Spis treści Str.

I. Podstawowe eksperymenty

1. Połączenia posobne i równoległe 16
2. Szeregowe i równoległe połączenia oporników 17
3. Nastawienie potrzebnej wartości oporu 18
4. Szeregowe i równoległe połączenia kondensatorów 19
5. Prostownik diodowy 20
6. Użycie tyrystora jako diody 21
7. Podstawowe połączenia tranzystorowe 22
8. Eksperymenty z tranzystorem 23
9. Eksperymenty z tyrystorem 24
10. Włączanie i wyłączanie tyrystora 25
11. Włączanie tyrystora przy pomocy kondensatora 26
12. Przekaźnik użyty jako brzęczyk 27
13. Przetwornica wibratorowa 28
14. Brzęczyk z wkładki telefonowej 29
15. Oscylator z dodatkowymi tranzystorami 30
16. Oscylator z bezpośrednio wiązanymi tranzystorami 31
17. Generator akustyczny 32
18. Oscylator samodławny 33
19. Oscylator relaksacyjny z tyrystorem 34
20. Oscylator małej częstotliwości z elementem fazującym 35
21. Swobodnie pracujący multiwibrator 36
22. Multiwibrator ze słuchawką 37
23. Multiwibrator astabilny 38
24. Generator sygnału prostokątnego i trójkątnego 39
25. Generator sygnału piłokształtnego 40
26. Monostabilny układ spustowy 41
27. Monostabilny układ z tyrystorem 42
28. Bistabilny obwód spustowy 43
29. Układ spustowy z tyrystorem 44
30. Układ spustowy Schmitta 45

31. Układ spustowy Schmitta ze wzmacniaczem operacyjnym 46
32. Wzmacniacz inwertujący ze wzmacniaczem operacyjnym 47
33. Wzmacniacz integracyjny ze wzmacniaczem operacyjnym 48
34. Wzmacniacz derywacyjny ze wzmacniaczem operacyjnym 49

II. Źródła

35. Źródła regulowanego napięcia 0 - 12 V 50
36. Płynnie regulowane źródła 51
37. Stabilizator napięcia 52
38. Regulator szeregowy z tranzystorem 53
39. Źródło napięcia o stałej wielkości 54
40. Stabilizator napięcia ze wzmacniaczem 55
41. Regulowane źródło prądu stałego 56
42. Stabilizator napięcia z ochroną przeciw krótkiemu spięciu 57
43. Stabilizator małego napięcia 58
44. Regulator równoległy 59
45. Źródło prądu o stałej wielkości 60
46. Źródło prądu o stałej wielkości dla diody luminiscencyjnej 61
47. Źródło prądu do zasilania żarówek 62
48. Przetwornica napięcia bez transformatora 63
49. Żarówkowy próbnik połączeń 64
50. Prosty woltomierz 65
51. Omomierz 66
52. Obwód do stwierdzania biegunowości 67
53. Próbnik diod 68
54. Próbnik tranzystorów 69
55. Próbnik tranzystorów 70
56. Orientacyjny próbnik tranzystorów i diod 71
57. Próbnik tranzystorów z indykacją świetlną 72
58. Próbnik stanu baterii 73
59. Mostek Wheatstone'a 74
60. Mostek zmienny 75

61. Prosty mostek RC 76
62. Mostek RC ze wzmacniaczem 77
63. Próbnik z oscylatorem 78
64. Sonda dźwiękowa 79
65. Generator małej częstotliwości LC 1 kHz 80
66. Generator małej częstotliwości RC 1 kHz 81
67. Generator harmoniczny 82
68. Oscylator wielkiej częstotliwości do testów odbiorników radiowych 83
69. Dwutranzystorowy wtórnik sygnału 84
70. Detektor dużych oporności 85
71. Miernik natężenia oświetlenia 86
72. Światłomierz z miernikiem 87
73. Światłomierz z wzmacniaczem operacyjnym 88
74. Łącznik elektroniczny 89
75. Przekaźnik z podwyższoną czułością 90
76. Przekaźnik przełączany niższym napięciem 91
77. Włączanie i wyłączanie przekaźnika jednym przyciskiem 92
78. Zastąpienie przekaźnika polaryzowanego 93
79. Układ polaryzowany z tyrystorem 94
80. Przełącznik z fotorezystorem 95
81. Łącznik czuły na promieniowanie świetlne 96
82. Łącznik czuły na promieniowanie świetlne 97
83. Przekaźnik sterowany światłem 98
84. Przekaźnik sterowany światłem dla układów alarmowych 99
85. Tranzystorowy układ przełączający 100
86. Przełącznik senzorowy 101
87. Tranzystorowy przycisk senzorowy 102
88. Przełącznik senzorowy z tyrystorem 103
89. Układ senzorowy z opóźnionym wyłączaniem 104
90. Układ senzorowy z wzmacniaczem operacyjnym 105
91. Przełącznik ze sterowaniem senzorowym 106
92. Przełącznik czasowy 107

93. Przełącznik czasowy 108
94. Przełącznik czasowy z tranzystorami w układzie Darlingtona 109
95. Przełącznik czasowy z tranzystorem i tyrystorem 110
96. Przełącznik czasowy 111
97. Chwilowe wyłączenie odbiornika 112
98. Przerywacz elektroniczny 113
99. Przerywacz tranzystorowy 114
100. Przełącznik akustyczny 115
101. Przekaźnik z wzmacniaczem operacyjnym sterowany sygnałem dźwiękowym 116

V. Urządzenia telekomunikacyjne

102. Urządzenie do nauki alfabetu Morse'a 117
103. Układ tranzystorowy do nauki alfabetu Morse'a 118
104. Układ świetlny i dźwiękowy do nauki alfabetu Morse'a 119
105. Układ elektroniczny z wzmacniaczem operacyjnym do nauki alfabetu Morse'a 120
106. Urządzenie telekomunikacyjne 121
107. Urządzenie telekomunikacyjne z dwoma wzmacniaczami 122
108. Telegraf świetlny 123
109. Telegraf akustyczny z kontrolą świetlną 124

VI. Odbiorniki radiowe

110. Odbiornik detektorowy 125
111. Jednotranzystorowy odbiornik radiowy 126
112. Dwutranzystorowy odbiornik radiowy 127
113. Odbiornik z detektorem tranzystorowym 128
114. Tranzystorowy odbiornik radiowy 129
115. Odbiornik radiowy o dobrej jakości dźwięku 130
116. Dwutranzystorowy odbiornik radiowy z wzmacniaczem operacyjnym 131
117. Odbiornik refleksowy 132
118. Odbiornik radiowy z wzmacniaczem wysokiej częstotliwości i wzmacniaczem operacyjnym 133
119. Radioodbiornik z podwyższoną czułością 134

120. Odbiornik radiowy z dwoma głośnikami 135
121. Odbiornik radiowy z dodatkowym głośnikiem 136
122. Odbiornik radiowy ze sterowanym sygnałem świetlnym 137

VII. Wzmacniacze

123. Wzmacniacz dwutranzystorowy 138
124. Wzmacniacz mikrofonowy 139
125. Wzmacniacz mikrofonowy dwustronnego działania 140
126. Wzmacniacz uniwersalny o wysokiej czułości 141
127. Przedwzmacniacz mikrofonowy z wzmacniaczem operacyjnym 142
128. Wzmacniacz dwutranzystorowy z wzmacniaczem operacyjnym 143
129. Wzmacniacz mocy 144
130. Wzmacniacz stereofoniczny 145
131.

VIII. Czujniki

131. Czujnik akustyczny z wzmacniaczem operacyjnym 146
132. Czujnik wilgoci 147
133. Czujnik wilgoci 148
134. Czujnik wilgoci z przekaźnikiem 149
135. Czujnik poziomu wody w zbiorniku 150
136. Czujnik poziomu wody z sygnalizacją akustyczną 151
137. Czujnik światła z sygnalizacją akustyczną 152
138. Czujnik światła z oscylatorem 153
139. Czujnik światła dwutranzystorowy 154
140. Indykacja dźwiękowa luminancji 155
141. Stała indykacja naświetlenia 156
142. Miernik naświetlenia 157
143. Próbnik stanu baterii 158

IX. Urządzenia alarmowe

144. Brzęczyk reagujący na dotyk 159
145. Urządzenie alarmowe 160

146. Urządzenie alarmowe z wzmacniaczem operacyjnym 161
147. Urządzenie alarmowe z sygnalizacją optyczną 162
148. Uniwersalne urządzenie alarmowe 163
149. Światłoczułe urządzenie alarmowe 164
150. Światłoczułe urządzenie alarmowe z tyrystorem 165
151. Urządzenie alarmowe z sygnalizacją optyczną 166
152. Czujnik naświetlenia 167
153. Miernik przewodności cieczy 168
154. Miernik jakości wody 169
155. Przekaźnik sterowany przez sygnał akustyczny 170
156. Sygnalizator przepięcia 171
157. Sygnalizator deszczu 172
158. Syrena pożarowa 173
159. Syrena elektroniczna 174
160. Przerywacz świateł 175
161. Światło ostrzegawcze 176
162. Migacz dwużarówkowy 177
163. Dwużarówkowe elektroniczne światło otrzegawcze 178
164. Urządzenie ostrzegawcze z sygnałem świetlnym i akustycznym 179

X. Inny sprzęt elektroniczny powszechnego użytku

165. Brzęczyk jednodotykowy 180
166. Brzęczyk elektroniczny 181
167. Układ sygnalizacyjny z sygnalizacją świetlną 182
168. Kontrola zawartości skrzynki pocztowej 183
169. Dwutranzystorowy metronom elektroniczny 184
170. Ptaszek elektroniczny 185
171. Ptaszek elektroniczny sterowany sygnałem świetlnym 186
172. Kot elektroniczny 187
173. Usypiacz elektroniczny 188
174. Układ imitujący dźwięk karabinu maszynowego 189
175. Tarcza dla pistoletu świetlnego 190
176. Układ imitujący dźwięk motora 191
177. Organy elektroniczne 192

178. Gwizdek elektroniczny 193
179. Elektroniczna przetwornica głosu 194
180. Czujnik dźwiękowy 195
181. Miernik poziomu hałasu 196
182. Indykator świtu żarówek 197
183. Światło ostrzegawcze 198
184. Światło ostrzegawcze sterowane sygnałem świetlnym 199
185. Łączenie żarówki po zmierzchu 200
186. Układ elektroniczny z diodą elektroluministencyjną 201
187. Świeca elektroniczna 202
188. Żarówka stroboskopowa 203
189. Obwód pracujący jako przekaźnik samopodtrzymujący 204
190. Detektor kłamstwa z sygnalizacją akustyczną 205
191. Detektor kłamstwa dwutranzystorowy 206
192. Detektor kłamstwa 207
193. Podwojenie lampki sygnalizacyjnej 208
194. Kontrola podlania kwiatów sygnalizacją świetlną 209
195. Generator niskiej częstotliwości 210
196. Generator wysokiego napięcia 211

XI. Podstawowe układy logiczne

197. Inwertor logiczny 212
198. Vzujnik stanu wejściowego 213
199. Układ OR z diodą elektrolunimiscencyjną 214
200. Układ AND z diodą elektroluminiscencyjną 215

Instrukcja obsługi

Końcówki poszczególnych elementów są mechanicznie połączone ze sprężynami i ponumerowane. Połączenia według schematów zrealizujecie w ten sposób, że przy pomocy dołączonych przewodów podłączacie końcówki poszczególnych elementów.

Z izolowanego przewodu, który stanowi część składową zestawu odetnijcie przewody, które swą długością będą w przybliżeniu odpowiadały odległościom pomiędzy łączonymi według schematu elementami. Zaleca się pozostawić przewody te o około 3 cm dłuższe. Nożykiem nadetniemy izolację w odległości 7 - 10 mm od obu końców przewodu i izolację ściągniemy.

Właściwe połączenie odbywa się w sposób następujący: odizolowany koniec przewodu zaciśniemy między spiralami sprężynki kontaktowej zginając sprężynkę w jedną stronę i wkładając odizolowany koniec przewodu między rozwarte spirale.

Podłączając więcej przewodów do jednej sprężynki należy sprężynkę wychylić w kierunku już podłączonego poprzednio przewodu. Przy odłączaniu należy wychylić sprężynki w tym samym kierunku przez pociągnięcie wyjąć przewód. Przy częstszym używaniu może nastąpić złamanie odizolowanego końca przewodu. W tym przypadku należy nadetnąć izolację w odległości 7 - 10 mm od końca przewodu i izolację ściągnąć.

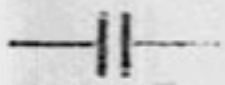
Do zasilania zestawu należy używać wyłącznie baterii 9 V i dwu baterii 1,5 V. Przy dłużej trwającej pracy urządzenia można zastąpić baterie 9 V dwoma szeregowo połączonymi bateriami 4,5 V. Baterie należy podłączać do urządzenia jako ostatnie.

Wszystkie układy pracują "z pierwszego połączenia". O ile układu nie uda się uruchomić, należy sprawdzić podłączenie poszczególnych przewodów od strony elektrycznej i mechanicznej oraz sprawdzić właściwe podłączenie baterii. Przyczyną niewłaściwej pracy urządzenia może być niskie napięcie baterii.

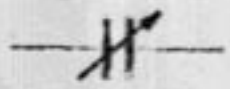
Jeżeli urządzenie nadal nie pracuje należy odłączyć wszystkie przewody i zbudować połączenie od nowa.

Podzespoły i ich symbole

Antena ferrytowa - antena ta używana jest prawie we wszystkich odbiornikach radiowych przeznaczonych do odbioru na falach średnich i długich. Posiada dwa uzwojenia, krótsze uzwojenie służy do podłączenia kolejnych obwodów, natomiast dłuższe użyte jest dla obwodu strojonego.

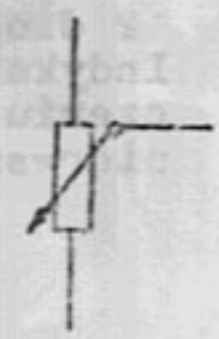


Kondensator - jest jednym z podstawowych elementów elektrotechnicznych. Kondensator może przechowywać ładunek elektryczny. Podstawową właściwością jest jego pojemność. Jednostką pojemności jest Farad /F/, mniejszymi jednostkami są mikrofarady / 1 uF = 0,000 001 F/, nanofarady / 1 nF = 0,001 uF/ oraz pikofarady /1 pF = 0,001 nF/. O ile na kondensatorze nie jest zaznaczona jednostka pojemność jest wyrażona w pF.



Kondensator zmienny - kondensator obrotowy, w którym zmianę pojemności uzyskuje się przez równoległe wzajemne przesuwanie obrotowe osadzonych płynek stanowiących jego elektrody. Stosowany jest w odbiornikach radiowych jako element układów strojenia.

Rezystor - prawidłowo opornik, stanowi jeden z podstawowych elementów elektrotechnicznych. Jego właściwością podstawową jest oporność elektryczna. Podstawową jednostką oporności jest 1 Om / /. Większe jednostki: kiloom /k /, megaom /M /. Przykład skróconego oznakowania: 2k2=2, 2 k = 2 200 ; 100 = 100 ; M 47 =0,47 M = 470 000 = 470 k .



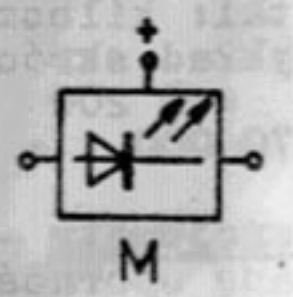
Potencjometr - opornik umożliwiający płynną zmianę oporności elektrycznej. Zasadniczym elementem jest oporowy dzielnik napięcia, po którym przesuwa się ruchomy styk.

Dioda - element półprzewodnikowy z dwoma elektrodami, którego podstawową właściwością jest przewodność prądu tylko w jednym kierunku według biegunowości źródła. Kierunek przepływu prądu od bieguna + do bieguna - pokazuje strzałka.

Głośnik - Przetwornik elektroakustyczny umożliwiający przetworzenie sygnałów elektrycznych w fale dźwiękowe. W zestawie zastosowano głośnik magnetoelektryczny składający się z nieruchomego magnesu trwałego, ruchomej cewki i papierowej membrany umocowanej między cewką i obudową głośnika.

Przycisk - stosujemy jako prosty wyłącznik lub klucz do nauki alfabetu Morse'a. Po naciśnięciu przycisku dojdzie do styku kontaktu wewnętrznego i połączenia zacisków wyjściowych /sprężyn/. Po zwolnieniu przycisku następuje natychmiastowe rozłączenie obwodu.

Przełącznik - pełni podobną funkcję jak przycisk, posiada kontakty dla obydwu położeń i pozostaje trwale w jednej z dwu pozycji, do której przechylona jest dźwigienka. Jest wykorzystywany również jako wyłącznik do baterii, wtedy jeden z kontaktów pozostaje nie wykorzystany,



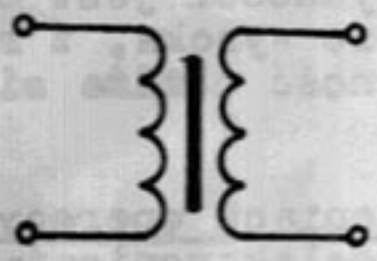
Indykator - podstawowym elementem indykatora zastosowanego w zestawie jest układ scalony A 277 D. Układ ten służy do przekazania mierzonego napięcia w formie punktu świetlnego lub prążka. Układ może sterować maksymalnie 12 diod, w naszym połączeniu użyto diod 6. Indykator jest nastawiony tak, że po przyłączeniu napięcia zasilającego stale świeci pierwsza dioda.

Mikrofon węglowy - przetwornik akustyko-elektrycznych. Działa na zasadzie zmian oporności proszku węglowego pod wpływem drgań akustycznych, działających na membranę.

Żarówka - jest elementem przemieniającym energię elektryczną na świetlną. Przy przepływie prądu elektrycznego przez ciękie włókno wolframowe włókno rozżarzy się do wysokiej temperatury i emituje intensywne światło.

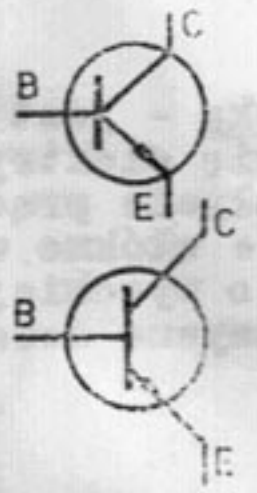
Dioda elektroluminiscencyjna - dioda półprzewodnikowa emitująca podczas przepływu prądu elektrycznego promieniowanie świetlne powstające w rejonie przejścia P-N. Zasada świecenia jest więc z punktu widzenia fizycznego zupełnie inna niż w żarówce. Dioda elektroluminiscencyjna jest używana do sygnalizacji. W literaturze nazywano diodę tę również LED-dioda.

Dławik - jest wyprodukowany z wielu zwoi cienkiego przewodu izolowanego nawiniętych na sztywnym rdzeniu. Stosowany jest jako oporność indukcyjna w obwodzie prądu zmiennego.



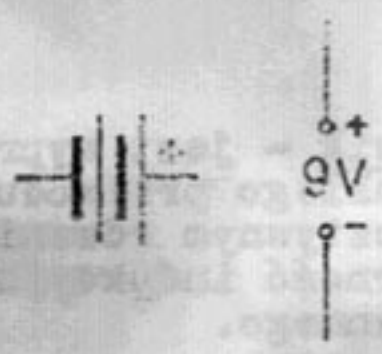
Transformator - przyrząd elektryczny działający na zasadzie indukcji elektromagnetycznej, składa się z dwu uzwojeń wykonanych z cienkiego przewodu nawiniętego na wspólnym rdzeniu, wykonanego z blaszanych kształtek rdzeniowych. Oba uzwojenia różnią się liczbą zwojów i są oznaczone jako uzwojenie pierwotne i uzwojenie wtórne. Transformator służy do oddzielenia galwanicznego dwu części układu,do dostosowania impedancji tranzystorów i głośników lub do przetwarzania napięć /prądów/ zmiennych na inne wartości.

Tranzystor - podzespół elektroniczny z trzema elektrodami: kolektor /C/, emitor /E/ i baza /B/. Do półprzewodników, z ktprych najcięściej produkuje się tranzystor należy german lub krzem. Według przewodności przejść półprzewodnikowych rozróżniamy w zestawie dwa rodzaje tranzystorów: NPN /strzałka emitora prowadzi na zewnątrz/ i PNP /strzałka do wewnątrz/. Tranzystory stosujemy jako wzmacniacze prądu. W celu poglądowości używamy dwu znaków tranzystorów, z którymi możecie spotkać się w praktyce.

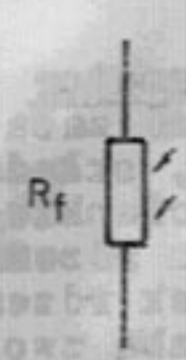


Słuchawka - przetwornik elektroakustyczny działający na zasadzie podobnej jak głośnik, z tym jednak, że przekazuje ona energię drgań akustycznych bezpośrednio do ucha słuchającego. Drgania dźwiękowe wytwarza membrana w wyniku działania zmiennego pola magnetycznego.

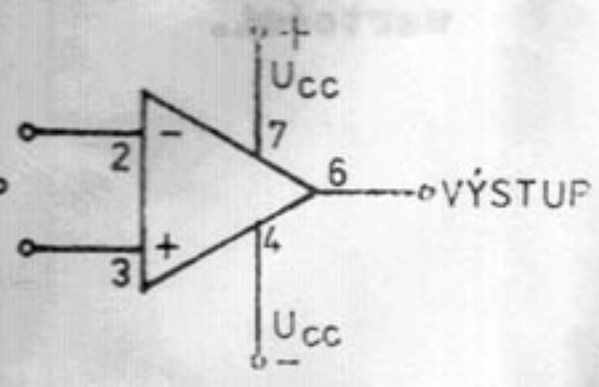
Baterie - służą jako źródło energii elektrycznej dla wszystkich połączeń w ramach zestawu. Stosujemy dwa rodzaje baterii: baterię miniaturową /napięcie 9 V/ oraz dwie baterie /1,5 V/ podłączone szeregowo /3V/. Na schematach baterie nie są zaznaczone, oznaczamy tylko zaciski do podłączenia i wartość napięcia łącznie z biegunowością.



Fotooporniik - podzespół elektrotechniczny zmieniający swoją oporność w zależności od wielkości światła padającego na niego tj. na ściankę czołową. Jest wyprodukowany z półprzewodnika siarczku kadmu /CdS/. W czynności jest oporność fotoopornika bardzo wysoka, z rosnącym naświetleniem oporność obniża się.

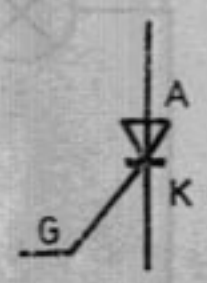


Wzmacniacz operacyjny - nowoczesny podzespół mikroelektroniczny działający jako wzmacniacz prądu stałego lub zmiennego, umożliwiający znaczną miniaturyzację urządzenia. Element ten ma pięć podstawowych wyprowadzeń: wyjście, dwa wyprowadzenia dla zasilania oraz dwa wyprowadzenia wejściowe. Jedno z wyjść jest oznakowane "-" /wejście inwertujące/, drugie "+" /wejście nie inwertujące/. Ze względu na to, że wzmacniach operacyjny bez elementów zewnętrznych ma teoretycznie nieograniczone wzmocnienie, podłącza się zawsze sprężyny zwrotne z wyjścia na niektóre z wejść.

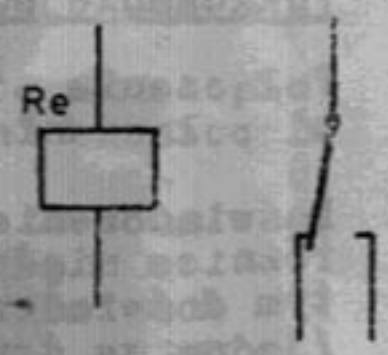


Ponadto jest z reguły konieczne zabezpieczyć, aby wejście, które nie jest w układzie wykorzystane zostało podłączone do poziomu połowy napięcia zasilającego. Do tego służy para oporników narysowana w znaku schematycznym na płycie zestawu. Ich połączenie jest wyprowadzone na sprężynie nr 98.

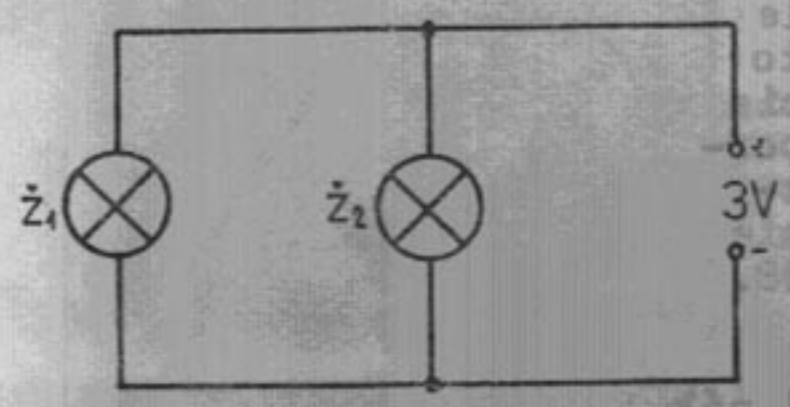
<u>Tyrystor</u> - trzyelektrodowy przyrząd półprzewodnikowy stosowany jako przełącznik elektroniczny lub prostownik sterowany. Pracuje jako dioda półprzewodnikowa, która jednak zaczyna przewodzić prąd elektryczny w kierunku przepustowym między anodą i katodą dopiero po podłączeniu dodatniego napięcia sterującego między elektrodą sterującą /G/ i katodą tyrystora.

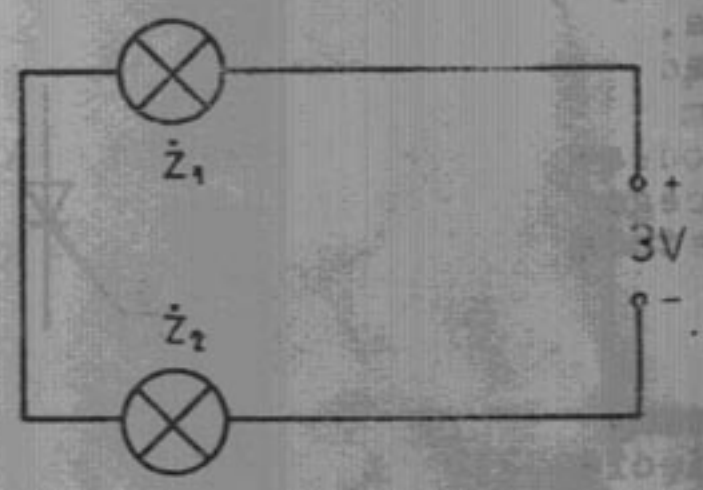


<u>Przekaźnik</u> - element elektrotechniczny pracujący jako sterowany przez napięcie przełącznik. Uzwojenie cewki nawinięte na rdzeń metalowy wytwarza podczas przepływu prądu silne pole magnetyczne, które przyciąga kotwiczkę przekaźnika ze stykami. Przekaźnik posiada jeden styk obojętny /zestykowany bez napięcia na dewce przekaźnika/ i jeden kontakt roboczy /zestykowany przy przepływie prądu przez cewkę przekaźnika/. Styki przekaźnika są we wszystkich schematach narysowane w pozycji obojętnej.



Podstawowe eksperymenty



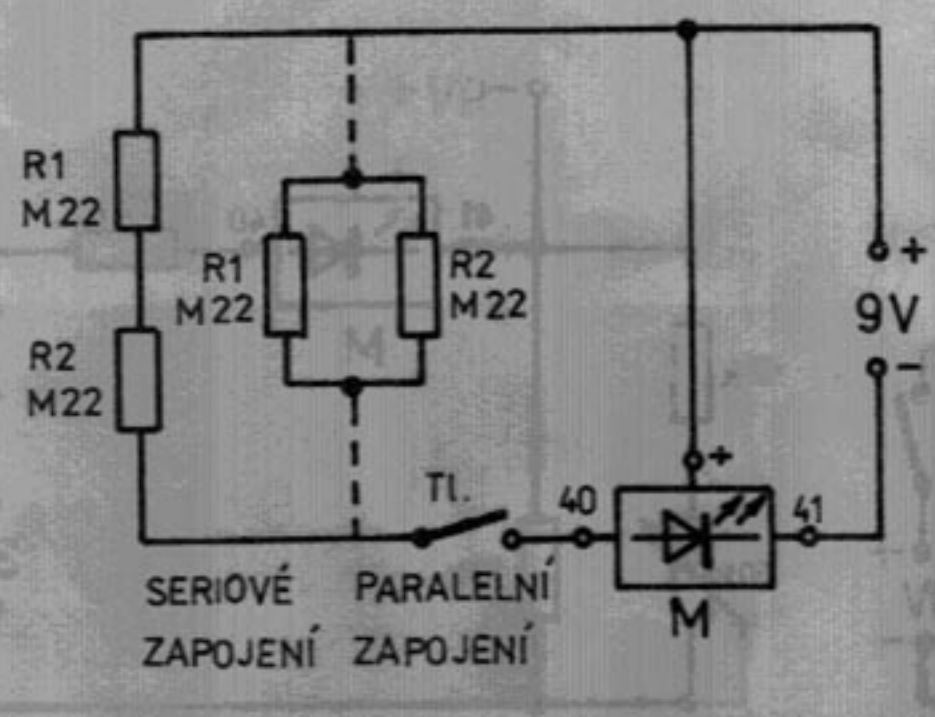


1. Połączenie posobne i równoległe

Połączenie posobne i równoległe elementów są podstawowymi połączeniami w elektronice.

Doświadczenie, które obecnie przeprowadzicie, pokaże wam różnice między połączeniem posobnym i równoległym. Przy tym doświadczeniu połączymy najpierw 2 żarówki posobnie /jedną za drugą/ do trzywoltowego źródła, a następnie żarówki te podłączymy do źródła równolegle /obok siebie/. Będziemy porównywać jaskrawość żarówek.

Najpierw przeprowadźcie połączenie według schematu - 2 żarówki równolegle. Obie świecą jednakowo jasno i mocno, jak podłączylibyśmy do źródła tylko jedną żarówkę. Jeżeli macie do dyspozycji woltomierz, zmierzcie nim napięcie na końcówkach żarówek. Stwierdzicie, że na obu żarówkach jest napięcie 3 V. Teraz połączcie obie żarówki w szeregu i podłączcie do źródła. Żarówki już nie świecą tak jasno, jak w poprzednim wypadku. Przez pomiar woltomierzem stwierdzicie, że napięcie na każdej z żarówek wynosi 1,5 V. Jeżeli użyjecie amperomierza do pomiaru prądu przepływającego przez żarówki, stwierdzicie, że prąd przepływający przez żarówki połączone równolegle jest dwa razy większy, niż prąd przepływający przez żarówki połączone posobnie.



2. Szeregowe i równoległe połączenie oporników

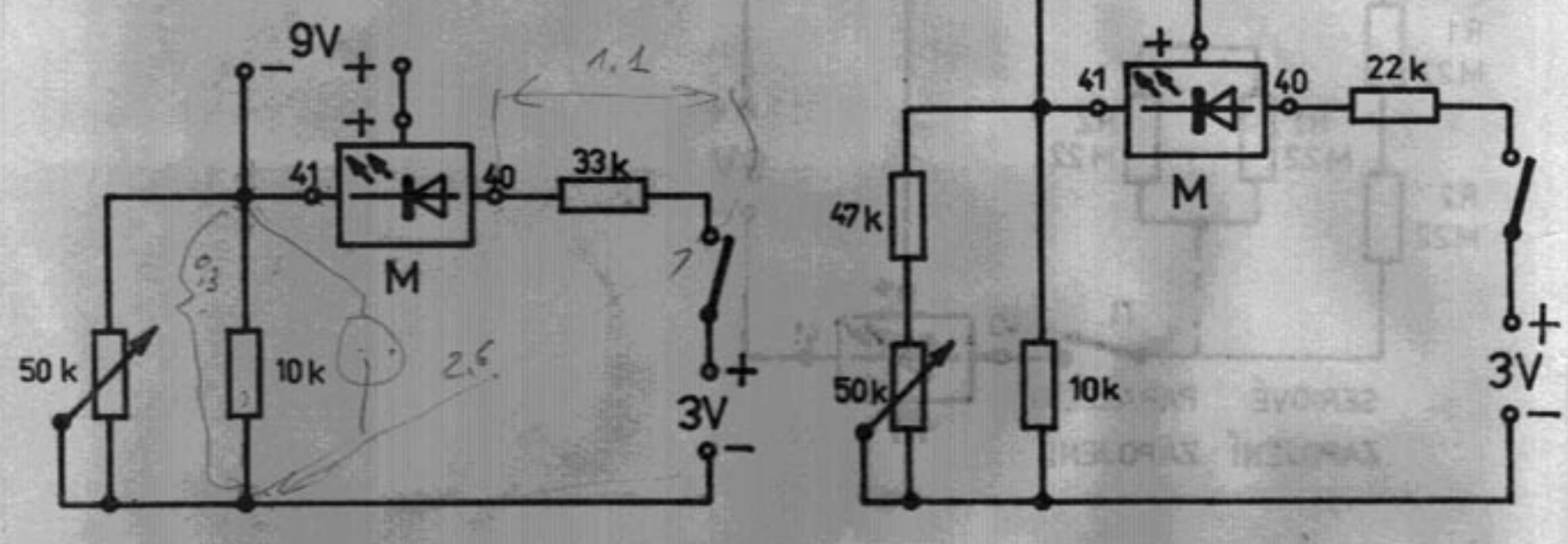
W tym doświadczeniu połączymy oporniki szeregowe i równoległe. Przez połączenie szeregowe i równoległe osiągniemy różne wartości oporów. Wielkość prądu danego ogólnym oporem obwodu jest indykowana zapaleniem odpowiedniej diody na indykatorze. Sumaryczny opór połączenia szeregowego jest dany stosunkiem

$$R = R_1 + R_2 \qquad /1/$$

sumaryczny opór dwu równolegle połączonych oporników jest dany stosunkiem

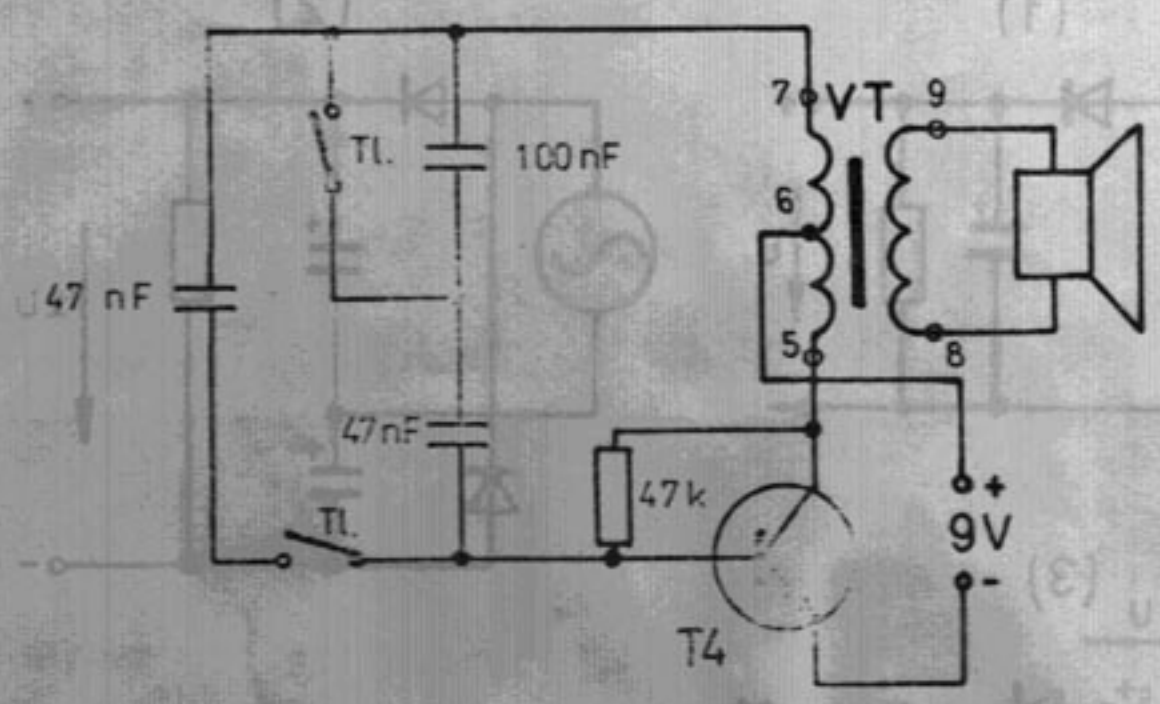
$$R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \qquad /2/$$

Przez podstawienie dowolnych wartości oporników do stosunku /2/ stwierdzimy, że wartość sumarycznego oporu jest zawsze mniejsza od wartości z dwu zastosowanych oporników. W wyniku mniejszego oporu przez obwód przepływa większy prąd, co przejawi się zapaleniem dalszych diod na indykatorze.



3. Nastawienie potrzebnej wartości oporu

Przy sprawdzaniu różnych połączeń często potrzebujemy oporu, którego nie ma w zwykle sprzedawanym szeregu rezystorów. Jeżeli potrzebujemy określoną wartość nastawić dokładnie, użyjemy kombinacji stałych i zmiennych oporników. Dlatego, że umiecie już obliczyć sumaryczną wartość rownolegle połączonych oporników , możecie sprawdzić, że przez kombinację opornika stałego 10 kΩ i potencjometra 50 kΩ możecie nastawić opór w granicach 0 do 8 333 Ω . Szeregowo równoległa kombinacja oporników 47 k , 10 kΩ i potencjometra 50 kΩ umożliwia dobór oporu od 8246 do 9065 Ω .Widzimy, że drugie połączenie pozwala dostroić wymaganą wartość oporu bardzo czule. W naszych połączeniach zmiana wartości kombinacji opornikowej jest indykowana poprzez zapalanie różnych diod indykatora.



4. Szeregowe i równoległe połączenie kondensatorów

Podobnie jak w wypadku oporników, są dwie możliwości połączenia dwu kondensatorów. Sytuacja jest jednak odwrotna przy szeregowym i równoległym połączeniu.

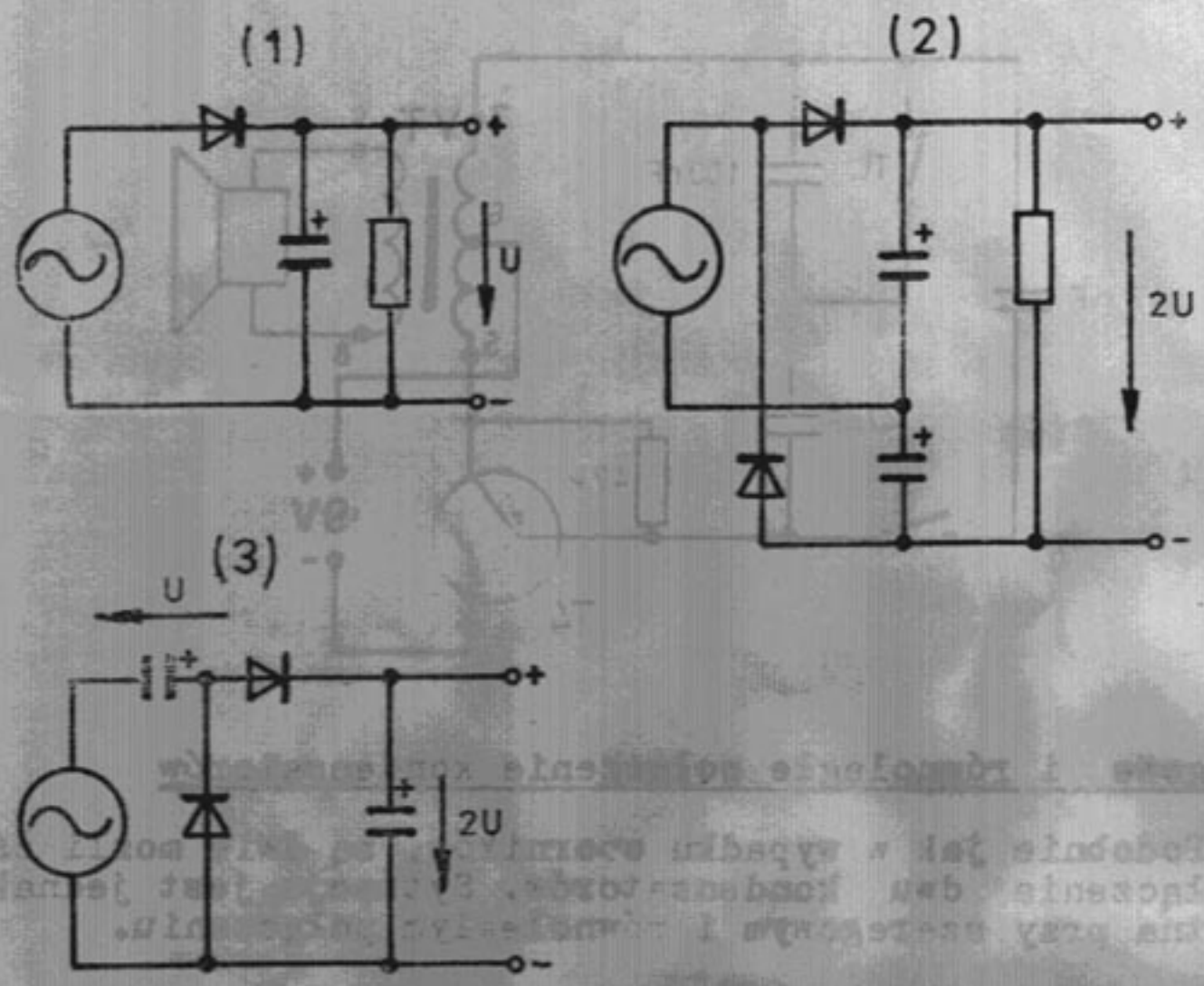
Jeżeli dwa kondensatory są połączone równolegle, ich pojemność jest równa sumie ich poszczególnych pojemności /podobnie jak przy szeregowym połączeniu oporników/.

$$C = C_1 + C_2$$

Przy szeregowym połączeniu kondensatorów obowiązuje, że

$$C = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

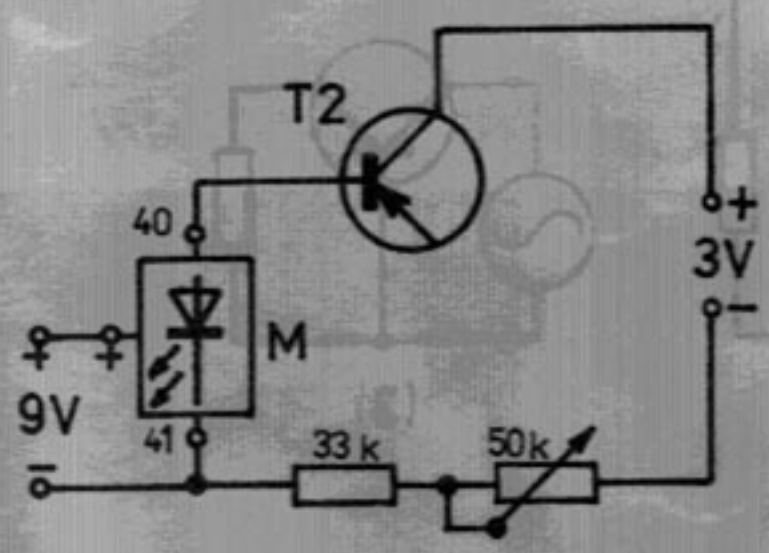
Równanie jest podobne do równania dla równoległego połączenia oporników.
Doświadczenie to jest oparte na fakcie, że frekwencja tonu zmienia się z pojemnością kondensatora, którą można zmieniać przez połączenie - równoległe lub szeregowo. Ton generatora jest niższy z rosnącą pojemnością kondensatorów. Przeprowadzajcie różne doświadczenia przy pomocy dwu przełączników umożliwiających uzyskanie różnych pojemności kondensatorów, a więc różnych tonów.

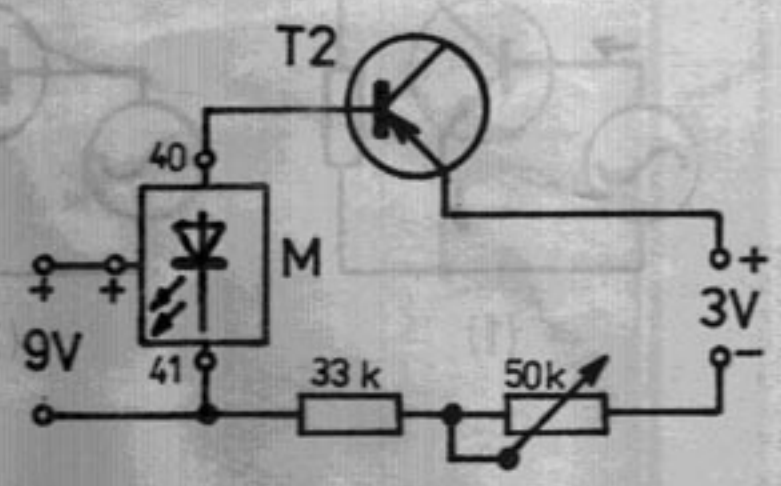


5. <u>Prostownik diodowy</u>

Diod używa się do detekcji /uzyskanie sygnału małej częstotliwości z sygnału modulowanego wielkiej częstotliwości/ i do prostowania napięcia zmiennego. Prostownik opiszemy teoretycznie, do praktycznych doświadczeń służą połączenia przytoczone dalej.

Na rys. 1 jest prostownik półokresowy, który prostuje tylko jedną połowę fali napięcia zmiennego. Rys. 2 pokazuje pełnookresowy podwajacz napięcia, który wykorzystuje dwie diody. Pod pojęciem prostownika pełnookresowego rozumiemy, że są wyprostowane dwie półfale napięcia zmiennego i przemienione na stałe. Podwajacz napięcia jest typem prostowanika, w którym dochodzi do podwojenia napięcia wejściowego. Sposób ten często jest używany w elektrotechnicznych połączeniach. Rys. 3 pokazuje półokresowy obwód prostownikowy pracujący jak podwajacz napięcia.

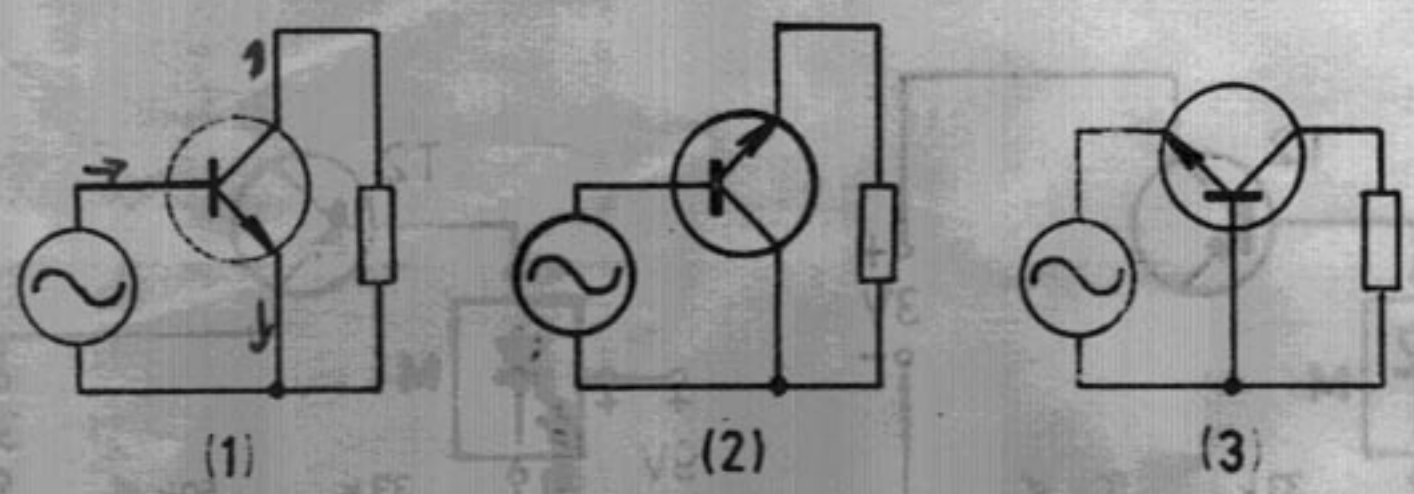




6. Użycie tranzy-stora jako diody

Zarówno tranzystor jak i dioda są elementami półprzewodnikowymi. Dioda ma dwie elektrody, natomiast tranzystor ma elektrody trzy.

Przy doświadczeniu będziemy używać tylko dwu elektrod tranzystora, dlatego tranzystor będzie pracować jak dioda. Elektrodami tranzystora są: baza, kolektor i emiter. Na schemacie baza oznaczona jest grubą kreską a emiter strzałką. Schematy pokazują dwie możliwości połączenia tranzystora jako diody. Śledźcie przyrząd pomiarowy, ktory pokazuje, czy przez obwód przepływa prąd. Na rysunku nr 1 jest wykorzystana dioda między kolektorem a bazą, na rysunku nr 2 przejścia między bazą a emiterem.
Przy zmianie biegunów baterii prąd nie przepływa i dlatego na indykatorze nie zapalają się diody.



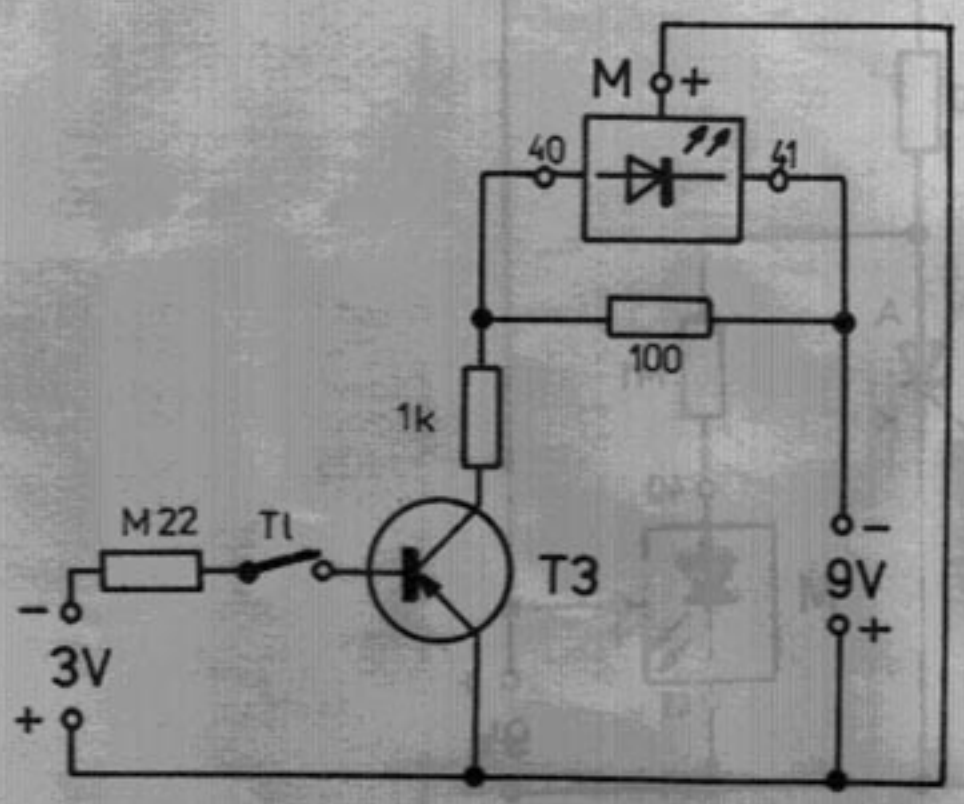
7. Podstawowe połączenia tranzystorowe

Na rysunku są trzy podstawowe obwody, tranzystorowe. Nauczcie się je rozróżniać i używać w dalszych praktycznych połączeniach.

Na rys. 1 jest połączenie tranzystora ze wspólnym emiterem /SE/. Jest to najczęściej używane połączenie obwodowe, w którym sygnał wejściowy wprowadzamy między emiter i bazę, a sygnał wyjściowy odbieramy z kolektora.

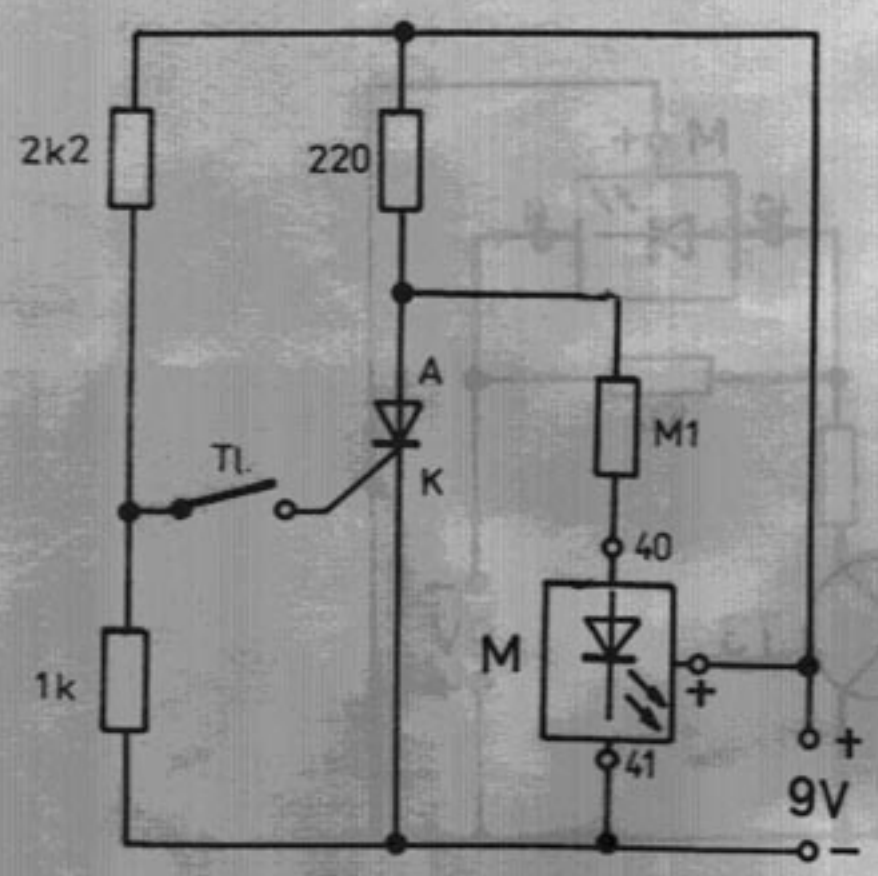
Na rys. 2 jest połączenie tranzystora ze wspólnym kolektorem /SC/. Trzeba uważać na podłączenie napięcia zasilającego /odwrotnie niż w poprzednim wypadku/.

Rys. 3 pokazuje połączenie ze wspólną bazą /SB/. Połączenia tego często używa się we wzmacniaczach wielkiej częstotliwości, oscylatorach i prostownikach. Znów trzeba uważać przy podłączaniu źródła z właściwą biegunowością.



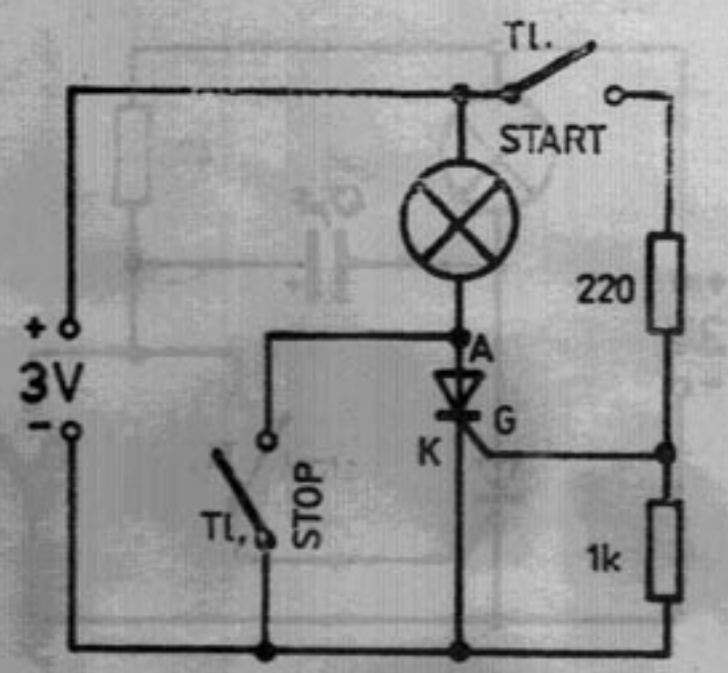
8. Eksperymenty z tranzystorem

Jeżeli przystawimy napięcie między kolektor i emiter tranzystora, prąd w obwodzie z początku nie przepływa. Dopiero po przystawieniu małego napięcia między emiter a bazę tranzystora jest to napięcie wzbudzające przyczyną prądu między kolektorem a emiterem.
Zjawisko to wykorzystujemy przy wzmacnianiu małych napięć i prądów zmiennych. Jeżeli doprowadzimy do bazy tranzystora stały sygnał zmienny, pojawi się jako wielokrotnie wzmocniony na kolektorze i w ten sposób tranzystor pracuje jak wzmacniacz. Przepływ prądu między kolektorem i emiterem tranzystora indykujemy przez zapalanie diod na indykatorze, który jest połączony w serii z kolektorem tranzystora.



9. Eksperymenty z tyrystorem

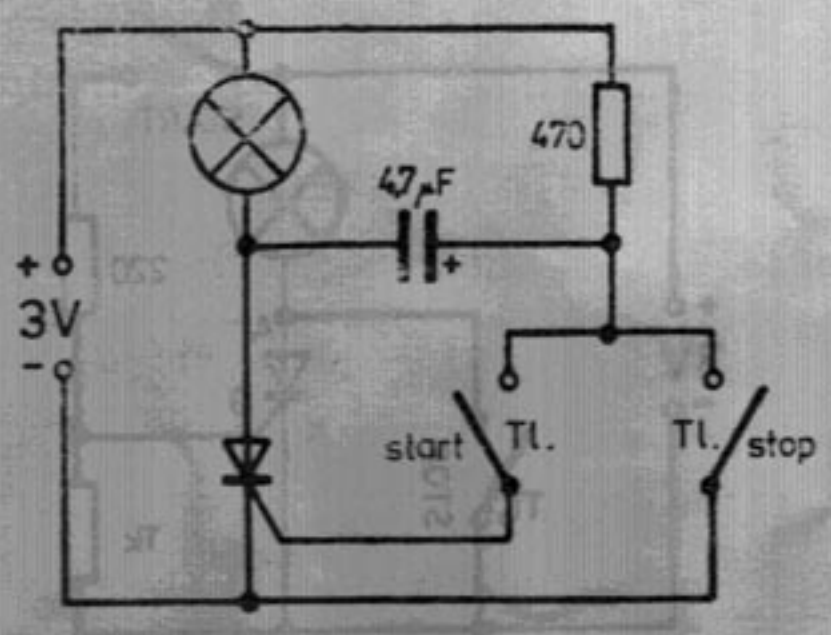
Zwykła dioda ma dwie elektrody: anodę i katodę. Tyrystor ma dodatkowo elektrodę sterowniczą - gate /bramkę/. Przez doprowadzenie napięcia między elektrodę sterowniczą i katodę /dodatni biegun na bramkę/ tyrystor przejdzie w stan przewodności i między anodą i katodą przepływa prąd roboczy tyrystora. Jeżeli wielkość tego prądu jest większa niż tzw. prąd podtrzymujący, to po odłączeniu napięcia sterowniczego tyrystor pozostaje stale włączony. Wyłączyć tyrystor przy odłączonym napięciu sterowniczym można tylko przez obniżanie prądu między anodą i katodą poniżej granicy podtrzymania /ewentualnie przez wyłączenie źródła/ lub przez zmianę biegunowości napięcia zasilającego. W naszym doświadczeniu wystarczy wyłączyć baterię. Wyłączenie się tyrystora przejawi się obniżeniem napięcia między anodą i katodą /przy włączonym tyrystorze jest równe napięciu baterii/ do bardzo małego napięcia szczątkowego /mniejszego niż 1 V/.
Ponieważ tyrystor w kolejnych doświadczeniach jest często używany, zapoznajcie się dokładnie z jego funckją i właściwościami.



10. <u>Włączanie i wyłączanie tyrystora</u>

Chodzi o połączenie, jak w poprzednim wypadku. Obwód jest uzupełniony przyciskiem STOP, którym można odbiornik /żarówkę/ wyłączyć.

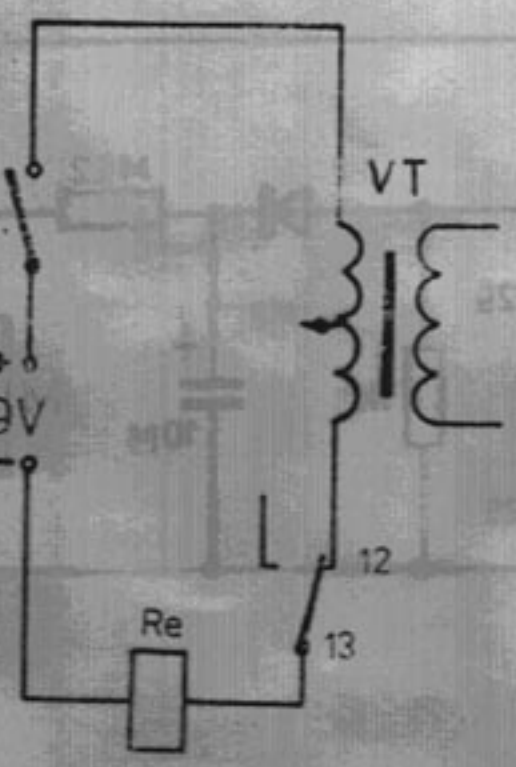
Przez włączenie przycisku START doprowadzimy napięcie do elektrody sterowniczej tyrystora, tyrystor się włączy i żarówka się zapali. Także po zwolnieniu przycisku START żarówka się pali, ponieważ tyrystor pozostaje w stanie włączonym. Przy naciśnięciu przycisku STOP prąd przepływający przez tyrystor spadnie praktycznie do zera, jednak żarówka stale świeci, bowiem obwód jest zamknięty przyciskiem STOP, który spina anodę i katodę tyrystora. Przy zwolnieniu przycisku STOP żarówka zgaśnie, ponieważ prąd tyrystora spadł i tyrystor się w ten sposób zamknął.



11. Włączanie tyrystora przy pomocy kondensatora

Tyrystor można wyłączać nie tylko przez spowodowanie krótkiego spięcia elektrod. Jednym ze sposóbów wyłączania tyrystora jest wyłączanie przy pomocy kondensatora naładowanego z odwrotną biegunowością niż napięcie na tyrystorze. Włączanie tyrystora odbywa się w sposób już nam znany. Po naciśnięciu przycisku START popłynie przez elektrodę sterowniczą prąd, który otworzy tyrystor i żarówka się zapali.

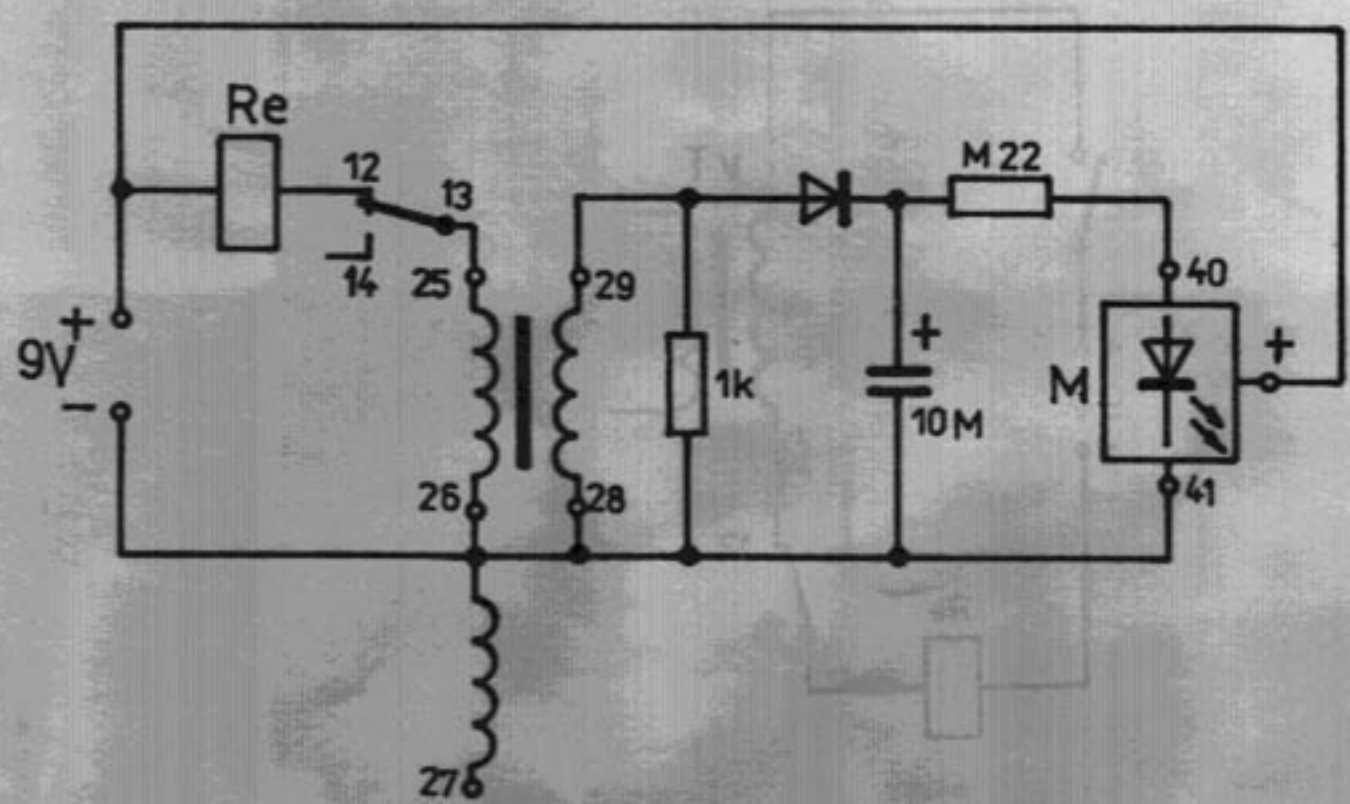
Przez opornik równocześnie naładuje się kondensator napięciem o zaznaczonej na rysunku biegunowości. Po naciśnięciu przycisku STOP zostanie doprowadzone do tyrystora napięcie z kondensatora o odwrotnej biegunowości niż napięcie na anodzie i katodzie tyrystora. Przez to na krótki czas spadnie prąd płynący przez tyrystor, ten przejdzie w stan nieprzewodności i żarówka zgaśnie.



12. Przekaźnik użyty jako brzęczyk

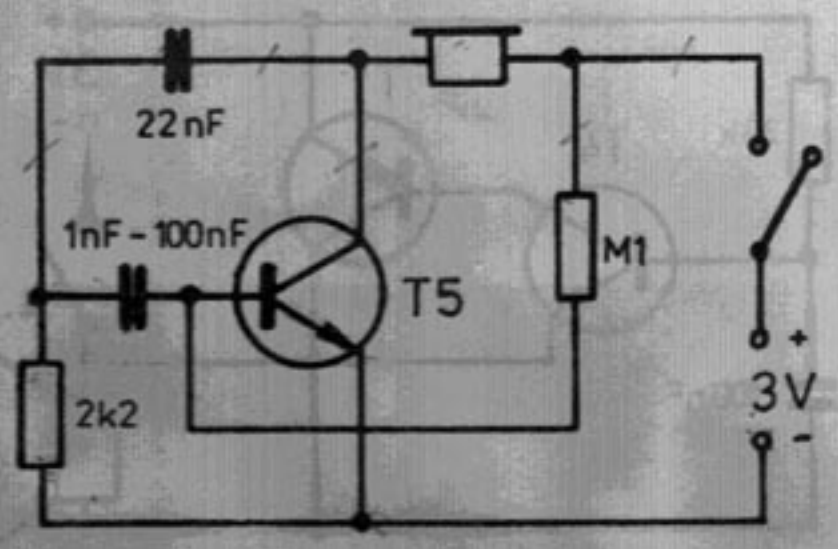
Doświadczenie pokazuje możliwość wykorzystania przekaźnika jako brzęczyka. Cewka i kontakty rozłączające przekaźnika są połączone szeregowo. Transformator w obwodzie obniża napięcie dla przekaźnika i dźwięk brzęczyka przez to połączenie zostaje "zwiększony".

Zasada funkcjonowania połączenia: bez podłączenia baterii przez cewkę przekaźnika nie przepływa prąd, przekaźnik jest w stanie spokoju i użyte kontakty są połączone. Przy włączeniu przełącznika baterii kotwiczka przekaźnika przyciągnie, rozłączy kontakty przekaźnika, prąd w obwodzie przestaje przepływać, kotwiczka przekaźnika odpadnie /wygasa pole magnetyczne cewki/ i kontakty przekaźnika ponownie się łączą. Przez cewkę przekaźnika zaczyna przepływać prąd elektryczny wytwarzający w cewce przekaźnika pole magnetyczne, kotwiczka przekaźnika przyciągnie się i cały proces się powtarza. Frekwencja /ton/ brzęczyka zależy od użytego napięcia i właściwości mechanicznych użytego przekaźnika.



13. Przetwornica wibratorowa

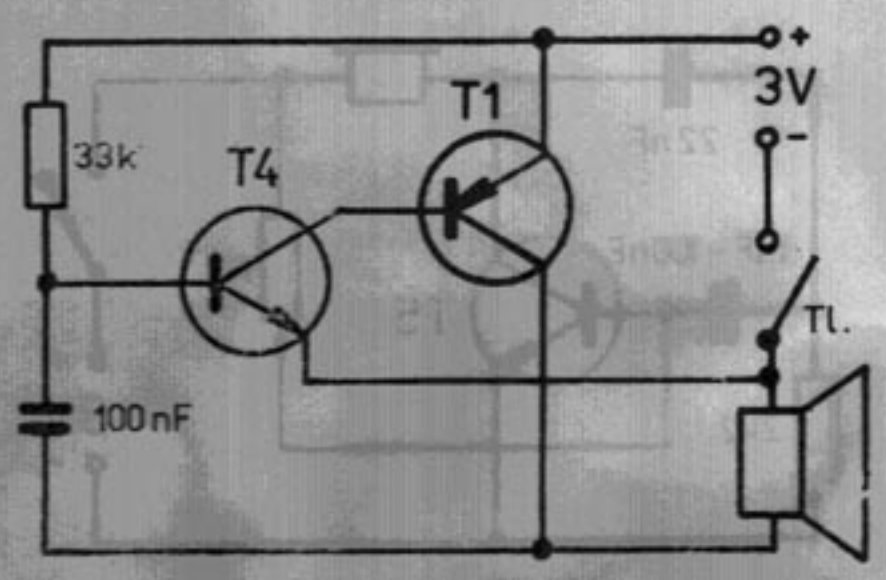
Przetwornic używa się do uzyskania napięcia zmiennego z napięcia stałego lub do uzyskania wyższego napięcia stałego niż napięcie źródła /baterii/. Używa się dwu podstawowych typów przetwornic - czysto elektroniczne lub mechaniczne. Eksperyment pokazuje typ przetwornicy mechanicznej.
Ze schematu widzimy, że część połączenia jest identyczna jak w poprzednim doświadczeniu, w pracującym obwodzie przepływa przerywany prąd. Pulsujący przerywany prąd przepływa przez prymarne uzwojenie tranzystora i w wyniku indukcji na jego stronie sekundarnej powstaje napięcie indukowane. Ponieważ napięcie na stronie sekundarnej transformatora zależy od stosunku zwojów przewodnika obu uzwojeń transformatora, napięcie indukowane ma inną wielkość niż napięcie źródła. Przy pomocy diody indukowane napięcie jest prostowane i indykowane przez przyrząd pomiarowy podłączony jako woltomierz.



14. **Brzęczyk z wkładki telefonicznej**

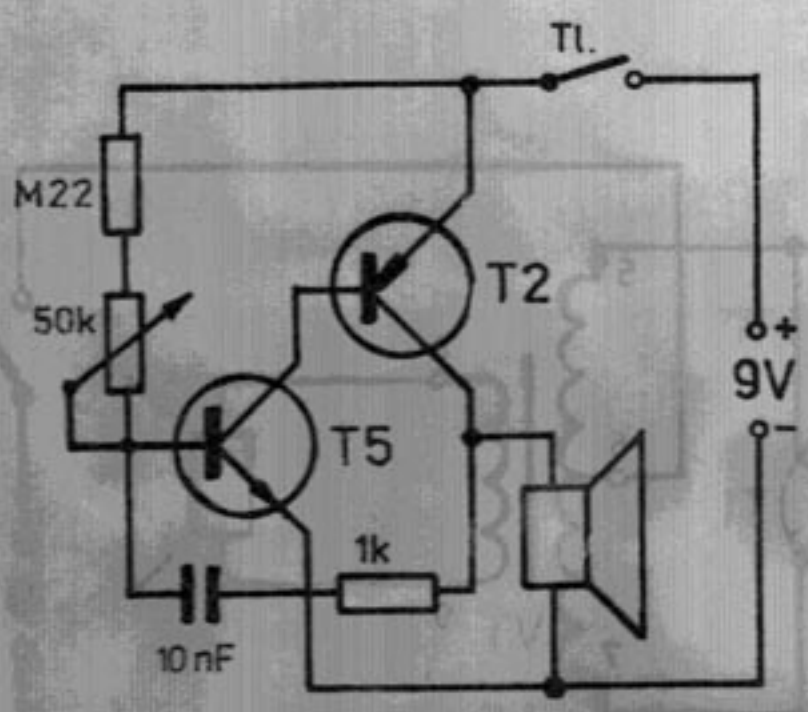
Tego bardzo prostego obwodu można użyć jako brzęczyka do nauki alfabetu Morse'a, jako dzwonka, urządzenia sygnalizacyjnego lub alarmowego /przy użyciu stosowanego przełącznika/ itp. Przez zmianę kondensatora w granicach 1 nF-100 nF można zmieniać ton brzęczyka w szerokiej skali.

Jeżeli mamy w domu starszą słuchawkę telefoniczną i kupimy części potrzebne do budowy tego brzęczyka, można przy pomocy lutownicy wbudować wszystkie części bezpośrednio w słuchawkę i uzyskać w ten sposób miniaturowy przenośny brzęczyk. Urządzenie pracuje przy napięciu zasilającym 1,5-4,5 V, tranzystor jest typem KC 508.



15. <u>Oscylator z dodatkowymi tranzystorami</u>

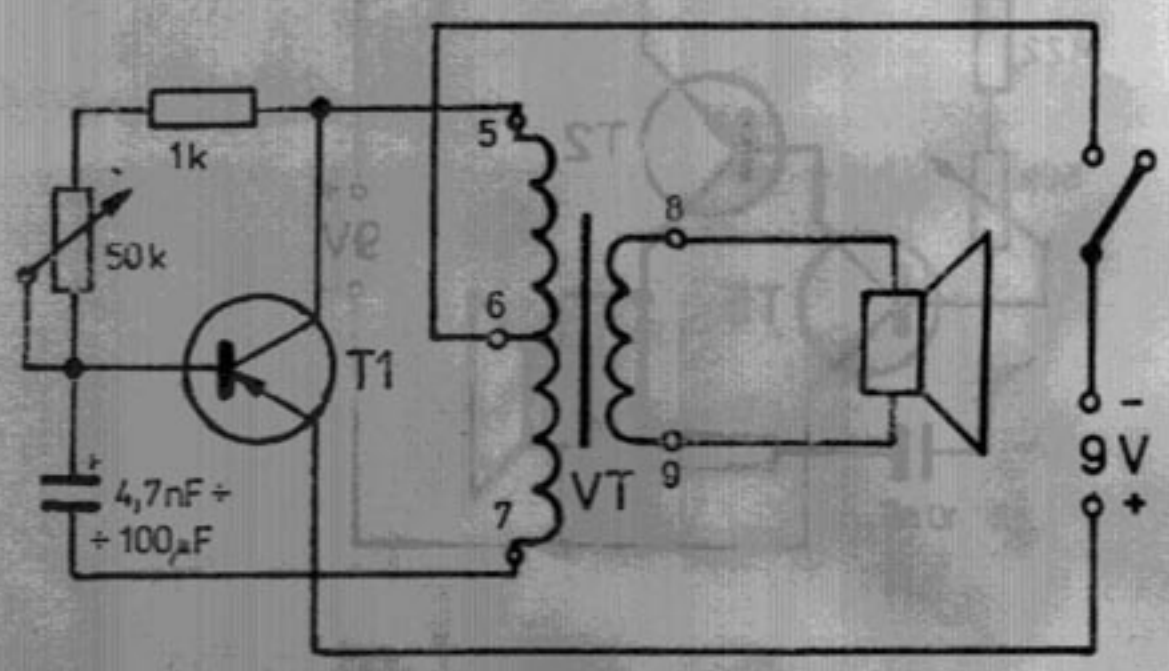
Oscylator, który można dobrze wykorzystać do nauki alfabetu Morse a, jest wykonany przy pomocy dwu dodatkowych tranzystorów. Tranzystor T1 jest typu PNP /dodatni biegun zasilania przy normalnym podłączeniu jest na jego emiterze/, tranzystor T4 jest typu NPN /strzałka na emiterze skierowana na zewnątrz, kolektor podłączony do dodatniego bieguna zasilania/. Częstotliwość oscylowania jest dana wartościami opornika i kondensatora, przez ich zmianę można zmieniać wysokość tonu w szerokiej skali.



16. <u>Oscylator z bezpośrednio wiązanymi tranzystorami</u>

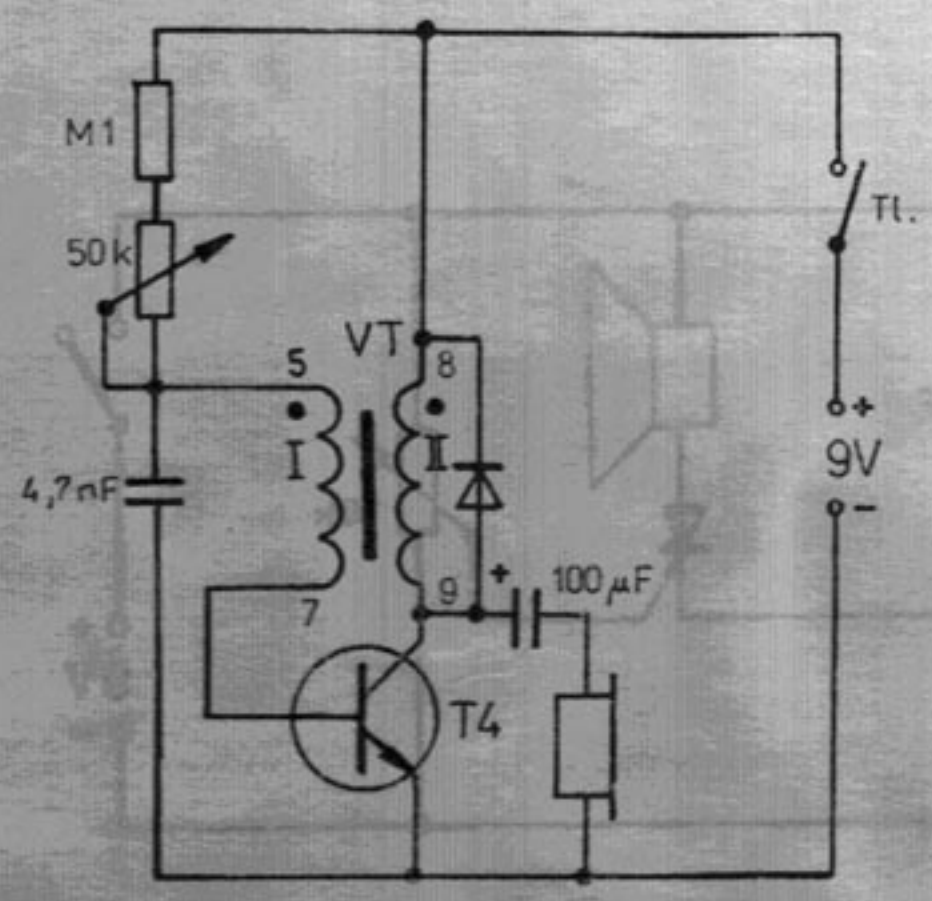
Obwód ten ma w układzie - jako oscylator zwrotnosprzężeniowy - najmniejszą liczbę elementów. Częstotliwość można regulować potencjometrem. Zwróćcie uwagę na to, że w oscylatorze użyto dwu tranzystorów o różnej przewodności. Ze zwiększaniem oporu potencjometra częstotliwość oscylatora obniża się i obniża się więc też wysokość tonu. Przez zmniejszanie oporu potencjometra częstotliwość rośnie. Podstawowa wysokość tonu jest dana wielkością kondensatora i opornika człona RC między bazą tranzystora T5 i kolektorem T2.

Przy użyciu klucza telefonicznego możemy oscylator wyko zystać do nauki i alfabetu Morse a.



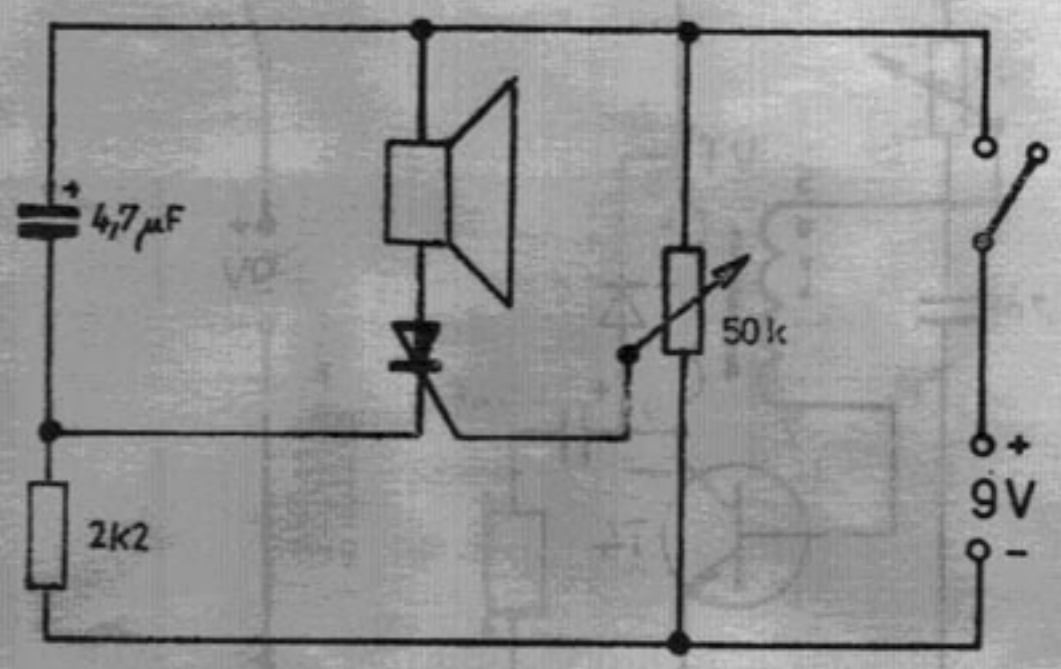
17. Generator akustyczny

Generator akustyczny o szerokiej skali strojenia można zbudować według rysunku. Płynnie można zmieniać częstotliwość potencjometrem i skokowo przez zmianę pojemności kondesatora w sprzężeniu zwrotnym. Ze względu na to, że użyto transformatora wyjściowego i indukcyjności jego uzwojenia do wytworzenia oscylowania, chodzi o oscylator typu LC. Pojemnością kondensatora od 4,7 nF do 100 μF można osiągnąć częstotliwość od około 20 kHz do 0,8 Hz /1 Hertz= drgnięcie za sekundę/.



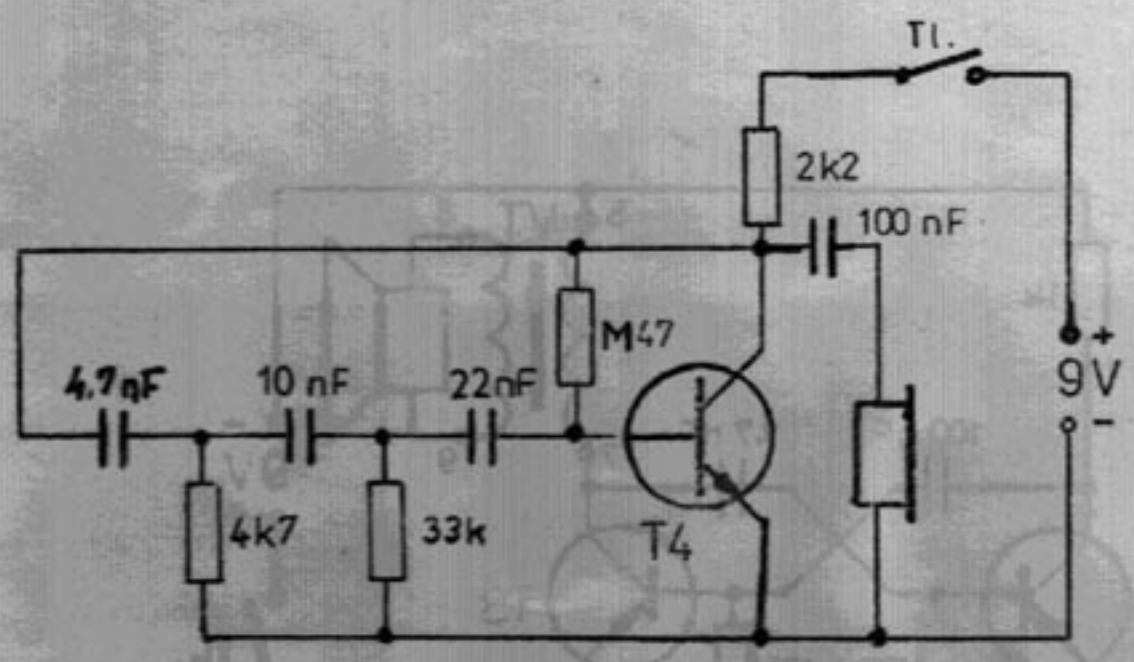
18. <u>Oscylator samodławny</u>

Oscylator ten jest źródłem krótkich, okresowo się powtarzających impulsów o małym oporze wewnętrznym. Po podłączeniu zasilania kondensator /4,7 nF/ ładuje się przez opornik 100k i potencjometr. W momencie, kiedy napięcie na nim osiągnie wartość potrzebną do otworzenia tranzystora, przez uzwojenie I zacznie przepływać prąd bazowy i tranzystor się otworzy. W wyniku przepływu prądu kolektorowego powstaje na uzwojeniu II napięcie, które w stosunku liczby zwojów poszczególnych uzwojeń przeniesie się do uzwojenia I i zwiększa prąd bazy /należy uważać na właściwe podłączenie uzwojeń, muszą być podłączone zgodnie, w przeciwnym wypadku urządzenie nie działa/. Prąd ten "przebija" kondensator i stopniowo się zmniejsza, od pewnej wartości nie starcza do utrzymania prądu kolektorowego i tranzystor się zamyka. Energia magnetyczna rdzenia wyładuje się do diody. Proces ten przebiegnie bardzo szybko i jego wynikiem jest wytworzenie krótkiego impulsu. Kondensator 4,7 nF utrzymuje tranzystor w zamkniętym stanie aż do chwili, kiedy jest znów przeładowany dodatnim prądem przez potencjometr. Potencjometrem można zamieniać częstotliwość generatora i przez to ton wychodzący ze słuchawki.



