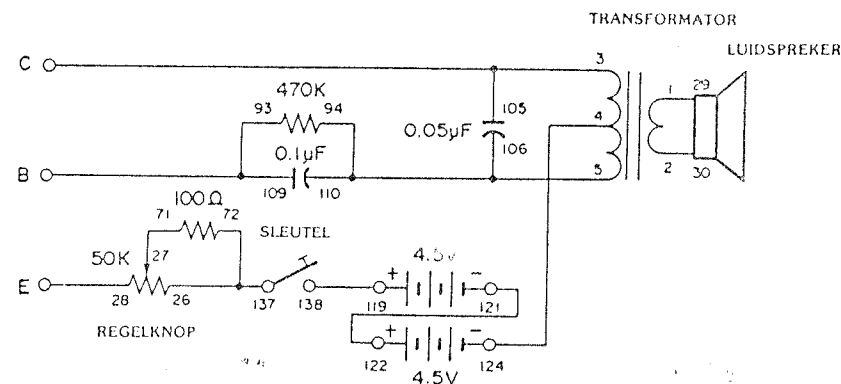
Is waarschijnlijk dat u de transistoren meer dan enig andere componenten wilt controleren. U kunt niet bepalen of een transistor al of niet werkt er naar te kijken maar met dit project kunt u horen of de transistor al of goed is. Verder kunt u te weten komen of u te maken hebt met een PNP of een NPN type.

U wilt vaststellen dat er in dit project drie lange draden gebruikt worden, een voor de emitter, een voor de collector en een derde voor de basis. Het diagram ziet u de gemerkte veerklemmen voor het testen van PNP transistoren.

Voor dit project te gebruiken moet u de lange draden respectievelijk aansluiten op de collector, de emitter en de basis van de transistor die u wilt testen. Draai de regelknop volledig naar links. Druk nu op de sleutel en draai de regelknop naar rechts. Wanneer u een geluid hoort uit de luidspreker is de transistor een werkende PNP transistor. Hoort u helemaal niets, verander de aansluitingen 4-124 en 119-138 in 4-119 en 124-138 en herhaal de proef. Komt nu een geluid uit de luidspreker, hebt u te maken met een functionerende NPN transistor. Krijgt u bij geen enkele der proeven een audiosignaal is de transistor in kwestie defect.

U wilt opmerken dat sommige transistoren een geluid verwekken met een andere instelling van de regelknop dan andere. Deze transistoren hebben een andere versterking of winst.

Wanneer u zich componenten aanschafft voor de constructie van andere elektronische schakelingen zult u dit project wel interessant vinden voor het controleren van niet van een merk voorziene transistoren.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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

Nota's

118. Geluidssoscillator met sinusgolf

Nu gaat u iets leren over het voortbrengen van sinusgolf-signalen. Een sinusgolf is een golf met een zuivere één-frequentie toon. Zo is bijvoorbeeld een 400 hertz sinusgolf een golf die 400 cycli oscilleert per seconden en geen andere frequentiecomponenten bevat. Niet sinusgolven hebben boventonen, golven met frequenties die veelvoudig zijn van de fundamentele één-frequentie golf. Een 400 Hz niet-sinusgolf kan de 400 Hz golf (de fundamentele golf) bevatten samen met een 800 Hz golf (de tweede harmonische) en een 1200 Hz golf (de derde harmonische).

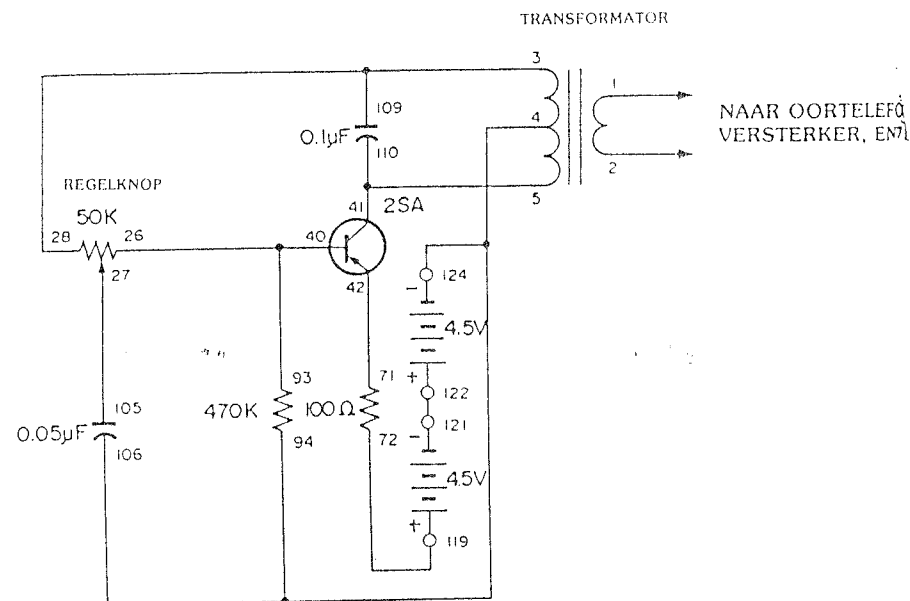
Een goed technicus kan een schakeling testen door een sinusgolf te gebruiken en naar de uitvoer ervan te luisteren. Spoedig zult u ook daartoe in staat zijn.

