

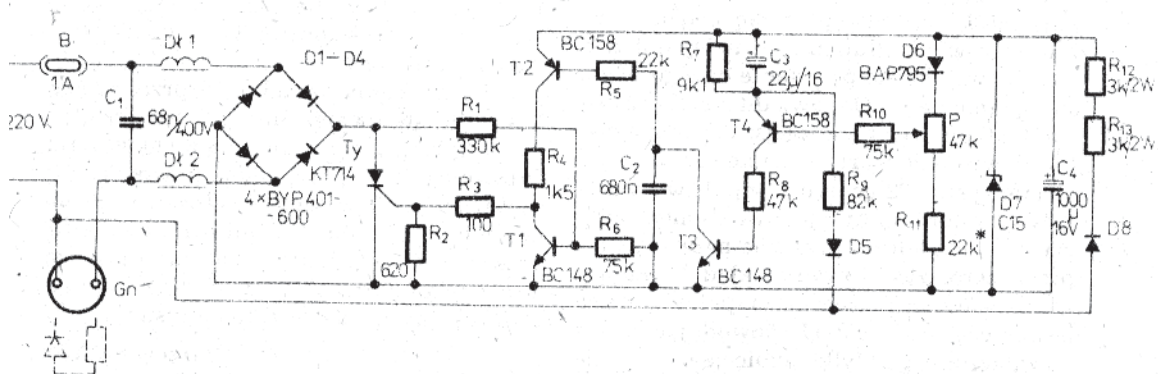
Opisany poniżej regulator mocy charakteryzuje się tzw. grupowym sterowaniem tyrystora – oznacza to, że załączanie (i wyłączenie także) obciążenia odbywa się podczas przejścia napięcia sieci przez zero. Taki sposób sterowania umożliwi uniknięcie bardzo przykrych czasem zakłóceń radiowych, będących nieodłącznym elementem fazowego sterowania tyrystorów. Niestety, sterowanie grupowe nadaje się jedynie do odbiorników typu grzejnik, gdyż dość duża nierównomierność załączania tyrystora powodowałaby w przypadku elementów oświetleniowych bardzo wyraźne miganie.

Standardowe regulatory ze sterowaniem grupowym są na ogół układami dość skomplikowanymi, zawierającymi multiwibrator o zmiennym współczynniku wypełnienia impulsów. Proponowany układ działa na innej zasadzie – mianowicie, porównuje on średnią wartość napięcia na obciążeniu z napięciem zadanym przez potencjometr regulacyjny. Wynik porównania wskazuje, czy należy załączyć tyrystor. Dodatkowy układ detekcji przejścia napięcia zasilającego przez zero zezwala na złączenie tyrystora jedynie podczas bardzo krótkiego czasu na początku i końcu każdego okresu, gdy napięcie na jego elektrodach nie przekracza kilku woltów. W ten sposób włączenie obciążenia odbywa się praktycznie bez wywoływania zakłóceń. Pojawiająca się niezgodność między średnią wartością napięcia na obciążeniu i wartością zadaną jest usredniana za pomocą odpowiedniego kondensatora i w dłuższym okresie jej wartość względna

zmierza do zera (jak w regulatorze z całkowaniem). Zauważmy jeszcze, że przy sterowaniu obciążenia pełnymi połówkami sinusoidy moc wydzielana w obciążeniu jest liniową funkcją wartości średniej napięcia na tym obciążeniu.

Schemat ideowy regulatora przedstawiony jest na rysunku. W rzeczywistym układzie poczyniono pewne uproszczenia, podyktowane chęcią zminimalizowania liczby elementów. Analizę układu rozpocznijmy od obwodu mocy. Napięcie zasilające podane jest przez bezpiecznik B oraz filtr przeciwzakłóceńowy C_1 , D_1 i D_2 na mostek diodowy $D1 - D4$, i następnie do gniazda obciążenia Gn. Zamknięciem mostka diodowego jest tyrystor Ty, odpowiednio załączany przez układ sterujący. Napięcie zasilające dla tego układu wytwarzane jest w obwodzie złożonym z diody D8, rezystorów R_{12} i R_{13} , kondensatora C_4 i diody Zenera D7. Anoda D8 połączona jest z drugim biegunem zasilania – takie połączenie powoduje, że niezależnie od stanu włączenia tyrystora na diodzie tej zawsze występują dodatnie połowki sinusoidy napięcia sieci. Połowki ujemne występują natomiast jedynie w momentach włączenia tyrystora – zjawisko to wykorzystano w układzie tworzącym napięcie proporcjonalne do wartości średniej napięcia na obciążeniu.

