

# Elektronika

## wykład 2

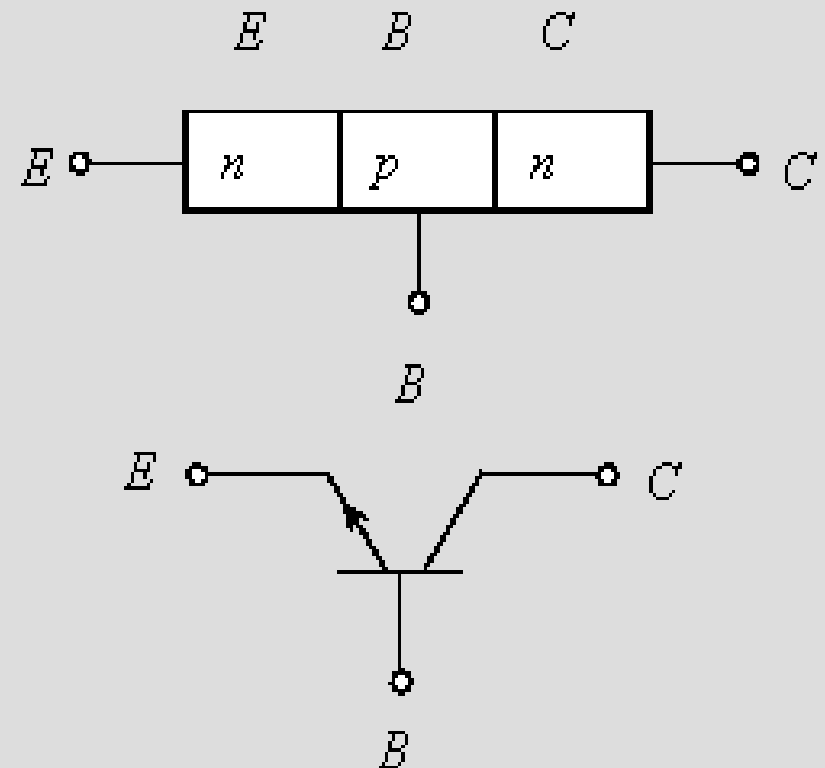
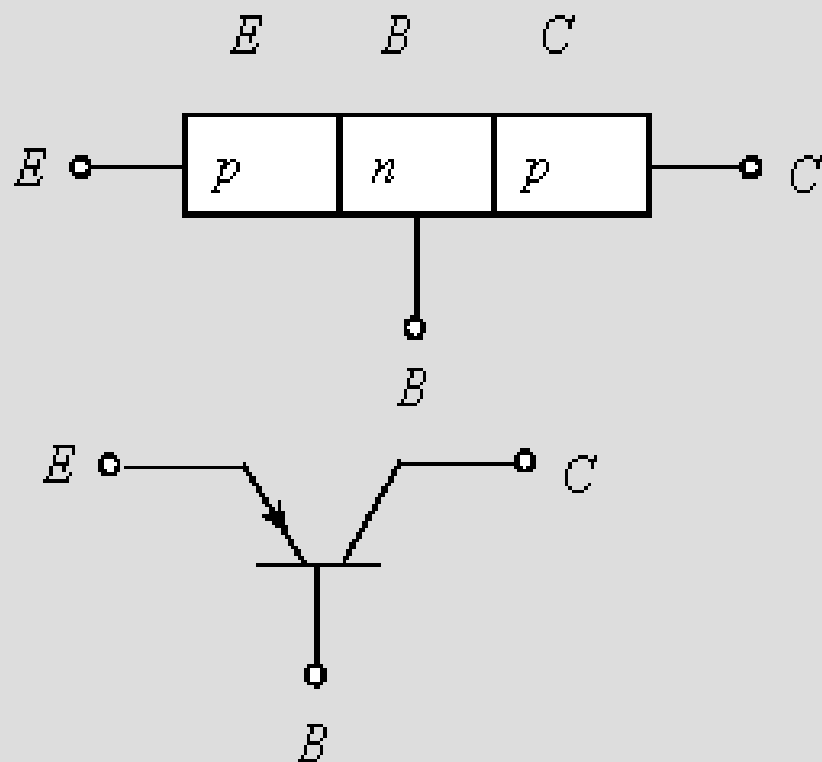
# Plan wykładu