Wanneer een sinusgolf ingevoerd wordt en iets anders wordt uitgevoerd, moeten de ongewenste harmonische frequenties op de ene of andere plaats in de schakeling ontstaan zijn.

Het gedeelte van dit project dat een 400 hertz sinusgolf genereert bezit:

- een $0,1 \mu\text{F}$ condensator die de klemmen 3 en 5 van de transformator verbindt om een tenkschakeling te vormen dat op 600 Hz resoneert.
- een 470 Kohm weerstand om de basis van de transistor een heel klein beetje aan te zetten.
- een regelbare terugkoppelingsschakeling waarin de regelknop en de $0,05 \mu\text{F}$ condensator opgenomen zijn.
- een 100 ohm weerstand verbonden met de emitter om te helpen bij de stabilisatie van de schakeling en te vermijden dat het geluid vervormd wordt.

Sluit de oortelefoon aan op de klemmen 1 en 2 van de transformator. Begin met de regelknop op maximum - 10 op de aflezing - en draai de knop langzaam terug terwijl u naar de toonkwaliteit van de uitvoer luistert. Vóór het stoppen van de oscillaties zult u een punt bereiken waar u slechts één toon hoort. Deze laatste zuiver klinkende toon is de sinusgolf. Herhaal de regelknopinstellingen tot u geen verdere moeilijkheden hebt om een sinusgolf van een vervormde golf te onderscheiden.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

Nota's

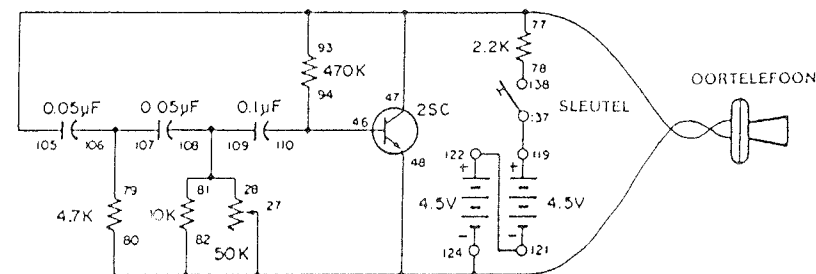
9. Sinusgolf-oscillator met lage vervorming

In dit project gaan wij een sinusgolf-oscillator met lage vervorming bouwen en naderbij bekijken. Bouw dit project alleen na het voorgaande gemaakt te hebben. Deze oscillator heeft minder vervorming dan die uit ons voorgaande project omdat hij geen transformator bezit en transformatoren zijn dikwijls oorzaak zijn van vervorming wegens hun niet-lineaire karakteristieken.

Als in het project hiervoor moet u naar de toon van de oscillator luisteren en de regelknop zodanig instellen dat u de zuiverste enkele toon te horen krijgt (met de kleinste vervorming). Begin ook hier met de regelknop dichtbij de maximum instelling. De werksfrequentie ligt rond 300 Hertz met de instelling van de regelknop op de kleinste vervorming.

Deze schakeling wordt een RF faseverschuivingsoscillator genoemd en beschouwd als fundamentele sinusgolf. Oscillaties ontstaan door de positieve terugkoppeling van de signalen. De weerstanden (R) en condensatoren (C) maken de weg vrij voor de terugkoppeling. De signalen in de collector van de transistor gaan door de RC schakeling naar de transistorbasis. Iedere keer dat de signalen de RC schakelingen passeren ontstaat een kleine vertraging voor. In andere woorden, het stijgen en dalen van de golf (de fase) verschuift een weinig. Nadat het signaal de schakeling doorlopen heeft verschuift de fase 180 graden. Wanneer de collectorspanning stijgt wordt deze toename teruggekoppeld naar de collector met deze faseverschuiving. Wanneer de basisspanning stijgt daalt de collectorspanning. Deze steeds herhaalde cyclus doet de transistor trillen.

Wanneer u de instelling van de regelknop verandert wordt het frequentiebeeld gewijzigd omdat de faseverschuivingsgraad anders wordt evenals de signaalkwaliteit. Zet de regelknop in de stand die de zuiverste toon geeft. Op dit punt wordt een zuivere sinusgolf gegenereerd.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

124-27-48-82-80-OORTELEFOON, 47-105-93-77-OORTELEFOON,
81-109-108-28, 94-110-46, 78-138, 79-106-107, 119-137, 121-122.

Nota's

120. Dubbele-T oscillator

Daar een dubbele-T geluidsoscillator zeer stabiel is, wordt hij bij voorkeur gebruikt in elektronische muziekinstrumenten (keyboards) en in testapparatuur.

