

Sygnal sterujący (końcówka 12) przez wtórnik T11, T12 ładuje wstępnie kondensator C9 ($0,01 \pm 0,1 \mu\text{F}$) do poziomu napięcia piedestału, który zależy od wartości elementów dzielnika zewnętrznego R_A i R_B ($R_A + R_B = 10 \pm 100 \text{ k}\Omega$). Prąd ładowania jest ograniczony rezystorem R6. Kondensator C9 jest ładowany również przez rezystor R9 oraz tranzystor T10. Elementy te tworzą obwód całkujący, którym formuje się składową cosinusoidalną. O jej amplitudzie decyduje wartość rezystora R9 ($75 \pm 100 \text{ k}\Omega$). Dioda D7 kompensuje zmiany ciepłoty napięcia baza-emiter tranzystora T10.

W obwodzie bazy tranzystora T5 (wejście odwracające komparatora z tranzystorami T3, T4, T5) uzyskuje się przebieg cosinusoidalny, przesuwany napięciem stałym. Tranzystory T4, T5 połączono w układzie Darlingtona w celu zwiększenia impedancji wejściowej komparatora oraz poprawienia kompensacji cieplnej napięcia baza-emiter tranzystora T12.

Poziom napięcia odniesienia komparatora ustalono posługując się dzielnikiem z rezystorami R1, R2, R3 bezpośrednio ze stabilizowanego napięcia zasilania. Może on być w miarę potrzeby zmieniany przez łączenie dodatkowymi rezystorami końcówki 2 układu scalonego z końcówką 1 lub 10.

Sygnal wyjściowy komparatora powoduje zadziałanie przetrutnika z tranzystorami T1, T2 i rozładowanie kondensatora C1 przez obwód bramki triaka Ty. Triak Ty przewodzi i włącza zasilanie obciążenia RL. W takim rozwiązaniu impuls wyzwalający ma zawsze polaryzację zgodną z polaryzacją napięcia sieci zasilającej (wyzwalanie sposobem I+ i III-).

Silniki indukcyjne wymagają zachowania symetrii obu półokresów napięcia zasilającego w celu wyeliminowania składowej stałej. Układ MAA436 zapewnia dostarczenie symetrycznego przebiegu zasilającego dzięki:

- Generowaniu impulsu wyzwalającego triak tylko wtedy, gdy jest on wyłączony. Unika się w ten sposób zbyt wczesnego doprowadzenia impulsów wyzwalających przy małych kątach włączania. Przy obciążeniu indukcyjnym zapobiega to „wypadaniu” półokresów prądu zasilającego. Funkcja ta jest realizowana przez wprowadzenie układu bramki (tranzystory T7, T8, T9) blokującej komparator na czas przewodzenia triaka Ty. Układ ten jest sterowany przez rezystor R_1 i działa, gdy spadek napięcia na triaku Ty jest bliski zera (przepływ prądu przez obciążenie R_L). Po wyłączeniu triaka wzrasta napięcie na bazach tranzystorów T8, T9, co powoduje odblokowanie (zwiększenie wzmocnienia) komparatora. Rezystancja rezystora R_1 musi być tak dobrana, aby zapewnić działanie układu dla całegożądanego zakresu kątów włączania (np. $470 \text{ k}\Omega$ przy $U = 220 \text{ V}$).

- Rozpoczęciu cyklu pracy (początek tworzenia przebiegu piedestału i cosinusoidey) w czasie przejścia przez zero napięcia sieci zasilającej. Warunek ten jest spełniony automatycznie, ponieważ napięcie zasilające U_{1-10} ma kształt trapezoidalny i maleje do zera, gdy chwilowa wartość napięcia sieci jest równa 0 V (rys. 1).

W niektórych zastosowaniach jest wymagane stałe napięcie zasilające dla elementów zewnętrznych. Uzyskuje się je z końcówki 14, dołączając kondensator filtrujący między końcówki 14 i 10. Przy większych pojemnościach zalecane jest dołączenie równoległe do kondensatora rezystora co najmniej $10 \text{ k}\Omega$. Dioda D8 oddziela obwód napięcia stałego od napięcia trapezowego. Należy zwrócić uwagę na fakt, że impulsy wyzwalające można uzyskać dopiero po naładowaniu się tego kondensatora do napięcia zasilającego. Można uniknąć tego efektu dobiegając odpowiednio rezystor R_1 lub/i włączając kondensa-

tor o małej pojemności między wyprowadzenia 9 i 6, w celu wprowadzenia niewielkiego przesunięcia fazy dla prądu „otwierającego”.

