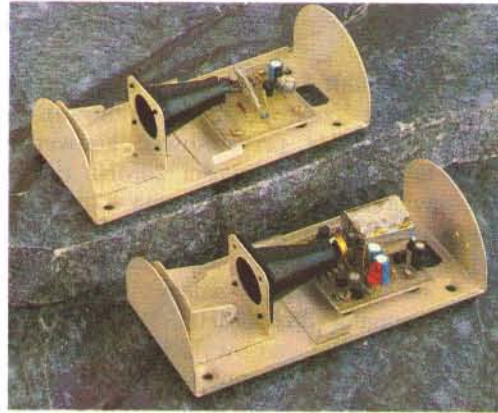


Przedstawiamy prosty układ aktywnego toru podczerwieni. Tego typu toru są już rzadko stosowane w systemach alarmowych ze względu na stosunkowo łatwy dostęp do różnych źródeł promieniowania IR. Nadają się natomiast świetnie do stosowania w innego rodzaju systemach, np. sygnalizacji i detekcji ruchu na korytarzach, czy też jako czujniki automatycznych włączników oświetlenia. Rozwinięciem przedstawionego tutaj rozwiązania są aktywne toru z kodowaniem sygnału lub też toru synchroniczne. Oba rozwiązania będą w przyszłości przedstawione Czytelnikom EP.

# Aktywny czujnik podczerwieni

## kit AVT-100

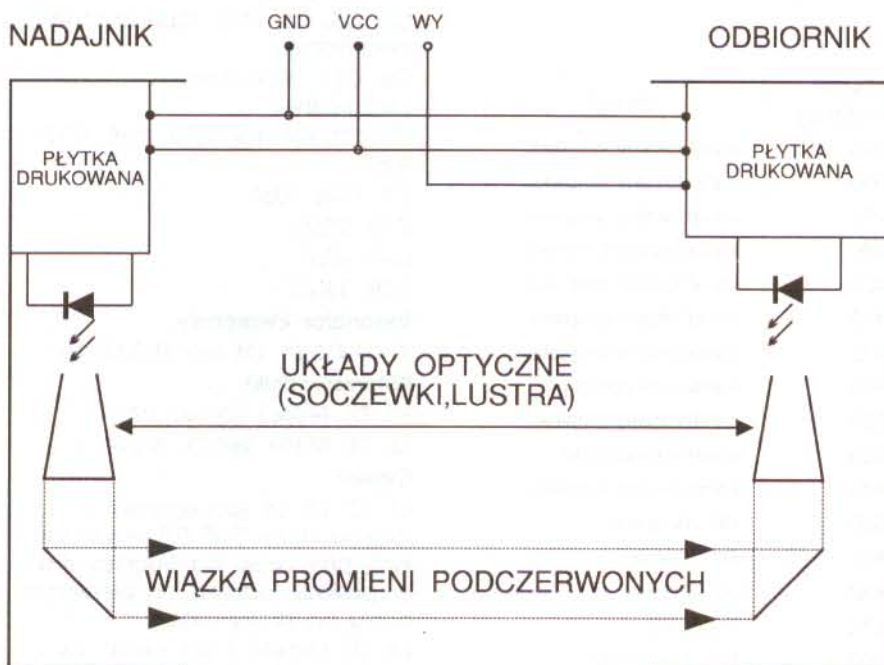


Zasada działania czujników tego typu jest przedstawiona na rys. 1. Jak widać, tor składa się z nadajnika i odbiornika promieniowania podczerwonego, które może być generowane w sposób impulsowy lub