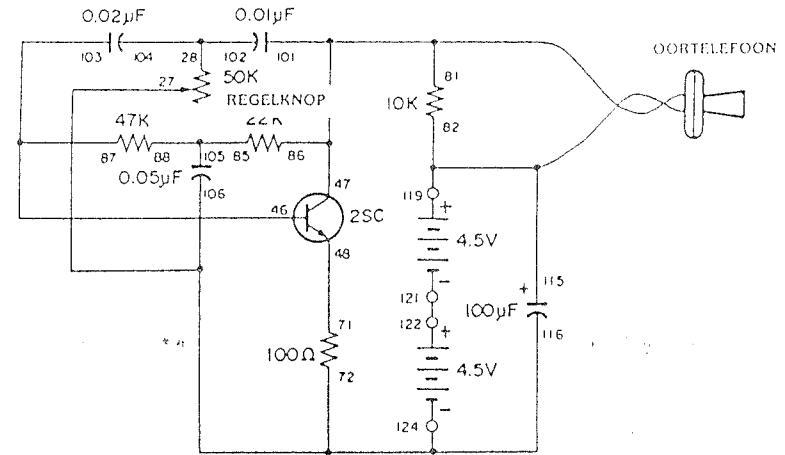
De oscillatiefrequentie is afhankelijk van de weerstanden en de condensatoren in het dubbele-T netwerk. De letter T wordt hier gebruikt omdat het diagram van deze schakeling de transistoren en condensatoren toont opgesteld in de vorm van een T. De term "dubbele" duidt op de twee T-netwerken die in parallel verbonden zijn. De condensatoren in parallel verschuiven de fase van de golf; de weerstanden in serie zorgen voor de spanning naar de transistorbasis en voor de faseverschuiving van de golf.

Regel de schakeling nauwkeurig zodat u een zuivere sinusgolf als uitvoer krijgt zoals in de twee voorgaande projecten. Draai de regelknop langzaam over het volledige bereik tot u een zeer lage toon hoort in de oortelefoon, een toon die lijkt op de laagste noot van een kerk- of pijporgel. De instelling van de regelknop moet liggen tussen 7 en 10.

Eens de oscillatie gestart is moet u de regelknop voorzichtig bijregelen om de zuiverste lage noot in de nabijheid van het bovenste uiteinde van de knopinstelling te bekomen.

U kunt op verschillende manieren met deze schakeling experimenteren. Probeer verschillende andere waarden in de plaats van de 10 Kohm en de 470 Kohm weerstanden en experimenteer met hogere en lagere batterijspanningen.

Indien u over een VOM beschikt, meet de schakelingsspanningen.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

Nota's

1 Toongenerator met impulsie-oscillator

De project is een impulsie-toon oscillator met regelbare frequentie die een reeks van waaiers van noten kan voortbrengen. Met ietwat oefening kunt u eenvoudig melodietjes spelen die lijken op die gespeeld op een elektronisch orgel.

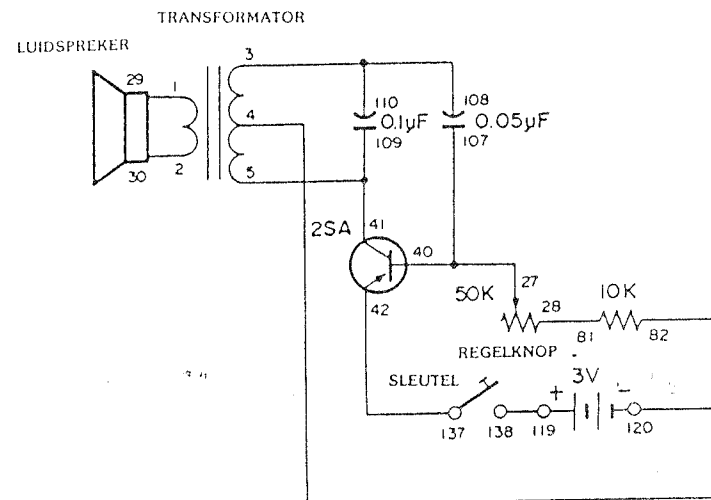
Om een melodie te spelen, zet de regelknop op de juiste noot en druk op de sleutel, stel de regelknop op een andere noot in en druk de sleutel opnieuw,...

Wanneer u de sleutel voor het eerst drukt gaat de basisstroom door de lus gevormd door de batterij, de 10 Kohm weerstand, de 50 Kohm weerstand, de sleutel en de emitter van de transistor en de sleutel.

De basisstroom maakt dat de collectorstroom vloeit door de lus gevormd door de 3V voedingsbron, de onderste helft van de transformatorwinding, de collector en de emitter van de transistor en de sleutel.

De in de transformator vloeiende stroom maakt dat er een stroom loopt door de lus gevormd door de bovenste helft van de transformatorwinding, de 0,05 μ F condensator, de basis en de emitter van de transistor, de sleutel, de sleutel en terug naar de centrale klem van de transformator (veerklem 2). Deze lus laadt de 0,05 μ F condensator razendsnel (in minder dan 0,0001 seconde) op tot ongeveer 4V met een negatieve polariteit aan de kant van de transformator en een positieve polariteit aan de kant van de basisaansluiting. Uitvoer stelt de luidspreker alleen in werking wanneer er stroom in de transformator stroomt.

De opladen van de 0,05 μ F condensator stopt wanneer de geïnduceerde spanning van de bovenste helft van de transformatorwinding stopt. Dan begint het opladen van de condensator opnieuw. Zodra het ontladen begint daalt de spanning van de condensator hoger dan de batterijspanning. De omgekeerde polariteitsspanning wordt doorgegeven aan de basis van de transistor die uitgeschakeld wordt. Nu werken alle transistor aansluitingen als een schakeling. De condensator ontladt zich langs de lus gevormd door de bovenste van de transformatorwinding, de 10 Kohm weerstand en de 50 Kohm weerstand. Wanneer u de instelling van de regelknop verlaagt gebeurt de ontlading sneller zodat het volledige proces eveneens sneller verloopt. Een hogere frequentie als gevolg. Zodra de 0,05 μ F condensator ontladen wordt tot lichtjes onder de 3V van de batterij, begint de cyclus van af aan.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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

