

# Wskaźnik wysterowania do kolumn

Układ dla wszystkich początkujących i młodych elektroników!

- \* ciekawy iluminofoniczny efekt dzięki zastosowaniu trzech różnokolorowych diod
- \* prosta budowa
- \* niski koszt
- \* zasilanie z wyjścia wzmacniacza (nie wymaga oddzielnego zasilacza)



## Do czego to służy?

Młodzi Czytelnicy EdW od dłuższego czasu upominają się o układ prostego wskaźnika wysterowania, który byłby przyłączany do wyjścia wzmacniacza, czyli równolegle do kolumn (głośników)

Opisany układ nie wymaga oddzielnego zasilacza – źródłem zasilania jest sygnał wyjściowy wzmacniacza.

Maksymalny pobór prądu przez układ wskaźnika wynosi około 15mA, co w porównaniu z prądem płynącym przez głośnik przy mocach powyżej 0,5W jest wartością niewielką, wręcz pomijalną.

Innymi słowy, układ wskaźnika nie stanowi dla wzmacniacza znaczącego obciążenia i nie trzeba się obawiać przeciążenia wzmacniacza.

## Jak to działa?

Schemat ideowy układu wysterowania pokazano na **rysunku 1**.

Układ nie wymaga zasilacza ani baterii, bo jest zasilany z wyjścia wzmacniacza. Po prostu część mocy wzmacniacza zamiast do głośnika, jest dostarczana do opisywanego układu.

Przebieg zasilający głośnik jest dołączony do punktów A i B układu. Napięcie jest prostowane, a energia gromadzi się w kondensatorze C1. Układ będzie działał także bez kondensatora C1.

Rolę wskaźnika wysterowania pełnią trzy diody LED D1, D2 i D3.

Aby zminimalizować pobór prądu, diody te połączone w szereg. Prąd przewodzenia tych diod dostarczany jest przez źródło prądowe z tranzystorem T3. Diody D4, D5 ustalają napięcie odniesienia dla tranzystora T3. Jak łatwo zauważyć, w stanie normalnej pracy, na rezystorze R3 występuje napięcie równe mniej więcej napięciu przewodzenia jednej diody krzemowej (około 0,6V). Zmieniając wartość R3 można więc ustalić maksymalną wartość prądu pobieranego przez układ  $I = 0,6V / R3$ .

W zależności od poziomu napięcia w punktach A i B, zaświecona jest jedna, dwie, lub trzy diody LED.

1. Gdy napięcie zasilające na kondensatorze C1 jest mniejsze niż 2V, nie świeci żadna z diod, choć tranzystor T3 jest otwarty.

2. Zielona dioda D3 zaświeca się, gdy tylko napięcie zasilające (na kondensatorze C1) jest choć trochę większe od jej napięcia przewodzenia, wynoszącego około 2V. Tranzystor T3 jest otwarty, bo jest polaryzowany przez rezystor R4. Otwarte są także tranzystory T1 i T2. W takiej sytuacji otwarte tranzystory można potraktować jako zwarcie, pominąć i uznać, że prąd diody D3 wyznaczony jest jedynie wartością rezystora R3 (oraz oczywiście napięciem zasilania i napięciem przewodzenia diody).

Taka sytuacja ma miejsce gdy prąd płynący przez rezystor R3 ma wartość od zera do około 15mA. Prąd ten nie może być większy, bo jak wspomniano wcześniej, spadek napięcia na rezystorze R3 jest ograniczony do około 0,6V przez obecność diod D4 i D5.

Gdy napięcie zasilające jest większe niż 2,8V, prąd kolektora tranzystora T3 (czyli prąd źródła prądowego) nie wzrasta – utrzymuje wartość ustaloną rezystorem R3, czyli około 15mA. Na zielonej diodzie D3 występuje spadek napięcia około 2,2V. Ponieważ tranzystory T1 i T2 są otwarte, na kolektorze tranzystora T3 napięcie też wynosi około 2,2V.

3. Gdy napięcie na kondensatorze C1 rośnie, wzrasta też napięcie na bazach tranzystorów T1 i T2. Wartości rezystorów dzielników R1, R5 i R2, R6 są tak dobrane, by przy wzroście napięcia zasilającego najpierw został zatknięty tranzystor T1. Gdy tranzystor T1 nie przewodzi, prąd źródła prądowego płynie przez tranzystor T2 i dwie diody LED: D2 i D3.