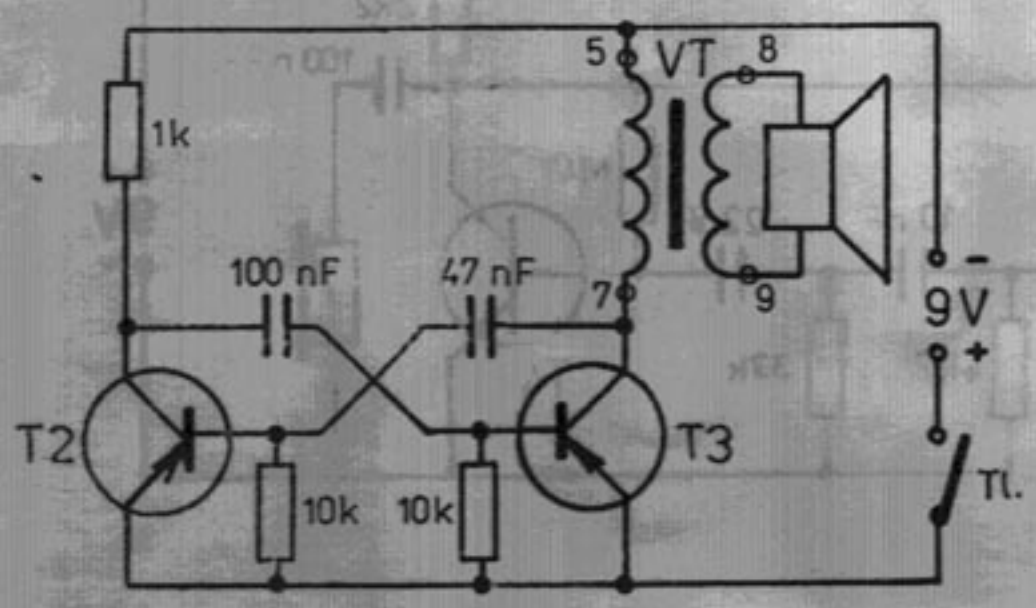
19. Oscylator relaksacyjny z tyrystorem

Niezwykły typ oscylatora relaksacyjnego można wykonać przy pomocy tyrystora. Układ pracuje w następujący sposób: po włączeniu przełącznika baterii tyrystor jest zamknięty, kondensator 4,7μF ładu je się przez opornik 22 kΩ. Przy pewnym napięciu na kondensatorze tyrystor włącza się /w zależności od nastawienia napięcia sterowniczego na elektrodzie G tyrystora potencjometrem/, kondensator przez katodę, anodę tyrystora i głośnik wyładowuje się, spadnie prąd wyładowujący kondensator i tyrystor wyłącza się. Kondensator ponownie się ładuje i cykl się powtarza. Ponieważ ładowanie i wyładowanie kondensatora przebiega bardzo szybko - obwód drga, z głośnika usłyszymy ton. Częstotliwość można regulować potencjometrem.



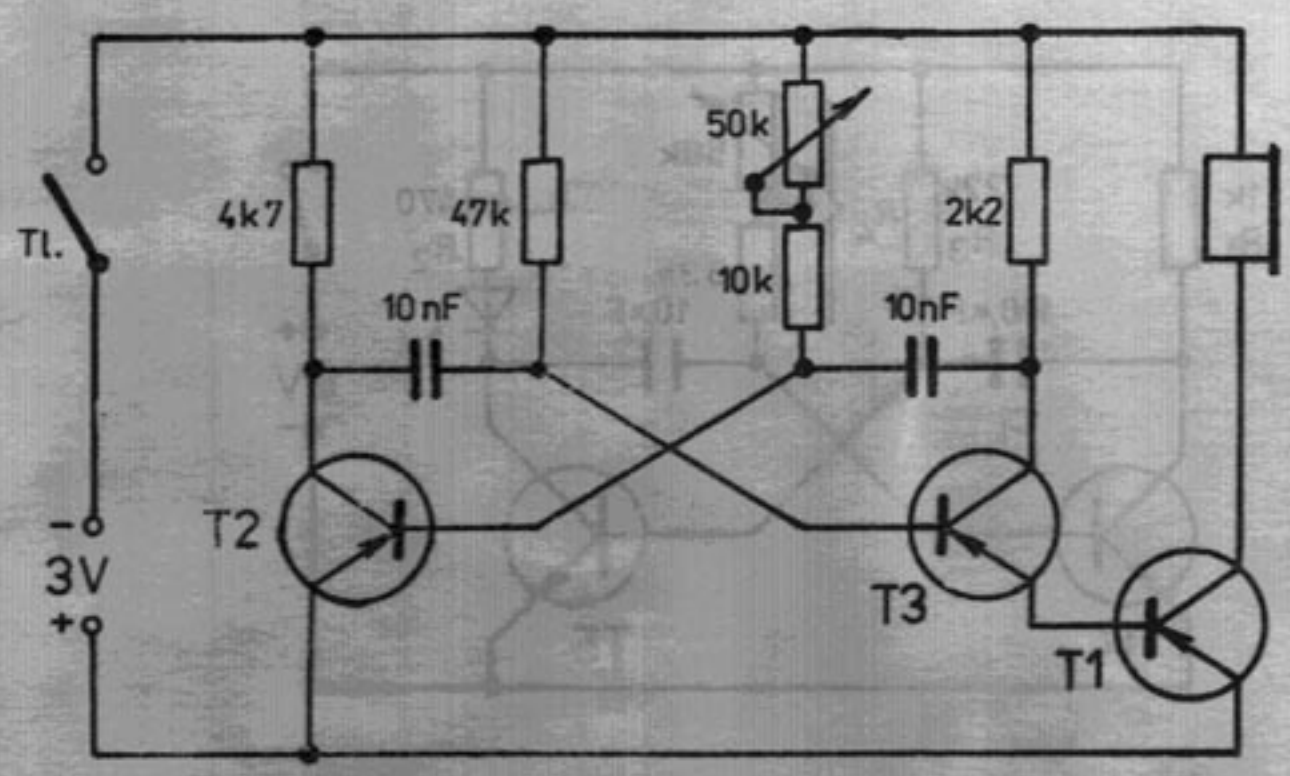
20. Oscylator małej częstotliwości z elementem fazującym

Często używanym typem oscylatora jest oscylator z członem fazującym. Wykorzystana jest zasada, według której przy przejściu prądu zmiennego przez kondensator przesunięcie fazowe prądu na wyjściu wynosi w stosunku do prądu wejściowego 90°. Przez podłączenie człona fazującego składającego się z oporników i kondensatorów w sprzężeniu zwrotnym między kolektorem a bazą w obwodzie powstają drgania, które mają sinusowy przebieg. Ton sygnału o takim przebiegu jest o wiele delikatniejszy i mniej ostry niż w poprzednich typach i oscylator ma dużą stabilność częstotliwości. Dlatego podobne obwody są wykorzystywane do budowy elektronicznych instrumentów muzycznych. Ton generatora jest słyszalny w słuchawce.



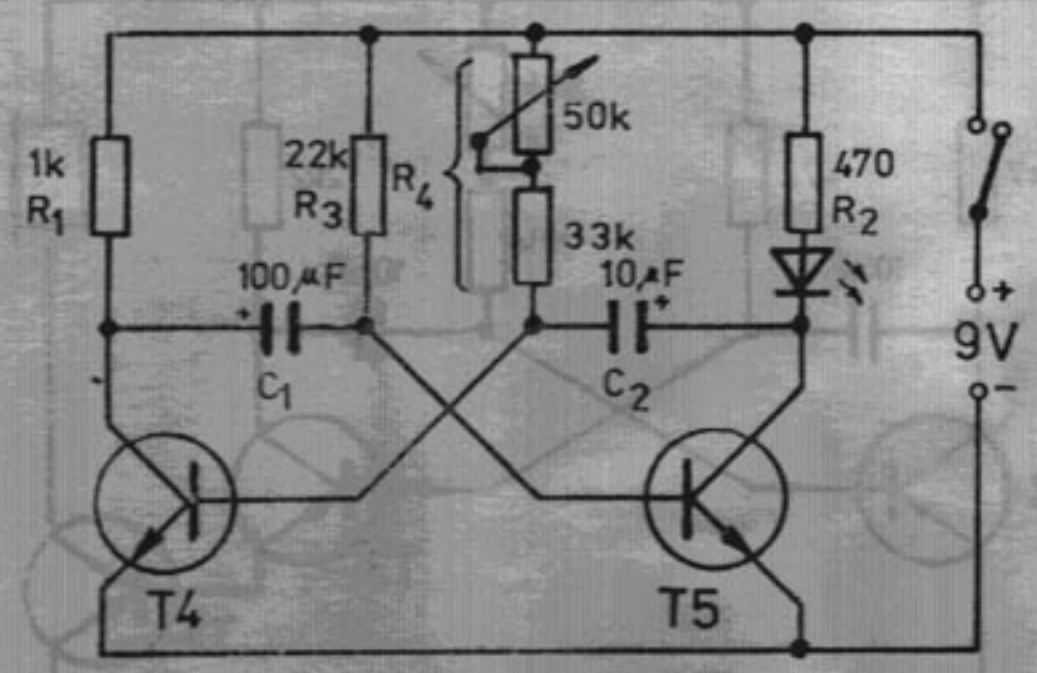
21. Swobodnie pracujący multiwibrator

Obwód ten jest podstawowym połączeniem multiwibratora, którego często używa się do uzyskania drgań o przebiegu prostokątnym lub trójkątnym. Po podłączeniu źródła powstają w obwodzie samowolnie i natychmiast własne drgania. Prawa i lewa strona układu według schematu są identyczne, zwróćcie uwagę na wzajemne połączenie kolektorów i baz obu tranzystorów. Ponieważ multiwibrator produkuje drgania prostokątne /przebieg napięcia na kolektorach tranzystorów/, ton z głośnika ma ostry metaliczny charakter. Częstotliwość sygnału określają pojemności kondensatorów i wielkość oporu oporników użytych w układzie. W naszym wypadku wartości te są dobrane trwale i częstotliwości nie można zmieniać.
Uwaga na właściwe podłączenie transformatora. W celu właściwego funkcjonowania nie może dojść do zamiany uzwojenia prymarnego i sekundarnego.



22. <u>Multiwibrator ze słuchawką</u>

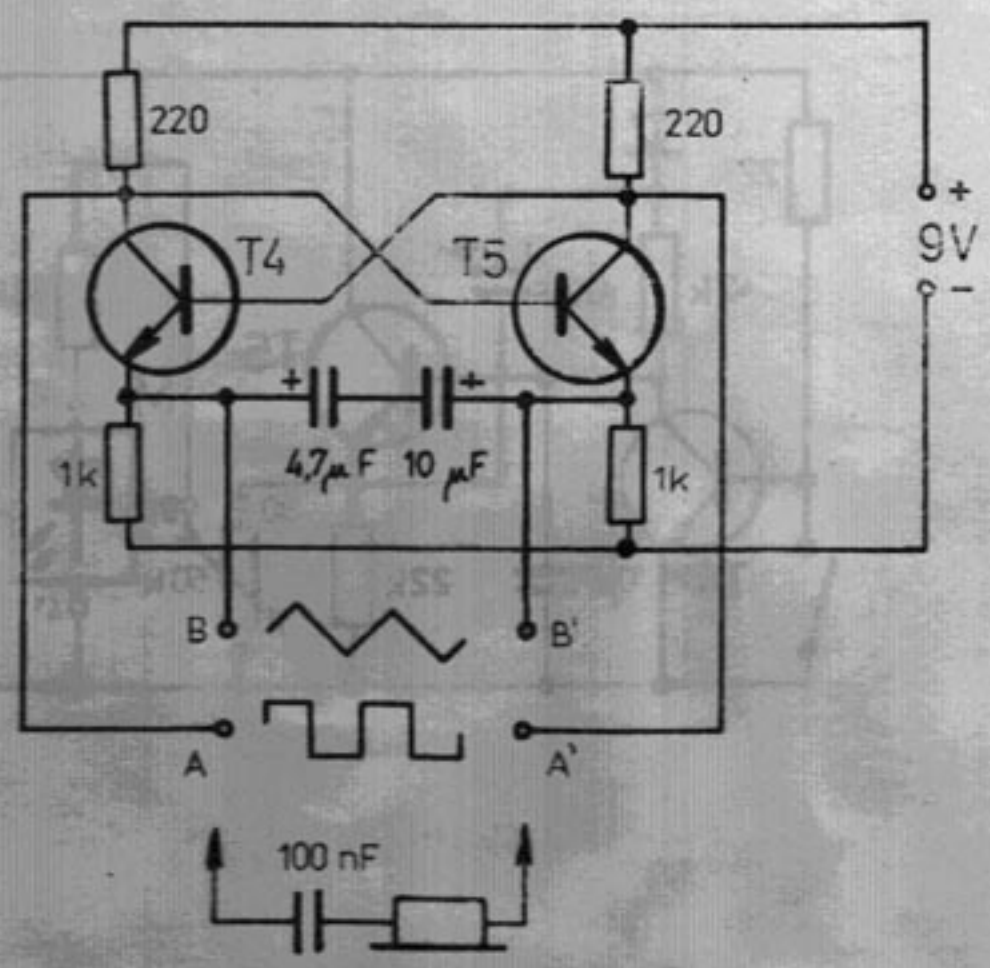
Połączenie brzęczyka elektronicznego jest podobne jak w schemacie nr 21, tylko dostosowanie mocy sygnału multiwibratora jest przeprowadzone w inny, mniej skomplikowany sposób. Jako obciążenie użyto słuchawki telefonicznej. Wypróbujcie jak zmienia się częstotliwość sygnału przez zmianę kondensatora z 10 nF na 47 nF i przez zmianę oporu potencjometra.



23. Multiwibrator astabilny

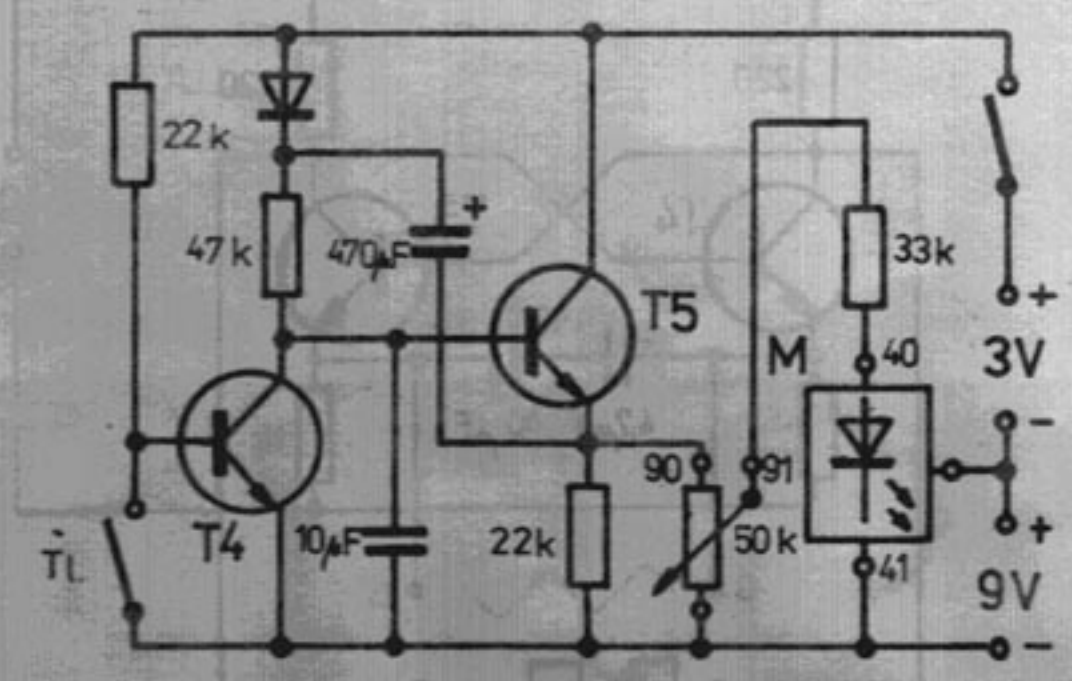
W odróżnieniu od poprzedniego połączenia w wypadku tego multiwibratora użyto tranzystorów typu NPN. Załóżmy, że przed początkiem procesu tranzystor T5 przewodzi, T4 nie przewodzi, a kondensator C1 jest naładowany na napięcie źródła. W następnej chwili otwiera się tranzystor T4, uziemi kondensator C1, przez to zamknie się tranzystor T5 do czasu zanim wyładuje się kondensator C1 przez opór R3. W tym samym czasie naładował się kondensator C2. Kondensator C1 przeładowuje się na odwróconą biegunowość prądem przez opór R3. Tranzystor T5 otworzy się, uziemi kondensator C2 i tranzystor T4 się zamknie. Proce okresowo się powtarza.

Pojemności kondensatorów są większe niż w poprzednim wypadku, częstotliwość drgań jest odpowiednio niższa. Częstotliwość drgań zależy od pojemności kondensatorów i wartości oporów. Potencjom trem więc zmieniamy częstotliwość drgań i tym interwaly świecenia diody, przy pomocy której indykujemy powstające drgania.



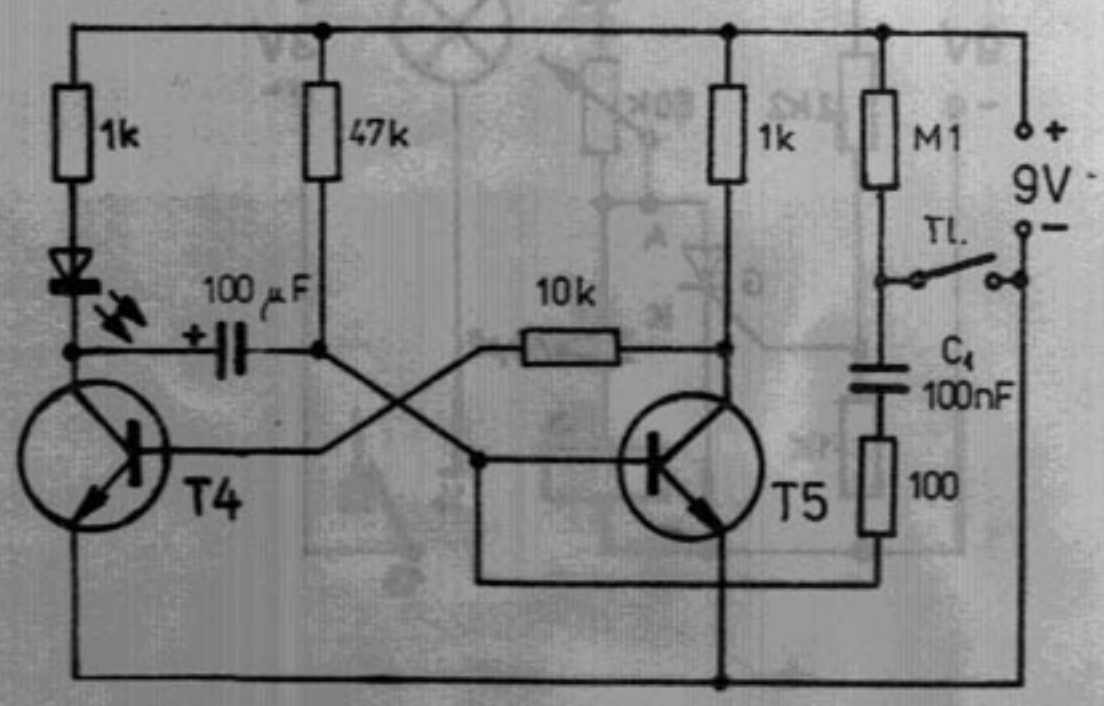
24. Generator sygnału prostokątnego i trójkątnego

Z obrazka jest widoczne, że chodzi o modyfikację połączenia multiwibratora. Przebieg sygnału będzie różny w zależności od miejsca, w którym sygnał śledzimy. Na emiterach tranzystorów /punkty B i B' / są impulsy o kształcie trójktąnym, na kolektorach /punkty A i A'/ jest przebieg napięcia prostokątny. Przebieg impulsów moglibyśmy sprawdzić oscyloskopem. Jeżeli do sprawdzenia użyjemy słuchawki, na pozór jest dźwięk obu sygnałów taki sam. Ponieważ słuchawka ma opór 2 x 27Ω, musimy do niej szeregowo podłączyć kondensator 100 nF, żeby wyeliminować wpływ na działanie układu.



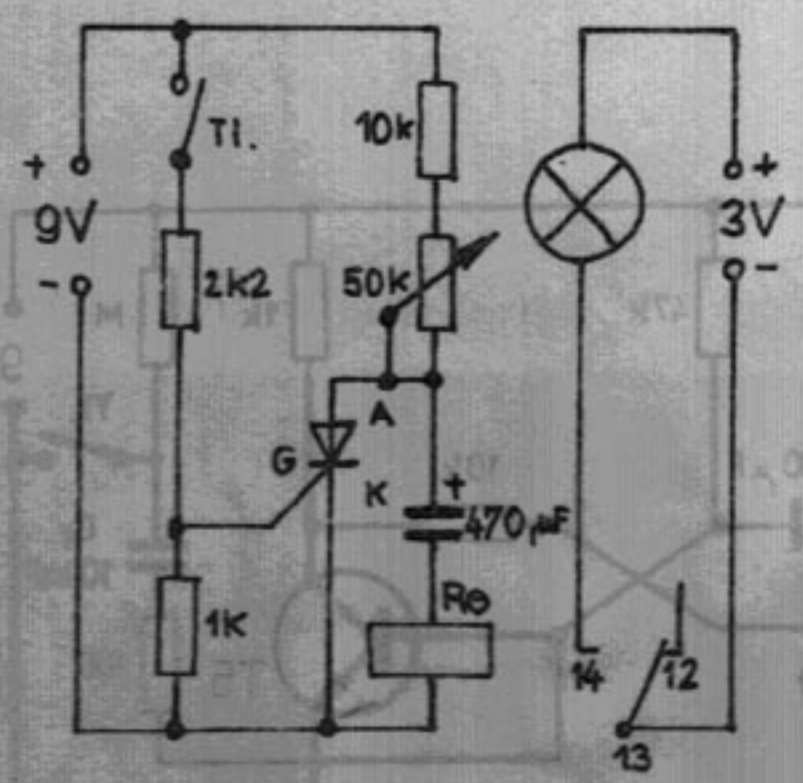
25. Generator sygnału piłokształtnego

Jeżeli ładujemy kondensator napięciem o stałej wielkości, napięcie na nim rośnie linearnie. W celu uzyskania napięcia piłokształtnego przebiegu /wolny wzrost napięcia, szybki przebieg spadku/ używamy typowego połączenia ze sprzężeniem zwrotnym z kondensatorem 470 µF, ktory lineryzuje ładowanie kondensatora 10 µF. Tranzystor T4 w układzie pracuje jako przełącznik. Jeżeli naciśniemy przycisk, tranzystor zamyka się i kondensator C /10 µF/ ładuje się prądem o stałej wielkości. Napięcie na nim rośnie lineranie dlatego, że przy otworzeniu tranzystora T5 zaczyna mu dostarczać swą energię kondensator 470 µF, który w ten sposób linearyzuje prąd ładowania kondensatora C. Po zwolnieniu przycisku kondensator szybko się rozładowywuje. napięcie natychmiast spada do zera. Sygnał trójkątny powstaje przez powtarzanie opisanego procesu. Potencjometr na początku doświadczenia przekręćcie zupełnie na lewo i powoli obracajcie w prawo. Diody będą się kolejno zapalać a czułość kondensatora będzie nastawiona tak, by opisany proces był indykowany w skali napięcia początkowego indykatora.



26. <u>Monostabilny układ spustowy</u>

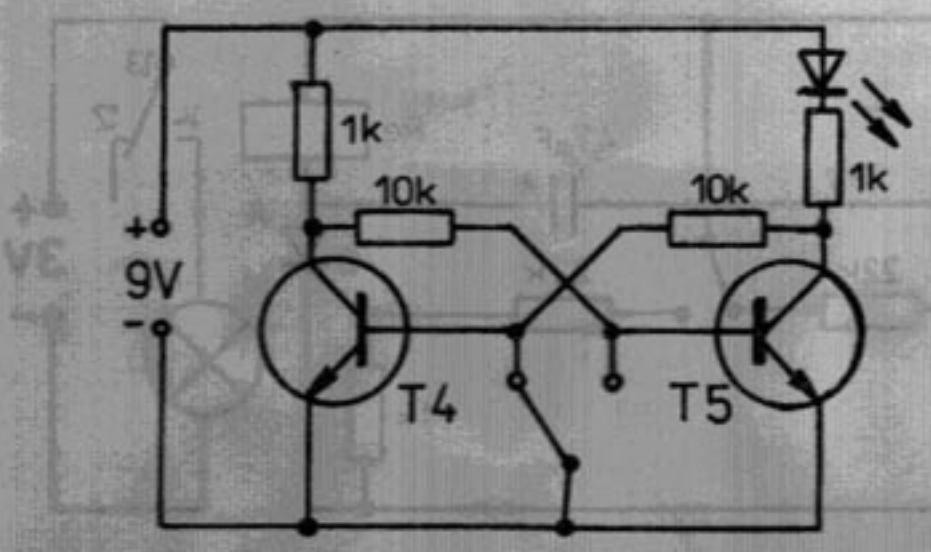
W obwodzie użyjemy dwu tranzystorów i diody luminiscencyjnej.
W stanie obojętnym jeden z tranzystorów /T5/ jest otwarty. Przepływa przez niego prąd, bardzo małe napięcie z jego kolektora jest doprowadzane do bazy drugiego tranzystora /T4/ i ten pozostaje zamknięty. W ten sposób wygląda stan obojętny obwodu. Przy naciśnięciu przycisku tranzystor w wyniku ładunku kondensatora C1 zamyka się, napięcie na jego kolektorze rośnie i skokiem otwiera się tranzystor T4. Dioda luminiscencyjna zapali się. Stan ten trwa tak długo, póki nie naładuje się kondensator elektrolityczny 100 F na napięcie, które zdoła wprowadzić tranzystor T5 do stanu przewodności. Wtedy tranzystor T5 otwiera się, skokiem zamyka się T4 i obwód przechodzi ponownie w stan wyjściowy. Dioda lumuniscencyjna zgaśnie. Obwód nazywa się monostabilnym dlatego, że ma jeden stan stabilny, w którym po upłynięciu aktywnego okresu pozostaje. Można go użyć do uzyskania dokładnego inteewału czasowego lub impulsów o dokładnie określonej długości.



27. Monostabilny układ z tyrystorem

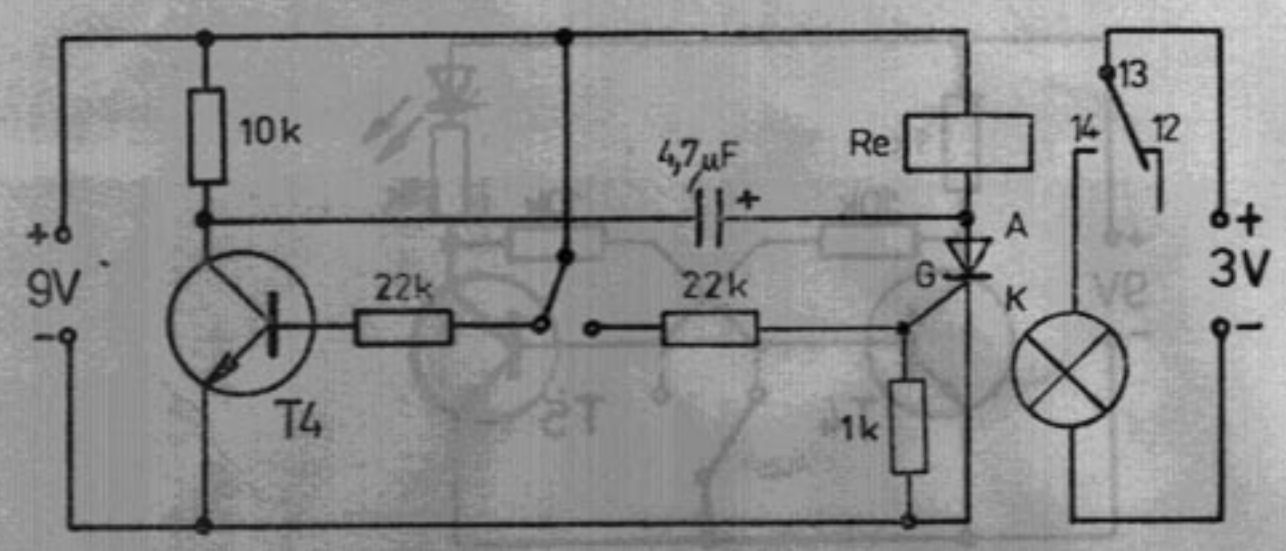
Funkcjonowanie tyrystora było bliżej opisane już w poprzednich doświadczeniach. Jeżeli doprowadzimy napięcie do elektrody sterowniczej tyrystora, tyrystor włączy się i między anodą i katodą zaczyna przepływać jego prąd roboczy. W tym stanie napięcie sterownicze nie maju już na pracę tyrystora wpływu. O ile prąd roboczy tyrystora spadnie z jakiegokolwiek powodu poniżej tzw. granicy podtrzymywania, tyrystor wyłącza się i w głównym obwodzie prąd przestaje przepływać.

W obwodzie na rysunku między anodą i katodą tyrystora przepływa przez tyrystor prąd obniżony wielkim opornikiem. Prąd ten w wyniku dużego oporu jest mniejszy niż prąd podtrzymywania tyrystora i służy do ładowania kondensatora 470μF.
Jeżeli naciśniemy przycisk, doprowadzimy napięcie do elektrody sterowniczej tyrystora, ten włącza się i przez jego anodę i katodę i przez cewkę przekaźnika wyładowuje się kondensator. Po wyładowaniu kondensatora przekaźnik odpadnie i tyrystor rozłączy się. Żarówka zgaśnie. Doświadczenie można powtórzyć znowu po naładowaniu kondensatora.



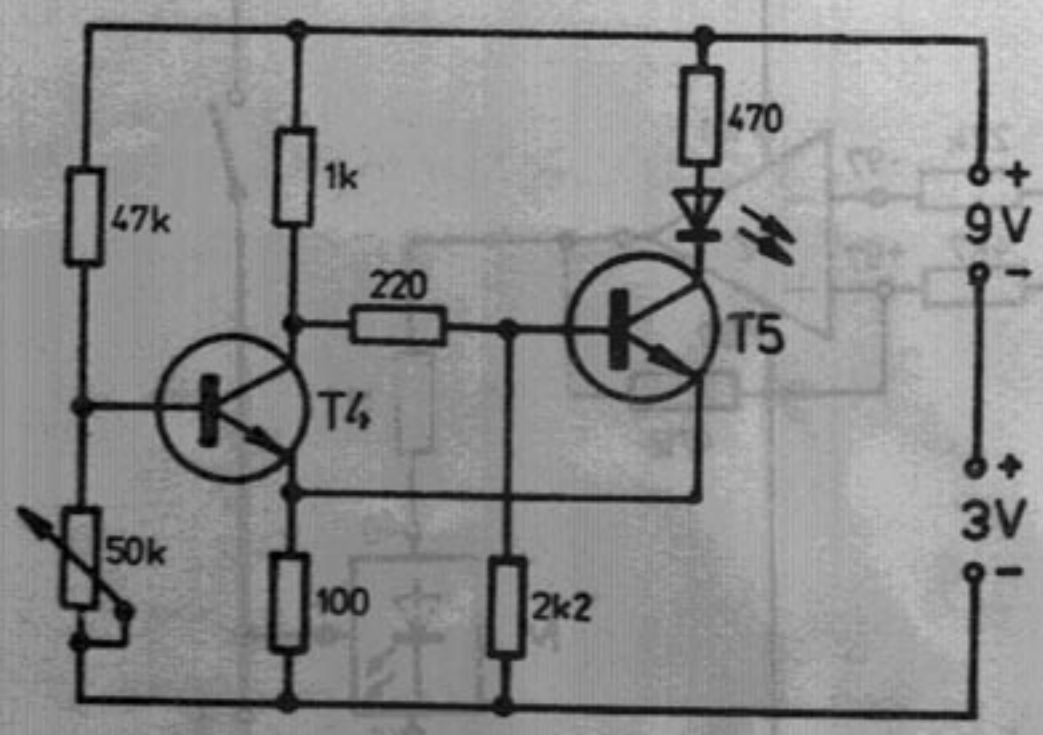
28. Bistabilny obwód spustowy

Chodzi o obwód spustowy, który ma dwa stany stabilne. Jeżeli przełącznik jest w pozycji, jak zaznaczono na rysunku, baza tranzystora T4 jest podłączona do ujemnego bieguna źródła i po przyłączeniu napięcia zasilającego nie może się więc otworzyć. Otworzy się tranzystor T5 i zapali się dioda luminiscencyjna. Stan ten pozostanie tak długo, dopóki nie przełączymy przełącznika i przez to doprowadzimy do bazy tranzystora T5 ujemne napięcie.
Tranzystor się zamknie, napięcie na jego kolektorze wzrośnie i otwiera się tranzystor T4. Dioda luminiscencyjna zgaśnie. Stan ten potrwa znowu do przełączenia przełącznika.



29. <u>Układ spustowy z tyrystorem</u>

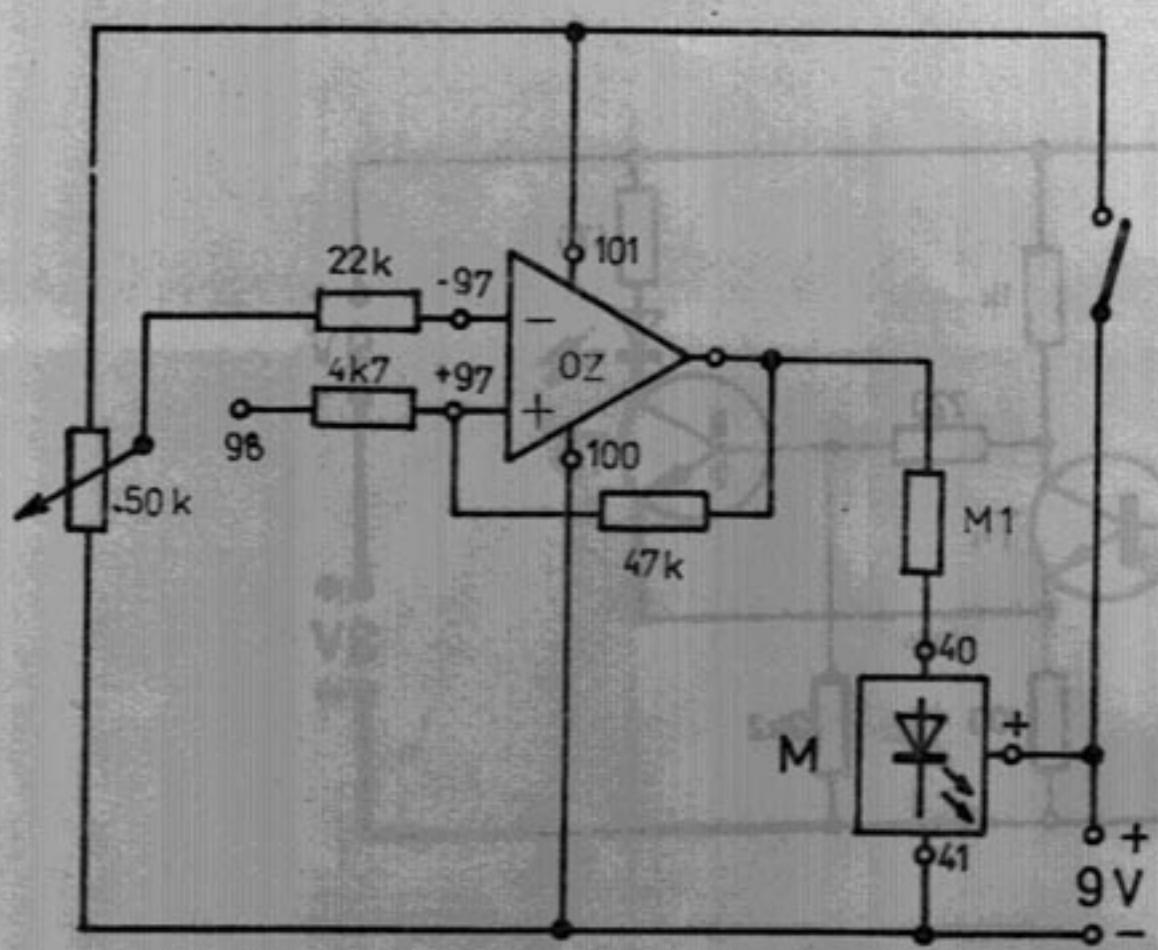
Chodzi właściwie o bistabilny obwód, w którym zamiast jednego tranzystora użyto tyrystora.
Jeżeli przełącznik jest w pozycji według rysunku, do elektrody sterowniczej tyrystora nie jest doprowadzone napięcie sterownicze, tyrystor nie przewodzi, obwód jest zamknięty przez otwarty tranzystor T4. Przy przełączeniu przełącznika otworzy się tyrystor, przekaźnik przyciągnie i żarówka zapali się. Jeżeli przełączymy przełącznik z powrotem, kondensator 4,7μF uziemi się i swym dodatnim biegunem zamknie tyrystor. Przełączenie przełącznika jest więc indykowane żarówką.



30. <u>Układ spustowy Schmitta</u>

Układ spustowy Schmitta jest połączeniem, które ma dwa stabilne stany i reaguje na wielkość napięcia wejściowego przestawianiem z jednego stanu w drugi. Regulowane napięcie wejściowe jest wytworzone przez dzielnik złożony z opornika 47k i potencjometra 50 kΩ.

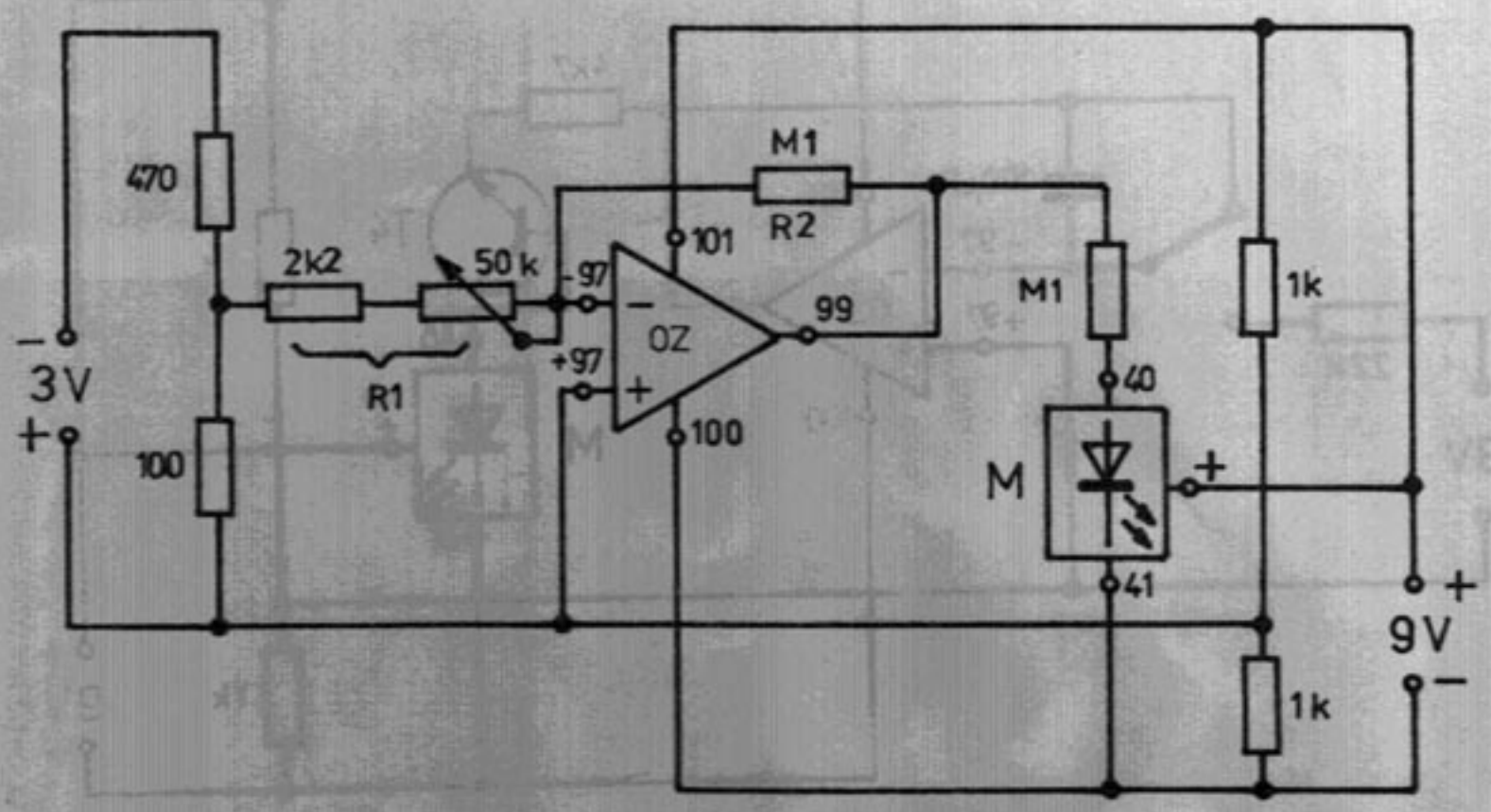
Jeżeli napięcie wejściowe jest małe /styk ślizgowy potencjometra nastawiony tak, że opór potencjometra jest mały/, pierwszy tranzystor T4 jest zamknięty, a T5 otwarty. Jeżeli zwiększamy napięcie wejściowe, T4 otworzy się, T5 zamknie - dioda luminiscencyjna zgaśnie. Zwróćcie uwagę na to, że jeżeli chcemy ponownie zapalić diodę luminiscencyjną, musimy cofnąć potencjometr o pewien kąt /1 do 2 przedziałków/. Zjawisko to nazywa się **histerezja** i jest spowodowane dodatnim sprzężeniem zwrotnym, które powstaje przez to, że opornik emiterowy obu tranzystorów jest wspólny.



31. Układ spustowy Schmitta ze wzmacniaczem operacyjnym

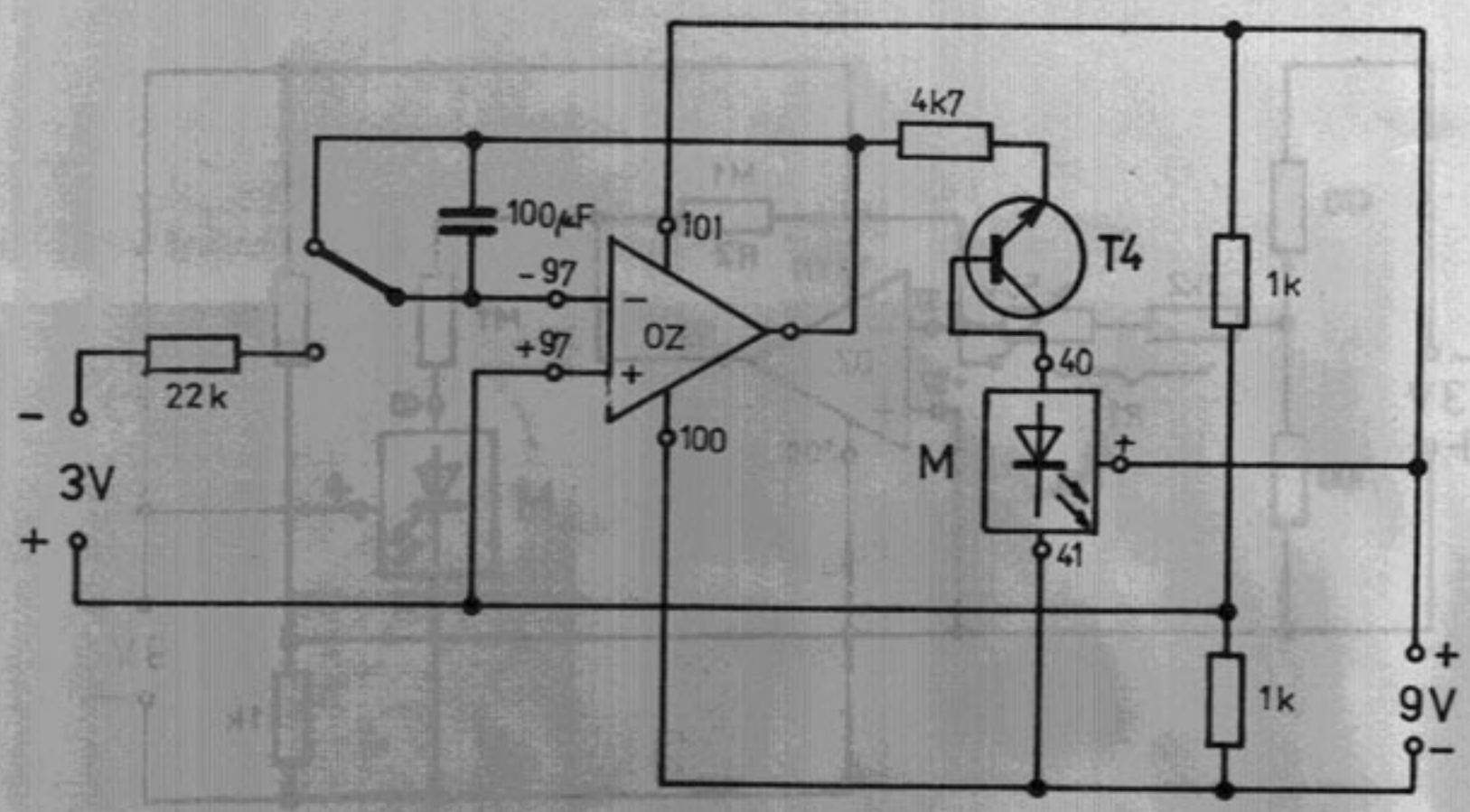
Układ spustowy Schmitta zestawiony przy pomocy wzmacniacza operacyjnego jest korzystniejszy zwłaszcza pod względem łatwego nastawienia poziomu przestawiania i regulacji wielkości histerezji. Obwód spustowy przestawia się przy większym napięciu, kiedy napięcie się zwiększa i przy mniejszym, kiedy się zmiejsza.

Jeżeli rośnie wielkość R1 /4,7 k do 10 k/, następuje przestawienie przy większym napięciu, jeżeli spada wartość R2 /47 k do 10k/ rośnie wielkość histerezji. Moment przestawienia jest indykowany diodami indykatora.



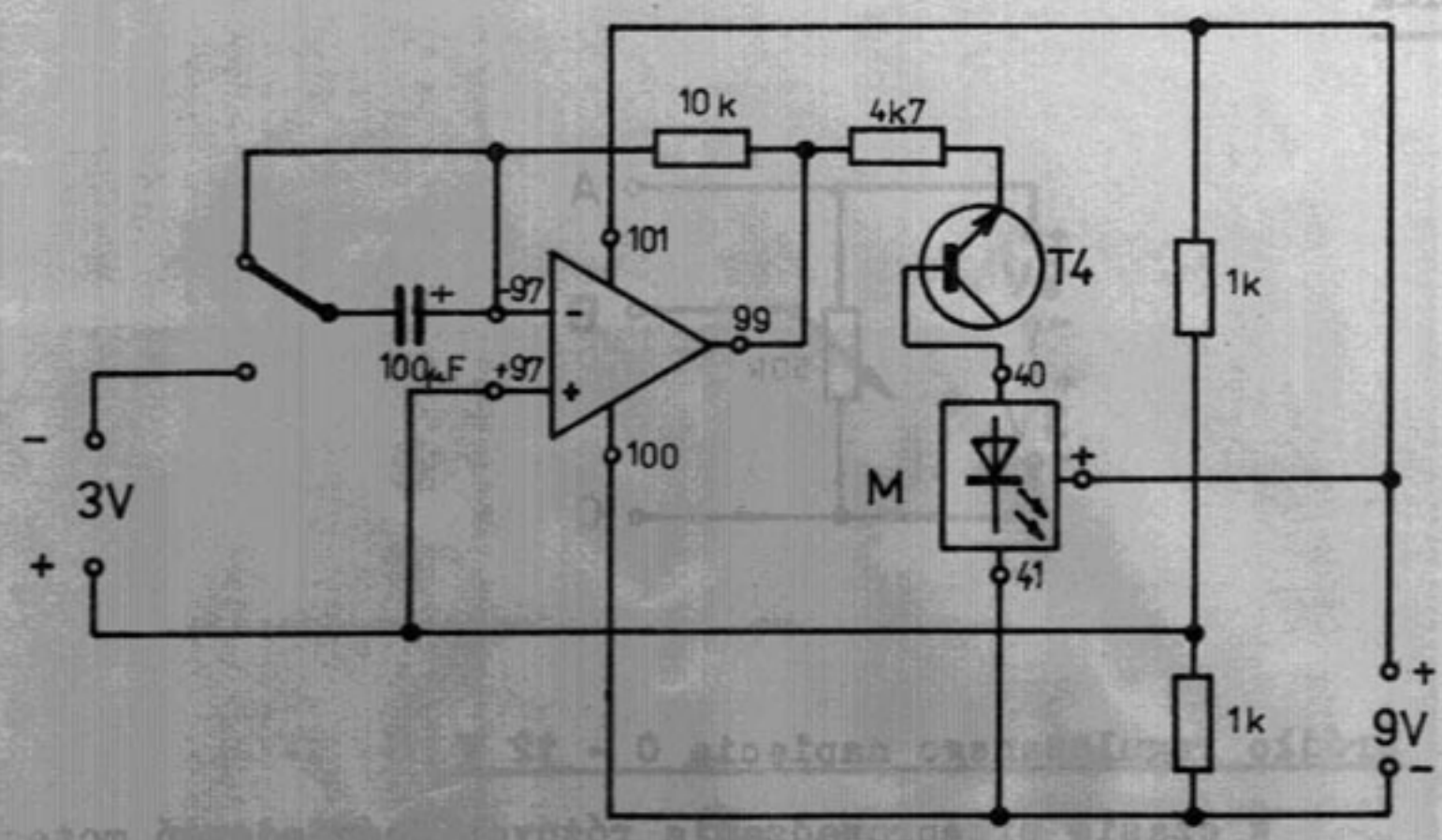
32. Wzmacniacz inwertujący ze wzmacniaczem operacyjnym

Przytoczone połączenie jest jednym z podstawowych połączeń ze wzmacniaczem operacyjnym /dalej tylko WO/. WO są złożonymi obwodami scalonymi, które ze względu na swoje korzystne właściwości są chętnie używane w różnych połączeniach, gdzie pracuje się z ciągłym sygnałem. W przytoczonym połączeniu sprawdzimy funkcjonowanie wzmacniacza inwertującego. Inwertujący nazywa się dlatego, że napięcie wejściowe /w naszym wypadku mierzone diodami luminiscencyjnymi/ ma w stosunku do napięcia wejściowego /w naszym wypadku wyprowadzone przy pomocy dzielnika opornikowego z źródła 3V/ odwrotny znak. Wzmocnienie jest określone stosunkiem oporników R2 i R1 i możemy go nastawić przy pomocy potencjometra.
Śledzcie zapalanie poszczególnych diod indykatora, które jest proporcjonalne do wielkości wzmocnienia.



33. Wzmacniacz integracyjny ze wzmacniaczem operacyjnym

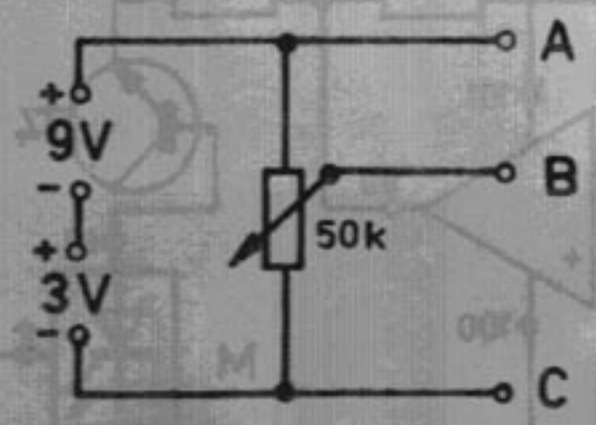
Integrowanie sygnału elektrycznego jest jednym z częstych zadań w elektronice. Matematycznie wynikiem integracji sygnału jest płaszczyzna, którą pokrywa ten sygnał nad osią czasową /poziomą/. Najprostszym integratorem jest człon RC. O wiele korzystniejsze właściwości ma wzmacniacz integracyjny ze WO. Jego funkcjonowanie jest uniezależnione od źródła i obciążenia. Nasze połączenie umożliwia integrować skok napięcia. Zapamiętajcie, że wynikiem integracji napięcia o stałej wielkości jest linearnie zwiększające się napięcie. Ustalenie kolejnego zapalania się diod na indykatorze oznacza, że jesteśmy poza zakresem, w którym możemy integrację przeprowadzać.



34. Wzmacniacz derywacyjny ze wzmacniaczem operacyjnym

Tak samo jak trzeba bardzo często przebieg sygnału elektrycznego integrować, wynika potrzeba derywowania sygnału. Przez derywację przebiegu sinusowego otrzymujemy sygnał cosinusowy, przez derywację sygnału prostokątnego szpicę o proporcjonalnej pochyłości krawędzi wzrostowych i spadkowych. W najprostszym połączeniu używamy człona RC. Człon derywacyjny ze WO ma o wiele korzystniejsze własciwości ze względu na połączenie źródła i obciążenia. W naszym układzie przekonamy się, że derywacją skoku napięcia, który powstanie przez połączenie przełącznika, jest impuls napięciowy. Pozycja podstawowa przełącznika zapewnia rozładowanie kondensatora.

Źródła



35. Źródło regulowanego napięcia 0 - 12 V

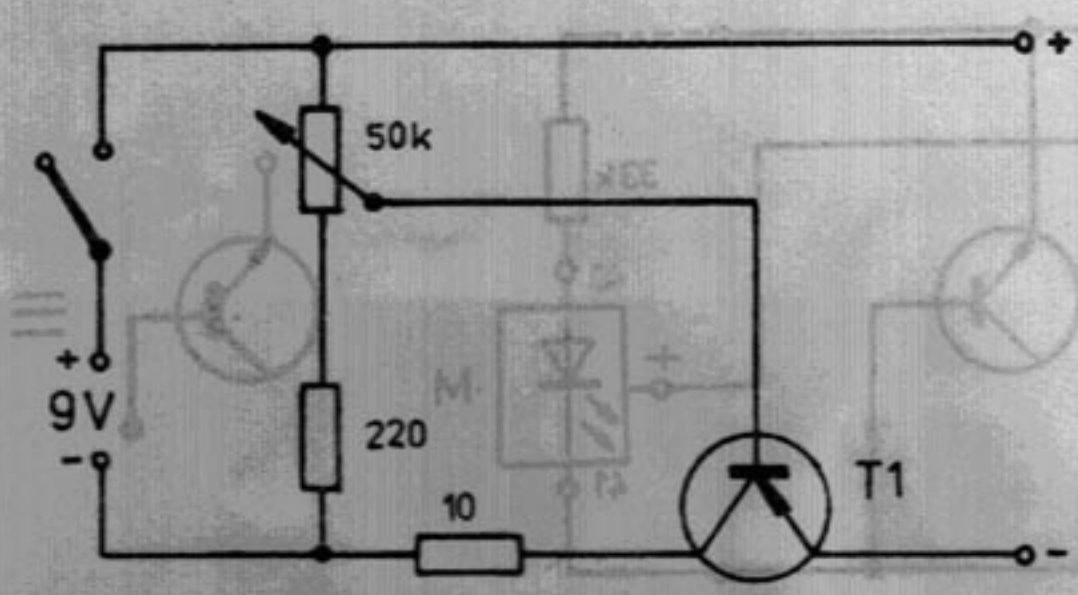
W czasie przeprowadzania różnych doświadczeń możecie potrzebować źródła regulowanego napięcia. Opisane źródło jest stosowne do tych celów, ponieważ daje jakiekolwiek wymagane napięcie w granicach od 0 do 12 V.

Źródło o napięciu 12 V uzyskamy przez szeregowe połączenie obu źródeł użytych w zestawie. Przez podłączenie potencjometra o oporze 50 kΩ równolegle do tych źródeł możemy między stykiem ślizgowym i którąkolwiek z jego końcówek uzyskać napięcie 0 - 12 V w zależności od nastawienia potencjometra. Jeżeli końcówki potencjometra oznaczymy A, B i C, uzyskamy napięcie:

między A i C ..... 12 V /biegun + jest A/
między A i B ..... 0 V - 12 V
(A jest /+/)
między C i B ..... 0 V - 12 V
(C jest /-/)

Ponieważ źródło prądu stałego używane jest w elektrotechnice bardzo często, dobrze zapamiętajcie i wypróbujcie połączenie, żeby uniknąć ewentualnych błędów. Uwaga na biegunowość.

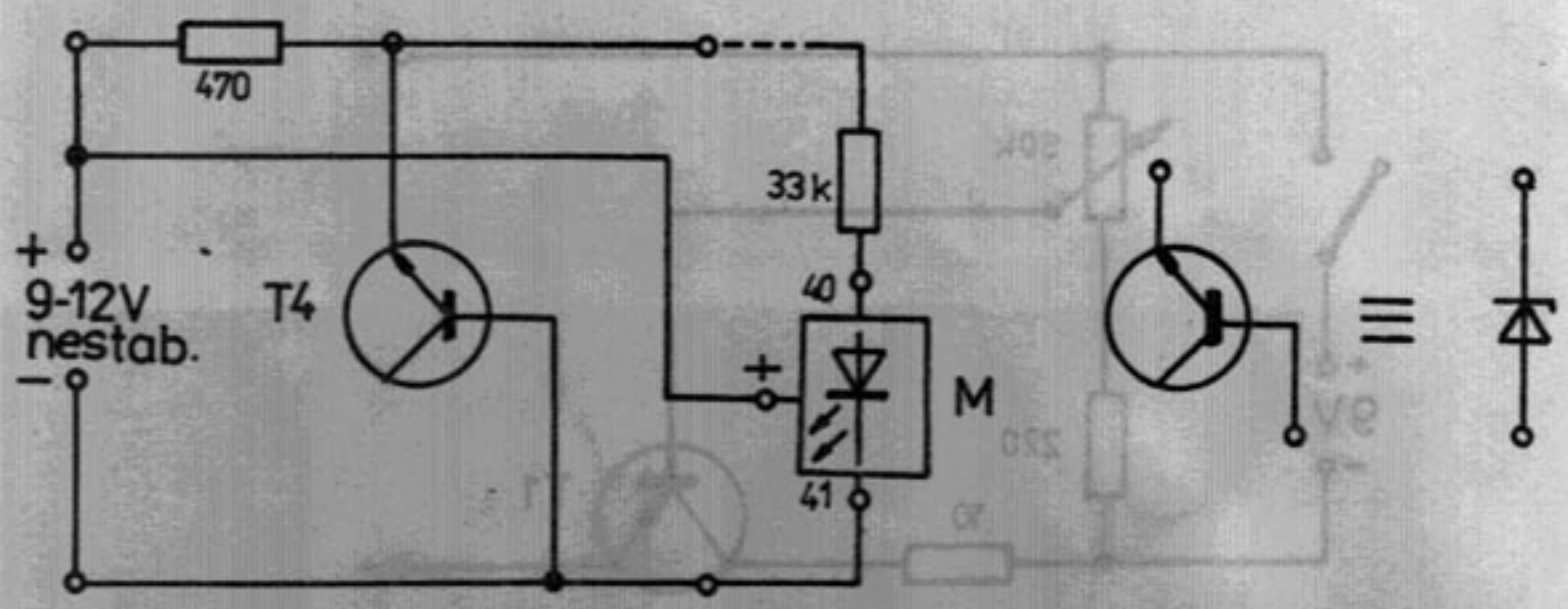
W połączeniu według rysunku możecie ze styku ślizgowego potencjometra odbierać tylko bardzo mały prąd ze względu na opór potencjometra. Dla odbioru większych prądów źródła regulowane muszą być konstruowane z elementami aktywnymi /tranzystory, obwody scalone/.



36. Płynnie regulowane źródło

Źródło to w stosunku do poprzedniego jest korzystniejsze dlatego, że możemy z niego odebrać o wiele większy prąd, ponieważ prąd przez dzielnik /potencjometr/ jest β x mniejszy niż w poprzednim wypadku. β jest czynnik wzmacniający tranzystora /w naszym wypadku około 100/. Przez użycie tranzystora można więc znacznie zmniejszyć prąd z baterii do dzielnika /w stosunku do użycia samego potencjometra/. Opornik 10 Ω chroni tranzystor przy przypadkowym krótkim spięciu, opór 220 Ω chroni bazę tranzystora przed nadmiernym obciążeniem przy przesunięciu styku ślizgowego potencjometra w kierunku ujemnego bieguna źródła.

Maksymalne napięcie wyjściowe jest zmniejszone o ubytek w tranzystorze /około 0,8 V/ i o ubytek w oporniku 10 Ω według obieranego prądu. Przy maksymalnym pobieranym prądzie 50 mA ubytek będzie wynosił 0,5 V, napięcie wyjściowe można więc regulować w granicach 0 - 7,7 V.

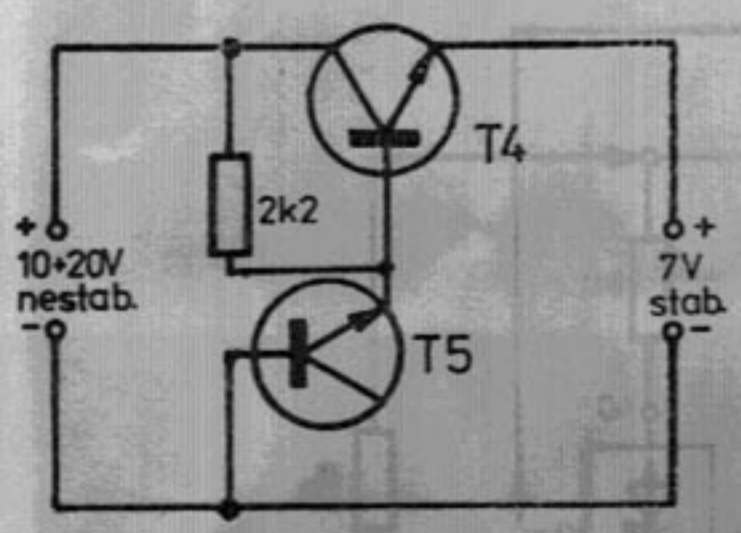


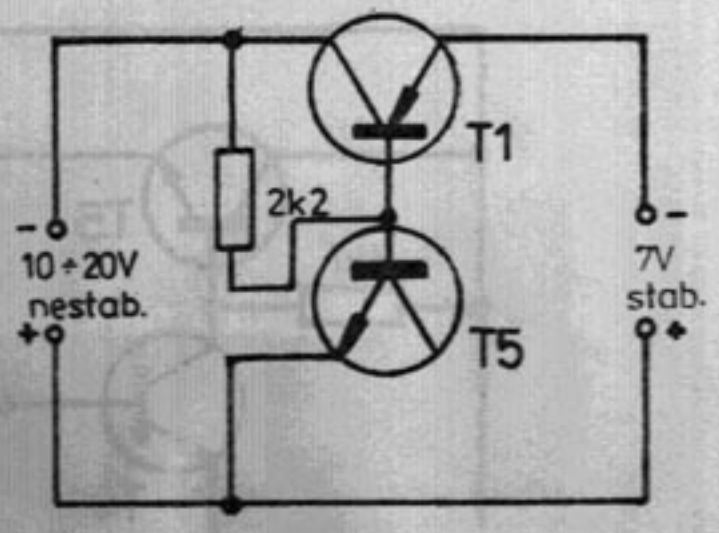
37. Stabilizator napięcia

W praktyce dla zasilania różnych urządzeń potrzebne jest stabilizowanie napięcia, czyli napięcie, którego wielkość jest stała przy różnym poborze prądu. Najprostszym sposobem stabilizacji napięcia jest stabilizacja przy pomocy tzw. diody Zennera. Jest to dioda, która w kierunku przepustowym jest taka sama jak pozostałe typy diod, jednak w kierunku nieprzepustowym zachowuje się inaczej. W kierunku nieprzepustowym przy napięciach mniejszych niż tzw. napięcie Zennera przez diodę nie przechodzi praktycznie żaden prąd, zachowuje się więc jak zwykła dioda. Przy osiągnięciu napięcia Zennera, które jest w poszczególnych typach różne, zacznie szybko wzrastać będzie prąd, a rezystancja różnicowa diody /stosunek przyrostu napięcia do przyrostu prądu/ zbliża się do zera. Dioda zachowuje się jak stabilizator.

Jeżeli połączymy tranzystor według naszego rysunku, zachowuje się on jak dioda Zennera o napięciu 7 - 8 V.
O tym, że stabilizator naprawdę pracuje przekonamy się przy pomocy woltomierza /można użyć indykatora z zestawu/. Do wejścia stabilizatora podłączymy najpierw baterię 9 V, stwierdzimy która dioda świeci, następnie połączymy baterie 9V i 3 V szeregowo /uzyskamy napięcie 12 V/, podłączymy do wejścia i znowu mierzymy napięcie wyjściowe. Jeżeli zapali się ta sama dioda stwierdzimy, że napięcie wyjściowe się nie zmieniło.

Niekorzystną cechą tego typu stabilizatora jest to, że możemy z niego pobierać stosunkowo mały prąd, w naszym wypadku 5 do 10 mA. Przy przekroczeniu tego prądu grozi zniszczenie tranzystora.



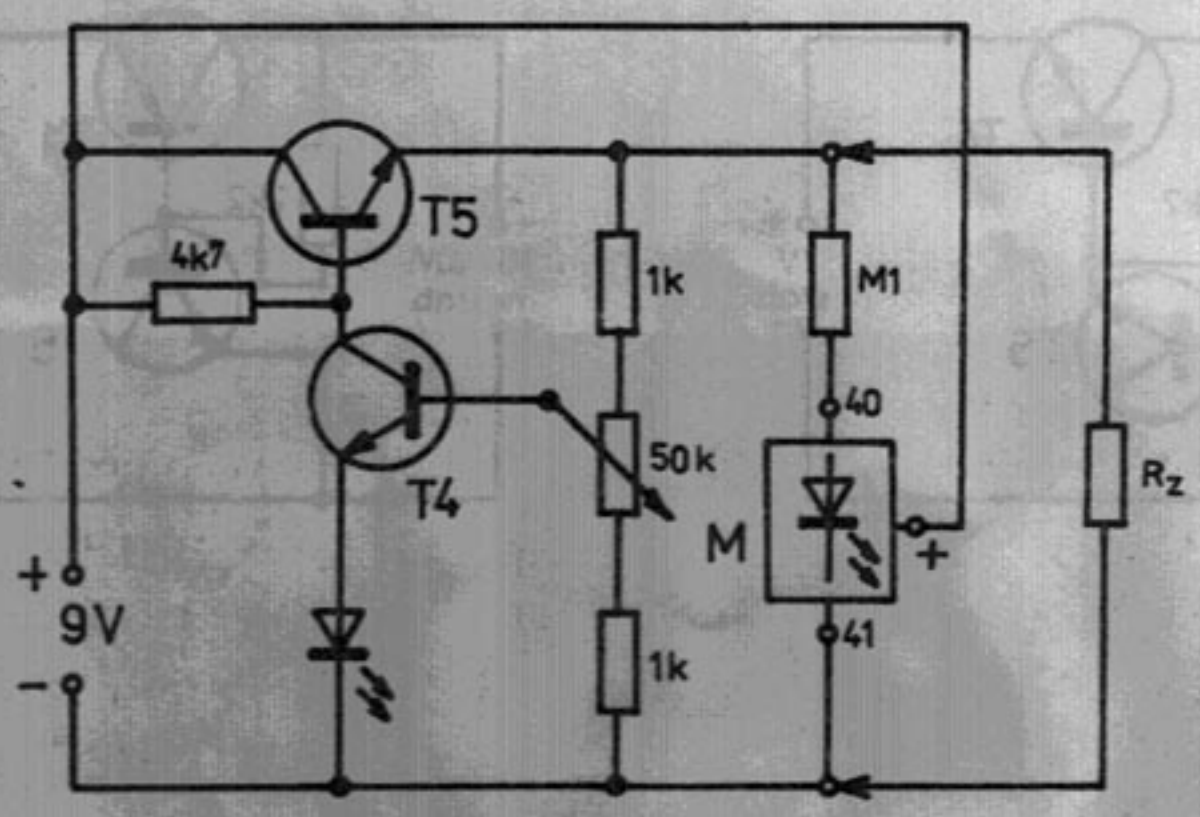


38. <u>Regulator szeregowy z tranzystorem</u>

Doskonalsze stabilizatory napięcia wykorzystują tranzystor jako człon regulacyjny. Dwa podstawowe typy szeregowych regulatorów napięcia są na naszych rysunkach. Szeregowym nazywa się ten typ dlatego, że człon regulacyjny /tranzystor T4 lub T1/ jest połączony szeregowo w głównym odgałęzieniu obwodu. Tranzystor T5 służy jako źródło napięcia referencyjnego. Napięcie wyjściowe jest więc w przybliżeniu równie wielkie, jak napięcie Zenera przejścia baza-emiter T5.

Przy podłączaniu uważajcie na właściwą biegunowość i właściwe podłączenie do poszczególnych elektrod tranzystora. W wypadku błędnego podłączenia może łatwo dojść do zniszczenia któregoś tranzystora.

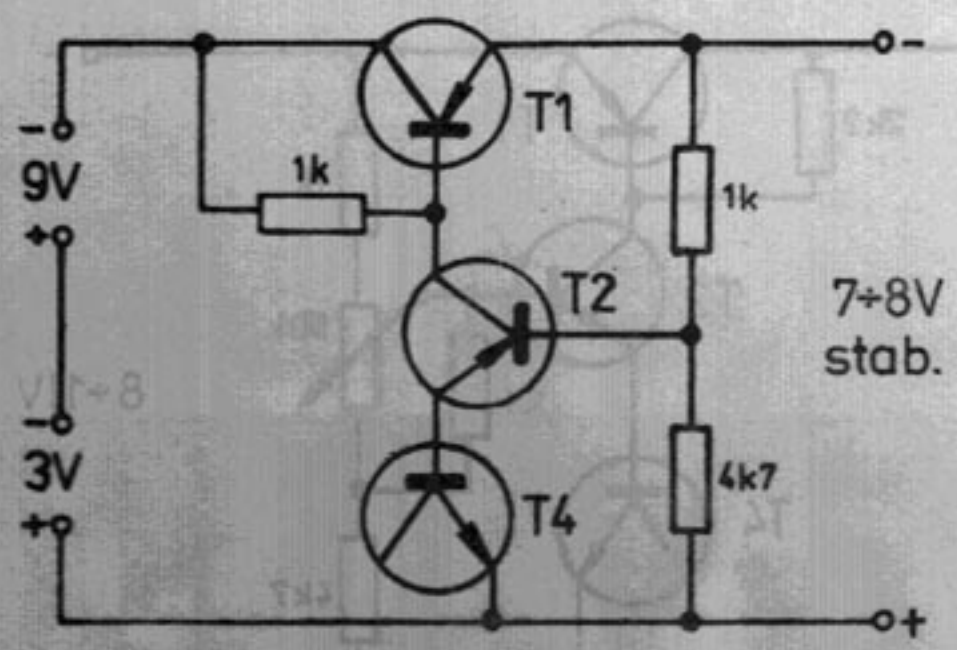
Z tych regulatorów napięcia można już pobierać większe prądy /setki mA/. Wartości maksymalne są dane typem użytego tranzystora regulacyjnego. Działanie stabilizacyjne możemy kontrolować przy pomocy woltomierza skomplikowanego przy użyciu miernika znajdującego się w zestawie. Stabilizator jest odpowiedni dla napięcia wejściowego 10-20 V, źródło napięcia wejściowego dla doświadczenia sporządzimy przez połączenie baterii 3V i 9V.



39. Źródło napięcia o stałej wielkości

Tego źródła często używa się w różnych typach obwodów elektrycznych, zwłaszcza w dokładnych urządzeniach elektronicznych. Napięcie wyjściowe niestabilizowanego źródła zmienia się w zależności od poboru prądu. W wielu obwodach elektronicznych zmiany te są jednak niepożądane. Dlatego używamy następującego urządzenia.

W użytym połączeniu jest porównywane napięcie wyjściowe z napięciem referencyjnym /napięcie na diodzie luminiscencyjnej/ i według ich stosunku jest sterowana wielkość przepływającego prądu na wyjściu obwodu. Tranzystor regulacyjny T5 jest połączony jako opór przemienny w szeregu z opornikiem obniżającym Rz.
Tranzystor T4 przedstawia tzw. wzmacniacz sterujący. Potencjometr wspólnie z opornikiem 1k tworzy czujnik odchylenia od nastawionej wartości. Potencjometrem można napięcie wyjściowe w pewnym przedziale zmieniać. Napięcie na wyjściu jest indykowane przez zapalenie jednej z diod na indykatorze. Funkcjonowanie źródła możemy sptawdzić w ten sposób, że zmieniamy oporniki podłączone na wyjściu źródła w przedziale od 100 Ω do 10 000 Ω.



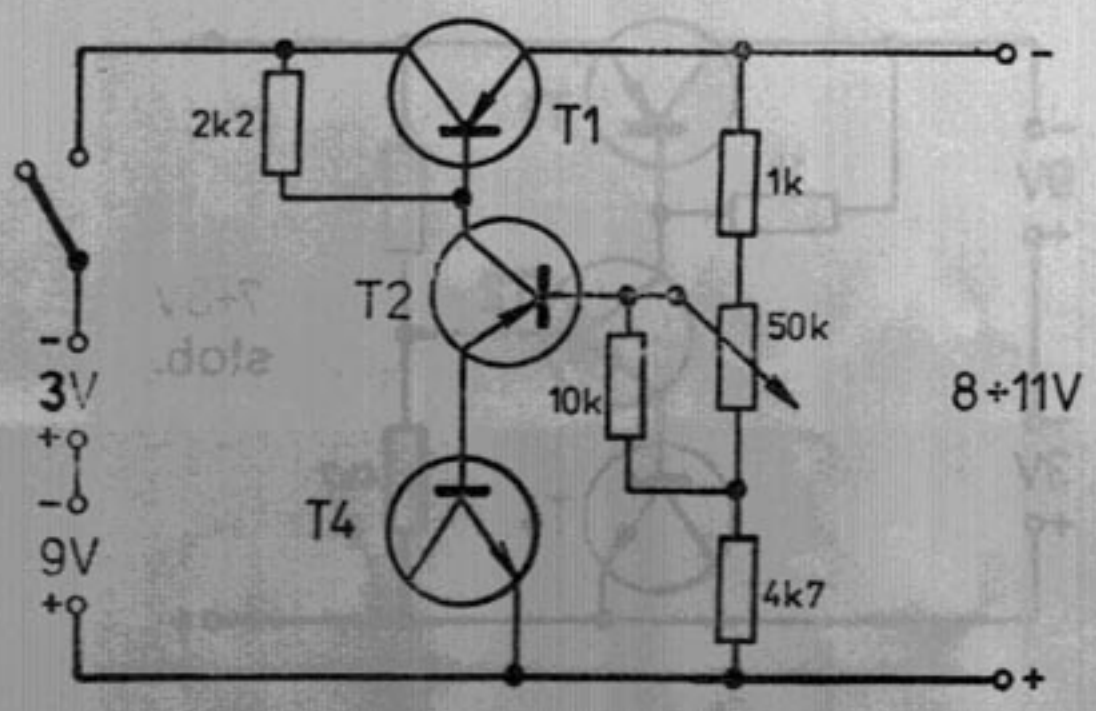
40. Stabilizator napięcia ze wzmacniaczem

Kolejny typ stabilizatora wykorzystuje do sterowania tranzystora regulacyjnego. Wzmacniaczem w naszym wypadku jest T2. Tranzystor T4 jest podłączony jak dioda Zenera.

Zwięźle opiszmy działanie tego stabilizatora. Jeżeli z jakiegokolwiek powodu wzrośnie napięcie wyjściowe /zmniejszenie obicążenia, zwiększenie napięcia wyjściowego/, wzrośnie prąd tranzystora T2 na niekorzyść prądu bazowego T1. T1 stanie się przez to mniej przewodnim i napięcie wyjściowe się zmniejszy. Zmiany te przebiegają bardzo szybko i w małym przedziale, dlatego napięcie wyjściowe jest praktycznie o stałej wielkości. Przy zmniejszeniu napięcia wyjściowego proces jest odwrotny.

Połączeń regulatorów szeregowych ze wzmacniaczem jest wiele, dla zrozumienia funkcjonowania wystarczy jednak przytoczone połączenie.

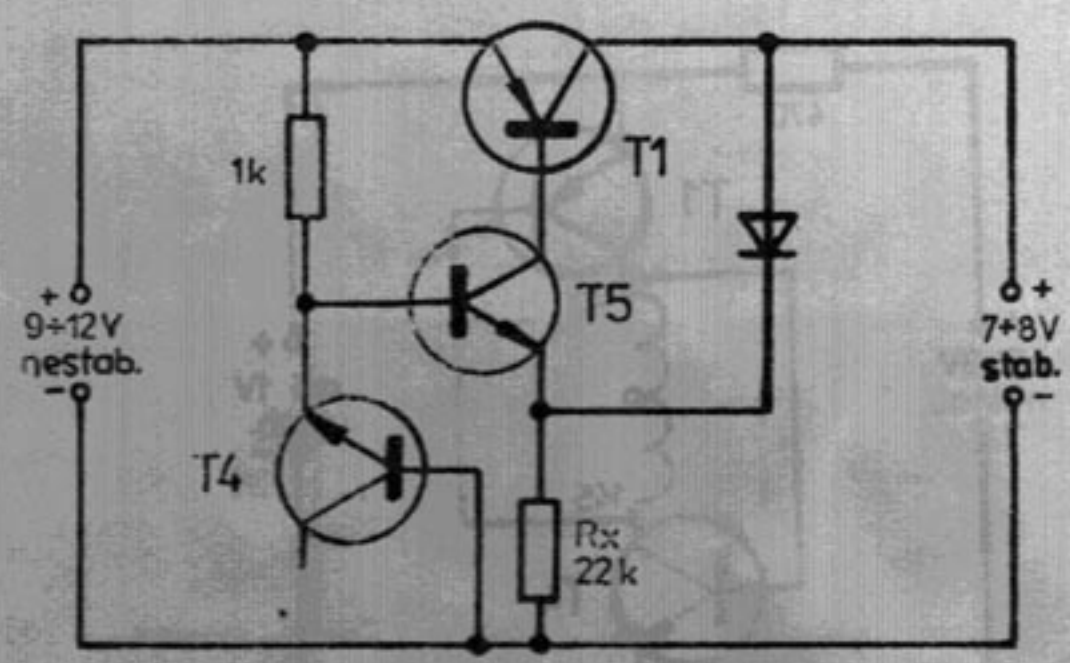
Wielkość możliwego do poboru prądu jest dana typem tranzystora regulacyjnego /jego maksymalnym dopuszczalnym prądem i dopuszczalną stratą kolektorową/. W naszym połączeniu jest to około 100 mA.



41. Regulowane źródło prądu stałego

Obwód ten różni się od poprzedniego zaszeregowaniem potencjometra do obwodu bazy tranzystora regulacyjnego T2. Potencjometrem tym można w pewnym przedziale regulować wielkość stabilizowanego napięcia wyjściowego /w przybliżeniu w przedziale od wielkości referencyjnego napięcia Zenera do napięcia zasilającego/. W praktyce tego sposobu używa się przy stabilizatorach napięcia z transformatorami, których wejściowe napięcie zasilające wynosi 20-30 V, a napięcie referencyjne 5-6 V. Stabilizowane napięcie wyjściowe można w tych wypadkach regulować w przedziale 7-25 V.

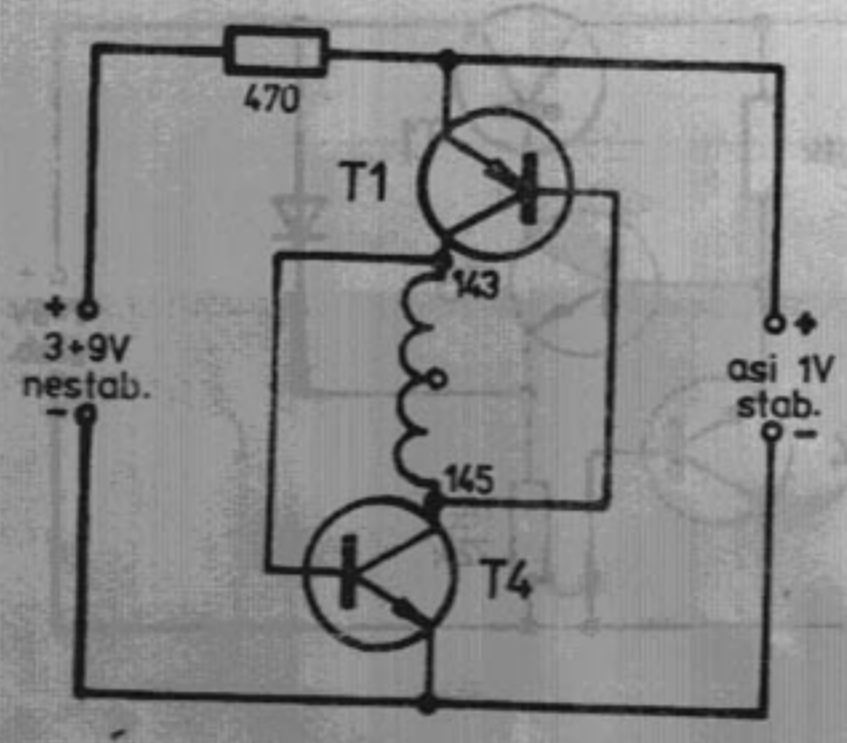
Funkcjonowanie tego typu stabilizatora możemy wypróbować w połączeniu według rysunku. Z niestabilizowanego napięcia wejściowego 12 V /baterii 3V i 9V w szeregu/ uzyskamy stabilizowane napięcie wyjściowe, które można regulować w przedziale 8V - 11V. Jeżeli użyjemy jako źródła wejściowego wyższego napięcia /dodaktowa bateria 9V w szeregu z pierwtonym źródłem/, uzyskamy źródło napięcia, które można regulować w przedziale 8-15 V.



42. Stabilizator napięcia z ochroną przeciw krótkiemu spięciu

Stabilizator napięcia, który jest odporny na krótkie spięcie na wyjściu, można skonstruować według tego połączenia, Maksymalny prąd wyjściowy, który można pobierać ze stabilizatora, jest dany wielkością oporu R_x i wielkością prądowego czynnika wzmacniającego tranzystora T1. Im większy jest opór R_x, tym maksymalny prąd wyjściowy jest mniejszy i na odwrót. Im większe jest wzmocnienie T1, tym większy jest maksymalny prąd wyjściowy.

Z elementami, które zostały użyte w schemacie, będzie maksymalny prąd wyjściowy 10 do 40 mA w zależności od wzmocnienia T1. Połączenie jest bardzo korzystne, bowiem nie trzeba obawiać się krótkiego spięcia na wyjściu i zniszczenia przez to drogich elementów.

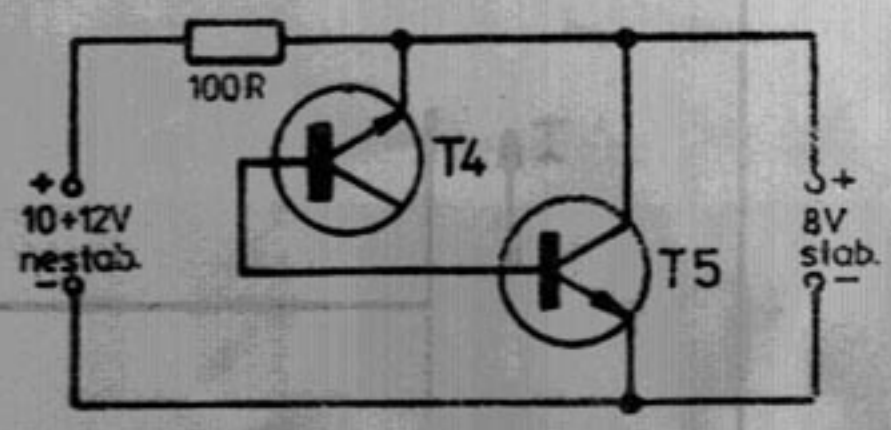


43. Stabilizator małego napięcia

Przy pomocy tego połączenia uzyskamy stabilizator napięcia o napięciu wyjściowym około 1V.

Niestabilizowane napięcie /bateria 3V, 9V/ jest prowadzone przez dodatkowy opornik szeregowy 470Ω do emitera T1, który przedstawia katodę fikcyjnej diody Zenera. Anoda odpowiada emiterowi T4. Na działanie stabilizujące ma wpływ wielkość oporu między tranzystorami /w naszym wypadku uzwojenie anteny ferrytowej/. Najlepsza stabilizacja jest przy oporze około 3,5 Ω , nasza antena ma około 1,5 Ω.

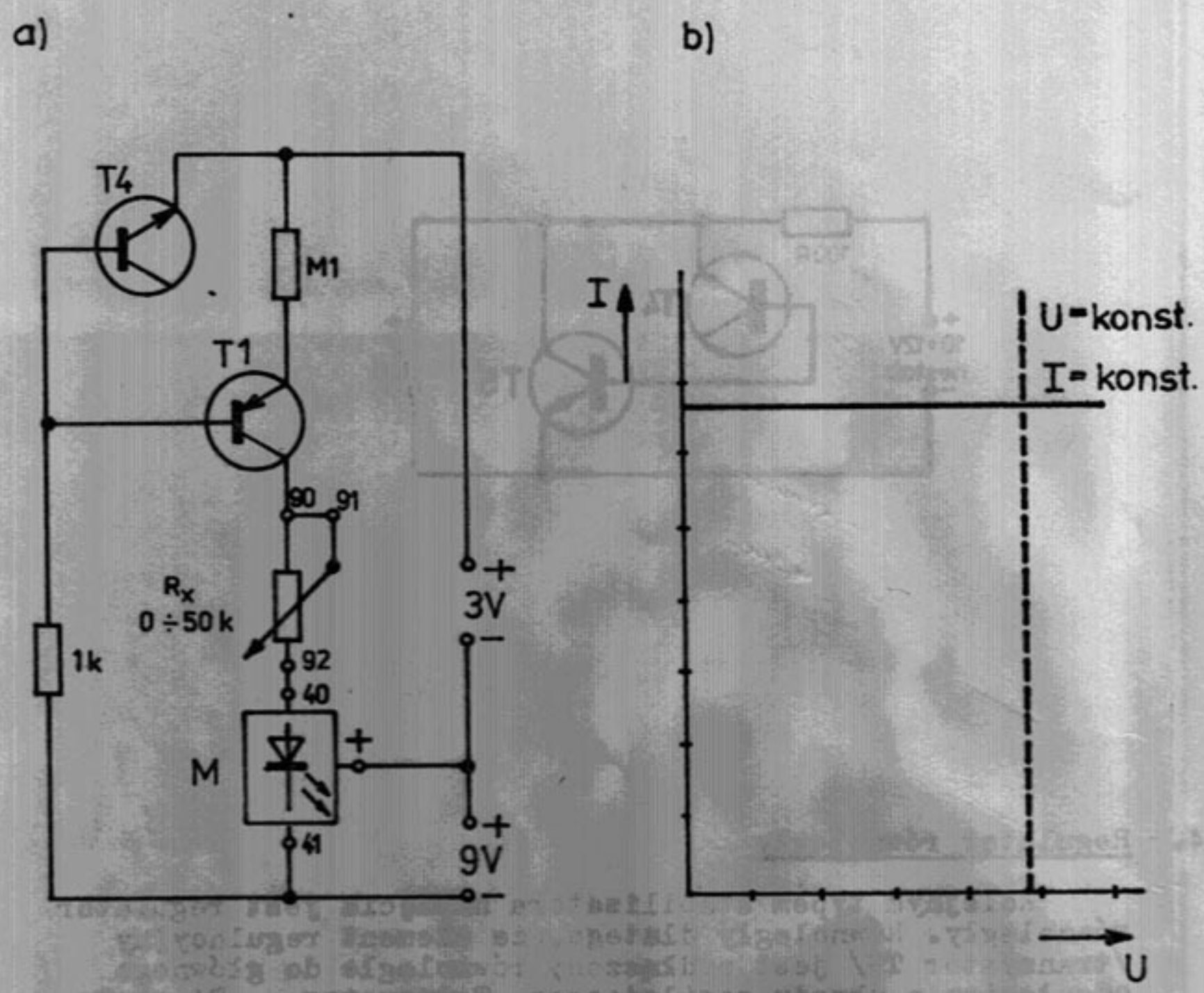
Również z tego stabilizatora można pobierać stosunkowo mały prąd /dziesiątki mA/. O funkcjonowaniu urządzenia znowu przekonamy się przy pomocy woltomierza.