Nota's

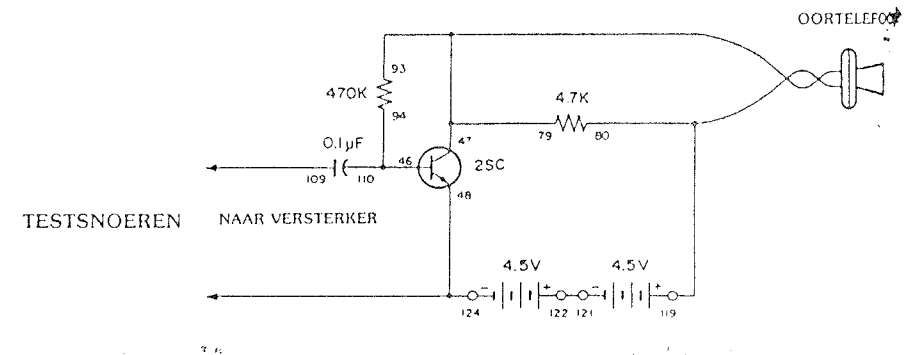
122. Geluidssignaalopsporing

Dit project is een eenvoudige transistor-geluidsversterker die wij zullen gebruiken voor geluidssignaalopsporing. U kunt deze versterker gebruiken om problemen in radioapparatuur op te sporen. Wanneer een schakeling niet correct werkt kunt u de draden op verschillende klemmen aansluiten tot u de plaats of componenten vindt die het signaal niet doorlaat.

De 0,1 μF condensator blokkeert de DC (gelijkstroom) zodat u zonder enig gevaar voor beschadiging overal op de schakelingen testen kunt uitvoeren.

De versterker is van het type met gemeenschappelijke emitter. De emitter van de transistor is dus rechtstreeks verbonden met de invoer en de uitvoer van de oortelefoon. De stroom van de basis is van het eigenstroom type. De stroom van de collector van de transistor geeft stroom aan de basis (via de 470 Kohm weerstand) wat een zekere stabiliserende negatieve DC terugkoppeling levert.

U kunt deze versterker gebruiken om eender welke transistorradio of -versterker te controleren.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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

Nota's

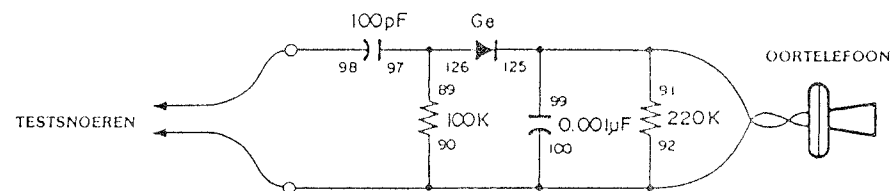
3. Radiofrequentiesignaalopsporing

De project is een breedband, onafgestemde RF-signaalopspoorer. U kunt gebruiken om bronnen van RF-ruis en interferenties op te sporen en om signalen te testen. De schakeling lijkt op een niet afgestemde kristalradio.

Gebruiken de 100 pF condensator voor de invoer in deze schakeling omdat de DC en de 50 Hz stroomleidingsfrequentie blokkeert zodat de draden niet met alles in contact mogen gebracht worden zonder gevaar voor elektrische schok. U mag natuurlijk nooit testen uitvoeren met of nabij hoge spanningen; er bestaat een gezegde: "Er zijn oude technici en er zijn stoutmoedige technici maar heel weinig of geen oude stoutmoedige technici."

Bind de testsnoeren tussen geaarde voorwerpen en andere metalen voorwerpen die als antenne kunnen functioneren. U zult vaststellen dat deze schakeling u toelaat allerlei AM signalen als ruis te ontvangen; zo kunt u bijvoorbeeld CB-signalen te horen krijgen wanneer de zender dicht genoeg

bij de ruis die u te horen krijgt zult u gemakkelijk kunnen identificeren als het omstreeks van de ontsteking van een voertuig, van fluorescerend licht of van elektriciens die aan- en uitgemaakt worden.