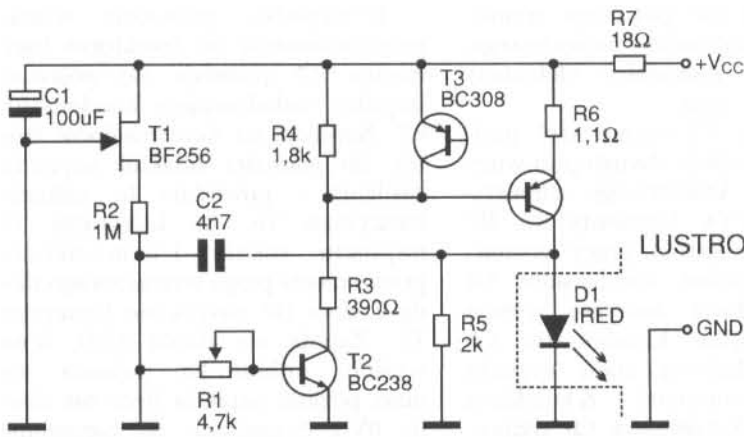
ciągly. Możliwe jest także zakodowanie ciągu impulsów stanowiących indywidualny kod danego toru z wykorzystaniem promieniowania IR jako sygnału nośnego. W stanie czuwania nadajnik emituje ciągły sygnał optyczny. Odbiornik odbiera promieniowanie, przetwarza je na sygnał elektryczny oraz poddaje ewentualnemu dekodowaniu, a w momencie zaniku wiązki (przecięcia jej przez poruszający się obiekt) powoduje wygenerowanie alarmu.

### Opis konstrukcji

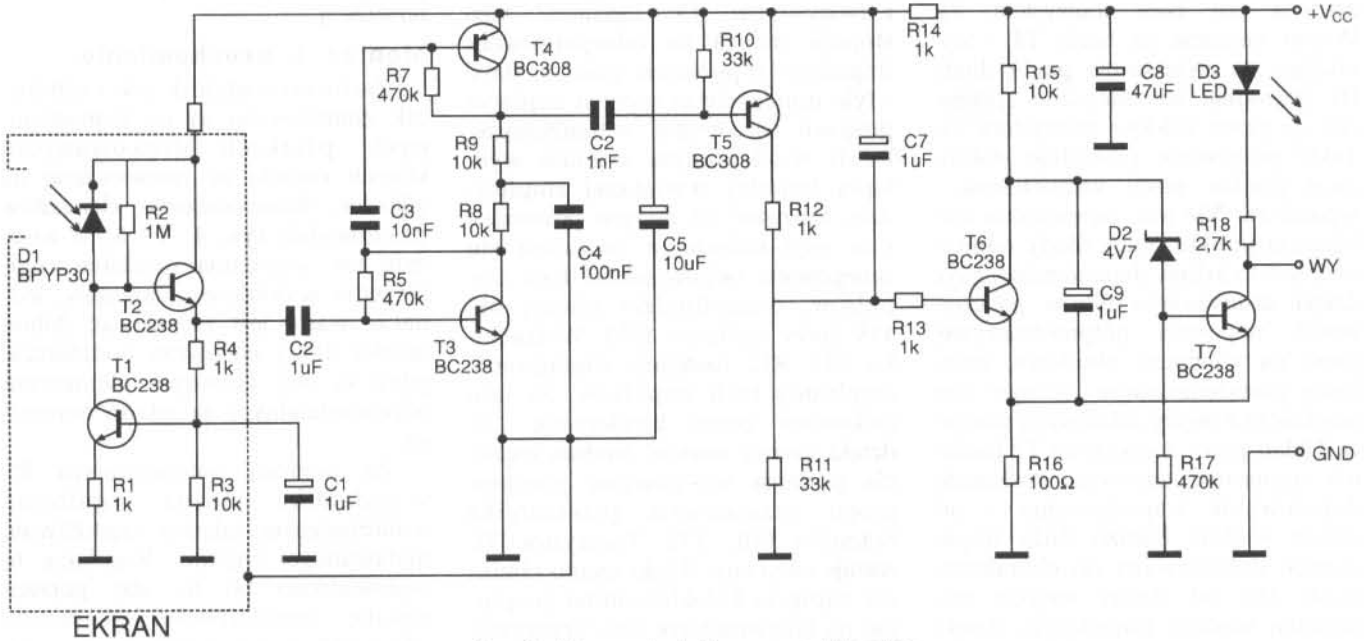
Schemat elektryczny nadajnika przedstawia rys. 2. Zasada działania nadajnika opiera się na idei cyklicznego rozładowywania kondensatora zasilanego ze źródła prądowego. Jako źródło prądowe zastosowany został tranzystor polowy J-FET z kanałem typu N (np. BF245). Pracuje on w układzie z uziemioną bramką. Poprzez rezystor R2 i potencjometr R1 zasilana jest baza tranzystora kluczującego T2. Powinien to być tranzystor pochodzący od dobrego producenta, gdyż duże znaczenie dla poprawnej pracy układu ma wzmocnienie  $\beta$  tego elementu, a także szybkość przełączania. Z kolektora T2, poprzez dzielnik R3, R4 sterowana jest baza tranzystora T4 (tranzystor mocy),