Należy zauważyć, że w zakresie napięć na kondensatorze C1 wynoszącym

2,2...4V nie mogą się zaświecić dwie połączone szeregowo diody D3 i D2. Przyczyną jest prosta: suma napięć przewodzenia zielonej i żółtej diody LED jest większa od 4V. Mając to na uwadze, zaleca się takie dobranie wartości elementów dzielnika R1, R5, by tranzystor T1 był zatknięty przy napięciu zasilającym większym niż 4V.

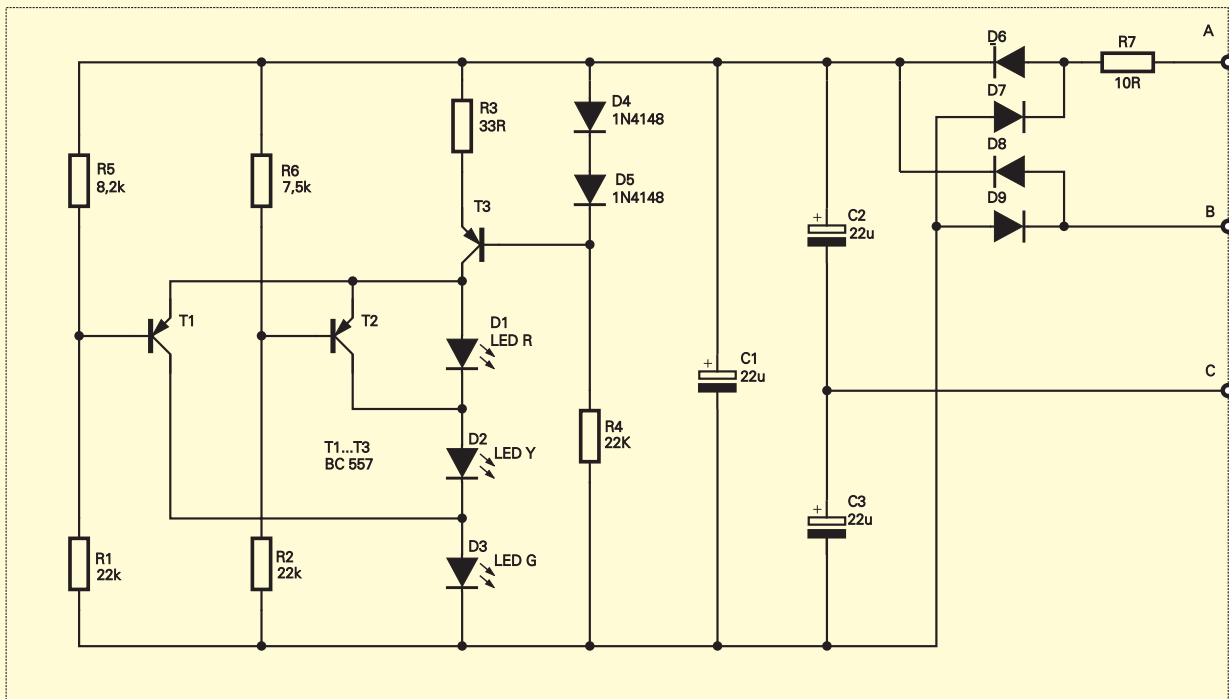
4. Przy dalszym wzroście napięcia zasilającego, zostanie zatknięty także tranzystor T2. Gdy źródła prądowego wypłynie przez wszystkie trzy szeregowo połączone diody D1, D2 i D3.

Taki sposób sterowania diod umożliwia zmniejszenie mocy potrzebnej do zasilania układu wskaźnika, mocy która jest dostarczana przez wzmacniacz.

Podane wartości rezystorów R5 i R6 dobrano drogą eksperymentu, dołączając układ do 8-omowej kolumny współpracującej ze wzmacniaczem o mocy 2 x 15W z kilkunastoletniego zestawu produkcji UNITRA-DIORA. Uzyskany efekt wizualny był lepszy, niż można było się spodziewać po tak prostym układziku.

Młodzi Czytelnicy EdW zapewne zechcą dołączyć zaprezentowany układ do wyjścia wzmacniaczy o znacznie mniejszej mocy, na przykład do różnego rodzaju systemów grających typu „jammnik”. Przy mniejszej mocy, napięcia na głośniku mogą okazać się zbyt małe dla prawidłowej pracy układu. Aby zapewnić właściwą pracę także w takich warunkach, dodano do układu dwa kondensatory C2 i C3 pozwalające zrealizować układ podwajacza napięcia. Przy połączeniach obwodów zasilania jak na **rysunku 2**, uzyskuje się niemal dwukrotnie większe napięcie zasilające układ i tym samym możliwość współpracy ze wzmacniaczami o mniejszej mocy wyjściowej.