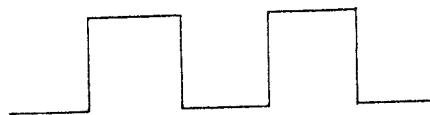
BEDRADINGSOPEENVOLGING

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

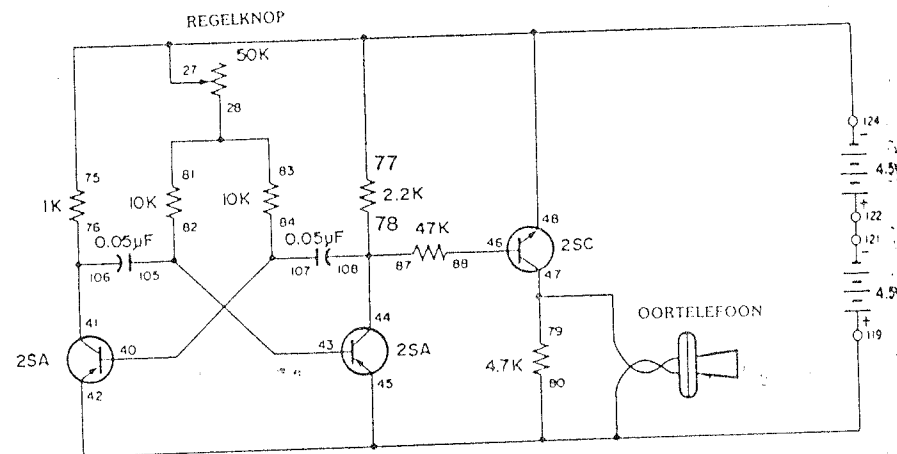
Nota's

124. Geluidsoscillator met vierkantgolf

Ook vierkantgolven kunnen als testsignalen gebruikt worden. Vierkantgolven worden door multivibrator-oscillatoren voortgebracht. Herinner u, u hebt deze aard schakeling reeds in voorgaande projecten gebruikt. De naam "vierkante golf" komt van het patroon dat het signaal vertoont op een oscilloscoop (hieronder afgebeeld.).



Bouw deze schakeling en u hoort een geluid voortgebracht door een vierkantgolfsignaal. U kunt de toonhoogte en de frequentie van dit signaal variëren door middel van de regelknop. De regelknop wijzigt de aan de basis van de PNP transistor toegevoerde stroom.



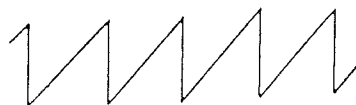
BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

Nota's

125. Zaagtandoscillator

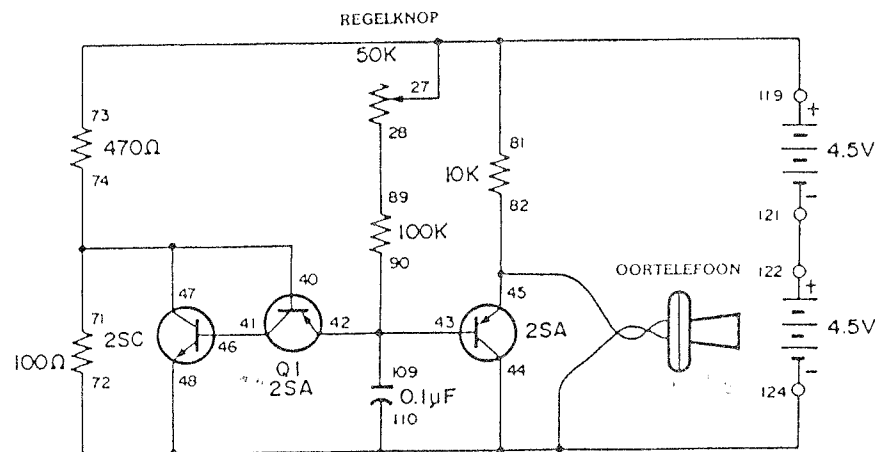
Wanneer u het signaal van deze oscillator op een oscilloscoop uitbeeldt krijgt u een patroon dat op een zaagtand lijkt (hieronder afgebeeld).



De vorm van deze golf komt van het trage opladen van de $0,1 \mu\text{F}$ condensator langs de regelknop en de 100 Kohm weerstand en door het snelle ontladen van langs de PNP en NPN transistoren.

De spanningsdeler - de 470 Kohm en de 100 ohm weerstanden - levert ongeveer $1,6\text{V}$ aan de transistoren. De stroom die van de 9V voeding (langs de 100 Kohm weerstand) naar de $0,1 \mu\text{F}$ condensator gaat maakt dat de lading van de condensator langzaam toeneemt. Wanneer deze lading de spanning van de spanningsdeler ($1,6\text{V}$) overtreft gaan de transistoren aan en maken zo een weg vrij voor een snelle ontlading van de $0,1 \mu\text{F}$ condensator. Nu gaan de transistoren opnieuw uit, de condensator wordt langzaam opgeladen en de cyclus begint van vooraf aan.

U kunt de frequentie van de oscillator veranderen door de componentenwaarden in de timerschakeling te wijzigen: de regelknopinstelling, de 100 Kohm weerstand en de $0,1 \mu\text{F}$ condensator. Probeer een 47 Kohm of een 22 Kohm weerstand in de plaats van de 100 Kohm weerstand en condensatoren van verschillende waarden. Wanneer u een der elektrolytische condensatoren in de schakeling opneemt moet u rekening houden met de polariteiten (+ en -).



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

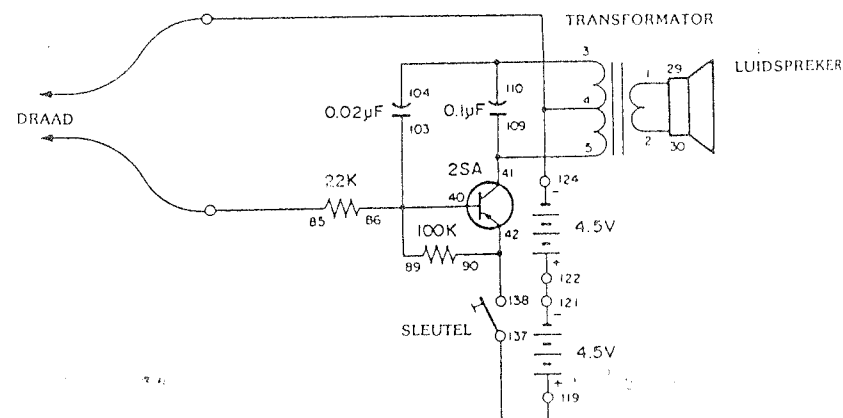
Nota's

126. Regendetector

Deze schakeling werkt als regendetector. Wanneer de weerstand tussen de lange draden groter is dan ongeveer 250 Kohm, wordt geen stroom van de schakeling afgetapt onafgezien de stand van de sleutel (al of niet ingedrukt). Wanneer de sleutel gesloten (ingedrukt) is en water (of iets anders dat een weerstand heeft van minder dan ongeveer 400 Kohm) in contact gebracht wordt met de beide testsnoeren, hoort u een geluid uit de luidspreker.