Rys. 1. Poglądowa ilustracja zasady działania toru aktywnej podczerwieni



Rys. 2. Schemat elektryczny nadajnika



Rys. 3. Schemat elektryczny odbiornika

który bezpośrednio zasila diodę IRED D1. Należy zastosować możliwie najbardziej sprawne diody nadawcze, gdyż sterowane one są stosunkowo niewielkim prądem, co zmniejsza zasięg toru. W obwodzie emitera T4 jest włączony rezystor R6, stanowiący ujemne sprzężenie zwrotne dla prądu zasilającego diodę IRED. Aby uniknąć przeciążenia prądowego tranzystora T4 równolegle do rezystora R6 włączono złącze B-E tranzystora T3,

który w momencie przekroczenia prądu granicznego o wartości wyliczonej ze wzoru:

$$I_{wy} = 0,6V / R6 \text{ [A]}$$

powoduje przytkanie tranzystora T4, zwiernając jego bazę z emiterem.

Wartość tego prądu jest dobrana na poziomie ok. 700mA (w impulsie), co zapewnia stosunkowo dobre wysterowanie diody nadawczej - jednocześnie duży zasięg. Zastosowana w egzemplarzu modelowym dio-

da CQY99 jest elementem o bardzo dużej sprawności, dlatego straty mocy wydzielanej w złączu są stosunkowo niewielkie i dioda nie wymaga dodatkowego chłodzenia.

Dla zwiększenia skuteczności transmisji promieniowania IR dioda jest umieszczona w tubusie zakończonym soczewką optyczną. Zapewnia ona dokładne skupienie emitowanej wiązki na osi nadajnik - odbiornik. Kondensator C2 stanowi element sprzężenia zwrotnego dla układu generatora. Rezystor R5 „wspomaga” przeładowywanie pojemności C2, minimalizując wpływ progów napięciowych

Odbiornik, jak to widać na rys. 3, jest układem nieco bardziej złożonym. Tranzystory T1 i T2 stanowią wstępny wzmacniacz pro-

mieniowania IR, odbieranego przez diodę D1, z układem stabilizacji punktu pracy. Stabilizacja taka musi mieć miejsce ze względu na możliwe znaczne zmiany oświetlenia zewnętrznego (słonecznego), które, jak wiadomo, w swym widmie ma znaczną składową promieniowania podczerwonego. Zasada działania stabilizatora jest prosta - wraz ze wzrostem stałego oświetlenia zewnętrznego wzrasta prąd płynący przez diodę D1, wymuszając większy prąd bazy tranzystora T2. Ze wzrostem prądu bazy rośnie również napięcie na jego emiterze. W emiterze T2 znajduje się dzielnik napięcia R3, R4, z którego zasilana jest baza tranzystora T1. Wzrost napięcia na bazie T1 - wynikający ze zwiększenia prądu diody D1 powoduje automatyczne „przejęcie” go przez kolektor tranzystora T1. Takie połączenie powoduje stabilizację punktu pracy wzmacniacza - separatora. Nie jest zapewniona stabilizacja punktu pracy diody odbiorczej. Jest to jednak dopuszczalne, gdyż dzięki zastosowaniu filtrów podczerwieni, w postaci półprzezroczystej pleksi na wierzchu obudowy, natężenie promieniowania „obcego” nie przekracza za reguły założonych wartości. Układ pracy tranzystora T2 (wtórnik emiterowy) zapewnia doskonale dopasowanie impedancyjne - od strony wejścia bardzo duża impedancja, dostosowana do charakteru diody D1, od strony wyjścia minimalna wartość impedancji, dzięki czemu nie występują problemy z dopasowaniem wejścia wzmacniacza. Elementy R1 - R4 i R6 ustalają punkt pracy stopnia wejściowego. Kondensator C1 zwiera składową zmienną pojawiającą się na bazie T1, dzięki czemu układ stabilizacji punktu pracy (bardzo silne ujemne sprzężenie