44. Regulator równoległy

Kolejnym typem stabilizatora napięcia jest regulator równoległy. Równoległy dlatego, że element regulacyjny /tranzystor T5/ jest podłączony równolegle do głównego odgałęzienia obwodu zasilającego. Tranzystor T4 służy jako dioda Zenera z napięciem Zenera około 7 do 8 V. Jeżeli wzrośnie napięcie wyjściowe, zwiększy się także prąd przepływający przez diodę Zenera i przejście baza- - emiter T5. Przez to wzrośnie prąd kolektorowy T5 oraz zwiększy się też ubytek na dodatkowym oporniku szeregowym i napięcie wyjściowe znowu ustali się na pierwotnym poziomie.

Do zasilania użyjemy szeregowo połączonych baterii zestawu, ze stabilizatora można pobierać tylko mały prąd wyjściowy do 50 mA.

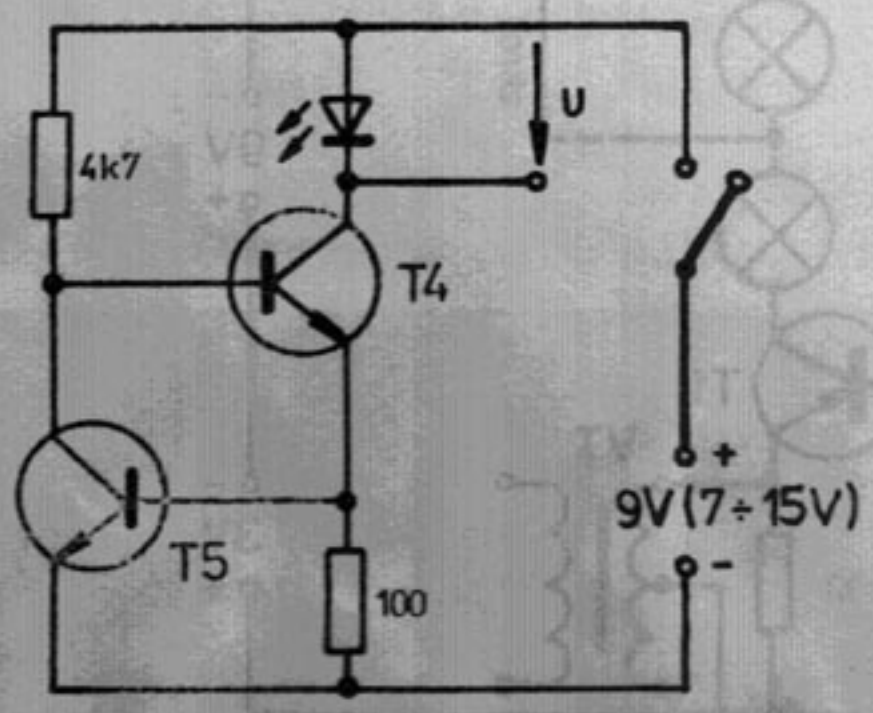


45. Źródło prądu o stałej wielkości

Źródłem prądu o stałej wielkości jest urządzenie sprawiające, że bez względu na wielkość oporu obciążającego R_x przepływa przez ten opornik prąd stale o tej samej wielkości. Jego charakterystyka /zależność prądu od napięcia/ jest na rys. b/. Dla porównania kreską przerywaną jest przedstawiona charakterystyka idealnego źródła napięcia o stałej wielkości/.

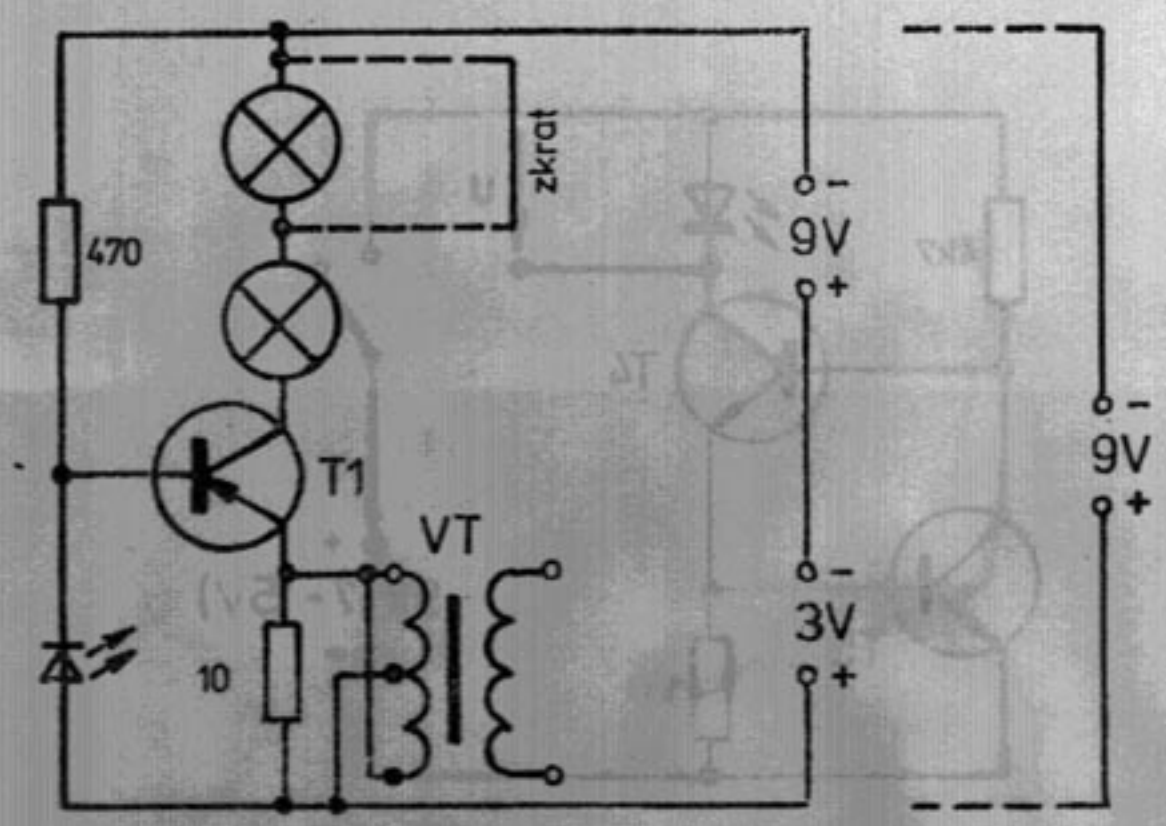
W naszym połączeniu wielkość prądu przepływającego ~~xxxxxxxxxxxx~~ przez obciążenie /opornik R_x/ jest dana wielkością oporu w emiterze T1 w konkretnym wypadku wynosi około 70 μA. Wypróbujcie, że przez zmianę wartości opornika R_x w przedziale o /krótkie spięcie/ do 10 kΩ na indykatorze będzie stale świecić ta sama dioda.

Przytoczone połączenie ma szerokie zastosowanie w technice pomiarowej, generatorach piłokształtnych napięć linearnych, wykorzystywany jest przy ładowaniu akumulatorów ołowiowych itp.



46. Źródło prądu o stałej wielkości dla diody luminiscencyjnej

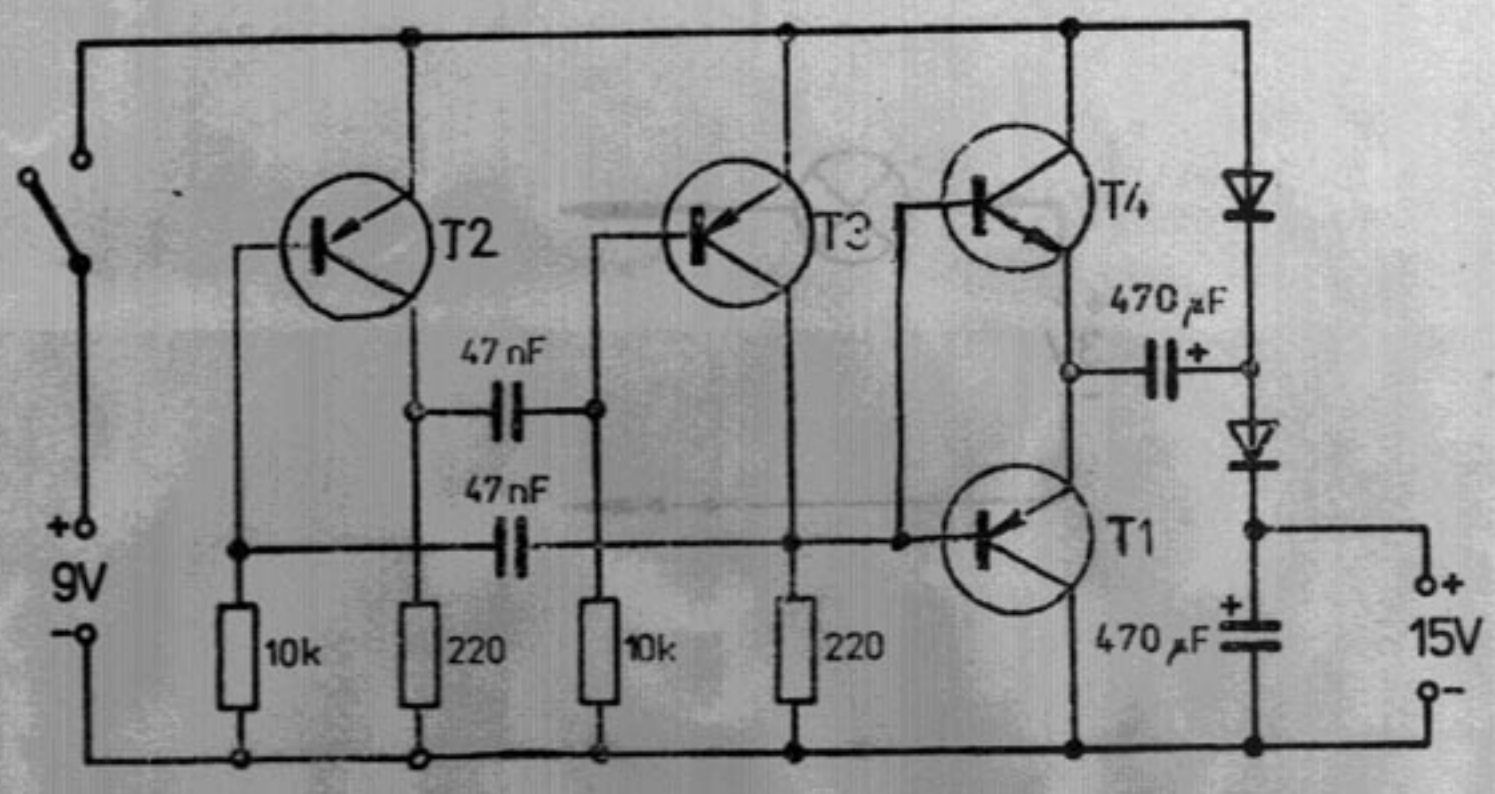
W jednym z poprzednich połączeń widzieliście, że diodę luminiscencyjną można wykorzystać jako źródło napięcia referencyjnego. Można jej jednak także użyć do uzyskania stabilizowanego napięcia. Dioda ta ma stromą charakterystykę woltoamperową, ubytek napięcia na niej wynosi około 1,6-1,8 V. Jeżeli jednak połączenie z diodą będziemy eksploatować w szerokim przedziale napięcia zasilającego, zmiana napięcia zasilającego będzie powodować zmianę prądu przepływającego przez diodę i tym samym też małe zmiany na diodzie luminiscencyjnej. Wahania prądu można zniwelować przez włączenie stabilizatora prądu szeregowo z diodą. Mówimy, że diodę luminiscencyjną będziemy zasilać ze źródła prądu o stałej wielkości. Połączenie według rysunku ma nawet przy swej prostej budowie bardzo dobre właściwości. Nawet zmiana napięcia zasilającego z 7 do 15 V nie wpłynie widocznie na mierzony wynik.



47. Źródło prądu do zasilania żarówek

Na tym rysunku jest połączone źródło prądu o wielkości 150 mA stosowne do zasilania żarówek. Ciekawostką połączenia jest użycie diody luminiscencyjnej jako źródła napięcia referencyjnego /zamiast diody Zenera/. Właściwa wielkość oporu czujnikoweo w emiterze tranzystora jest wytworzona równoległym połączeniem opornika 10Ω i przymarnych części transmofrmatora wyjściowego. Kombinacja ta ma opór około 5Ω.

Przez zbocznikowanie jednej z żarówek przewodnikiem intensywność światła drugiej żarówki nie zmieni się. Oznacza to, że wielkość prądu została zachowana. Jasność żarówek jest taka sama nwet przy obniżeniu napięcia zasilającego z 12 do 9 V /dla zasilania użyjemy tylko baterii 9V/, bateria musi być jednak w dobrym stanie. Przez kolektor tranzystora T1, który jest podłączony do żarówek, będzie przepływał prąd o stałej wielkości i wtedy, jeżeli zmieni się opór obciążający /liczba żarówek/ lub napięcie zasilające.

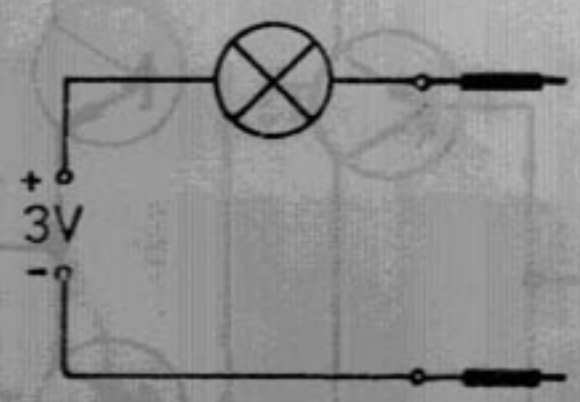


48. Przetwornica napięcia bez transformatora

W praktyce w niektórych połączeniach potrzebujemy zasilać część obwodu większym napięciem. Posłuży nam do tego na przykład obwód według rysunku.

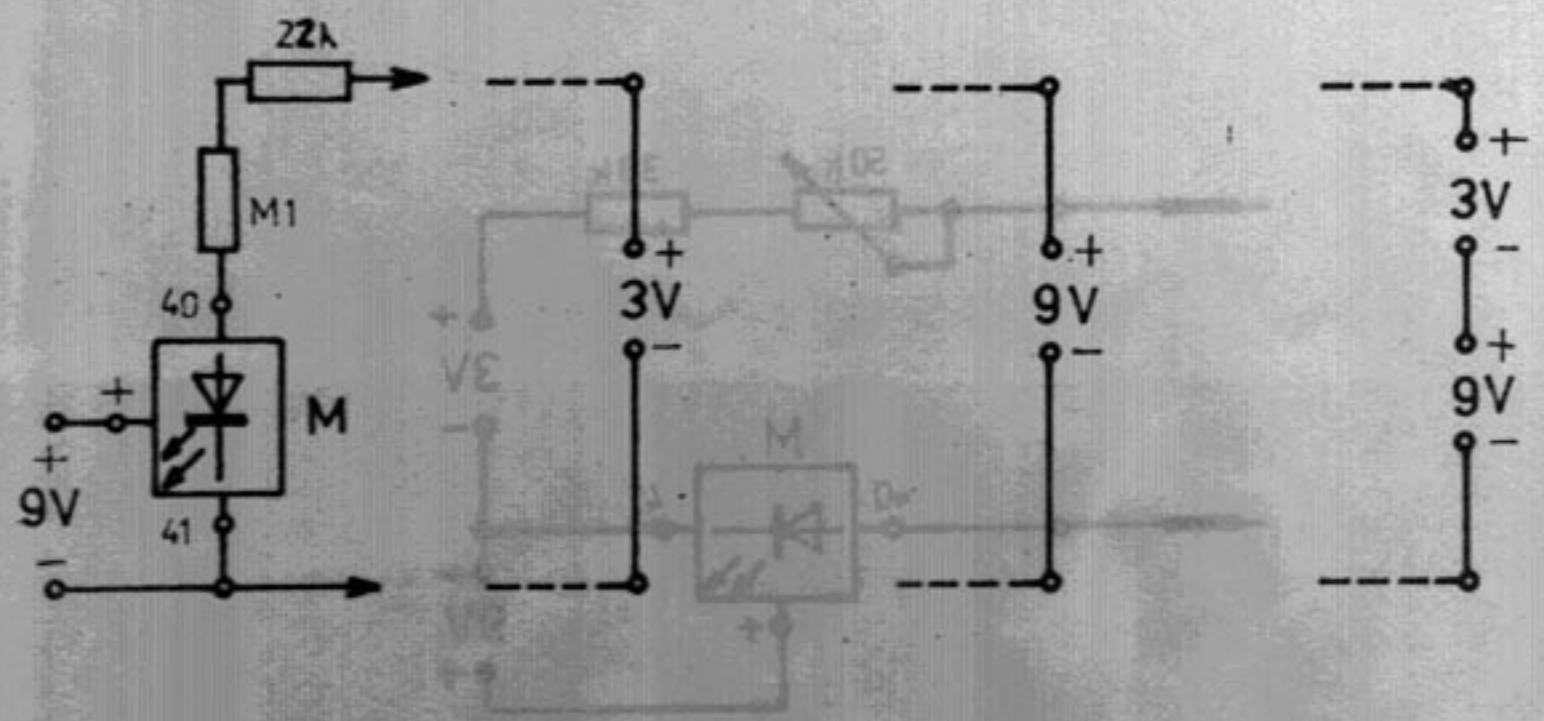
Multiwibrator tranzystorowy o częstotliwości około 300 Hz zasila wzmacniacz końcowy z dodatkową parą tranzystorów. Napięcie wyjściowe, pobierane przez kondensator 470 µF, zostanie wyprostowane i może być użyte do zasilania innych obwodów. Dla małego poboru prądu jest na wyjściu 15 V, z obciążeniem napięcie nieco spada. Maksymalny pobór prądu jest dany typem użytych tranzystorów.

Próbniki



49. Żarówkowy próbnik połączeń

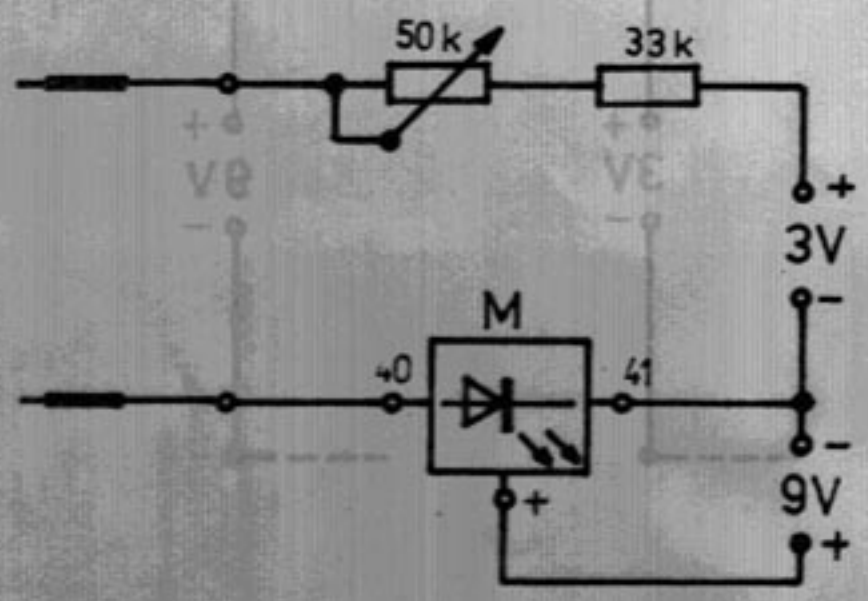
Ten bardzo prosty obwód składa się z baterii i żarówki. Używa się go często w praktyce, ponieważ nie zawsze mamy pod ręką dokładne przyrządy pomiarowe i często wystarcza tylko kontrolne stwierdzenie, czy obwód elektryczny nie jest przerwany lub czy styki w urządzeniu są właściwie połączone. Żarówka świeci, jeżeli w obwodzie przepływa prąd i obwód jest zamknięty. Światłość żarówki zależna jest od wielkości oporu obwodu, który sprawdzamy. Świeci jasno, jeżeli opór jest mały, światłość spada z rosnącą wielkością oporu w obwodzie. Wypróbujcie na opornikach w zestawie przy jakiej wielkości oporu podłączonego do próbnika żarówka świeci. Obwodu możemy więc użyć także jako najprostszego omomierza dla małych oporów. Wielkość oporu jest odwrotnie proporcjonalna do światłości żaróki.



50. Prosty woltomierz

W bardzo prosty sposób można z naszego przyrządu pomiarowego zbudować woltomierz napięć stałych o skali 12 V.

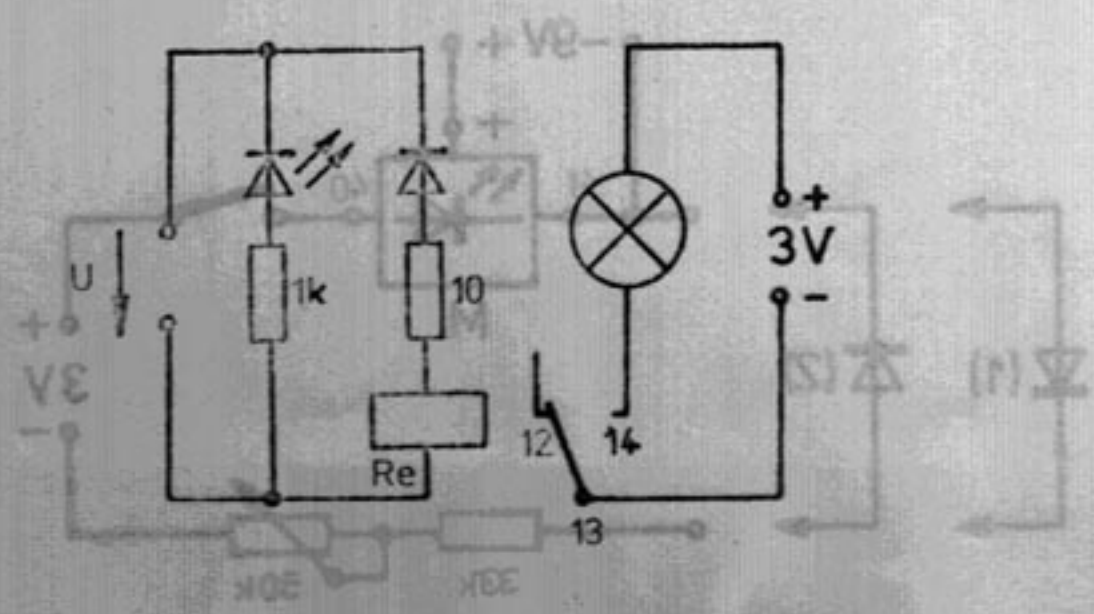
Sam przyrząd pomiarowy ma czułość w przybliżeniu o.1 mA, 500 mV. Przez włączenie opornika o wartości 22 kΩ szeregowo z przyrządem pomiarowym uzyskamy woltomierz, ktorym mo możemy mierzyć napięcie od 0 do 12 V. Przez podłączenie woltomierza kolejno do 3, 9, 12 V ewentualnie do dalszych znanych napięć stałych w tym przedziale, to poszczególnym napięciom odpowiada zawsze inna zapalona dioda na indykatorze. Przez oznaczenie poszczególnych diod dla odpowiednich napięć uzyskamy prosty woltomierz, który możemy używać do kontroli napięcia baterii itp.



51. Omomierz

Omomierz jest przyrządem, przy pomocy ktorego mierzymy opór elektryczny, możemy sprawdzać przewodność obwodów, części urządzeń itp. Przyrząd, ktory zbudujemy, można by użyć tylko częściowo, gdybyśmy nie znali stałej i przedziału przyrządu.

Po zbudowaniu połączenia spowodujcie krótkie spięcie końcówek pomiarowych. Pokręćcie gałką potencjometra dopóki nie zapali się ostatnia dioda na indykatorze. Dalej włączymy do obwodu opornik 100 omów i zapiszemy do tabelki, ktora dioda na indykatorze się zapaliła. Podłączymy kolejny opornik o większej wartości w szeregu oporników i zapisujemy, które diody się zapaliły. W trakcie cechowania /stwierdzania poszczegolnych zapalających się diod/ nie wolno zmieniać nastawienia potencjometra, bowiem musielibyśmy cały proces powtarzać. Po pomiarach narysujemy zmierzone wartości w wykresie, gdzie na osi poziomej znaczymy numery diod, a na osi pionowej opór. Przy pomiarze nieznanego oporu znajdziemy według konkretnej zapalonej diody wielkość nieznanego oporu. Omometra można użyć też zamiast probnika żarówkowego.



52. Obwód do stwierdzania biegunowości napięcia i trzech poziomów napięcia

Przeprowadźcie doświadczenie z przyrządem, który może pracować jako woltomierz, ale można go użyć tylko do orientacyjnego mierzenia trzech poziomów napięcia.

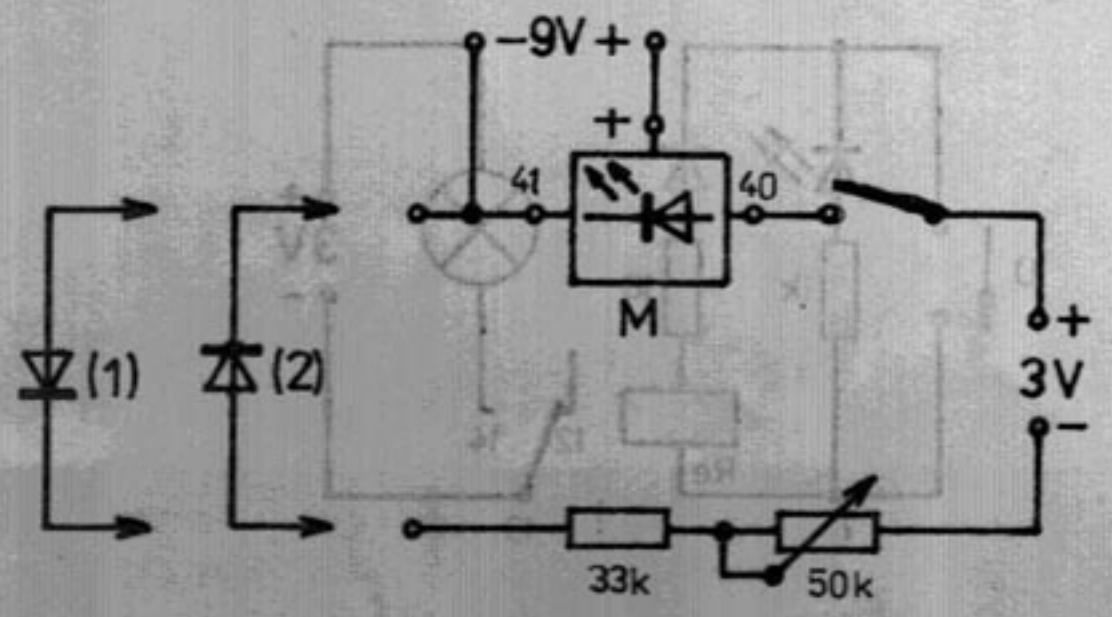
Jeżeli przewodniki pomiarowe przystawimy do baterii lub do jakiegokolwiek sprawdzanego obwodu /uważajcie na właściwą biegunowość/, nastaną następujące stany:

a/ Jeżeli napięcie źródła jest mniejsze niż 1,5 V, nie świeci ani dioda luminiscencyjna, ani żarówka.

b/ Jeżeli testo ane napięcie jest większe niż 1,5 V i mniejsze niż 5 V, zapali się dioda luminiscencyjna.

c/ Jeżeli napięcie testowane jest większe niż 5V, zapali się zarówno dioda luminiscencyjna, jak i żarówka.

Przyrząd umożliwi wam orientacyjne stwierdzenie napięcia źródeł, nadaje się jako próbnik baterii, różnych przyrządów itp.

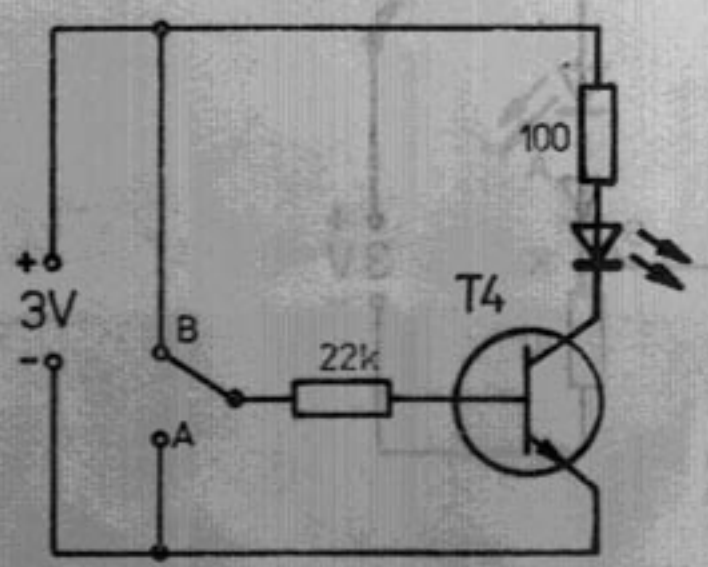


53. Próbnik diod

Każda dioda ma dwie elektrody, katodę i anodę. Prąd przechodzi przez diodę w kierunku strzałki od anody do katody przy przepustowo biegunowym napięciu na diodzie, przy odwrotnej biegunowości napięcia przez diodę przepływa tylko bardzo mały prąd szczątkowy /szeregowo 10^{-5} - 10^{-9} A/. Ta właściwość diod jest wykorzystywana do prostowania prądu zmiennego. Prąd zmienny nieustannie zmienia kierunek swego przepływu. Ponieważ dioda umożliwia przepływ prądu tylko w jednym kierunku, przepuszcza tylko część prądu w kierunku własnej biegunowości, a więc prąd zmienny prostuje /ewentualnie wykrywa, detekuje zmienny sygnał/.

Tester diod pracuje w ten sposób, że mierzoną diodę podłączymy do zacisków testujących najpierw w jednym, a następnie w drugim kierunku. Jeżeli dioda jest w porządku, na indykatorze zapali się dioda jedynie przy biegunowości /1/ diody. Przy podłączeniu diody w kierunku /2/ na indykatorze nie zapali się żadna dioda. O ile nie zapali się dioda na indykatorze przy połączeniu /1/ ani /2/, jest mierzona dioda przerwana.

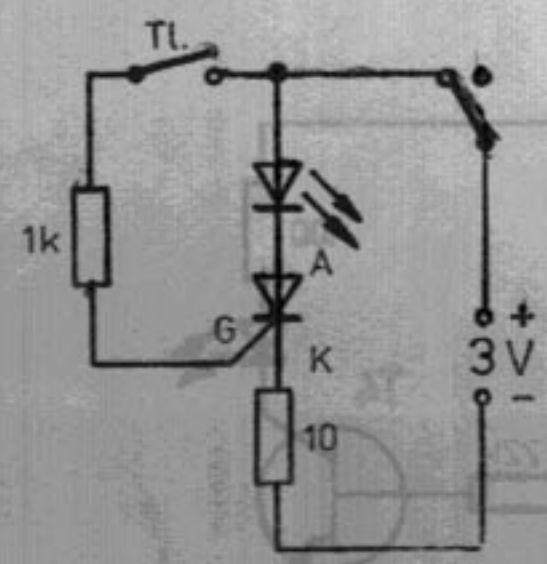
O ile na indykatorze świeci stale ta sama dioda przy obu połączeniach, na diodzie jest krótkie spięcie.



5 . Próbnik tranzystorów

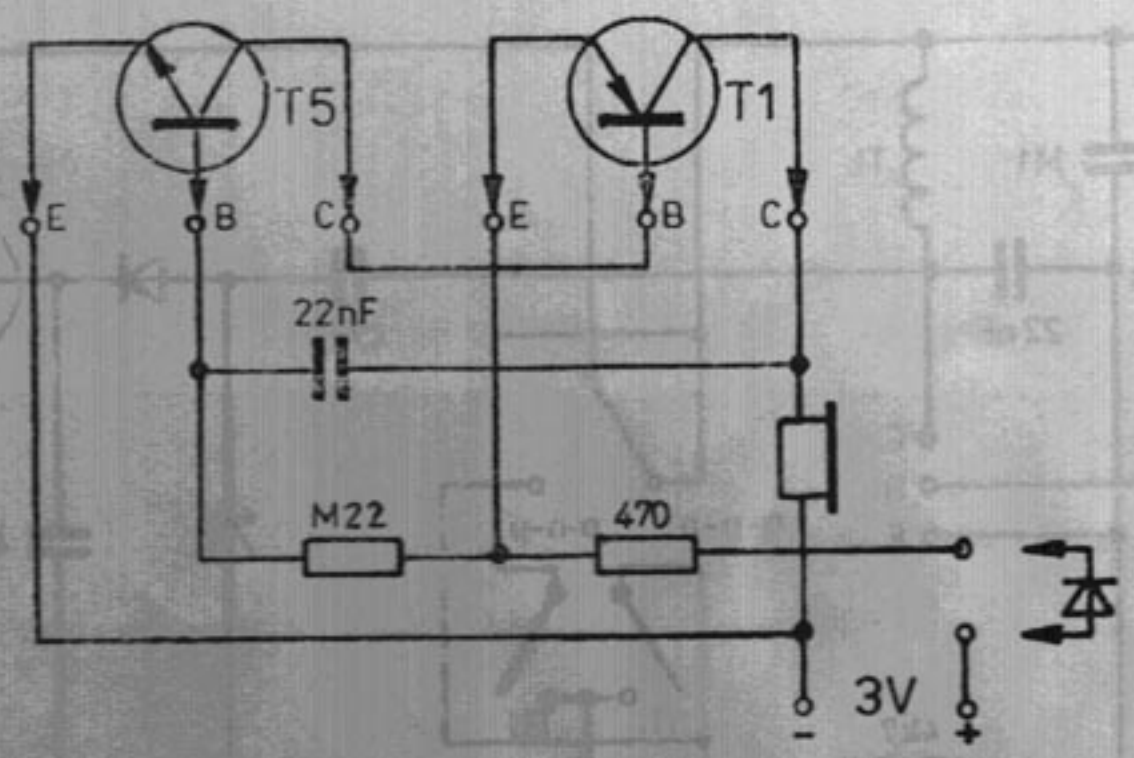
Przy pomocy tego obwodu możecie stwierdzić, czy nieznany tranzystor jest w porządku. Po połączeniu obwodu przełączymy przełącznik do pozycji A, czyli baza tranzystora jest uziemniona /podłączona do ujemnego bieguna źródła/. W tym wypadku prąd przez tranzystor nie przepływa, dioda luminiscencyjna nie świeci. Następnie przełączymy przełącznik do pozycji B, przez to podłączymy bazę tranzystora do dodatniego bieguna źródła, tranzystor się otwiera i dioda luminiscencyjna pod wpływem prądu przepływającego między kolektorem i emitorem zapali się.

Uwaga: W ten sposób sprawdzamy tranzystory typu NPN. Przy sprawdzaniu tranzytora typu PNP musimy odwrócić biegunowość baterii i diody luminiscencyjnej.



55. Próbnik tranzystorów

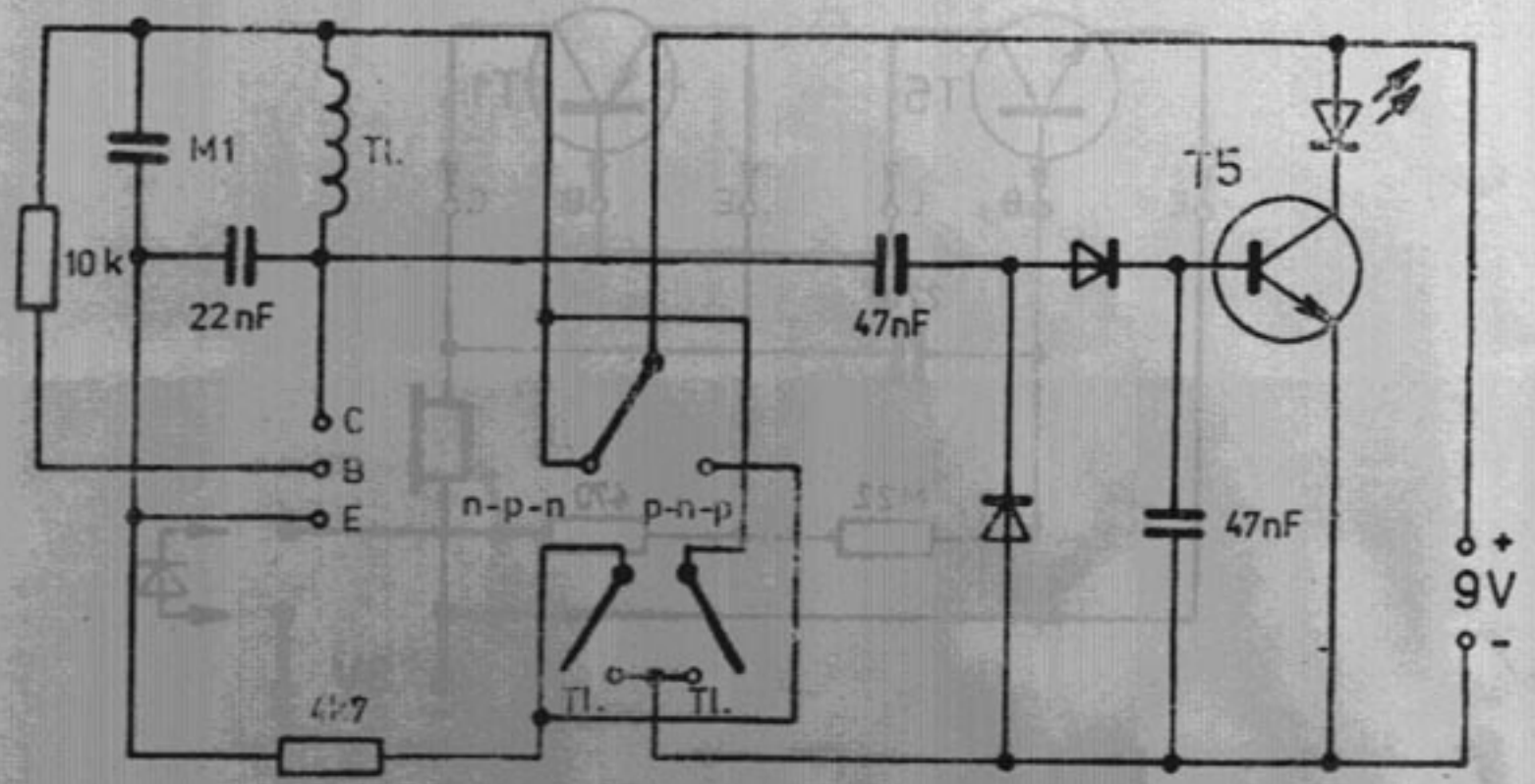
Podobnie jak tranzystor również tyrystor ma trzy elektrody. Anodę, katodę i bramkę /G/. Po podłączeniu prądu zasilającego do tyrystora prąd przez tyrystor nie przepływa. Przez łączenie przełacznika doprowadzimy napięcie do bramki, tyrystor się włączy, zaczyna przepływać prąd między anodą i katodą idioda luminiscencyjna w obwodzie zapali się. Wyłączyć tyrystor można w ten sposób, że przełącznikiem odłączymy źródło zasilające. Jeżeli sprawdzamy tyrystor pracuje według tego opisu, jest w porządku.



56. Orientacyjny próbnik tranzystorów i diod

Bardzo prostą pomocą do szybkiego stwierdzenia, czy tranzystor lub dioda są w porządku, jest ten orientacyjny próbnik.

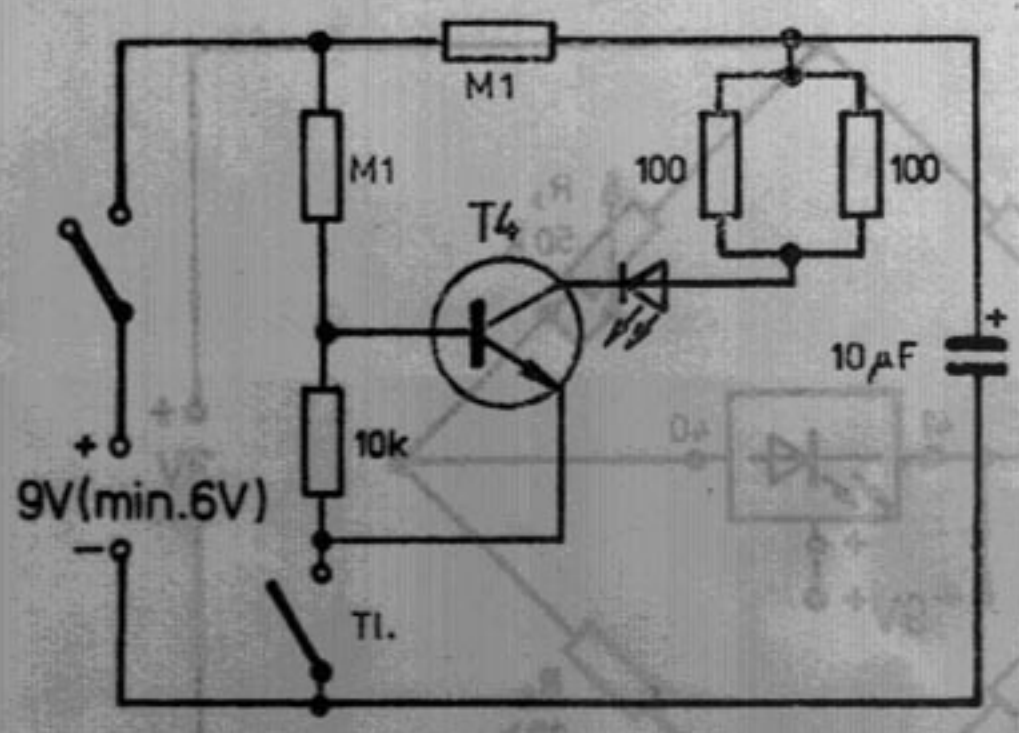
Tranzystory są połączone jako oscylator i w słuchawce odzywa się ton o częstosliwości ok. 600 Hz. Sprawdzany tyrystor podłączyny np. do trzech wolnych sprężyn i włączymy go do obwodu zamiast tranzystora T3 albo T5. Według tego, o jakim typie przewodności jest sprawdzany tranzystor. Dlatego że oscylator jest tworzony dwama typami tranzystorów /PNP i NPN/, możemy właściwie testować bez jakiegokolwiek przełącznika tranzystory obu biegunowości, nawet można częściowo kontrolować także i jakość, bowiem wysokość tonu w słuchawce zależy także od czynnika wzmacniającego użytych tranzystorów. Według tego możemy określić, czy sprawdzany tranzystor jest lepszy niż tranzystor użyty w zestawie. Tym połączeniem można sprawdzać też przepustowość diod lub nawet złącze przewodzące jak prostym próbnikiem krótkiego spięcia.



57. Próbnik tranzystorów z indykacją świetlną

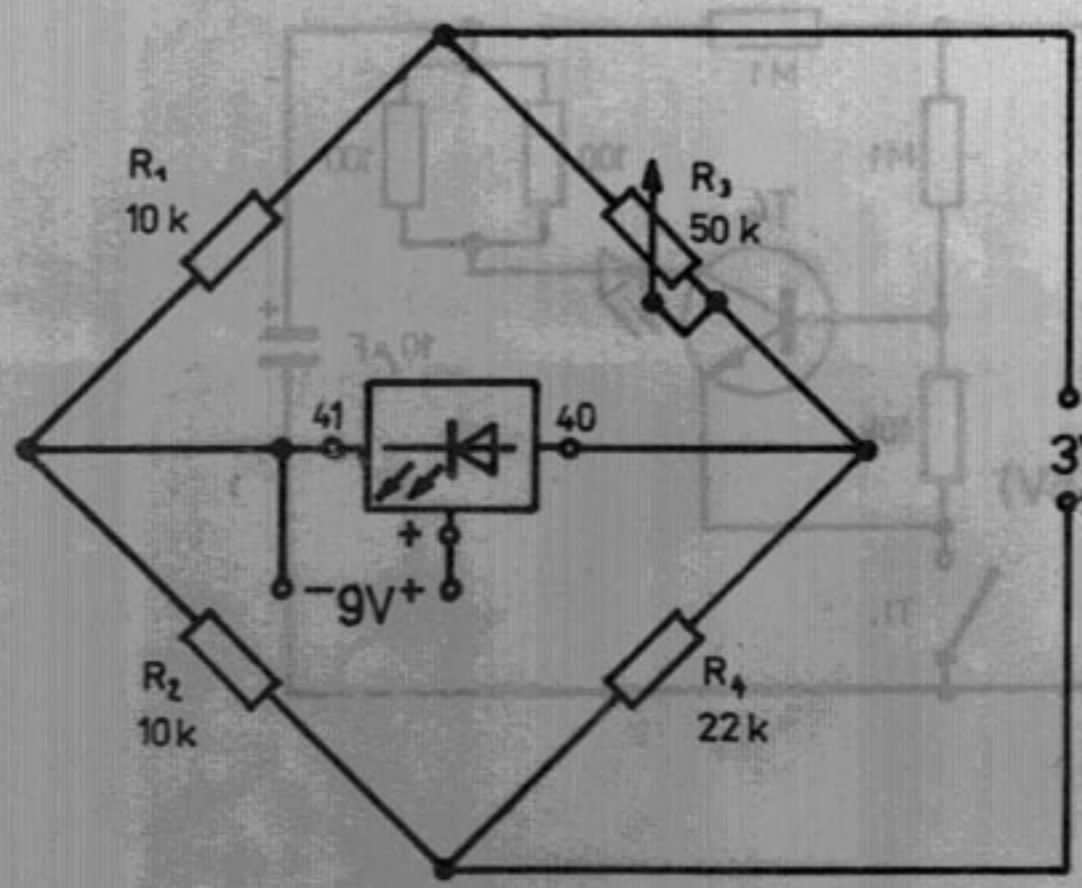
Jeżeli macie wątpliwości, czy tranzystor w waszym zestawie jest w porządku, przekonacie się o tym przy pomocy tego próbnika tranzystorów o małych mocach.

Przełącznik przełączycie do pozycji odpowiadającej typowi tranzystora /NPN i PNP/ i końcówki oznaczone C,E,B podłączycie do odpowiednich elektrod sprawdzanego tranzystora. Uwaga, nie wolno zamienić końcówek! Następnie naciśnijcie przycisk odpowiadający typowi przewodności tranzystora, i jeżeli tranzystor jest niesprawny, dioda luminiscencyjna świeci krótko lub w ogóle się nie zapali. W podobny sposób możemy sprawdzić również typ przewodności nieoznaczonego tranzystora oraz jego sprawność.



58. Próbnik stanu baterii

Próbnik ten nam wskaże, w jakim stanie jest dana bateria. Przez krótki czas dioda luminiscencyjan na próbniku wskazuje, że bateria ma dostateczny zapas energii. Dioda zabłyśnie wtedy, kiedy kondensator wyładuje się przez diodę luminiscencyjną, to znaczy tylko wtedy, kiedy bateria ma dostatecznie wysokie napięcie. Tylko w tym wypadku przy włączonym przycisku tranzystor P4 będzie przewodził. Kondensator wyładowuje się przez opornik ograniczający 50Ω /równoległe połączenie dwu oporników 100Ω / i diodę luminiscencyjną. Minimalne napięcie baterii nadającej się do użycia nastawia się dzielnikiem M1, 10k. Z użytymi elementami napięcie to wynosi ok. 6,5 V.



59. Mostek Wheatstone'a

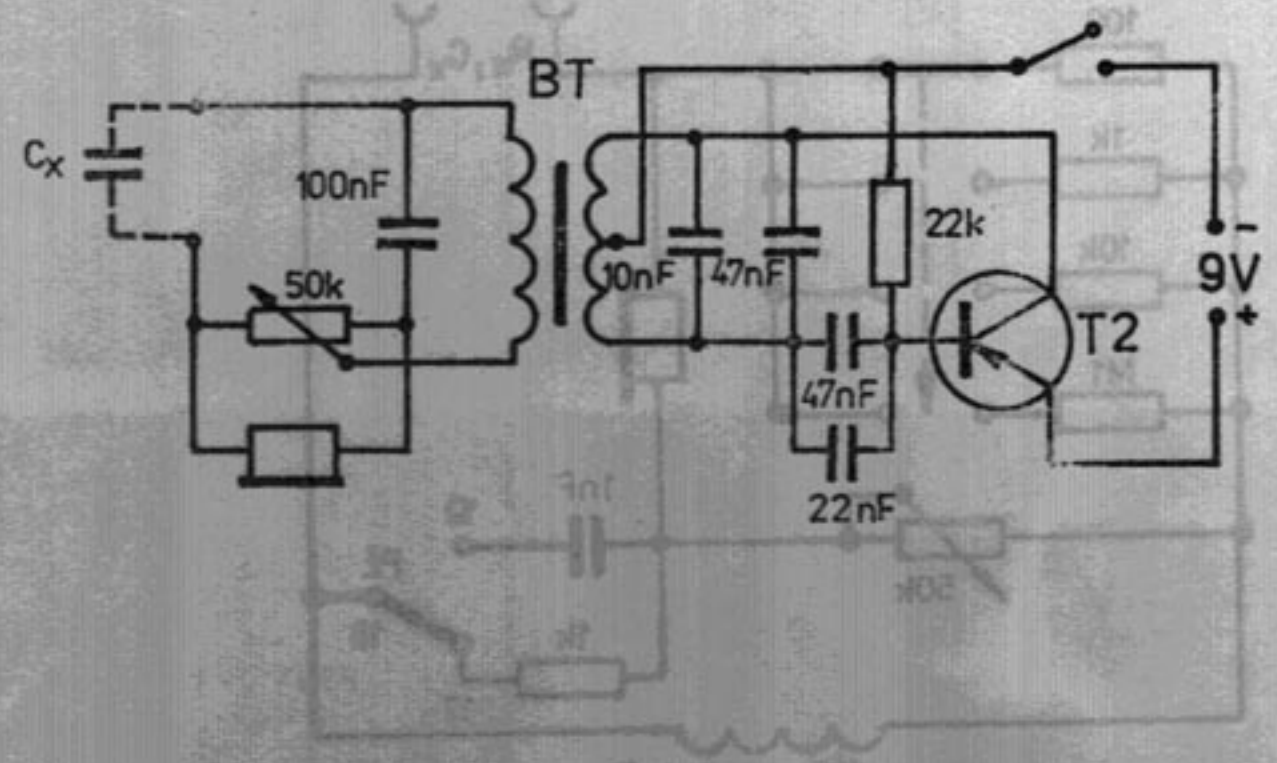
Obwód ten składa się z czterech oporników połączonych według rysunku. W przekątnej mostka jest podłączona bateria i przyrząd pomiarowy. To jest podstawowe połączenie obwodu. Funkcję połączenia wyraża równanie:

$$R_1 \cdot R_4 = R_2 \cdot R_3$$

Przy pomocy tego stosunku możemy obliczyć wielkość nieznanego mierzonego oporu. Obwod więc służy jako dokładny omometr i w praktyce jest używany do pomiarów bardzo małych oporow. Dla mostka Wheatstone'a obowiązuje, że przy spełnieniu warunku danego równaniem jest obwód w równowadze i prąd przez miernik nie przepływa.

Połączcie przyrząd według rysunku i zamiast opornika R_4 podłączcie nieznany opornik. Przez pokręcenie gałki potencjometra zgaście na indykatorze wszystkie diody, oprócz pierwszej diody sygnalizującej przyłączenie indykatora do napięcia zasilającego. Wielkość nieznanego oporu obliczymy według równania, przy czym znamy wielkość R_1 i R_2 a wielkość R_3 ocenimy według pozycji potencjometra. Wtedy obowiązuje, że:

$$R_4 = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_1}$$

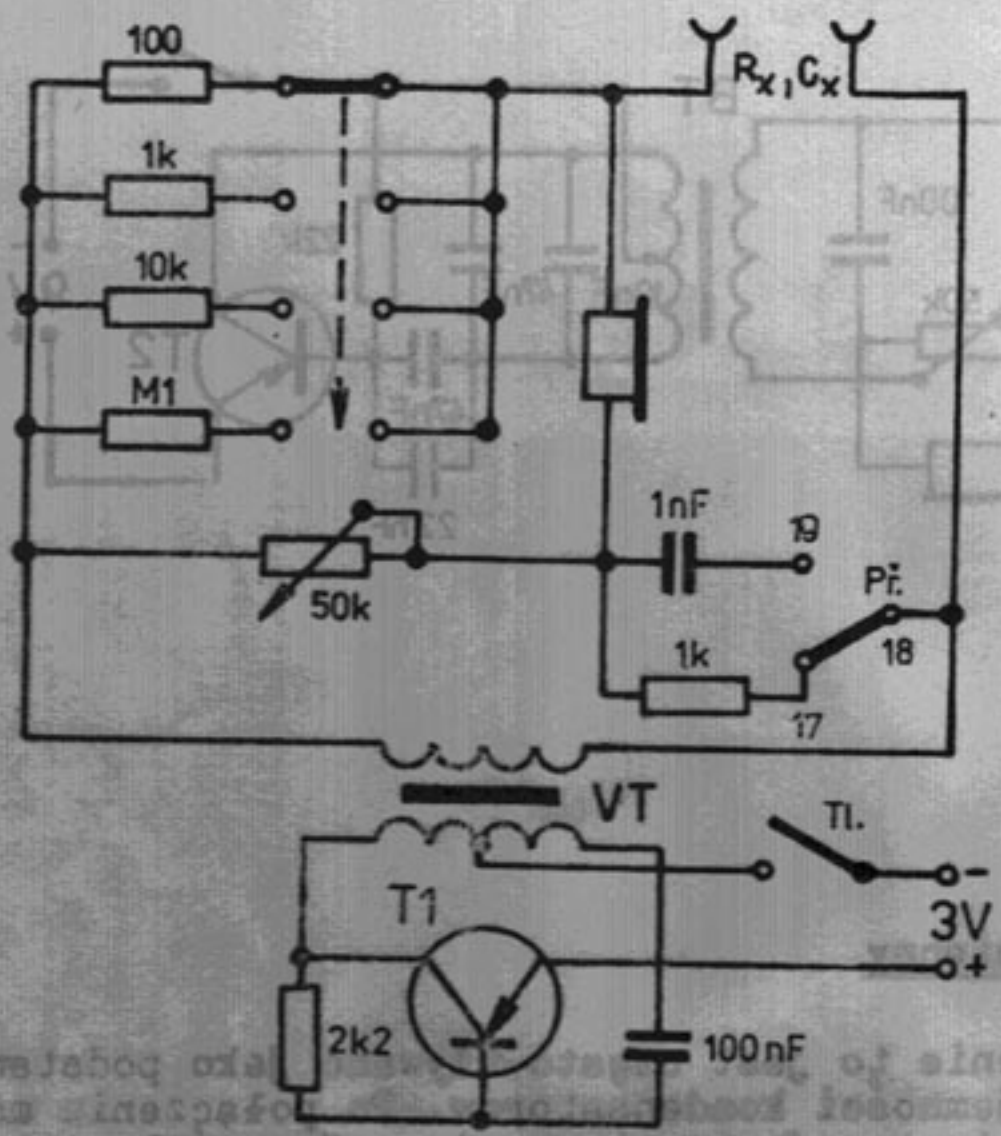


60. Mostek zmienny

Połączenie to jest często używane jako podstawowa część miernika pojemności kondensatorów. Po połączeniu możemy użyć układu do orientacyjnego mierzenia pojemności.

Zamiast kondensatora C_x najpierw podłączymy kondensator o znanej pojemności. Pokręcajcie bardzo powoli potencjometrem, dopóki w słuchawce nie usłyszycie gwizd. Zanotujcie wielkość wychylenia potencjometra i wielkość pojemności kondensatora do wykresu. Opisaną czynność powtórzcie przynajmniej dla 10 znanych wartości kondensatora.

Uzyskacie w ten sposób wykres, przy pomocy którego możecie mierzyć pojemność nieznanych kondensatorów. Do testowanych zacisków podłącznie nieznany kondensator i pokręcajcie potencjometrem, dopóki ton w słuchawce nie będzie najsłabszy, następnie odczytajcie wartość potencjometra, a pojemność nieznaniego kondensatora stwierdzicie z wykresu. Połączenie nie umożliwia dokładnych pomiarów, jest orientacyjne dla zrozumienia zasady metody pomiarowej.

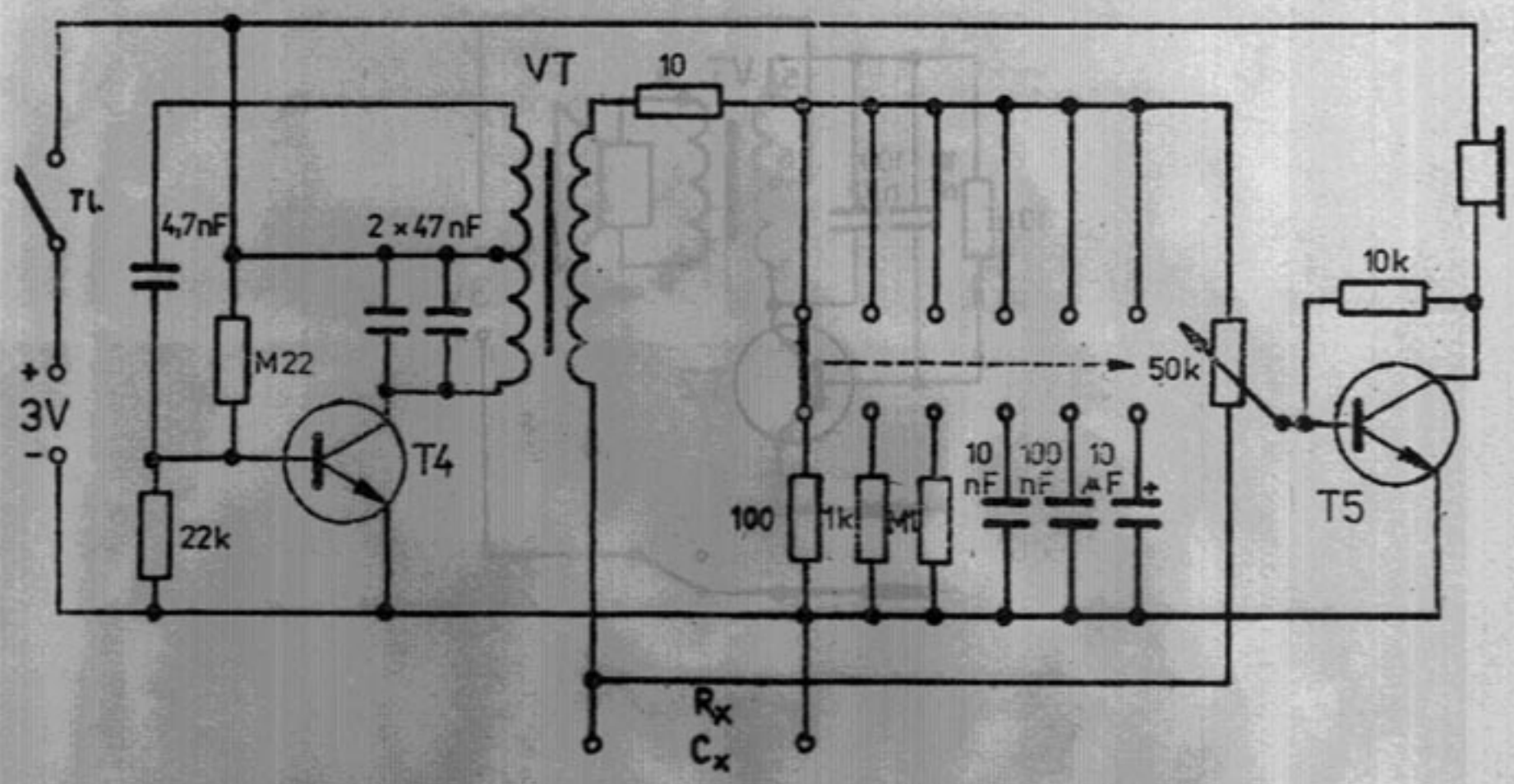


61. Prosty mostek RC

Przy naprawie różnych urządzeń elektrotechnicznych lub przy sprawdzaniu elementów potrzebne są często dane o ich stanie i wartości. Do takich szybkich orientacyjnych pomiarów dobrze posłuży prosty mostek RC według rysunku.

Mostek pomiarowy ma cztery odgałęzienia. W lewym górnym odgałęzieniu podłączamy kolejno oporniki tak jak przedstawione to zostało na rysunku. Przy włączonym oporniku 100 przedział pomiarowy wynosi 2 - 10 Ω, ew. 0,2 - 1 uF. Przy oporniku 1 kΩ przedział pomiarowy wynosi 20 - 100 Ω, ew. 20 - 100 nF. Przy oporniku 10 kΩ przedział pomiarowy wynosi 200 Ω do 1 kΩ ew. 2 - 10 nF, przy oporniku M1 przedział pomiarowy wynosi 2 - 10 kΩ, ew. 200 pF - 1 nF.

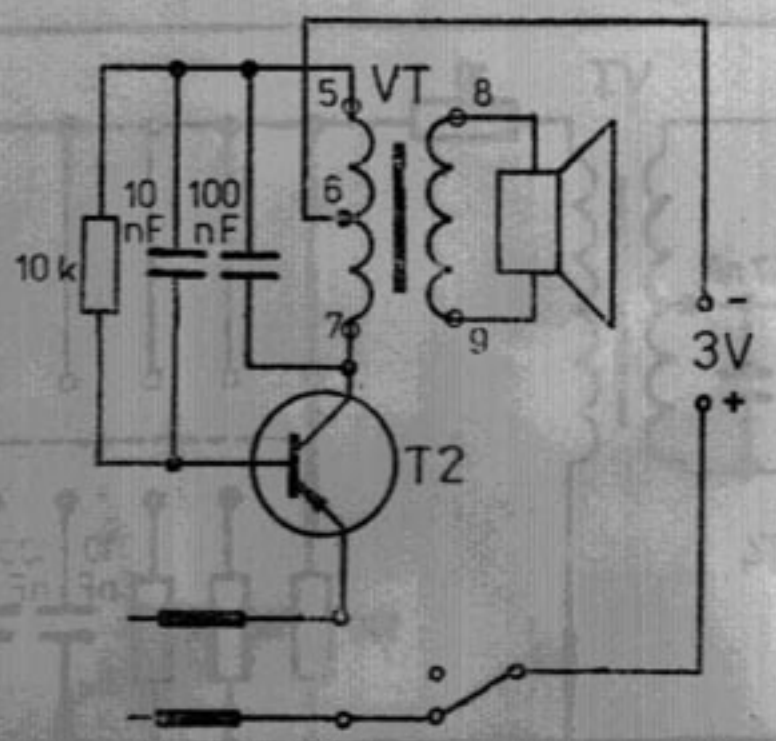
Mostek jest zasilany sygnałem z prostego oscylatora. Ton oscylatora można zmieniać przez zmianę kondensatora 100 nF. Dla praktycznych pomiarów trzeba najpierw ocechować potencjometr przy pomocy znanych oporników i kondensatorów, podobnie jak w poprzednim wypadku. Niedogodnością tego połączenia jest słaby ton w słuchawce.



62. Mostek RC ze wzmacniaczem

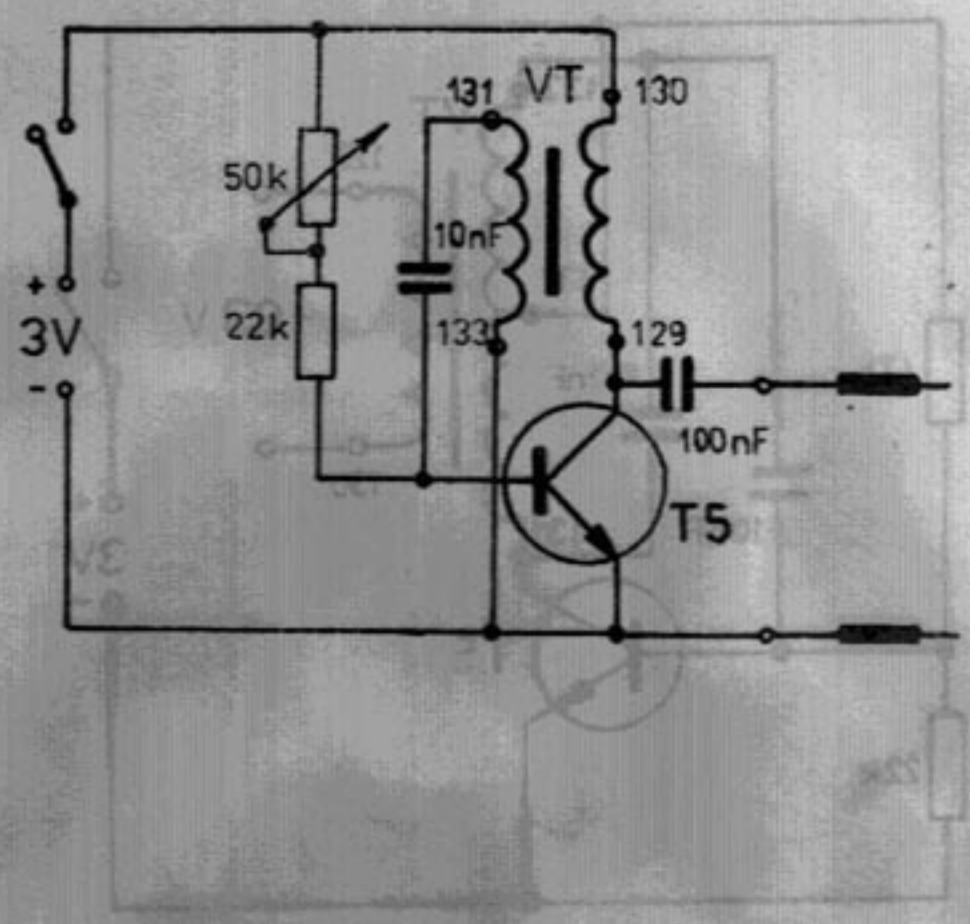
W porównaniu z poprzednim mostkiem zmiennym jest mostek ze wzmacniaczem ulepszony tym, że na wyjściu dla słuchawki jest podłączony tranzystor T5 jako wzmacniacz małej częstotliwości. Oscylator jest jednotranzystorowy jak w poprzednim wypadku. Mostek jest przeznaczony do pomiarów oporu w przedziale od 10 Ω do 1 MΩ i kondensatorów o pojemności od 1 nF do 100 µF.

To połączenie mostka RC umożliwia osiągnięcie stosunkowo ostrego maksimum nasilenia prądu w słuchawce, więc mierzenie na nim jest dokładniejsze i łatwiejsze. W tym miejscu trzeba przypomnieć, że pomiary przy pomocy wszystkich mostków przytoczonych w niniejszej instrukcji są tylko orientacyjne i mają wam głównie pomóc w zapoznaniu się z zasadami mierzenia oporów i kondensatorów metodami mostkowymi. O ile zdecydowalibyście się zbudować mostek osobno, trzeba sobie uświadomić, że dokładność pomiaru zależy od dokładności normalizowanych oporników i kondensatorów /10 Ω do M1 i 10 nF do 10 µF na rysunku/. Oporniki nie powinnę mieć większego odchylenia, niż 1% od danej wartości. Dikładność pomiaru zależy także w dużym stopniu od liniowości potencjometra pomiarowego, dlatego lepiej użyjcie typu obrotowego. Dla osiągnięcia przedziałów pomiarowych wartość potencjometra powinna być 1 kΩ.



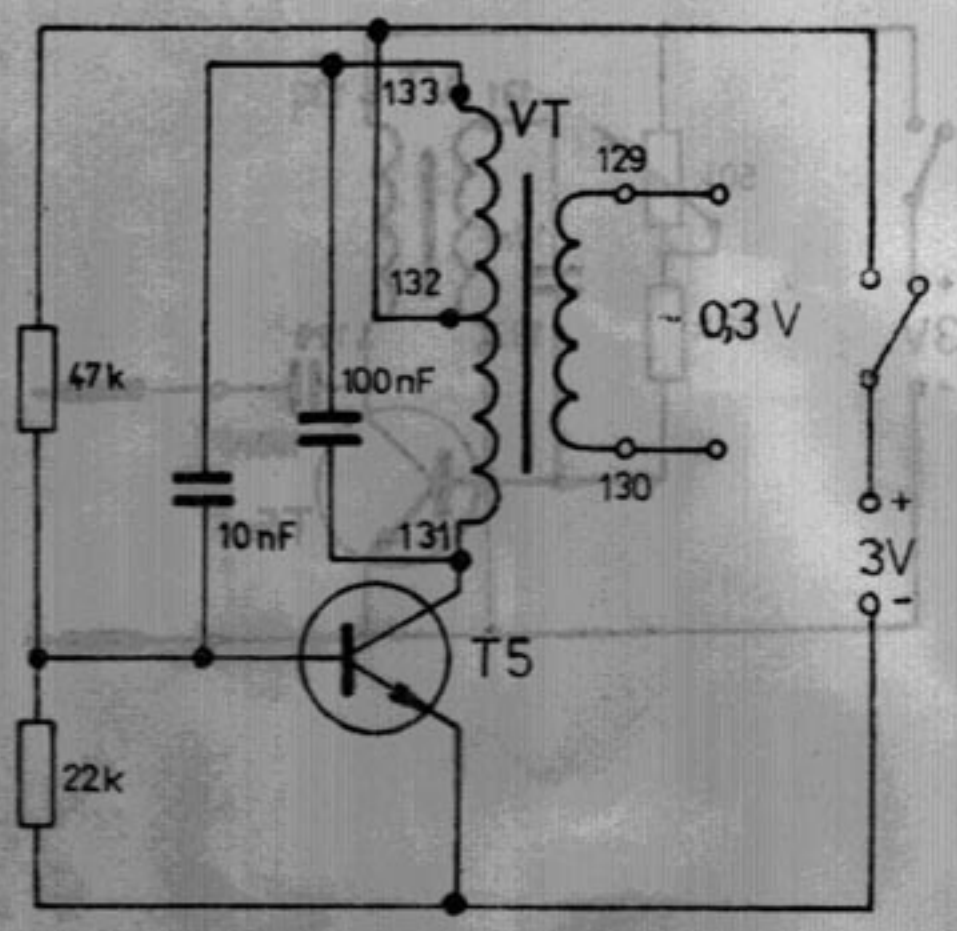
63. Próbnik z oscylatorem

Jako próbnika przewodności złączy można użyć też oscylatora małej częstotliwości. Jeżeli złącze jest przewodne, oscylator pracuje i w głośniku słyszymy ton. W odróżnieniu od postrzegania wzrokowego przy próbniku żarówkowym używany do indykacji słuchu. Jeżeli przepływa prąd między baterią a emitorem tranzystora, oscylator pracuje. Ponieważ dla działania oscylatora potrzebujemy prąd około 1 mA, możemy testować obwody o ogólnym oporze do 100 omów. Wielkość oporu obwodu również określa częstotliwość powstającego tonu. Możecie sprawdzić, jak zmienia się wysokość tonu przy zwiększaniu oporu obwodu w ten sposób, że między zacisku testowe będzie kolejno włączać różnej wielkości oporniki z zestawu. Zaciski testowe możecie też połączyć na krótkie spięcie i tak stwierdzać stan przewodów, złączy itp.



64. Sonda dźwiękowa

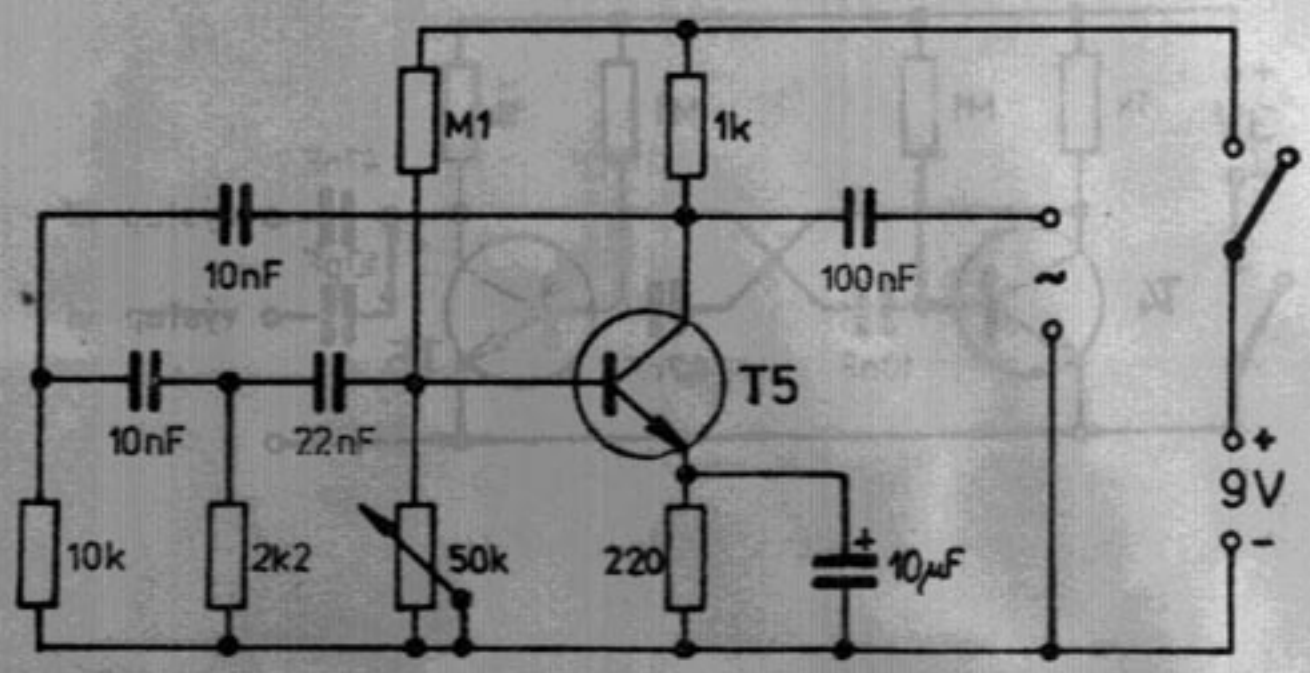
Niesprawne przyrządy można również sprawdzać sondą dźwiękową przez wprowadzanie sygnału zewnętrznego do obwodu. Sonda generuje sygnał małej częstotliwości. Jeżeli sprawdzamy np. niesprawny odbiornik tranzystorowy, przykładamy końcówkę sondy kolejno od obwodu wyjściowego do wejściowego przy włączonym odbiorniku. Dźwięk sondy słyszymy z głośnika. Kiedy osłabnie lub zginie, niesprawność jest zlokalizowana w danym miejscu obwodu. Sonda dźwiękowa okaże więc taką samą usługę jak wtórnik sygnału, ale pracuje na odwrotnej zasadzie.



65. Generator małej częstotliwości LC 1 kHz

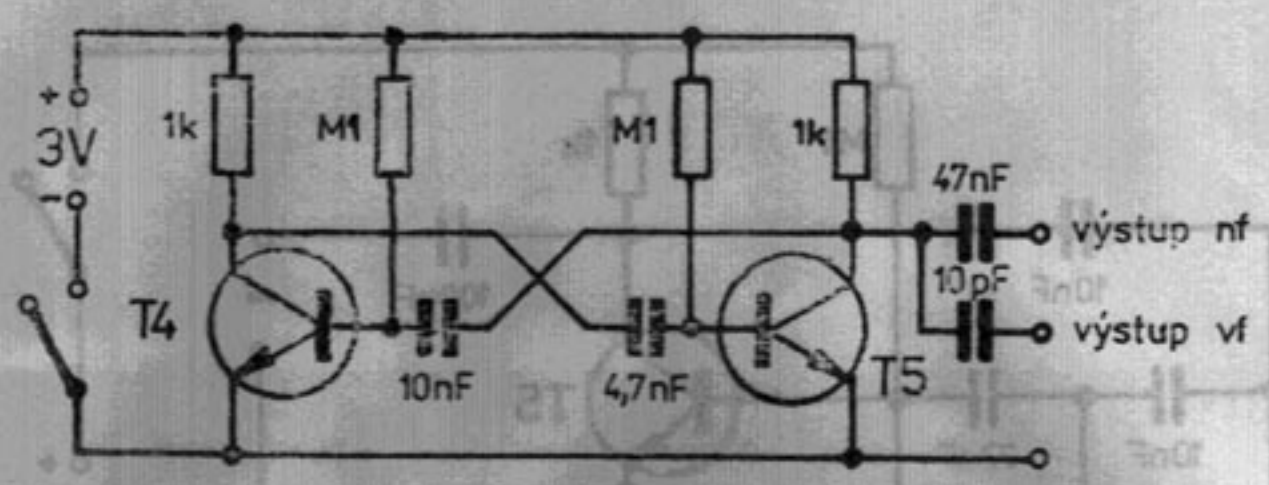
Na rysunku jest przedstawione zwykłe połączenie oscylatora LC. Wartości elementów są dobrane tak, aby częstotliwość drgań była 1 kHz. /Ton znany z odbiornika telewizyjnego przed początkiem nadawania/. Generatora można użyć do testowania wzmacniaczy małej częstotliwości, odbiorników radiowych itp. Napięcie wyjściowe na zaciskach 129 i 130 jest bez obciążenia ok. 0,3 V.

Jeżeli chcemy sprawdzić, czy połączenie działa, podłączymy do zacisków 129 i 130głośnik. Przy tym jednak oscylator nieznacznie się rozstroi i nie wydaje dokładnie wymaganej częstotliwości.



66. Generator małej częstotliwości RC 1 kHz

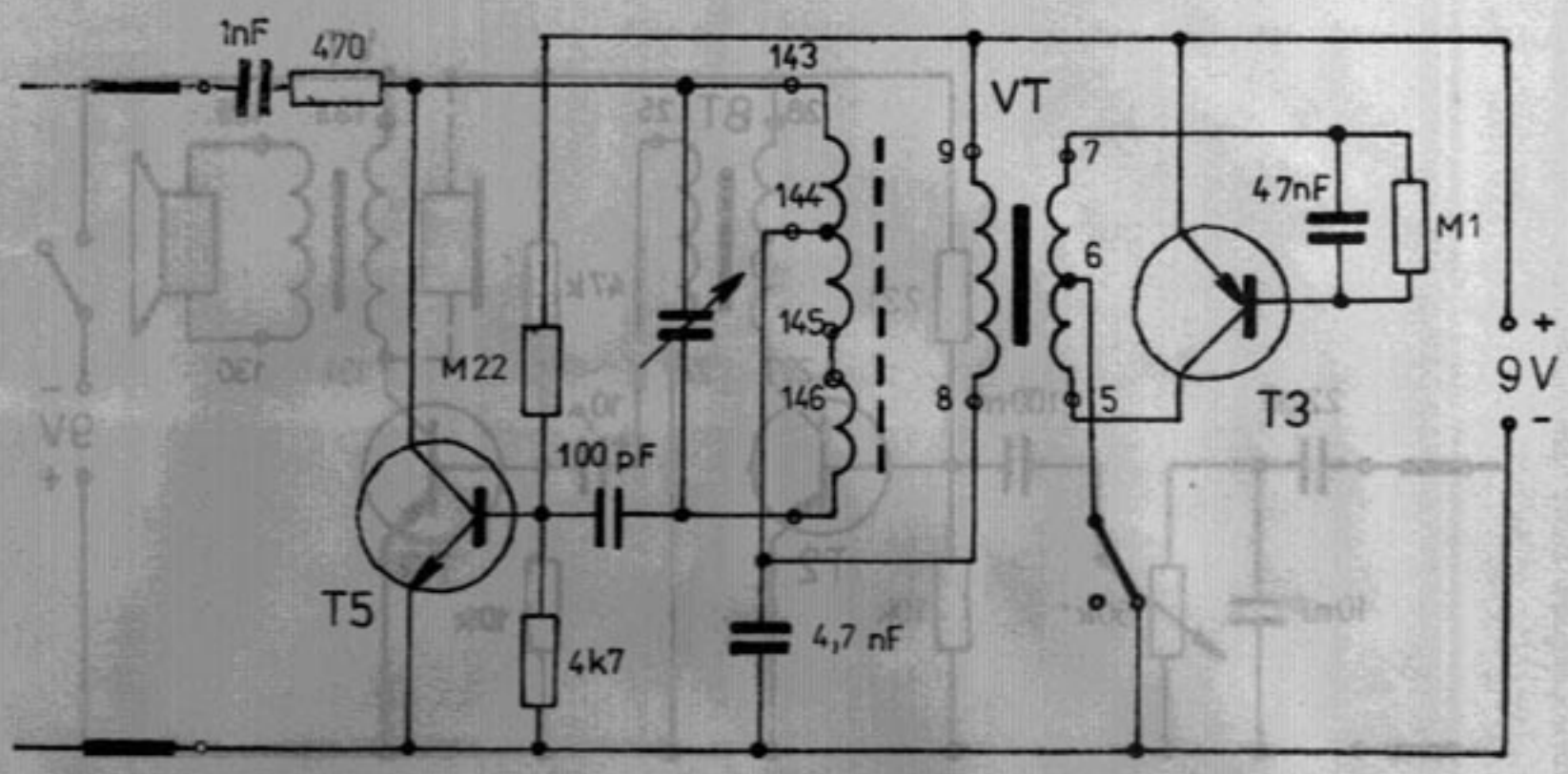
Schemat generatora 1 kHz przedstawiony na rysunku różni się w stosunku do poprzedniego sposobem powstawania drgań. Między kolektor i bazę włączono oporniki i kondensatory, które tworzą tzw. ogniwo fazujące. Ogniwo to zmienia kierunek fazy sygnału z kolektora tranzystora o 180° i doprowadza sygnał na bazę tranzystora. Wzmocniony sygnał /tranzystor sam zmienia kierunek fazy sygnału podczas przejścia z bazy na kolektor o 180°/ doprowadzony jest przez ogniwo fazujące na bazę tranzystora i układ drga synusoidalnie. Podłączając do zacisków wyjściowych słuchawkę sprawdzimy funkcjonowanie układu. Częstotliwość tonu regulujemy przy pomocy potencjometra.



67. Generator harmoniczny

Generator harmoniczny - multiwibrator generuje sygnał z wysokim udziałem drgań harmonicznych /drgań będących wielokrotnością częstotliwości podstawowej/. Układ ten nadaje się więc nie tylko do sprawdzania wzmacniaczy małej częstotliwości, a także do prawdzania układów częstotliwości pośredniej oraz układów wejściowych odbiorników radiowych dla odbioru na falach długich, średnich i krótkich. Podczas sprawdzania układów odbiorników radiowych postępujemy w stosunku do kierunku wzmacnianego sygnału w kierunku odwrotnym.

Celem doprowadzenia sygnału do wejściowych układów odbiornika radiowego należy korzystać z wejścia oznakowanego vf /mniejsze ryzyko rozstrojenia układów wejściowych/.

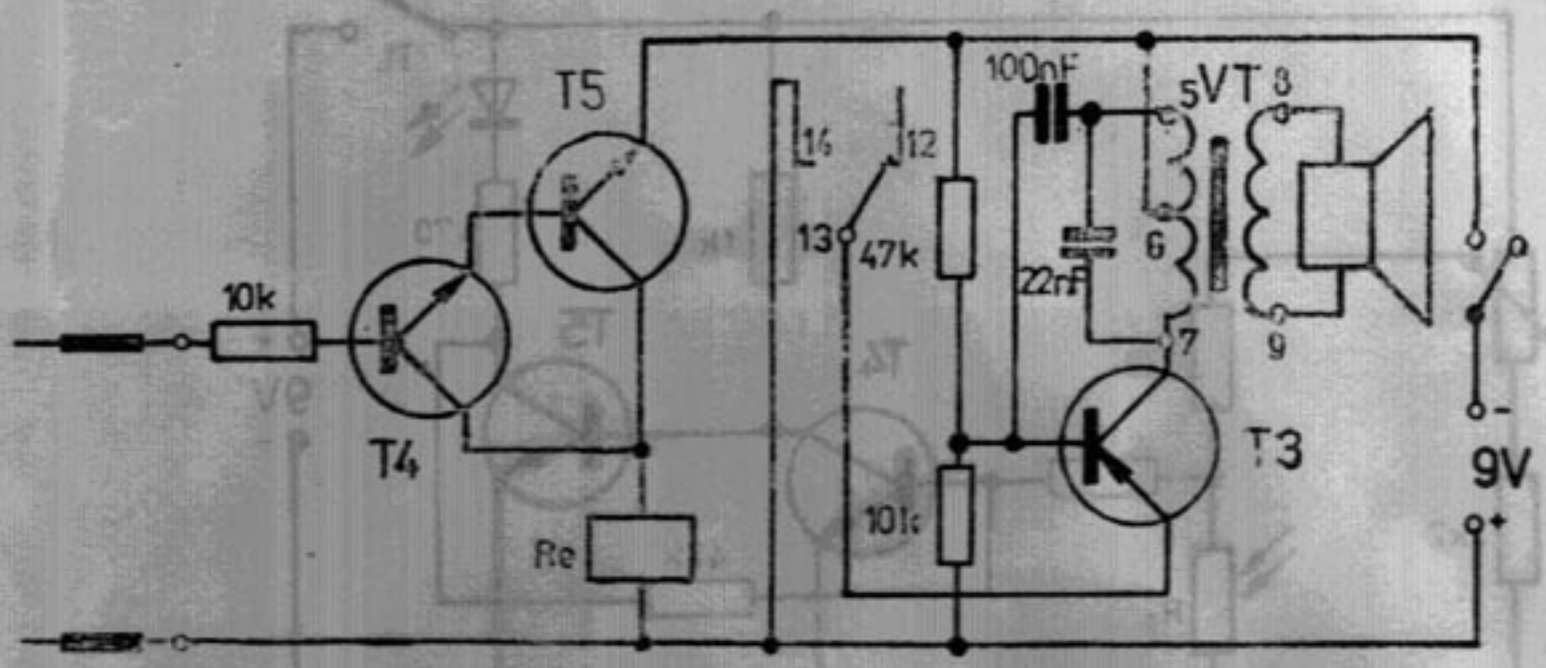


68. <u>Oscylator wielkiej częstotliwości do testów odbiorników radiowych</u>

Oscylator ten służy do sprawdzania układów wielkiej częstotliwości sygnałem wielkiej częstotliwości. Urządzenie powyższe stanowi jeden z podstawowych przyrządów do naprawy odbiorników radiowych. Drgania wielkiej częstotliwości modulowane są przez sygnał małej częstotliwości stałej z tego powodu, ażeby sygnał można było sprawdzać we wszystkich kolejnych układach badanego urządzenia.

Drgania wielkiej częstotliwości są generowane przez oscylator wielkiej częstotliwości składający się z tranzystora T5 i układu strojonego LC /uzwojenie rdzenia ferrytowego i kondensator obrotowy/. Sygnał modulacyjny małej częstotliwości powstaje w oscylatorze małej częstotliwości składającym się z tranzystora T3 i uzwojenia transformatora sprzęgowego. Wyłączając oscylator modulacyjny przy pomocy przełącznika, układ ten można wykorzystać jako generator drgań wielkiej częstotliwości.