Verbind de draden met andere draden of metalen platen die op een geïsoleerd oppervlak liggen. Wanneer water de schakeling vervolledigt door de twee draden of platen te overspannen, weerklinkt het alarmsignaal.

Deze oscillator is van het fundamentele impulsie type dat wij reeds meermaals gebruikt hebben. De 22 Kohm weerstand beschermt de schakeling tegen overdreven basisstroom voor het geval dat de testsnoeren kortgesloten worden. De 100 Kohm weerstand zorgt ervoor dat lekstroom van de transistor de oscillator niet kan aanzetten.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

Nota's

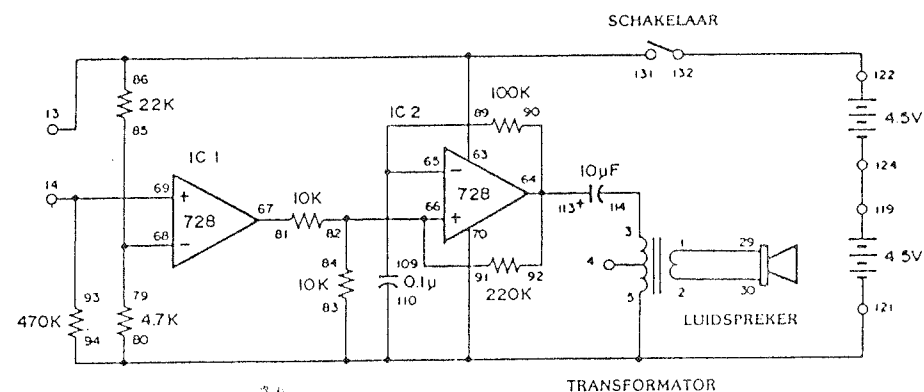
27. Waterniveauezomer met rekenversterker

Kunt de dubbele rekenversterker als een vergelijkende schakeling gebruiken voor het detecteren van spanningsveranderingen. In dit project gebruiken wij deze functie gebruiken om een zoemer te bouwen die een signaal geeft wanneer de draaduiteinden in aanraking komen met water.

Stel de schakelaar op B en bouw de schakeling. Eens de bedrading gedaan is, stel de schakelaar op A om de stroom in te schakelen. U hoort geen enkele geluid. Verbind nu de beide uitvoerklemmen met een draad en u hoort een geluid uit de luidspreker.

Wak nu de twee uitvoerklemmen aan met uw vingers. Indien u opnieuw het geluidssignaal hoort betekent dit dat de elektriciteit door uw lichaam stroomt en dat de maakte snoeruiteinden in aanraking zijn met het zweet van uw vingers.

Dit project maakt gebruik van twee dubbele rekenversterkers. IC1 werkt als een vergelijkende schakeling. De negatieve (—) invoerklem van de IC heeft een vergelijkingsspanning van ongeveer 1,6V. Wanneer een spanning groter dan 1,6V aan de positive (+) invoerklem geleverd wordt, laat de uitvoer van de vergelijkende schakeling toe dat IC2 als een onstabiele multivibrator functioneert.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

Nota's

128. Metaaldetector

Dit project toont u de werking van een metaaldetector. Wanneer de spoel in de nabijheid komt van metaal verandert de frequentie van de oscillator waardoor u de nabijheid van metaal aangekondigd wordt. Dit soort metaaldetector wordt gebruikt voor het opzoeken van verloren schatten, ondergrondse metalen leidingen, mijnen, enz.

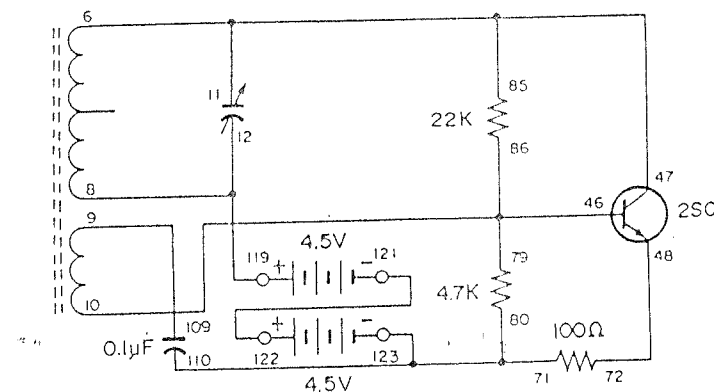
Tijdens de oorlog werden heel wat mensenlevens gered door het gebruik van dergelijke metaaldetectoren die overal ingezet werden voor het onschadelijk maken van mijnen, booby traps, verborgen en geplaatst door de vijand.

Deze schakeling is een oscillator met lagé vervorming die slechts één milliampère aftapt van de 9V stroombron. Het gebruik van lage stroomsterkte maakt dat metalen voorwerpen in de nabijheid een maximale uitwerking hebben op de oscillatiefrequentie.