nie zwrotne) nie powoduje zmniejszenia wzmocnienia napięciowego, co mogłoby zmniejszyć efektywny zasięg pracy toru.

Z emitera T2 sygnał jest podawany na wejście dwustopniowego wzmacniacza kaskadowego z tranzystorami T3 i T4. Elementy R5, R7 - R9 ustalają punkt pracy wzmacniacza, natomiast kondensator C4 zwiera składową zmienną wyjścia obydwu stopni. Kondensator C3 separuje składową stałą sygnału pomiędzy stopniami. Z kolektora T4, poprzez kondensator C6 wzmocniony sygnał jest podawany na wejście wzmacniacza-ogranicznika z tranzystorem T5. Działanie tego stopnia polega na odseparowaniu impulsów o poziomie poniżej 0,6V - tyle mniej więcej wynosi napięcie progowe baza-emiter w tranzystorze. Jeżeli w odebranym sygnale wystąpią impulsy o większej amplitudzie, tranzystor T5 zaczyna przewodzić i na jego kolektorze pojawiają się zanegowane odpowiedniki tych impulsów, o amplitudzie równej ok. 11V (przy zasilaniu 12V). W dzielniku R11, R12 następuje zmniejszenie amplitudy tych impulsów. Są one całkowane przez kondensator C7, dzięki czemu wartość średnia napięcia podnosi się powyżej poziomu progowego przełączania przerzutnika Schmitta (T6, T7). Tranzystor T6 zostaje nasycony, dzięki czemu obniża się napięcie kolektor-emiter (napięcie na kondensatorze C9). Tranzystor T7 nie przewodzi i na jego kolektorze występuje wysoki poziom napięcia.

Sytuacja opisana powyżej występuje dla normalnej pracy toru, tzn. wtedy, gdy odbiornik wykrył promieniowanie podczerwone i nie zostaje ono przerywane przez poruszające się objekty.

W wypadku przecięcia wiązki promieniowania na kolektorze tranzystora T5 przestają się pojawiać impulsy rozładowujące kondensator C7. Napięcie na kondensatorze rośnie do wartości bliskiej napięciu zasilania - powoduje to zatkanie tranzystora T6. Na kolektorze T6 napięcie rośnie i w momencie przekroczenia progu wyznaczonego diodą Zenera D2 nasycy się tranzystor T7. Zapala się dioda LED, a na wyjściu odbiornika pojawia się niski poziom napięcia (lecz nie równy 0V!). Sygnalizuje on naruszenie strefy chronionej i możliwe jest podłączenie go do np. centrali alarmowej.

### Montaż i uruchomienie

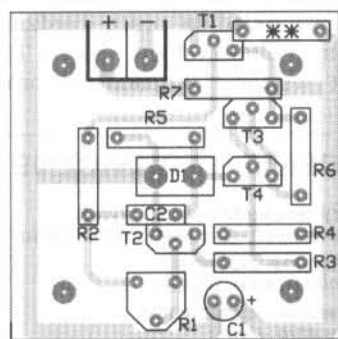
Zarówno nadajnik jak i odbiornik zmontowane są na jednostronnych płytkach drukowanych, których rysunki są zamieszczone na wkładce. Rozmieszczenie elementów przedstawiają rys. 4. i 5. W zasadzie nie występują specjalne ograniczenia w doborze elementów, jednakże warto jest zastosować dobrej jakości diody nadawczą i odbiorczą, gdyż są one głównym elementem odpowiedzialnym za jakość transmisji.