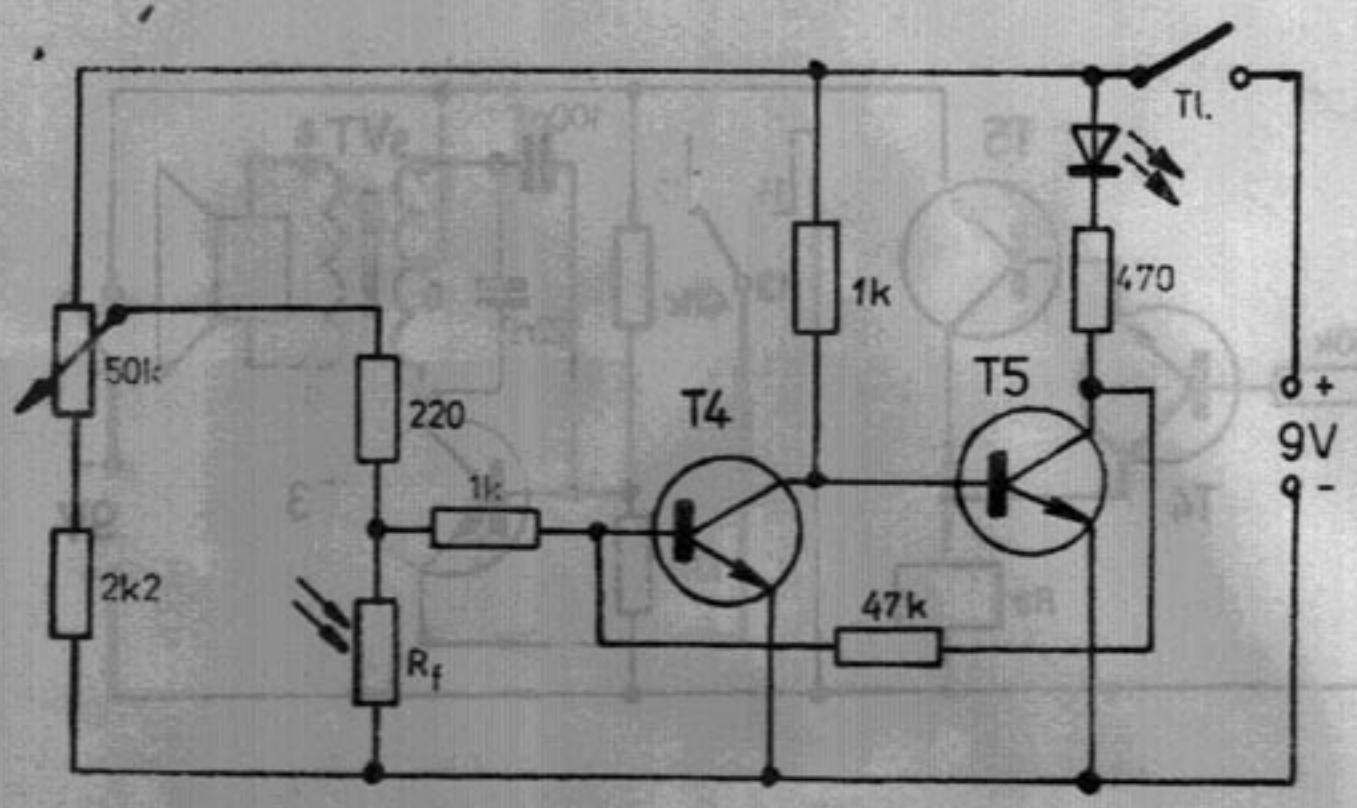
Podczas sprawdzania podłączymy najpierw urządzenie do układów wejściowych odbiornika radiowego /odbiornika fal długich, średnich i krótkich/. Regulacji dokonamy przy pomocy kondensatora obrotowego. W przypadku właściwie funkcjonującego odbiornika słychać z głośnika zwiększony szum i gwizdy. Po włączeniu układu modulacyjnego słychać z głośnika "brzęczenie" sygnału modulacyjnego małej częstotliwości.



70. Detektor dużych oporności

Powyższe urządzenie sygnalizuje wielkość oporności przy pomocy sygnału akustycznego. Ze względu na to, że wzmacniacz wejściowy jest wzmacniaczem dwutranzystorowym w tzw. układzie Darlingtona, cały detektor posiada dużą czułość i umożliwia stwierdzać oporności do wartości ponad 10 MΩ.

Jeżeli podłączony opornik ma wartość niższą nastąpi włączenie przekaźnika i z głośnika słychać sygnał akustyczny. W ten sposób sprawdzimy, że nie nastąpiło rozłączenie sprawdzonego układu. Ze względu na to, że oporność ciała ludzkiego wynosi ok. 500 kΩ, można układ ten wykorzystać jako przełącznik senzorowy.

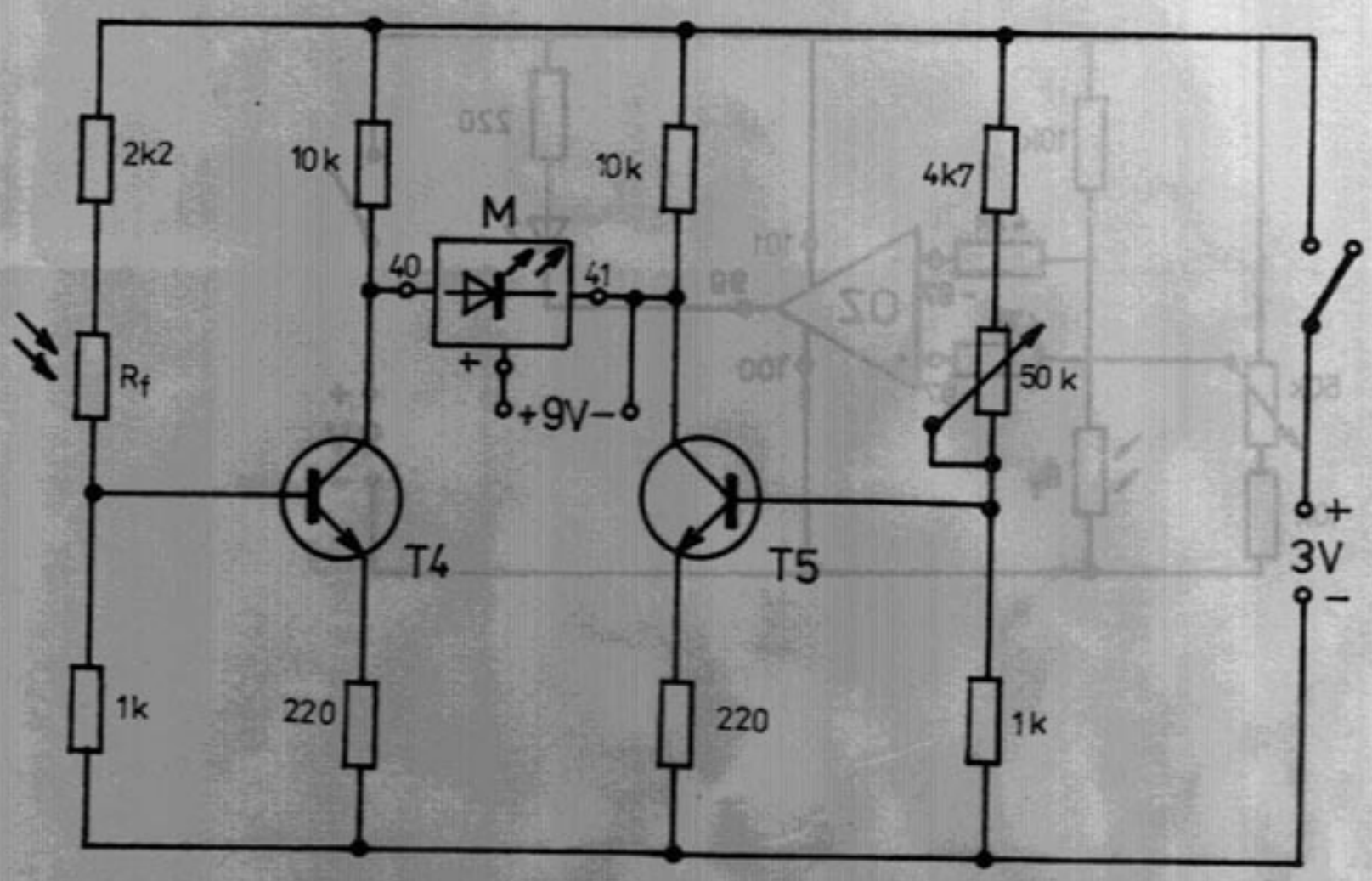


71. Miernik natężenia oświetlenia

Powyższe urządzenie korzysta z właściwości fotooporników. Za pośrednictwem urządzenia można określić poziom naświetlenia pewnego obiektu w ten sposób, że mierzymy ilość dopadającego światła.

Korzystając z elementów zestawu podłączymy urządzenie według schematu i potencjometr przesuniemy do położenia skrajnego, gdzie podłączony jest opornik 2K2. Naciśniemy przycisk łączący baterie i przesuwamy potencjometr do momentu zapalenia się diody elektroluminiscencyjnej. Położenie potencjometra jest zależne od wielności naświetlenia fotooporników. Skala potencjometra może być wzorcowana przy pomocy światłomierza.

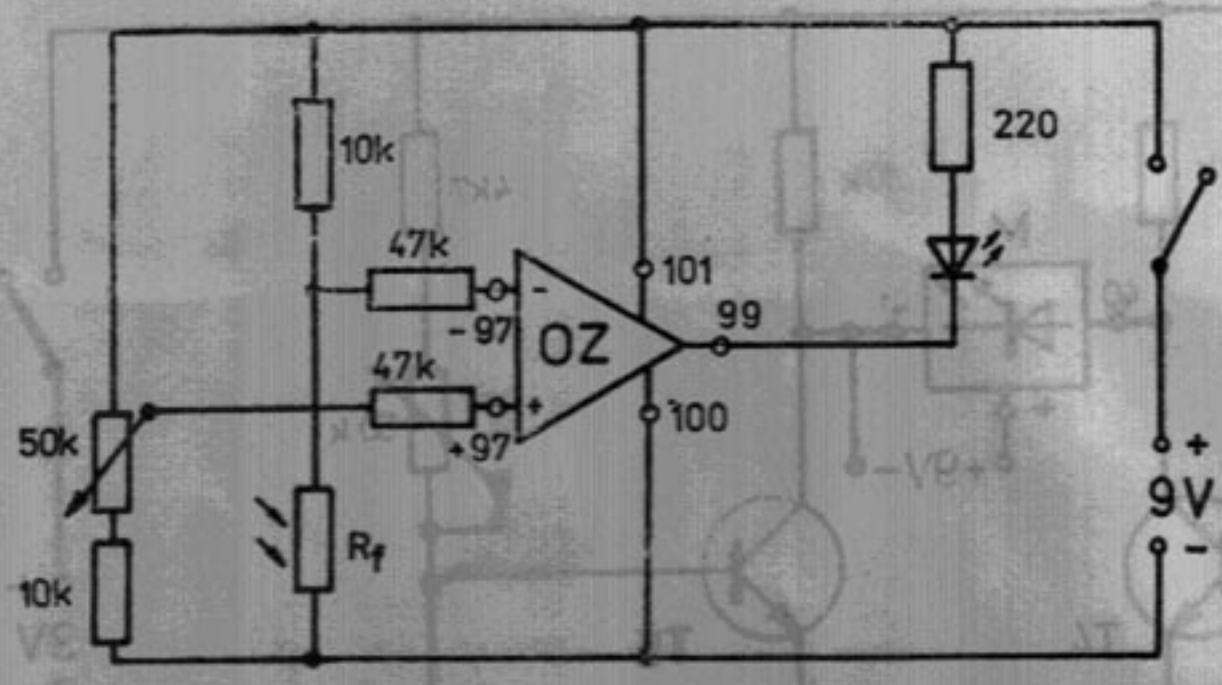
Układ spustowy składa się z tranzystorów T4 i T5. Sprzężenie zwrotne z kolektora T5 do bazy tranzystora T4 doprowadzone jest poprzez opornik 47 kΩ. Fakt powyższy przyspiesza zmianę stanu pracy układu i natychmiastowe zapalenie się diody elektroluminiscencyjnej w przypadku, jeżeli naświetlenie fotooporników odpowiada nastawieniu potencjometra.



72. Światłomierz z miernikiem

Na rysunku przedstawiono podstawowy schemat światłomierza z dwoma tranzystorami i miernikiem. Układ należy połączyć według podanego powyżej schematu, następnie podłączyć baterie przy pomocy wyłącznika, zasłonić fotoopornik i przez potencjometr podłączony do bazy T5 zgasić wszystkie diody na indykatorze z wyjątkiem pierwszej. Po odsłonięciu fotoopornika zapali się ktoraś z diod w zsleżności od nasilenia promienia świetlnego padającego na fotoopornik.

Jeżeli mamy do dyspozycji urządzenie pomiarowe z większą czułością niż to, które jest w zestawie, możemy uzyskać działający precyzyjnie światłomierz i to w sposób następujący: zastąpimy istniejący miernik bardziej precyzyjnym, opornik 1k na bazie T4 opornikiem zmiennym 2K2 /celem regulacji punktu pracy T4/, urządzenie wzorcujemy według rzeczywistego światłomierza.

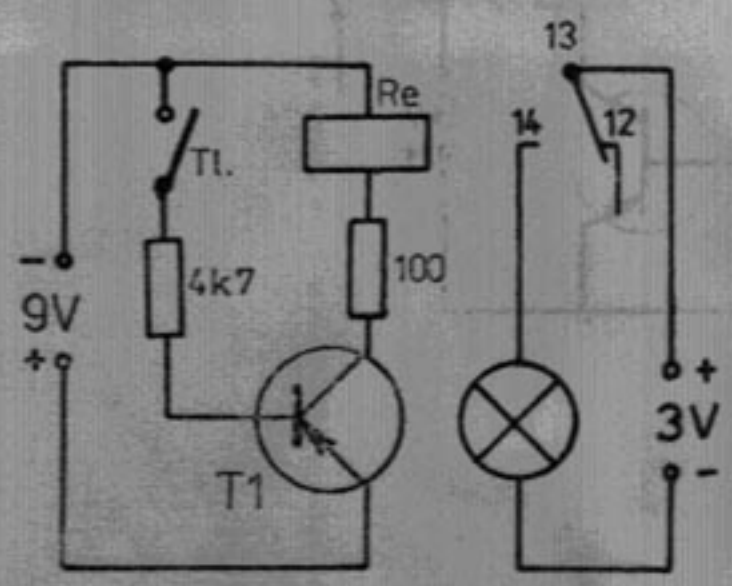


73. Światłomierz z wzmacniaczem operacyjnym

Powyższe urządzenie można wykorzystać jako światłomierz do powiększalnika.

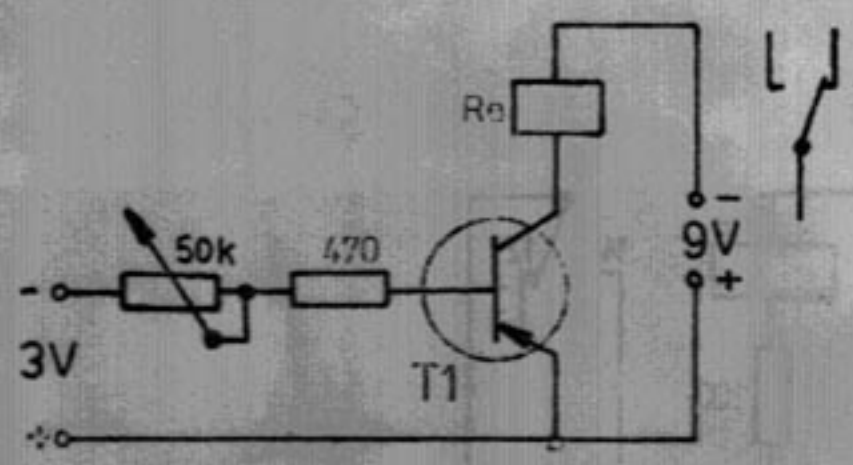
Fotooporrnik podłączony jest do wejścia inwertującego wzmacniacza operacyjnego działającego jako wzmacniacz różniczkowy. W przypadku mniejszego lub większego naświetlenia fotoopornika pojawi się na wyjściu wzmacniacza operacyjnego napięcie powodujące zapalenie się diody elektroluminiscencyjnej. Zapalenie diody sygnalizuje że naświetlenie opornika nie odpowiada właściwej ekspozycji dlatego wyregulujemy obiektyw powiększalnika w ten sposób, żeby nastąpiło zgaśnięcie diody.

Obwody przełączające



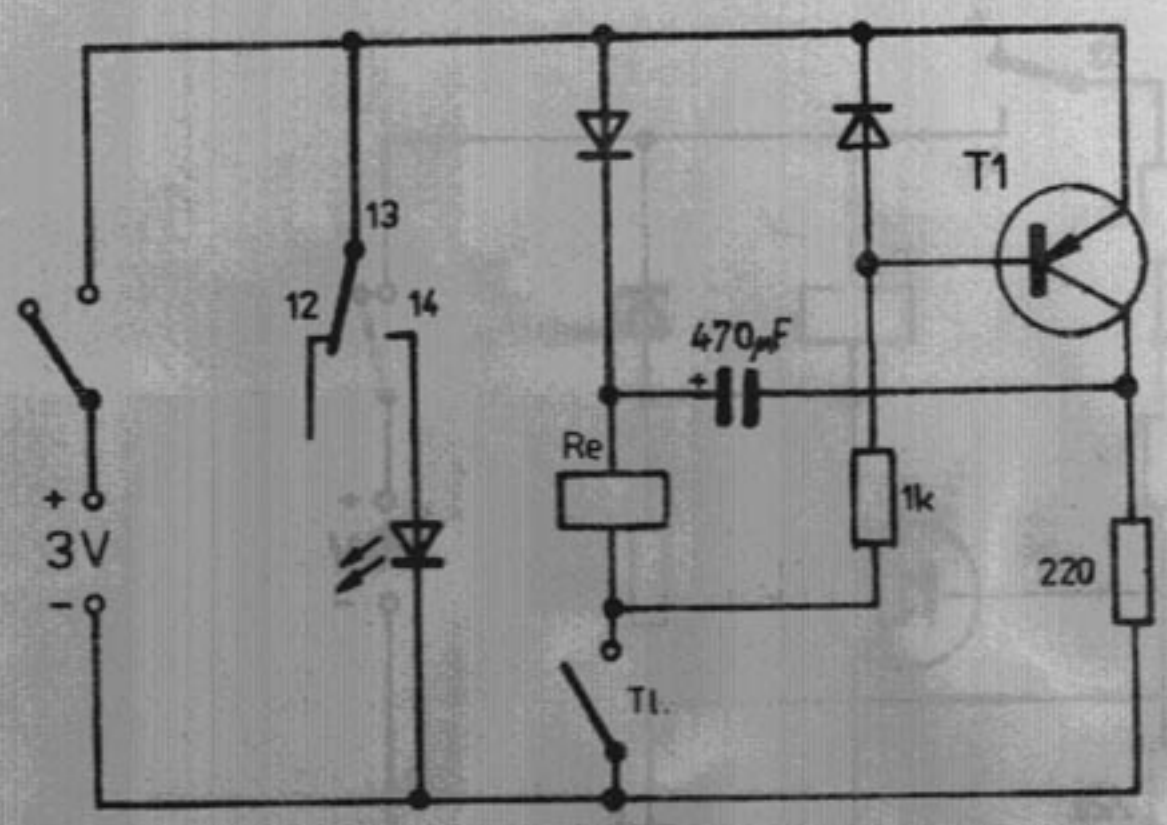
74. Łącznik elektroniczny

Przekaźnik włączany jest przy pomocy tranzystora. Do przełączania przekaźnika potrzebny jest duży prąd który czasami może ustanowić przeszkodę dla przełączania. Dlatego jest bardziej korzystne zastosować obwód według podanego powyżej schematu i przełączać przekaźnik przy pomocy tranzystora, który można przełączyć prądem zasadniczo niższym /100 x/. W momencie wyłączenia wyłącznika nie ma na bazie tranzystora napięcia, nie przepływa prąd między kolektorem i emitorem, przekaźnik znajduje się w stanie obojętnym, żarówka się nie pali. Jeżeli podłączymy do bazy tranzystora /PNP/ napięcie ujemne następuje włączenie tranzystora między kolektorem i emitorem przepływa prąd, następuje łączenie przekaźnika i zapala się żarówka. Po wyłączeniu przełącznika następuje wyłączenie tranzystorem przekaźnika i żarówka gaśnie.



75. Przekaźnik z podwyższoną czułością

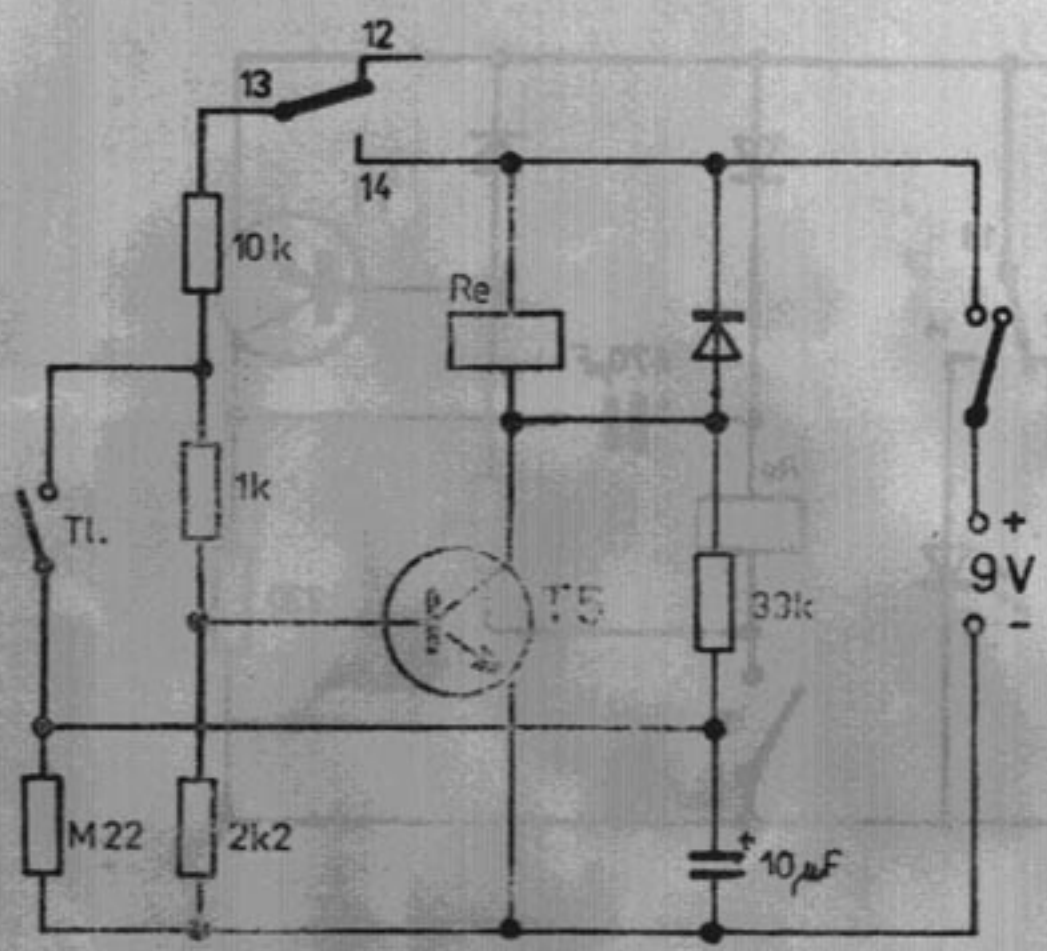
Podczas poprzedniego eksperymentu sprawdziliśmy możliwości przełączania przy pomocy tranzystorów. Doprowadzając do bazy tranzystora małe napięcie wzbudzającego zaczyna przepływać prąd między kolektorem i emitorem i nastąpi łączenie przekaźnika i żarówki. Napięcie wzbudzające na bazie tranzystora jest bardzo małe, przy czym steruje dużym prądem między kolektorem i emitorem, więc tranzystor pracuje jako wzmacniacz. Ze względu na to, że tranzystory mają z reguły wskaźnik wzmocnienia prądowego w zakresie od 50 do 200, wystarczy do włączenia przekaźnika doprowadzić do bazy tranzystora prąd ok. 100 uA. Przez potencjometr 50 kΩ można wyregulować wartość prądu dopływającego do bazy tranzystora. Do włączania można zastosować i nawet bardzo stare baterie, fotodiody itd.



76. Przekaźnik przełączany niższym napięciem

Przekaźnik jako element konstrukcyjny stosowany jest w wielu układach elektronicznych, jednak nie zawsze mamy do dyspozycji przekaźnik o właściwych parametrach. Jak rozwiązać sytuację w wypadku, gdy nasz przekaźnik ma wyższe napięcie niż jest napięcie zasilania układu pokazuje powyższy schemat.

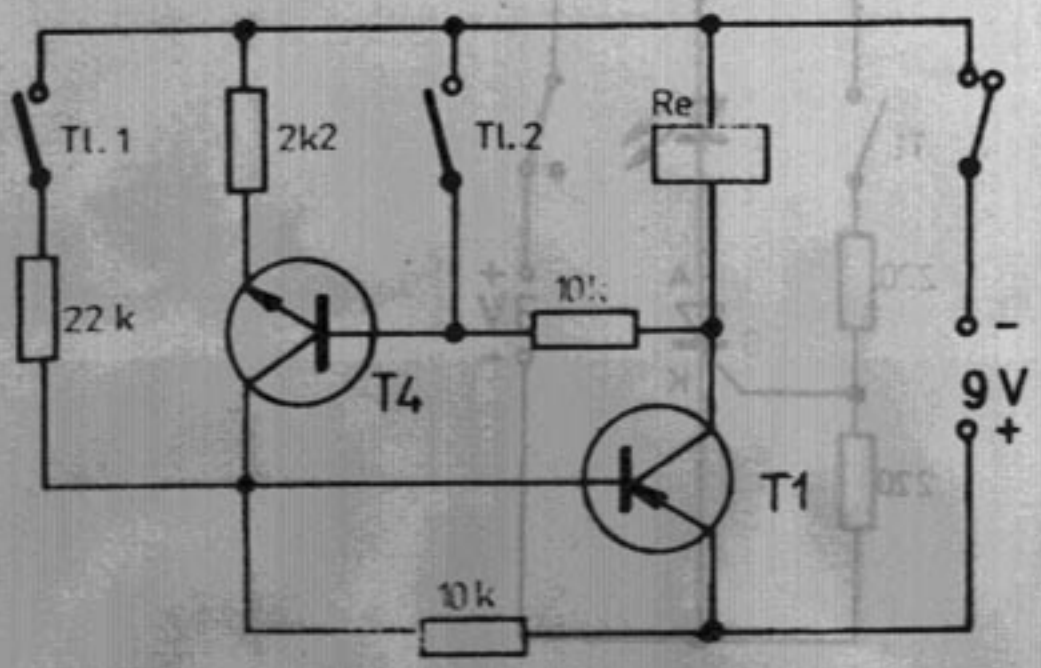
Po podłączeniu napięcia zasilającego nastąpi naładowanie kondensatora do wartości powyższego napięcia. Naciśnięcie przycisku powoduje uziemienie bazy tranzystora T1, tranzystor się otworzy, następuje wyładowanie kondensatora do uzwojenia przekaźnika. Następuje więc podłączenie szeregowego napięcia do napięcia zasilania układu i włączenie przekaźnika. Włączenie przekaźnika sygnalizowane jest przez diodę elektroluminiscencyjną. W podanym układzie zastosowane napięcie zasilania 3 V dla przekaźnika sześciovoltowego.



77. Włączanie i wyłączanie przekaźnika jednym przyciskiem

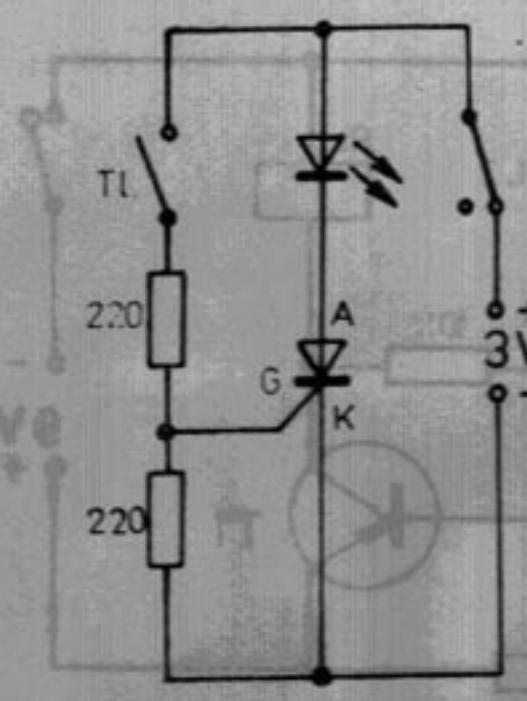
Powyższy układ bistabilnego obwodu spustowego umożliwia włączanie i wyłączanie przekaźnika przy pomocy jednego przycisku.

Po podłączeniu napięcia zasilania zostaje przekaźnik w położeniu obojętnym. Po naciśnięciu przycisku otwarcie tranzystora zabezpieczone jest przez naładowanie kondensator. Nastąpi włączenie przekaźnika i poprzez zestyk przekaźnika zostanie podłączone napięcie dodatnie do bazy tranzystora, więc tranzystor zostaje w stanie otwartym. Równocześnie następuje wyładowanie kondensatora. Naciskając ponownie przycisk powodujemy ponowne ładowanie kondensatora. Powyższe powoduje zmniejszenie prądu bazy, zamknięcie tranzystora, wyłączenie przekaźnika i odłączenie zasilania dzielnika na bazie tranzystora. Do sterowania układem możemy wykorzystać nieograniczone liczby przycisków podłączonych równolegle. Urządzenie można zastosować do zdalnego sterowania odbiornikami /stosujemy do tego następne zestyki przekaźnika/.



78. Zastąpienie przekaźnika polaryzowanego

Zdarza się, iż potrzebny jest układ przekaźnikowy zachowujący się jednakowo jak przekaźnik polaryzowany, tzn. zestyki przekaźnika są lub łączone na stałe lub rozłączone. Zmiany stanu chcemy dokonać przy pomocy przycisków. W układzie według powyższego schematu zostaje przekaźnik po podłączeniu napięcia zasilającego w stanie obojętnym, bowiem obydwa tranzystory są zamknięte. Naciskając przycisk Tl 1 doprowadzamy do bazy T1 napięcie ujemne, następuje otwarcie tranzystora i włączenie przekaźnika. Po zwolnieniu przycisku Tl 1 będzie baza T1 zasilana poprzez T4. Zestyki przekaźnika będą znajdowały się w położeniu roboczym. Po naciśnięciu Tl 2 nastąpi zamknięcie tranzystora T4 oraz T1 i układ przejdzie do stanu obojętności.



79. Układ polaryzowany z tyrystorem

Podczas niniejszego eksperymentu podłączymy układ podobny do poprzedniego. Różnica polega na tym, że zamiast przekaźnika zastosujemy tyrystor.

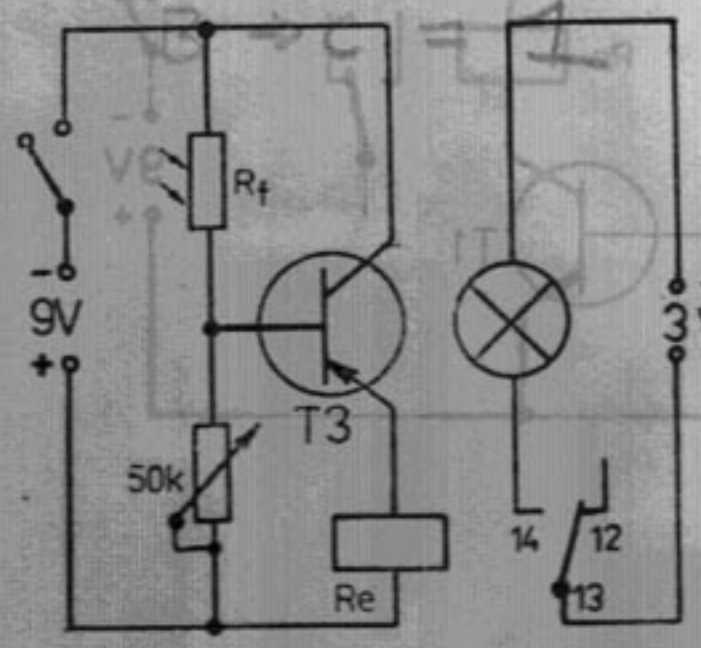
Tyrystor posiada trzy elektrody: anodę, katodę i bramkę. Jeżeli napięcie podłączone jest tylko do anody i katody nie przepływa prąd. Jeżeli do bramki doprowadzimy napięcie sterujące między anodą i katodą zaczyna przepływać prąd. Jeżeli między tymi elektrodami przepływa prąd wyższy niż jest tzw. prąd włączania, prąd przepływa ciągle chociaż nie oddziaływuje już na bramkę napięcie sterujące.

Więc również w tym przypadku, jeżeli łącznik będzie włączony będzie przepływać między anodą i katodą prąd i to nawet po rozłączeniu wyłącznika. Prąd włączania przepływający między anodą i katodą tyrystora wynosi ok. 5 do 10 mA, prąd sterujący doprowadzony na bramkę powinien mieć wartość niższą niż 10 mA.

E -> B = 0

E -> C = 0

B -> E = 1



C -> E = 1

80. Przełącznik z fotorezystorem

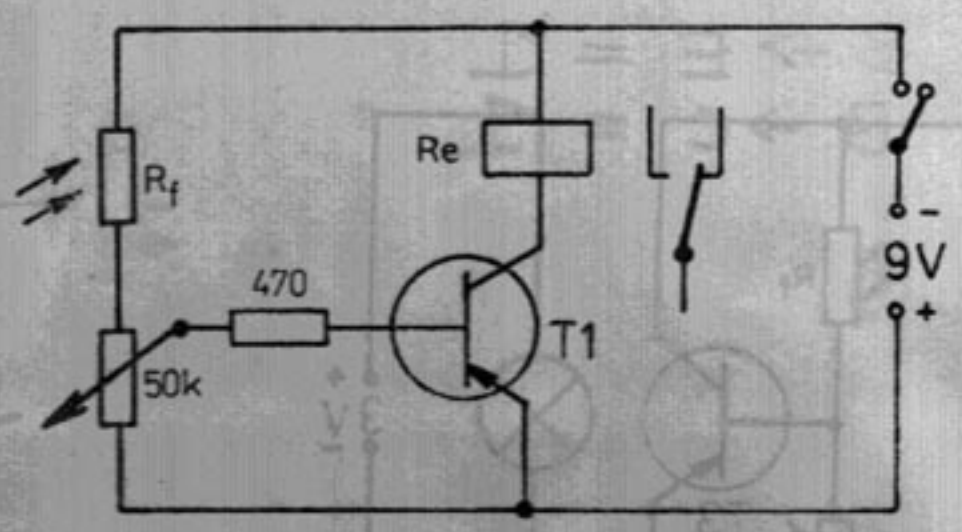
W niektórych przypadkach występuje konieczność określenia wielkości promieniowania świetlnego przekraczającego lub nie osiągającego pewną granicę.

Fotorezystor zachowuje się w ten sposób, że jego oporność jest wysoka o ile nie jest naświetlony, natomiast oporność obniża się w zależności od wzrastającego naświetlenia. Układ według powyższego schematu korzysta z działania fotorezystora do włączania przekaźnika. Pod wpływem promieniowania świetlnego dopadającego na fotorezystor zaczyna przepływać przez fotorezystor prąd następuje otwarcie tranzystora i prąd przepływający między kolektorem i emitorem powoduje włączenie przekaźnika. W zależności od podłączenia styków przekaźnika uzyskujemy układ, który reaguje na naświetlenie lub na zaćmienie.

Jednakowy wynik osiągniemy przez zamianę fotorezystora i potencjometra. Potencjometr służy do regulacji czułości układu.

	E	B	C
- E	X	1	1
- B	0	X	1
- C	0	1	X

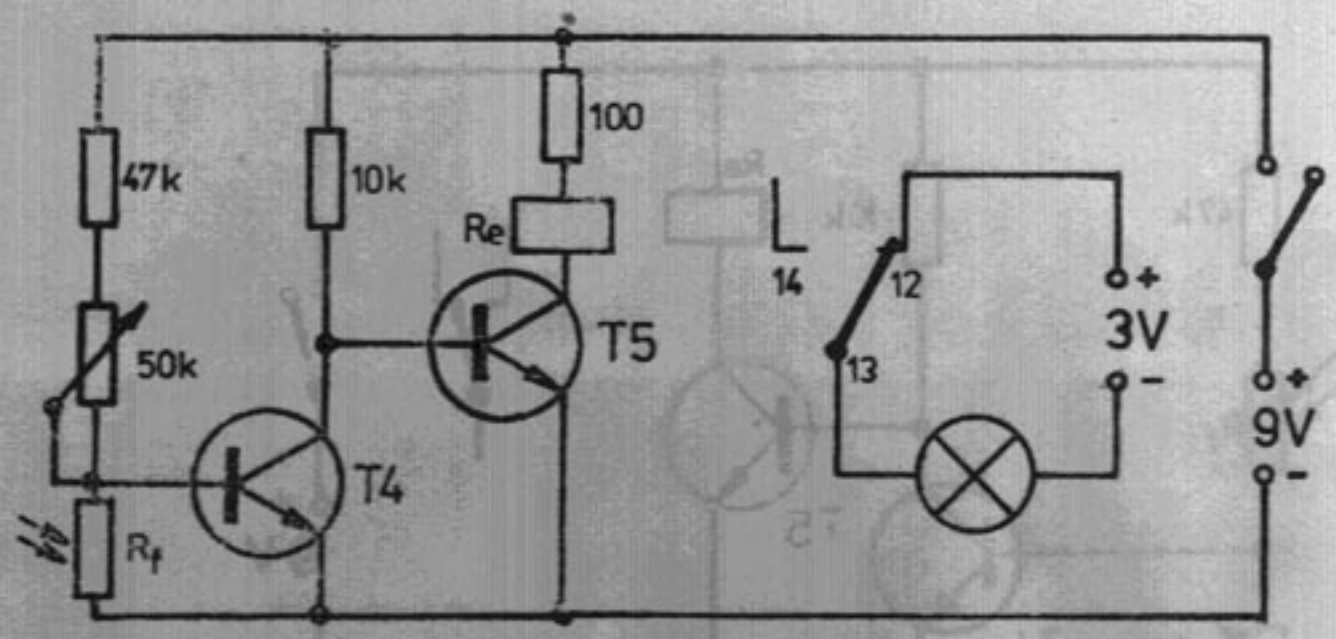
	E	B	C
- E	X	0	0
- B	0	X	0
- C	0	0	X



81. Łącznik czuły na promieniowanie świetlne

Patrząc na powyższy schemat można stwierdzić, że chodzi o układ podobny do poprzedniego. Fotorezystor zachowuje się w ten sposób, że jego oporność jest wysoka o ile nie jest naświetlony, natomiast oporność obniża się w zależności od wzrastającego naświetlenia. Z powyższego wynika, że fotorezystor można wykorzystać do włączenia różnych układów przy pomocy światła.

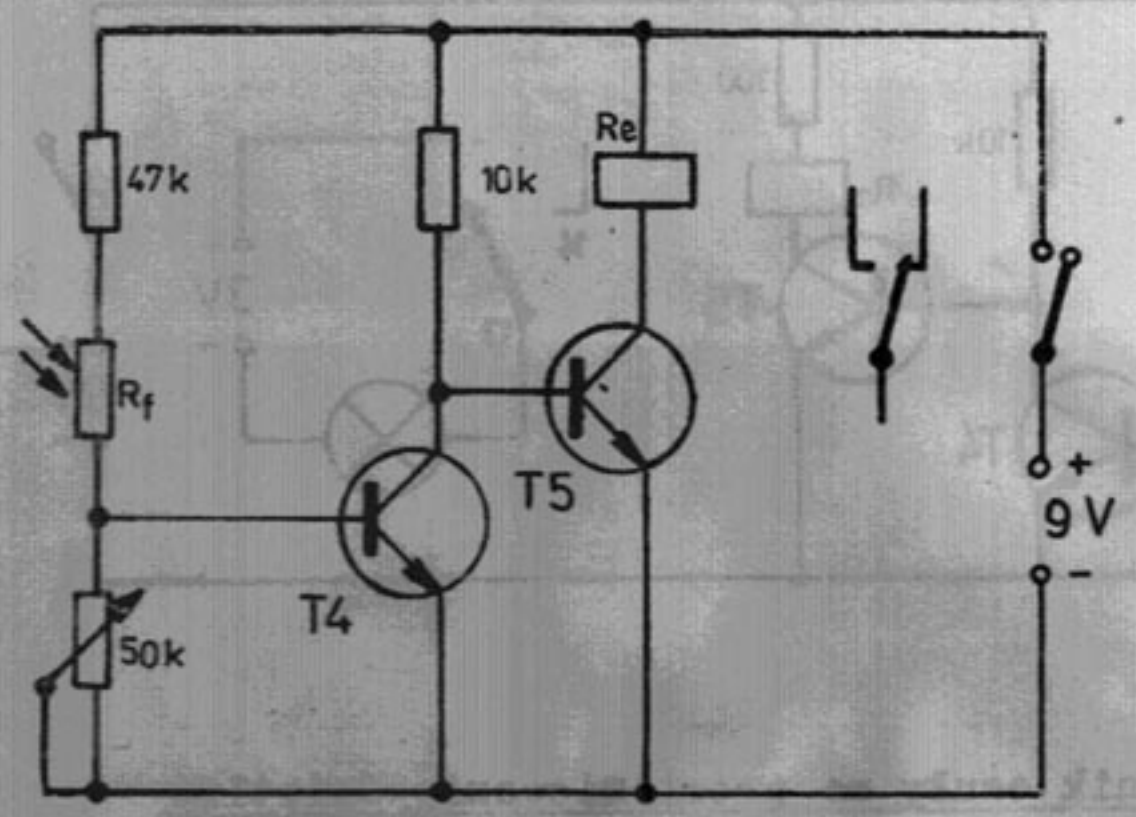
Sterowane przez światło układy stosowane są w wielu urządzeniach elektronicznych. Układ podłączony według powyższego schematu należy uruchomić przez naświetlenie fotorezystora żarówką zasilaną napięciem 3 V lub latarką. Przez potencjometr wyregulować czułość w ten sposób, ażeby nastąpiło włączenie przekaźnika. Po wyłączeniu światła nastąpi wyłączenie przekaźnika.



82. Łącznik czuły na promieniowanie świetlne

Powyższy łącznik stosuje się do włączania światła /lub innego układu przy pomocy którego chcemy sygnalizować zaćmienie/ przekaźnika. Działanie układu jest następujące: w przypadku naświetlenia fotorezystora tranzystor T4 jest zamknięty, tranzystor T5 otwarty i włączony przekaźnik. Ze względu na to, że obwód żarówki podłączony jest przez styk bierny przekaźnika po włączeniu przekaźnika żarówka gaśnie. Zmniejszone natężenie światła oddziaływującego na fotorezystor powoduje otwarcie tranzystora T4, spadek napięcia na kolektorze T4, otwarcie T5 i wyłączenie przekaźnika, jak również zapalenie się żarówki.

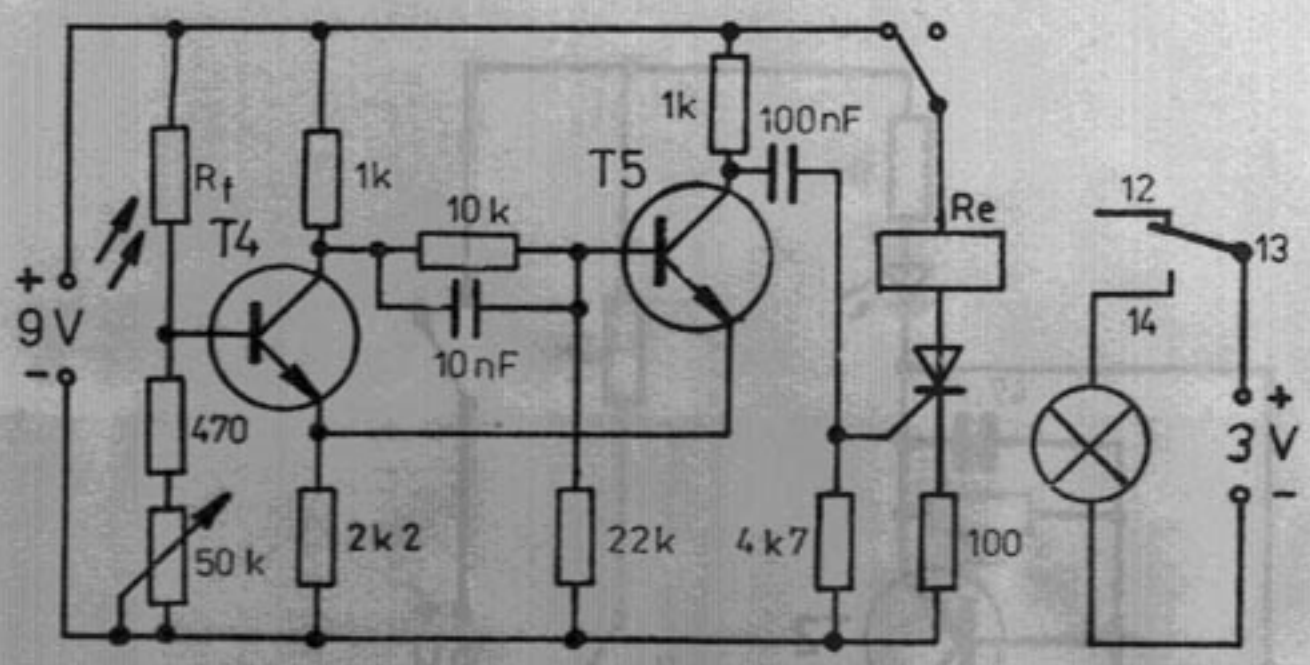
Układ ten można zastosować jako automatyczne światło nocne, nocny wyłącznik oświetlenia, automatyczne włączanie świateł postojowych samochodu itp. Poziom naświetlenia powodujący włączanie układu można wyregulować przy pomocy potencjometra.



83. Przekaźnik sterowany światłem

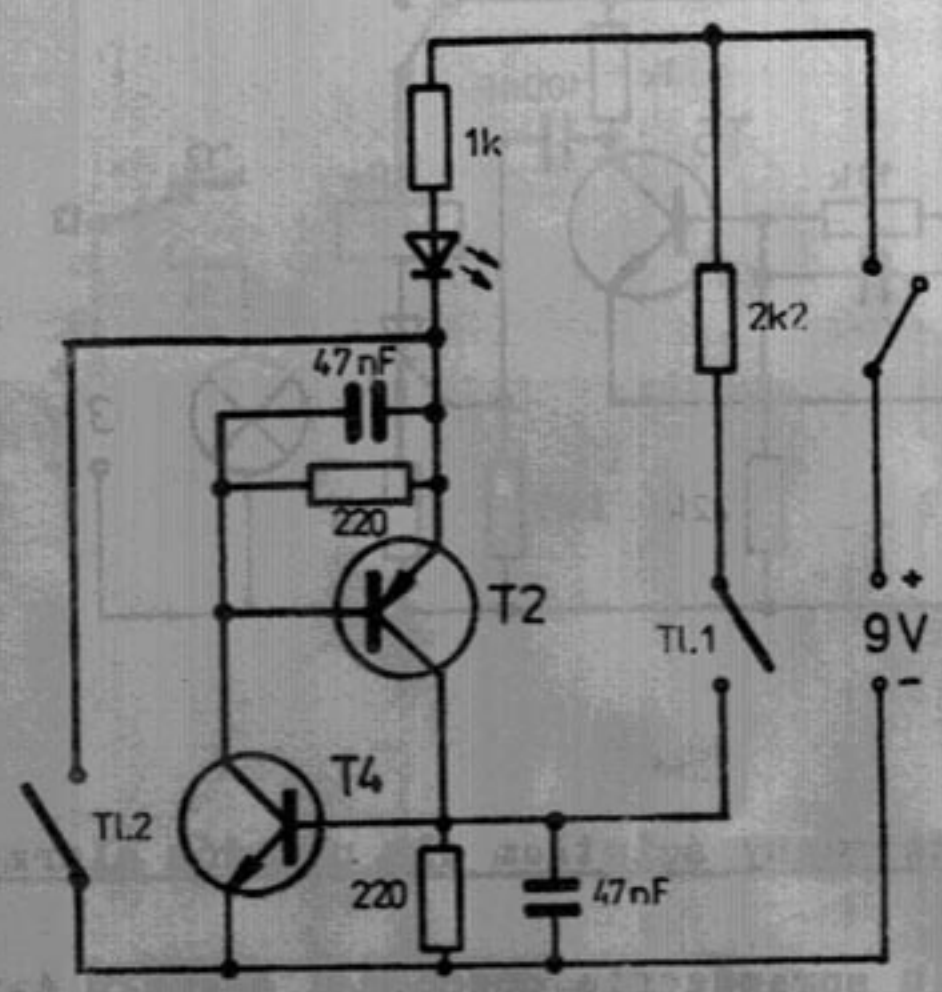
Poprzedni układ działał w ten sposób, że zaćmienie fotorezystora powodowało wyłączenie przekaźnika. Układ według powyższego schematu działa w ten sposób, że po zaćmieniu fotorezystora nastąpi włączenie przekaźnika. Obydwa układy są w zasadzie jednakowe za wyjątkiem fotorezystora, w tym przypadku podłączony jest między bazę T4 i dodatni biegun źródła. W przypadku naświetlenia fotorezystora zmniejsza się jego oporność, tranzystor T4 jest w stanie otwartym, T5 w stanie zamkniętym i przekaźnik wyłączony. Po zaćmieniu fotorezystora wzrasta jego oporność, następuje zamknięcie T4, otwarcie T5 i włączenie przekaźnika. Nasilenie promieniowania świetlnego powodujące włączenie przekaźnika można wyregulować przy pomocy potencjometra.

Powyższe urządzenie można zastosować jako prosty układ alarmowy. W przypadku umieszczenia fotorezystora w ten sposób, że będzie naświetlony przez światło dzienne lub żarówkę powoduje przejście osoby lub włożenie przedmiotu między źródło światła i fotorezystor włączenie przekaźnika.



84. Przekaźnik sterowany światłem dla układów alarmowych

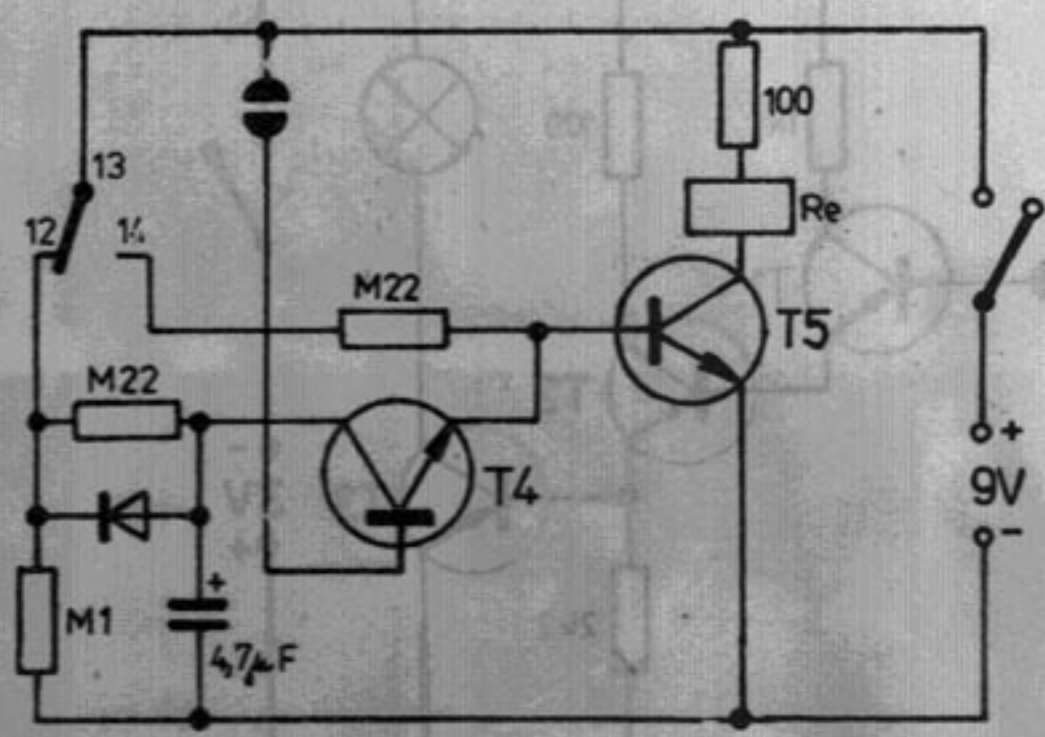
Mając na celu sprawdzenie obecności sygnału świetlnego lub dźwiękowego musimy powyższy sygnał doprowadzić do wejścia układu, który przeprowadzi ocenę i obecność sygnału sygnalizuje przykładowo przez zapalenie się lampki kontrolnej. Urządzenie według podanego wyższej schematu przeprowadza ocenę sygnału świetlnego dopadającego na fotorezystor. Powyższy sygnał wzmacnia i przetwarza przy pomocy układu spustowego Schmitta. Sygnał świetlny działający na fotorezystor powoduje włączenie tyrystora i przekaźnika i zapalenie się żarówki. Urządzenie to można zastosować w układach ochronnych i alarmowych. Układ Schmitta zabezpiecza dokładną regulację dolnego poziomu naświetlenia powodującego reakcję urządzenia przy pomocy potencjometra. Na niższą wartość sygnału świetlnego urządzenie nie reaguje.



85. Tranzystorowy układ przełączający

Naciskając przycisk Tl 1 doprowadzamy do bazy tranzystora T4 prąd sterujący przez opornik 1k następuje otwarcie tranzystora T4 i poprzez diodę elektroluminiscencyjną przejście emitor - baza T2. Przepływem prądu przez przejście bazowe T2 następuje otwarcie T2 i cały układ przechodzi do stanu włączenia. Czy nie przypomina Wam działanie układu funkcjonowanie tyrystora? Oczywiście, bowiem chodzi o zastępcze podłączenie tyrystora przy pomocy dwóch tranzystorów.

Wyłączenie dokonywane jest podobnie jak w przypadku wyłącznika tyrystorowego przez naciśnięcie Tl 2. Powyższy układ jest ekwiwalentem tyrystora PNPN.



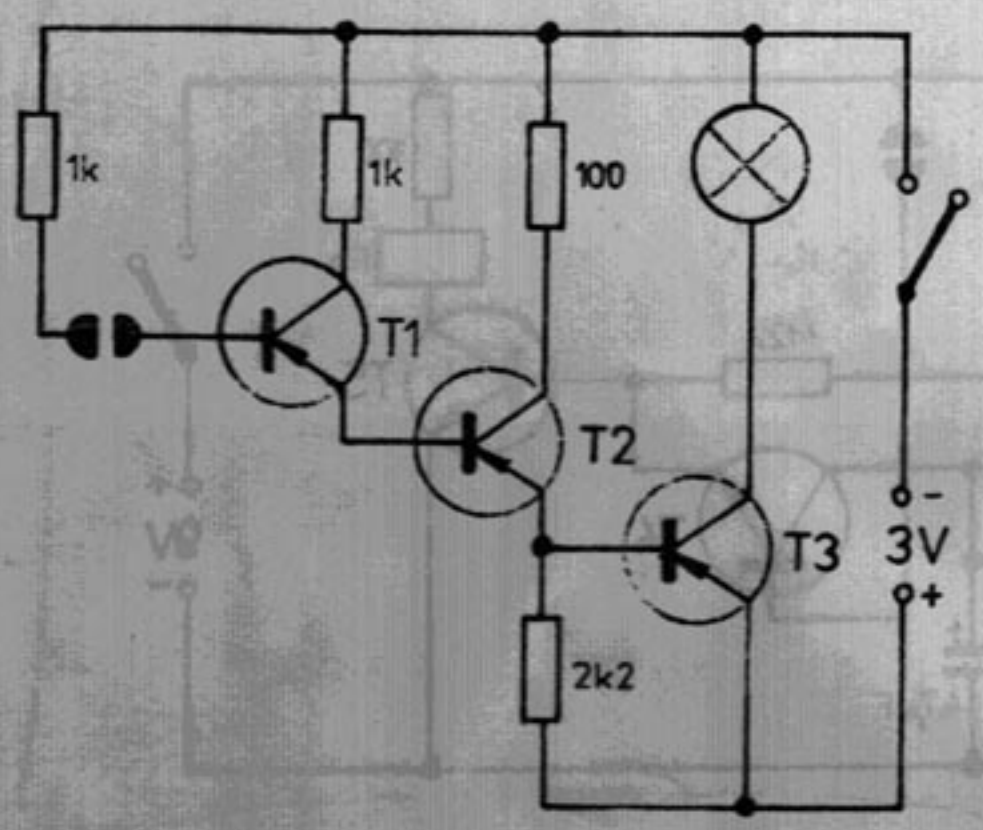
100/220 = 220/100 2,2A.
V = W·A.
W/V = A
A = V/W.
W = A·V.
1V/.

86. Przełącznik senzorowy wspomagany przekaźnikiem.

Układ powyższy działa w sposób następujący: po podłączeniu napięcia zasilającego obydwa tranzystory znajdują się w stanie nieprzewodzącym. Przez układ przepływa i tylko mały prąd spoczynkowy, którego wartość uzyleżniona jest od opornika M1. W stanie spoczynkowym następuje ładowanie kondensatora poprzez opornik M22. Połączenie punktów styku przez palec powoduje otwarcie tranzystora T4 przez dodatni impuls prądowy otwarcie tranzystora T5 i włączenie przekaźnika. W tym momencie następuje przełączenie styku przekaźnika /13, 14/ i baza tranzystora T5 zasilana jest przez powyższy zestyk i opornik M22 więc T5 zostaje nadal w stanie przewodności. Następuje wyładowanie kondensatora poprzez opornik i diodę M1. Przy ponownym połączeniu punktów styku przez palec następuje otwarcie tranzystora T4, połączenie bazy T5 z ujemnym ~~źródłem~~ biegunem źródła przez kondensator /nie naładowany kondensator zachowuje się w momencie podłączenia napięcia, jak zwarcie/. Następuje zamknięcie tranzystora T5 i wyłączenie przekaźnika. Powyższego układu wykorzystanie w praktyce ~~polegać~~ stosując przekaźniki z wyższą liczbą styków roboczych, przykładowo celem przełączania wejść wzmacniacza itd.

15,5	15,43 k
15,5	15,43 k
15,5	15,43 k
15,5	15,41 k
20	

+10 mA

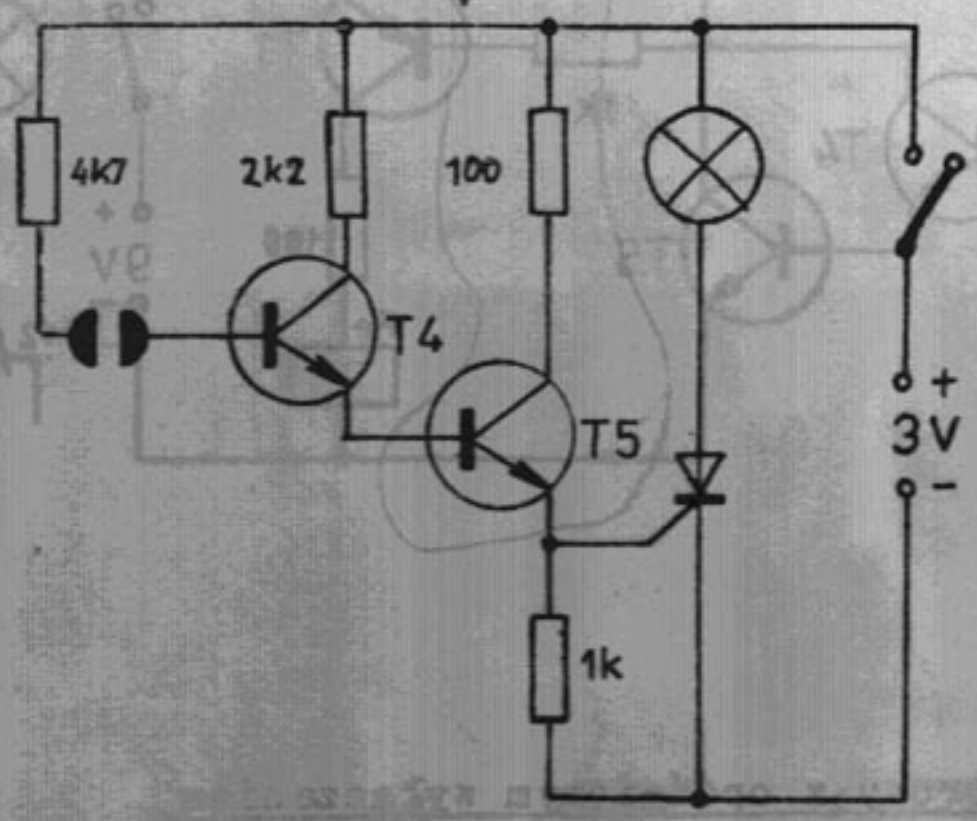


87. Tranzystorowy przycisk senzorowy

Porównując układ ten z układem poprzednim widzimy, zmianę tylko w zastąpieniu tyrystora trzecim tranzystorem i zastsosowaniem tranzystorów przewodnictwa typu P. Również w tym przypadku chodzi o wzmacniacz, który nie zabezpiecza stałe włączenie obciążenia. Odrębność ta wynika z podstawowej różnicy między tranzystorem i tyrystorem, które są podłączone jako elementy wyłączające. Po oddaleniu palca następuje więc zgaszenie żarówki. Przy pomocy powyższego układu możemy realizować wyłączenie tyrystora w przełączniku senzorowym /nie musimy wyłączać zasilania/. Warunkiem jest jednak zastosowanie tranzystorów jednego typu przewodnictwa "w przełączniku" i "przycisku". Podłączenie obydwu układów realizuje się przez odłączenie żarówki przycisku senzorowego i podłączenie kolektora T3 do anody tyrystora.

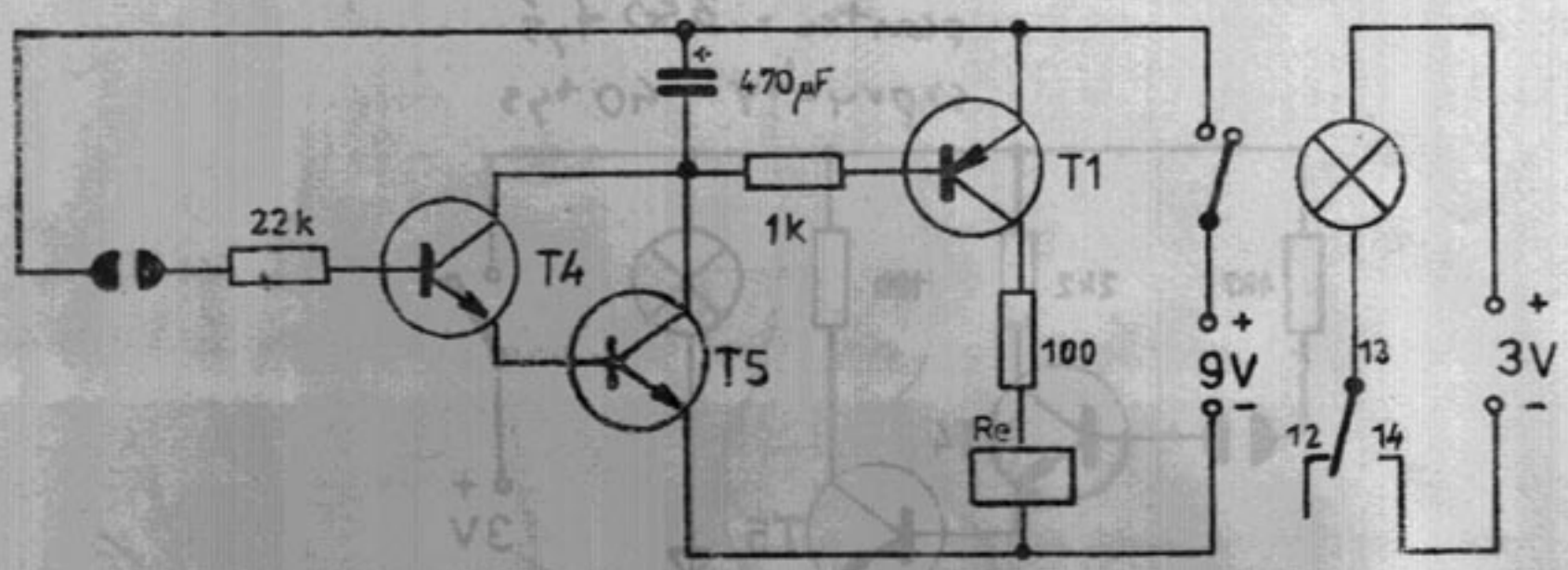
Jeżeli nie zapali się zarowka na skutek lekkiego dotknięcia palcem, należy punkty styku nacisnąć lub nawilżyć palec.

Felga - 150 tyś
piasta - 350 tyś
szprychy 40 tys



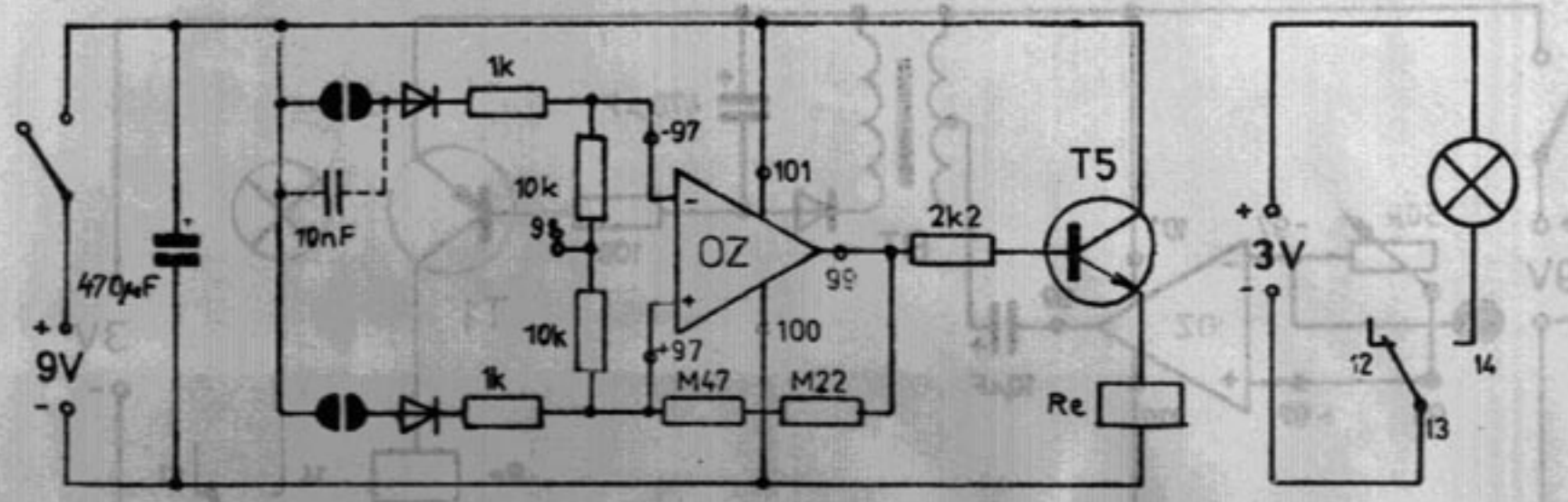
88. Przełącznik senzorowy z tyrystorem

Przełączniki senzorowe ułatwiają obsługę wielu urządzeń elektronicznego sprzętu powszechnego użytku. Układy te są w większości przypadków oparte na układach scalonych. W wersji uproszczonej przede wszystkim tańszej możemy do konstrukcji przełączników senzorowych wykorzystać tranzystory i tyrystory. Układ funkcjonuje w sposób następujący: po połączeniu przez dotknięcie palcem punktów stykowych czujnika senzorowego nastąpi otwarcie tranzystorów T4 i T5 i włączenie tyrystora. Tyrystor zostaje w stanie włączonym również po zdjęciu palca. Żarówka się zapali. Wyłączenie układu jest możliwe tylko przez wyłączenie zasilania. Wariantu powyższego możemy wykorzystać również podczas pilnowania różnych obiektów.



89. Układ senzorowy z opóźnionym wyłączaniem

Obwód ten jest jednym z licznych układów przełączników senzorowych. Na skutek połączenia punktów stykowych senzoru nastąpi otwarcie tranzystorów T4, T5 i T1, włączenie przekaźnika, którego styki podłączają zasilanie żarówki. W okresie otwarcia tranzystorów T4 i T5 nastąpiło załadowanie kondensatora, którego napięcie utrzymuje w stanie otwarcia tranzystor T1 również wtedy, kiedy już nie ma połączenia punktów styku senzora. Ze względu na to, że następuje wyładowywanie kondensatora przez opornik 1 kΩ i przejście baza - emitor tranzystora T1 dojdzie po pewnym czasie do zmniejszenia ujemnego napięcia początkowego bazy do wartości przy której następuje zamknięcie tranzystora. Na sk tek zamknięcia T1 przekaźnik przechodzi do stanu obojętnego. Okres opóźnienia wynika z pojemności kondensatora i wartości opornika, który w naszym układzie wynosi 1 kΩ. Układ ten można zastosować w przypadkach, kiedy wymagane jest włączenie odbiornika tylko przez pewien okres czasu.

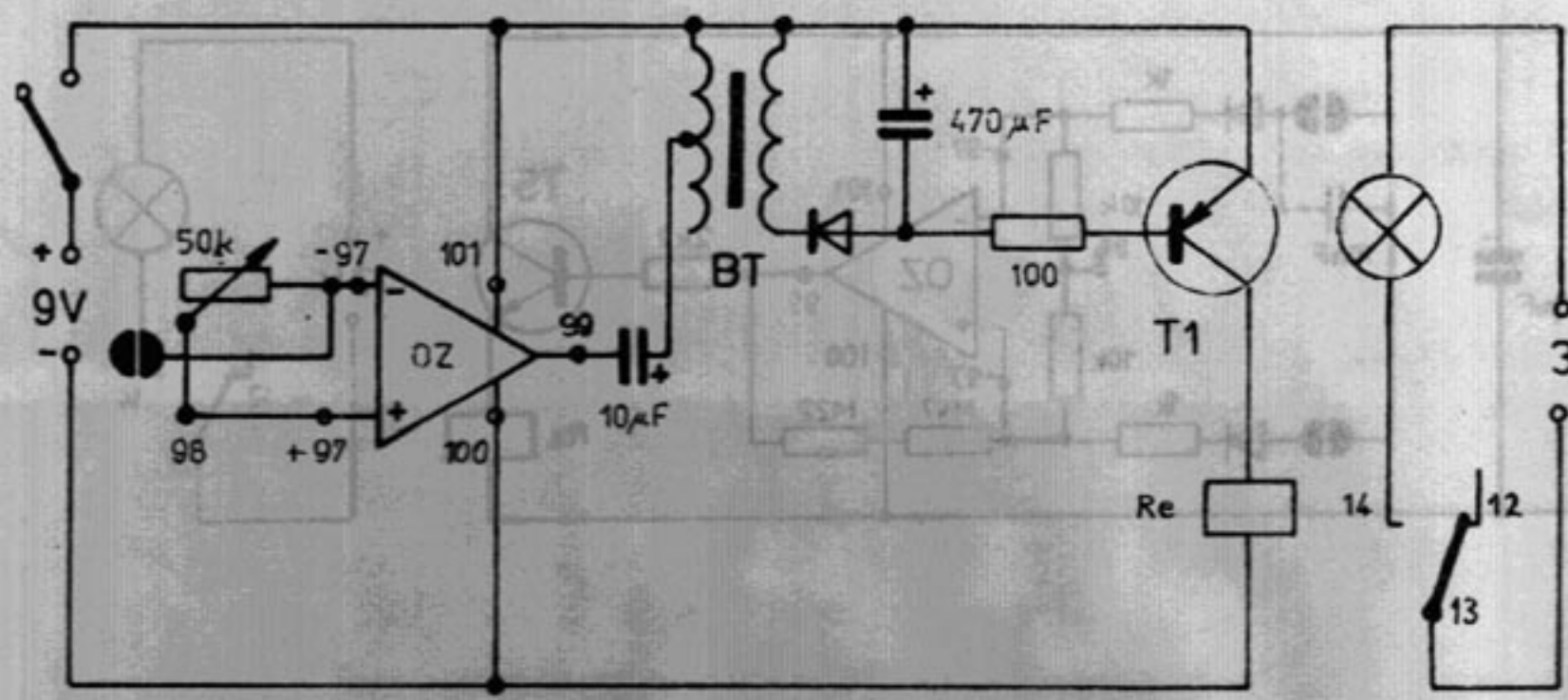


90. Układ senzorowy z wzmacniaczem operacyjnym

Układ ten jest w zasadzie bistabilnym układem spustowym z wzmacniaczem operacyjnym.

Stan początkowy układu spustowego po podłączeniu napięcia zasilającego /tzn. żarówka świeci lub nie/ można określić w ten sposób, że odpowiednie punkty styku senzora połączyły przez kondensator z pojemnością rzędu nanofaradów /przedstawiono linią kreskowaną/. Po podłączeniu napięcia zasilającego impuls dodatni doprowadzony jest do jednego z wejść wzmacniacza operacyjnego i układ spustowy na wejściu nastawi się w ten sposób zawsze do wymaganego poziomu.

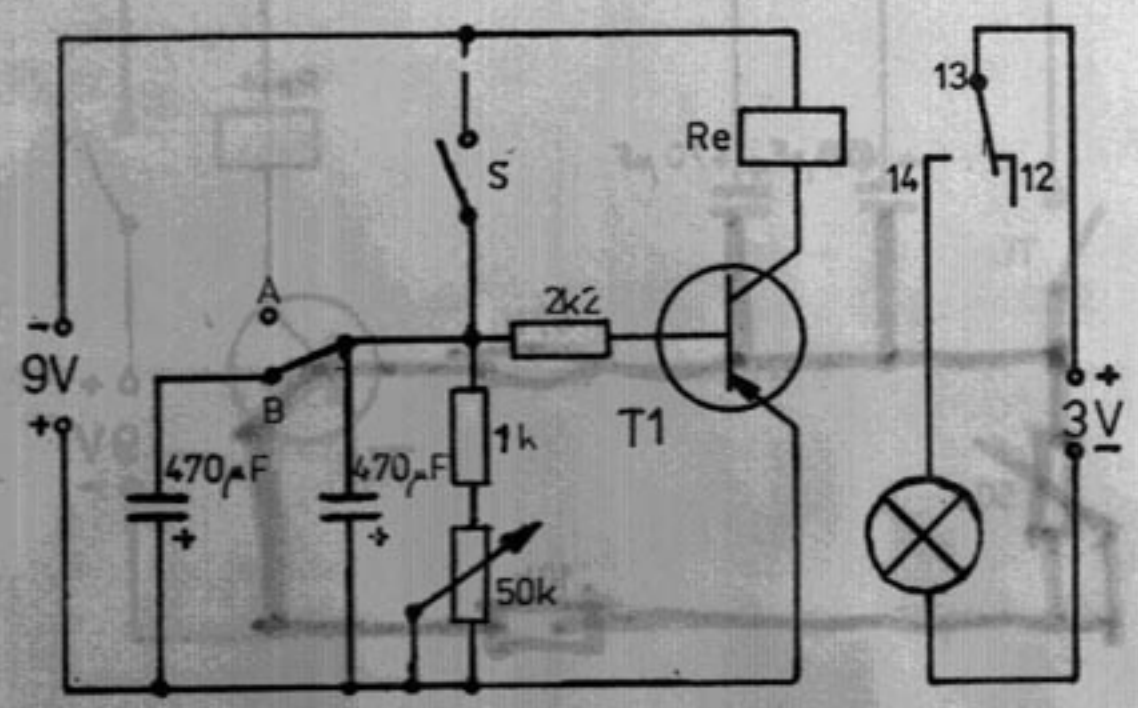
Do regulacji czułości układu służy opornik M47 i M22 podłączone w układzie sprzężenia zwrotnego.



91. Przełącznik z sterowaniem senzorowym

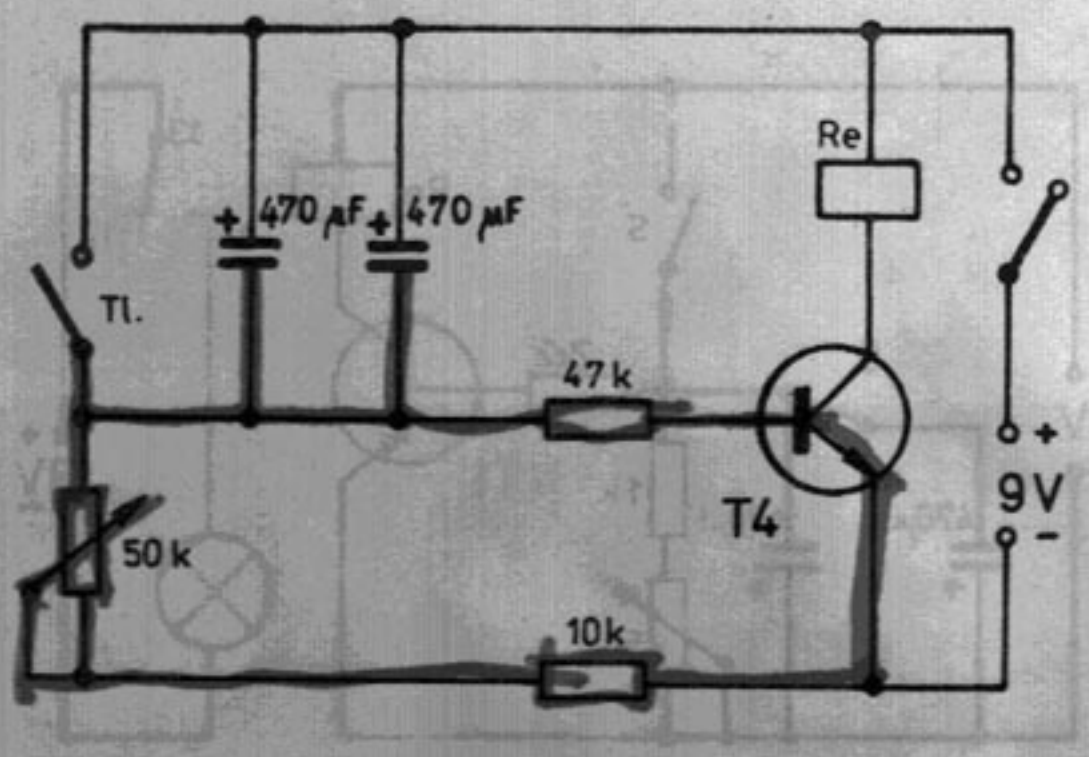
Układ powyższy z wzmacniaczem operacyjnym zabezpiecza włączenie przekaźnika i rozświecenie żarówki na podstawie dotyku palca do punktów stykowych senzora. Czułość urządzenia /niezawodność włączania/ regulowana jest przy pomocy potencjometra.

Zasada działania układu jest bardzo prosta. Na skutek dotyku palca do punktów stykowych senzora doprowadzone jest na wejście wzmacniacza operacyjnego tzw. napięcie brzęczenia. Napięcie to wzmocnione jest przez wzmacniacz operacyjny, następuje wzbudzenie transformatora, napięcie z uzwojenia wtórnego jest wyprostowane i filtrowane i w ten sposób przetworzone włącza tranzystor T1.



92. Przełącznik czasowy

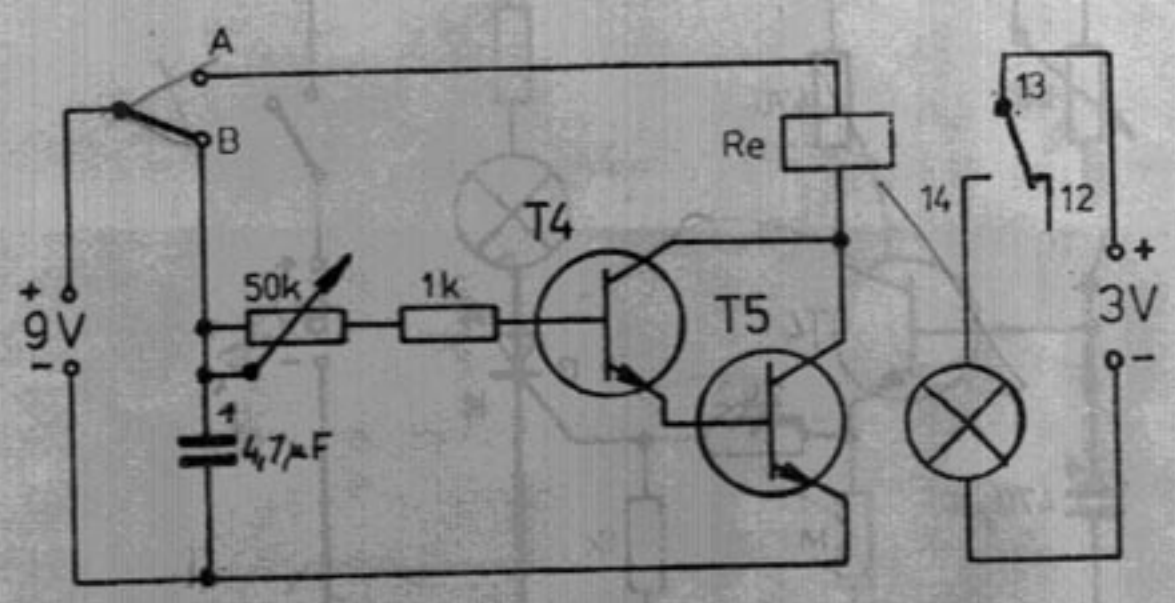
Układ powyższy działa jako układ opóźniający. Funkcjonowanie układu sygnalizowane jest przez żarówkę. W momencie włączenie przełącznika S następuje otwarcie tranzystora, włączenie przekaźnika i natychmiastowe zapalenie się żarówki. W chwili rozłączenia przełącznika żarówka nie gaśnie natychmiast a dopiero po pewnym okresie czasu, którego długość wynika z pojemności kondensatora. Czas wyładowania kondensatora można regulować przy pomocy potencjometra. Aby przedłużyć zasadniczo czas wyładowywania należy przesunąć przełącznik do położenia B. Wynikiem jest połączenie równoległe kondensatorów i tym również wzrost pojemności kondensatorów do wartości podwójnej.



93. Przełącznik czasowy

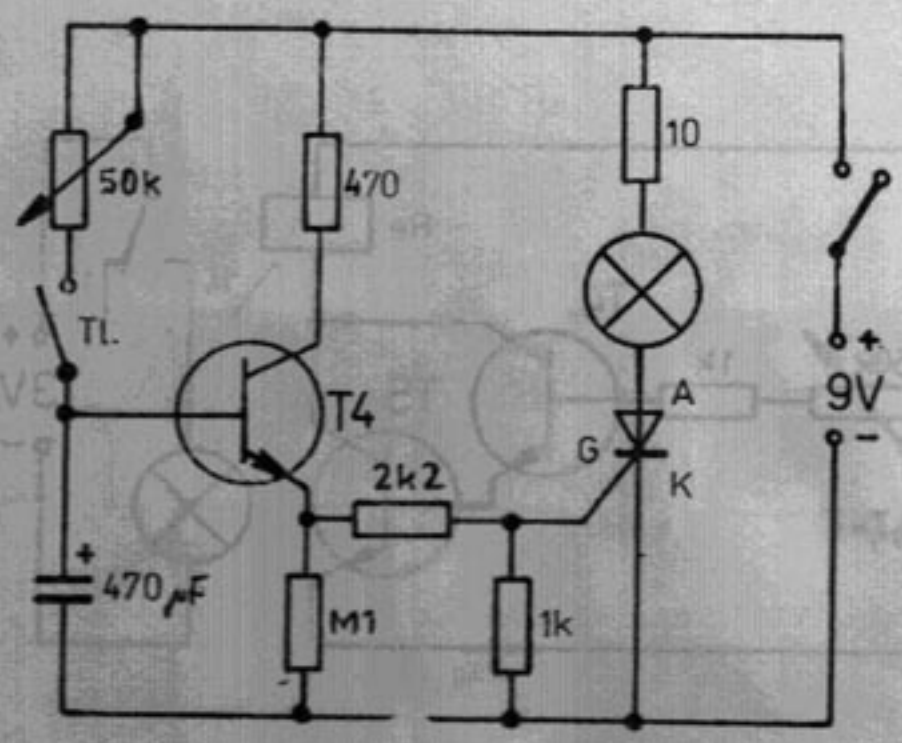
Układ według podanego powyżej schematu działa w zakresach czasowych długich do kilku minut. Naciśnięcie przycisku powoduje doprowadzenie napięcia dodatniego do bazy tranzystora i jego otwarcie, włączenie przekaźnika przy równoczesnym zablokowaniu kondensatora. W skrajnym położeniu potencjometra układ zasilany jest pełnym napięciem zasilającym. Rozłączenie przycisków powoduje ładowanie kondensatora poprzez potencjometr i opornik 10 kΩ i obniżenie napięcia bazy tranzystora w zależności od stałej czasu wynikającej z wartości oporników i kondensatora. W momencie spadku napięcia poniżej określonej wartości następuje zamknięcie tranzystora i wyłączenie przekaźnika. Długość okresu czasowego włączenia przekaźnika należy regulować przez zmianę pojemności kondensatora /zgrubnie/ oraz przy pomocy potencjometra /precyzyjnie/.

Proszę zwrócić uwagę na różnicę w stosunku do poprzedniego układu: okres czasowy w tym przypadku wynika z długości okresu ładowania kondensatora, natomiast w przypadku poprzedniego układu z czasu wyładowania kondensatora.



94. Przełącznik czasowy z tranzystorami w układzie Darlingtona

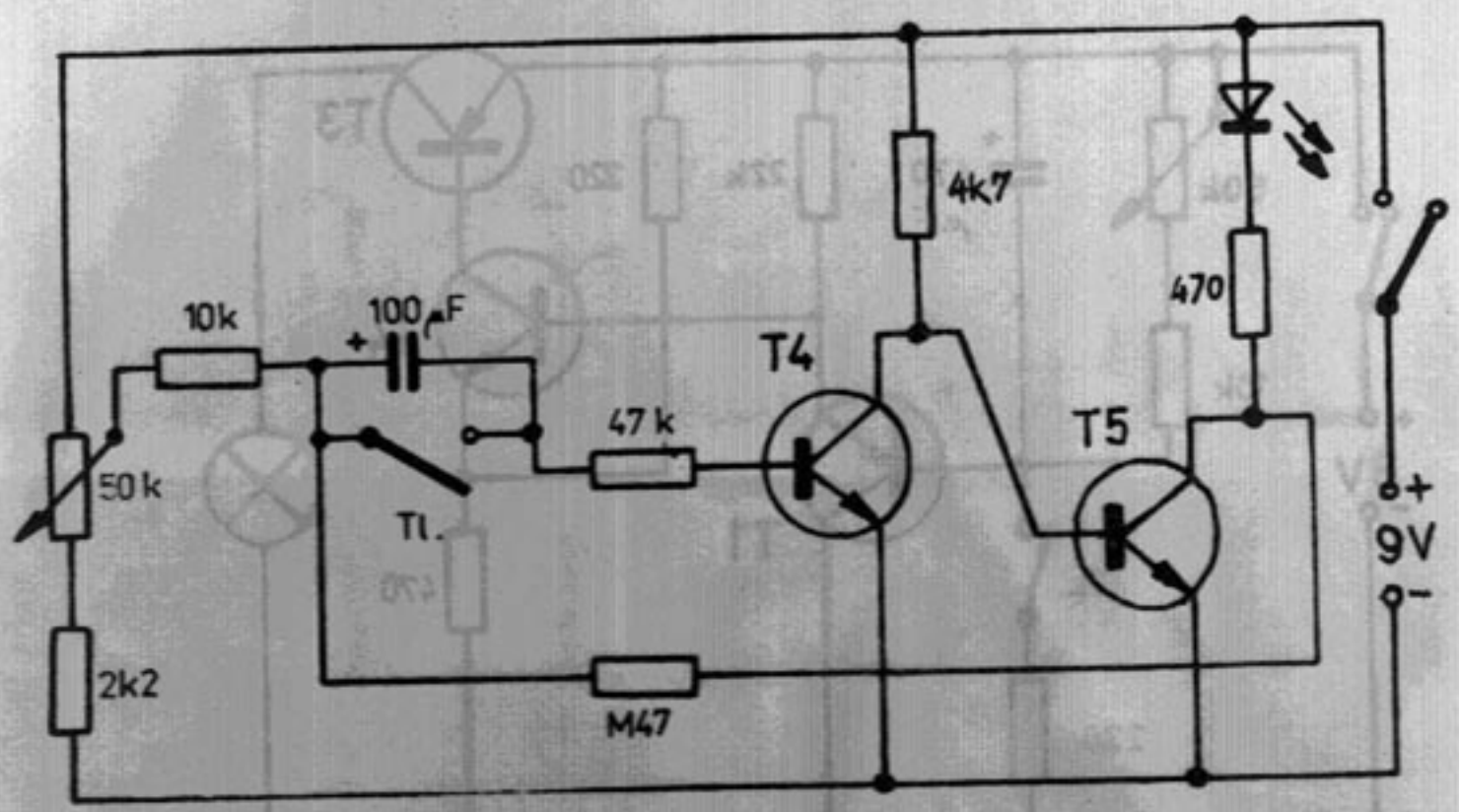
Przełączniki czasowe oraz czasosfery należą do układów stosowanych w różnych urządzeniach gospodarstwa domowego. Powyższe sterowane mechanicznie i elektrycznie urządzenie opracowane jest w ten sposób, aby włączenie lub wyłączenie nastąpiło w z góry określonym czasie. Opóźnienie czaoswe układu wynika z długości okresu wyładowywania kondensatora, własne sterowanie realizowane jest za pośrednictwem tranzystora i przekaźnika. Przesunięcie przełącznika do położenia B powoduje naładowanie kondensatora, po przesunięciu przełącznika do położenia A następuje wyładowywanie kondensatora. otwarcie tranzystorów T 4 i T 5 włączenie przekaźnika i zapalenie się żarówki. Powyższy stan rzeczy trwa do momentu spadku napięcia do określonej wartości. Później następuje zamknięcie tranzystorów, wyłączenie przekaźnika, gaśnie żarówka. Okres włączenia można zmieniać w sposób ciągły przy pomocy potencjometra. Aby zasadniczo przedłużyć okres włączenia należy podłączyć równolegle następne kondensatory.