Gebruik een kleine transistorradio als detector en stem af op een zwakke MG-zender. Regel de oscillator tot u een laagfrequente kloptoon hoort. Deze toon is het verschil tussen het signaal van een zendstation en deze oscillator. Breng de radio niet dichterbij dan nodig. De beste plaats voor de radio tegenover de radio is deze waar de beide signalen ongeveer gelijk zijn; dan bekomt u de grootste gevoeligheid.

Probeer de metaaldetector met behulp van sleutels, plastic voorwerpen, munten, enz. Natuurlijk heeft een echte metaaldetector een heel wat grotere ferrietspoel, meestal een luchtkern spoel bedekt met een elektrostatisch schild uit aluminium (Elektrostatisch schild van Faraday).

Wanneer de oscillator niet oscilleert bij eender wat u doet, probeer met het omwisselen van de veerklemaansluitingen 9 en 10. Indien dit het probleem oplost moet u de draadaansluitingen aan de onderkant van het bouwpaneel omwisselen zodat u nadien de juiste veerklemmen kunt gebruiken bij latere projecten van dezelfde soort.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

6-11-85-47, 8-12-119, 9-109, 10-79-86-46, 48-72, 71-80-110-123, 121-122,

Nota's

29. Waterniveau-alarm

De elektronische schakeling is een radiozender/alarmsysteem dat gebruikt wordt om het peil van rivieren, stuwdammen, afvoerkanalen, enz. te controleren. De alarmsignalen worden ontvangen door een gewone MG-radio. Wanneer de contactplaatjes of -draden zich buiten het water bevinden is de schakeling niet volledig en is er geen RF uitvoer.

Wanneer de contacten door het water met elkaar verbonden worden, wordt een RF signaal ontvangen door de radio zodat men weet dat het waterpeil een bepaalde hoogte bereikt heeft.

De emitter van de NPN transistor in de RF oscillatorschakeling is verbonden met de middenklem van de ferrietspoel via de $10\mu\text{F}$ condensator. De condensator werkt als een kortsluitingsschakeling op deze frequenties. De terugkoppeling naar de basis gaat langs de $100\mu\text{F}$ condensator. De 20Kohm weerstand zorgt voor de basisstroom die de transistor aanzet.

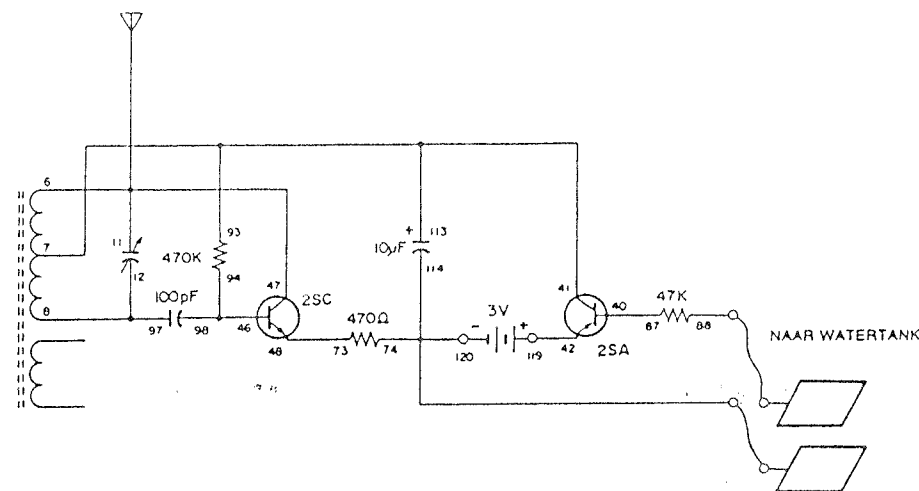
Let op dat de batterijstroom door de PNP transistor moet gaan om naar de oscillatorschakeling te gaan en terug te vloeien. Met de draden die van de batterij geïsoleerd zijn is de enige stroom die kan vloeien de lekstroom van de collector naar de emitter met de basis open. Deze zwakke stroom kan de RF oscillator niet aanzetten.

Wanneer de draden door het water met elkaar verbonden worden kan er een hoeveelheid stroom via het water vloeien om basisstroom te leveren aan de PNP transistor. Deze basistroom zet de PNP transistor aan zodat de oscillatorstroom kan vloeien tussen de collector en de emitter van de PNP transistor en dit met weinig weerstand.

Gebruik de 47 Kohm weerstand om de stroomweerstand te beperken. Zonder deze weerstand zou de PNP transistor door overdreven stroomtoevoer kunnen verbrand worden, voornamelijk wanneer de draden te vaak rechtstreeks met elkander in contact zouden gebracht worden.

Wanneer de transistor aan is geeft de RF oscillator een RF signaal. Deze contacten kunnen gemaakt worden uit eender soort geïsoleerde geleiders maar hoe groter het contactoppervlak hoe sneller de schakeling aangezet wordt.

Plaats een MG radio in de nabijheid en stem af op een zwakke zender. Regel nu de oscillatiefrequentie door middel van de afstemcondensator zodat u het signaal door de radio kunt horen.