- tranzystor bipolarny
- przyrządy przełącznikowe (tyrystory, triaki, dynistory, diaki)

# Tranzystor bipolarny

# Tranzystor bipolarny

Tranzystor bipolarny zwany też warstwowym, stanowi kombinację dwóch półprzewodnikowych złączy p-n, utworzonych w jednej płytce półprzewodnika



# Tranzystor bipolarny

Podział:

- npn
- pnp

Mogą mieć:

- jednorodną bazę (dyfuzyjny)
- niejednorodną bazę (dryfytowy)

Zasada działania tranzystora n-p-n i p-n-p jest jednakowa, różnice występują tylko w polaryzacji zewnętrznych źródeł napięcia i kierunku przepływu prądów.

# Tranzystor bipolarny

Zaciski/Złącza:

E – emiter

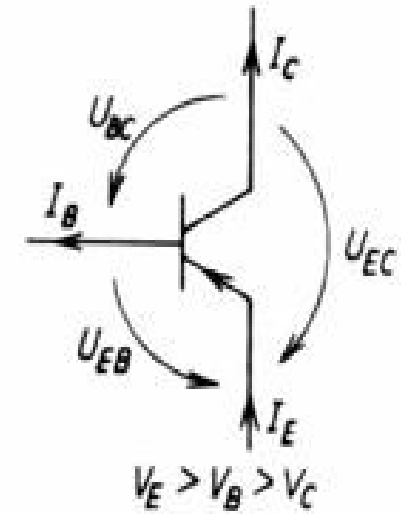
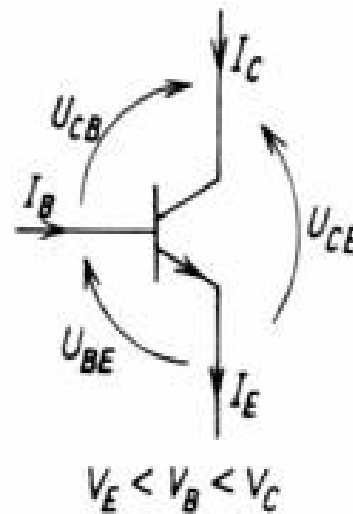
B – baza

C – kolektor

- złącze emiterowe  
(złącze emiter-baza)

- złącze kolektorowe  
(złącze baza-kolektor)