Po każdym cyklu kondensator C9 jest rozładowywany przez tranzystor T6. Gdy napięcie zasilające zmaleje do zera, pozostający w stanie zatkania tranzystor T6 zostaje włączony łącznie napięciu z kondensatora C9 i rozładowuje ten kondensator do wartości własnego napięcia baza-emiter.

Podstawowe parametry układu MAA436 są ujęte w tabelicy.

Podstawowe parametry układu scalonego MAA436

Parametr	Oznaczenie	Warunki pomiaru	Wartość
Napięcie zasilania [V]	$\pm U_{5/6}$	$\pm I_{5/6} = 36 \text{ mA}$	$13,5 \pm 19,5$
Prąd wyjściowy [mA]	$\pm I_3$	$R_o = 91 \Omega$ $\alpha = 90^\circ$	100 ± 150
Prąd bramki blokującej [μA]	$\pm I_9$		100 ± 230
Napięcie stabilizowane [V]	$U_{14/10}$		$6 \pm 9,5$
Napięcie końcówki 1 [V]	$U_{1/10}$		$6,5 \pm 10$
Prąd sterujący [μA]	I_{13}	$R_G = \infty$ $I_{5/6} = 15 \text{ mA}$	< 3
Zakres temperatur pracy [$^\circ\text{C}$]	t_{amb}		$-40 \pm +85$
Zakres temperatur przechowywania [$^\circ\text{C}$]	t_{str}		$-55 \pm +155$

ZASTOSOWANIA UKŁADU MAA436

Regulacja jasności świecenia lamp żarowych

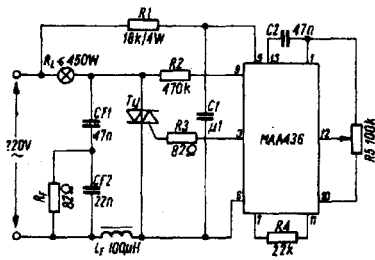
Na rys. 4 przedstawiono układ typowego regulatora mocy [1]. Zmianę mocy doprowadzonej do obciążenia R_L uzyskuje się potencjometrem R5. Prąd zasilania układu scalonego jest ograniczany przez rezystor szeregowy R1. Triak Ty jest wyzwalany z wyjścia układu scalonego (wyprowadzenie 3). Rezystor R3, ogranicza prąd bramki do impulsów o amplitudzie 120 mA . Elementy C_{F1} , C_{F2} , L_F i R_F stanowią filtr przeciwzakłóceńowy [5].

Uzupełniając układ z rys. 4 fotorezystorem F uzyskuje się stabilizator natężenia oświetlenia (rys. 5). Intensywność świecenia reguluje się potencjometrem R5.

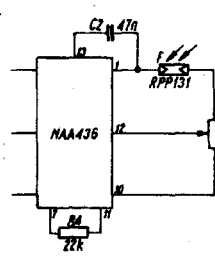
Po włączeniu fotorezystora F zgodnie ze schematem z rys. 6, regulator mocy zostanie oddzielony galwanicznie od układu sterującego. Taki obwód optoizolacji może znaleźć zastosowanie np. w układach iluminofonii lub reklamy świetlnej. Moc wyjściowa doprowadzana do obciążenia zależy od natężenia światła padającego na powierzchnię fotorezystora F. Maksymalny poziom mocy wyjściowej reguluje się potencjometrem montażowym R5.

Na innej zasadzie działa układ opóźnionego wyłączenia światła (rys. 7). Przy włączonym włączniku W wejście sterujące (końcówka 12) układu scalonego jest polaryzowane napięciem stałym, uzyskanym z kondensatora filtrującego C1 i triak przewodzi. Po rozwarciu zestyków włącznika W kondensator C2 ładuje się przez rezystor R. Prąd ładowania podtrzymuje przewodzenie triaka. Po naładowaniu kondensatora C2 następuje zmiana stanu pracy triaka. Triak przechodzi w stan zatkania. Dla podanych na schemacie wartości elementów uzyskuje się czas opóźnienia ok. 3 s .

