



Patent dodatkowy  
do patentu \_\_\_\_\_

Zgłoszono: 26.X.1966 (P 117 078)

Pierwszeństwo: \_\_\_\_\_

Opublikowano: 30.IV.1969

Kl. 21 d<sup>3</sup>, 2

MKP H 02 **K1/00**

UKD



Właściciel patentu: Elin-Union Aktiengesellschaft für Elektrische Industrie, Wiedeń (Austria)

## Układ do tłumienia impulsów napięcia wynikających ze zjawiska gromadzenia nośników w tyrystorach

1

Przedmiotem wynalazku jest układ służący do tłumienia impulsów napięcia, wynikających ze zjawiska gromadzenia nośników w tyrystorach i do ochrony tyrystorów przed przepięciami.

Jak wiadomo, prąd anodowy płynący przez tyrystor nie może być przerywany ujemnym napięciem bramkowym za pomocą elektrody sterującej. Przerwanie takiego prądu anodowego jest możliwe tylko wtedy, gdy wartość prądu wynosi zero, a do tyrystora jest przyłożone napięcie przeciwne. Obydwa te warunki, a mianowicie przejście prądu przez zero i napięcie przeciwstawne są spełnione w tyrystorach włączonych do obwodu prądu zmiennego, gdzie po przejściu prądu przez zero i odwróceniu kierunku napięcia następuje samorzutne zgaszenie tyrystora. W przypadku tyrystorów włączonych do obwodów prądu stałego, na przykład w prostownikach, zwłaszcza zasilających obwody z obciążeniem indukcyjnym, muszą być stosowane specjalne układy dla wypełnienia wymienionych warunków gaszenia i do przerywania prądu.

Po przyłożeniu napięcia przeciwnego do tyrystora włączonego w szereg z diodą plynie najpierw krótkotrwale przez tyrystor prąd w kierunku zaporowym, dopóki nie będzie już żadnych nośników ładunków w strefie środkowej tyrystora. Zjawisko w tyrystorze przebiega w sposób następujący. Prąd zaporowy po przejściu przez zero przybiera najpierw wartości ujemne, wzrastają

2

liniowo. Napięcie zaporowe przy tym wciąż maleje osiąga wartość zerową a następnie przyjmuje prawie stałą wartość, na przykład 8 V. Ta wartość napięcia odpowiada napięciu przebicia przykatodowej warstwy zaporowej tyrystora.

Prąd zaporowy następnie maleje liniowo czyli przybiera dalej liniowo wzrastające wartości ujemne, dopóki nie zniknie napięcie na przyanodowej warstwie zaporowej. W ten sposób większa część nośników prądu pochodzących z dodatniego prądu zaporowego znika wskutek rekombinacji albo oddania prądu na obwód zewnętrzny, i prąd zaporowy maleje szybko znowu do bardzo małej wartości, natomiast napięcie zaporowe wzrasta do ujemnego napięcia.

W zależności od wartości parametrów RL obwodu obciążenia i pojemności zaporowej tyrystora proces ten może przebiegać aperiodycznie, albo mogą pojawiać się bardzo duże szczyty przepięcia. Takie szczyty przepięcia wynikające ze zjawiska zatrzymywania nośników mogą doprowadzić do zniszczenia tyrystora.

Ponieważ w tyrystorach dopuszczalny wzrost prądu anodowego  $\left(\frac{di}{dt}\right)$  jest ograniczony, powinno być zapewnione utrzymanie tego prądu granicznego przez zastosowanie diody 2, włączonego w szereg z tyrystorem 1, jak to przedstawiono na rysunku.

Wynalazek dotyczy urządzenia do zapobiegania uszkodzeniom tyrystorów, do których jest przyłączona w szereg indukcyjność, a mianowicie uszkodzeniom spowodowanym wystąpieniem impulsów napięcia w kierunku zaporowym, wynikających ze zjawiska gromadzenia nośników.