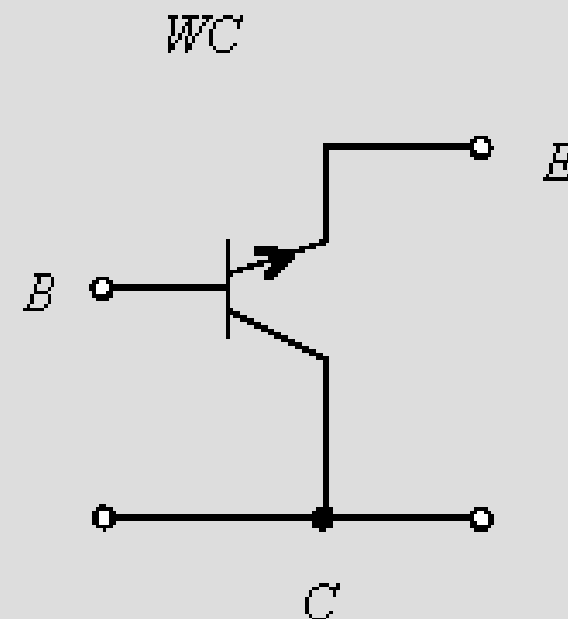
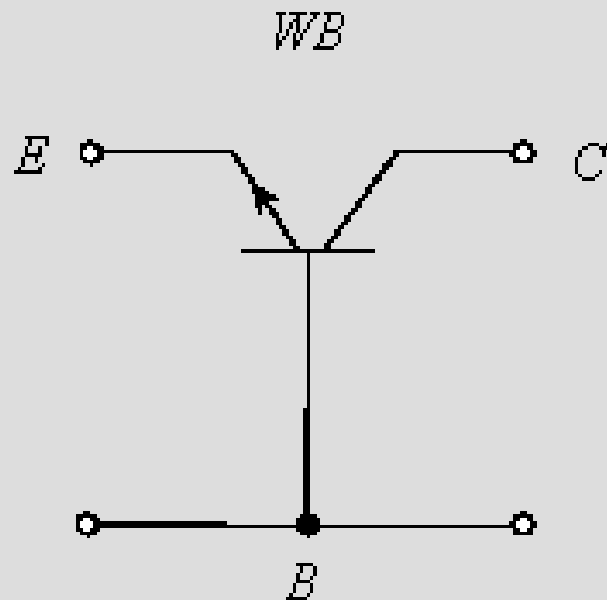
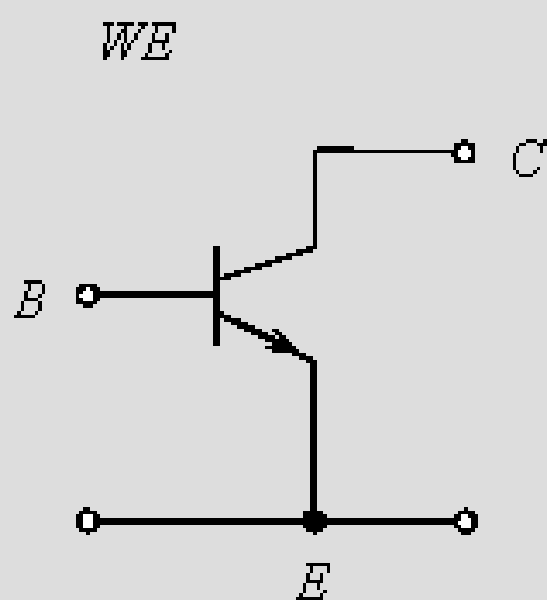
## Polaryzacja tranzystora



# Tranzystor bipolarny

## Układy pracy

- układ ze wspólnym emiterem OE (WE)
- układ ze wspólną bazą OB (WB)
- układ za wspólnym kolektorem OC (WC)



# Tranzystor bipolarny

Układy pracy

Tranzystor pracujący w układzie OE charakteryzuje się:

- dużym wzmocnieniem prądowym
- dużym wzmocnieniem napięciowym
- dużym wzmocnieniem mocy

$$\beta = \frac{I_C}{I_B}$$

- napięcie wyjściowe jest odwrócone w fazie o  $180^\circ$  w stosunku do napięcia wejściowego
- rezystancja wejściowa jest rzędu kilkuset  $\Omega$  a wyjściowa wynosi kilkadziesiąt  $k\Omega$ .



# Tranzystor bipolarny

Układy pracy

Tranzystor pracujący w układzie OB charakteryzuje się:

- małą rezystancją wejściową
- bardzo dużą rezystancją wyjściową
- wzmacnienie prądowe blisko jedności

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E}$$

- tranzystor w tym układzie pracuje przy bardzo dużych częstotliwościach granicznych

# Tranzystor bipolarny

Układy pracy

Tranzystor pracujący w układzie OC charakteryzuje się:

- dużą rezystancją wejściową – co ma istotne znaczenie we wzmacniaczach małej częstotliwości
- wzmocnieniem napięciowym równym jedności
- dużym wzmocnieniem prądowym

$$\beta + 1 = \frac{I_E}{I_B}$$

# Tranzystor bipolarny

## Charakterystyki statyczne

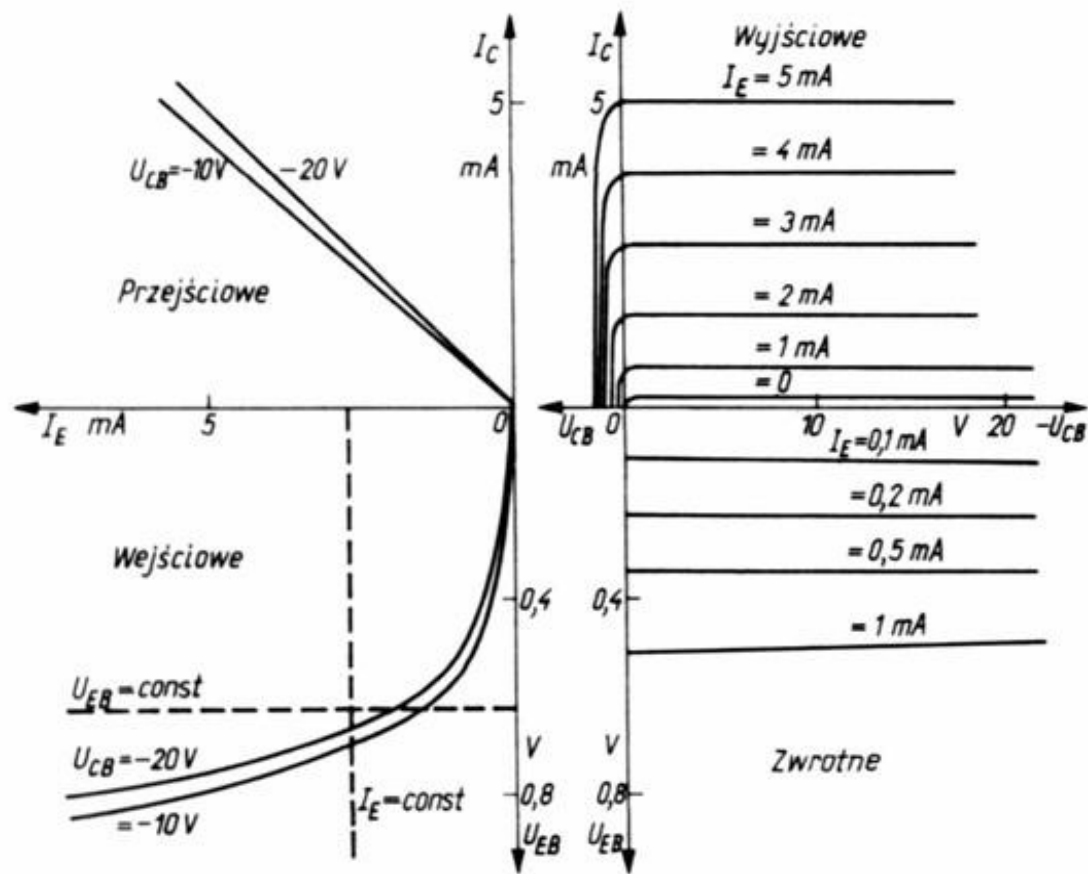
Rozróżniamy cztery rodziny charakterystyk statycznych:

- wejściowa ( $U_1 = f(I_1)$ , przy  $U_2 = \text{const}$ )
- przejściowa ( $I_2 = f(I_1)$ , przy  $U_2 = \text{const}$ )
- wyjściowa ( $I_2 = f(U_2)$ , przy  $I_1 = \text{const}$ )
- zwrotna ( $U_1 = f(U_2)$ , przy  $I_1 = \text{const}$ )

Znając dwie charakterystyki (wejściową i wyjściową) możemy wyznaczyć dwie pozostałe.

