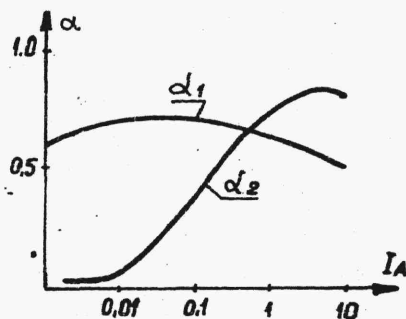


tu, że współczynniki  $\alpha_1$  i  $\alpha_2$  są funkcjami prądu anodowego (rys.6.14). Jednoczesna analiza rys.6.14 i wzoru 6.3 pozwala na wyjaśnienie kilku możliwych mechanizmów załączenia tyrystora, a mianowicie załączenia bramkowego, napięciowego i temperaturowego.

Gdy prąd bramki będzie miał dostatecznie dużą wartość, to wówczas zgodnie z wzorem (6.3) prąd anodowy osiągnie również wystarczająco dużą wartość, przy której (patrz wykresy na rys.6.14)  $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$ . Po przejściu w stan przewodzenia, sygnał bramkowy nie jest potrzebny do utrzymania tyrystora w tym stanie. Przewodzi on bowiem aż do momentu, gdy prąd płynący przez tyrystor zmaleje poniżej wartości nazywanej prądem podtrzymania. Napięcie na tyrystorze w stanie przewodzenia spada do bardzo małej wartości (ok. 1 V) i w niewielkim stopniu zależy od prądu płynącego przez tyrystor.

Załączenie napięciowe przy braku sygnału bramkowego ( $I_B = 0$ ) ma miejsce wówczas, gdy wartość napięcia anodowego będzie na tyle duża, że prąd upływu ( $I_{CO1} + I_{CO2}$ ), wzrastający wraz z napięciem anodowym, osiągnie wartość, przy której prąd anodowy spowoduje spełnienie warunku  $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$ .

Prąd upływu wzrasta wykładniczo wraz z temperaturą, tak, że przy dostatecznie wysokiej temperaturze może wystąpić załączenie tyrystora przy braku sygnału bramkowego i napięciu anodowym niższym od napięcia załączenia wymienionego powyżej.



Rys.6.14. Zależność  $\alpha = f(I_A)$

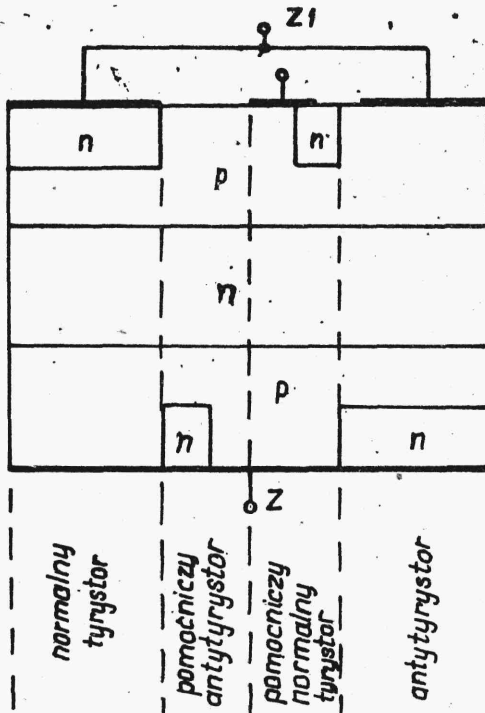
### 6.3. Zasada działania symistora

Opisany w poprzednim punkcie tyrystor działa jedynie przy określonej polaryzacji napięcia zasilającego<sup>x)</sup> oraz sygnału

<sup>x)</sup> W związku z tym jest nazywany również diodą sterowaną

bramkowego. Inną odmianą przyrządu półprzewodnikowego jest tyrystor dwustronny, nazywany symistorem, który może przewodzić prąd przy obu biegunowościach napięcia i jest wyposażony w jedną bramkę sterującą<sup>x)</sup>.

Przykładowy schemat struktury tyrystora dwustronnego przedstawiono na rys.6.15. Dla ułatwienia analizy pracy symistora wygodnie jest całą strukturę podzielić na cztery równoległe struktury p - n - p - n bądź n - p - n - p, nazywając je kolejno: normalny tyrystor i antytyrystor (struktury zewnętrzne) oraz pomocniczy



Rys.6.15. Struktura symistora

tyrystor oraz pomocniczy antytyrystor (struktury wewnętrzne na rys.6.15).