Za pomocą potencjometru R1 w nadajniku można regulować w nieznacznym zakresie częstotliwość nadawanego sygnału. Regulację tą wprowadzono po to, aby poprzez zmianę częstotliwości generatora „dostroić” się do maksimum wzmocnienia wzmacniacza w odbiorniku.

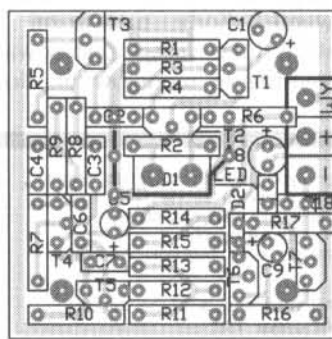
Uruchomienie układu wymaga posiadania oscyloskopu. Zasada uruchomienia jest prosta - wysyłając sygnał podczerwony (impulsowy) w stronę diody odbiorczej testujemy zasięg odbierania sygnału. Za pomocą oscyloskopu należy zaobserwować przebiegi na kolejnych wyjściach stopni wzmacniających. Dla ułatwienia przeprowadzenia kontroli przebiegów na rys. 6. przedstawione zostały, oczywiście w pewnym uproszczeniu, kształty sygnałów wraz z amplitudami. W zależności od częstotliwości i kształtu impulsów przychodzących z nadajnika możliwe są nieco inne przebiegi niż przedstawione na rys. 6.

### Uwagi końcowe

Modelowe urządzenia zamknięte zostały w „specjalizowane” obudowy, wyposażone w tubusy z soczewką oraz w ruchome lustra, dzięki któ-



Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płycie nadajnika



Rys. 5. Rozmieszczenie elementów na płycie odbiornika

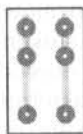
rym możliwe jest justowanie toru, bez konieczności zmiany położenia obudowy. W celu dopasowania mechanicznego płytki drukowanej do tubusa konieczne jest zastosowanie dodatkowej płytki drukowanej na której montowane są diody - nadawcza i odbiorcza. Widok tej płytki zamieszczony jest na rys. 7.

Na płycie odbiornika wokół stopnia wejściowego przeprowadzono grubą ścieżkę masy, do której należy przylutować ekran wykonany z cienkiej blachy. Zastosowanie ekranu zapobiega wzbudzeniom toru od sygnałów zakłócających. Kształt i wymiary ekranu należy dostosować do posiadanej obudowy. Na płycie nadajnika zostawiono miejsce oznaczone „\*\*\*” na dodatkowy kondensator o pojemności 220nF, który należy zastosować tylko w wypadku trudności ze wzbudzeniem nadajnika. Jeżeli po wstępnym uruchomieniu okaże się, iż pracuje on poprawnie nie należy tego kondensatora montować.