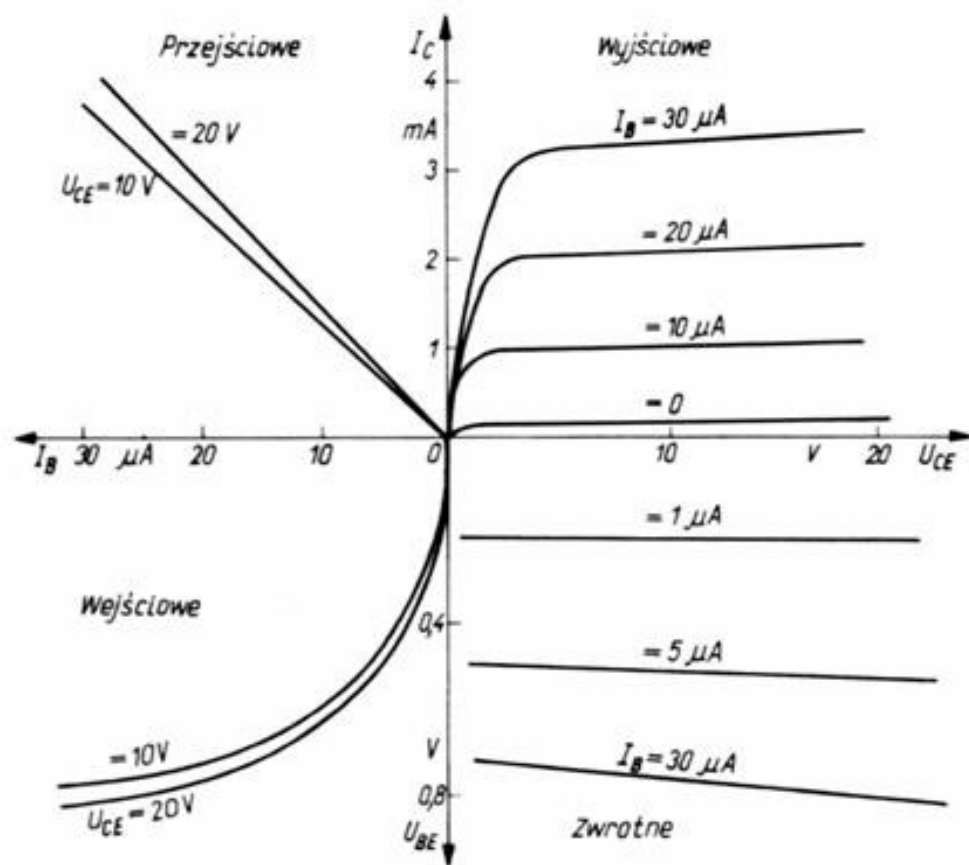
# Tranzystor bipolarny

Charakterystyki statyczne (pnp) - układ OB



# Tranzystor bipolarny

Charakterystyki statyczne (pnp) - układ OE



# Tranzystor bipolarny

## Najważniejsze parametry

### Parametry tranzystorów

- **Parametry statyczne** (rezystancja rozproszenia bazy, współczynnik wzmocnienia prądowego, prądy zerowe) - określają zależności między prądami i napięciami stałymi doprowadzanymi do tranzystora oraz umożliwiają określenie punktu pracy tranzystora.
- **Parametry graniczne** - określają dopuszczalne wartości: napięć, prądów, temperatury i mocy, które mogą wystąpić w tranzystorze, a ich przekroczenie spowoduje uszkodzenie lub zniszczenie tranzystora.

# Tranzystor bipolarny

## Najważniejsze parametry

- **Parametry charakterystyczne** - typowe wartości określające tranzystor – prądy, napięcia, współczynnik wzmocnienia prądowego, rezystancja bazy, pojemności złączowe, pulsacja graniczna
- **Parametry maksymalne** - największe wartości prądów lub napięć (w przypadku przekroczenia określonej wartości gwałtownie pogarszają się pozostałe parametry tranzystora, ale nie następuje jego uszkodzenie)
- **Parametry dynamiczne** (czasy włączenia i wyłączenia tranzystora) - określają właściwości tranzystora w wybranym punkcie pracy, gdy zostanie on wysterowany przemiennym napięciem lub prądem