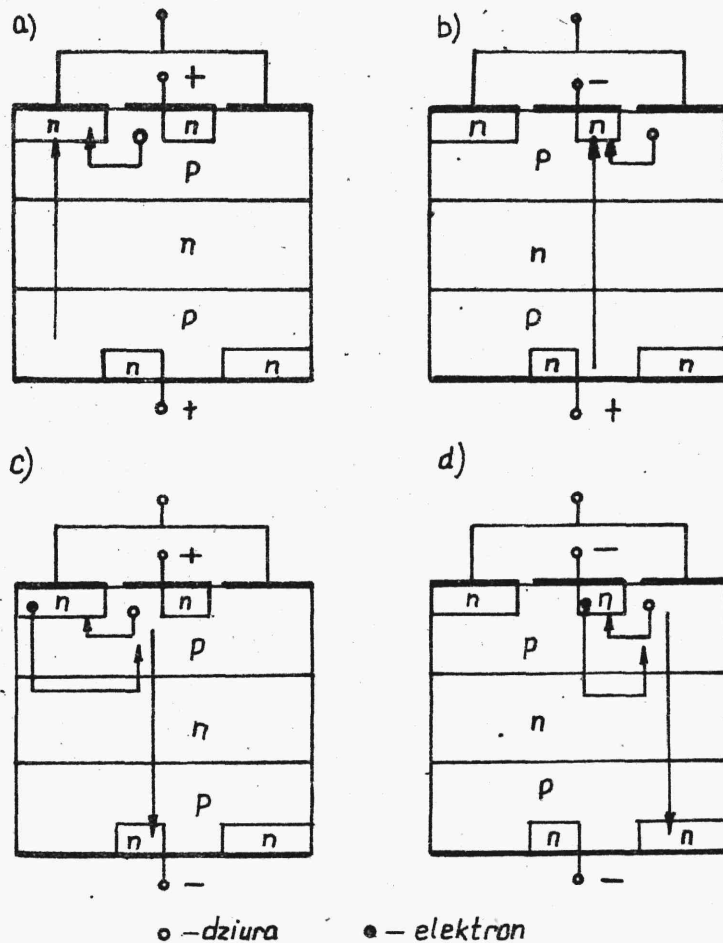
Działanie symistora prześledzimy kolejno dla wszystkich czterech możliwych przypadków pracy, tj. przy różnych biegunowościach napięcia zasilania oraz przy różnej biegunowości sygnału bramkowego.

W przypadku jak na rys. 6.16a, po doprowadzeniu dodatniego sygnału bramkowego, przejście od stanu blokowania do stanu przewodzenia nastąpi w normalnym tyrystorze (struktura zewnętrzna lewa na rys. 6.15), przy czym mechanizm przejścia jest taki sam, jak opisano w punkcie 6.2.

Jeśli sygnał bramkowy ma znak ujemny (rys.6.16b), to wówczas przewodzenie zaczyna się od tyrystora pomocniczego (warstwa wewnętrzna lewa na rys.6.15). Ujemna polaryzacja bramki wywoła przepływ dziur ze struktury p (połączonej z katodą)

x) Angielska nazwa tyrystora dwustronnego - TRIAC.

do struktury  $n$  połączonej z elektrodą bramki i będącej emit-  
terem elektronów (rys.6.16b). Pomocniczy tyrystor uzyska na  
tej drodze sygnał, który spowoduje jego przejście do stanu  
przewodzenia. W tyrystorze pomocniczym katodą jest elektroda  
bramki, a bramką tyrystora pomocniczego jest elektroda będąca  
katodą tyrystora. Ujemny sygnał bramkowy w stosunku do kato-  
dy tyrystora oznacza więc dodatni sygnał bramkowy dla tiry-  
stora pomocniczego, przy czym dalszy mechanizm jego przejścia  
do stanu przewodzenia jest taki, jak opisano w punkcie 6.2.



Rys.6.16. Działanie symistora przy różnych bie-  
gunowościach napięcia zasilania oraz sygnału  
bramkowego

Przepływ prądu w tyrystorze pomocniczym spowoduje zmniejszenie oporu elektrycznego złącza spolaryzowanego zaporowo tyrystora normalnego i przejście do stanu przewodzenia całego tyrystora.

W przypadku jak na rysunku 6.16c, przejście do stanu przewodzenia przy dodatnim sygnale bramkowym rozpoczyna się od zadziałania antytyrystora pomocniczego. Dodatni sygnał bramkowy wywoła przepływ dziur do górnej struktury  $n$  tyrystora normalnego, będącej emiternem elektronów. Strumień elektronów wychodzący z ww. struktury  $n$  jako odpowiedź na wpływające do niej dziury, częściowo zrekombinuje w najbliższej strukturze, a częściowo przejdzie do środkowej struktury  $n$  (będącej kolektorem umownego tranzystora  $n - p - n$ ). Dodatnia polaryzacja bramki powoduje powrót tych elektronów do warstwy  $p$ , co stanowi odpowiednik ujemnego sygnału bramkowego doprowadzonego do struktury  $p$  pomocniczego antytyrystora, powodując jego przejście w stan przewodzenia, a następnie załączenie całego tyrystora.

W ostatnim przypadku (rys.6.16d), ujemny sygnał bramkowy wywołuje przepływ dziur ze struktury  $p$  do struktury  $n$  połączonej z bramką i będącej emiternem elektronów. Elektrony wychodząc ze struktury  $n$  w sposób analogiczny jak opisano powyżej, powodują załączenie antytyrystora.

#### 6.4. Parametry znamionowe tyrystorów <sup>x)</sup>

Jak już wspomniano poprzednio, tyrystor może znajdować się w trzech stanach pracy, tj. w stanie zaworowym, blokowania i przewodzenia. Przykładowe przebiegi czasowe prądu i napięcia z oznaczeniem poszczególnych stanów pracy przedstawiono na rys.6.17.

---

<sup>x)</sup> Znaczna część tych parametrów (wyjawszy stan blokowania i obwód bramki) dotyczy również diod.