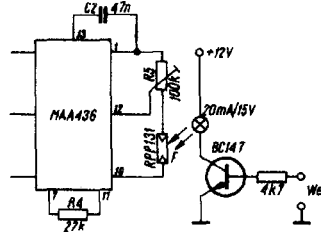
Rozbudowując układ przedstawiony na rys. 7 można uzyskać rozwiązania umożliwiające płynną, samoczynną zmianę natężenia oświetlenia. Trzy z nich przedstawiono na rys. 8. Na szczególną uwagę zasługuje układ z rys. 8c, który umożliwia powolne zmniejszanie oświetlenia w czasie 60 minut, bez rezygnacji z funkcji samodzielnego regulatora oświetlenia.



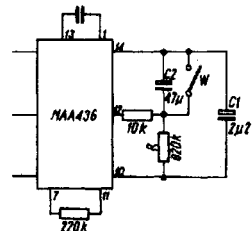
Rys. 4. Schemat fazowego regulatora mocy



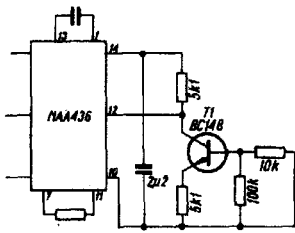
Rys. 5. Schemat stabilizatora jasności świecenia lampy żarowej



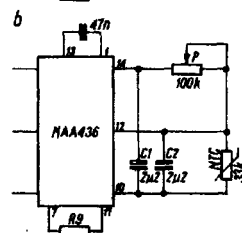
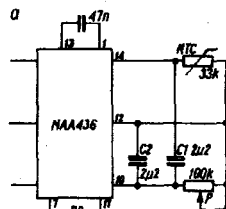
Rys. 6. Schemat regulatora z izolacją optyczną obwodów



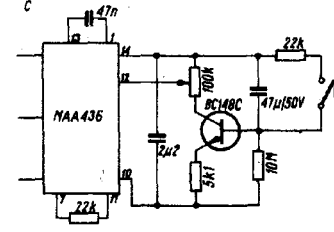
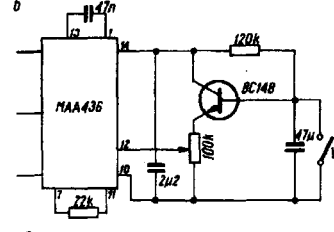
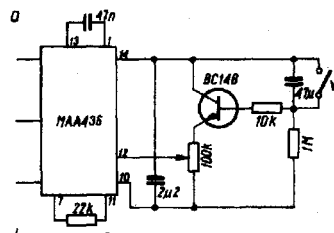
Rys. 7. Schemat układu opóźnionego wyłączenia oświetlenia



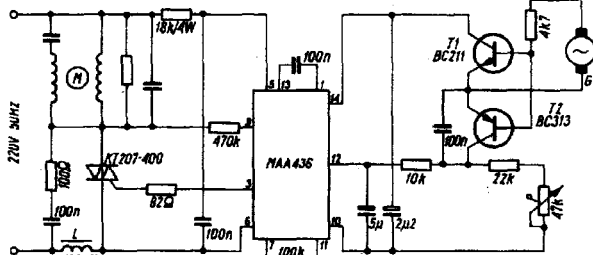
Rys. 10. Schemat regulatora sterowanego napięciowo



Rys. 9. Schemat stabilizatora temperatury
a - z ogrzewaniem; b - z chłodzeniem



Rys. 8. Schemat regulatorów z płynną zmianą oświetlenia
a - zwiększanie natężenia świecenia w czasie 25 s;
b - zmniejszanie natężenia świecenia w czasie 60 s;
c - wyłączenie oświetlenia w czasie 60 min.



Rys. 11. Schemat stabilizatora prędkości obrotowej

Regulacja temperatury

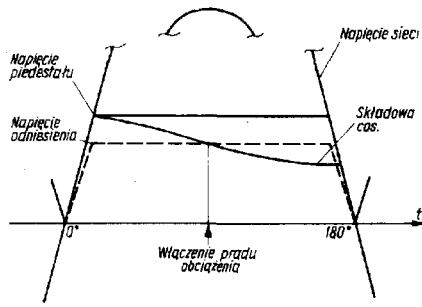
Z zastosowaniem układu scalonego MAA436 można konstruować proste regulatory temperatury wykorzystujące jako czujniki termistory typu NTC. Układ z rys. 9a jest przystosowany do sterowania ogrzewaniem obiektu. Żądaną temperaturę ustawia się potencjometrem P. Kondensator C2 ma za zadanie odfiltrować napięcie sterujące w wypadku długich połączeń między czujnikiem a regulatorem. Zmniejszenie zakresu regulacji temperatury uzyskuje się przez dobór odpowiednich rezystancji „skracających” potencjometr. Zakres proporcjonalności regulatora można zmieniać przez dobór rezystancji rezystora R9. Doświadczalnie sprawdzono,