95. Przełącznik czasowy z tranzystorem i tyrystorem

Układ ten stanowi wariant poprzedniego układu, uruchomienie układu następuje po włączeniu przycisku, ale z pewnym opóźnieniem czasowym.

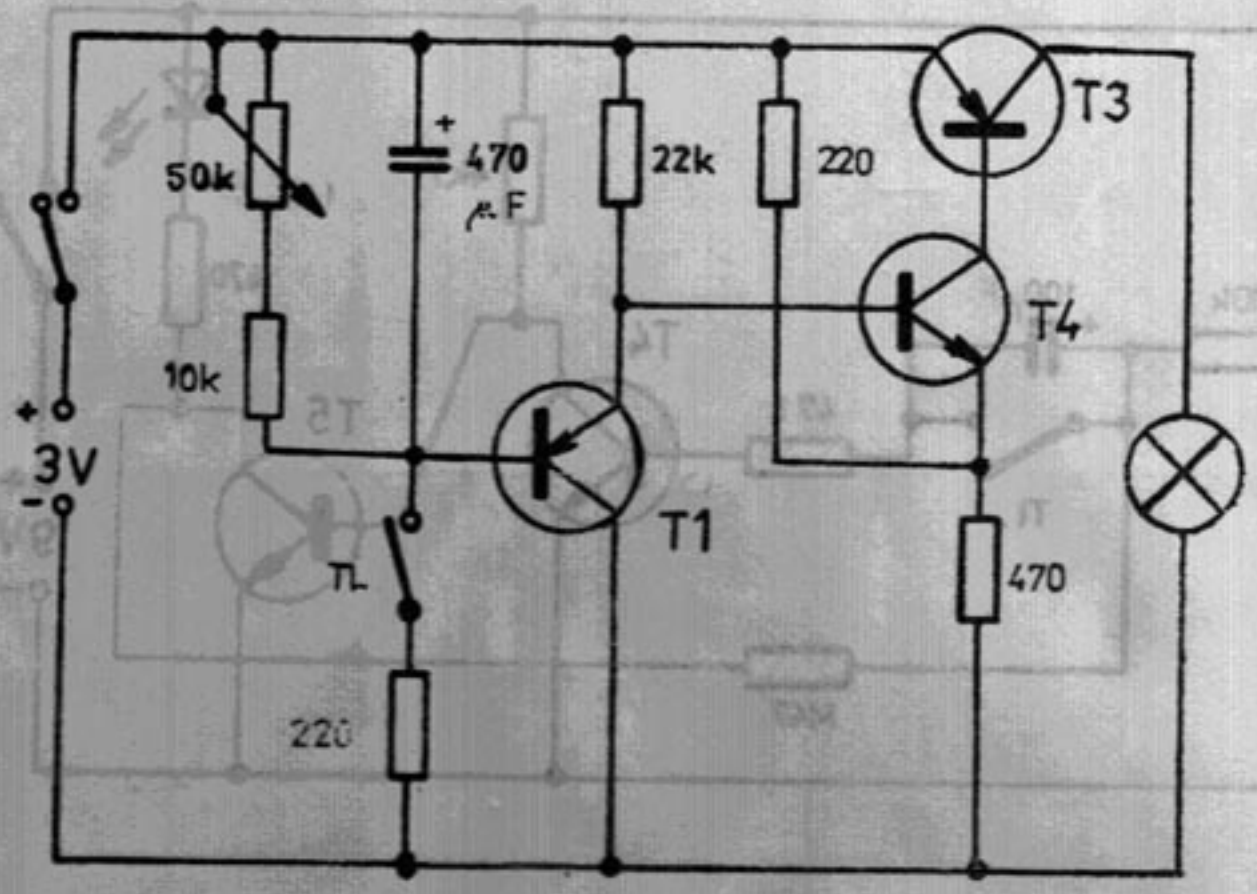
Powyższego efektu osiągnięto przez zastosowanie kondensatora, w który tworzono napięcie początkowe dla bazy tranzystora. W momencie osiągnięcia określonej wartości napięcia początkowego, następuje otwarcie tranzystora i doprowadzenie dodatniego napięcia do bramki tyrystora. Otwarcie tyrystora powoduje zapalenie się żarówki. Opóźnienie czasowe można regulować przy pomocy potencjometra. Wyłączenie żarówki następuje po odłączeniu napięcia zasilającego.



96. Przełącznik czasowy

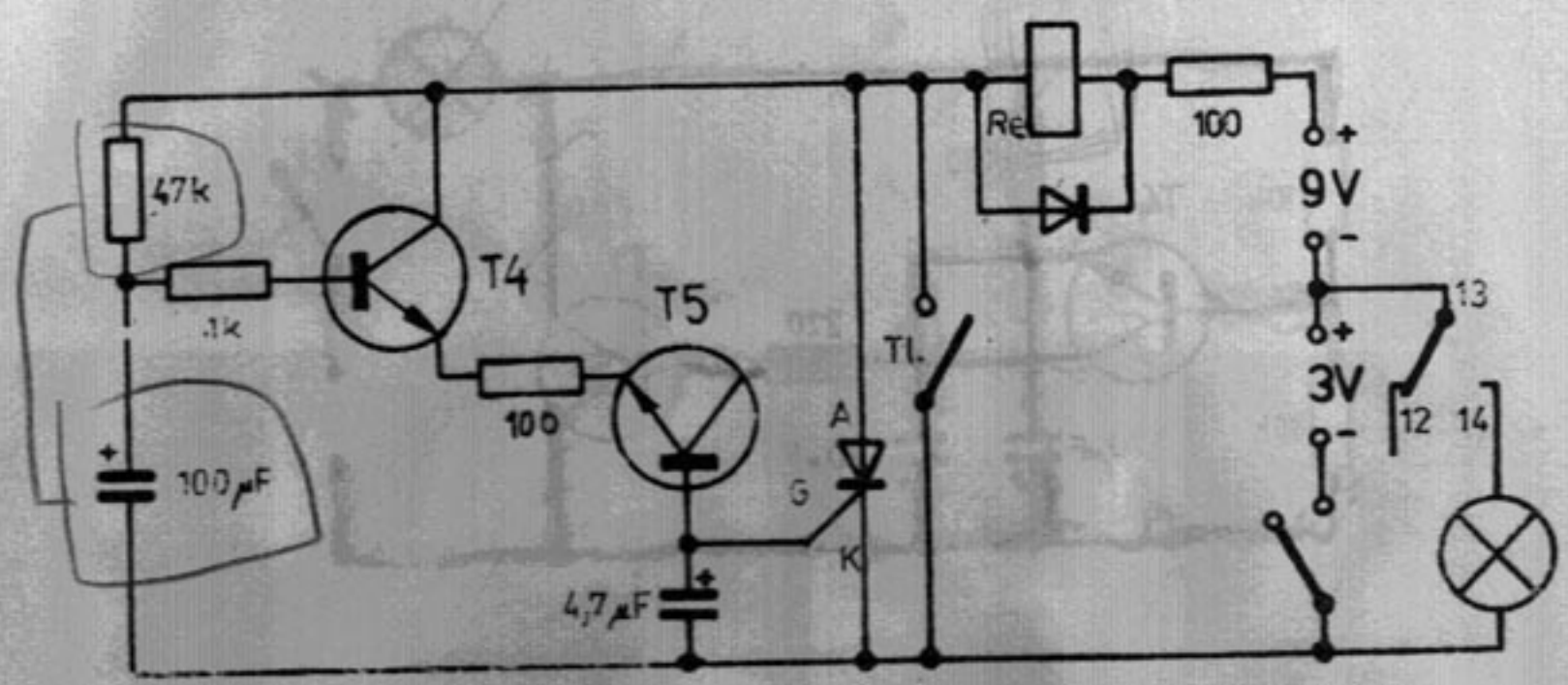
Zmienione połączenie monostabilnego układu spustowego może stanowić podstawę do układu przełącznika czasowego. Funkcjonowanie układu opiera się na wykorzystaniu opóźnienia czasowego wynikającego z okresu ładowania kondensatora. Potencjometr /ze skalą w sekundach/ reguluje prąd ładowania kondensatora. W momencie osiągnięcia określonego napięcia na zaciskach kondensatora, nastąpi zmiana stanu układu tranzystorów T4 i T5 i zapala się dioda elektroluminiscencyjna.

Aby zagwarantować jednakowe warunki początkowe /napięcie zerowe kondensatora/ uruchamiano układ przez przycisk T1, powodując wyładowanie kondensatora do napięcia zerowego.



97. Chwilowe wyłączenie odbiornika

Jeżeli chcemy przerwać chwilowo działalność pewnego odbiornika nie trzeba go wyłączać, wystarczy tymczasowo przerwać jego działalność. W naszym układzie jako odbiornik występuje żarówka. W momencie podłączenia napięcia zasilającego tranzystor T1 jest w stanie zamkniętym, natomiast tranzystory T3 i T4 są otwarte i żarówka świeci. Naciśnięcie przycisku powoduje otwarcie tranzystora T1 i naładowanie kondensatora. Napięcie kondensatora utrzymuje tranzystor w stanie otwartym, utrzymując równocześnie tranzystory T3 i T4 w stanie zamkniętym, żarówka odłączona jest od napięcia zasilającego. Następuje powolne wyładowywanie kondensatora, po pewnym czasie następuje zamknięcie tranzystora T1. Układ znajdzie się w stanie początkowym, żarówka jest ponownie zasilana napięciem zasilającym. Długość okresu chwilowego wyłączenia żarówki regulujemy przy pomocy potencjometra.

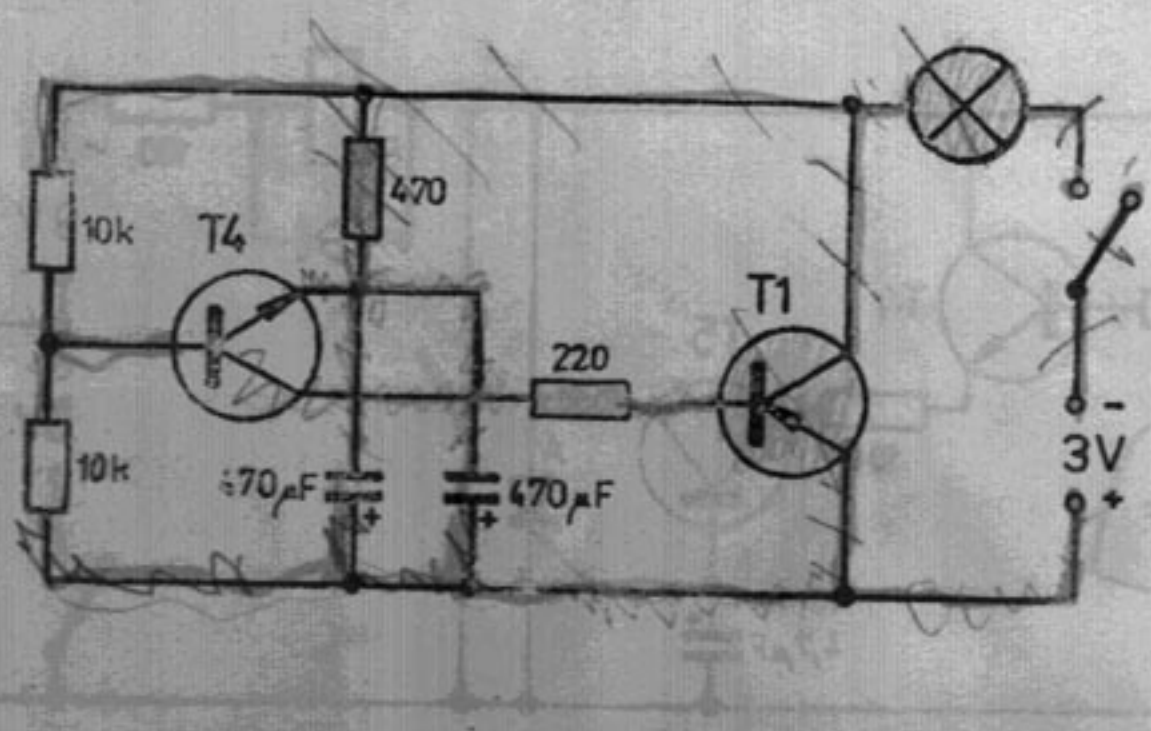


98. Przerywacz elektroniczny

Przy pomocy powyższego układu można opóźnić włączenie przekaźnika /zapalenie żarówki/ o okres wynikający z kombinacji opornika 47 k i kondensatora 100 uF. Im większe są wartości opornika i kondensatora, tym większe jest opóźnienie włączenia przekaźnika. Uruchomienie układu następuje po naciśnięciu przycisku.

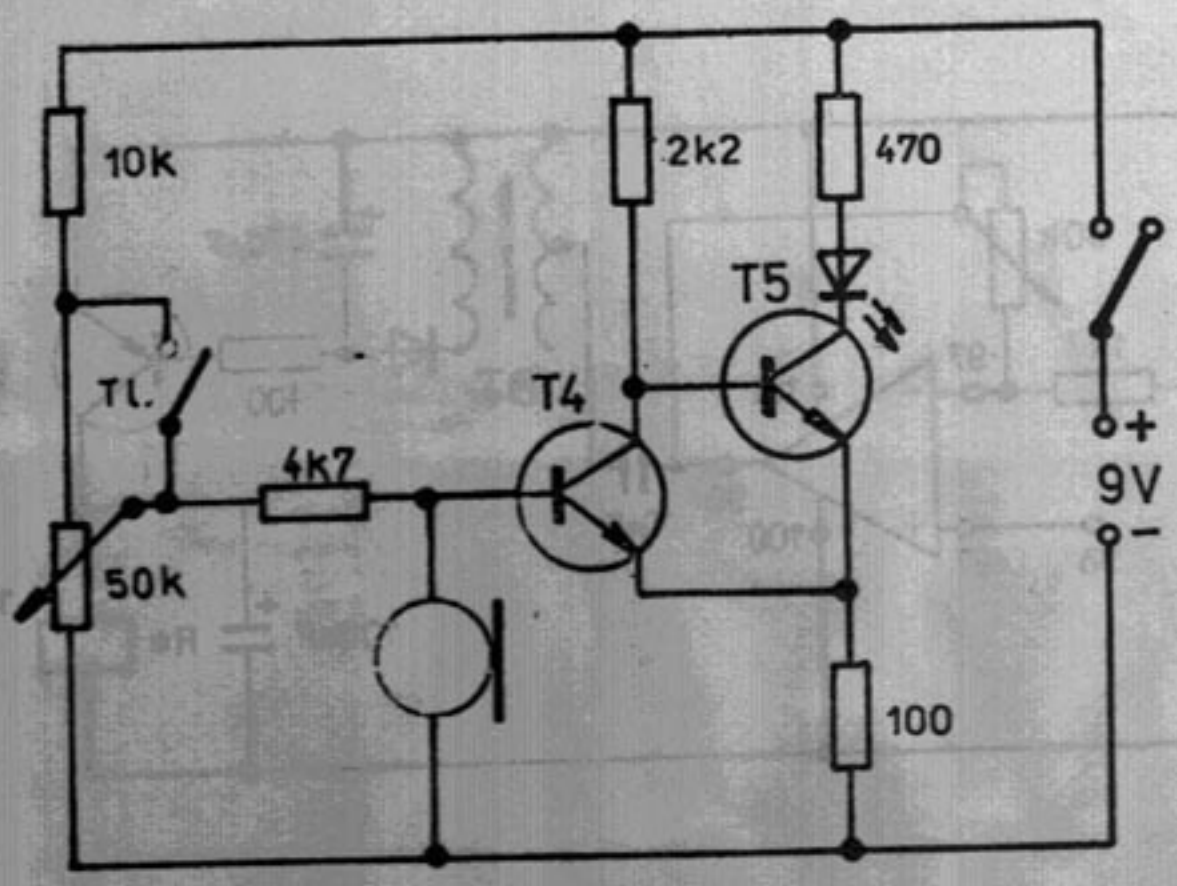
Podobny układ stosowany jest w praktyce w układach uruchamiania wycieraczek samochodowych. W tym przypadku zamiast przekaźnika podłączono silnik wycieraczek i zamiast przycisku podłączony jest styk końcowy wycieraczek.

Ciekawostką jest podłączenie tranzystora T5, który pełni funkcję diody Zenera, to jest warstwowej diody półprzewodnikowej, w której wykorzystane jest zjawisko Zenera do celów stabilizacji napięcia, w tym przypadku w zakresie od 6 do 8 V.



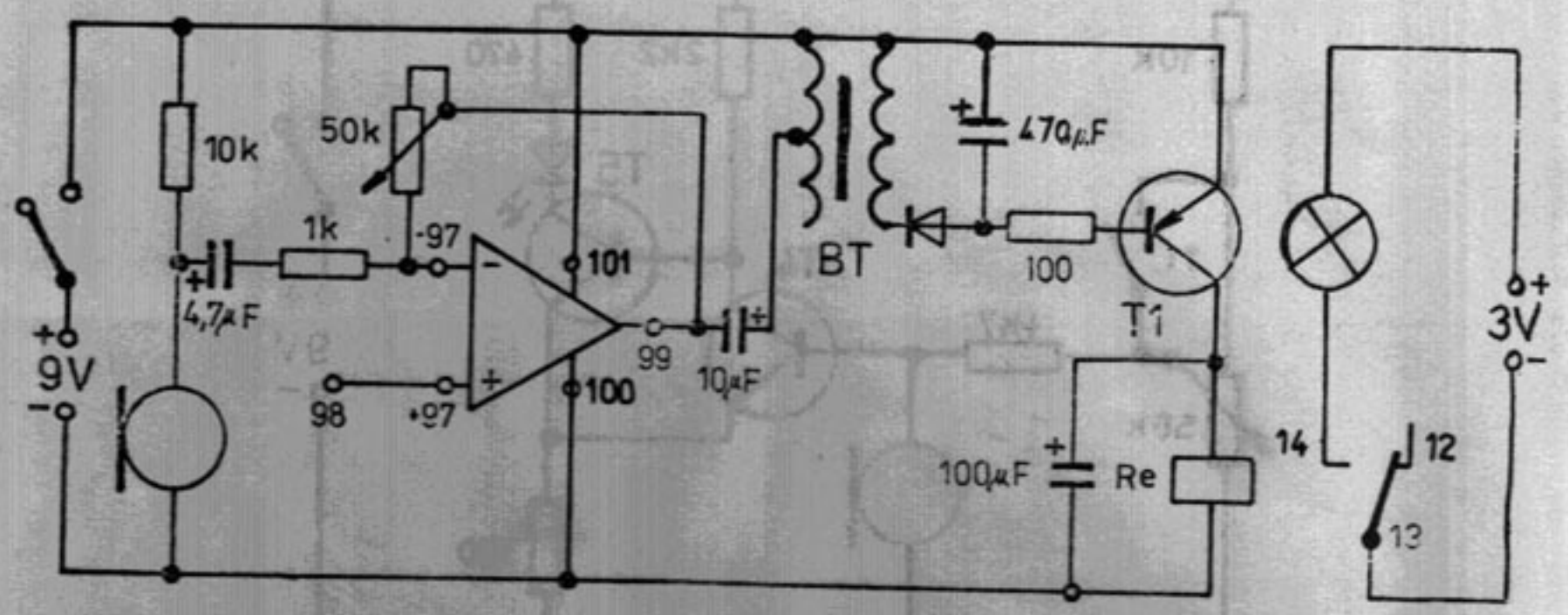
99. Przerywacz tranzystorowy

Przedstawiony powyżej schemat przedstawia przerywacz podłączany do odbiornika /żarówki/ szeregowo. W momencie podłączenia źródła napięcia zasilającego zaczyna się ładowanie kondensatora. Jeżeli napięcie kondensatora będzie wyższe niż napięcie na dzielniku oporowym bazy tranzystora T4, tranzystor znajdzie się w stanie przewodzenia i ładunek kondensatora wyładuje się do bazy tranzystora T1 poprzez opornik 220Ω. Nastąpi otwarcie tranzystora T1 i żarówka chwilowo się zapali. Tranzystor T1 równocześnie powoduje zwarcie napięcia zasilającego tranzystora T4 - dlatego żarówka po wyładowaniu kondensatora gaśnie i całe zjawisko powtarza się. Długość okresu czasowego między zapaleniem się żarówki można zmieniać przez zmianę oporności emitorowej tranzystora T4, tzn. przez zmianę szybkości ładowania kondensatora.



100. Przełącznik akustyczny

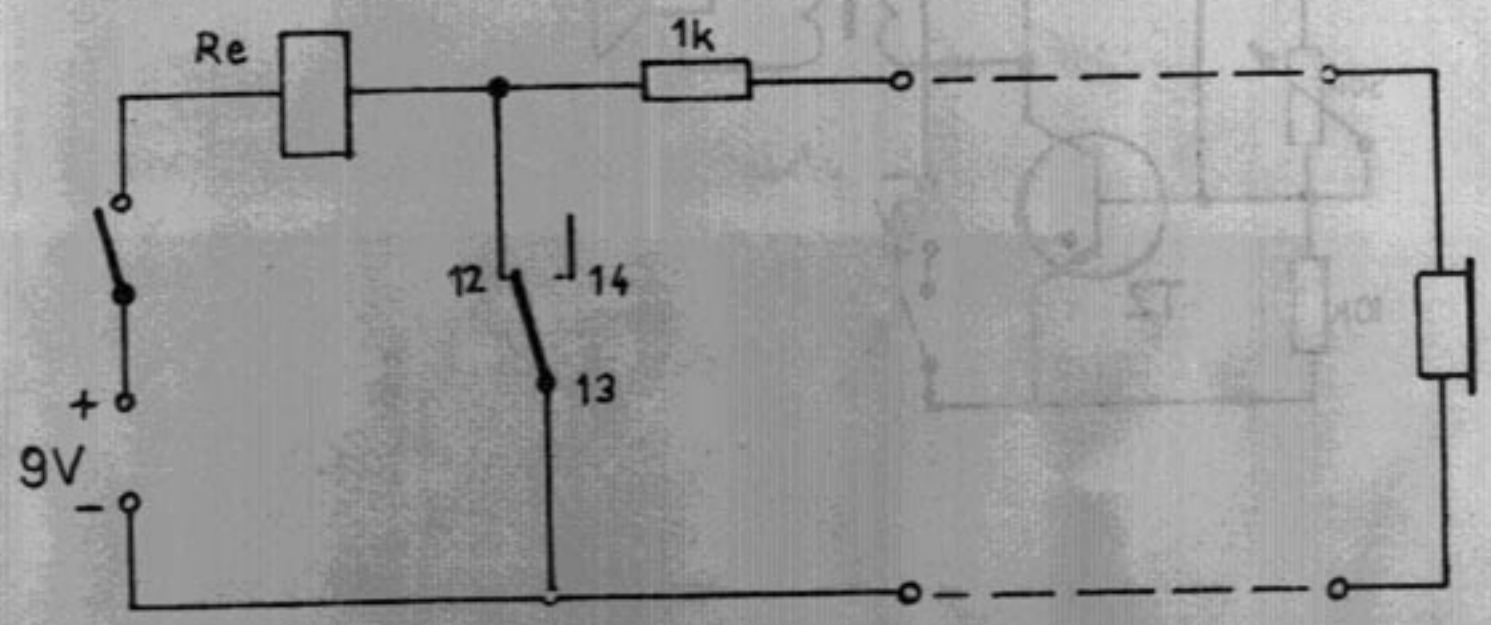
Przetwornica elektroakustyczna podłączona jest do wejścia układu spustowego, który wyregulowany jest pod granicą zmiany stanu. Zaletą powyższego układu jest stała sygnalizacja nawet jednorazowego sygnału wejściowego. Do stanu obojętnego doprowadzimy układ przez naciśnięcie przycisku. Do regulacji punktu pracy tranzystora T4 tuż pod granicą zapalenia się żarówki służy potencjometr. W tej sytuacji wystarczy mały impuls mały impuls /ujemny półokres przebiegu zmiennego/ do bazy tranzystora T5, ażeby nastąpiło zamknięcie tranzystora. W ten sposób osiągnie stan przewodności T5, wzrośnie napięcie na oporniku 100Ω i równocześnie napięcie emitora T4. Tranzystor T4 utrzyma stan nieprzewodności /napięcie bazy jest niższe niż napięcie emitora/ do momentu naciśnięcia przycisku. Powyższe powoduje doprowadzenie wyższego napięcia dodatniego do bazy tranzystora i układ znajdzie się w stanie początkowym.



101. Przekaźnik z wzmacniaczem operacyjnym sterowany sygnałem dźwiękowym

Układ według powyższego schematu włącza przekaźnik na podstawie sygnału dźwiękowego odbieranego przez mikrofon. Sygnał dźwiękowy odbierany przez mikrofon jest wzmocniony przez wzmacniacz operacyjny, następuje włączenie przekaźnika i zapalenie żarówki. Stosując powyższy układ można zrealizować wiele interesujących eksperymentów w zależności od tego, jaki odbiornik będziemy włączać przy pomocy sygnału dźwiękowego sterowanym przekaźnikiem. Przykładowo: można otwierać drzwi "na hasło" /podłączając układ do wyłącznika drzwi sterowanych elektrycznie, zdalnie zapalać żarówki itd.

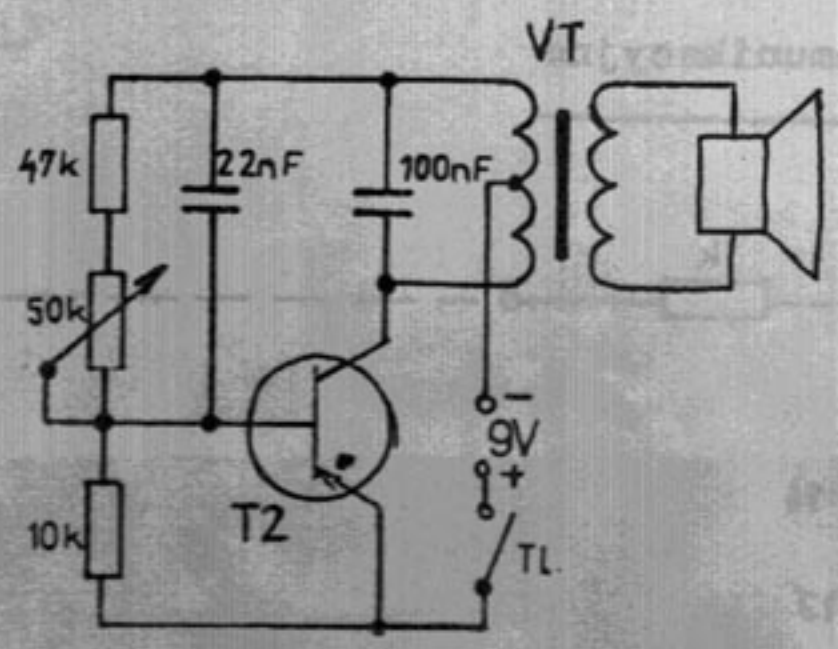
Urządzenia telekomunikacyjne



102. Urządzenie do nauki alfabetu Morse'a

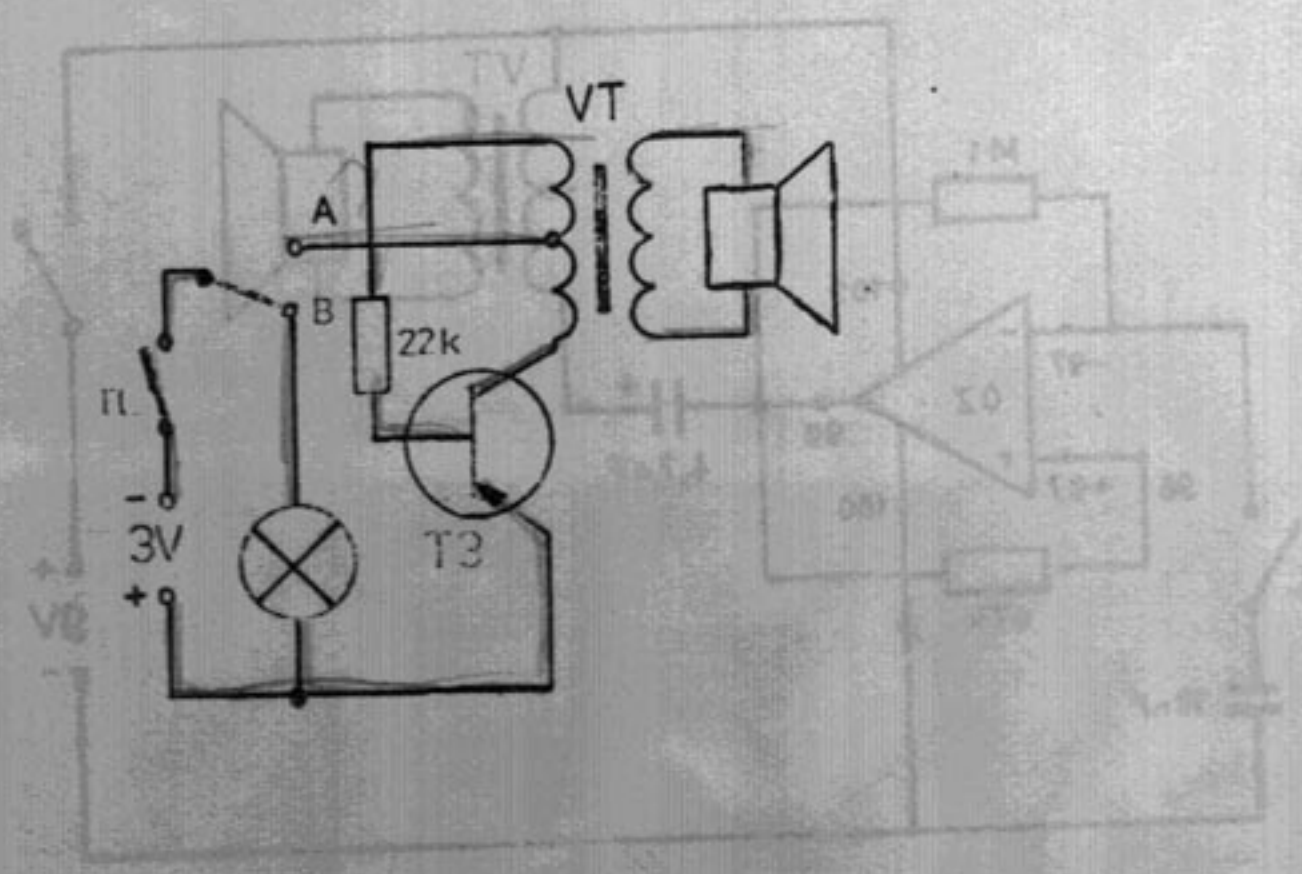
W układzie powyższym przekaźnik podłączono jako brzęczyk;przerywany prąd przekaźnika przetwarzany jest przez słuchawkę na sygnał akustyczny. Proszę porównać układ ten z układem nr 12, gdzie już spotkaliśmy się z podłączeniem przekaźnika jako brzęczyka. Naciśnięcie przycisku powoduje drganie przekaźnika, drganie to słychać w postaci sygnału akustycznego ze słuchawki. Urządzenie to zastosować można do nadawania znaków alfabetu Morse'a, gdzie po stronie odbioru sygnał emitowany jest przez słuchawkę, natomiast po stronie nadawania odbywa się kontrola akustyczna nadawanej wiadomości przy pomocy przekaźnika - brzęczyka. Korzystając z możliwości oddzielenia obu części zestawu i słuchawkę podłączycie przy pomocy dłuższych przewodów,można informacje nadawać na odpowiednio długą odległość.

Nadając znaki alfabetu Morse'a należy postępować w ten sposób, ażeby "kropka" była w przybliżeniu trzy razy krótsza od "kreski".



103. Układ tranzystorowy do nauki alfabetu Morse'a

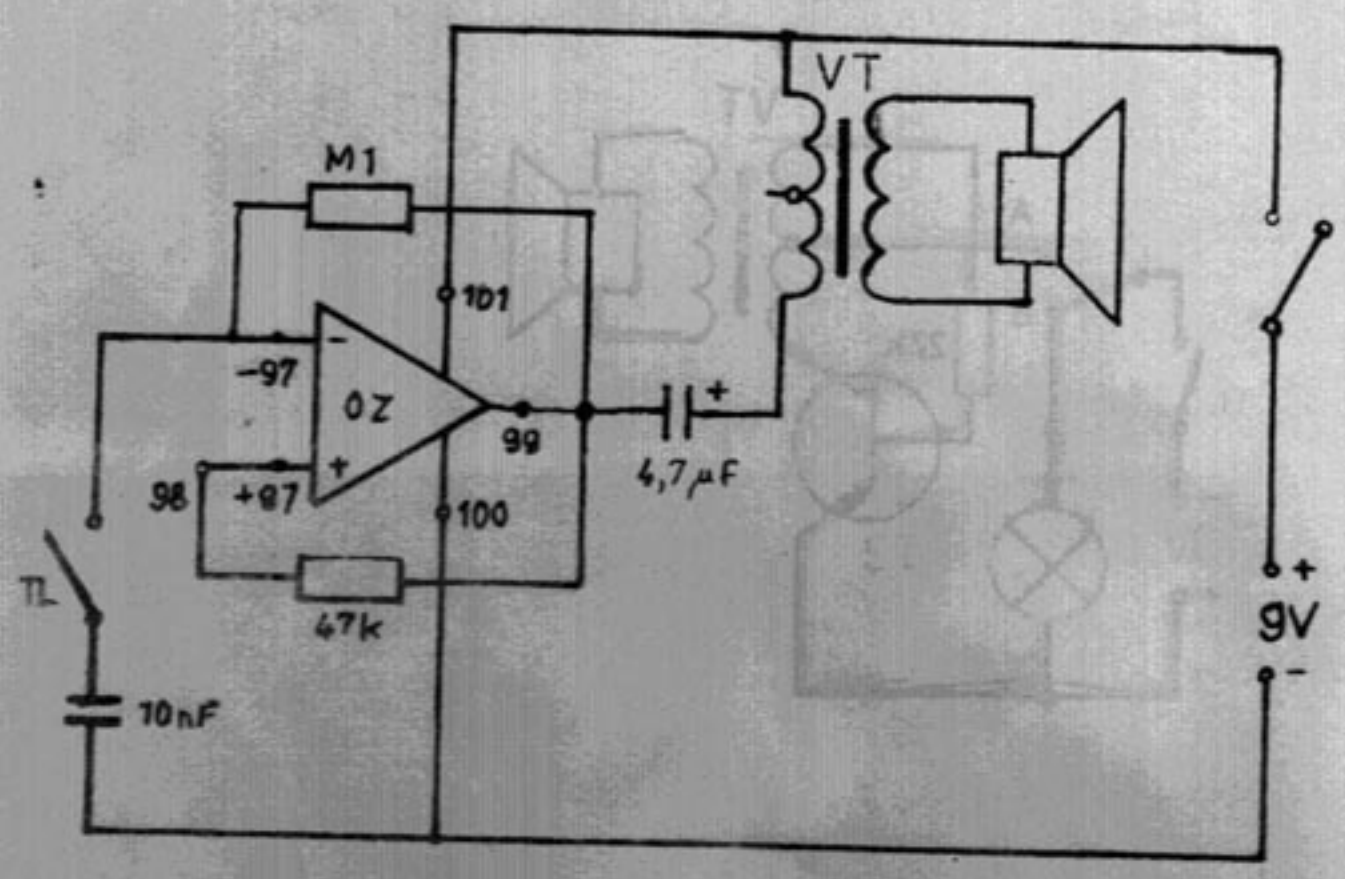
W układzie według powyższego schematu zastosowano oscylator jednotranzystorowy małej częstotliwości. Własny oscylator składa się z tranzystora, uzwojenia transformatora oraz dwu kondensatorów. Zmianę częstotliwości drgania dokonujemy przy pomocy potencjometra podłączonego do bazy tranzystora. W zależności od zmiany oporności potencjometra zmienia tranzystor częstotliwość drgań, powodując w ten sposób zmianę sygnału akustycznego wychodzącego z głośnika. Napięcie zasilające podłączamy przy pomocy wyłącznika Tl. Znaki alfabetu Morse'a przez Was nadawane mogą być słuchane i tym samym sprawdzane przez inną osobę. Fakt ten ułatwia i przyspiesza naukę alfabetu Morse'a. Układ powyższy korzysta z podstawowego połączenia oscylatora małej częstotliwości. Proszę o nim pamiętać!



104. Układ świetlny i dźwiękowy do nauki alfabetu Morse'a

Od dawna człowiek porozumiewał się na odległość przy pomocy sygnałów świetlnych i dźwiękowych. Który z tych sygnałów jest bardziej dostępny? Oczywiście światło. Sygnał świetlny nie musi być zbyt silny, natomiast dobrze widoczny jest na wielką odległość przede wszystkim nocą. Jest sprawą oczywistą, że porozumiewanie się przy pomocy sygnału świetlnego nie jest możliwe w urozmaiconym terenie, przykładowo w górach. Wtedy należy zastosować dźwięk. Jak widać z powyższego światło i dźwięk mają swoje zalety jak również mankamenty.

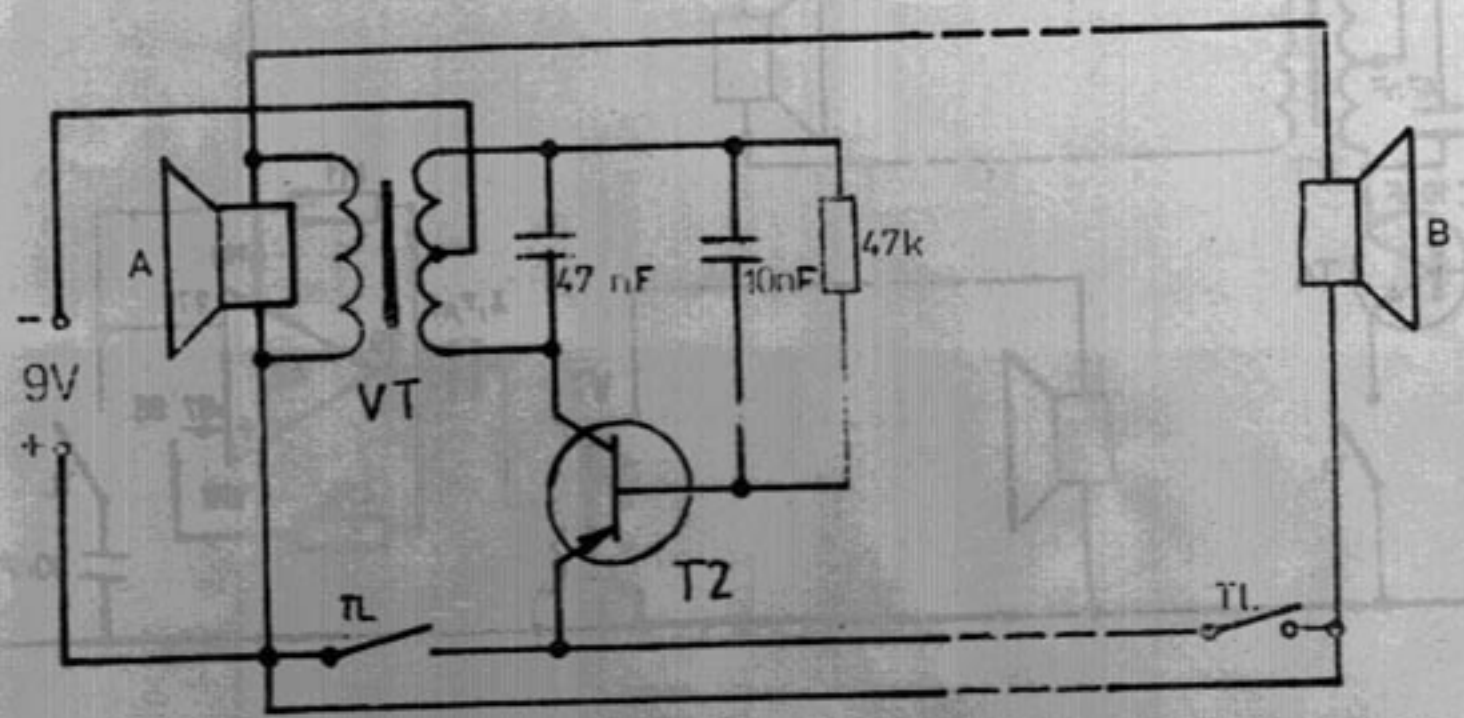
Układ według podanego powyżej schematu podłączono w ten sposób, iż można zastosować światła a także dźwięk. Wybór sygnału dokonywany jest przy pomocy przełącznika. W przypadku przełącznika w położeniu A generowany jest sygnał dźwiękowy, natomiast sygnał świetlny generowany jest w przypadku, jeżeli przełącznik znajduje się w położeniu B. W obu przypadkach zastosowany został najprostszy układ z minimalną liczną podzespołów.



105. Układ elektroniczny z wzmacniaczem operacyjnym do nauki alfabetu Morse'a

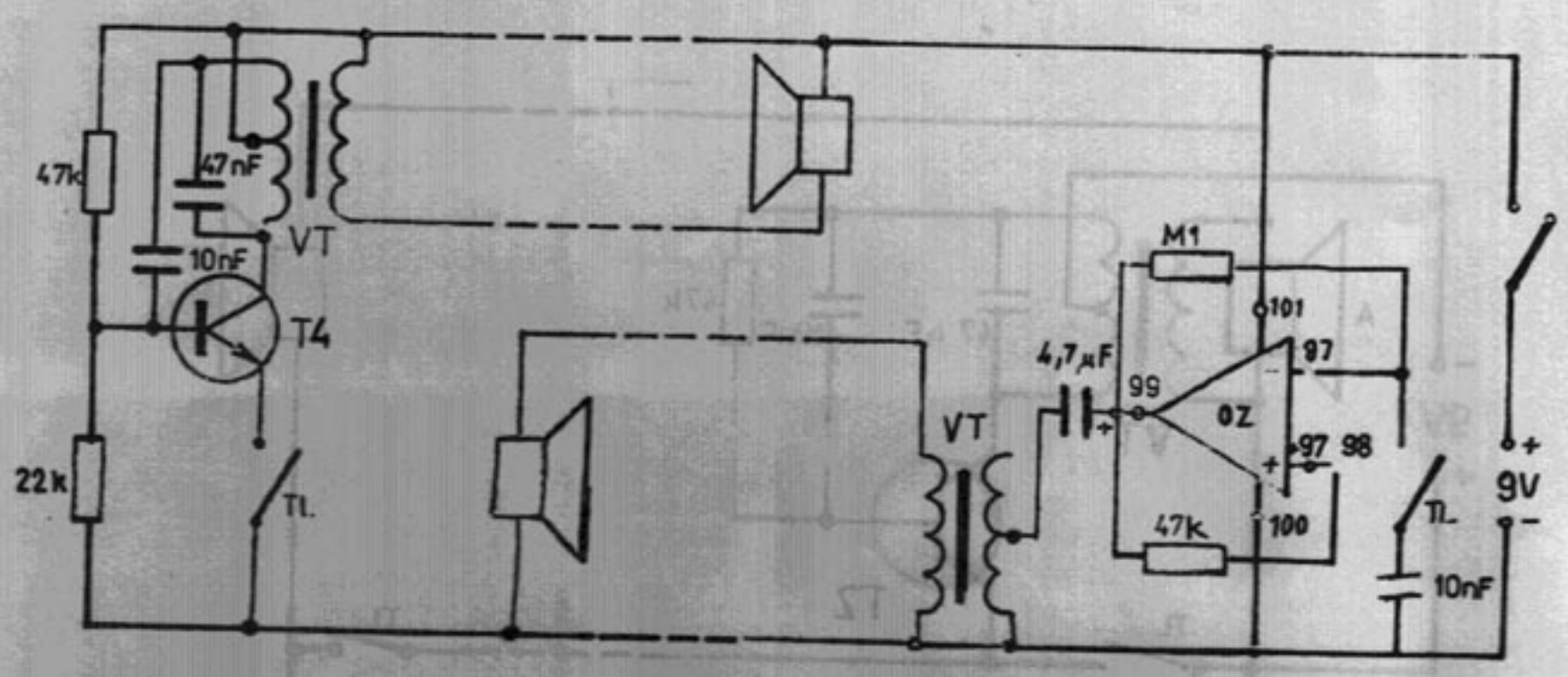
Również powyższy układ można wykorzystać do nauki alfabetu Morse'a.

Naciśnięcie przycisku na wejściu wzmacniacza operacyjnego powoduje generowanie drgań, który wzbudzą transformator wyjściowy i z głośnika słychać sygnał akustyczny. Częstotliwość sygnału można zmieniać poprzez zmianę wartości kondensatora podłączonego szeregowo do przycisku.



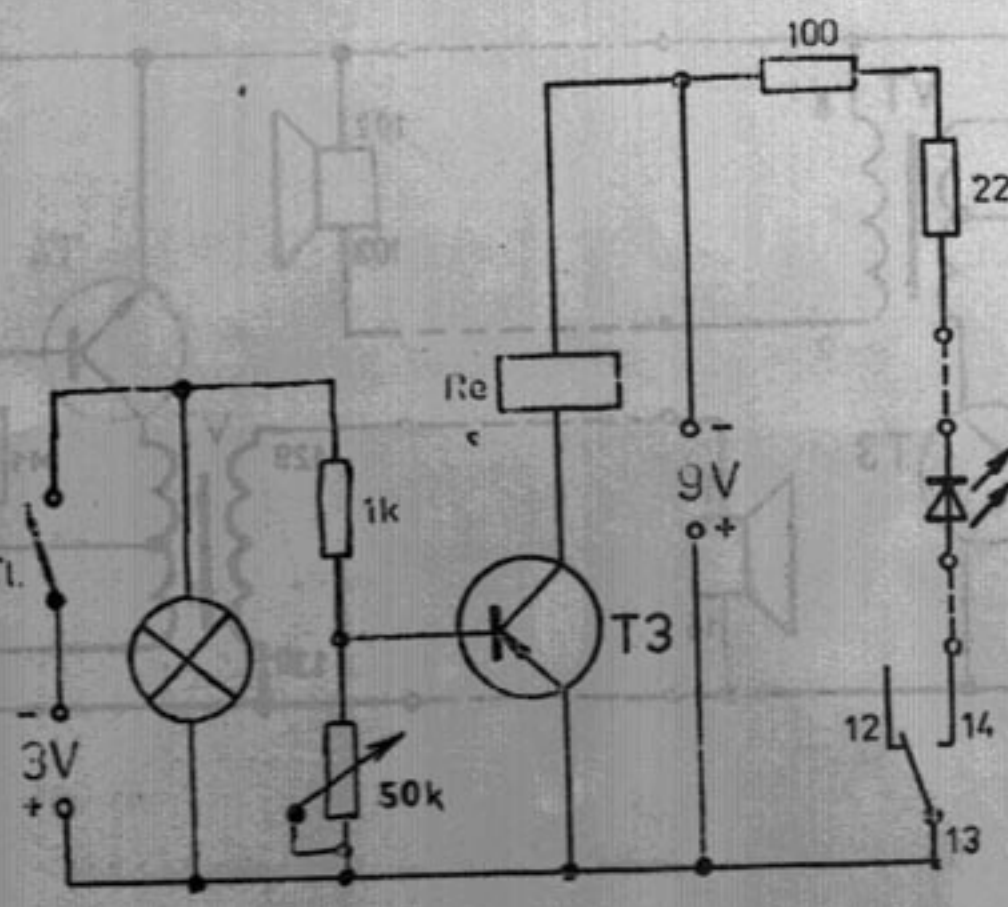
106. Urządzenie telekomunikacyjne

Obie stacje telefoniczne /A i B/ wyposażone są w klucz i głośnik. Powyższe umożliwia wzajemne połączenie telegraficzne. W przypadku naciśnięcia klucza jednej stacji słychać sygnał akustyczny w drugiej stacji i odwrotnie. Realizując powyższy eksperyment należy wysunać dolną część kasety z zestawu i wykorzystać długie przewody celem zabezpieczenia odpowiedniej odległości między stacjami A i B. Układ generatora akustycznego zgadza się z poprzednimi układami, ponadto umożliwia osiągnięcie odpowiedniej siły sygnału akustycznego na obu stacjach telegraficznych.



107. Urządzenie telekomunikacyjne z dwoma wzmacniaczami

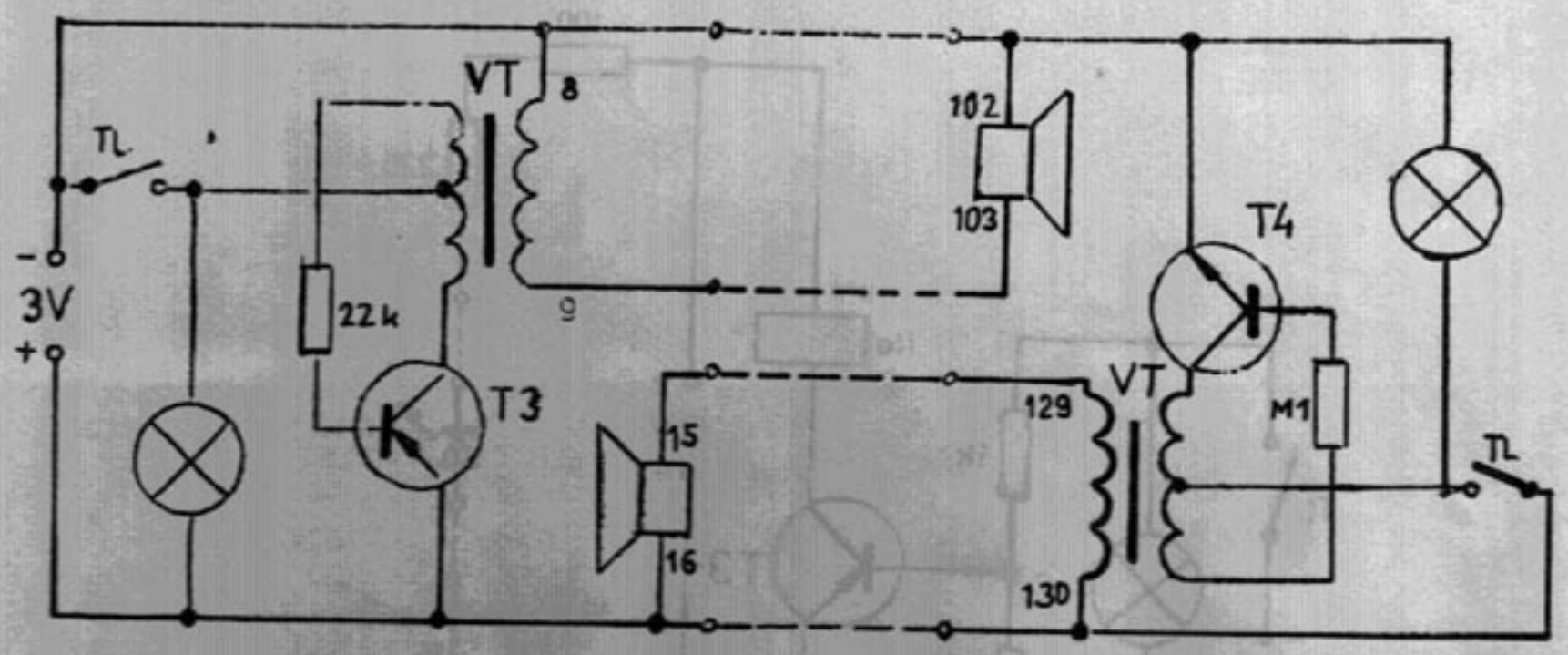
Eksperyment powyższy podobny jest do poprzedniego eksperymentu z urządzeniem telekomunikacyjnym. Dzięki zastosowanym wzmacniaczom uzyskamy większą silniejszy sygnał akustyczny. Urządzenie nadaje się do nauki alfabetu Morse'a zwłaszcza w przypadku większej liczby słuchaczy.



108. Telegraf świetlny

Układ według powyższego schematu zastosować można do nadawania sygnału świetlnego na duże odległości.

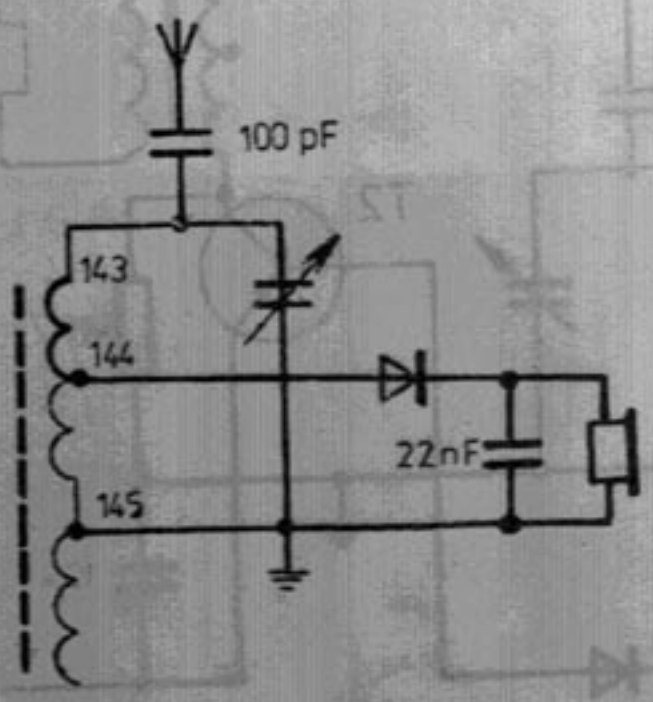
Zasada działania układu wygląda w sposób następujący: w momencie naciśnięcia przycisku stacji nadającej następuje podłączenie bazy tranzystora do ujemnego bieguna źródła napięcia zasilającego oraz otwarcie tranzystora /PNP/. Wynikiem jest włączenie przekaźnika i zapalenie się diody elektroluminiscencyjnej. W ten sposób można nadawać znaki alfabetu Morse'a na duże odległości. Żarówka stacji nadającej umożliwia kontrolę nadawanej informacji.



109. Telegraf akustyczny z kontrolą świetlną

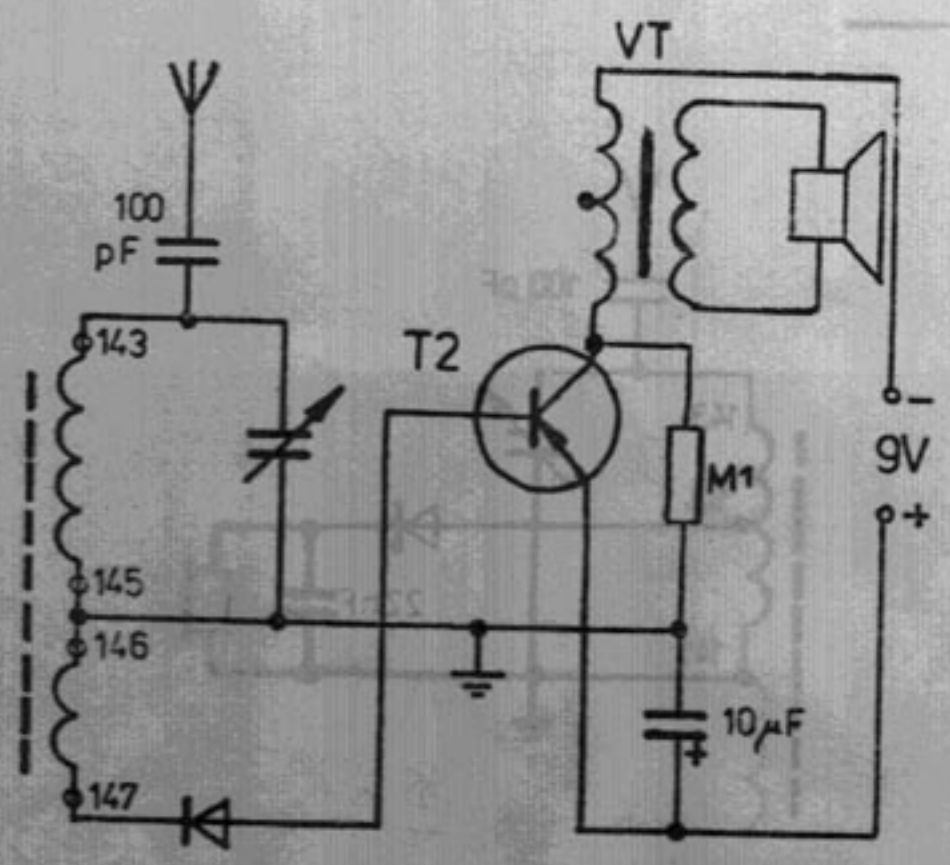
Układ powyższy zaprojektowano w ten sposób, aby umożliwić połączenie telegraficzne między dwoma uczestnikami. Informacja nadawana jest po stronie nadającego sygnalizowana sygnałem świetlnym. W ten sposób umożliwiono dobrą kontrolę nadawanego tekstu. Uczestnik odbiorca odbiera informacje w postaci sygnału dźwiękowego. Dokonując prostej zamiany elementów można realizować kontrolę na podstawie sygnału akustycznego, natomiast odbiór przy pomocy sygnału świetlnego.

Odbiorniki radiowe



110. Odbiornik detektorowy

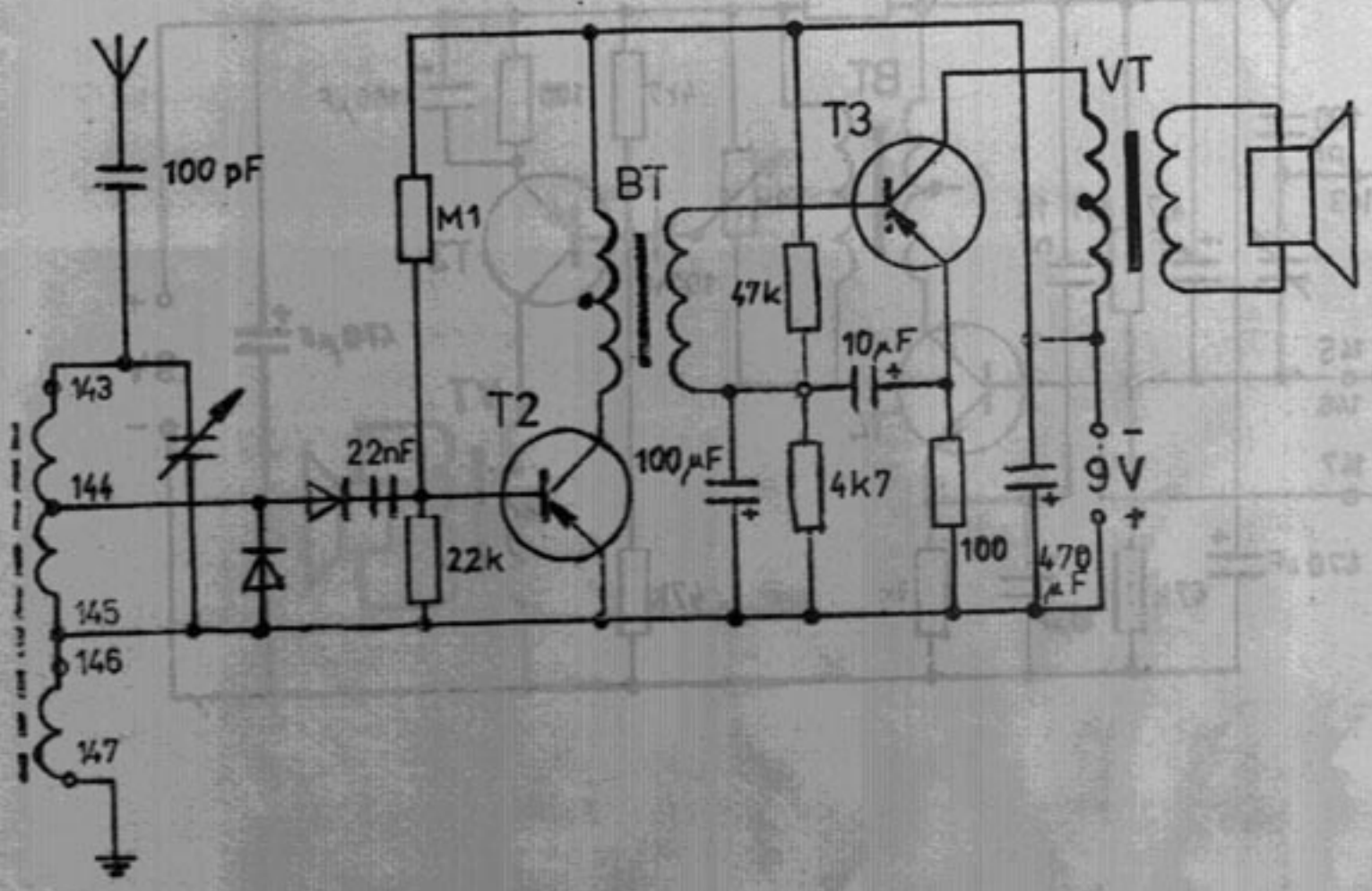
W okresie pierwszych kroków radia stanowiły większość odbiorników radiowych odbiorniki detektorowe, stosujące do detekcji odbieranych fal radiowych detektora kryształkowego. Przedstawiony powyżej układ stosuje do prostowania sygnałów radiowych diodę germanową, natomiast do przekazania sygnałów tych na akustyczne służą słuchawki. Czułość takiego układu jest bardzo mała, należy więc oczekiwać dobry odbiór tylko w miejscu bardzo silnego sygnału nadajnika lokalnego.
Odbiornik powinien mieć odpowiednio dużą antenę i uziemienie. Odbiornik według podanego powyżej schematu nie wymaga zasilania. Fakt ten jest w niektórych przypadkach bardzo przydatny. Sygnał akustyczny w słuchawkach jest bardzo słaby. Strojenie odbywa się przy pomocy kondensatora obrotowego.



111. Jednotranzystorowy odbiornik radiowy

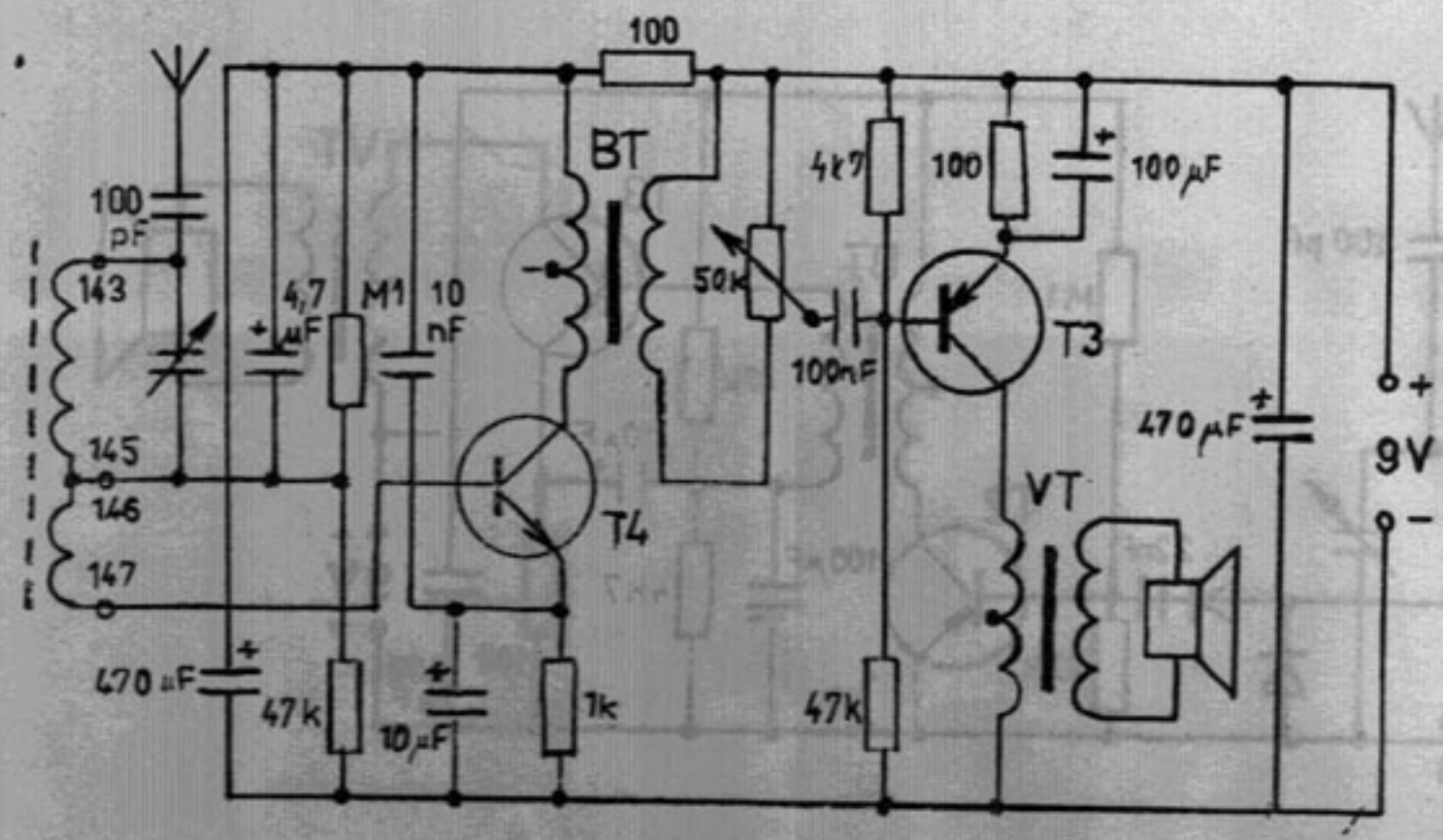
Również w tym układzie spełnia diode funkcję detektora, natomiast do wzmocnienia sygnału służy tranzystor. Słuchawki przetwarzają sygnał ~~akustyczny~~ elektryczny na sygnał akustyczny. Układ ten już wymaga zasilanie. ~~Układ ten~~ Proszę spojrzeć na przedstawiony schemat. Układ podstawowy podobny jest do odbiornika detektorowego. Rola tranzystora jako wzmacniacza została opisana podczas poprzednich eksperymentów. Doprowadzenie sygnału do bazy tranzystora powoduje przepływ wzmocnionego prądu między kolektorem i emitorem. W ten uproszczony sposób pokazano funkcjonowanie tranzystora w roli wzmacniacza. Czułość przedstawionego odbiornika nie jest jednak zbyt wysoka i odbiornik wymaga instalacji anteny odpowiedniej długości i uziemienie - jednakowo jak w poprzednim eksperymencie.

Zaleca się nie podłączać poszczególnych elementów odbiornika w sposób mechaniczny a uważnie przestudiować schemat, starając się go zrozumieć.



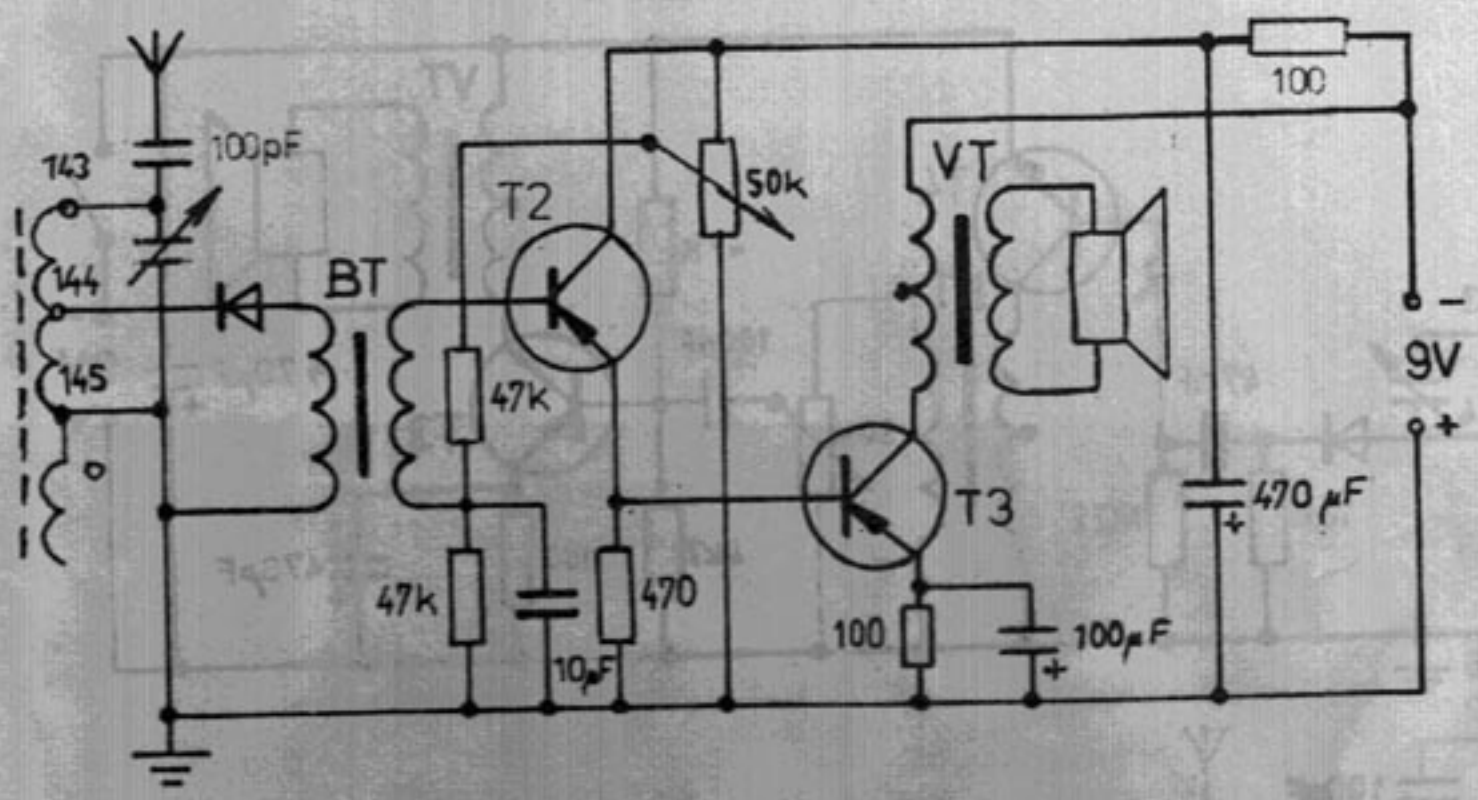
112. Dwutranzystorowy odbiornik radiowy

Odbiornik według powyżej przedstawionego schematu stosuje dwie diody do detekcji sygnału oraz dwa tranzystory do jego wzmocnienia. W stosunku do poprzednio przedstawionych odbiorników reprezentuje wyższy poziom. Detektor diodowy stanowi tzw. podwajacz napięcia podobny do układu nr 4. Następuje wzmocnienie sygnału przez wzmacniacz dwutranzystorowy - wzmocniony sygnał jest transformowany i przetwarzany na sygnał akustyczny przy pomocy głośnika. Zaleca się stosowanie odpowiednio długiej anteny i uziemienia.



113. Odbiornik z detektorem tranzystorowym

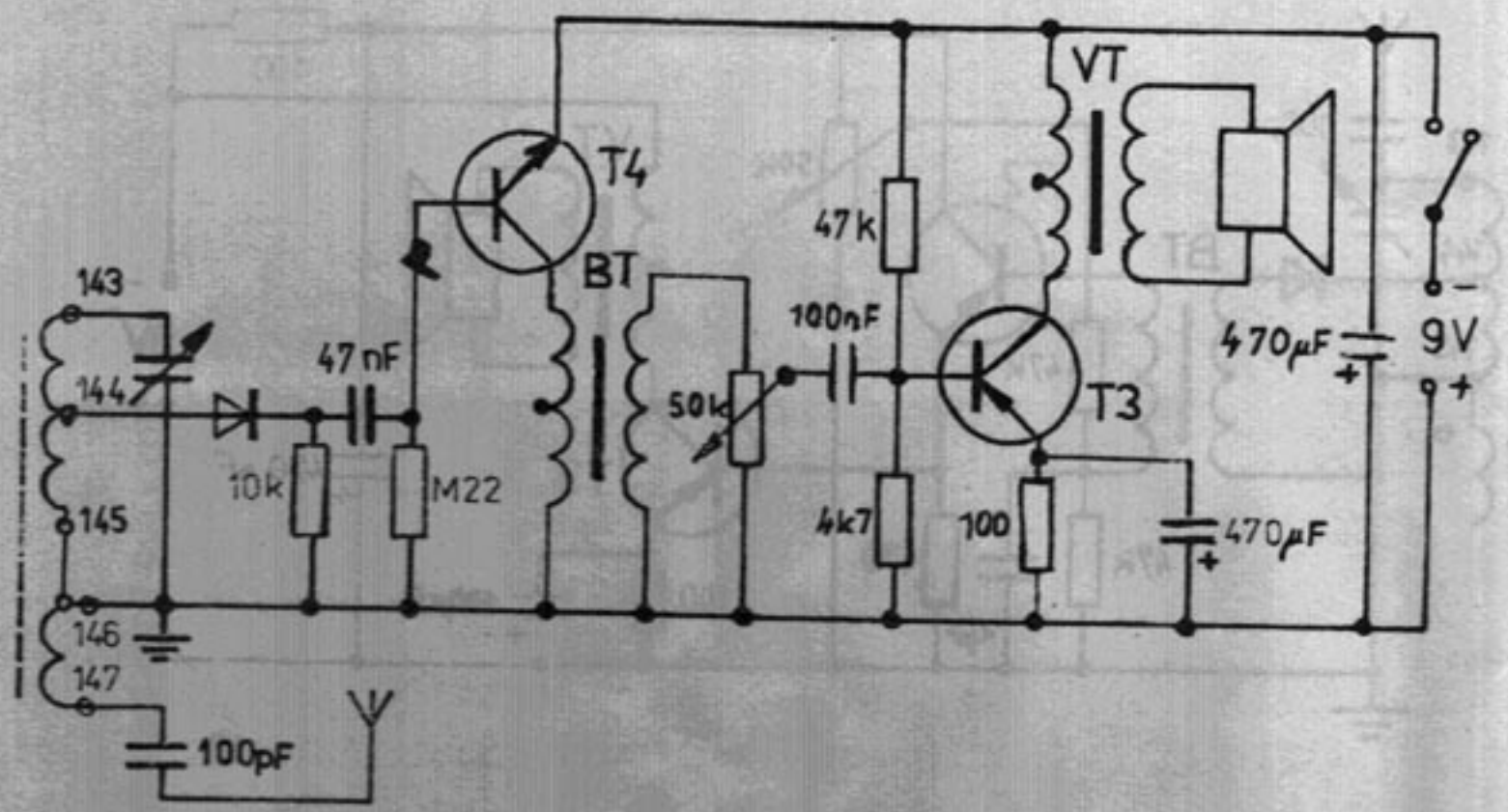
W powyżej przedstawionym odbiorniku radiowym zastosowano oddzielenie układu wielkiej i małej częstotliwości przy pomocy transformatora. Transformator w tym przypadku nie służy do transformowania a oddzielenia sygnałów. Sygnał przetworzony przez wejściowy układ strojony doprowadzony jest do tranzystora T4, gdzie następuje jego wzmocnienie. Tranzystor ten dokonuje także detekcji modulowanego sygnału wielkiej częstotliwości. Sygnał z kolektora tranzystora doprowadzony jest do uzwojenia transformatora BT i następnie do potencjometra pełniącego funkcję regulatora siły głosu. Funkcję wzmacniacza końcowego dla głośnika spełnia tranzystor T3.



114. Tranzystorowy odbiornik radiowy

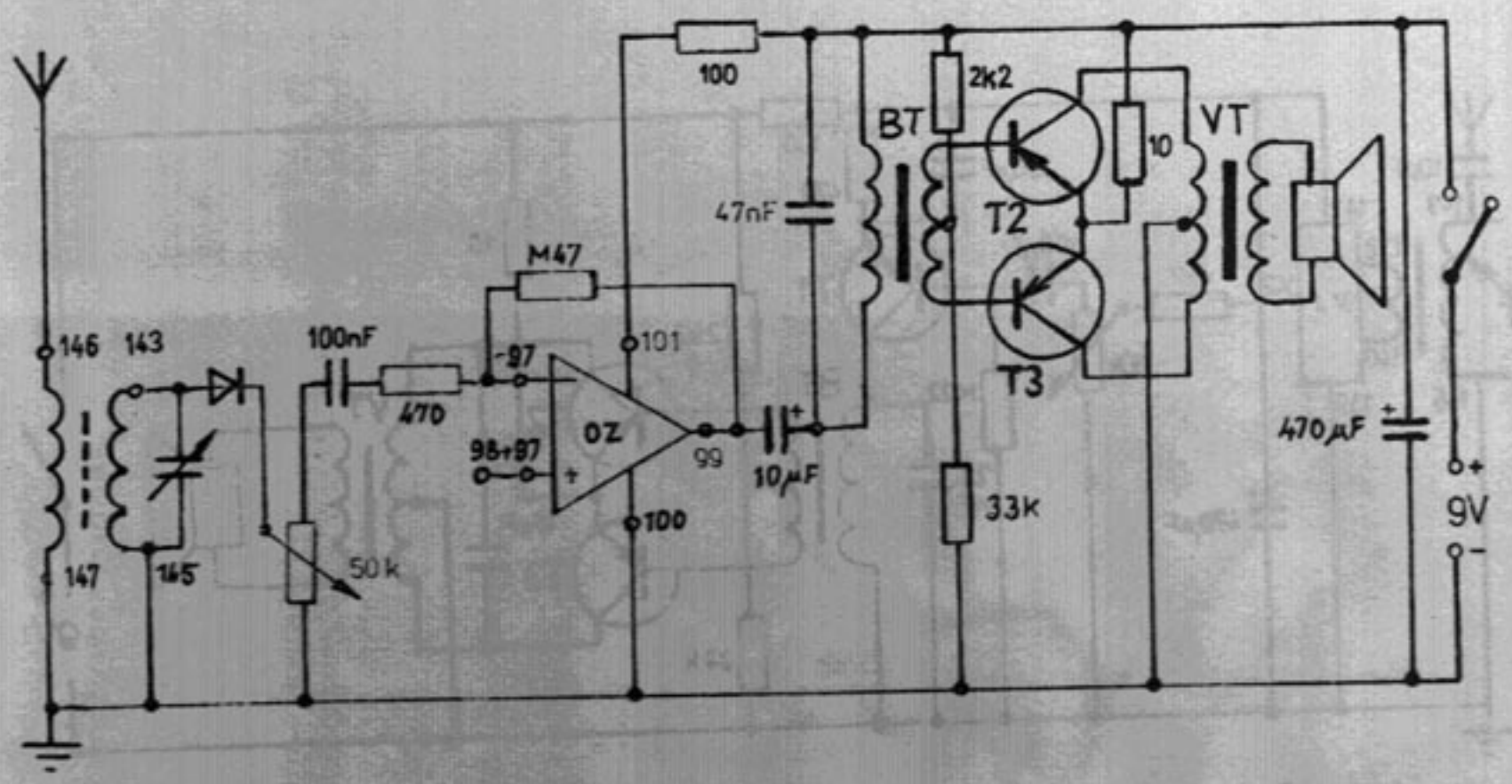
Odbiorniki radiowe są z reguły opracowane jako odbiorniki refleksowe /tzn. że część przetworzonego sygnału wraca z powrotem do wejścia i jest ponownie wzmacniana/. W eksperymencie niniejszym zastosowano tranzystory w układzie wzmacniacza wielostopniowego. Układ zaprojektowano w ten sposób, aby detekcja odbieranych fal radiowych dokonywana była przez diodę. Następnie sygnał doprowadzony jest do wzmacniacza dwutranzystorowego małej częstotliwości. Ostatnim elementem układu /urządzeniem przetwarzającym/ jest głośnik. Poniżej podajemy zasadę funkcjonowania odbiornika.

Fale radiowe nadawane przez nadajnik odbierane są przez antenę i doprowadzane są do układu strojenia, w skład którego wchodzą: cewka antenowa oraz kondensator obrotowy. Część sygnału małej częstotliwości oddzielona od częstotliwości nośnej jest wzmocniona i doprowadzona do głośnika lub słuchawki. Największe wzmocnienie odbiornika należy wyregulować przy pomocy potencjometra, podłączonego między kolektor tranzystora T2 i uzwojenie wtórne transformatora wzbudzającego. Aby uzyskać wysoki poziom jakości odbioru należy zastosować dobrą antenę i uziemienie.



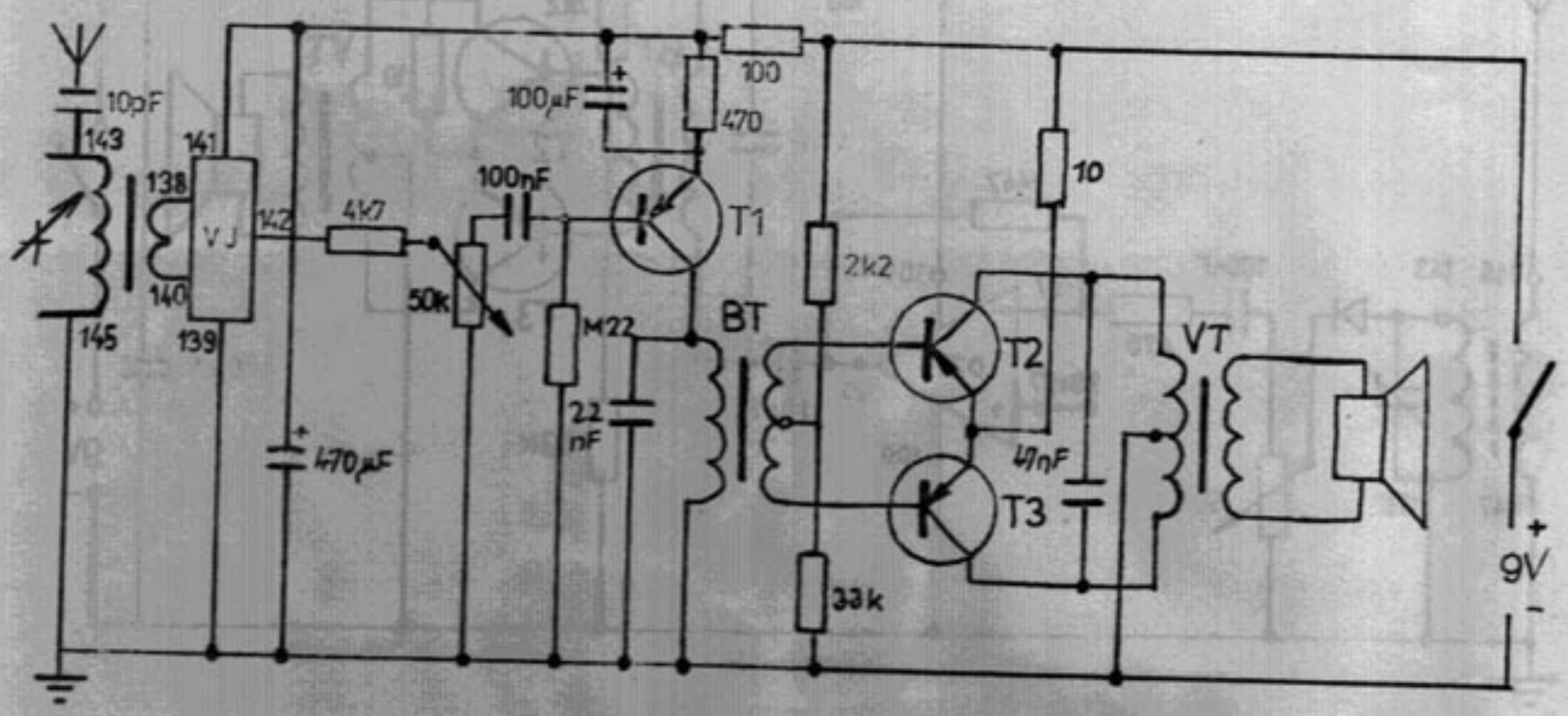
115. Odbiornik radiowy o dobrej jakości dźwięku

Odbiornik radiowy według powyżej przedstawionego schematu stosuje w układzie strojenia i w układzie wzmacniania małej częstotliwości jeden tranzystor. Strojenie odbywa się przy pomocy kondensatora obrotowego natomiast siłę głosu należy regulować przez potencjometr. Stosując dobrą antenę można spodziewać się bardzo dobrego odbioru. Również w tym przypadku spełnia transformator funkcje separatora obu tranzystorów /NPN i PNP/. Układ ten umożliwia praktyczne sprawdzenie biegunowości pracy tranzystora.



116. Dwutranzystorowy odbiornik radiowy z wzmacniaczem operacyjnym

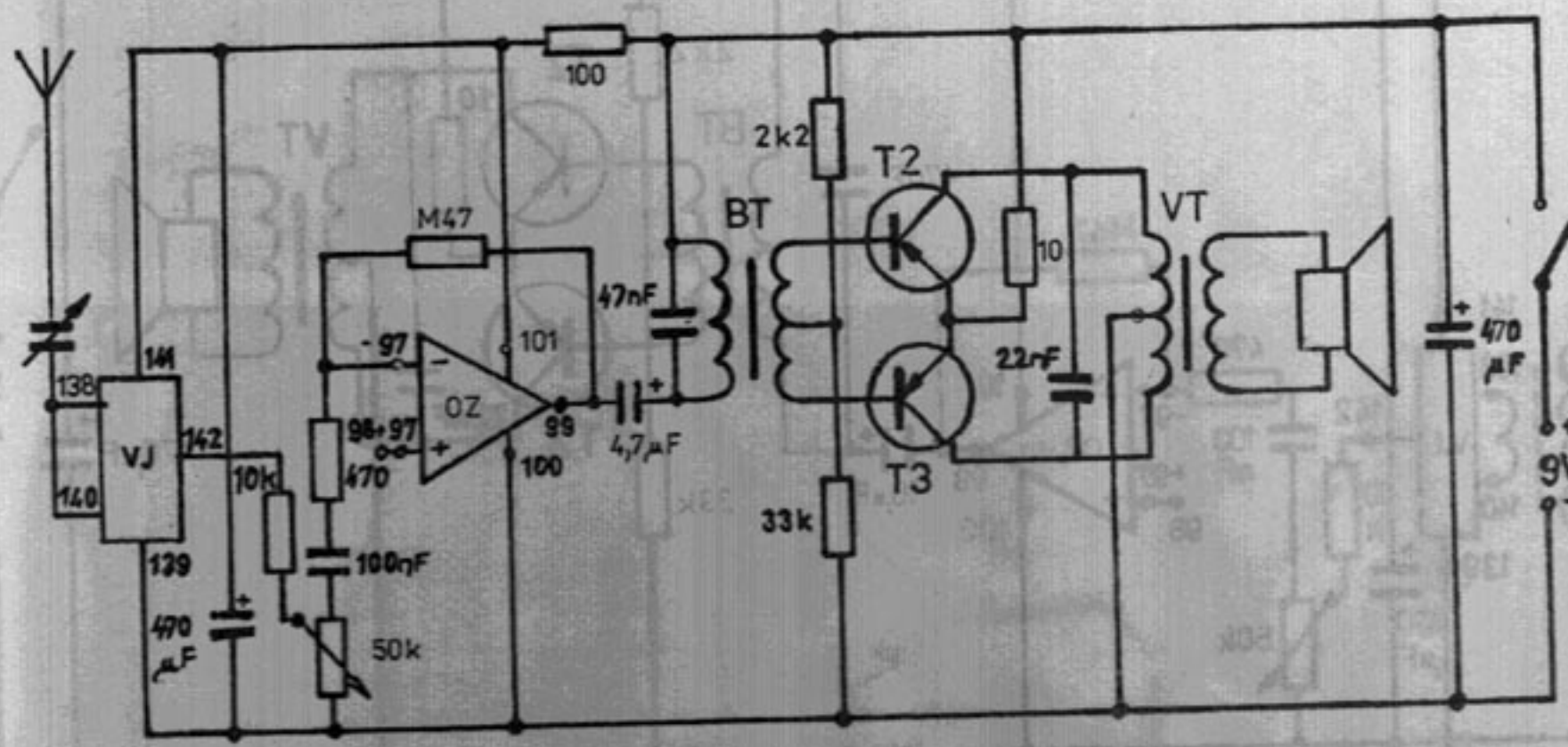
Sygnał radiowy z układu strojonego przechodzi przez diodę i doprowadzany jest do układu zcalonego /wzmacniacza operacyjnego/. Końcowe wzmocnienie sygnału realizowane jest przez tranzystorowy wzmacniacz końcowy. Zastosowanie wzmacniacza operacyjnego poprawia w sposób wyraźny czułość odbiornika. Wzmacniacz końcowy w układzie push-pull umożliwia osiągnięcie większej mocy wyjściowej niż w poprzednich układach. Wzmocniony przez wzmacniacz operacyjny sygnał podzielony jest w uzwojeniu wtórnym transformatora wzbudzającego /do dwu połówek/. Wynikiem jest doprowadzenie napięcia zmiennego o takiej samej amplitudzie lecz o przeciwnych fazach do baz tranzystorów. Każdy z półfali wzmacniana jest przez jeden tranzystor wzmacniacza końcowego. Umownie oznaczamy taki system pracy wzmacniacza jako klasę wzmocnienia B. Proste układy wzmacniające pracują w klasie wzmocnienia A, tzn. tranzystory wzmacniają wspólnie obydwie półfale napięcia.