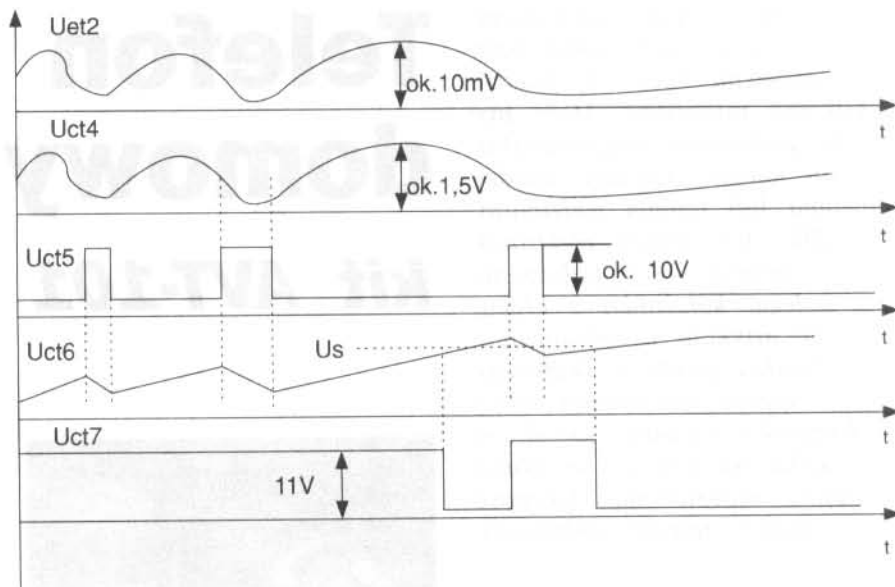
Jak zostało to już wcześniej zauważone, ten typ toru podczerwonego nie jest idealnym rozwiązaniem dla „poważnych” systemów alarmowych. Wynika to głównie z braku „szyfrowania” sygnału, co umożliwia stosunkowo łatwe ominięcie tej strefy ochrony. Konstrukcja ta stanowić ma, w zamyśle autora, głównie przykład rozwiązania tego typu czujnika. W kolejnych numerach EP przedstawione będą praktyczne zastosowania opisywanych czujników.

### Parametry toru

- Modelowy egzemplarz wykazał się stosunkowo niezłymi parametrami:
- zasięg ok. 11m, w nocy lub w terenie nieoświetlonym do 15m;
  - pobór prądu przez nadajnik ok. 50mA (prąd średni);
  - pobór prądu przez odbiornik ok. 35mA;
  - użyteczny kąt pracy  $\pm 5^\circ$ .



Rys. 7. Płytki dodatkowa do montażu diod - nadawczej i odbiorczej



Rys. 6. Przykładowe przebiegi w charakterystycznych punktach odbiornika toru;  $U_s$  napięcie progowe przerzutnika Schmitta

Należy zaznaczyć iż podczas testowania zasięgu zastosowane zostały specjalne lustra z polerowanego aluminium o bardzo małej stratności, a także filtry IR z tworzywa typu 815 (wg. VFM-katalog). Tworzywo to charakteryzuje się małymi stra-

tami w zakresie podczerwieni i stosunkowo wąskim pasmem przepuszczalności - światło widzialne praktycznie nie przenika przez tego typu filtr.

AVT, Piotr Zbysiński

### WYKAZ ELEMENTÓW

#### Nadajnik

##### Rezystory

- R1: 4,7k $\Omega$  (potencjometr)
- R2: 1M $\Omega$
- R3: 390 $\Omega$
- R4: 1,8k $\Omega$
- R5: 2k $\Omega$
- R6: 1,1 $\Omega$
- R7: 18 $\Omega$

##### Kondensatory

- C1: 100 $\mu$ F
- C2: 4,7nF

##### Elementy półprzewodnikowe

- D1: IRED
- T1: BF245
- T2: BC238
- T3: BC308
- T4: BC313

#### Odbiornik

##### Rezystory

- R1, R4, R12, R13, R14: 1k $\Omega$
- R2: 1M $\Omega$
- R3, R6, R8, R9, R15: 10k $\Omega$
- R5, R7, R17: 470k $\Omega$
- R10, R11: 33k $\Omega$
- R16: 100 $\Omega$
- R18: 2,7k $\Omega$

##### Kondensatory

- C1, C7, C9: 1 $\mu$ F
- C2: 1nF
- C3: 10nF
- C4, C6: 100nF
- C5: 10 $\mu$ F
- C8: 47 $\mu$ F

##### Elementy półprzewodnikowe

- D1: BPYP30
- D2: 4V7
- D3: LED
- T1, T2, T3, T6, T7: BC238
- T4, T5: BC308