że może ona przekraczać wartość katalogową ($R9 \leq 820 \text{ k}\Omega$), a wtedy otrzymuje się regulator dwupołożeniowy, niesynchroniczny z siecią.

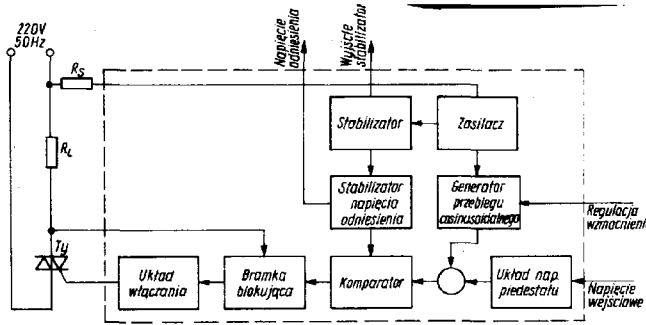
Na rys. 9b przedstawiono schemat układu regulacji temperatury przez nawiew wentylatorami lub dmuchawami z silnikami asynchronicznymi. Równoległe do triaka T1 trzeba dołączyć dwójnik szeregowy. $R = 100 \Omega$, $C = 0,1 \mu\text{F}$.

Bezpośrednie sterowanie napięciowe

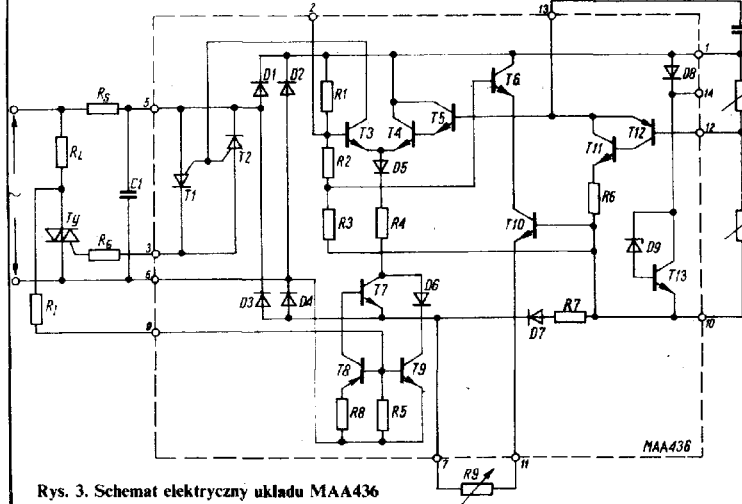
Układ z rys. 10 umożliwia bezpośrednie sterowanie napięciowe kątem włączenia triaka z zachowaniem dobrej liniowości. Przyjmując wartości elementów jak na schemacie uzyskuje się



Rys. 1. Przebiegi napięciowe w układzie scalonym MAA436



Rys. 2. Schemat blokowy układu MAA436



Rys. 3. Schemat elektryczny układu MAA436

piedestału), uzyskanej z napięcia sterującego (rys. 1). Gdy przebieg wypadkowy jest mniejszy niż napięcie odniesienia, wytwarzany jest sygnał wyzwalający tyrystor. Zmniejszenie napięcia wejściowego powoduje obniżenie poziomu napięcia piedestału i wcześniejsze wyzwolenie tyrystora. Schemat blokowy układu MAA436 przedstawiono na rys. 2, natomiast schemat wewnętrzny z dołączonymi elementami w typowym rozwiązaniu aplikacyjnym — na rys. 3.

Układ jest zasilany przez szeregowy rezystor ograniczający R_s bezpośrednio z sieci 220 V. Napięcie to jest następnie prostowane w prostowniku dwupołówkowym (D1-D4) i ograniczane przez stabilizator z elementami D8, D9, T13. Z napięcia stabilizatora (końcówki 1 i 10) uzyskuje się napięcie piedestału i napięcie