117. Odbiornik refleksowy

Odbiornik według przedstawionego chematu jest prawie na takim poziomie jak zwykłe odbiorniki radiowe które można kupić w sklepie.

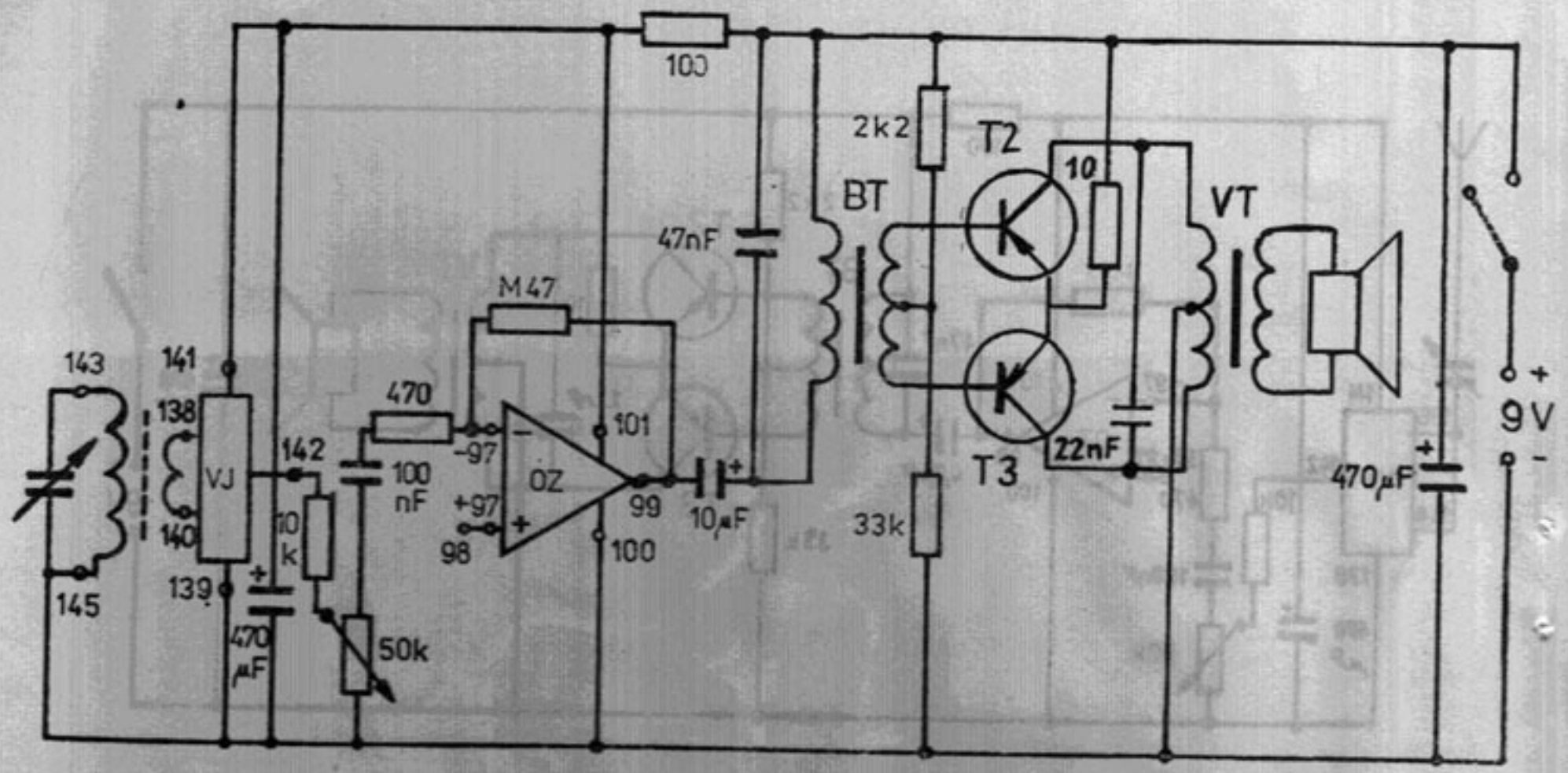
Siła głosu jest wystarczająca - umożliwiająca wykorzystanie takiego odbiornika jako przenośnego odbiornika domowego. W układzie zastosowane jednotranzystorowy obwód wejściowy służący do detekcji i wzmocnienia sygnału wielkiej częstotliwości oraz trzytranzystorowy wzmacniacz małej częstotliwości.



118. Odbiornik radiowy z wzmacniaczem wysokiej częstotliwości i wzmacniaczem operacyjnym

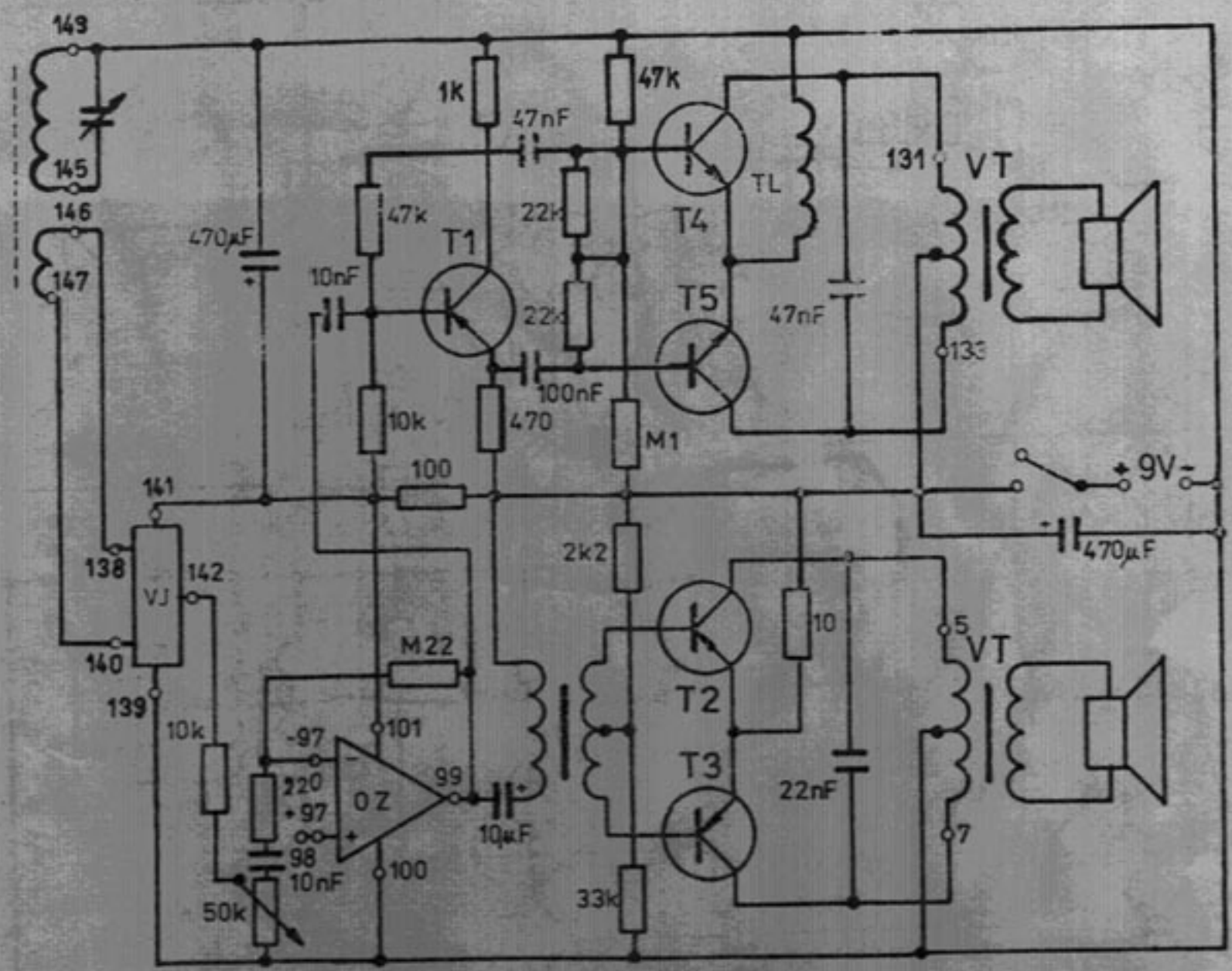
W przypadku powyżej przedstawionego odbiornika radiowego zastosowane obwód wejściowy oraz wzmacniacz operacyjny. W odróżnieniu od poprzednich układów kondensator obrotowy wykorzystany jest do celów dostosowania długiej anteny, natomiast nie występuje w tym układzie cewka /antena ferytowa/. Wynikiem jest stosunkowo mała selektywność /złe odbóżnienie poszczególnych sygnałów radiowych/ oraz koniec ność zastosowania długiej anteny.

Celem osiągnięcia pożądanej siły głosu jest sygnał małej częstotliwości wzmacniany przęz wzmacniacz operacyjny. Wzmacniacz końcowy pracuje w układzie pusch-pull.



119. Radioodbiornik z podwyższoną czułością

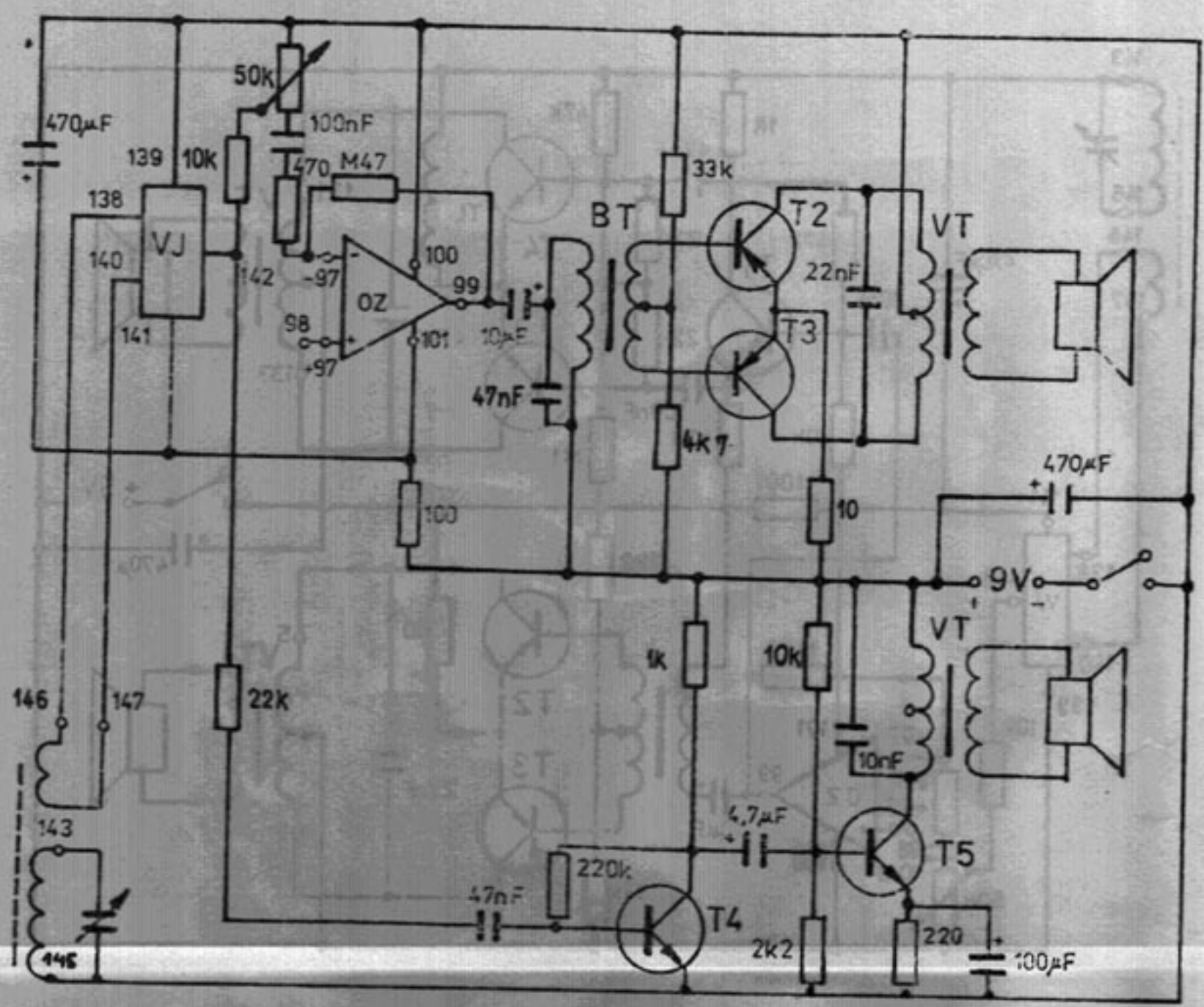
Proszę zwrócić uwagę na powyżej przedstawiony schemat. Widać, że zastosowano wiele różnych elementów elektronicznych: obwód wejściowy, wzmacniacz operacyjny, wzmacniacz końcowy pracujący w układzie pusch-pull. Czułość odbiornika jest taka, że w pobliżu nadajnika nie jest potrzebne zastosowanie anteny.



120. Odbiornik radiowy z dwoma głośnikami

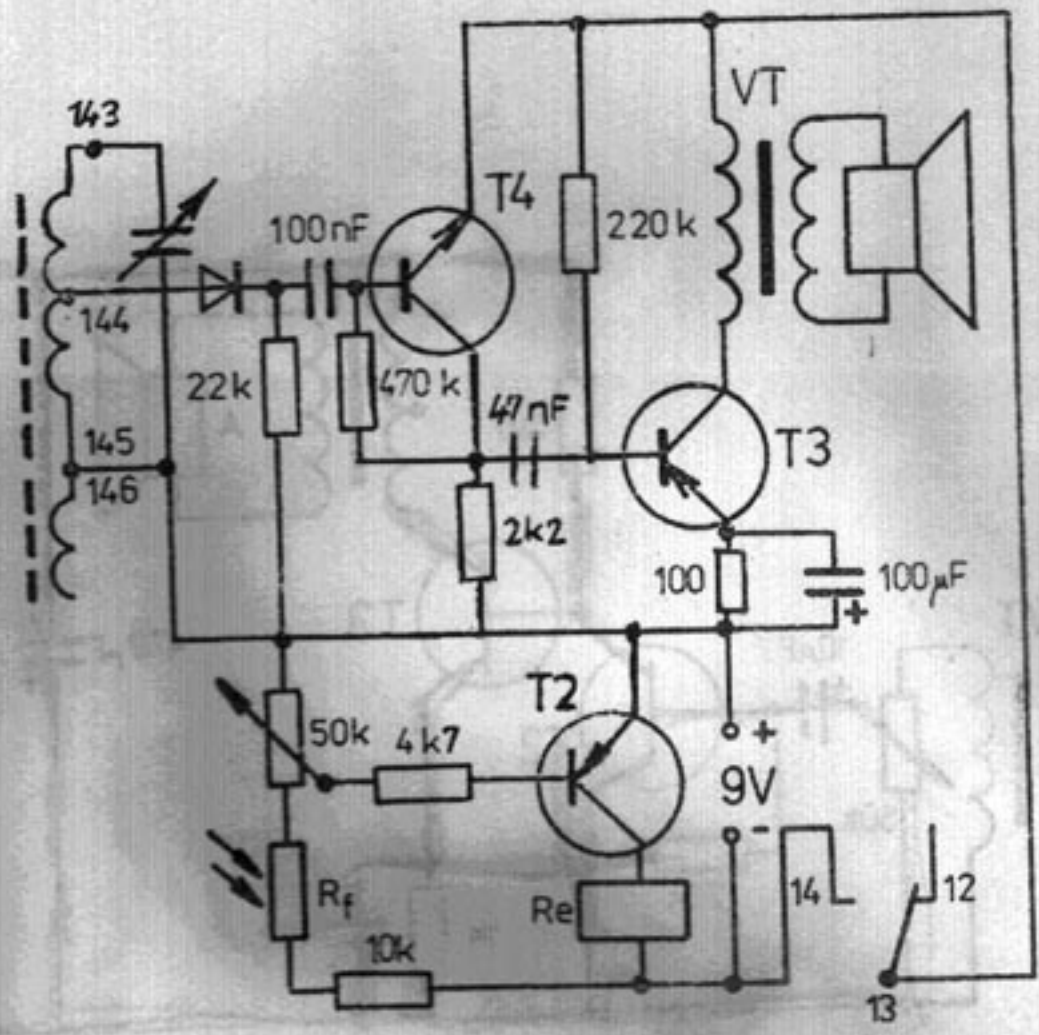
Powyższy schemat przedstawia odbiornik radiowy z bardzo wysoką czułością, i najlepszy jaki można zrealizować z elementów zestawu. Moc wzmacniacza umożliwia zastosowanie dwu głośników, więc odbiór programu w dwu różnych miejscach.

Układ z dwoma wzmacniaczami przypomina układ stereofonicznego odbiornika radiowego.



121. Odbiornik radiowy z dodatkowym głośnikiem

W układzie tym zastosowano dwa głośniki. Głośnik znajdujący się w stacjonarnej części zestawu stanowi głośnik pierwotny z większą siłą głosu. Natomiast głośnik w części ruchomej zestawu jest tzw. głośnikiem wtórnym z mniejszą siłą głosu. Za wyjątkiem wzmacniacza końcowego układ ten nie różni się od układu końcowego. Siłę głosu należy regulować przez potencjometr znajdujący się w ruchomej części zestawu.

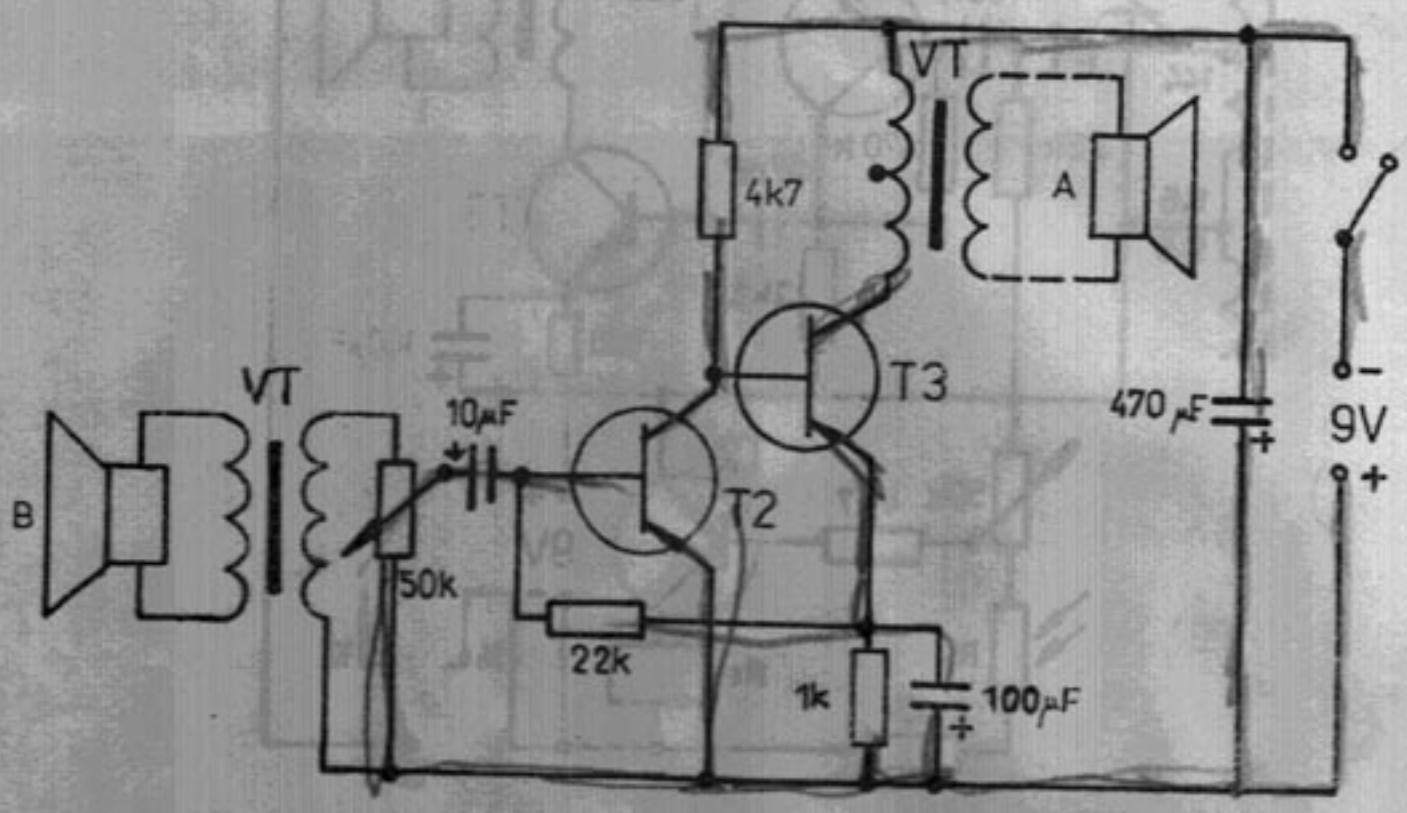


122. Odbiornik radiowy sterowany przez sygnał świetlny

Odbiornik radiowy według podanego powyżej schematu włączany bądź wyłączany jest na podstawie działania sygnału świetlnego. Funkcję powyższą spełnia przełącznik czuły na światło.

Stosując taki przełącznik macie okazję do opracowania według poprzednich schematów wielu ciekawych urządzeń. Potencjometr służy do regulacji czułości przełącznika, tzn. określenia wielkości promieniowanie świetlnego przy której odbiornik radiowy zostaje włączony.

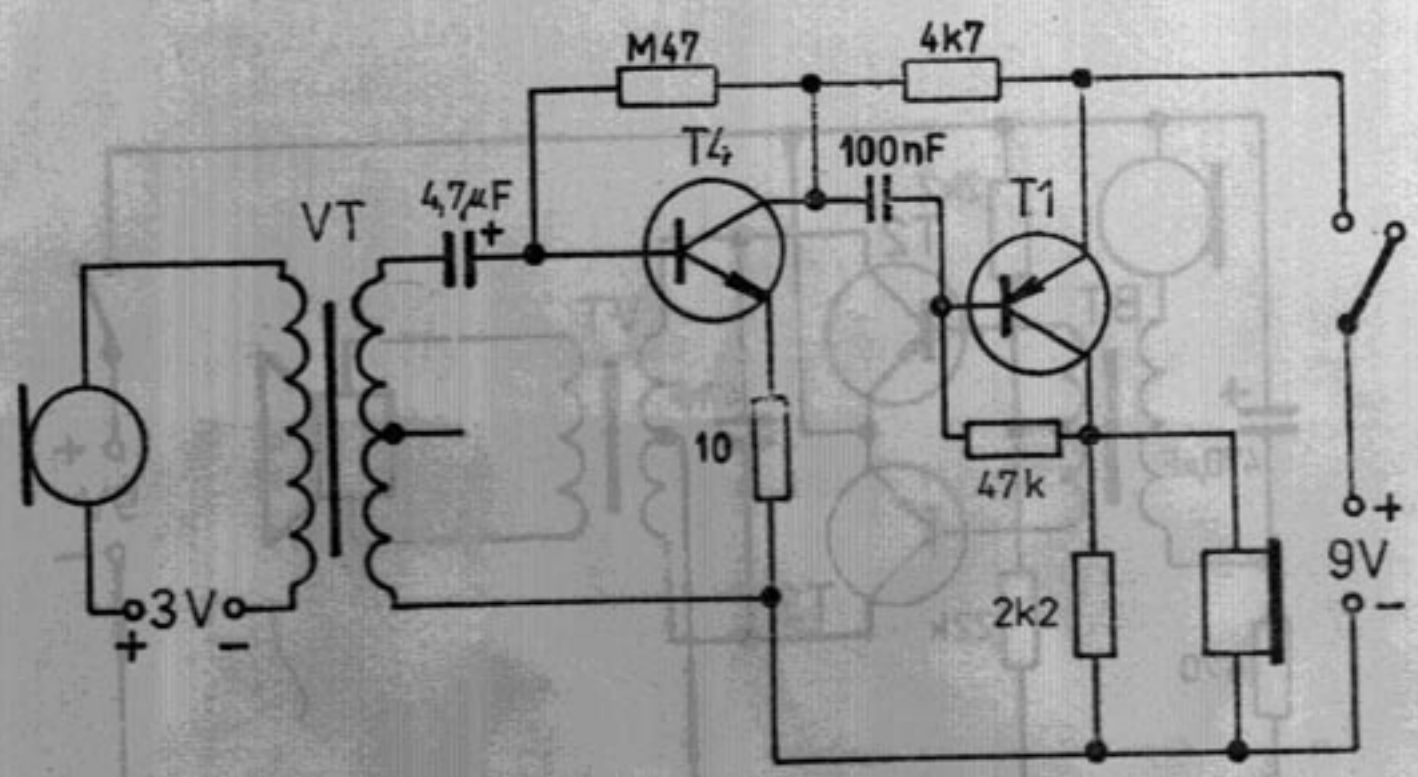
Wzmacniacze



123. Wzmacniacz dwutranzystorowy

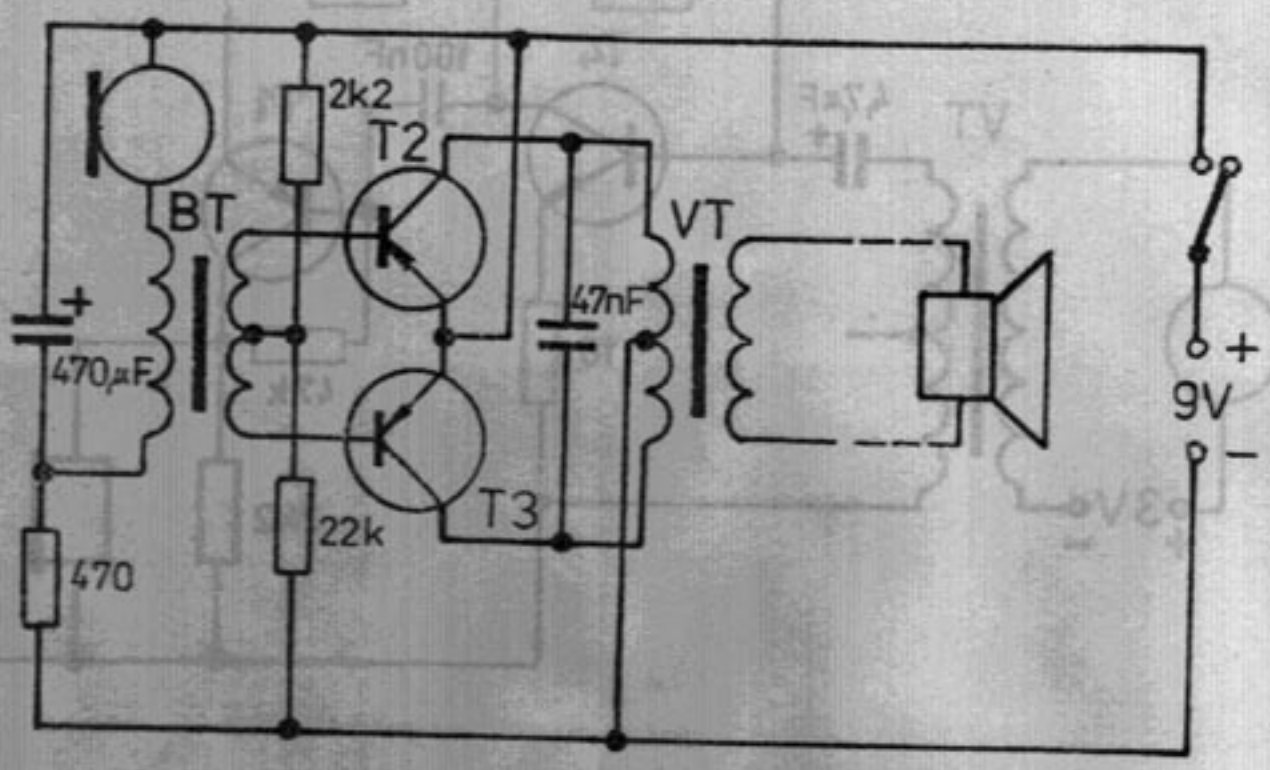
Układ wzmacniacza przedstawiony na powyższym schemacie zawiera dwa tranzystory sprężone ze sobą szeregowo. Układ zaprojektowano z myślą o jak najmniejszej liczbie podzespołów. Zamiast mikrofonu zastosowano głośnik. Siłę głosu należy regulować przez potencjometr 50 kΩ. Stosując dłuższe przewody można głośnik zastępujący mikrofon bardziej oddalić od właściwego urządzenia.

W przypadku zbyt małej siły głosu odbiornika radiowego należy do wyjścia odbiornika podłączyć powyższy wzmacniacz, zabezpieczając w ten sposób odpowiednie wzmocnienie. Wzmacniacz ten można wykorzystać także w wielu innych urządzeniach.



124. Wzmacniacz mikrofonowy

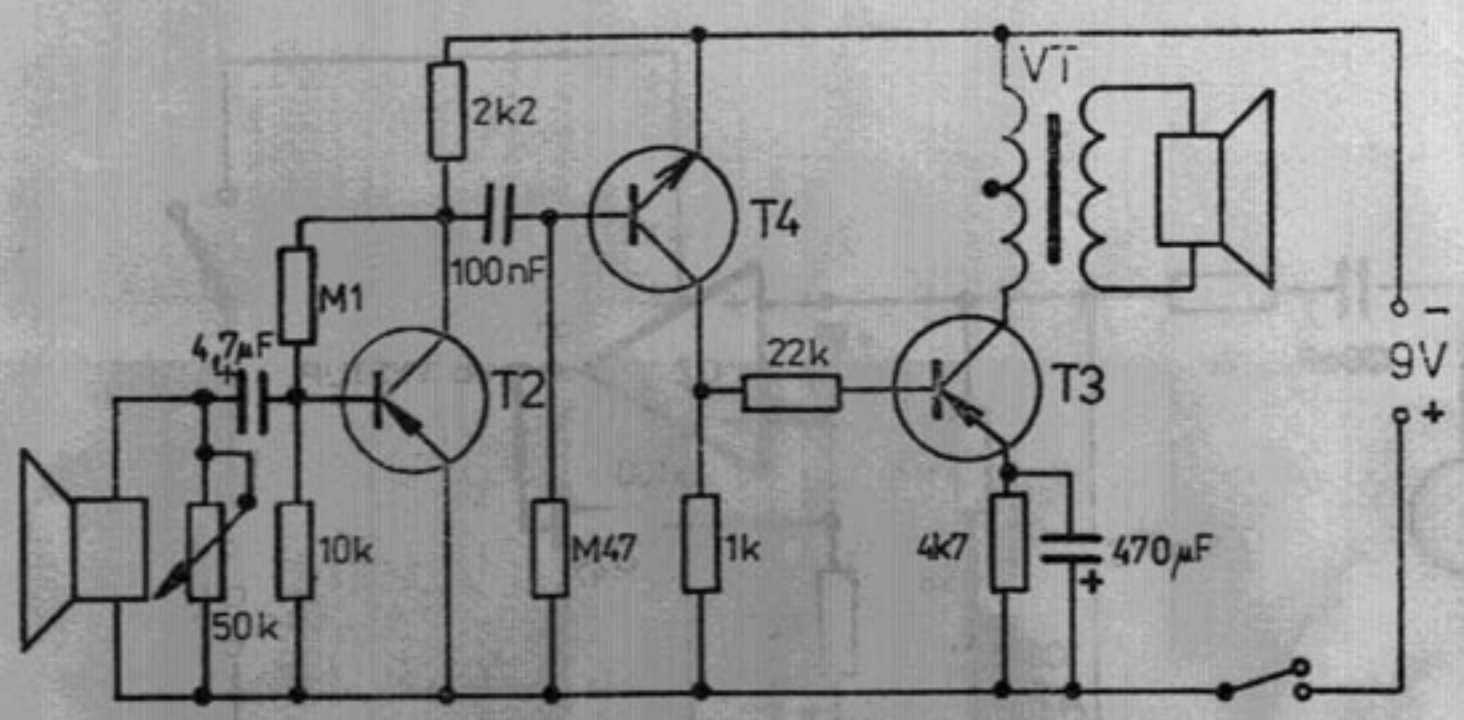
Układ powyższy zawiera wzmacniacz dwustopniowy, wzmacniający sygnał z mikrofonu węglowego, zabezpieczając także odpowiednią czułość. Jeżeli źródło dźwięku za bardzo zbliży się do mikrofonu, znika sygnał dźwiękowy w słuchawce. Powyższa właściwość jest w niektórych przypadkach bardzo korzystna. Ze względu na to, że mikrofon węglowy oddzielony jest w sposób galwaniczny od wzmacniacza /poprzez transformator/ należy zastosować oddzielne źródło zasilania.



125. Wzmacniacz mikrofonowy dwustronnego działania

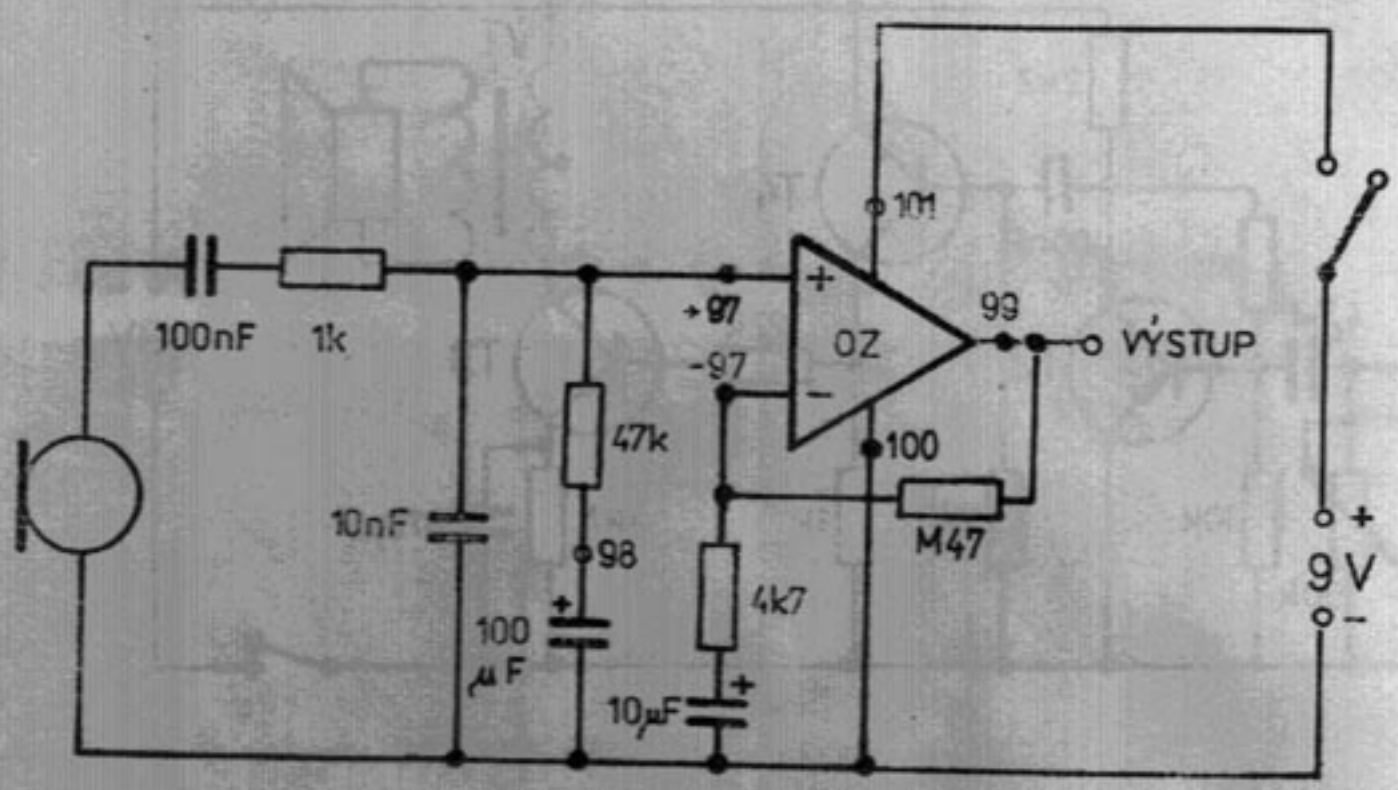
Mikrofon węglowy podłączony jest poprzez transformator do wzmacniacza dwustranzystorowego, pracującego w układzie pusch-pull. Wyjście stanowi głośnik.

Duża liczba mikrofonów zniekształca dźwięk w przypadku niewielkiej odległości źródła dźwięku od mikrofonu. Mikrofon zastosowany w powyższym układzie nie powoduje zniekształcenie sygnału dźwiękowego nawet jeżeli źródło dźwięku znajduje się w pobliżu mikrofonu. Wzmacniacz zawierający dwa tranzystory w układzie pusch-pull wymaga zastosowania tranzystorów jednego typu. Zaleca się w układzie zastosować głośnik bardziej oddalony od tranzystorów T2 i T3. Stosując głośnik mniej oddalony grozi powstanie sprzężenia akustycznego między głośnikiem i mikrofonem.



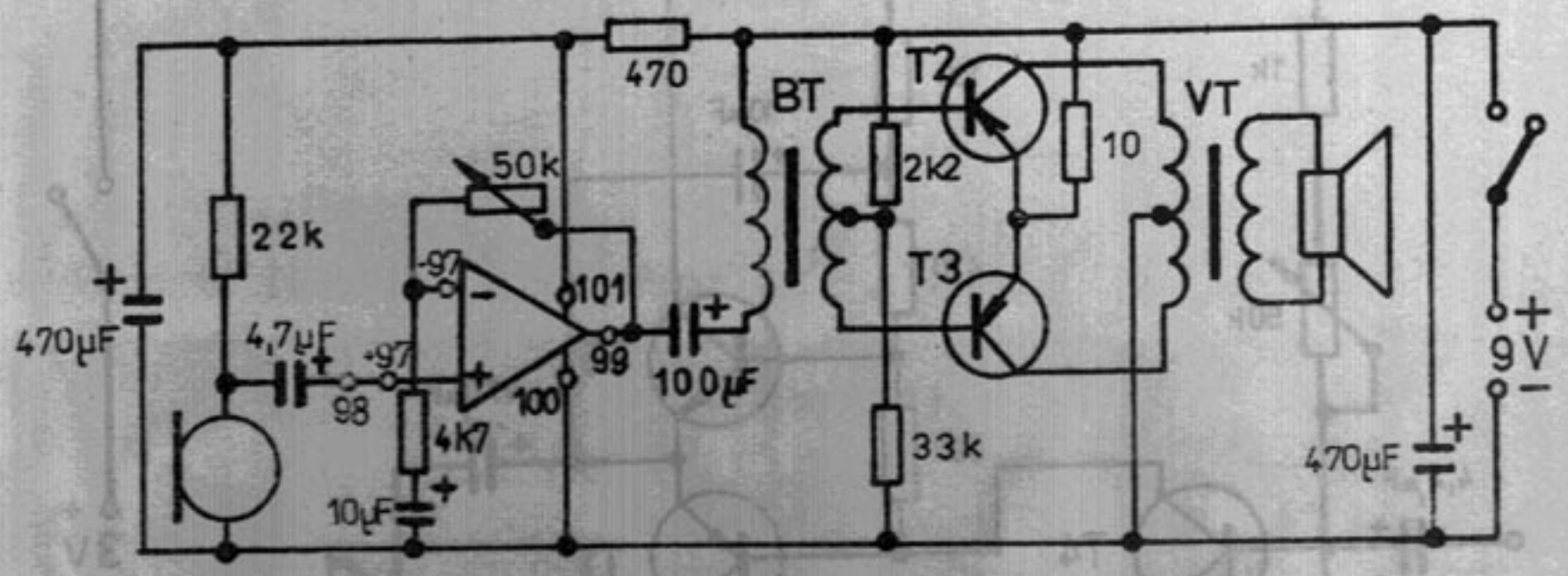
126. Wzmacniacz uniwersalny o wysokiej czułości

Schemat powyższy przedstawia wzmacniacz uniwersalny o wysokiej czułości. Wysoki poziom czułości wzmacniacza może spowodować, że w przypadku niepodłączenia żadnego urządzenia wyjściowego następuje powstanie niepożądanego sprzężenia akustycznego /wzbudzenie drgań/ i urządzenie traci funkcję wzmacniającą. Należy zadbać o to, aby przewody prowadzące z zacisków nie były umieszczone zbyt blisko siebie.



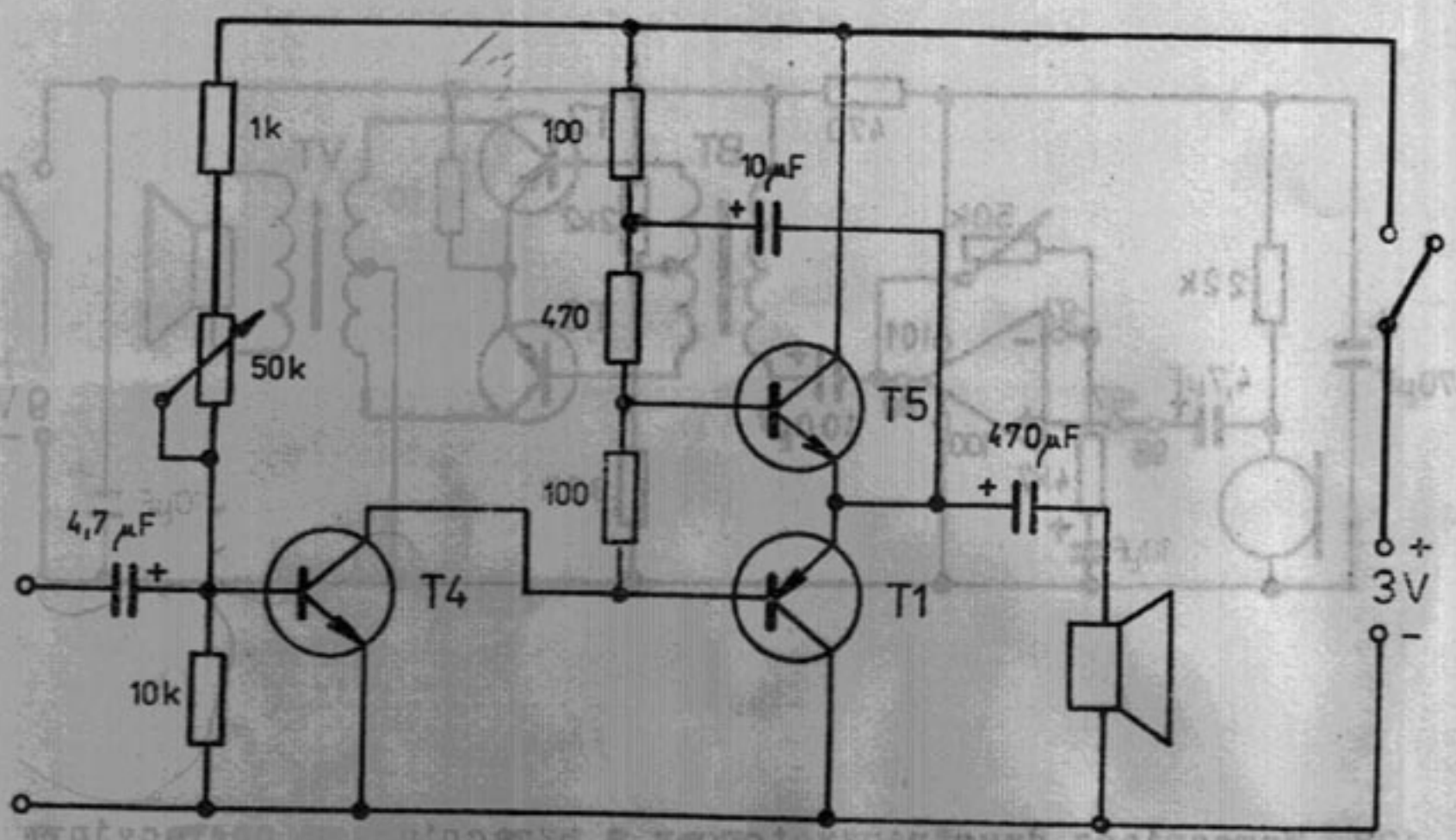
127. Przedzwmacniacz mikrofonowy z wzmacniaczem operacyjnym

Schemat powyższy przedstawia układ wzmacniacza mikrofonowego wysokiej jakości. Opornik 1k wraz z kondensatorem 10 nF stanowią ogniwo filtracyjne tłumiące zakłócające napięcie wysokiej częstotliwości. Stosując podane w shcemacie elementy można osiągnąć wskaźnik wzmocnienia wartości 100. Układ przeznaczony jest dla mikrofonów dynamicznych, tzn. takich, które stosowane są dla normalnych magnetofonów.



128. Wzmacniacz dwustranzystorowy z wzmacniaczem operacyjnym

Schemat powyższy przedstawia wzmacniacz pracujący w układzie pusch-pull z wzmacniaczem operacyjnym. Wzmacniacz ten jest w zasadzie zgodny z tymi, które stosowane są w odbiornikach radiowych. Należy sobie uświadomić, że urządzenie to może być na wejściu podłączone z różnymi innymi urządzeniami. Równocześnie należy stosować bardziej oddalony głośnik, aby ograniczyć możliwość powstania sprzężenia akustycznego między głośnikiem i mikrofonem.

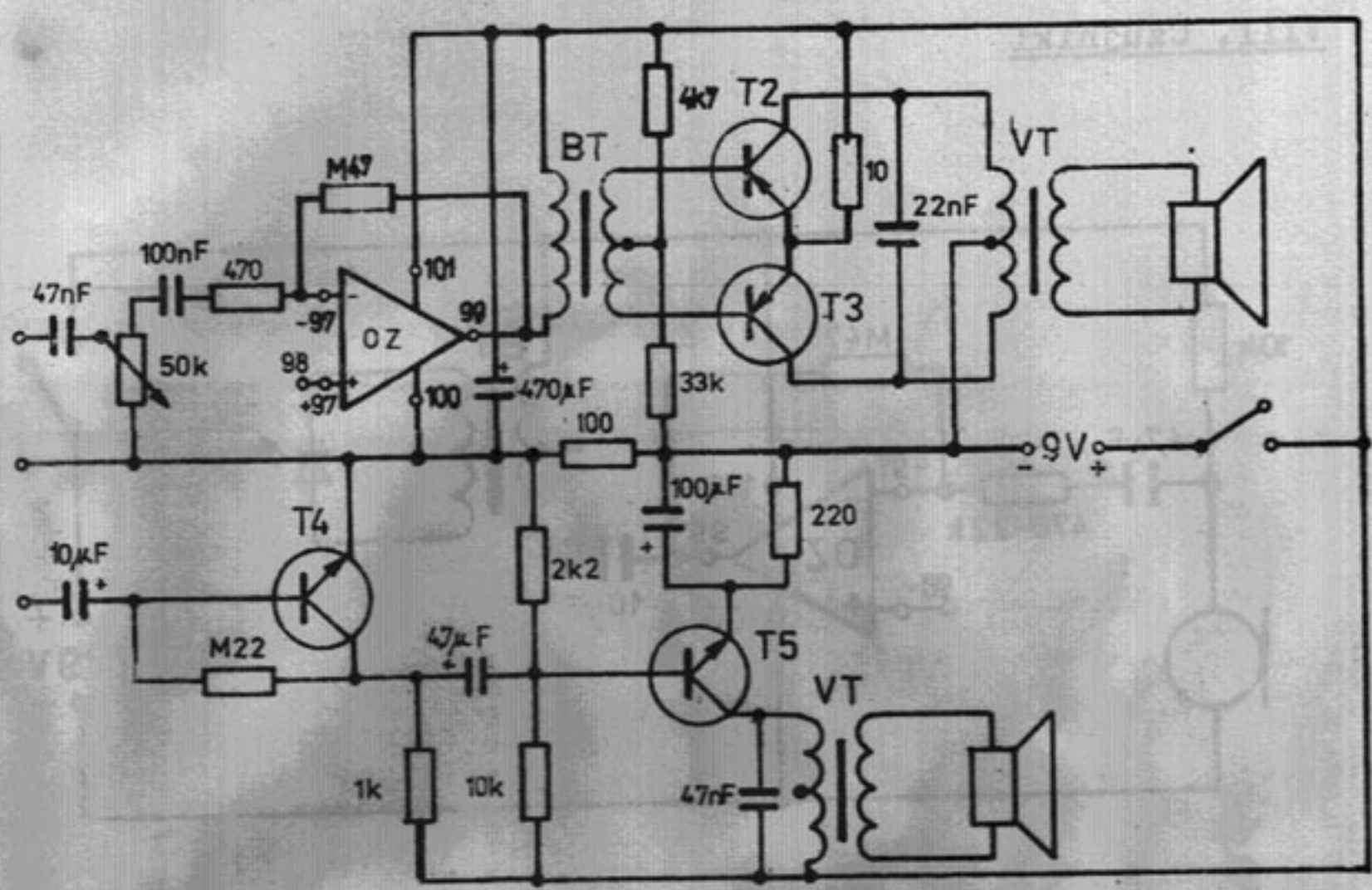


129. Wzmacniacz mocy

Wzmacniacze, które wzmacniają sygnał małej częstotliwości dla głośnika nazywane są wzmacniaczami mocy lub stopniami końcowymi. W praktyce stanowią z reguły dalszy ciąg łańcucha wzmacniania, tzn. poprzedzane są wzmacniaczami wzmacniającymi wymagany sygnał /z adapreta, głowic magnetofonu, mikrofonu, gitary itd./ na poziom napięcia potrzebny dla stopni końcowych.

Wzmacniacz mocy według powyżej podanego schematu posiada moc wyjściową 50 mW. Tranzystory T1 i T5 podłączone są w sposób komplementarny /szeregowe podłączenie tranzystorów PNP i NPN/. Tranzystor NPN /T5/ wzmacnia dodatnią półfalę sygnału, natomiast tranzystor T1 półfalę ujemną. Układ ten nie wymaga zastosowania transformatora wyjściowego dla głośnika - głośnik podłączony jest przez kondensator o dużej pojemności. Przy pomocy potencjometra i podłączonego do bazy tranzystora T4 przeprowadzimy regulację niezniekształconego sygnału /o ile jest do dyspozycji urządzenie pomiarowe wyregulujemy jedną połowę napięcia zasilającego na połączeniu emitorów tranzystorów T1 i T5.

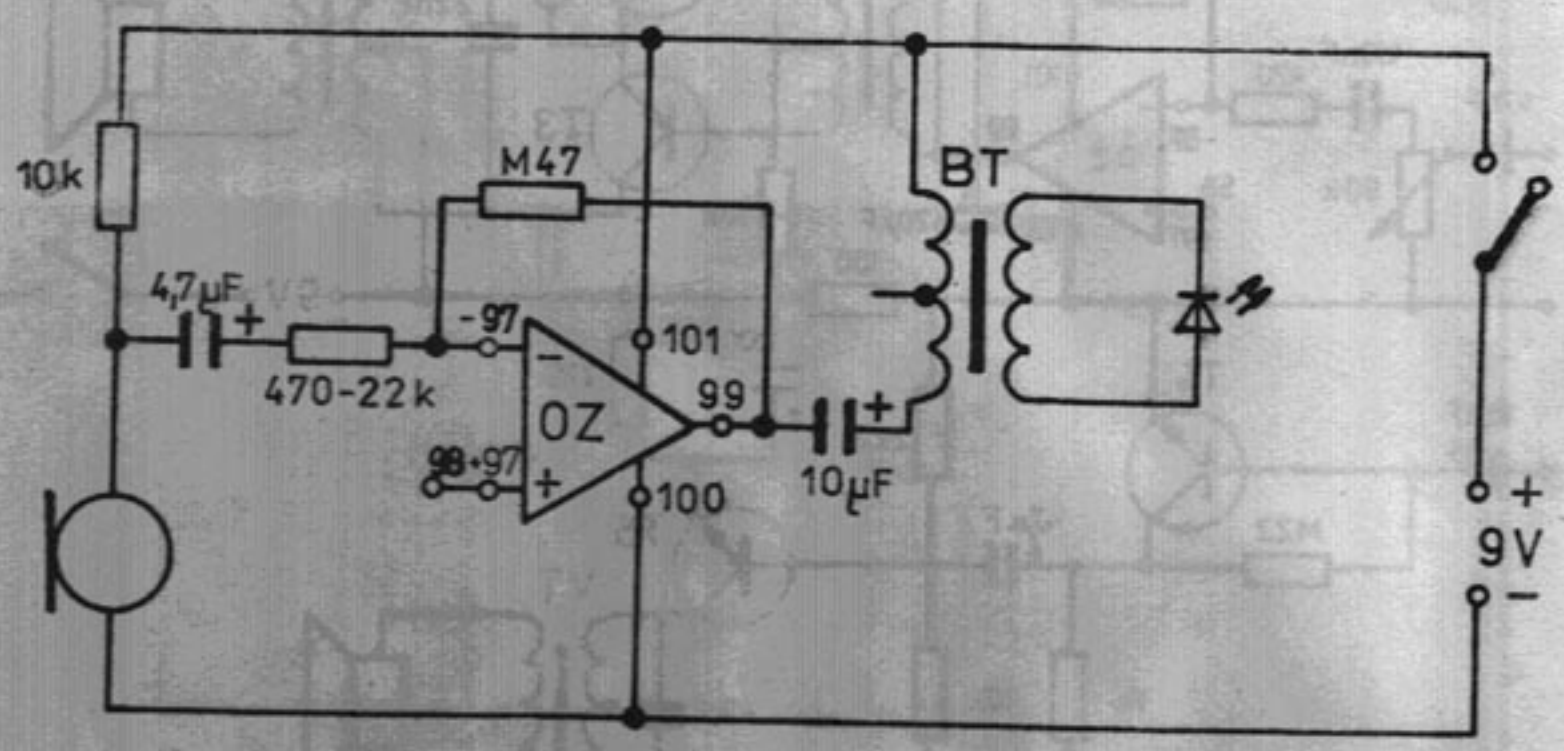
Wzmacniacz ten można zastosować dla obiorników bardziej prostej konstrukcji ~~wzmacniaczy~~ jako wtórników sygnału do napraw odbiorników radiowych itd.



130. Wzmacniacz stereofoniczny

Podczas miniejszego eksperymentu podłączymy dwa jednakowe wzmacniacze, które można wykorzystać przykładowo w połączeniu z adapterem sterofonicznym. Jeżeli prawidłowo podłączymy oba kanały adapteru stereofonicznego to wtedy sygnał lewego kanału z adapterem słyszymy z lewego głośnika, natomiast sygnał prawego kanału z głośnika prawego. Symetrię kanału regulujemy przy pomocy potencjometru.

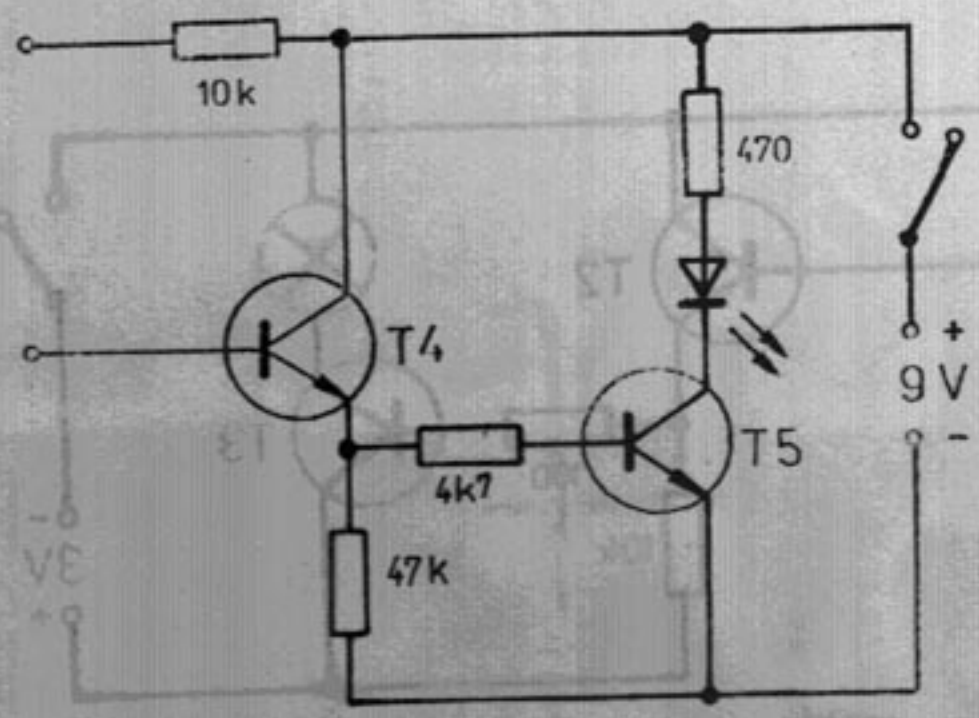
VIII. Czujniki



131. Czujnik akustyczny z wzmacniaczem operacyjnym

Sygnał akustyczny odbierany przez mikrofon i wzmocniony przez wzmacniacz operacyjny powoduje zapalenie się diody elektroluminiscencyjnej. Zastosowanie diody elektroluminiscencyjnej do sygnalizacji sygnału ~~dźwię~~ dźwiękowego posiada w stosunku do urządzenia pomiarowego tę zaletę, że sygnał świetlny można zauważyć z większej odległości, natomiast nie można zmierzyć siły sygnału dźwiękowego. Dlatego układ taki nazywamy czujnikiem a nie miernikiem.

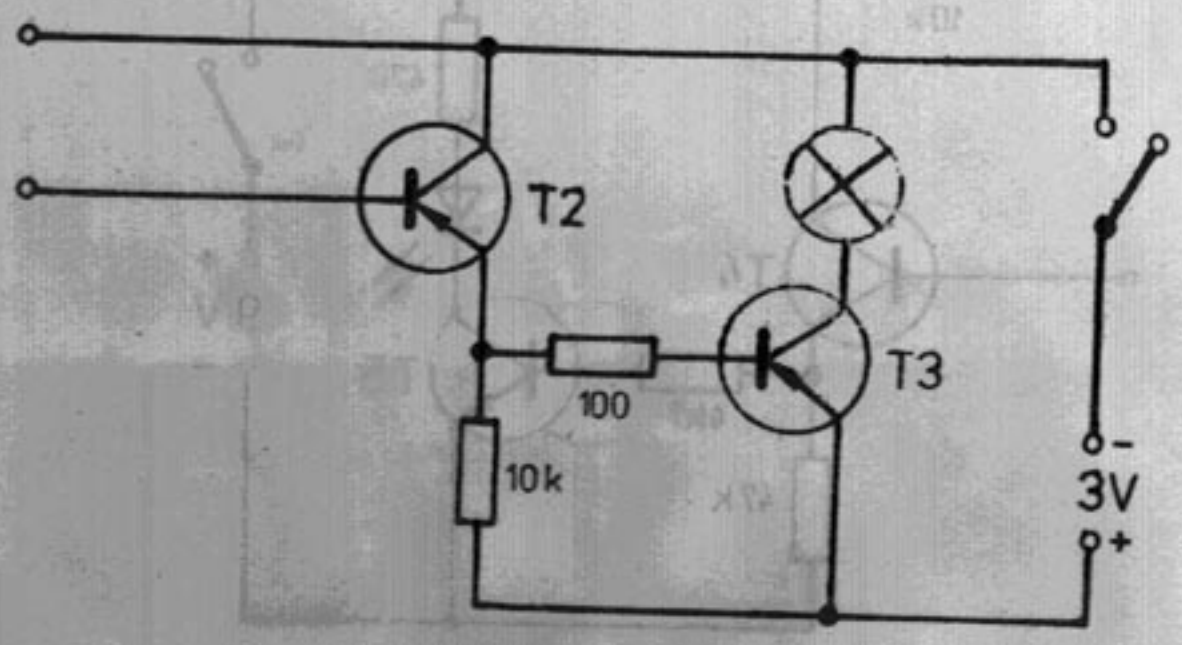
Czułość układu można wyregulować przez zmianę opornika wejściowego /patrz opornik 470-22k/;im mniejsza wartość opornika, tym większa czułość.



132. Czujnik wilgoci

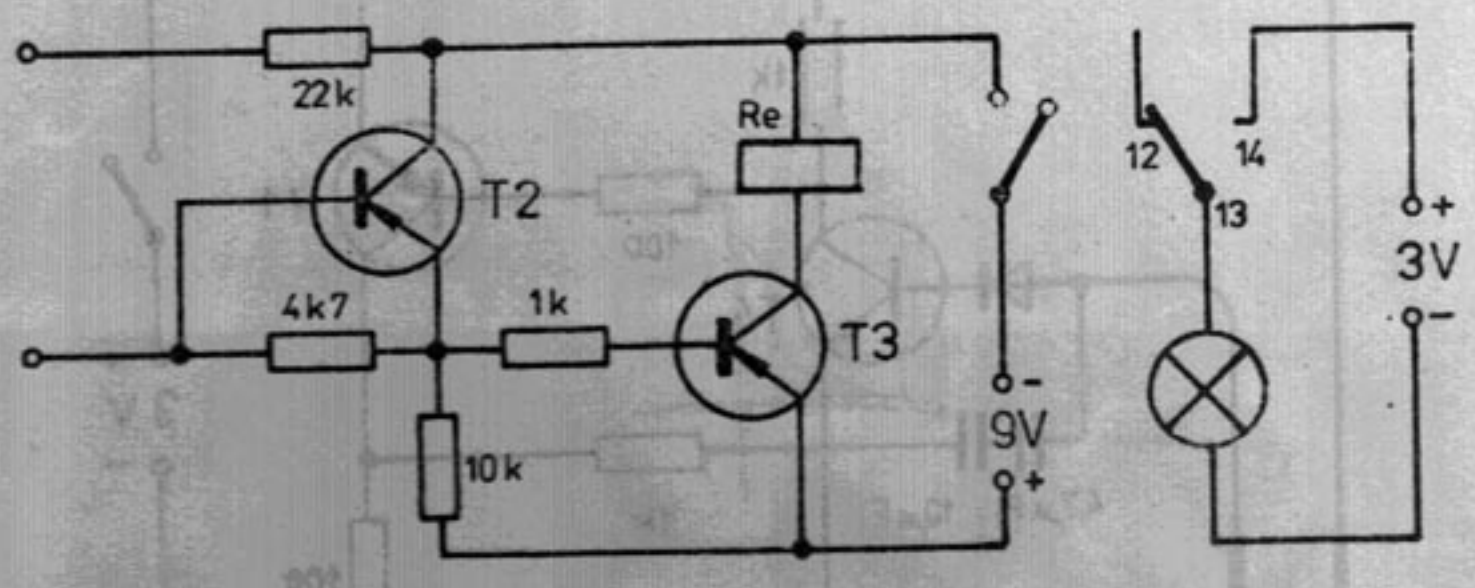
Niewątpliwie słyszeliście o samochodzie, którego wycieraczki włączane są automatycznie wtedy, kiedy zacznie padać. Może znacie również inną możliwość wykorzystania takiego układu - w postaci niańki elektronicznej.

Powyżej przedstawiony układ sygnalizuje przez zapalenie lampki kontrolnej, że należy małemu dziecku zmienić pieluchę. Koncepcja układu opiera się na dwustopniowym wzmacniaczu tranzystorowym. Prąd przepływający cieczą między elektrodami wzmacniany jest przez wzmacniacz tranzystorowy i zapala diodę elektroluminiscencyjną. Elektrody należy podłączyć do zacisków wejściowych urządzenia.



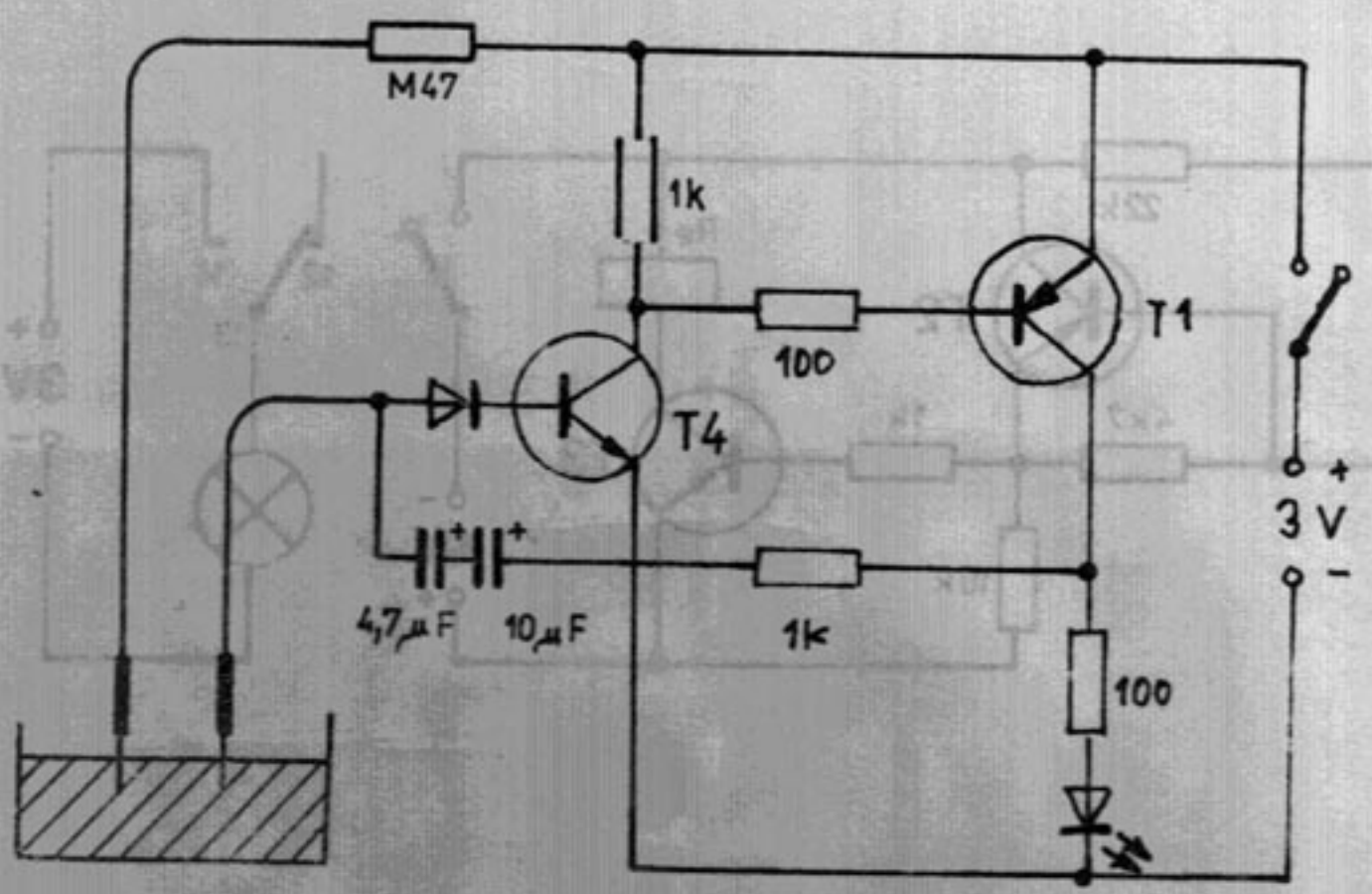
133. Czujnik wilgoci

Układ przedstawiony na powyższym schemacie stanowi w zasadzie kopię układu poprzedniego. Również funkcje oraz wykorzystanie są podobne. Proszę jednak zwrócić uwagę na sposób zastąpienia tranzystorów NPN przez tranzystory PNP. Pamiętajcie również w przypadku innych układów, że zmieniając typ tranzystorów /zmieniając ich biegunowość/ należy zmienić również biegunowość źródła zasilania. W przypadku, gdy w układzie występują diody oraz kondensatory elektrolityczne, należy zmienić także biegunowość wymienionych podzespołów.



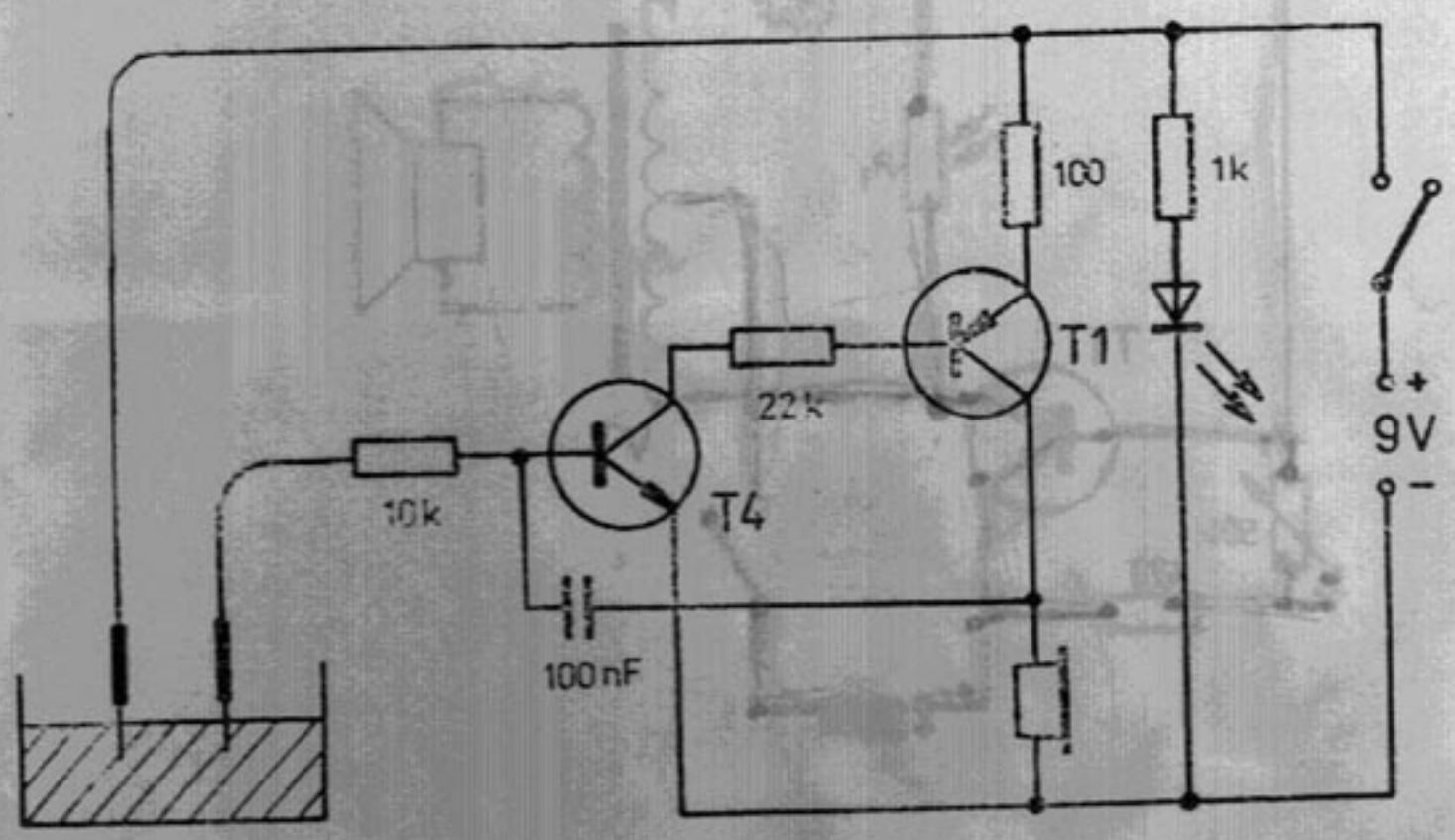
134. Czujnik wilgoci z przekaźnikiem

Odrębność powyższego układu w stosunku do poprzedniego polega na podłączeniu do kolektora drugiego tranzystora przekaźnika. Zastosowanie przekaźnika umożliwia szersze zastosowanie układu. Po pierwsze mamy możliwość sterowania odbiornikami z większym poborem mocy, jak również możemy zmieniać kierunek funkcjonowania urządzenia, tzn. układ sygnalizuje lub powstanie lub utratę wilgoci. W praktyce układ ten można zastosować przykładowo do automatycznego nawadniania ogródka w zależności od wilgotności gleby. Styki przekaźnika w tym przypadku zabezpieczają dopływ prądu do pompy wodnej, bądź zaworu sterowanego elektromagnetycznie.



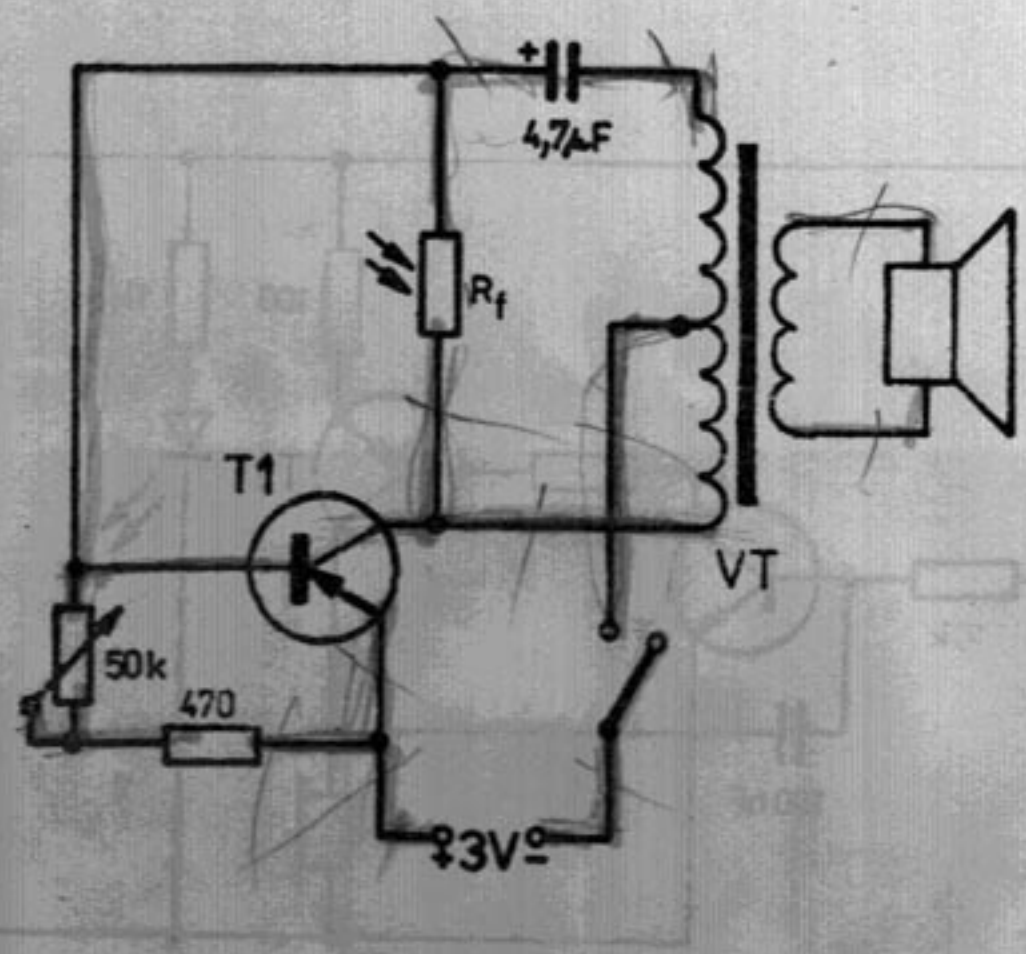
135. Czujnik poziomu wody w zbiorniku

Zastosowanie sygnału przerywanego nie prowadzi tylko do oszczędności energii, a zwiększa także widoczność przekazywanej sygnalizacji. Multiwibrator w układzie komplementarnym z tranzystorami krzemowymi ma tę zaletę, że podczas przerw nie pobiera prądu. Przerywacz według powyżej przedstawionego schematu uruchamiany jest wtedy, jeżeli elektrody tego urządzenia zanurzone są do cieczy przewodzącej. W tym przypadku do sprawnego działania urządzenia wystarczy bardzo mała wartość przewodności. Zasilając urządzenie z dwu małych bateryjek można urządzenie wykorzystywać przez bardzo długi okres czasu. Urządzenie powyższe można zastosować do sygnalizacji obniżenia poziomu wody w zbiorniku, osiągnięcia pożądanego poziomu wody w zbiorniku itd.



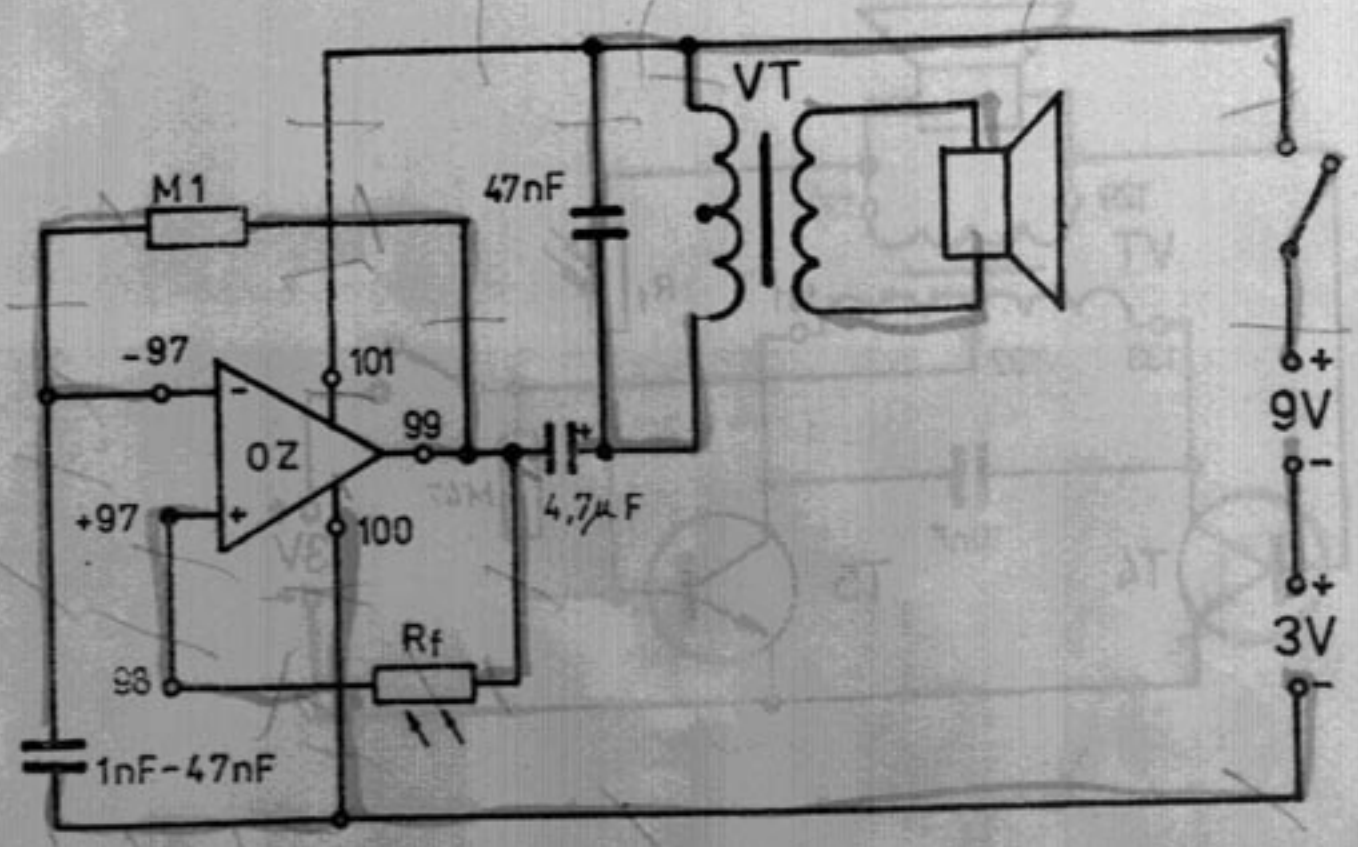
136. Czujnik poziomu wody z sygnalizacją akustyczną

Układ przedstawiony na powyższym schemacie działa na zasadach podobnych do działania układu przedstawionego poprzednio. Zamist migającej diody elektroluminiscencyjnej zastosowano w układzie tym przetwornik elektroakustyczny - słuchawkę telefoniczną. W praktyce sygnał dźwiękowy jest zawsze wyraźniejszy od sygnału świetlnego. Dlatego powyższy układ należy zastosować wtedy, jeżeli są konieczne natychmiastowe działania związane z obsługą urządzenia, którego część układ ten stanowi. Urządzenie to przykładowo informuje o tym, żeby zamknąć dopływ wody do zbiornika, umywalki, wanny itd. Dioda elektroluminiscencyjna stanowiąca część układu sygnalizuje podłączenie napięcia zasilającego i funkcjonowanie urządzenia.



137. Czujnik światła z sygnalizacją elektroakustyczną

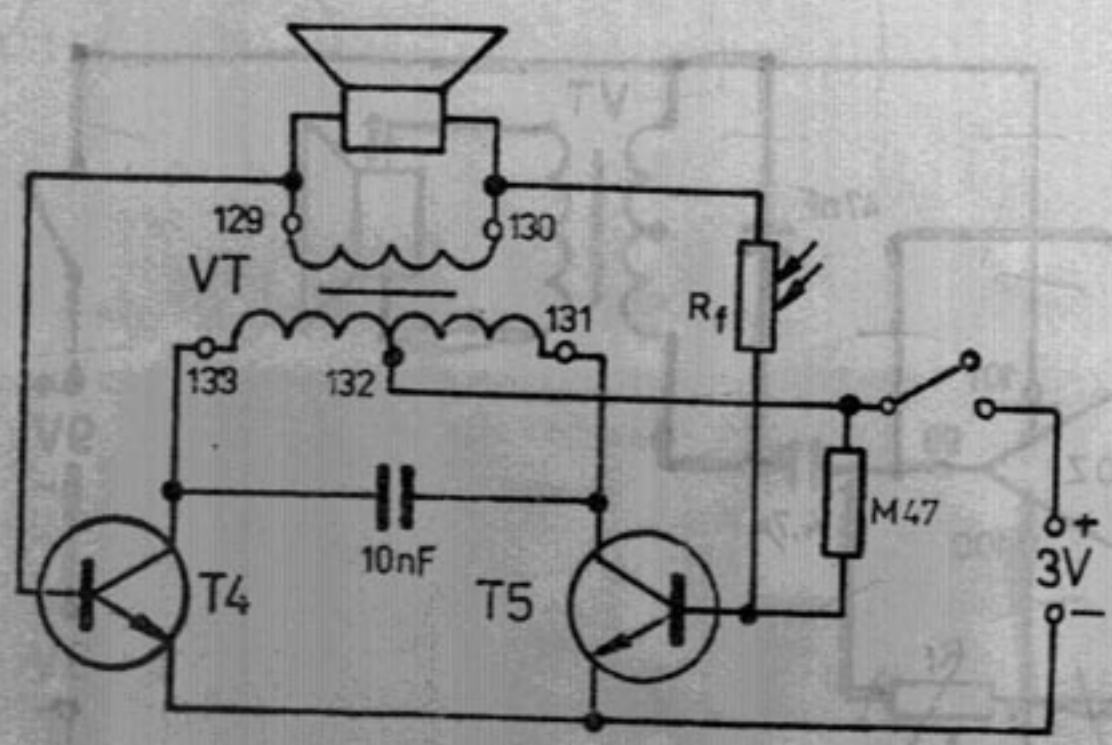
Prosty czujnik światła z jednym tranzystorem funkcjonuje jako przetwornik sygnału świetlnego na sygnał częstotliwościowy. O ile zmieni się nasilenie promieniowania świetlnego dopadającego na fotoodpornik, zmienia się częstotliwość sygnału dźwiękowego wychodzącego z głośnika. Tranzystor funkcjonuje w postaci oscylatora z podłączonym szeregowo do kolektora stopniem LC. Przez zmianę oporności fotoopornika, zmienia się tłumienie /oporność równoległa/ układu LC i tym samym częstotliwość drgań oscylatora. Przy pomocy potencjometra regulujemy częstotliwość podstawową /przy zasłoniętym fotooporniku/. Wzrost nasilenia promieniowania świetlnego powoduje zwiększenie częstotliwości sygnału akustycznego. Układ powyższy jest bardzo czuły do zmian nasilenia promieniowania świetlnego. Zmianę częstotliwości sygnału dźwiękowego wychodzącego z głośnika można stwierdzić nawet przy bardzo małych zmianach nasilenie promieniowania świetlnego.



138. Czujnik światła z oscylatorem

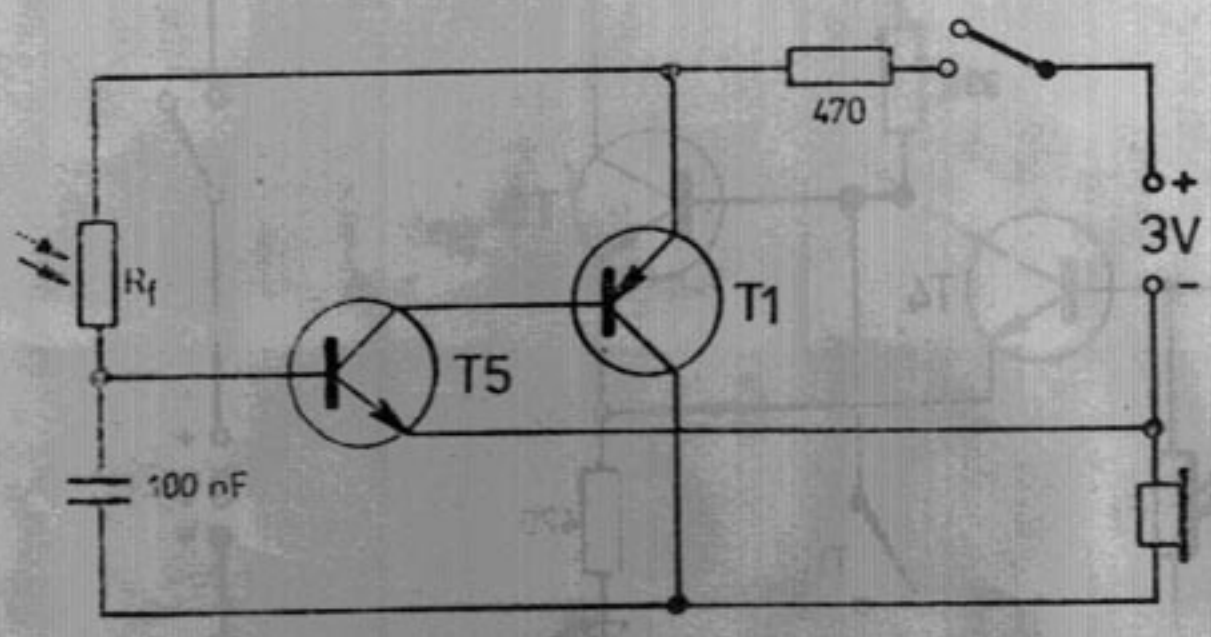
W przypadku powyżej przedstawionego układu nasilenie promieniowania świetlnego jest sygnalizowane sygnałem akustycznym. Jako czujnik napromieniowania świetlnego służy ponownie fotooporniik, którego oporność zmienia się w zależności od naświetlenia i w ten sposób zmienia się napięcie na wejściu wzmacniacza operacyjnego. Układ zcalony funkcjonuje jako generator sygnału małej częstotliwości, który doprowadzany jest przez transformator do głośnika. Podstawową częstotliwość drgań należy zmieniać przez mianę wartości zastosowanego kondensatora w zakresie od 1 nF do 47 nF.