Układ komparatora wartości średniej napięcia na obciążeniu pracuje na tranzystorze T4. Napięcie o wartości proporcjonalnej do wartości średniej napięcia na obciążeniu tworzone jest przez diodę D5, dzielnik rezys-



Spis elementów

Rezystory

R_1 – 330 k,	R_2 – 620,	R_3 – 100,
R_4 – 1k5,	R_5 – 2 k,	R_6 – 75 k,
R_7 – 9k1,	R_8 – 47 k,	R_9 – 82 k,
R_{10} – 75 k	R_{11} – 2 k	R_{12}, R_{13} – 3 k/2 W

Kondensatory:

C_1 – 68 n/400 V,	C_2 – 680 n,	C_3 – 22 μ F/16 V,
C_4 – 1000 μ F/16 V		

Diody:

D1 – D5, D8 – BYP401–600,
D6 – BAP795,
D7 – BZP683C15,

Tranzystory:

T1, T3 – BC148,
T2, T4 – BC158,

Inne elementy:

B – bezpiecznik 1 A,
Ty – tyrystor KT714 lub inny,
P – potencjometr 47 k/A,
D11, D12 – wg opisu w tekście,
Gn – gniazdko sieciowe

torowy R_9 , R_7 i kondensator uśredniający C_3 . Funkcję komparatora pełni tranzystor T4 – na jego emiter podane jest wspomniane napięcie proporcjonalne do mocy wydzielanej w obciążeniu, natomiast na bazę napięcie stałe z potencjometru P, zadającego konkretną wartość mocy w obciążeniu. Dioda D6 kompensuje spadek napięcia baza-emiter T4, natomiast rezystor R_{11} ustala wymagany zakres regulacji.

Tranzystor T3 wzmacnia sygnał z komparatora, a kondensator C_2 przedłuża impuls sterujący tranzystorem T2 na około dwa pół-okresy napięcia sieci. Jest to konieczne, gdyż układ testujący napięcie na obciążeniu reaguje jedynie na jedną połowę tego napięcia i wysterowanie (lub nie) drugiej połówki może spowodować powstanie dużego błędu sterowania mocą. Odpowiednia stała czasowa R_5 i C_2 oraz R_7 , C_3 zmniejsza to niekorzystne zjawisko do wartości zaniedbywalnej.

Tranzystor T2 generuje impuls wyzwalający tyrystor Ty. Aby jednak moment włączenia przypadł na przejście napięcia sieci przez zero, zastosowano układ blokujący z tranzystorem T1. Jego baza spolaryzowana jest przez rezystory R_1 i R_6 powodując, że jest on załączony, gdy tylko napięcie na anodzie

tyrystora przekracza ok. 2,5 V. A zatem włączenie tyrystora może nastąpić jedynie wtedy, gdy na tyrystorze jest napięcie mniejsze od tej wartości.

Kilka uwag dotyczących zastosowanych elementów. Po pierwsze tyrystor. Zastosowany w modelu typ KT714 (prod. CSRS) ma tę zaletę, że ma mały prąd wyzwalania – dzięki temu ogranicza się moc wydzielana w układzie zasilającym. Można oczywiście zastosować inny typ pod warunkiem, że prąd bramki wymagany od jego załączenia nie przekracza 5 mA. Przy elementach, jak na schemacie, maksymalna moc obciążenia wynosi 250 W – stosując diody D1 – D4 na większy prąd oraz odpowiedni tyrystor można oczywiście sterować większymi mocami. Jeżeli zajdzie konieczność zastosowania tyrystora o większym prądzie bramki, to należy zmniejszyć wartość rezystora R_4 i odpowiednio także rezystorów R_{12} i R_{13} . Rezystory te redukują odpowiednio napięcie sieci i wydziela się na nich dość duża moc – należy im zapewnić odpowiednie chłodzenie. Rezystor R_{11} może wymagać dobrania wartości, gdy nie jest możliwe uzyskanie pełnego wysterowania. Dławiki filtra przeciwzakłócenowego należy wykonać na rdzeniach ferrytowych o średnicy 3–4 mm i długości 10–15 mm. Cewkę nawijamy bezpośrednio na rdzeniu drutem o średnicy 0,5 mm (w izolacji oczywiście). Dane te nie są krytyczne.

Układ należy zamontować w pudełku z tworzywa sztucznego – wymaganie to wynika z faktu, że **elementy regulatora są galwanicznie połączone z siecią**. Szczególną uwagę należy zwrócić na pokrętko potencjometru P – najlepiej zastosować potencjometr z plastikową ośką, zastępczo stosujemy pokrętko z tworzywa (nie metalizowane!). U uruchomienie układu wykonanego ze sprawnych elementów nie powinno nastęczać trudności – pracę kontrolujemy wizualnie za pomocą żarówki.

Opisany regulator nadaje się przede wszystkim do sterowania niewielkimi urządzeniami grzejnymi, np. grzałką do akwarium, lutownicą itp. W przypadku lutownic należy sprawdzić, czy w szereg z grzejnikiem nie jest włączona dioda (np. lutownice miniaturowe 40 W) – jeżeli tak, to dla właściwej pracy regulatora należy ją włączyć do gniazdka tak, jak zaznaczono to na rysunku.

Grzegorz Załot