Przy współpracy ze wzmacniaczem o dużej mocy wyjściowej należy wziąć pod



Rys. 1. Schemat ideowy układu

uwagę dopuszczalne napięcia zasilania kondensatora C1 i tranzystora T3. Przykładowo wzmacniacz o mocy 100W (na 8Ω) może w szczytach występowania dostarczyć przebiegów o wartości napięcia międzyszczytowego rzędu 100V. Wtedy konieczne trzeba stosować prostownik mostkowy z rysunku 1, a nie podwajacz z rysunku 2.

W zdecydowanej większości przypadków układ będzie współpracował ze wzmacniaczem o niewielkiej mocy, co najwyżej kilku watów, i wtedy konieczne trzeba wykorzystać podwajacz napięcia z rysunku 2.

Warto wspomnieć, że dołączenie jakiegokolwiek dodatkowego (nieliniowego) obciążenia do wyjścia wzmacniacza spowoduje wzrost zniekształceń. W przypadku opisywanego układu, dzięki niewielkiemu poborowi prądu (do 15mA)

## Wykaz elementów

### Rezystory

R1, R2, R4: 22kΩ  
R3: 33...39Ω  
R5: 8,2kΩ  
R6: 7,5kΩ  
R7: 10Ω

### Kondensatory

C1-C3: 22...100μF/50V

### Półprzewodniki

D1: LED 5mm czerw.  
D2: LED 5mm żółta  
D3: LED 5mm ziel.  
D4-D9: 1N4148  
T1, T2, T3: BC557B

### Uwaga!

Elementy wchodzące w skład zestawu AVT-2184B pozwalają na zbudowanie obu wersji obwodów zasilania.

oraz dzięki zastosowaniu rezystora R7 wprowadzane zniekształcenia są bardzo małe, wręcz niezauważalne.

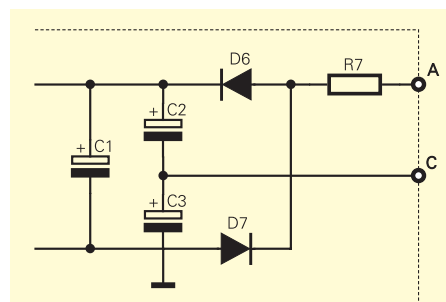
## Montaż i uruchomienie

Opisany wskaźnik można zmontować na niewielkiej płytce drukowanej, pokazanej na rysunku 3.

Montaż układu nikomu nie powinien sprawić trudności. Układ nie zawiera żadnych elementów szczególnie podatnych na uszkodzenie. Montaż elementów na płytce można przeprowadzić w dowolnej kolejności.

Do wzmacniaczy o mocy do 10W zaleca się zmontowanie wersji podwajaczem napięcia (wg rysunku 2) – wtedy wejściami będą punkty A i C. Do współpracy ze wzmacniaczem o większej mocy należy zmontować wersję z prostownikiem mostkowym wg rysunku 1, przy czym wejściami będą punkty A i B.

W wersji z podwajaczem nie należy montować diod D8 i D9, nie jest też konieczny kondensator C1, jedynie C2 i C3. W wersji z prostownikiem mostkowym nie trzeba montować kondensatorów C2 i C3.



Rys. 2. Podwajacz napięcia

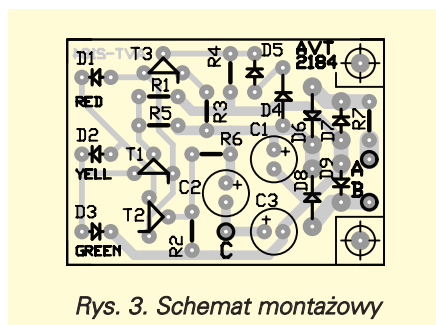
W zestawie AVT-2184 przewidziano elementy dla obu wersji.

## Możliwości zmian

Kto chciałby zastosować wskaźnik do współpracy ze wzmacniaczem o mocy kilkudziesięciu watów, pracującym ze znaczną mocą, może i powinien zmienić (zwiększyć) wartości rezystorów R5 i R6. Najlepiej to zrobić doświadczalnie, dołączając układ do wyjścia wzmacniacza i montując wstępnie zamiast wspomnianych rezystorów potencjometry (47...100kΩ). Po wyregulowaniu potencjometrów według upodobania, można je zastąpić rezystorami stałymi.

Można wtedy uzyskać pożądaną efekt, by na przykład czerwona dioda D1 zapalała się tylko w najgłośniejszych partiach utworu.

Piotr Górecki  
Zbigniew Orłowski



Rys. 3. Schemat montażowy

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako „kit szkolny” AVT-2184.