Częstotliwość sygnału dźwiękowego wychodzącego z głośnika zmienia się w sposób ciągły w zależności od nasilenia promieniowania świetlnego dopadającego na fotooporniik. W przypadku większego nasilenia promieniowania świetlnego sygnał z głośnika ma wyższą częstotliwość, natomiast przy nasileniu mniejszym dźwięk ma głębszy ton. Na podstawie powyższego faktu można określić, czy nasilenie promieniowania świetlnego w miejscu pomiaru zwiększa się bądź obniża.



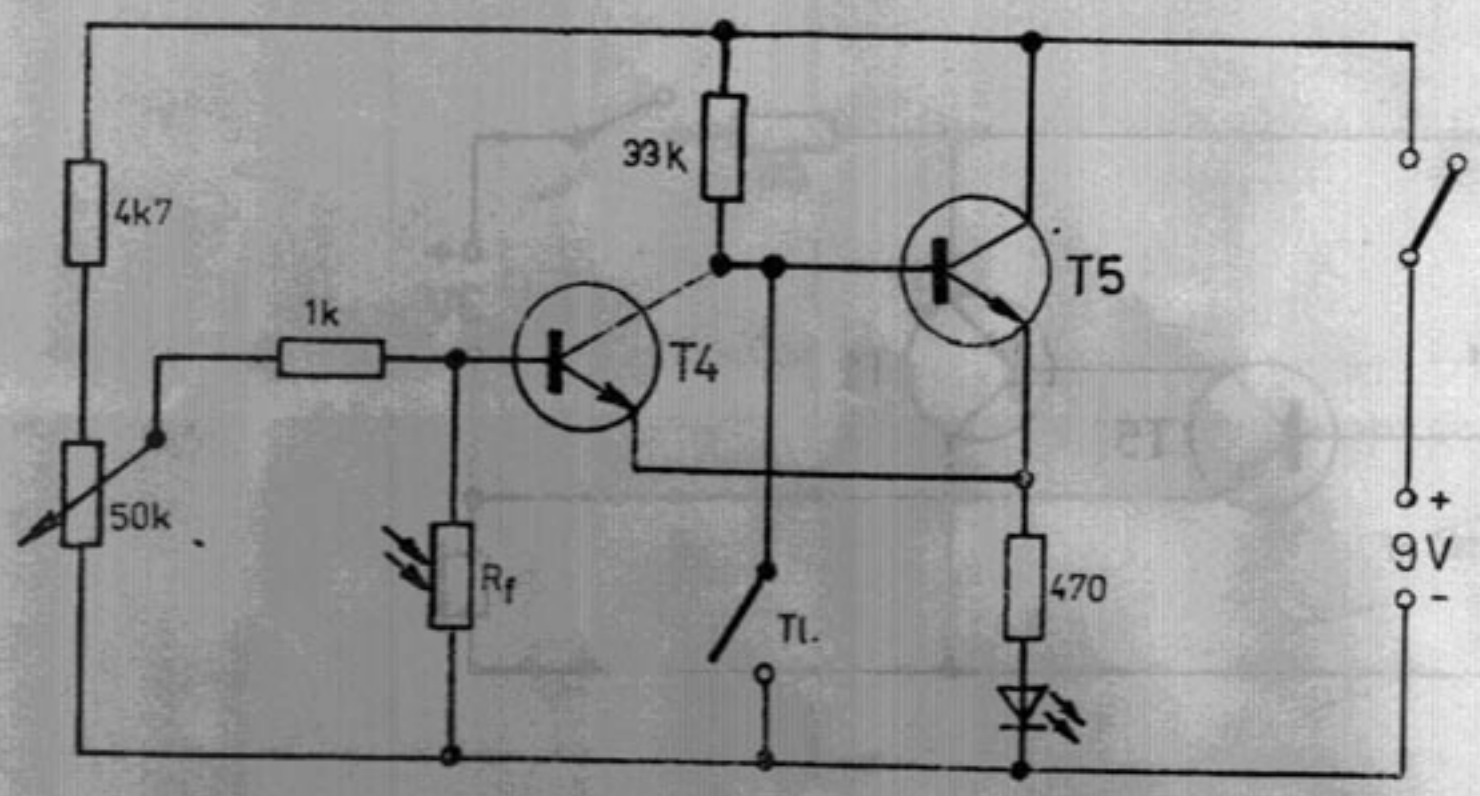
139. Dwutranzystorowy czujnik światła

Czujnik przedstawiony na powyższym schemacie stosujący w swoim układzie dwa tranzystory jest układem działającym na podobnych zasadach jak poprzedni prosty czujnik światła. Na podstawie zmiany nasilenia promieniowania świetlnego dopadającego na fotoopornik zmienia się częstotliwość sygnału akustycznego wychodzącego z głośnika. Następuje zmienne otwieranie i zamykanie się obydwu tranzystorów na skutek zmiany oporności fotoopornika zmienia się punkt pracy tranzystora T5 i tym samym końcowa częstotliwość sygnału dźwiękowego. Na skutek zwiększania nasilenia promieniowania świetlnego dochodzi do obniżenia częstotliwości sygnału dźwiękowego. Układ ten działa w szerokim zakresie napięcia zasilającego od 3 do 9 V.



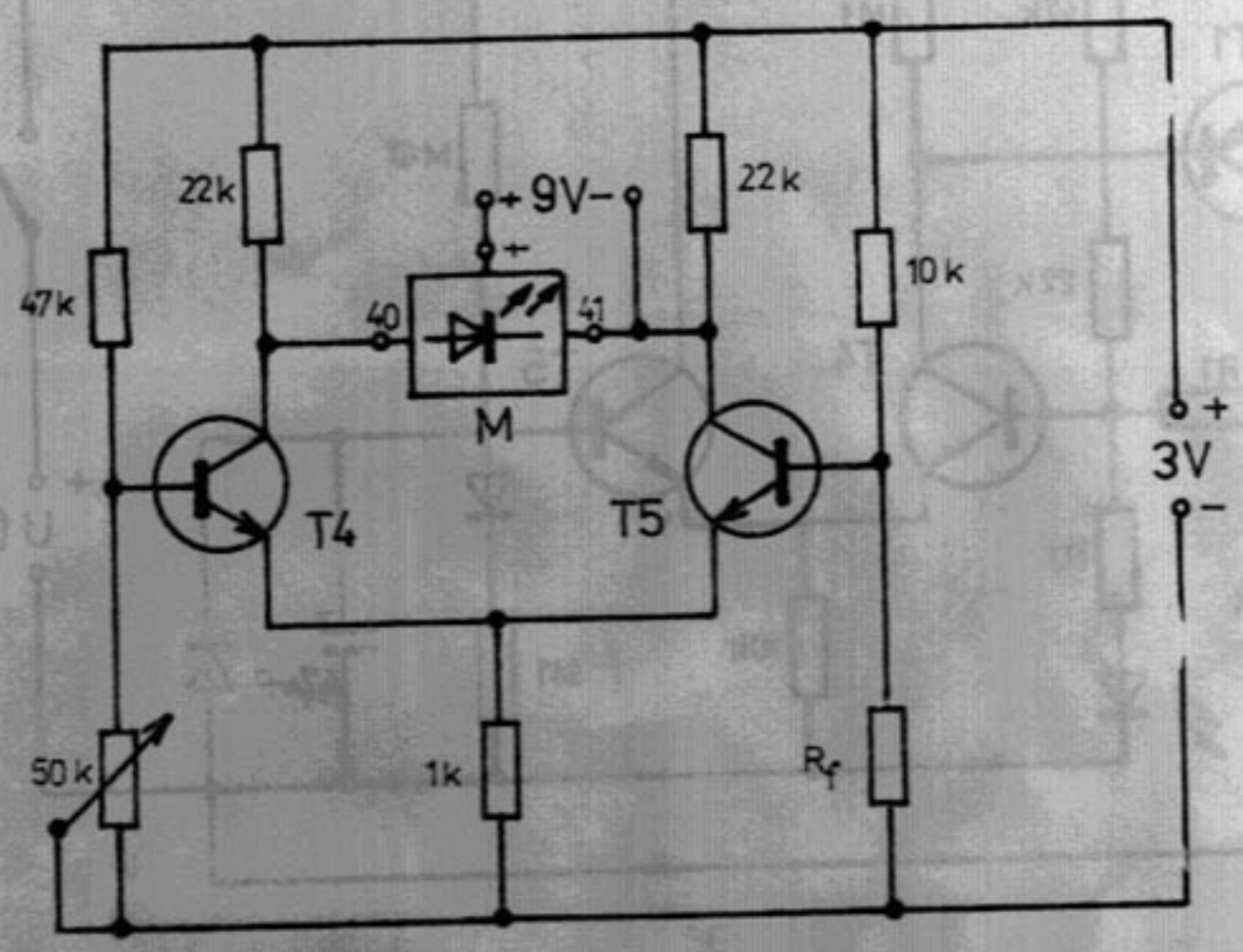
140. Indykacja dźwiękowa luminacji

Podany powyżej schemat przedstawia układ, który nadaje się do sygnalizacji poziomu luminacji w bardzo szerokim zakresie zmian częstotliwości w zależności od nasilenia promieniowania świetlnego. Zastosowane są tranzystoty dwu rodzajów przewodności /NPN i PNP/. W zasadzie chodzi o prostej konstrukcji generator drgań, którego częstotliwość uzależniona jest od pojemności kondensatora i oporności fotoopornika. O ile nastąpi zwiększenie promieniowania świetlnego, zmniejsza się oporność fotoopornika i wzrasta częstotliwość drgań i tym samym rośnie częstotliwość sygnału akustycznego w słuchawce. W przypadku podłączenia do wyjścia układu radiosondy można by uzyskać informacje na temat nasilenia promieniowania świetlnego na większą odległość. W podobny sposób można przekazywać dane na temat ciśnienia, temperatury, wilgoci oraz napromieniowania itd. w ten sposób, że wartość mierzoną przeprowadzimy na częstotliwość, wartość tę przekażemy na falach radiowych i ponownie dokonamy pomiaru wartości. Taką transmisję nazywamy telemetrią.



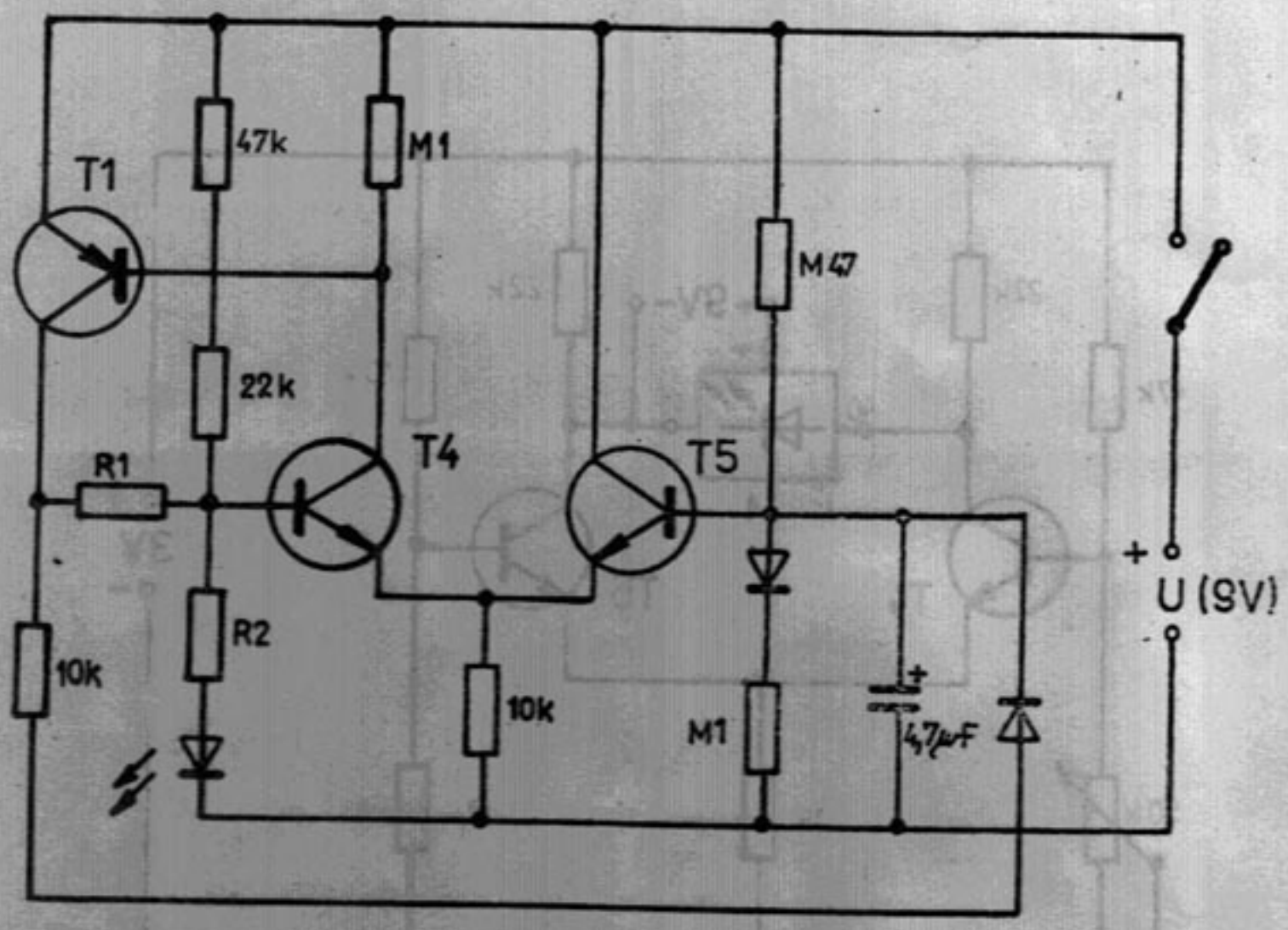
141. Stała indykacja naświetlenia

O ile chcemy przy pomocy jednego impulsu świetlnego na stałe zapalić diodę elektroluminiscencyjną lub sprawdzić, czy podczas naszej nieobecności nie zapalono w pomieszczeniu światła /stwierdzenie obecności osoby obcej/ zastosujemy układ spustowy z dwoma tranzystorami z podłączonymi nawzajem emitorami i wspólnym opornikiem emitorowym. Po włączeniu wyłącznika baterii zasłonimy fotopornik i naciśniemy przycisk podłączający bazę tranzystora T5 do ujemnego bieguna źródła napięcia zasilającego. Nastąpi zamknięcie tranzystora T5, otwarcie tranzystora T4 i urządzenie jest przygotowane do eksploatacji. Dioda elektroluminiscencyjna nie świeci. Na skutek krótkiego w czasie naświetlenia fotopornika następuje zamknięcie tranzystora T4, osiągnięcie przez tranzystor T5 stanu przewodności i zapalenie elektrody elektroluminiscencyjnej. Na emitorach tranzystorów T4 i T5 wzrośnie napięcie na tyle, że tranzystor T4 zostaje w stanie zamkniętym i urządzenie znajdzie się w stanie ustabilizowanym z trwale świecącą diodą elektroluminiscencyjną. Doprowadzenie urządzenia do stanu "gotowości" dokonywane jest przez naciśnięcie przycisku. Wartość nasilenia promieniowania świetlnego konieczna do uruchomienia /włączenia/ układu regulowana jest przy pomocy potencjometra.



142. Indykator naświetlenia na zasadzie wzmacniacza różniczkującego

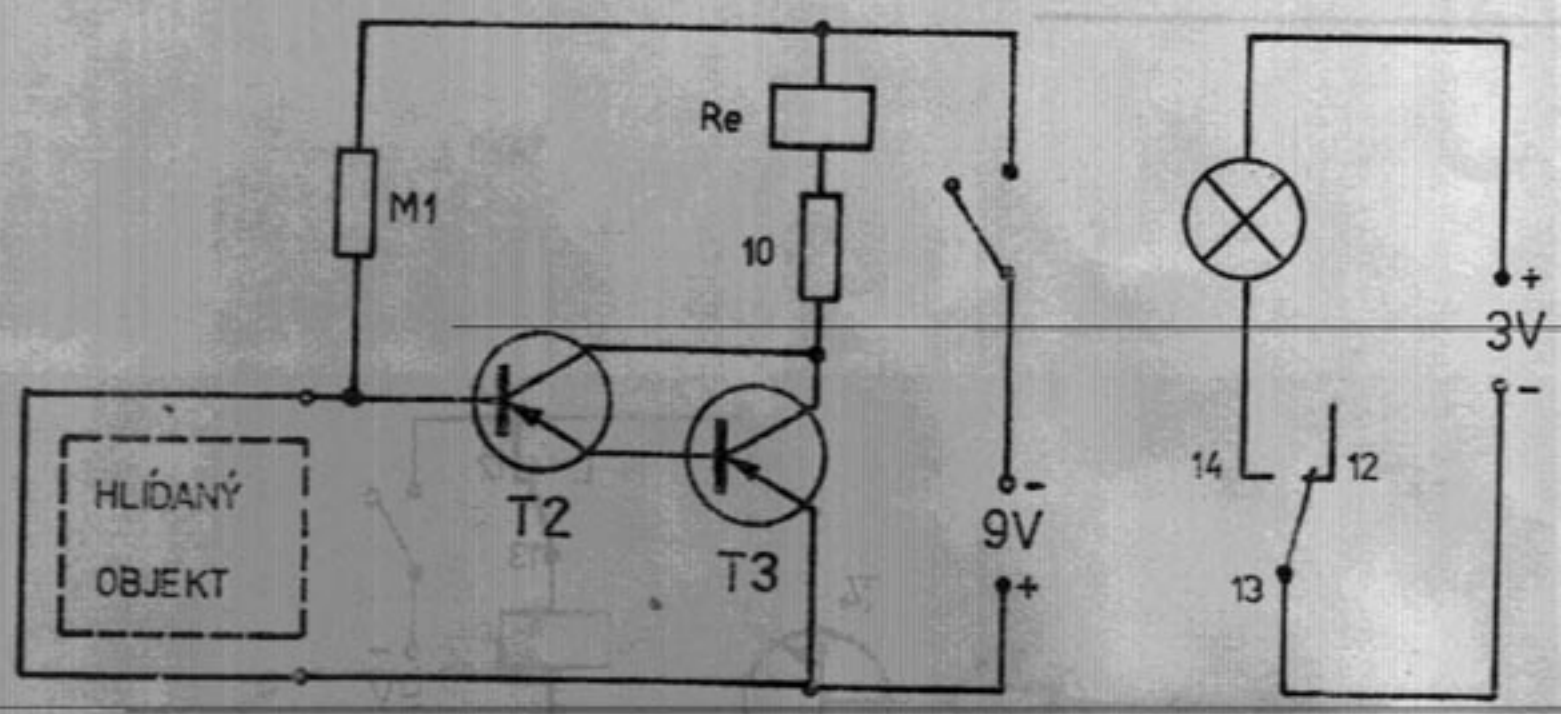
Zainstalujcie powy szy układ na miejscu ue stałą wartością promieniowania świetlnego i przy pomocy opornika zmiennego zgaście wszystkie diody na indykatorze z wyjątkiem pierwszej, która indykuje przyłączenie urządzenia do źródła napięcia. Poszczególne diody zapalają się przy jakiejkolwiek zmianie naświetlenia fotoopornika. O ile dojcdzie do zmiany oswietlenia danego miejsca, zapali się ktoraś z diod indykatora w zależności od nasilenia promieniowania świetlnego na dane miejsce.



143. Próbnik stanu baterii

Przedstawiony na powyższym rysunku schemat prezentuje układ rozróżniający przy poziomy napięcia stałego. Układ ten jest bardzo przydatny podczas sprawdzania napięcia baterii zasilającej. W przypadku najwyższego napięcia /naładowana bateria/ zapala się dioda elektroluminiscencyjna tylko na krótki okres czasu podczas podłączenia źródła zasilania - baterii - do układu. O ile napięcie zasilające jest na poziomie średnim / częściowo wyładowana bateria/ dioda eleketroluminiscencyjna świeci przerywanym światłem - częstotliwość sygnału optycznego zwiększa się w zależności od rosnącego spadku napięcia. Najniższy poziom napięcia /wyładowana bateria/ sygnalizowany jest przez stale świecącą elektrodę elektroluminiscencyjną.

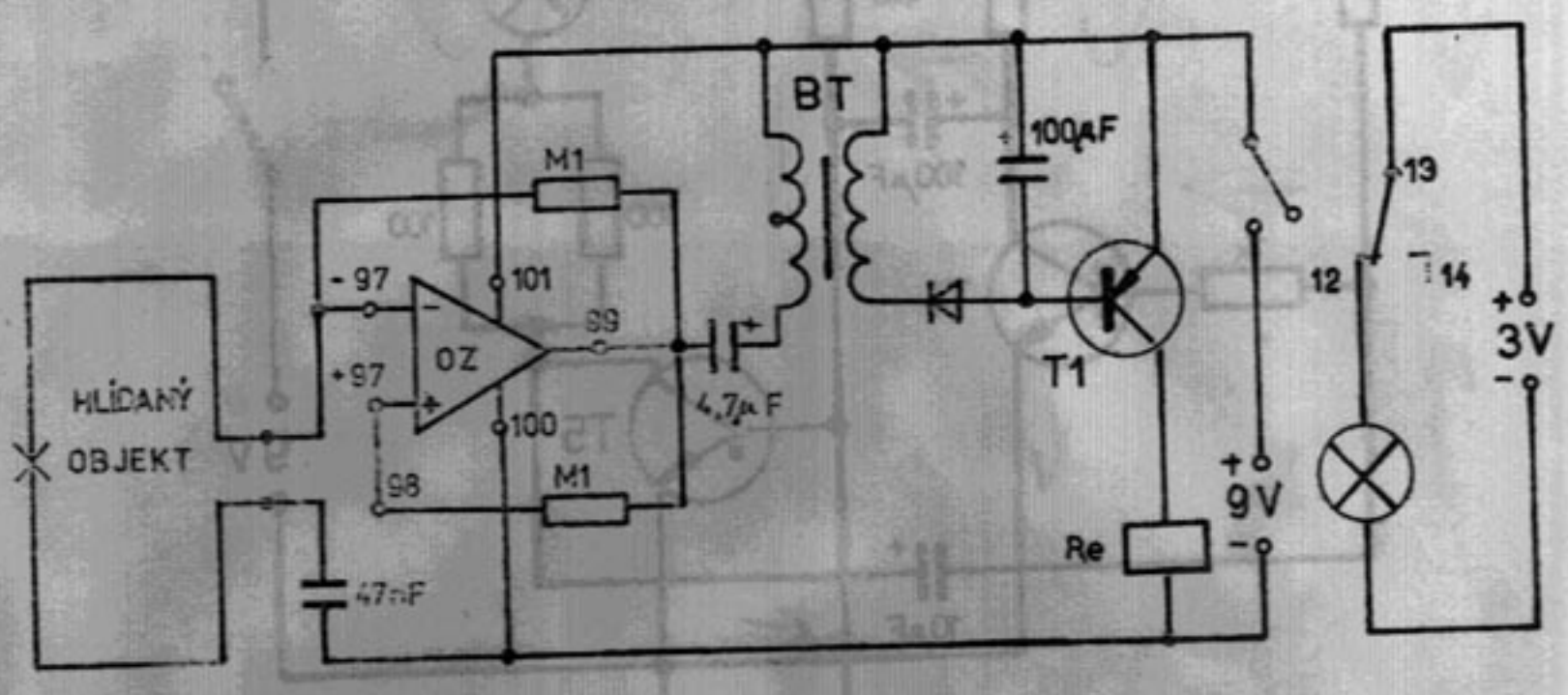
Napięcie progowe między najwyższym i najniższym zakresem napięcia zasilającego określimy jako zakres U_2. Zakres napięcia najniższego jest oddolnie ograniczony wartością 2 V - przy napięciu niższym dioda elektroluminiscencyjna już nie świeci. Mając na uwadze fakt, że większość układów w ramach zestawu wymaga dobrej jakości baterii, zaprojektowano układ ten w taki sposób, że $U_1 = 8$ V i $U_2 = 7$ V. Napięcie U_1 należy regulować przez zmianę oporności dzielnika podłączonego do bazy tranzystora T5, natomiast zmianę napięcia U_2 przez zmianę dzielnika R_1, R_2. Dla napięcia $U_2 = 7$ V poskładamy opornik R_1 na podstawie równoległego połączenia dwu sztuk oporników o wartości 100 Ω oraz R_2 przez równoległe połączenie oporników 1 kΩ i 470 Ω



145. Urządzenie alarmowe

Przy pomocy dwu tranzystorów przekaźnika oraz jednego długiego przewodu możemy opracować proste urządzenie alarmowe. Stosując połączenie tranzystorów T2 i T3 w tzw. układzie Darlingtona celem ograniczenia prądu spoczynkowego urządzenia do minimum.

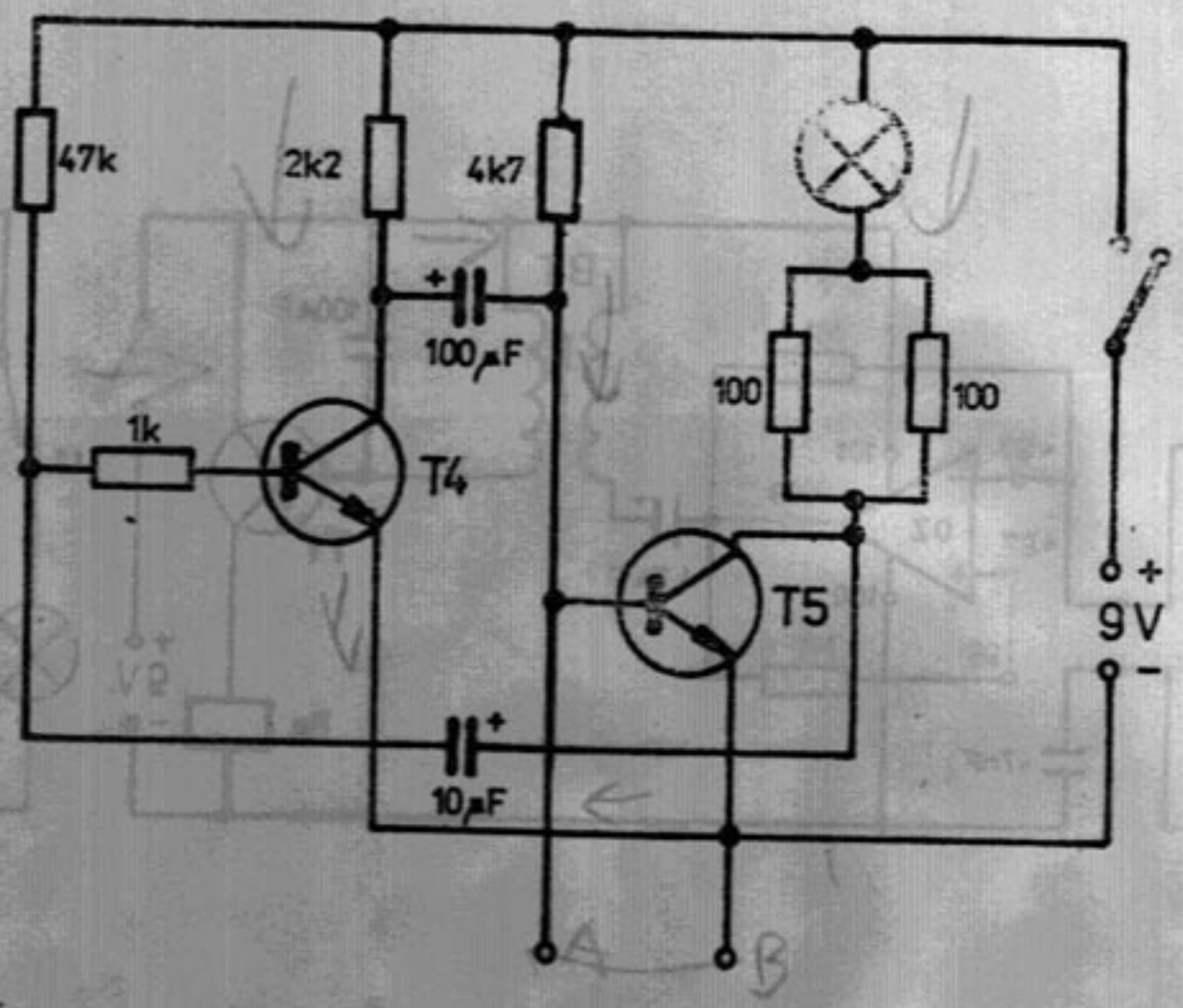
Jeżeli nie dojdzie do przerwania przewodu umieszczonego w pilnowanym obiekcie, wtedy złącza baza - emitor tranzystorów T2 i T3 połączone /zwarcie/, tranzystory znajdują się w stanie zamkniętym i przekaźnik nie jest włączony. Pobierany przez urządzenie prąd spoczynkowy wynosi ok. 80 mA. Przerwanie przewodu powoduje, że przez opornik zaczyna napływać do bazy tranzystora T2 prąd, tranzystor T3 włączy przekaźnik i nastąpi zapalenie żarówki sygnalizujące przerwanie przewodu.



146. Urządzenie alarmowe z wzmacniaczem operacyjnym

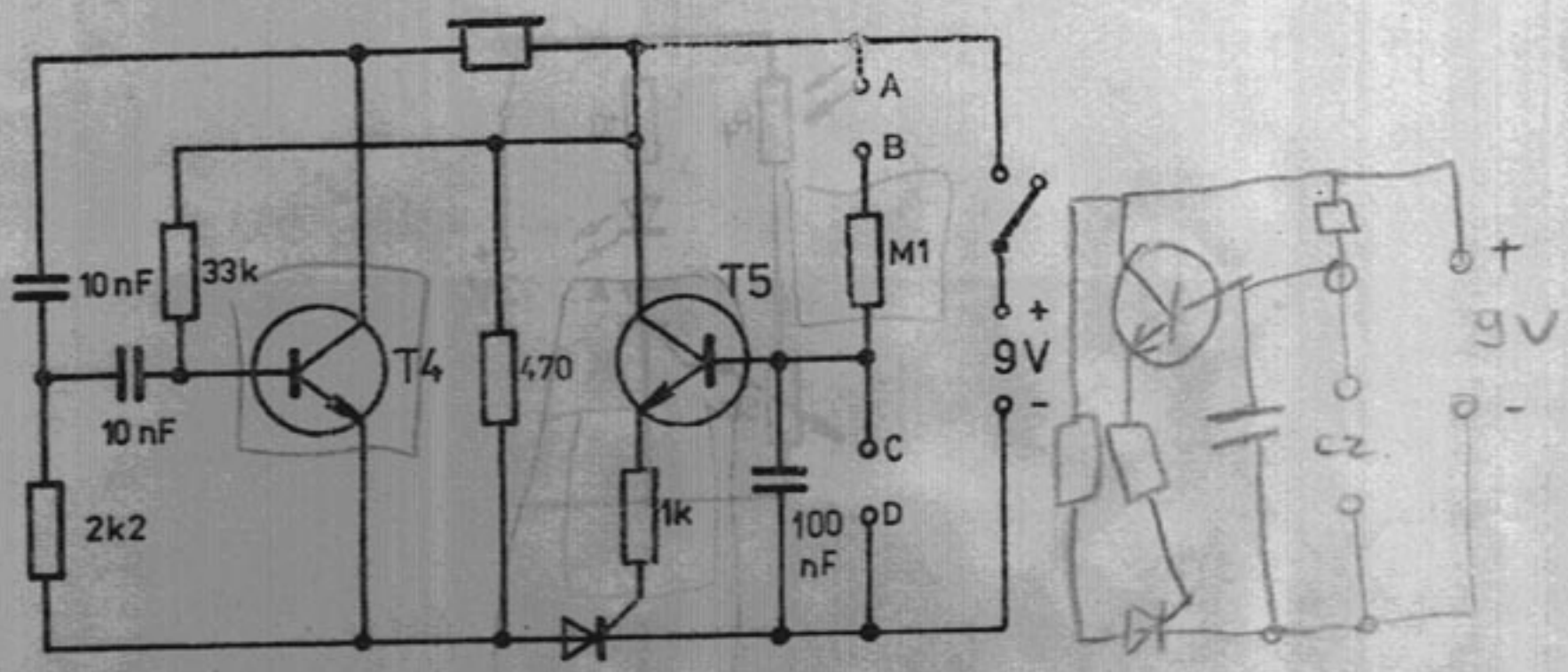
Układ według podanego powyżej schematu można zastosować w ten sam sposób jak układ poprzedni. W układzie wg podanego schematu wzmacniacz operacyjny drga, przekaźnik jest włączony i jego styki podłączone są w ten sposób, że podczas włączenia przekaźnika żarówka nie pali się. Jeżeli nastąpi przerwanie przewodu, następuje wyłączenie wzmacniacza operacyjnego, wyłączenie przekaźnika i zapalenie lampki kontrolnej.

Jeżeli zastąpimy żarówkę dzwonkiem lub brzęczykiem, może układ służyć do sygnalizacji akustycznej.



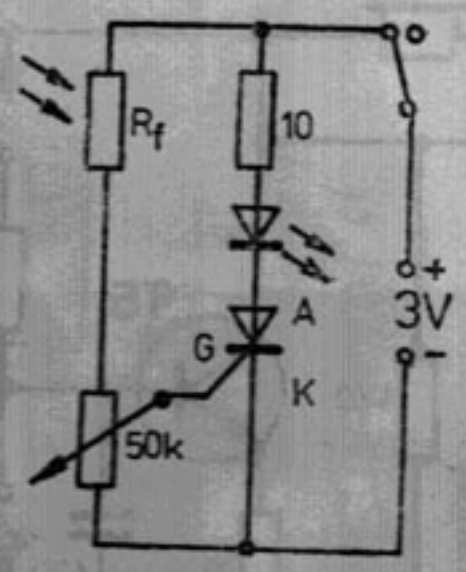
147. Urządzenie alarmowe z sygnalizacją optyczną

Światła migające /migacze/ stosowane są w chwili obecnej bardzo często do celów sygnalizacji optycznej w samochodach, transporcie a także w urządzeniach alarmowych. Jeżeli wymagane jest działanie sygnalizacji po włączeniu styków, wtedy sytuacji jest bardzo prosta, bowiem można włączać bezpośrednio napięcie zasilające migacza. Bardziej skomplikowana sytuacja jest w przypadku, jeżeli pożądana jest sygnalizacji po rozwarciu styków /sygnalizacja otwartych drzwi, okna, wejścia osoby obcej itd./. W tskim przypadku zainstalujemy na drzwi /okno itp./ dwa styki, które są w czasie zamkniętych drzwi połączone. Wyprowadzenie styków doprowadzimy do zacisków A i B migacza. Następną możliwością jest stworzenie prawie niewidocznej przeszkody z cieniutkiego drutu, którą osoba obca w momencie wejścia przerywa i sygnalizacja zaczyna działać. Jest sprawą oczywistą, że jeżeli chcemy tylko sprawdzić funkcjonowanie urządzenia, wystarczy podłączyć zaciski A i B. W momencie przerwania połączenia zaczyna żarówka świecić światłem przerywanym. Zgrubna regulacja miganie przeprowadza się przy pomocy zmiany kondensatorów 100 µF i 10 µF, zaś precyzyjna przy pomocy oporników 47k i 4k7.



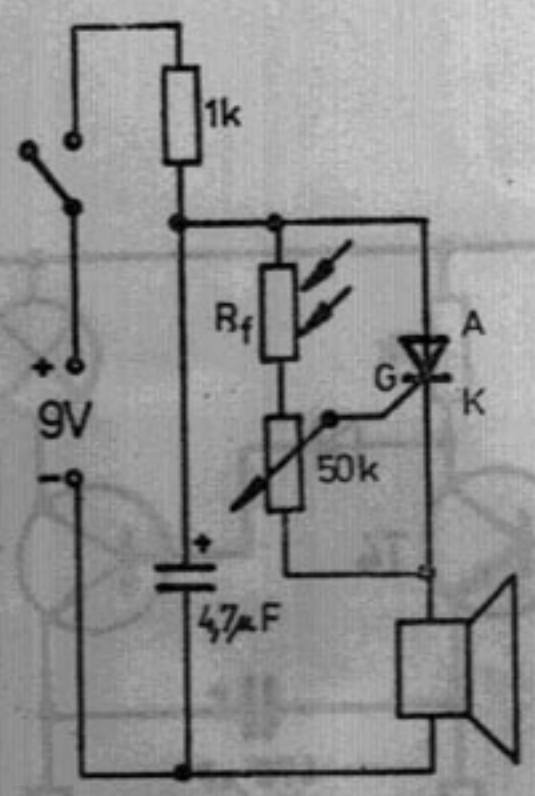
148. Uniwersalne urządzenie alarmowe

Podstawowe wymagania stawiane do wysokiej jakości urządzeń alarmowych są następujące: minimalny pobór mocy z źródła zasilania w czasie "gotowości do pracy", możliwość alarmu przez połączenie ≥ a także rozłączenie zacisków oraz niemożliwość usunięcia stanu alarmowego w inny sposób, niż przez wyłączenie głównego wyłącznika. Układ zaprezentowany na powyższym rysunku spełnia wszystkie z góry przedstawione wymagania. Opisywany układ składa się z brzęczyka tworzonego przez tranzystor T4 i pozostałe podzespoły z przełącznika w postaci tyrystora i tranzystora T5 oraz oporników 1k i M1 i 470. Sygnał alarmowyuusłyszymy w momencie, kiedy tranzystor T5 osiągnie stan przewodności - nastąpi otwarcie tyrystora i podłączenie zasilania brzęczyka. Aby doprowadzić tranzystor T5 do stanu przewodzenia można zastosować dwa różne sposoby: poprzez styk kontaktów A i B /C i D są na stałe rozłączone/ lub poprzez rozwarcie kontaktów C i D /A i B są połączone na stałe/. Kondensator 100 nF zabiezpiecza ochronę przed przypadkowym spowodowaniem alarmu przez napięcie zakłócające na bazie tranzystora T5. Opornik 470 Ω zabezpiecza sprawne włączenie tyrystora nawet w momencie, kiedy między tym nastąpi zamknięcie tranzystora T5.



149. Światłoczułe urządzenie alarmowe

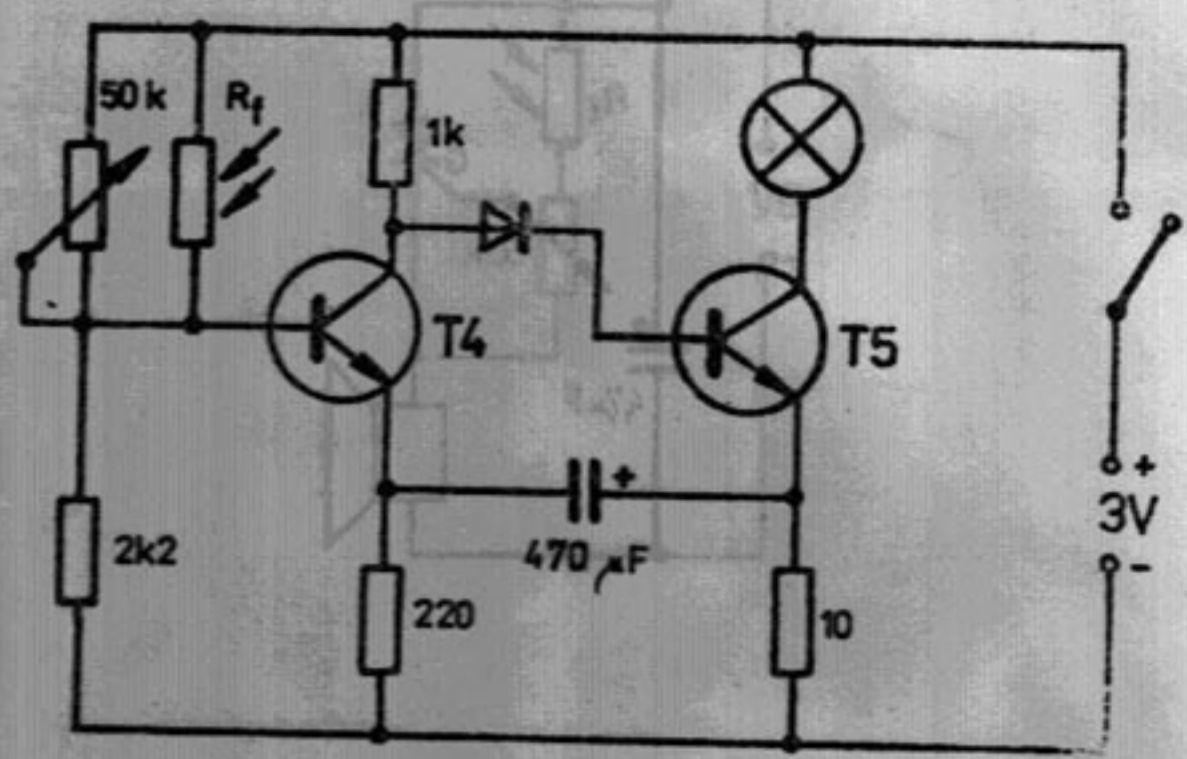
Układ powyższy czuły jest na światło jako na element ostrzegawczy zastosowano światło diody elektroluminiscencyjnej. Czułość urządzenia regulowana jest przy pomocy potencjometra. Fotooporník reaguje na sygnał świetlny, jego oporność obniża się w związku z wzrastającym nasileniem promieniowania świetlnego, zwiększa się napięcie na bramce tyrystorą, następuje włączenie tyrystora i zapalenie się diody elektroluminiscencyjnej.



150. Światłoczułe urządzenie alarmowe z tyrystorem

Układ zaprezentowany na powyższym schemacie stosuje zasadę oscylatora relaksacyjnego, kondensator ładowany jest poprzez opornik 1k do wartości napięcia zasilającego.

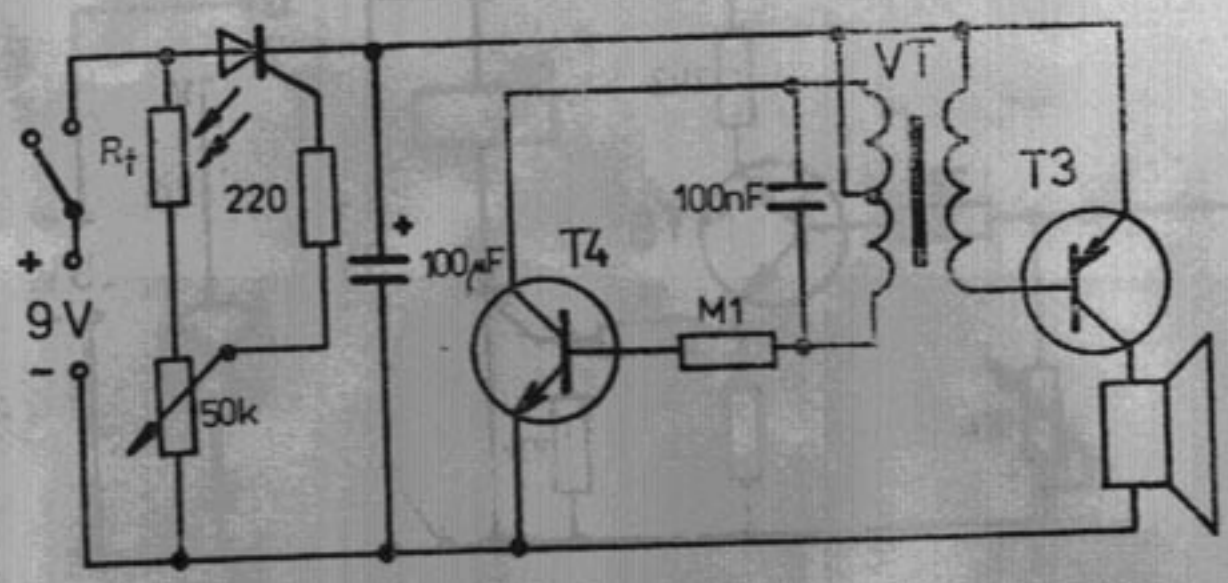
W przypadku naświetlenia fotoopornika /mała oporność/ na elektrodzie sterującej pojawi się napięcie o wysokości umożliwiającej włączenie tyrystora. Tyrystor nie zostaje jednak w stanie otwartym, bowiem przez opornik 1k nastąpi ograniczenie przepływającego prądu do wartości niższej niż jest wartość prądu utrzymującego tyrystory w stanie przewodności. Nastąpuje zamknięcie tyrystora i ponowne ładowanie kondensatora do wartości napięcia zasilania. Zjawisko to się powtarza i z głośnika słychać brzęczący sygnał dźwiękowy. Jeżeli nastąpi przerwanie dopływu napięcia do elektrody sterującego, nie można osiągnąć poziomu napięcia uruchomiającego i tyrystor osiągnie stan przewodności. Jeżeli między źródłem światła i fotooopornikiem przejdzie osoba, nastąpi utrata sygnału dźwiękowego. Czułość ułładu należy regulować przy pomocy potencjometra podłączonego do elektrody sterującej /bramki/ tyrystora.



151. Urządzenie alarmowe z sygnalizacją optyczną

Migacz z fotooopornikiem można zastosować również jako małe urządzenie ostrzegawsze, działające po zmierzchu. Włączając napięcie zasilające przy równoczesnym naświetleniu fotooporniką jest tranzystor T4 w stanie przewodności na jego kolektorze jest niskie napięcie, natomiast tranzystor T5 jest zamknięty i żarówka nie pali się. Ładowanie kondensatora 470 µF odbywa się w ten sposób, że napięcie dodatnie występuje na emitorze tranzystora T4.

W momencie zasłonięcia fotopornika następuje zamknięcie tranzystora T4, otwarcie tranzystora T5, zapalenie się żarówki i przeładowywanie kodensatora 470 µF. Nasskutek obniżenia prądu ładowania otwiera się tranzystor T4, zamyka się tranzystor T5, kondensator ładowany jest ładunkiem z odwrotną biegunowością i całe zjawisko powtarza się - żarówka świeci światłem przerywanym.

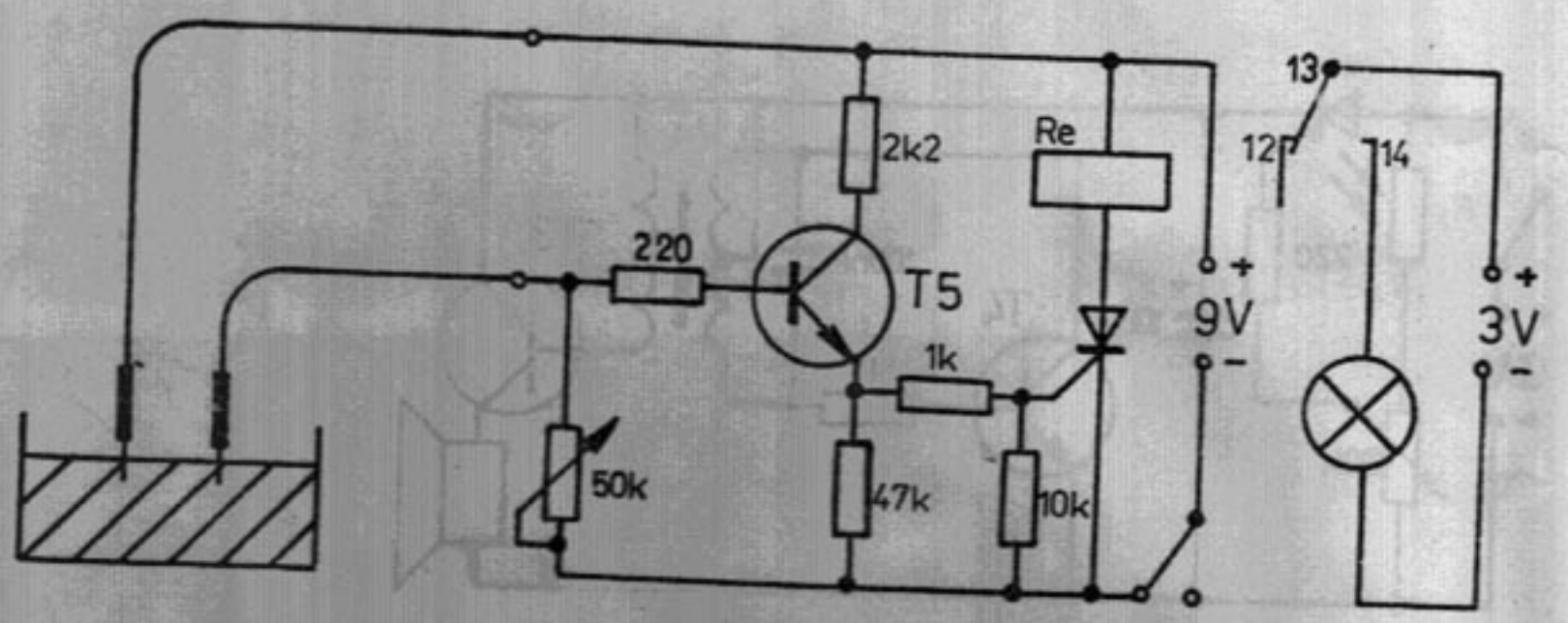


152. Czujnik naświetlenia

W niektp ych przypadkach wymagane jest naświetlenie mniejsze od określonej wartości. Wtedy należy powyżej przedstawiony układ zastosować do celów sygnalizacji zbyt wysokiej wartości nasilenia promieniowania świetlnego. Czułość układu należy regulować przy pomocy potencjometra. Sygnalizacja dźwiękowa trwa od momentu powstania do momentu wyłączenia napięcia zasilającego.

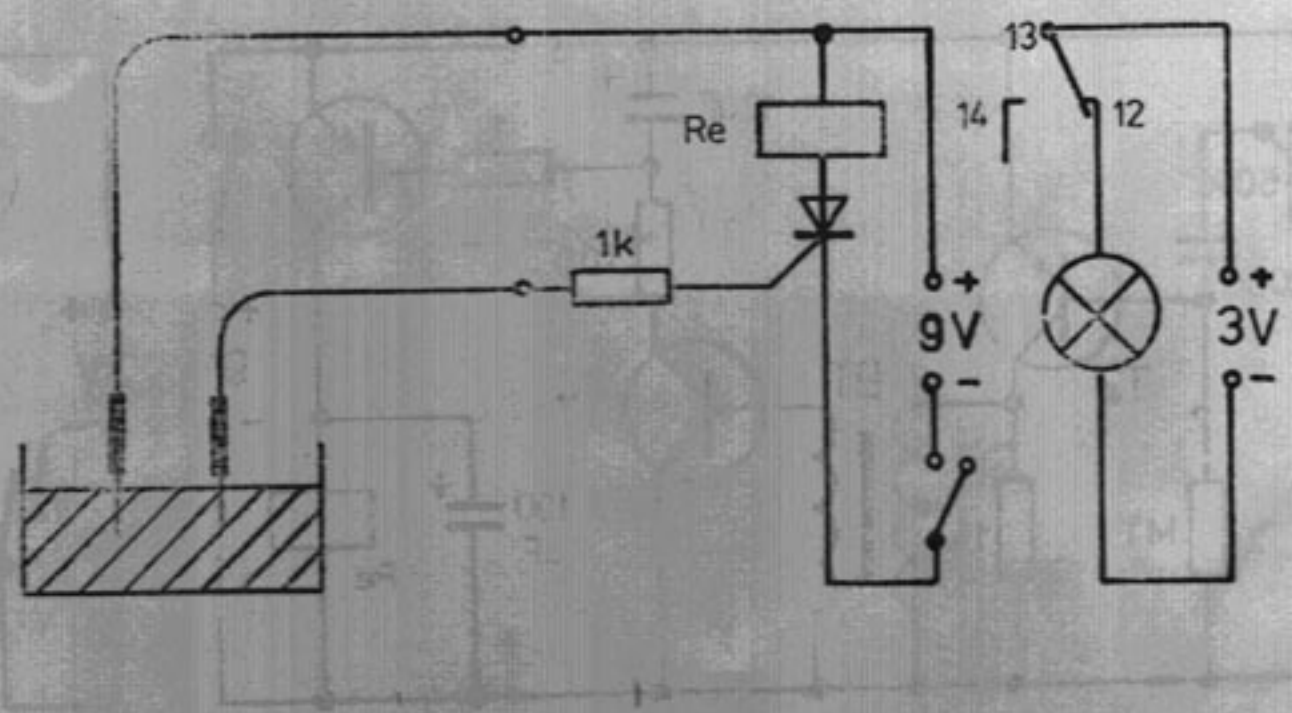
W praktyce codziennej występują takie sytuacje jak np. ciemnia - gdzie należy utrzymać wielkość naświetlenia w pewnych granicach - w tym wypadku stosujemy układ wg podanego powyżej schematu.

Rosnące nasilenie promieniowania świetlnego powoduje zmniejszenie oporności fotoopornika, otwarcie tyrystora, uruchomiony jest układ oscylatora i w głośniku słychać sygnał akustyczny - do momentu odłączenia napięcia zasilającego. Czułość układu należy regulować przy pomocy potencjometra.



153. Miernik przewodności cieczy

Może wiecie, że woda destylowana jest złym przewodnikiem prądu elektrycznego. Powyższe stwierdzenie nie obowiązuje jednak dla wszystkich rodzai wody. Przewodność wody wzrasta z rosnącą ilością zanieczyszczeń i domieszek. Układ wg podanego powyżej schematu reaguje na zmianę przewodności wody i zapala lampkę kontrolą przez włączenie sterowanego przez tyrystor przekaźnika. Czułość urządzenia należy regulować przez potencjometr. Lampka kontrolna świeci do momentu odłączenia napięcia zasilającego.

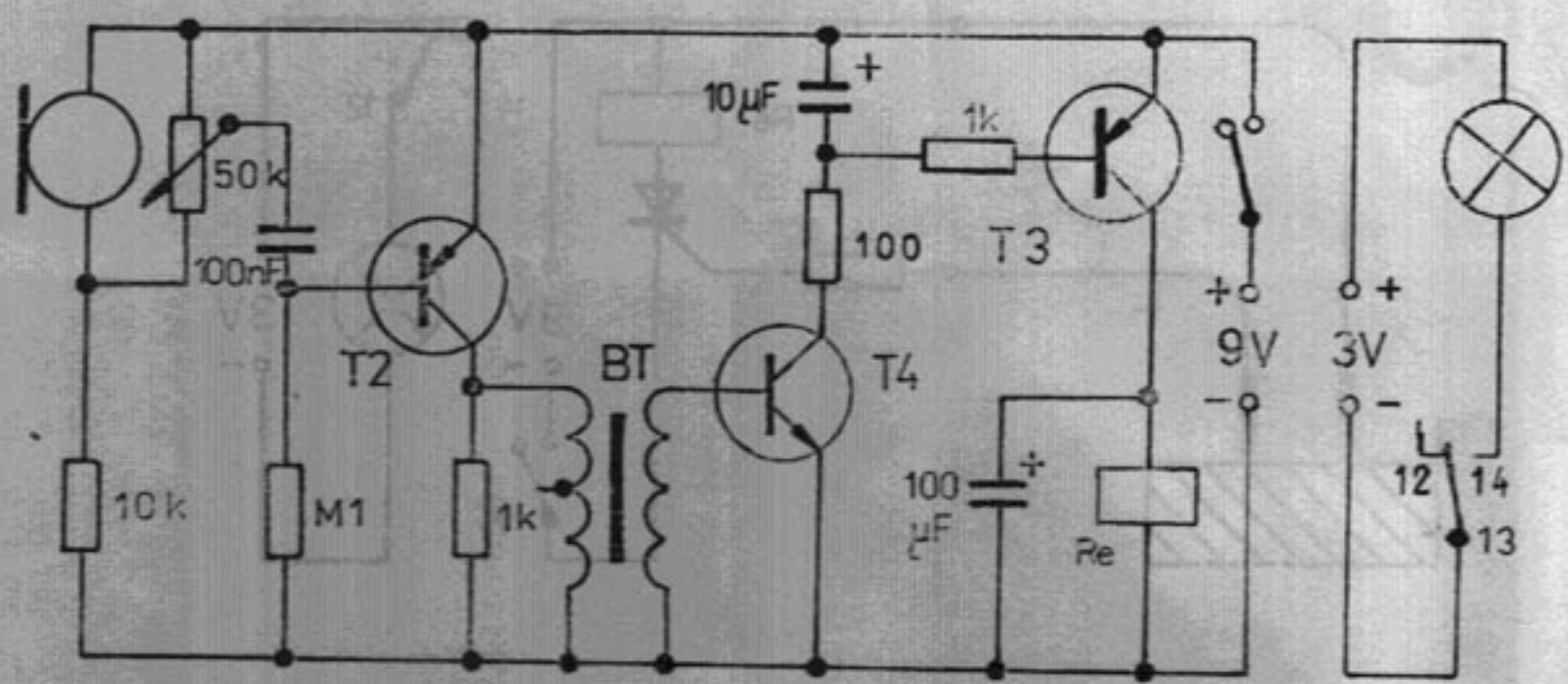


154. Miernik jakości wody

Przewodność wody uzależniona j st od zawartości zanieczyszczeń lub domieszek. Fakt ten wykorzystany jest przez opisane poniżej urządzenie.

Oporność wody zwiększa się w zależności od wzrostu jej czystości. W przypadku dużej oporności sygnał trafiający do bramki tyrystora /elektrody sterującej/ jest stały i tyyystor zostaje w stanie nieprzewodzenia. Zwiększona ilość zanieczyszczeń lub domieszek powoduje zwiększenie przewodności, zwiększa się prąd dopływający do bramki tyrystora /elektrody sterującej/ następuje otwarcie tyrystora powodujące włączenie przekaźnika i zapalenie się lampki kontrolnej.

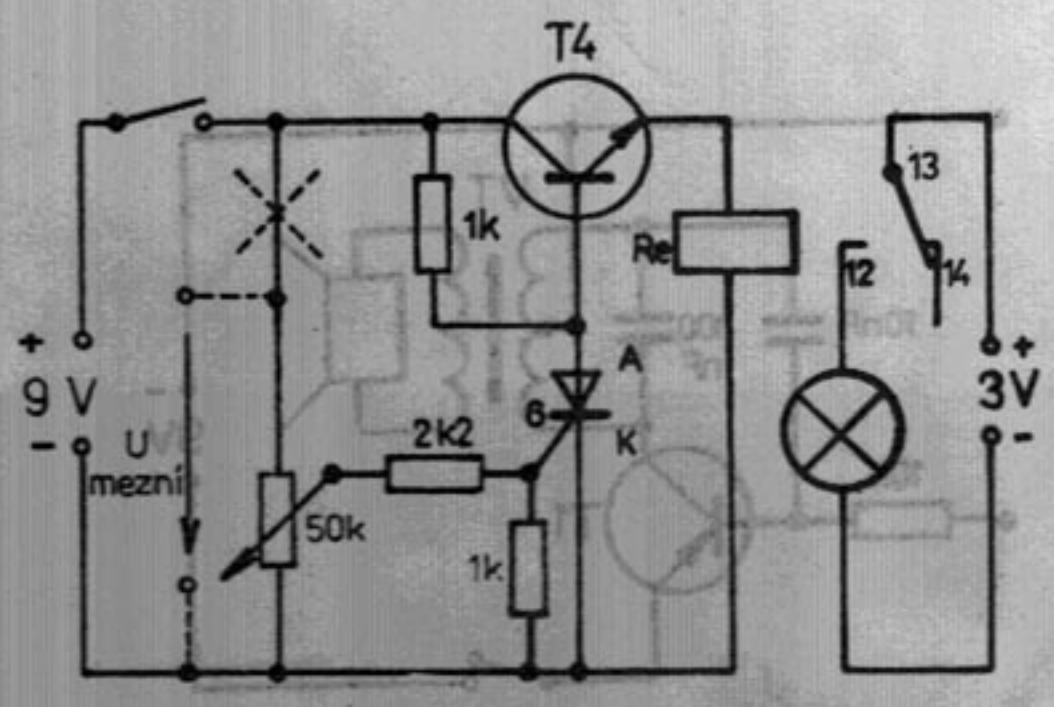
Ze względu na to, że zupełnie czysta woda jest praktycznie wodą destylowaną, można przy pomocy przedstawionego powyżej urządzenia sprawdzać stopień jej zanieczyszczenia. Urządzenie to można zastosować również do celów sprawdzania poziomu cieczy w zbiorniku itd.



155. Przekaźnik sterowany przez sygnał akustyczny

W przedstawionym powyżej układzie zastosowano do sterowania przekaźnikiem sygnału dźwiękowego, którego odbiornikiem jest element wstępny układu - mikrofon. Do sterowania przekaźnikiem zastosowano układ trzytranzystorowy. Przez styki przekaźnika zasilana jest lampka kontrolna, która świeci tylko przez okres trwania sygnału dźwiękowego. Czułość układu należy regulować przy pomocy potencjometra. W przypadku przesunięcia potencjometra do położenia skrajnego może dojść do powstania niepożądanego sprzężenia akustycznego.

Powyższy układ można zastosować jako urządzenie informujące o wejściu osoby obcej, lub jako urządzenie alarmowe.

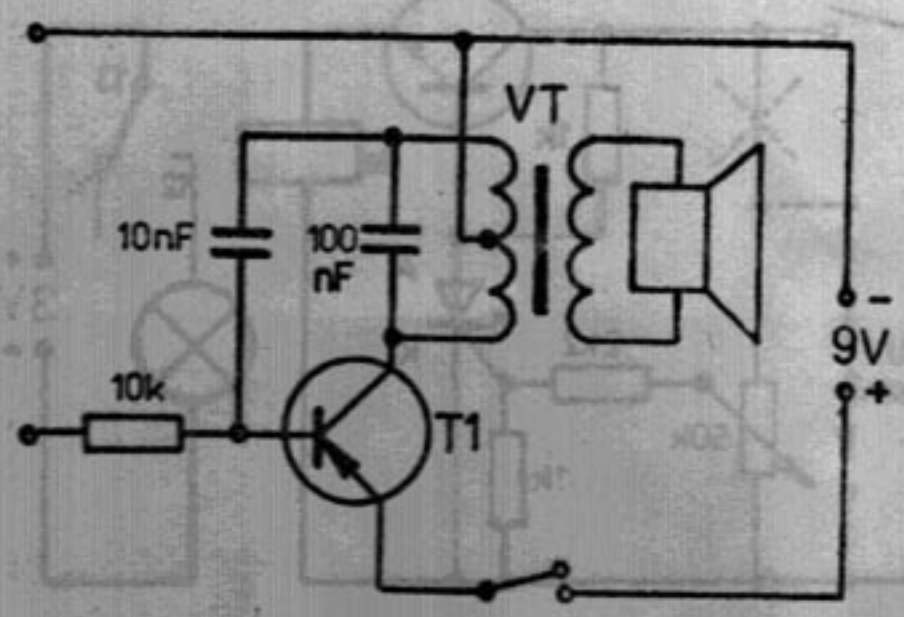


156. Sygnalizator przepięcia

Zaprezentowany powyżej układ można zastosować jako sygnalizator zmiany określonej wartości napięcia. W przypadku wyższego napięcia powstaje między elektrodą sterującą /bramką/ i katodą tyrystora napięcie powodujące otwarcie tyrystora. Powyższy stan powoduje uziemienie bazy tranzystora jego zamknięcie, wyłączenie przekaźnika oraz zapalenie się żarówki sygnalizującej przekroczenie określonej wartości napięcia.

Pożądaną wartość progową napięcia należy regulować przy pomocy potencjometra.

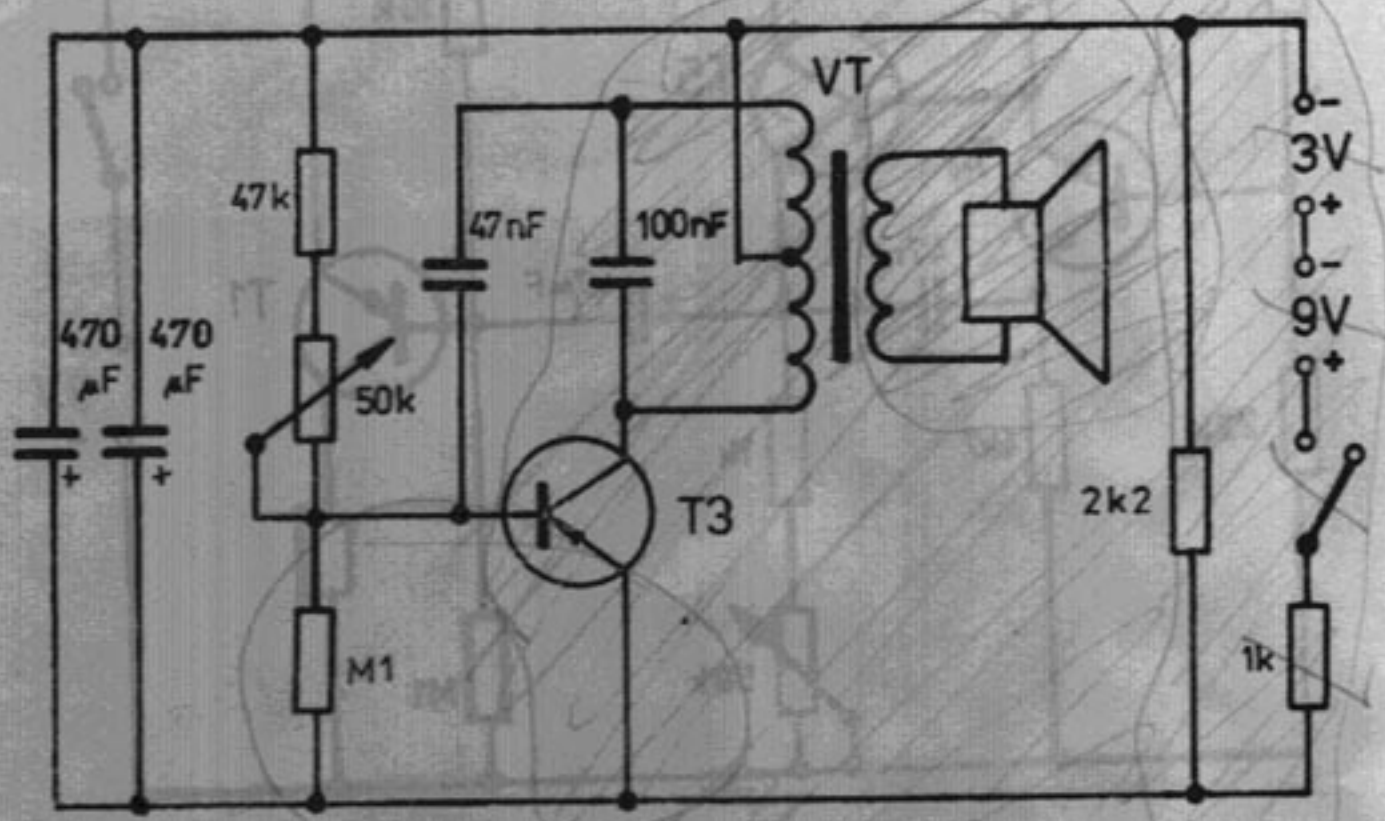
W celu praktycznego zastosowania układu odłączymy potencjometr wg schematu /linia kreskowana/ i podłączymy sprawdzane napięcie.



157. Sygnalizator deszczu

Do płytki z tworzywa sztucznego przykleimy w odległości od 1 do 2 mm dwa przewody próbne, tworząc w ten sposób sondę detekcyjną.

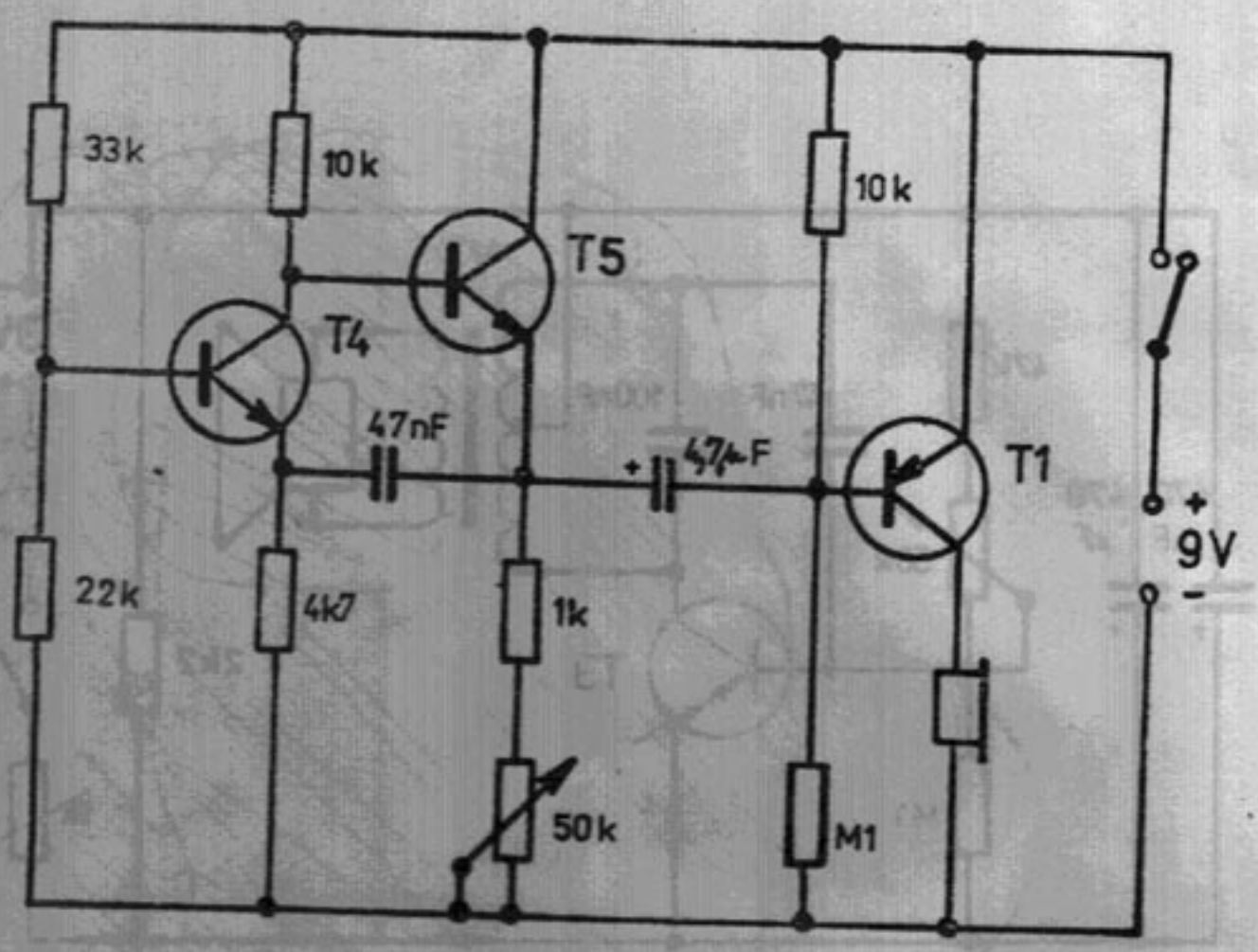
W momencie zetknięcia przez kroplę deszczu końcówek przewodów próbnych następuje połączenie przewodów i zamknięcie obwodu. Przepływający w tym momencie prąd uruchamia obwód tranzystorowy /oscylacji/. Wynikiem jest sygnał akustyczny wychodzący z głośnika. Sondę detekcyjną należy umieścić na zewnątrz obiektu.



158. Syrena pożarowa

Na podanym powyżej schemacie przedstawiono układ imitujący dźwięk syreny pożarowej. W zasadzie chodzi o dostosowanie prostego LC oswylatora, w którym wykorzystujemy zależność częstotliwości na wartości napięcia zasilającego. Po włączeniu przełącznika zasilania następuje ładowanie kondensatorów 470 µF poprzez opornik 1 k . Drgania oscylatora są generowane od napięcia ok. 3 V, częstotliwość drgań wzrasta w zależności od stopnia naładowania kondensatorów. Po dwu sekundach następuje stabilizacja napięcia w kondensatorach /10 V/ i ustabilizuje się także częstotliwość oscylatora /dźwięk syreny/. Odłączenie wyłącznika źródła napięcia zasilającego powoduje wyładowanie kondensatorów przez opornik 2k2 oraz przez prąd odbierany przez oscylator. Częstotliwość sygnału dźwiękowego - syreny zmniejsza się w zależności od stopnia wyładowania kondensatora.

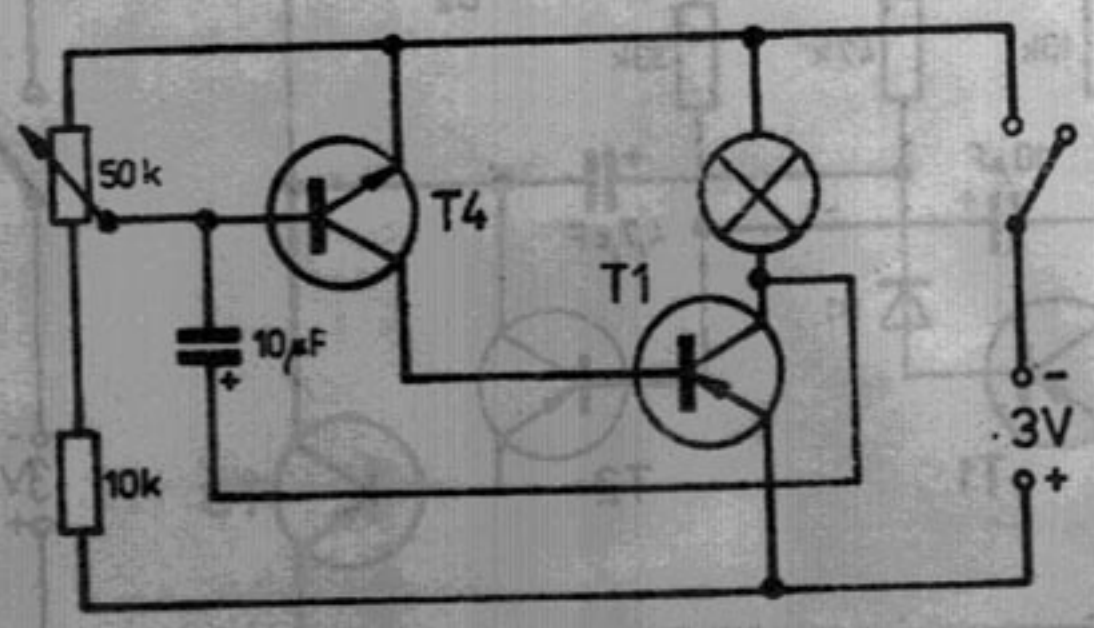
Podstawową częstotliwość sygnału syreny należy regulować przy pomocy potencjometra.



159. Syrena elektroniczna

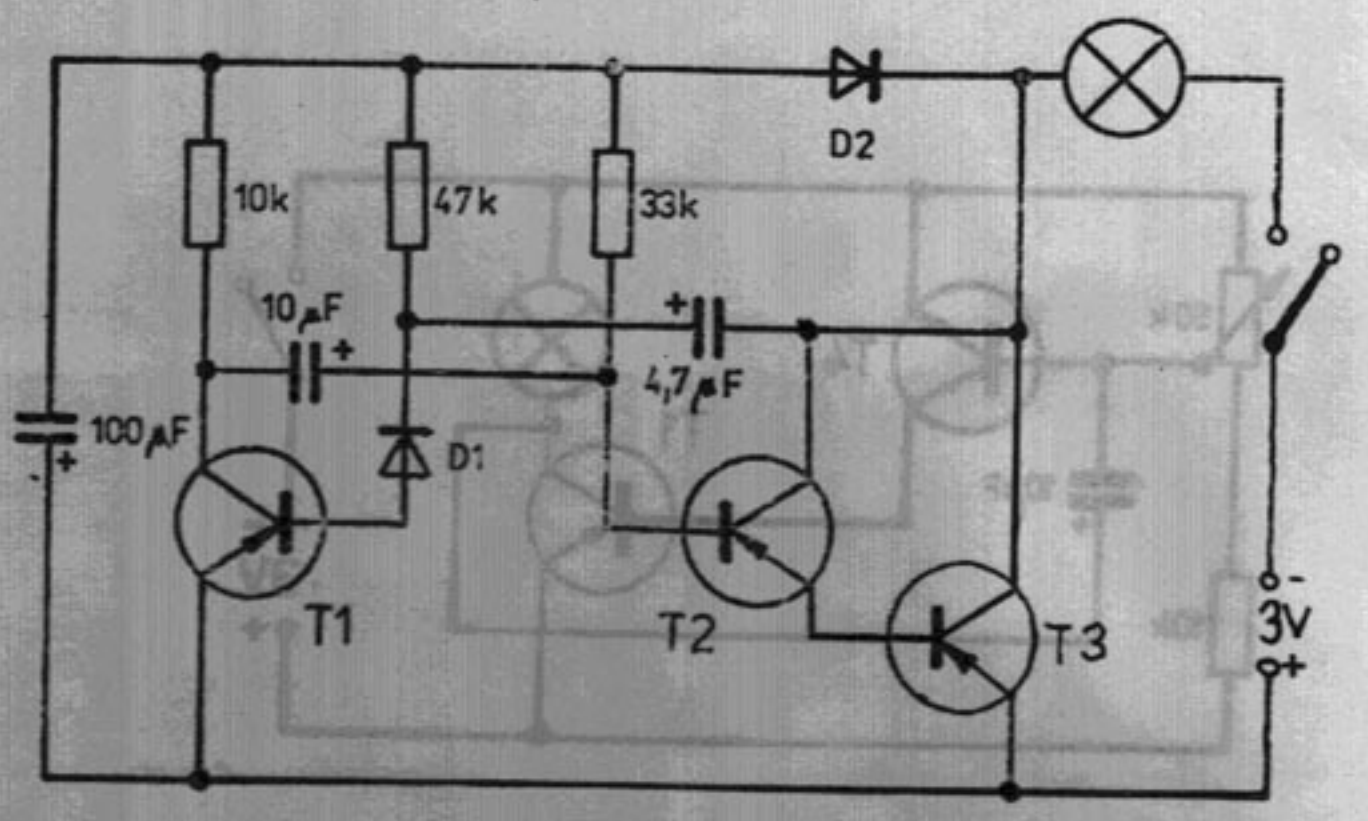
Układ przedstawiony przez schemat powyższy umożliwia generowanie sygnału, którego częstotliwość można zmieniać w sposób ciągły. Urządzenie to składa się z dwu chęści.

Multiwibrator z dwoma tranzystorami T4 i T5 generuje prostokątne impulsy i częstotliwości akustyczne. Regulacji częstotliwości należy dokonać przy pomocy potencjometra. Sygnał wychodzący z multiwibratora jest za słaby, dlatego jest wzmacniany przez tranzystor T3. Powolne przesuwanie gałki potencjometra powoduje zmianę sygnału akustycznego który bardzo przypomina dźwięk syreny. Urzłdzenie to można wykorzystać w wielu innych sytuacjach - przykładowo zamiast potencjometra można zastosować szereg oporników połączonych za pośrednictwem przełącznika /zaleca się zdemontować ogranicznikl/, wtedy możemy zagrać prostą melodię, której kompozycja wynika z odpowiedniego doboru oporników.



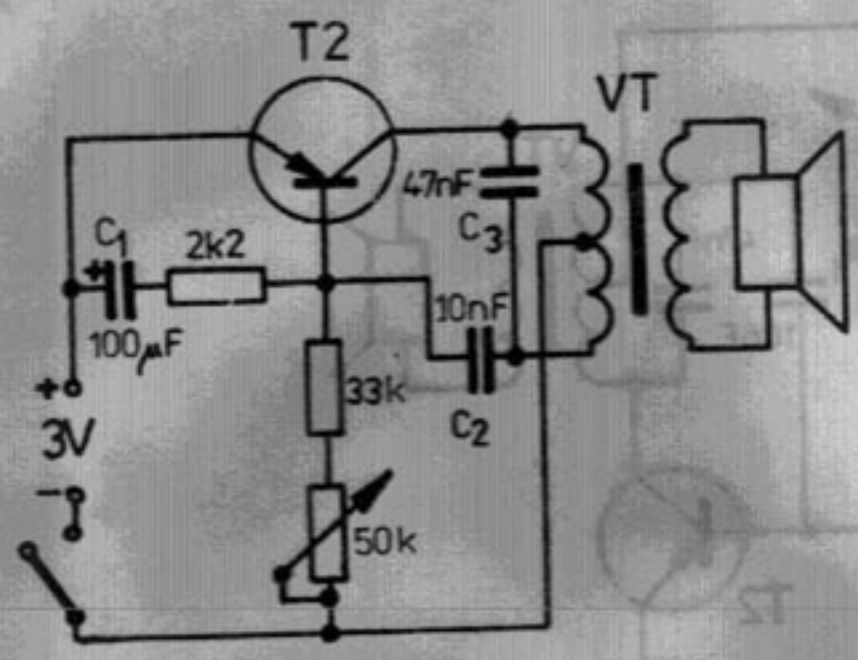
160. Przerywacz świateł

Stosując układ według powyżej przedstawionego schematu uzyskać można układ przerywania świateł nadający się do różnych celów, czy już do rozrywki lub dla urządzenia włączającego światło ostrzegawcze. Własny układ stosuje normalne połączenie przez kondensator sprzężenia zwrotnego z kolektora tranzystora T1 do bazy tranzystora T4. Czas świtu lampki oryz moment jej zgaśnięcia należy regulować przy pomocy potencjometra.



161. Światło ostrzegawcze

Większość znanych układów podłączenia migaczy stosuje podłączenie żarówki do kolektora tranzystora oraz przyłączenie odpowiedniego bieguna napięcia zasilającego. Podane powyżej schemat układu umożliwia podłączenie szeregowe migacza i żarówki w ten sposób, że światło ostrzegawcze można zrealizować przy zastosowaniu zwykłej latarki. Fakt ten niewątpliwie zostanie doceniony przede wszystkim przez kierowców. Wystarczy znaleźć przewód zasilający żarówkę, odłączyć go i między końcówki włączyć przerywnik. Pierwotną funkcję można odnowić przez zastosowanie przełącznika jednobiegunowego. Przedstawiony powyżej układ stanowi jedną z alternatyw multiwibratora. Tranzystory T2 i T3 pracują w układzie Darlingtona, dioda D2 zabrania wyładowaniu kondensatora 100 uF przez tranzystor T3 w okresie, gdy tranzystor T3 znajduje się w stanie przewodności.

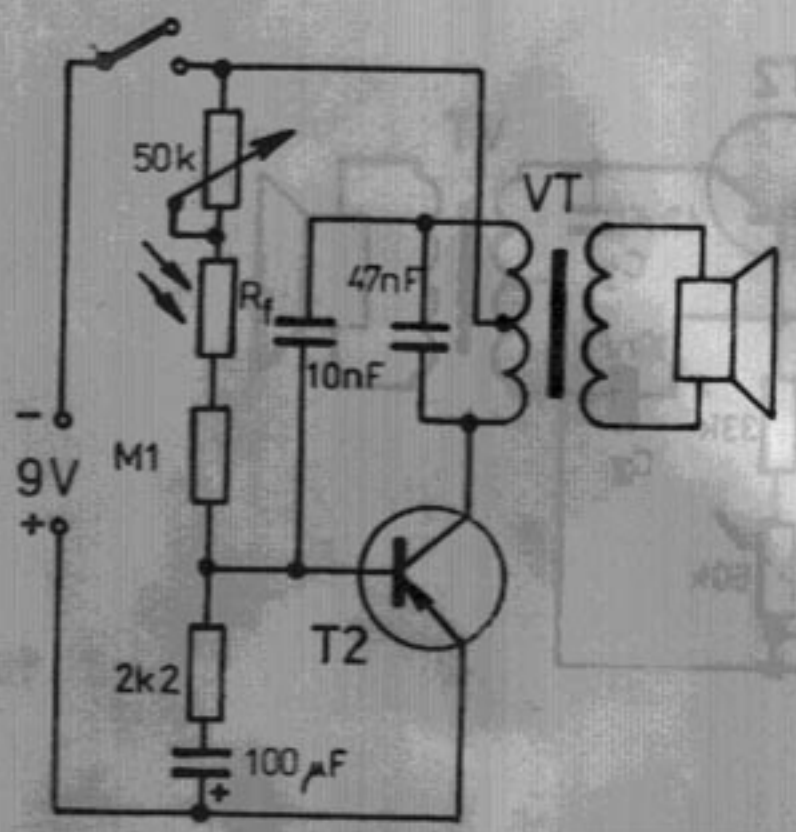


170. Ptaszek elektroniczny

Układ ten produkuje dźwięki przypominające śpiew ptaka. W połączeniu jest obwód oscylacyjny składający się z prymarnego uzwojenia transformatora, kondensatorów C2 i C3 oraz tranzystora T2. Obwód ten jednak jeszcze nie wystarcza do produkcji przerywanego gwiżdżącego dźwięku.

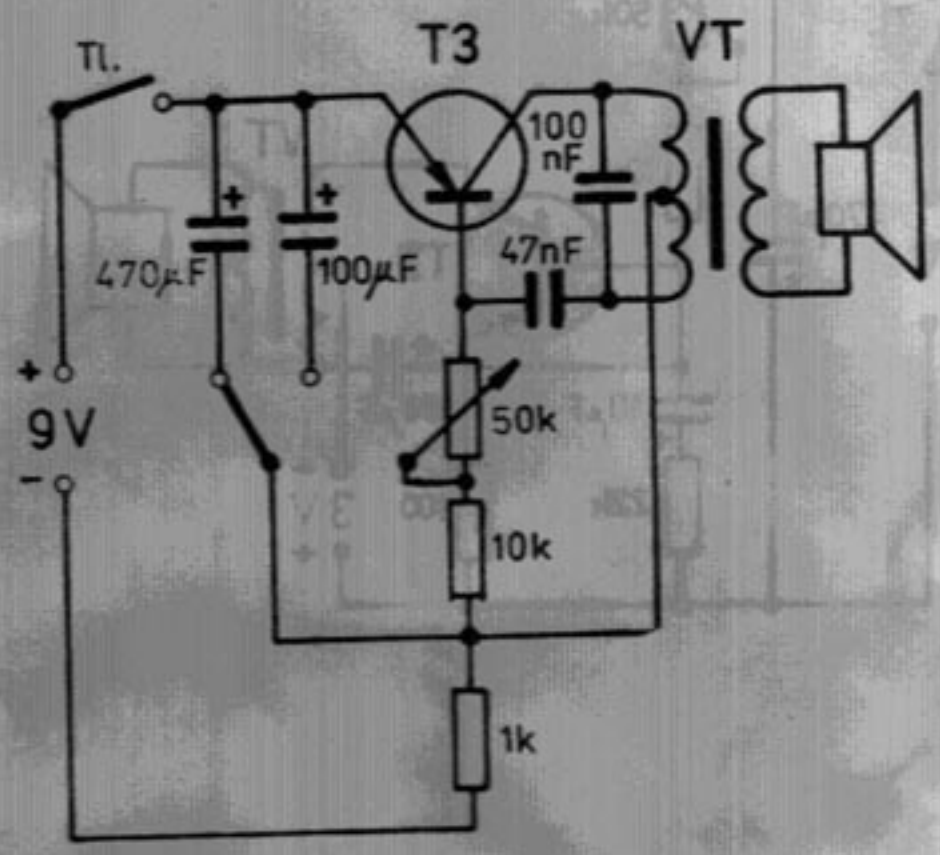
Do przerywania oscylowania użyto ładowania i wyładowywania kondensatora C1. Przerwy między dźwiękami zmieniają się przez zmianę oporu w obwodzie bazy, czyli przez pokręcenie gałki potencjometra.

Najpierw wykonajcie połączenie z opisanymi elementami, potem spróbujcie zmieniać wartości kondenzatorów w połączeniu w następujących granicach: C1 - to + 470 µF; C2 - 10 nF - 4,7 µF; C3 - 47 nF - 100 nF.