W znany sposób tłumienie takiego impulsu przepięcia może być uzyskane za pomocą szeregowego układu RC, przyłączonego równolegle do tyrystora. Taka ochrona jest możliwa pod względem technicznym i ekonomicznym tylko w przypadku tyrystorów, pracujących w zakresie częstotliwości do co najmniej 1 kHz. W przypadku tyrystorów, na przykład w układzie prostowniczym dla częstotliwości ponad 1 kHz, aż do częstotliwości jaka wynika z konstrukcji tyrystora, z uwzględnieniem czasu przewodzenia prądu i rekombinacji, człony szeregowy RC stwarzają dwie niedogodności, po pierwsze moc jaka powinna być zgaszona na oporniku R członu RC jest bardzo duża wobec wielkiej szybkości powtarzania zjawiska zapłonu i gaszenia, a po drugie — ponieważ opór tłumienia powinien być bezindukcyjny, nie może być utrzymana wartość graniczna  $\frac{di}{dt}$  dla małych prądów bezpośrednio po zapłonie.

Niedogodności te usuwa w znacznym stopniu układ według wynalazku.

Na rysunku jest przedstawiony układ tłumienia według wynalazku, zastosowany na przykład w gałęzi prostownika pracującego przy częstotliwości powyżej 1,5 kHz. Podczas włączenia tyrystora 1 impuls napięcia występujący przy procesie gaszenia powoduje naładowanie kondensatora 4 poprzez diodę 3 do najwyższej danej wartości napięcia zaporowego, dopóki to napięcie nie osiągnie wartości napięcia zenerowskiego. Poczynając od tej wartości napięcie na kondensatorze może wzrastać tylko nieznacznie, gdyż dioda zenerowska 5 przewodzi prąd.

Gdy dioda zenerowska jest zaprojektowana tak, że jej napięcie jest większe niż największe, mo-

żliwe w układzie napięcie zaporowe tyrystora i mniejsze niż dopuszczalne napięcie szczytowe tyrystora, wówczas uzyskuje się w pełni skuteczną ochronę tyrystora przed wymienionymi impulsami napięcia. Powinien być przy tym spełniony warunek, żeby obwód tyrystor-dioda-kondensator był dostatecznie bezindukcyjny.

Moc wygaszona w diodzie zenerowskiej jest znacznie mniejsza niż moc jaka powinna być zgaszona w zwykłym układzie (w członie RC) w bifilarnym oporniku omowym, gdyż powinna być zgaszona tylko energia, pochodząca ze zjawiska gromadzenia nośników i zmagazynowana w dławiku, podczas gdy zbocza napięcia użytkowego przyłożonego do tyrystora nie mają żadnego wpływu, gdyż są mniejsze niż napięcie zenerowskie. Dioda zenerowska może być włączona w każdym dowolnym punkcie układu i dlatego można ją łatwo chłodzić. Przewody połączenia z diodą zenerowską mogą być długie, gdyż przez to obwód przełączania nie jest obciążony indukcyjnie. Tyrystor w stanie zapłonu jest obciążony dodatkowo tylko małą pojemnością zaporową diody 3. Bifilarny opornik wielkiej mocy staje się zbyteczny.

#### Zastrzeżenia patentowe

1. Układ do tłumienia impulsów napięcia wynikających ze zjawiska gromadzenia nośników w tyrystorach i do ochrony tyrystorów przed przepięciami, jak również do gaszenia energii, wynikającej ze zjawiska gromadzenia nośników i energii dławika, **znamienny tym**, że równolegle do tyrystora włączony jest obwód, który zawiera włączoną w szereg diodę (3) o kierunku przepuszczania przeciwnym niż kierunek przepuszczania tyrystora i który składa się z połączonych równolegle kondensatora (4) i diody zenerowskiej (5).
2. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zamiast diody zenerowskiej jest włączony opór nieliniowy.