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

Nota's

130. Drietraps-waterpeilindicator

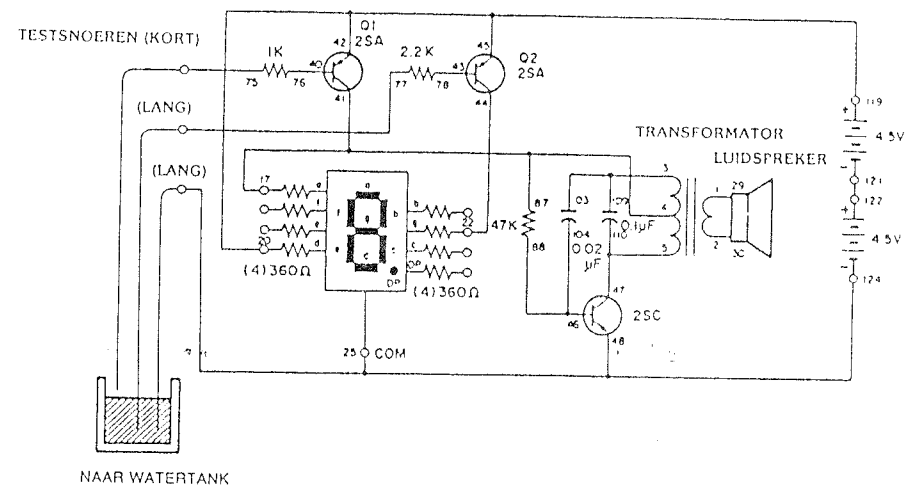
In dit project gebruiken wij de LED en een geluidsschakelaar-alarm om drie verschillende waterpeilen in een watertank te signaleren.

Wanneer het waterpeil onder de drie draadverbindingen ligt brandt alleen het onderste segment (d) van de LED (duidt op een laag peil).

Wanneer het water stijgt tot op een hoogte waarbij de twee lange draden verbonden met de veerklemmen 77 en 124 bereikt worden (maar zonder dat het water de kortere draden raakt), zet de basisstroom de transistor Q2 aan waardoor het middelste segment (g) van de LED oplicht (duidt op een middelmatig peil).

Stijgt het peil nog steeds zodat de drie draden door het water bereikt worden, wordt er basisstroom geleverd aan de transistor Q1 waardoor nu ook het bovenste segment (a) brandt. De geluidscoscillator wordt eveneens aangezet om op dit hoog waterpeil te wijzen.

U kunt de bedrading natuurlijk veranderen zodat het LED display andere letters en/of symbolen toont bij de onderscheiden waterniveaus zoals bijvoorbeeld L (voor laag), C (voor centrum) en H (voor hoog).



BEDRADINGSOPEENVOLGING

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.

Nota's

ONDERDELENLIJST

Antennehouder
 Batterijdoos in plastic (2)
 Batterijcontact, metaal S (4)
 Batterijcontact, metaal W (4)
 Condensatoren
 10pF, keramische schijf
 100pF, keramische schijf
 0,001 μ F, keramische schijf
 0,01 μ F, keramische schijf
 0,02 μ F, keramische schijf
 0,05 μ F, keramische schijf (2)
 0,1 μ F, keramische schijf
 3,3 μ F, 25 V, elektrolytisch
 10 μ F, 16 V, elektrolytisch
 100 μ F, 10 V, elektrolytisch
 470 μ F, 10 V, elektrolytisch
 CdS CEL
 CdS houder in plastic
 CdS pijpje in plastic
 Digitaal display, PCB, bestaande uit
 LED digitaal display LT-312
 PCB voor digitaal display
 Weerstand 360 ohm (8)
 Dioden: Germanium 1N60/1K60 (2)
 Silicium 1SS53/1N4148
 Draden voor batterijdoos
 Rood 200 mm (2)
 Oranje 200 mm (2)
 Zwart 200 mm (2)
 Draden
 Wit, 75 mm (20)
 Rood, 150 mm (30)
 Blauw, 250 mm (20)
 Geel, 350 mm (5)
 Zwart, 380 mm (2)
 Groen, 3 m (2)
 Geïntegreerde schakeling 74LS00
 Geïntegreerde schakeling BA728
 Kabelschoen 3 mm (2)

Kader in plastic (L)
 Kader in plastic (R)
 Kader in plastic (binnen) (L)
 Kader in plastic (binnen) (R)
 Kader in plastic (boven)
 Knop van sleutel, plastic
 Knop voor regeling, plastic
 Knop voor afstemming, plastic
 Lichtgevende diode (3)
 Luidspreker 57 mm, 8 ohm
 Luidsprekerhouder in plastic
 Moer 3 mm (9)
 Oortelefoon, keramisch type
 Papierpaneel
 PCB voor 74LS00
 PCB voor BA728
 Regelbare condensator (afstemming) 265pF
 Regelbare weerstand (regelknop) 50K-B
 Staafantenne 350 μ H met 5 geleiders
 Schroeven 2,6 $\times$ 5 mm (1)
 3 $\times$ 8 mm (11)
 Schuifschakelaar
 Transformatorultvoer (900 ohm CT: 8 ohm)
 Transistoren:
 2 SA733Q, PNP, Si (2)
 2 SC945Q, NPN, Si
 Veerklemmen (138)
 Weerstanden
 100 ohm
 470 ohm
 1K ohm
 2,2K ohm
 4,7K ohm
 10K ohm (2)
 22K ohm
 47K ohm
 100K ohm
 220K ohm
 470K ohm