171. Ptaszek elektroniczny sterowany sygnałem świetlnym

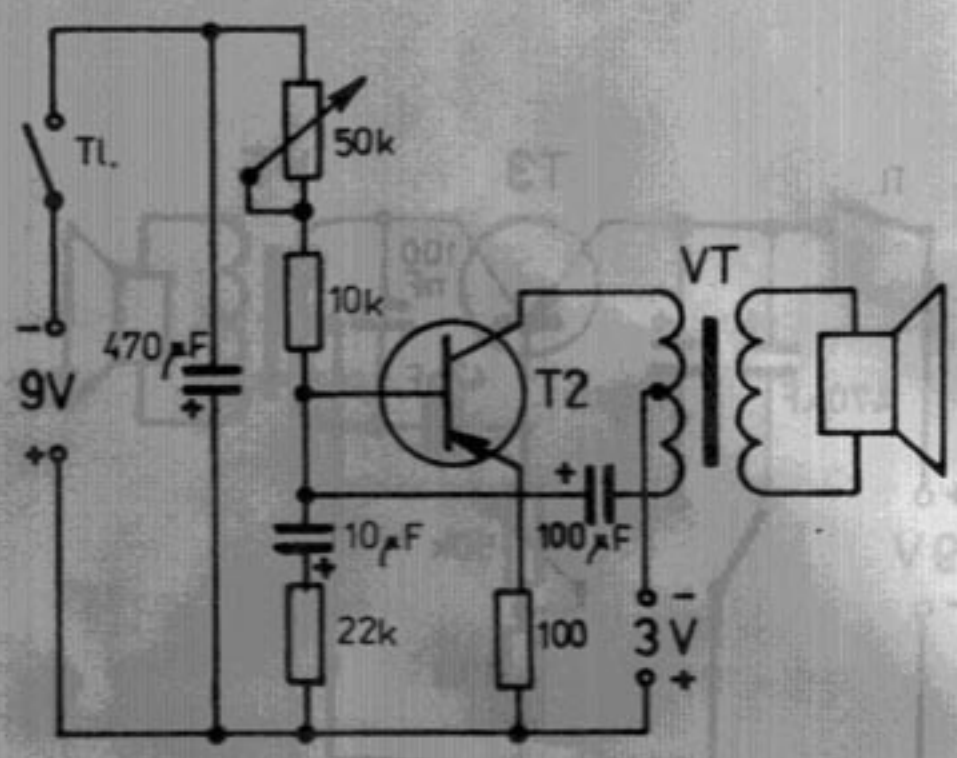
Porównajcie ten układ z poprzednimi i stwierdzicie, jakie są między nimi różnice. Teoretycznie są takie same, ale to urządzenie ma fotoopornik w szeregu z dzielnikiem napięcia podłączonym do bazy tranzystora. Jak stwierdzono w poprzednim doświadczeniu, częstotliwość drgań jest określona oporem w obwodzie bazy i pojemnością kondensatora, który jest między emiterem i bazą tranzystora. Kiedy w ciemności na fotoopornik nie pada światło, jego opór jest wielki i oscylator nie pracuje. Dla zmiany częstotliwości drgań przy stałej intensywności oświetlenia służy opornik zmienny. Urządzenie to nie trzeba wyłączać, ponieważ zamilknie samo, kiedy zapadnie zmrok.



172. Kot elektroniczny

W ten sposób zbudowany układ generuje dźwięk przypominający miauczenie kota. W obwodzie oscylacyjnym jest użyty tranzystor; dźwięk wychodzi z głośnika. Przy naciśnięciu przycisku wyłącznika z głośnika słychać dźwięk. Można nim sterować przełącznikiem i opornikiem zmiennym, można go skracać lub przedłużać. Zbliżyć się do rzeczywistego miauczenia możemy po naciśnięciu przycisku tak, że w trakcie brzmienia dźwięku zmieniamy opornik zmienny.

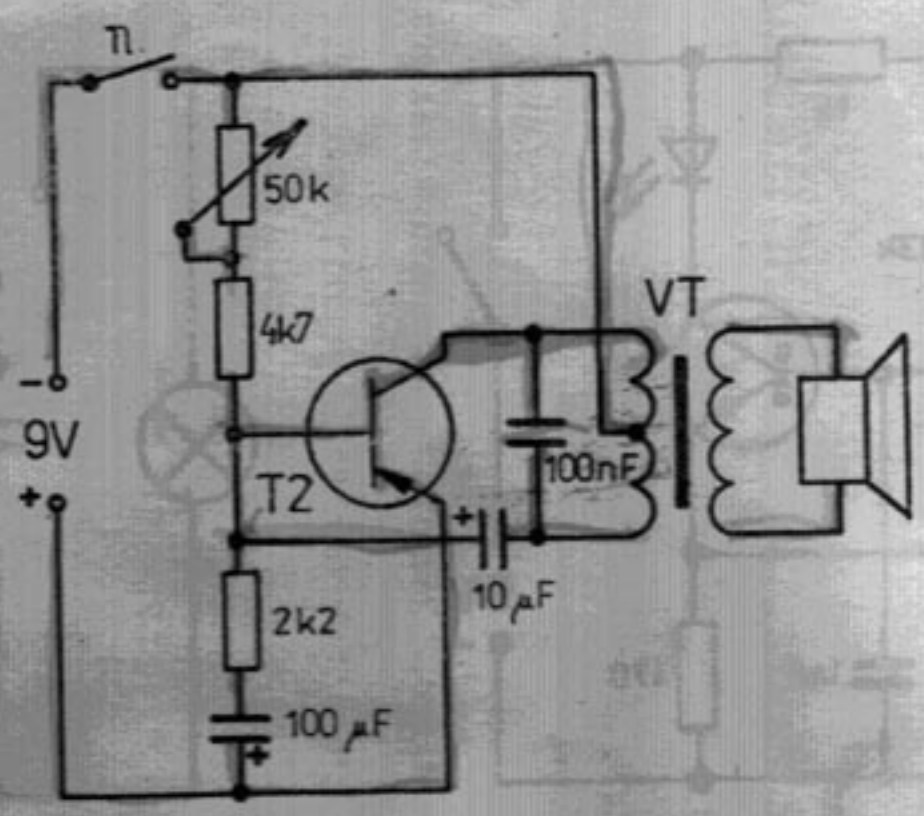
Podstawą układu jest normalne połączenie oscylatora LC, które znamy już z poprzednich połączeń. Zmiana przebiegu sygnału dźwiękowego jest osiągnięta przez równoległe podłączenie kondensatora o wielkiej pojemności, który ładuje się przez opornik 1 kΩ. Po zwolnieniu przycisku kondensator powoli wyładowuje się i ton oscylatora cichnie. Im większa jest pojemność kondensatora, tym dłuższy jest dźwięk.



173. Usypiacz elektroniczny

Zostało udowodnione, że człowiek łatwiej zasypia, jeżeli słyszy monotonny dźwięk, jak np. plusk kropli deszczu. Układ ten jest zaprojektowany do produkcji podobnego monotonnego dźwięku.

Podstawą jest ładowanie i wyładowywanie kondensatora, przy czym drgania produkowane przez oscylator blokujący są najpierw skracane, a poźniej stopniowo przedłużane. Po naciśnięciu przycisku wyłącznika z głośnika odezwą się krótkie gwiżdżące dźwięki. Podobne urządzenię ma medyczne i psychologiczne zastosowanie przy leczeniu trudności spowodowanych bezsennością. Przerwy między dźwiękami można zmieniać opornikiem zmiennym.

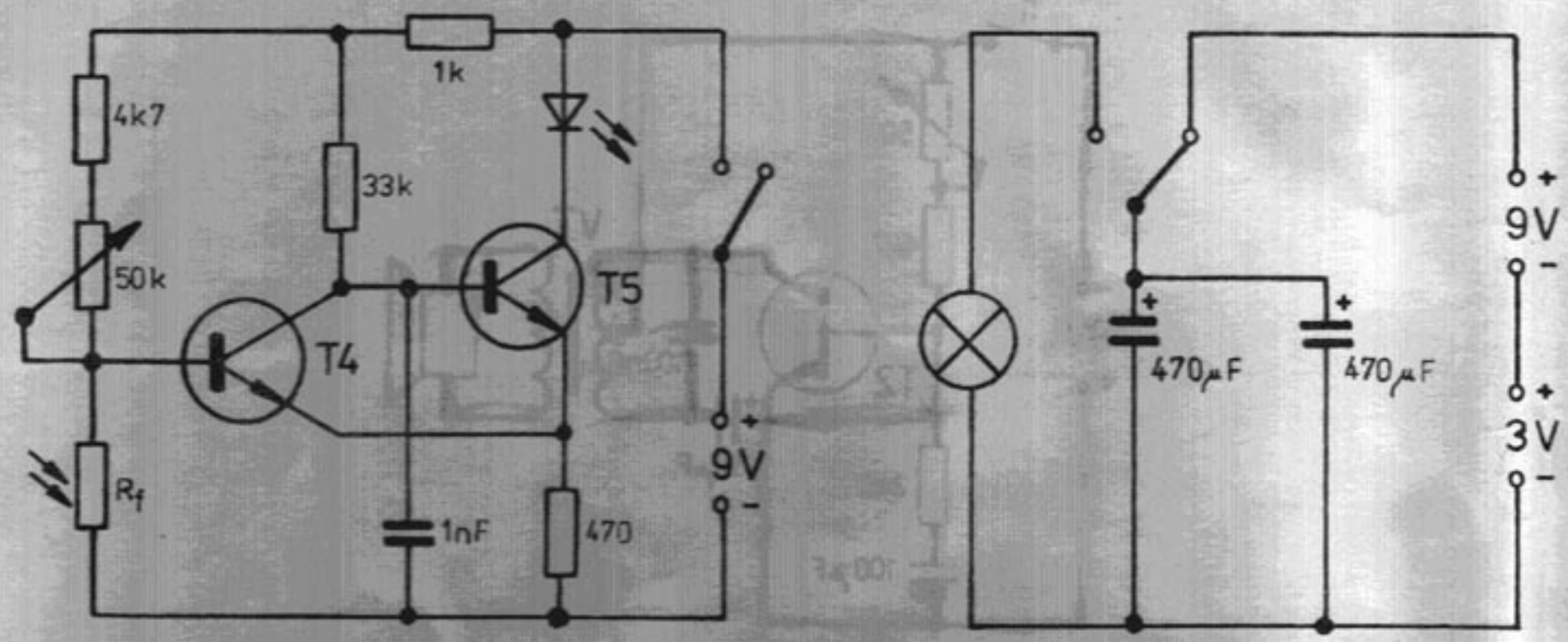


174. Układ imitujący dźwięk karabinu maszynowego

Chodzi o zwykłe połączenie obwodu oscylacyjnego, w którym zwiększona jest wartość kondensatora sprzężenia zwrotnego do 10 μF i między bazę a emiter tranzystora jest włączony szeregowy człon RC. Wynikiem tej zmiany jest trzeszczący dźwięk podobny do strzałów z karabinu maszynowego.

Urządzenie to może znaleźć zastosowanie np. do produkcji dźwięku karabinu maszynowego dla powieści radiowych. Ciekawym wykorzystaniem tego obwodu może być jego połączenie jako urządzenie alarmowego. Częstotliwość dźwięku można regulować opornikiem zmiennym. Układy przeznaczone do produkcji dźwięków używają w większości wypadków oscylatorów niskiej częstotliwości. Można je zmieniać przez użycie różnych elementów i obwodów dodatkowych. W zasadzie chodzi o różne obwody przekaźnikowe i pracę z różnymi częstotliwościami drgań.

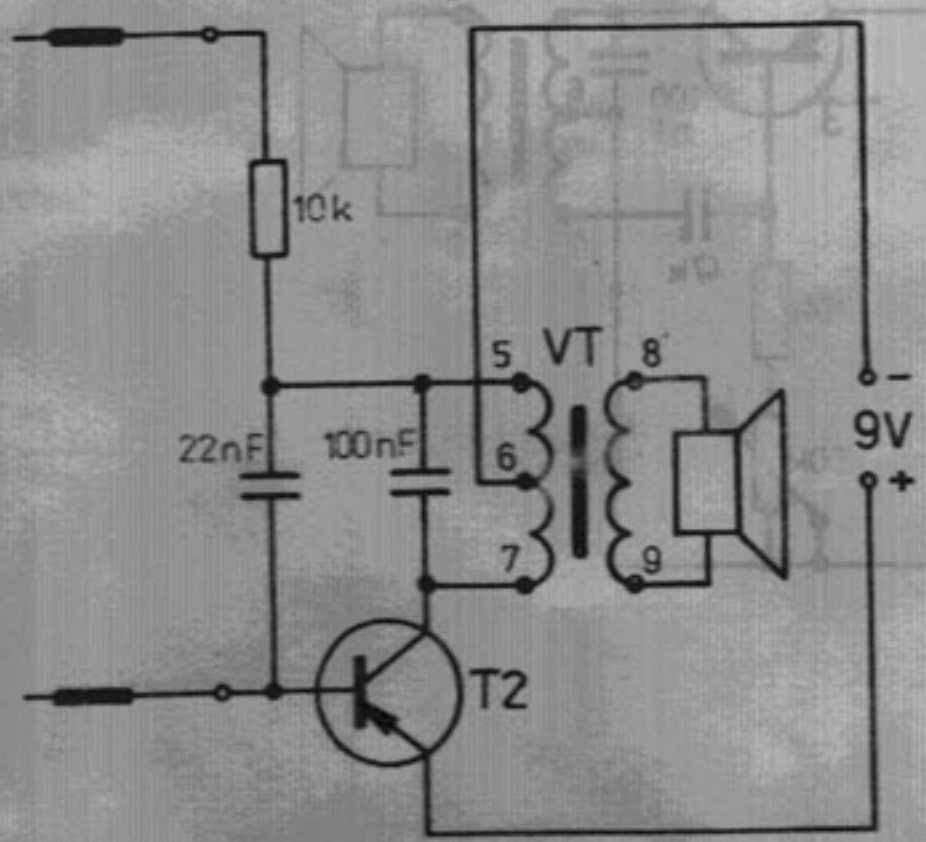
Jeżeli dobrze zapoznaliście się z obwodami małej częstotliwości, zrozumiecie zasady tych eksperymentów łatwiej i będziecie sami zdolni zbudować różne warianty takich połączeń.



175. Tarcza dla pistoletu świetlnego

Jako bezpieczną i tanią "broń" do ćwiczeń strzelania do tarczy możemy użyć pistoletu świetlnego. Zasadę elektroniki samej broni przedstawia prawy rysunek, na lewym jest układ oceniający trafienie w tarczę. Jak sama nazwa wskazuje, chodzi o strzelanie promieniem świetlnym.

Układ dla oceny trafień pracuje w ten sposób, że jeżeli promień świetlny padnie na fotoopornik /umieszczony w środku tarczy/, zamyka się tranzystor T4, otwiera się T5 i dioda luminiscencyjna zapali się. Obwód jest zaprojektowany tak, że nawet przy króciutkim błysku i "trafieniu" fotoopornika dioda świeci stale i zgaśnie po wyłączeniu źródła 9V. Potencjometr nastawimy tak, aby dioda luminiscencyjna nie zapaliła się przy świetle dziennym, ale dopiero przy silniejszym błysku światła /żarówka, latarka itp./. Sam pistolet można skonstruować w ten sposób, że żarówkę 3,5V/0,2 A umieścimy do rurki z soczewką skupiającą zaostrzoną na odległość strzelania. Spust jest rozwiązany jako przełącznik, który do żarówki podłączy kondensator 2 500 µF naładowany do 9V. Żarówka wyda krótki intensywny błysk. Zasada połączenia jest przedstawiona na prawym rysunku i możemy ją w zestawie sprawdzić i wypróbować.

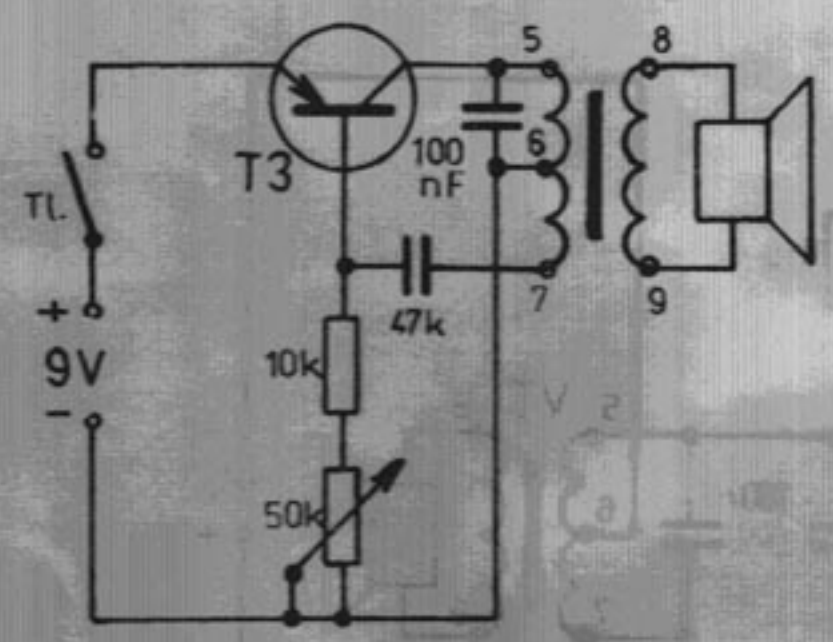


176. Układ imitujący dźwięk motora

Jeżeli obie końcówki próbnikowe trzymamy w rękach, głośnik produkuje dźwięk podobny do hałasu jadącego motocykla.

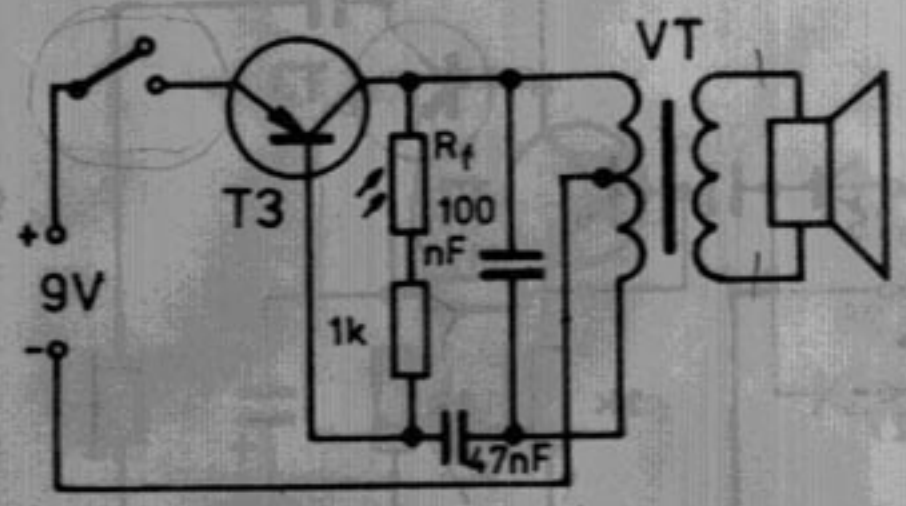
Ciało ludzkie przewodzi prąd elektryczny, ale ma stosunkowo wysoki opór.
Wykorzystamy ten fakt do generowania impulsów o małej częstotliwości. Podstawę obwodu tworzy oscylator w zwykłym położeniu, którego częstotliwosc zmienia się przez podłączenie oporu ciała ludzkiego równolegle do kondensatora sprzężenia zwrotnego 22 nF.

Do przeprowadzenia eksperymentu weźmiemy do prawej i lewej ręki przewody próbnikowe.Jeżeli trzymamy je mocno, dźwięk wychodzący z głosnika wzmocni się, kiedy ucisk zwolnimy, dźwięk stanie się niższy. Przez zmianę ucisku można poźniej wyprodukować dźwięk imitujący jadący motor. Dzieje się tak dlatego, że przez zmianę nacisku na końcówki próbnikowe zmienia się opór skóry.



177. Organy elektroniczne

Chodzi o najprostszą formę elektronicznego instrumentu muzycznego. W obwodzie bazy tranzystora jest podłączony opornik zmienny, a sam tranzystor jest częścią składową obwodu oscylacyjnego. Przez zmianę wartości opornika zmiennego zmienia się częstotliwość drgań. Przez pokręcanie gałki potencjometra przy naciśniętym przycisku możemy więc zmieniać wysokość tonu, przez zwolnienie przycisku ton przerwiemy. Dzięki wykorzystaniu tonów o różnej wysokości można już grać. Granie można uprościć, jeżeli wartości poszczególnych tonów /c,d,e.../ zaznaczymy na skali opornika zmiennego. Dla nauki obierzcie powolne tempo grania i wkrótce będziecie zdolni zagrać prostą melodię przez przestrajanie potencjometra i taktowanie przyciskiem.

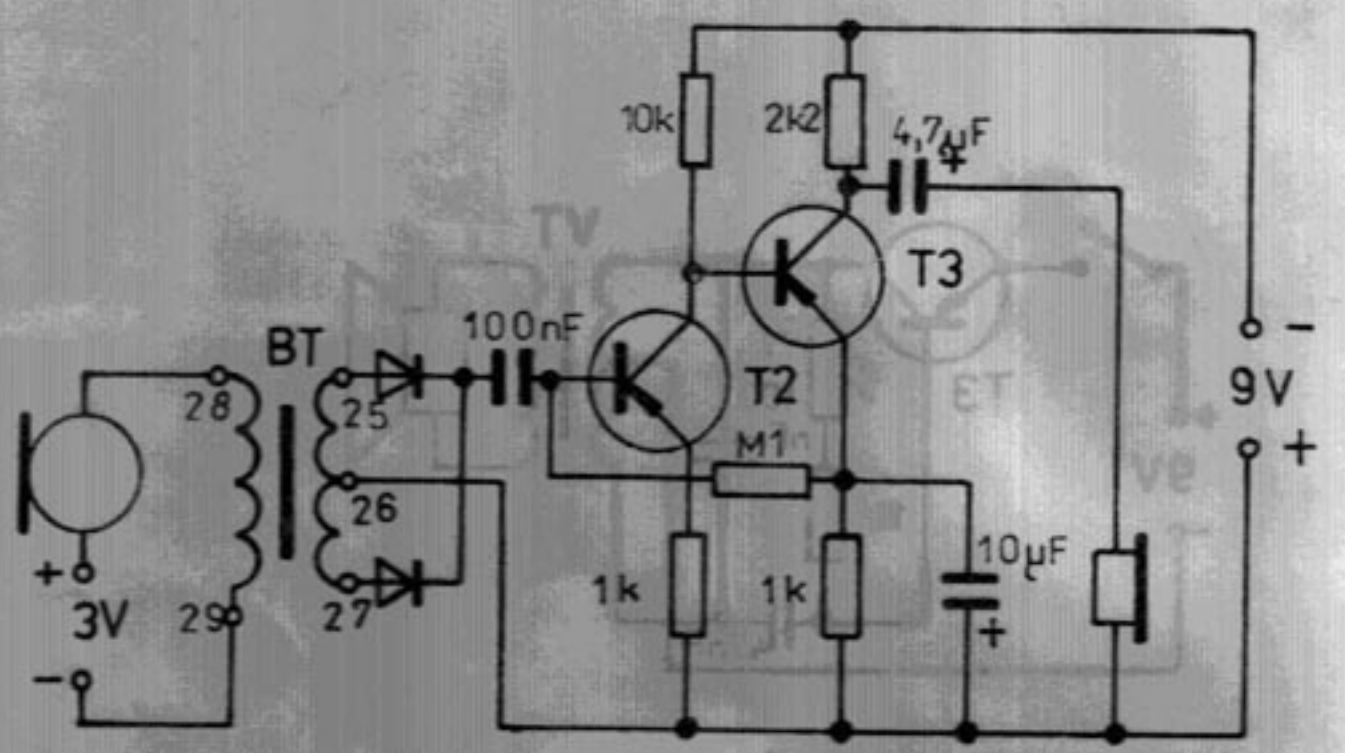


178. Gwizdek elektroniczny

Zestawimy elektroniczny instrument muzyczny z użyciem fotoopornika.

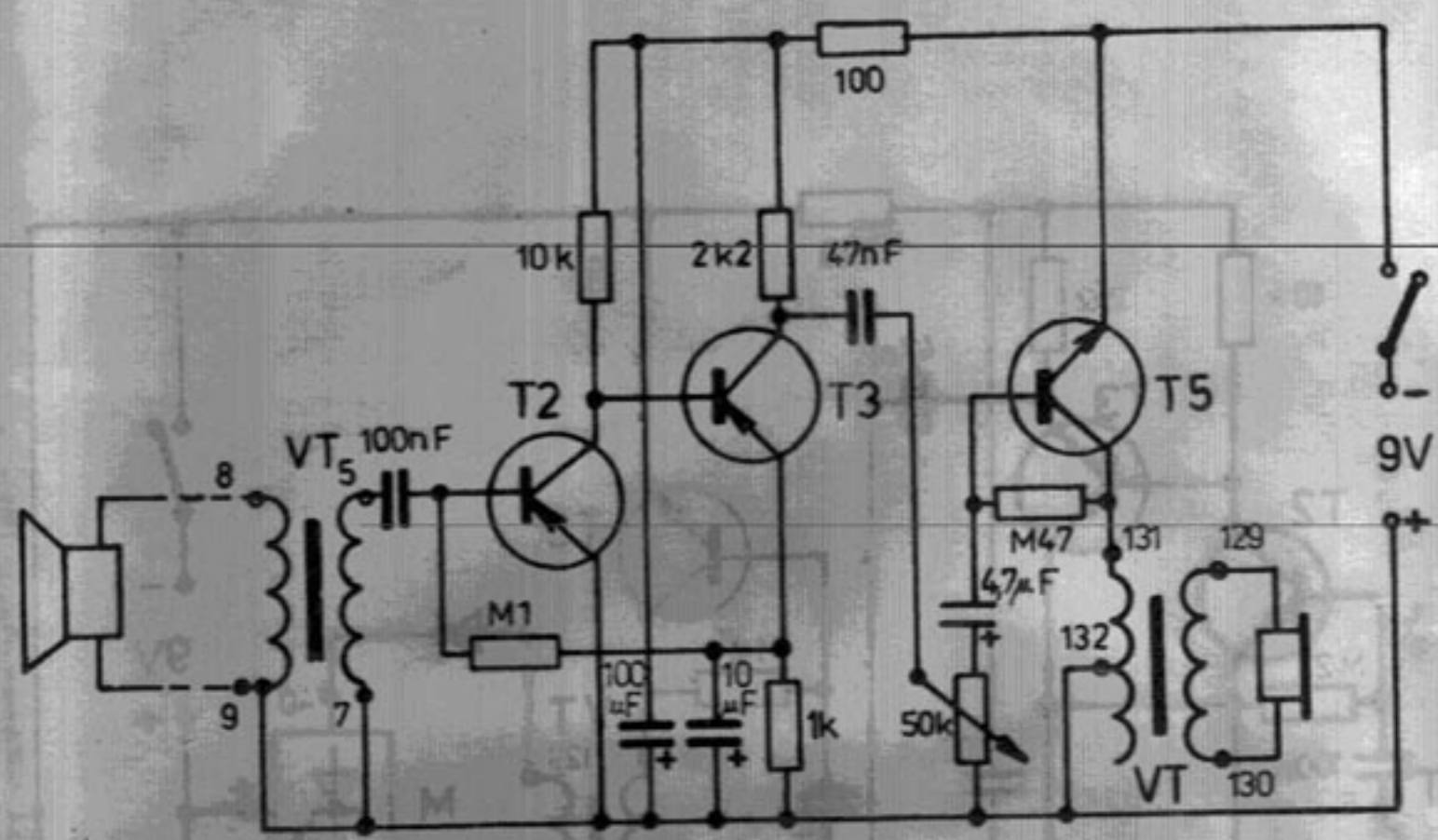
Przy napromieniowaniu światłem opór fotoopornika spadnie. Fotoopornik jest wszeregowany między kolektorem a bazą tranzystora, zmiana jego oporu oznacza więc zmianę warunków roboczych tranzystora, a przez to zmiany w obwodzie oscylacyjnym. To wykorzystuję się dla zmiany częstotliwości drgań i dźwięk wychodzący z głośnika zmienia się w zależności od oświetlenia.

Fotoopornik oświetlimy światłem elektrycznym. Kiedy ograniczymy intensywność oświetlenia przez włożenie ręki między fotoopornik a źródło światła, dźwięk w głośniku zmieni wysokość. Jeżeli poruszamy powoli ręką w snopie światła, wysokość dźwięku zmienia się jeszcze bardziej. Można w ten sposób uzyskać poszczególne tony przez ruch ręki tam i z powrotem. Praktycznie przez zmianę intensywności światła można zmieniać częstotliwość oscylatora tak, że rozpiętość tonów jest większa niż jedna oktawa.



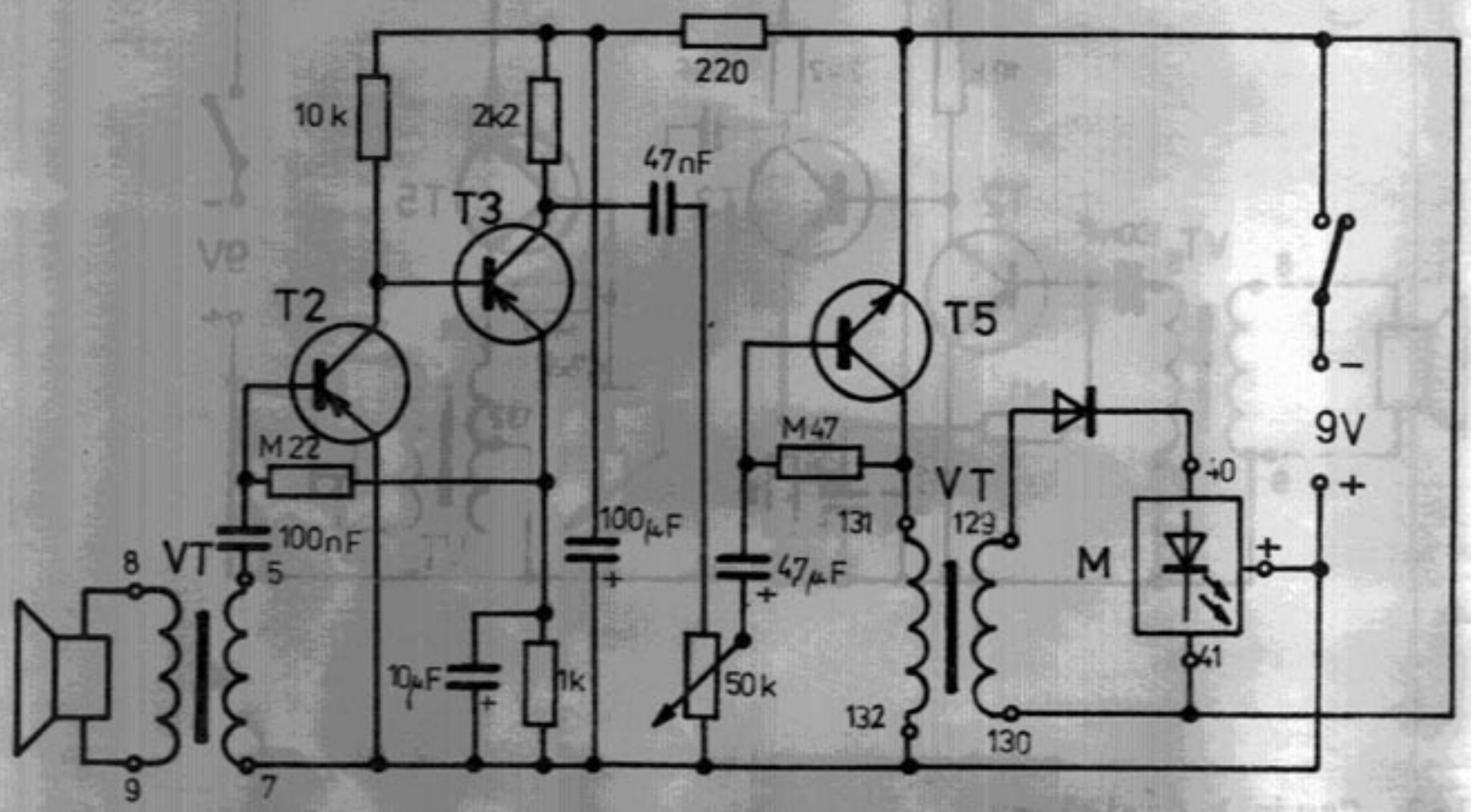
179. Elektroniczna przetwornica głosu

Urządzenie to zmienia zabarwienie głosu. Należy mówić w mikrofon węglowy, a druga osoba powinna słuchać w słuchawce. Układ jest zaprojektowany tak, że wyjście ma podwójną częstotliwość w stosunku do sygnału na wejściu. Urządzenie pracuje w ten sposób, że dźwięk odbierany przez mikrofon jest prowadzony do transformatora wzbudzającego a przez diody podłączone do jego uzwojenia sekundarnego podwojony. Dalej jest sygnał wzmocniony przez wzmacniacz dwutranzystorowy. Najlepiej funkcjonowanie urządzenia jest widoczne przy dźwiękach o wyższej częstotliwości, jak gwizdanie itp.



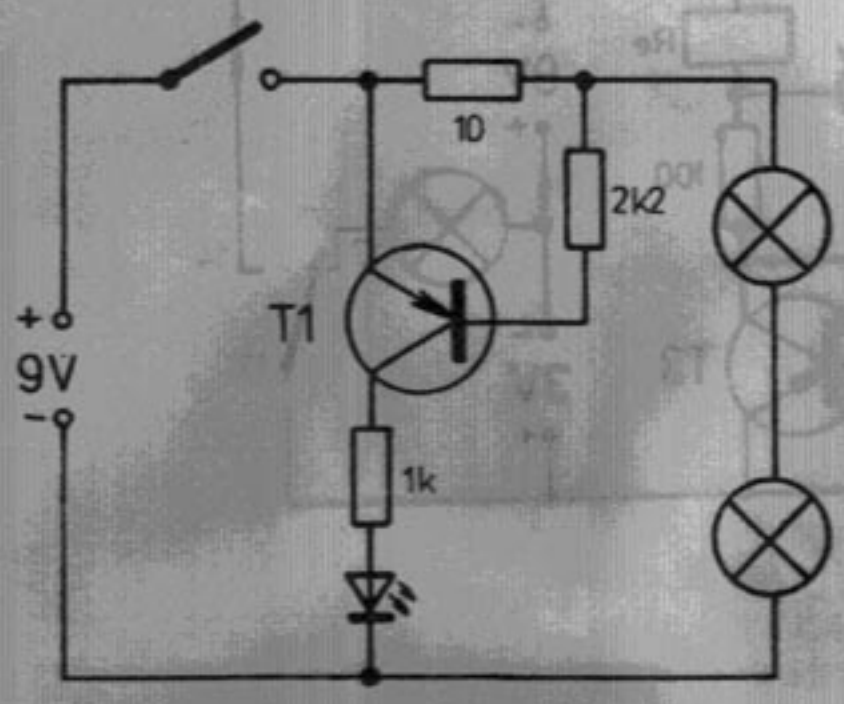
180. Czujnik dźwiękowy

Do słuchania słabych sygnałów dźwiękowych, jak np. śpiew ptaków i brzęczenie owadów, możemy użyć połączenia według rysunku. Dźwięk pochwycony przez głośnik jest wzmocniony przez wzmacniacz trzytranzystorowy i wychodzi ze słuchawki. Czułość obwodu można regulować opornikiem zmiennym włączonym w obwodzie bazy trzeciego tranzystora. Dla praktycznych celów byłoby trzeba użyć głośnika oddzielnie od własnego wzmacniacza, ponieważ obwód zbudowany w zestawie jest dzięki sprzężeniu akustycznemu skłonny do rozdrgania.



181. Miernik poziomu hałasu

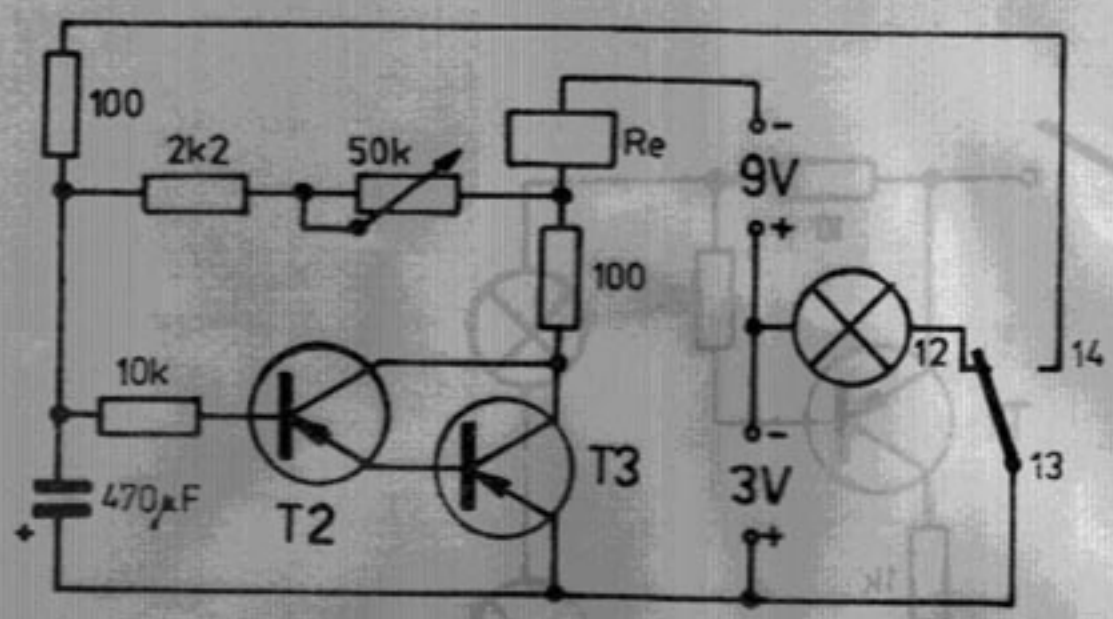
Chozi o bardzo dzuły miernik poziomu hałasu ze trzema tranzystorami. Hałas pochwycony przez głośnik jest wzmocniony trzema tranzystorami i indykowany zapaleniem diod na indykatorze. Czułość można zmieniać opornikiem zmiennym. Przy podnoszeniu czułości urządzenia postępujcie ostrożnie, by przy najwy szym nasileniu hałasu zapaliła się ostatnia dioda.
Urządzenie można użyć np. do kontroli maksymalnego poziomu hałasu.



182. Indykator świtu żarówek

W niektórych wypadkach jest stosowne, aby była kontrolowana praca przyłączonych odbiorników, np. funkcjonowanie świateł hamowania samochodu, oświetlenie strzeżonych terenów itp. W takim wypadku można użyć połączenia według naszego rysunku.

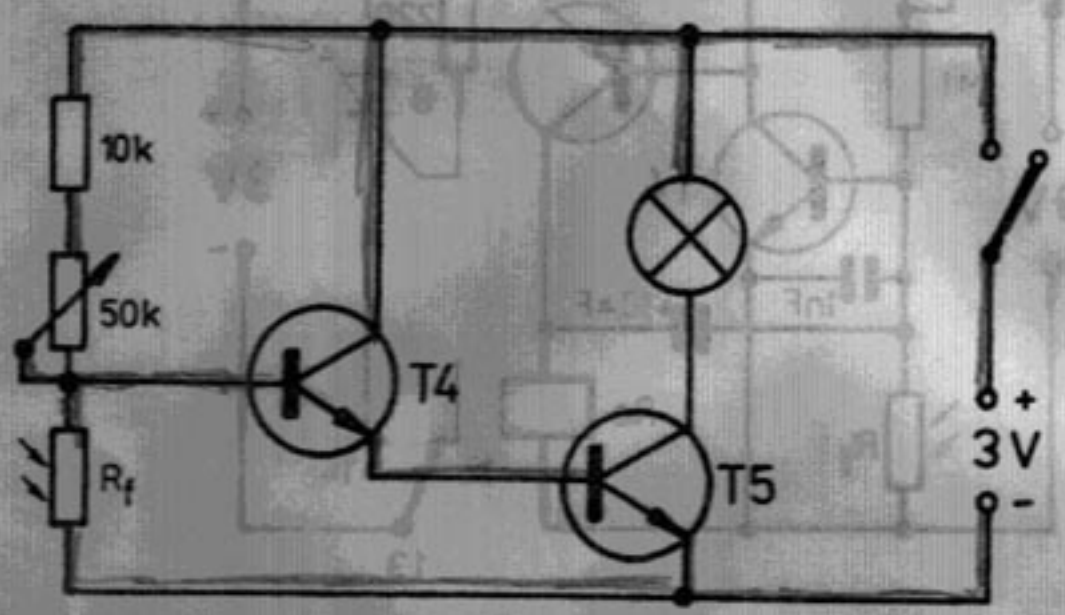
Przez przepływ prądu przez opornik czujnikowy 10 powstanie na tym oporniku ubytek napięcia, który spowoduje otwarcie tranzystora. Przez to zapali się także indykacyjna dioda luminiscencyjna, sygnalizująca, że obie żarówki świecą. Przy użyciu innych odbiorników mających inny pobór prądu trzeba opornik czujnikowy dostosować tak, aby ubytek napięcia na nim był ok. 1,5V. Jeżeli włókno którejś z żarówek przepali się, tranzystor się zamknie i dioda luminiscencyjna zgasnie.



183. Światło ostrzegawcze

Do przestrzegania przed jakimś niebezpieczeństwem często używa się żarówki. Jeżeli jej światło gasnie i ponownie się zapala, urządzenie takie przyciąga większą uwagę niż ciągle palące się światło. Przykładem użycia mogą być np. czerwone światła na wysokich budynkach lub na placach budów. To światło ostrzegawcze używa do sterowania przekaźnikiem tranzystora. Do okresowego gaszenia światła jest w obwodzie włączony kondensator o wielkiej pojemności. Ładowanie i wyładowywanie tego kondensatora przez dzielnik oporu z potencjometrem powoduje otwieranie i zamykanie tranzystorów i tym włączanie i rozłączanie przekaźnika. W ten sposób powstają błyski żarówki, których częstotliwość można regulować potencjometrem. Jeżeli użyjemy zamiast żarówki innego urządzenia produkującego dźwięk, obwód będzie przerywał dźwięk ostrzegawczy. W wypadku użycia brzęczyka użyjcie źródła 3V.

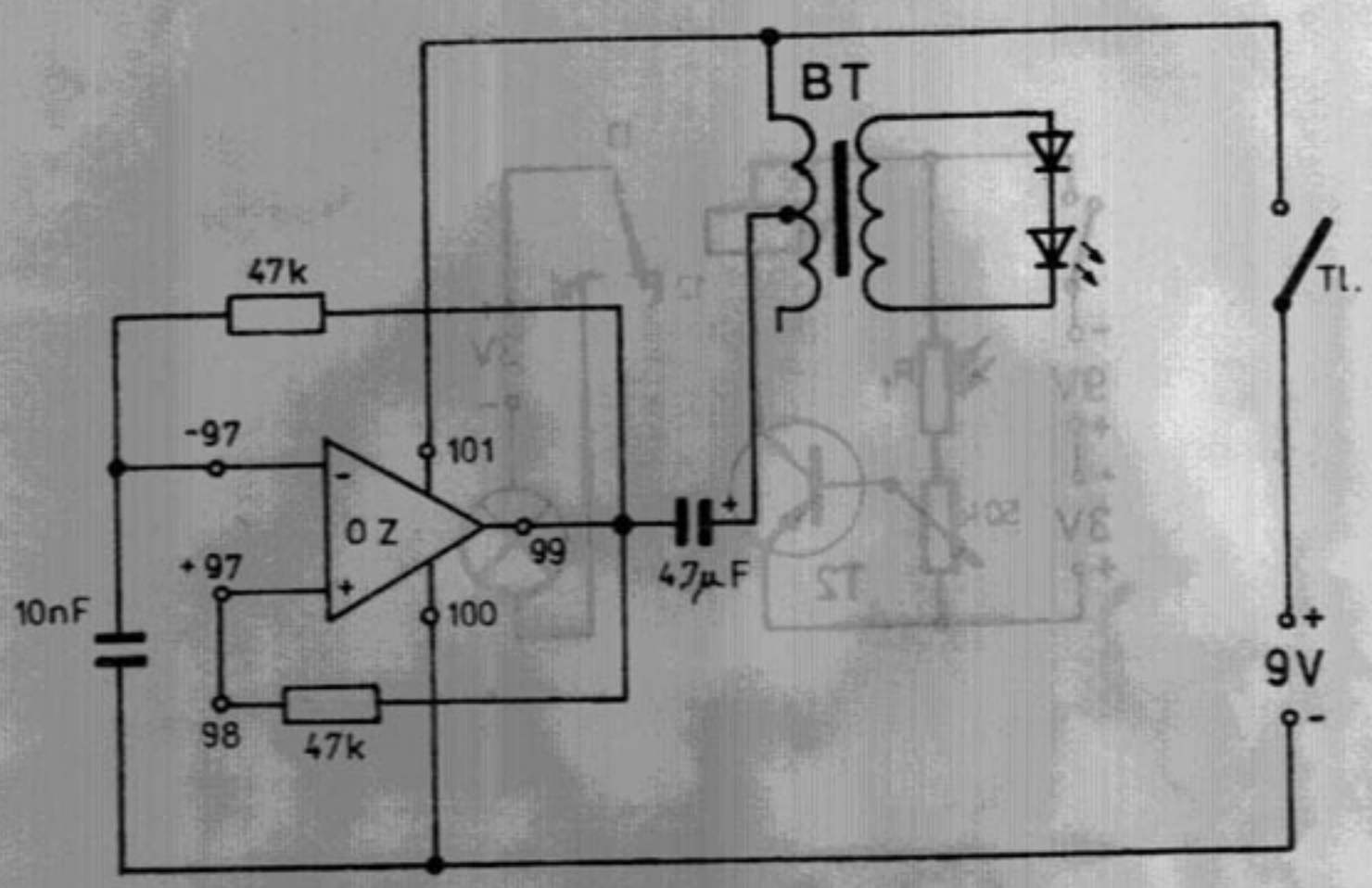
Tranzystory T2 i T3 są w połączeniu Darlingtona, aby było zapewnione duże wzmocnienie obwodu.



185. Łączenie żarówki po zmierzchu

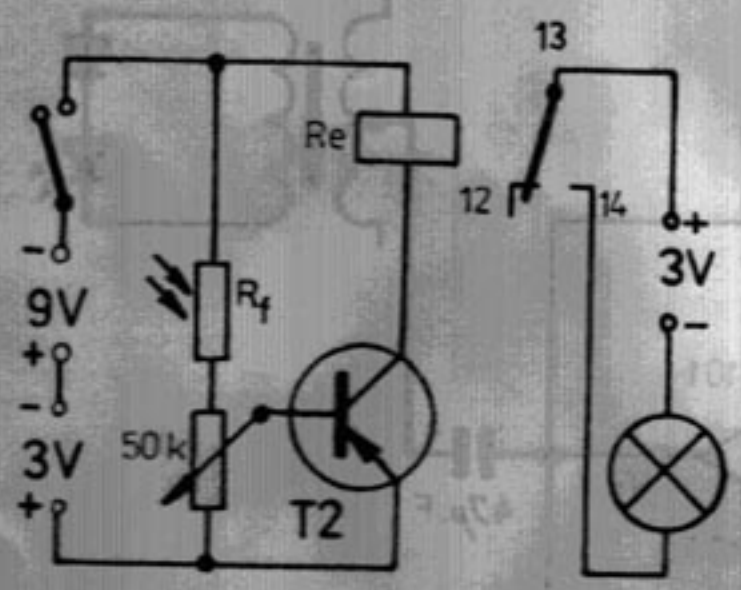
Układ na rysunku realizuje tzw. przełącznik zmierzchowy. Umożliwia automatyczne zapalenie żarówki przy obniżeniu intensywności światła. Jeżeli zasłonimy fotooporpnik przedmiotem nie przepuszczającym światło, lub umieścimy zestaw o włączonym obwodzie w ciemności, wzrośnie opór fotooporpnika, otwierają się tranzystory T4 i T5 i żarówka się zapali. Potencjometrem nastawiamy intensywność światła przy której żarówka zaczyna się zapalać.

Podobne urządzenie można użyć do nocnego oświetlenia schodów, do samoczynnego oświetlenia zegara po zmierzchu itp.



186. Układ elektroniczny z diodą elektroluminiscencyjną

Po naciśnięciu przycisku zapali się dioda LED. Zasada układu jest prosta. Przez doprowadzenie napięcia do obwodu oscylacyjnego ze wzmacniaczem operacyjnym przez uzwojenie prymarne transformatora wzbudzającego zacznie przepływać prąd zmienny. W obwodzie uzwojenia sekundarnego zostanie wzbudzone napięcie zmienne i dioda LED się zapali. Dioda, która jest połączona z diodą luminiscencyjną posobnie, chroni ją przed niedopuszczalnym napięciem w kierunku nieprzepustowym.



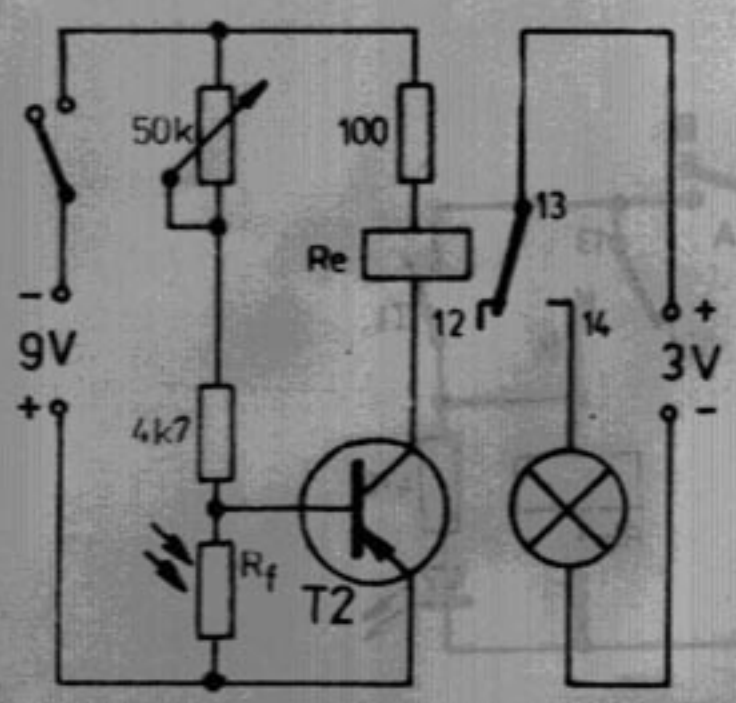
187. Świeca elektroniczna

Układ ten jest zaprojektowany tak, że przy oświetleniu fotooppornika automatycznie zapali się żarówka. Układ nazywa się swieczką elektroniczną dlatego, że żarówka zapala się wtedy, kiedy przybliżymy do fotooppornika zapaloną zapałkę.

Fotoopornik ma duży opór, kiedy nie jest oświetlony, a mały, kiedy pada na niego światło. Im większa jest intensywnosc oświetlenia, tym niższy jest opór.

Fotoopornik z pozostałymi opornikami tworzy dzielnik napięcia dla bazy tranzystora. Dopóki fotoopornik nie jest oswietlony, na bazie tranzystora jest małe napięcie, ktore nie starcza do włączenia tranzystora. Jeżeli oswietlimy fotoopornik, jego opór obniży się i stosunek napięcia dzielnika zmieni się tak, że na bazie tranzystora pojawi się napięcie otwierające tranzystor, włączy przekaźnik i żarówka się zapali.

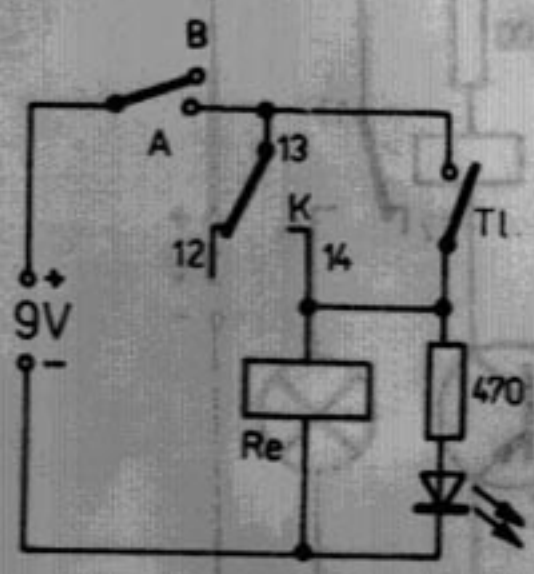
Czułość urządzenia można zmieniać opornikiem zmiennym. Jeżeli swiatło zapałki nie jest wystarczające do funkcjonowania układu, użyjemy zamiast niej pulsującego swiatła.



188. Żarówka stroboskopowa

Chodzi o urządzenie elektroniczne dla studiowania lub fotografowania szybkoporuszających się przedmiotów błyskami światła o rwnej częstotliwości. Jeżeli umiescicie aparat z otwartą migawką w ciemnym pomieszczeniu i żarówkę stroboskopową skierujecie na poruszający się przedmiot, możecie go fotografować przy świetle pulsującym w równym rytmie. Jeżeli zwiększymy częstotliwość błysków możemy fotografować przedmiot poruszający się z wielką szybkością.

Jeżeli chcęcie połączenie sprawdzić praktycznie, połączcie zamiast żarówki w układzie własną żarówkę/3V, 0,1A/ i zbliżcie ją do fotooporniks. Częstotliwość błysków świetlnych można zmieniać opornikiem zmiennym.

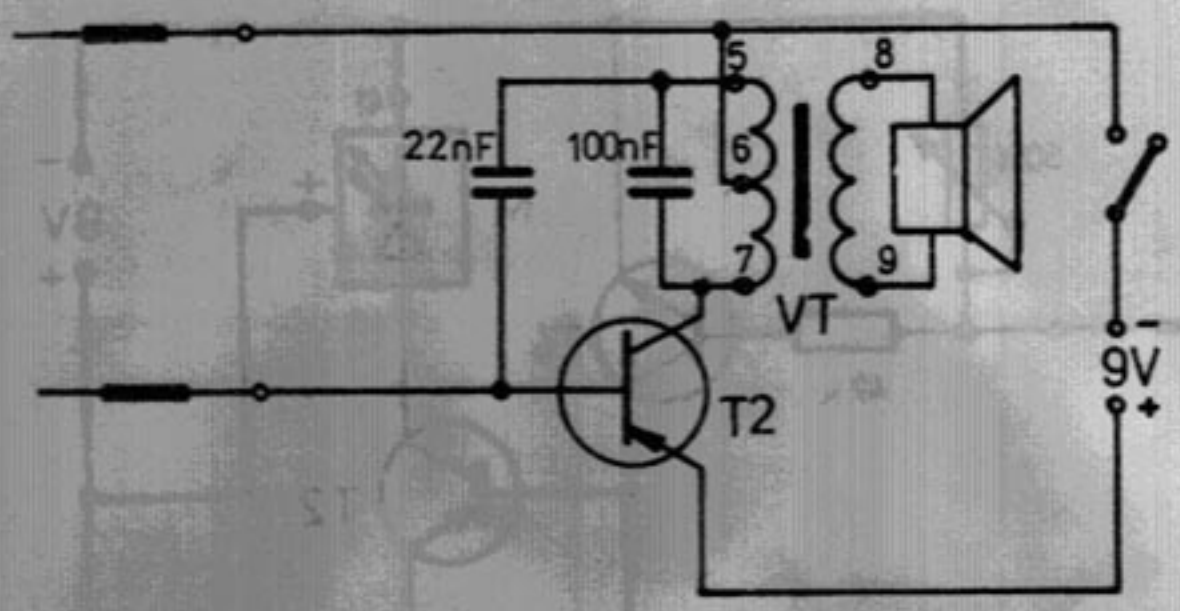


189. Obwód pracujący jako przekaźnik samopodtrzymujący

W tym doświadczeniu zbudujemy obwód, w którym zapalimy diodę luminiscencyjną przez naciśnięcie przycisku i będzie ona świeciła i po jego zwolnieniu. Dioda zgasnie dopiero po wyłączeniu przełącznika.

Jeżeli przełącznik jest w pozycji A, dioda nie pali się. Po naciśnięciu przycisku dioda zapali się i będzie świecić nawet, kiedy zwolnimy przycisk. Kontakt przekaźnika K jest bowiem połączony jako samopodtrzymujący. Jeżeli chcemy diodę wyłączyć, musimy przełączyć przełącznik do pozycji B.

Obwody z samopodtrzymującymi kontaktami przekaźnika często używane są w technice sterującej i automatyzacyjnej. Połączenie to dobrze przestudiujcie i zapamiętajcie go.



190. Detektor kłamstwa z sygnalizacją akustyczną

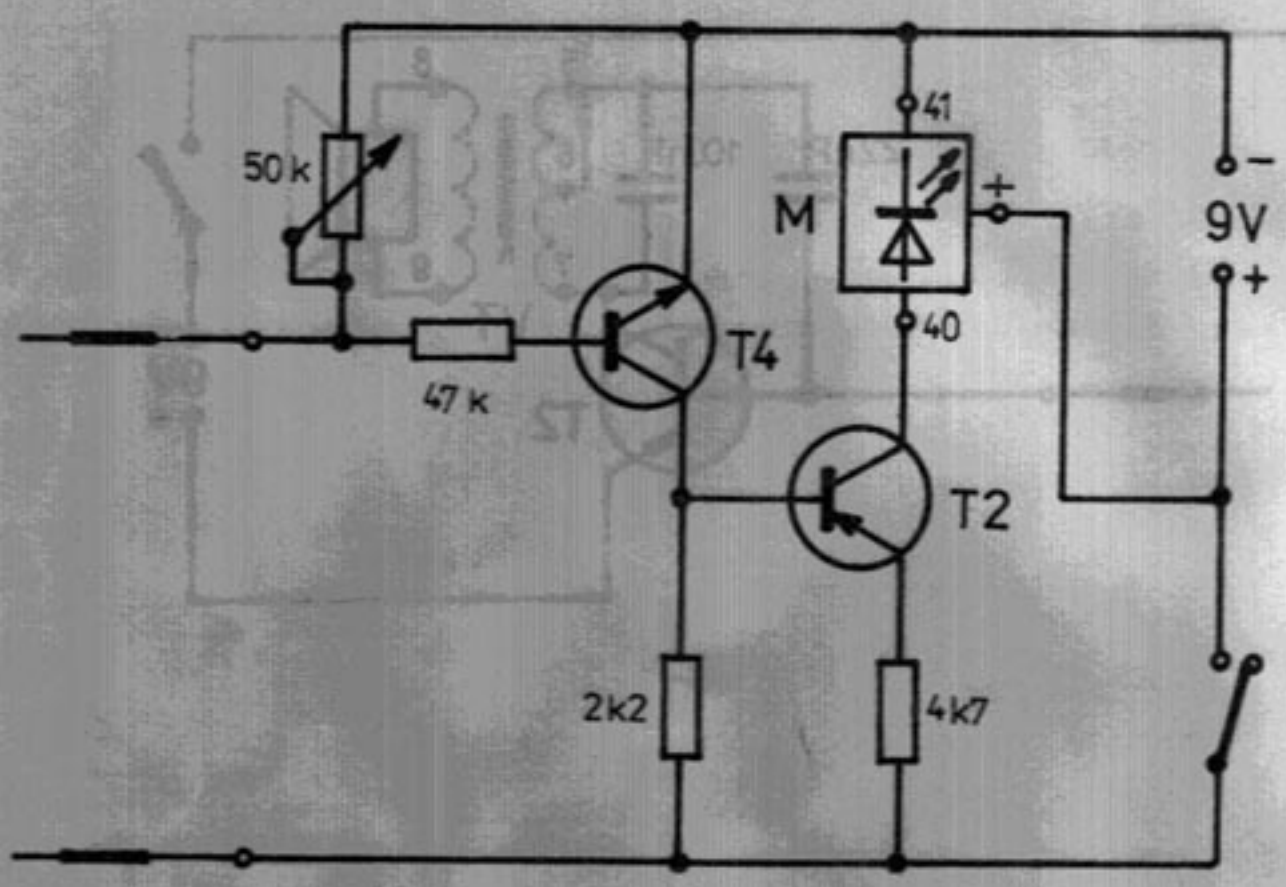
Jeżeli człowiek jest podniecony lub zdenerwowany, przyśpiesza się jego puls i zwiększa się potliwość. Pot obniża powierzchniowy opór elektryczny skóry.

Detektor kłamstwa rejestruje zmiany oporu skóry przy przesłuchaniu testowanej osoby. W zasadzie urządzenie to ma to same połączenie jak miernik wielkich oporów.

Żeby urządzenie miało wysoką czułość, do indykacji zmiany oporu skóry użyto dźwięku. Ucho ludzkie jest bardzo czułe nawet na małe zmiany częstotliwości, według zmiany tonu jesteście więc zdolni zarejestrować nawet stosunkowo małe zmiany oporu ksory testowanej osoby.

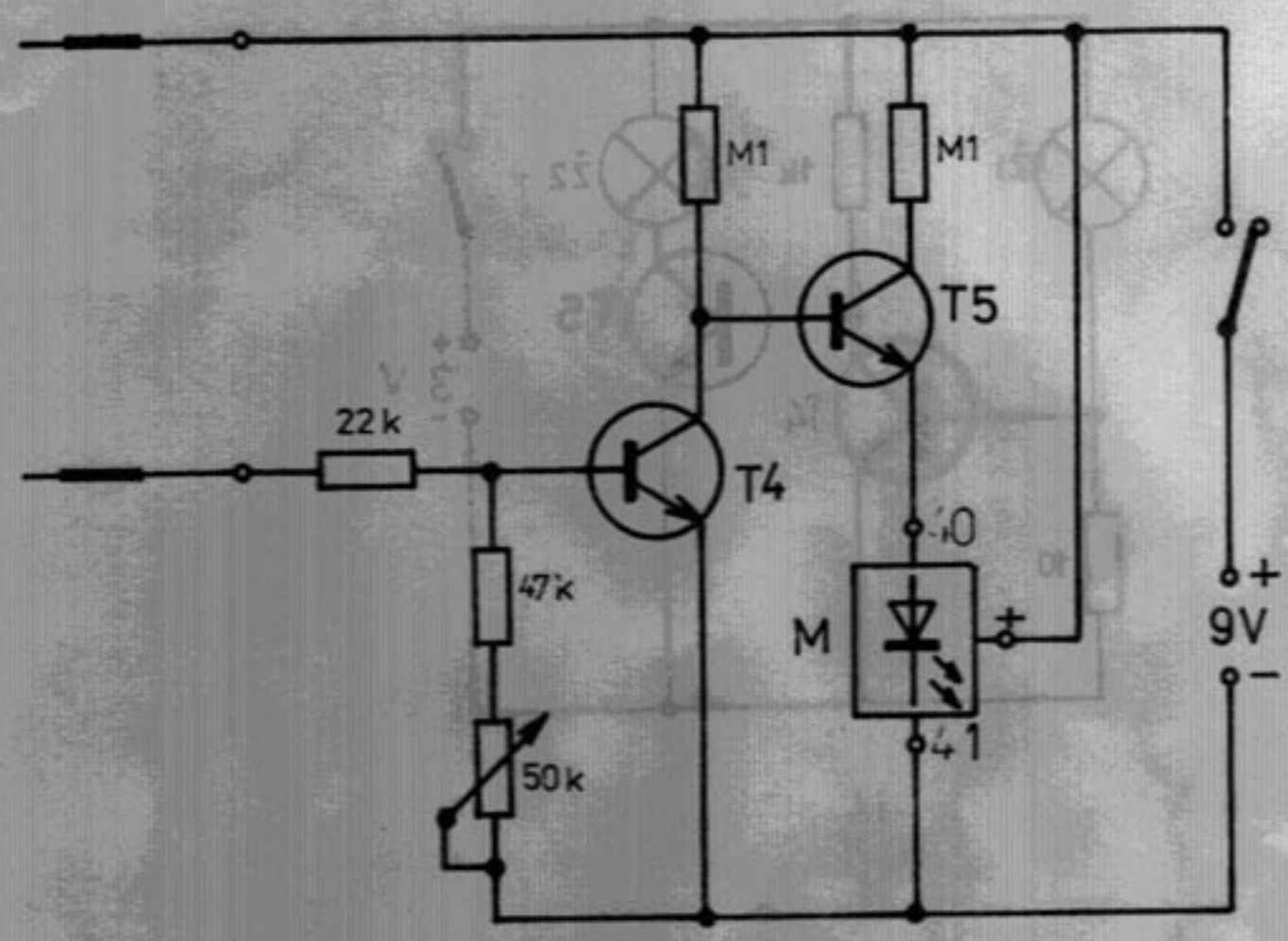
Niech wasz kolega weźmie do rąk końcówki próbnikowe i odpowiada na pytania, które będziecie mu stawiać. Jeżeli przy jego odpowiedzi dźwięk z głośnika się zmieni, prawdopodobnie nie mówi prawdę. Pytanie prawdopodobnie wywołało napięcie emocjonalne i kolega zaczął się pocić.

Detektor kłamstwa rejestruje jedynie zmiany fizjologiczne, tzn. zmiany oporu skóry, a nie uczuć człowieka. Detektor ten nie będzie więc skuteczny dla osób, których opór skóry jest mało zależny od ich emocji.



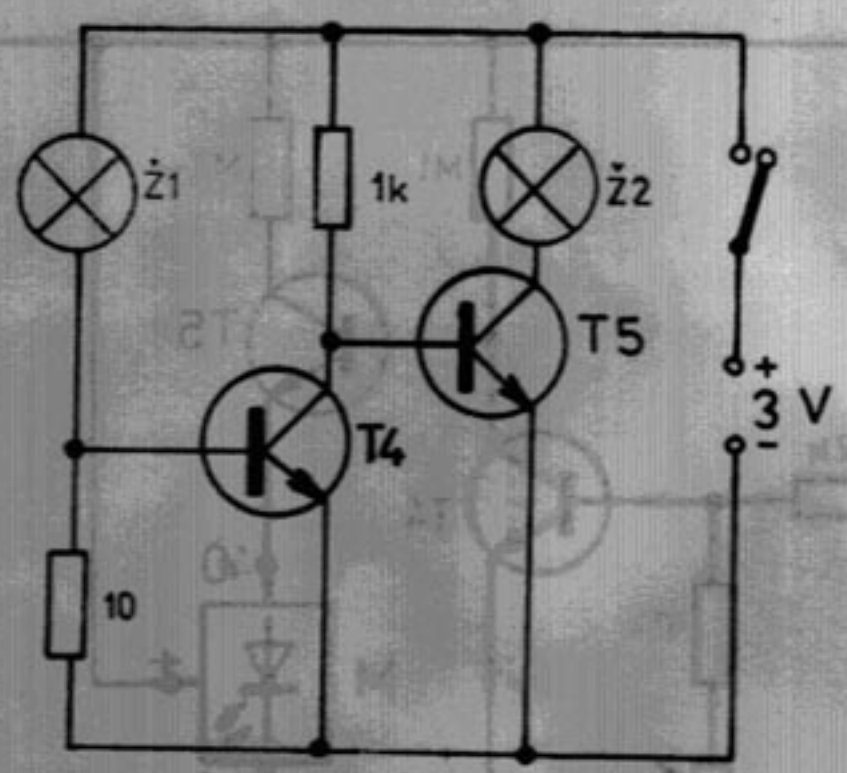
191. Detektor kłamstwa dwutranzystorowy

W tym połączeniu jest uży-ty dwutranzystorowy bezpośrednio łączony wzmacniacz o wielkiej czułości. Jeżeli naruszona zostanie równowaga na wejściu, zapali się któraś z diod na indykatorze i wskaże zmienę oporu. Wychylenie miernika jest sterowane opornikiem zmiennym. Tego detektora używa się w podobny sposób jak poprzedniego typu. Obwod ma dwa odmienne tranzystory o przewodności NPN a PNP. Zwróćcie uwagę na różnicę między tymi tranzystorami przy łączeniu obwodu. Obwód ze względu na bezpośrednie połączenie obu tranzystorów ma duże wzmocnienie, czułość można doregulować potencjometrem. Regulacja ta jest ważna z tego względu, że każdy człowiek w zależności od stanu zdrowia organizmu posiada inny powierzchniowy opór skóry. Różnice te można potencjometrem wyrównać.



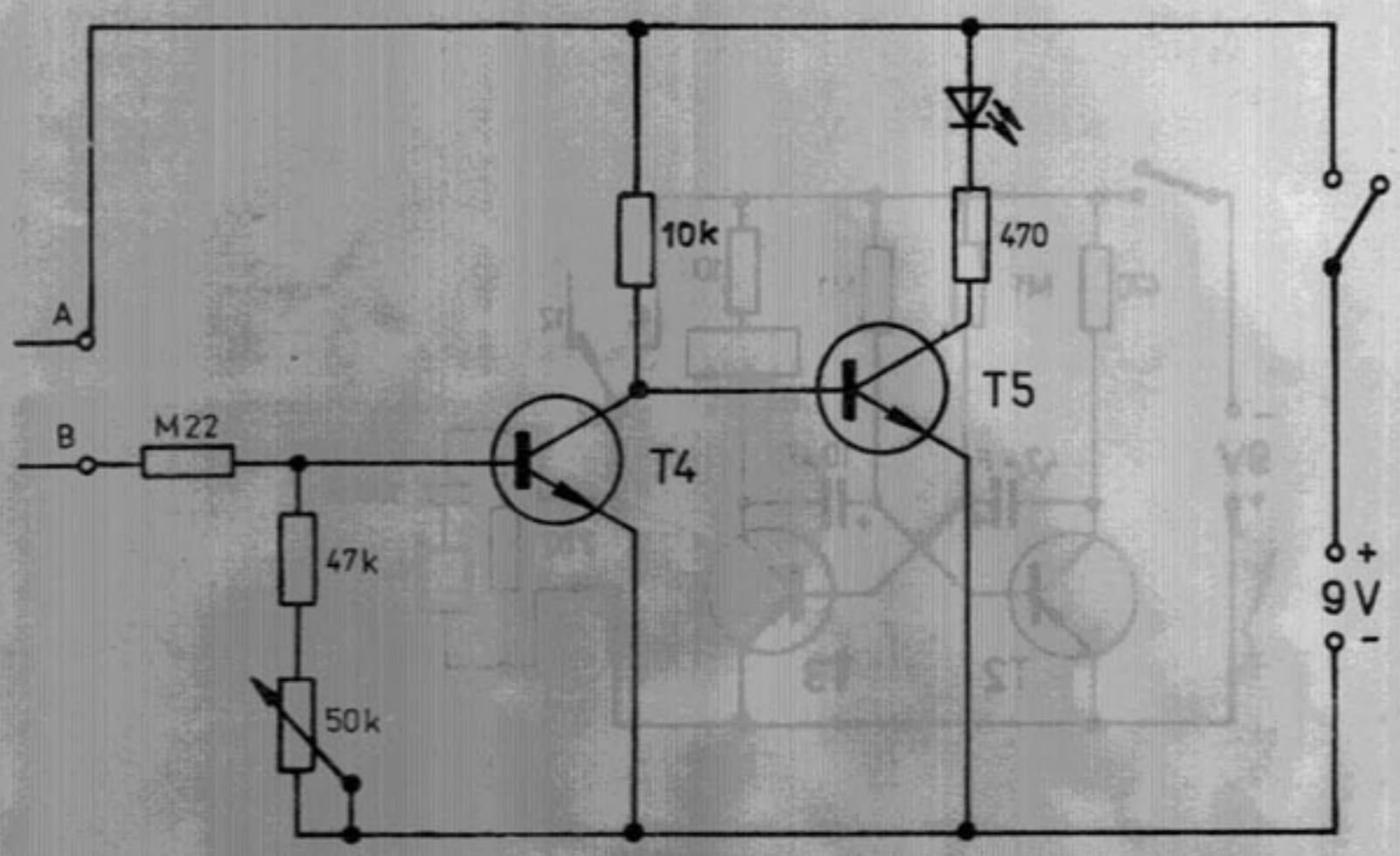
192. Detektor kłamstwa

Połączenie to jest podobne do poprzedniego. Różnica polega przede wszystkim na tym, że nie są użyte tranzystory z odwrotnym, ale z tym samym typem przewodności i użyto niższego napięcia zasilającego. Również zastosowanie jest podobne. Potencjometr także służy do wyrownania różnicy między oporami powierzchniowymi skóry różnych osób. Porownajcie ostatnie dwa połączenia i zwróćcie uwagę na zmiany, akie były niezbędne do zapewnienia tej samej funkcji końcowej obdowu przy zmianie typu przewodnosci jednego z tranzystorów.



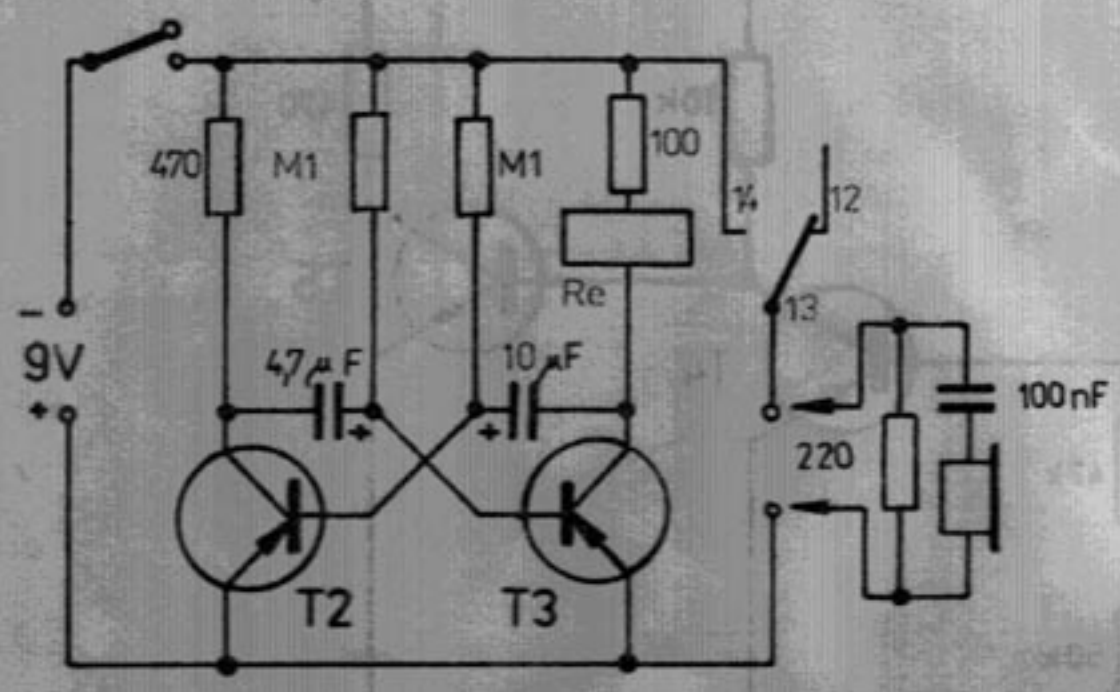
193. Podwojenie lampki sygnalizacyjnej

W niektórych wypadkach jest ważne, aby sygnalizacja przy pomocy żarówki w przyrządzie była bezwarunkowo sprawna. Jeżeli nie zapali się żarówka kontrolna i urządzenie przy tym jest w ruchu, stan taki może spowodować nawet poważną awarię i wypadek. Przy tym oczywiście może się zdarzyć, że włókno żarówki przepali się i sygnalizacja nie działa. W takich wypadkach opłaca się "ubezpieczyć" sygnalizację według tego połączenia i zamiast jednej żarówki użyć dwu. Jeżeli wszystko jest w porządku, świeci żarówka Ż1, tranzystor T5 jest zamknięty. Po przepaleniu włókna żarówki /żarówkę dla naszego doświadczenia możemy wykręcić/ tranzystor T5 już nie jest blokowany przez tranzystor T4 i zapali się żarówka Ż2. Odmienny kolor żarówki Ż2 wskazuje nam konieczność wymiany pierwszej niesprawnej żarówki.



194. Kontrola podlania kwiatów sygnalizacją świetlną

To proste urządzenie umożliwia dokładną kontrolę, czy kwiaty mają pod dostatkiem wilgoci. Do zacisków A,B podłączymy dwa przewodniki miedziane,których końce odizolujemy i na głębokość ok. 20 mm wetkniemy do ziemi w doniczce. Włączymy przełącznik baterii. Jeżeli ziemia jest wilgotna, tranzystor T4 jest otwarty /prąd z baterii przepływa przez wilgotną ziemię z końcówki A do końcówki B, przez opornik M22 do bazy tranzystora i otwiera go/, T5 zamknięty i dioda luminiscencyjna nie pali się. Kiedy ziemia wyschnie, T4 zamyka się, T5 otwiera i zapala się dioda luminiscencyjna sygnalizująca konieczność podlania kwiatów. Moment zapalenia się diody można czule doregulować potencjometrem.

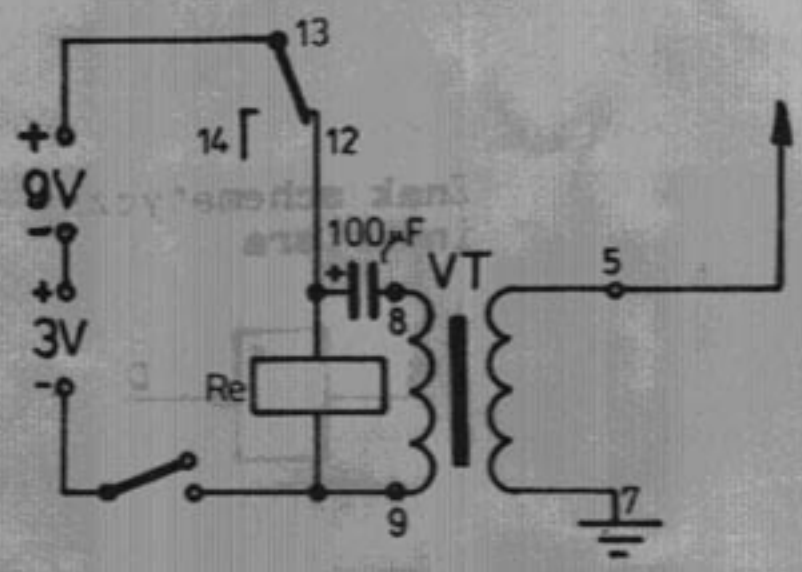


195. Generator niskiej częstotliwości

Technika pulsacyjna używana jest w elektronice z różnym zastosowaniem przy testach biologicznych, próbach urządzeń dźwiękowych itd.

Opisany generator małej częstotliwości produkuje nieustannie impulsy. W momencie, kiedy przekaźnik jest włączony, jest uruchomiona pulsacja o wartości 9V. Ponieważ chodzi o multiwibrator, impulsy są produkowane ciągle, jeżeli przełącznik jest włączony. Na wyjściu użyty jest przekaźnik, pulsacja ma więc kształt prostokątny.

Jeżeli do zacisków wyjściowych podłączymy słuchawkę, usłyszymy w niej trzask przy wzrostowych i spadowych kantach impulsów prostokątnych.



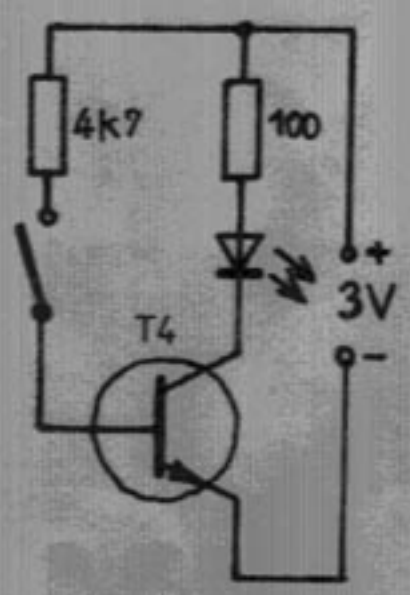
196. Generator wysokiego napięcia

Obwód jest zaprojektowany tak, że prąd przemienny obwodu wibracyjnego z przekaźnika jest prowadzony do uzwojenia sekundarnego tranformatora. Na uzwojeniu prymarnym są pozniej impulsy wysokiego napięcia.

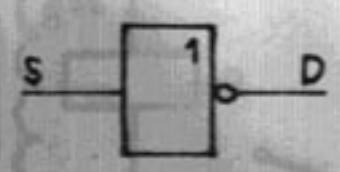
W poprzednich eksperymentach zapoznaliście się z obwodem, który wykorzystuje przekaźnik jako brzęczyk, oraz z funkcjonowaniem transformatora.

Na wyjściu transformator ma napięcie odpowiadające przekładni. Dlatego,kiedy do cewki sekundarnej o małej liczbie zwojów jest doprowadzone napięcie, na cewce prymarnej o dużej liczbie uzwojeń będzie napięcie większe, niż napięcie na uzwojeniu sekundarnym. Ta cecha transformatora jest wykorzystana do produkcji impulsow wysokiego napięcia, które można doprowadzic np, do nadwozia samochodu. Jeżeli ktoś dotknie samochodu, dozna wstrząsu elektrycznego. Układ ten jest zdolny wyprodukowac napięcie do kilkuset V. Prąd jest jednak na tyle mały, że człowiekowi nie grozi żadne niebezpieczeństwo.

Podstawowe układy logiczne



Znak schematyczny inwertora



197. Inwertor logiczny

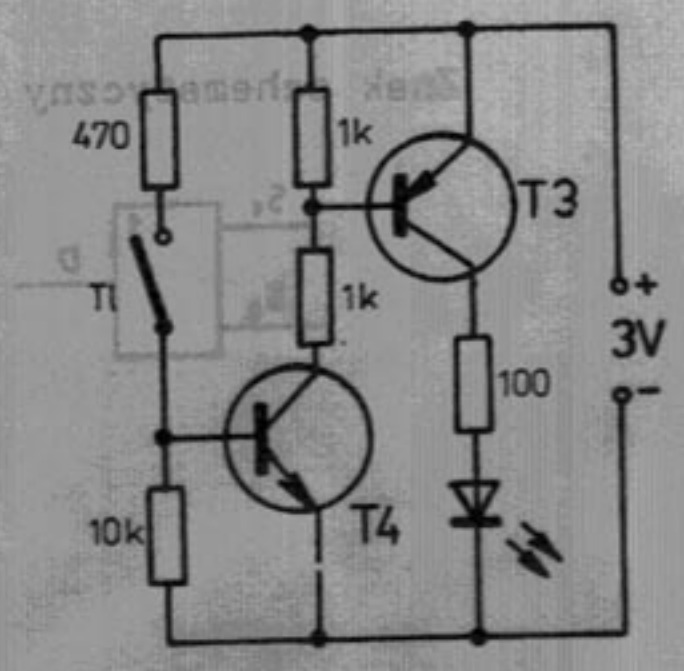
Obwód ten jest jednym z elementarnych obwodów maszyny cyfrowej. Komputer opracowuje wszystkie informacje w systemie dwojkowym. W systemie tym komputer otrzymuje informacje jedną z dwu form "tak" lub "nie", "łączone" lub "wyłączone", "O" lub "1" itd.

Sygnały takie nazywają się sygnałami numerycznymi lub logicznymi. Cyfry 1,2,3,4,5 wyrażone w systemie dwójkowym przez kombinację jedynek i zer są 1,10,11,100,101. Komputer w swym działaniu używa tego dwójkowego systemu. Sygnały numeryczne są produkowane z wielką szybkością elektroniczną. Ponieważ używa się wielu numerow, trzeba miec dużą liczbę elementów pamięciowych. Miniaturyzacja tych elementów była głównym problemem przy rozwoju komputerów.

W tym obwodzie włączenie przełącznika oznacza O, a wyłączenie 1. Wartosci są indykowane swiatłem diody luminiscencyjnej. Światło diody oznacza logiczną jedynkę, jeżeli dioda nie swieci = logiczne zero. Działalnosć inwertora można opisać tabelką logiczną.

S	D
1	0
0	1

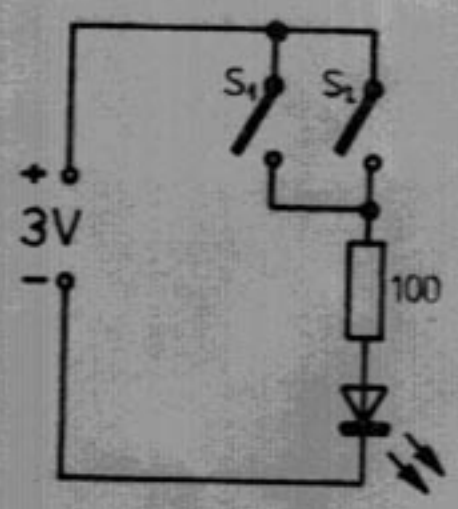
S - stan przełącznika
D - stan diody



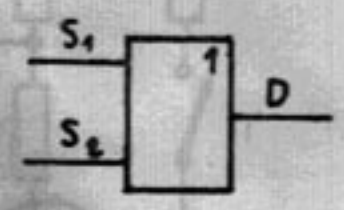
198. Czujnik stanu wejściowego

Jeżeli oznaczymy stan przełącznika w pozycji włączonej jako "1", a w rozłączonym jako "0", obwód ten światłem oznajmi nam, w którym z obu stanów znajduje się przełącznik. Jeżeli włączymy przełącznik, do bazy tranzystora T4 jest doprowadzone dodatnie napięcie i tranzystor się otwiera, napięcie na jego kolektorze spadnie, co powoduje otwarcie tranzystora T3 /typ PNP/ i w wyniku przepływającego prądu dojdzie do zapalenia się diody - jest indykowany stan "1".

Jeżeli przełącznik jest rozłączony, cały obwód jest w spokoju i dioda nie swieci - jest indykowany stan "0".



Znak schematyczny OR



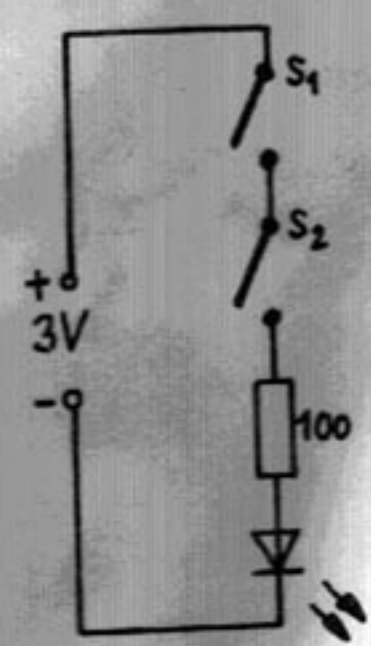
199. Układ OR z diodą elektroluminiscencyjną

Eksperyment ten jest bardzo prosty i jest przeznaczony do tego, aby pomógł wam zrozumieć podstawy obwodów logicznych. Najprostsza forma tego obwodu jest przedstawiona na rysunku. Z prawej strony schematu jest znak, którego używa się dla tego obwodu. Obwód jest jednym z podstawowych połączeń, z których wychodzi się przy konstrukcji obwodów logicznych i oznacza się go również jako sumujący człon logiczny.

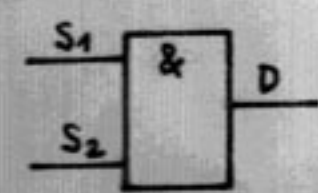
Dioda elektroluminiscencyjna świeci wtedy, kiedy włączony jest przełącznik S1 lub S2, lub oba równocześnie, kiedy nie jest włączony ani jeden, dioda nie świeci. Funkcja ta jest opisana w tabelce logicznej.

S_1	S_2	Stav diody D
1	1	1
1	0	1
0	1	1
0	0	0

1 - przełącznik włączony; dioda świeci
0 - przełącznik rozłączony; dioda nie świeci



Znak schematyczny AND



200. Układ AND z diodą elektroluminiscencyjną

Człon logiczny AND jest jednym z najbardziej podstawowych obwodów logicznych, nazywany też logicznym członem iloczynowym. Dioda świeci tylko w tym wypadku, jeżeli włączone są oba przełączniki. Jeżeli którykolwiek z nich jest rozłączony, dioda nie świeci.

Funkcję obwodu ponownie można opisać tabelką logiczną.

S_1	S_2	Stav diody D
1	1	1
1	0	0
0	1	0
0	0	0

1 - przełącznik włączony - dioda świeci
2 - przełącznik rozłączony - dioda nie świeci