# Tranzystor bipolarny

## Najważniejsze parametry

### Najważniejsze podawane parametry

- wzmacnienie prądowe w układzie OE przy określonym prądzie kolektora i napięciu kolektor-emiter
- napięcie nasycenia przy określonym prądzie bazy i kolektora;
- prąd zerowy przy określonym napięciu kolektor-baza lub kolektor-emiter
- częstotliwość graniczna
- pojemność złącza kolektorowego
- czas wyłączenia
- stała czasowa związana z rezystancją rozproszoną bazy
- maksymalna moc wydzielana



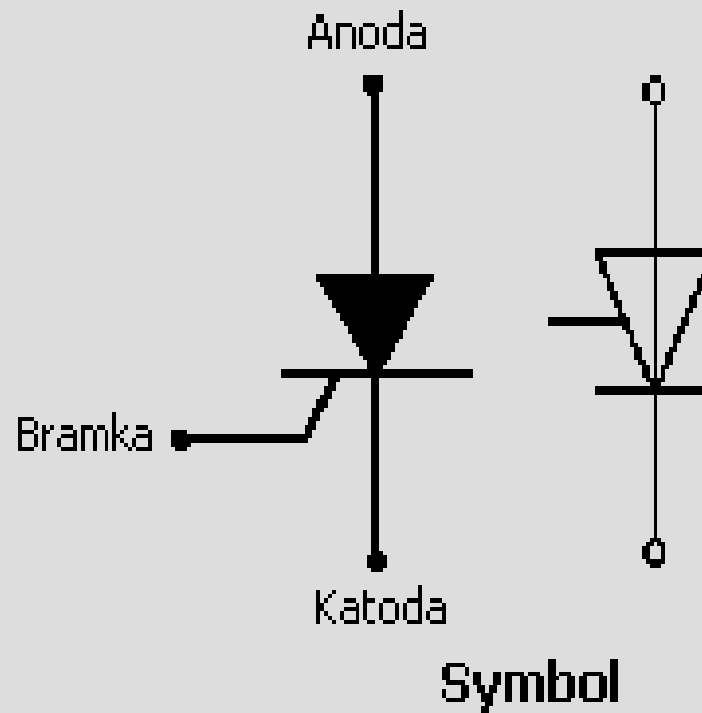
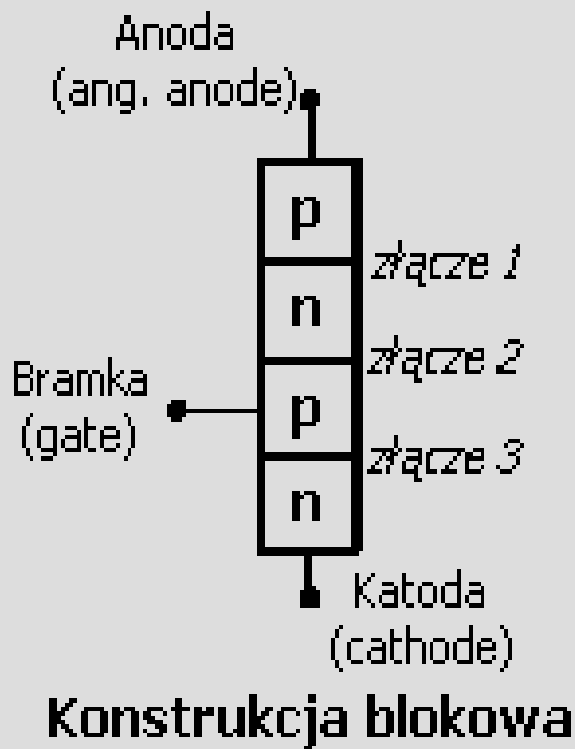
# Elementy przełączalne

- Tyrystor
- Dynistor
- Triak
- Diak

# Elementy przełączalne

## Tyristor

- Składa się z 4-ch warstw pnpn



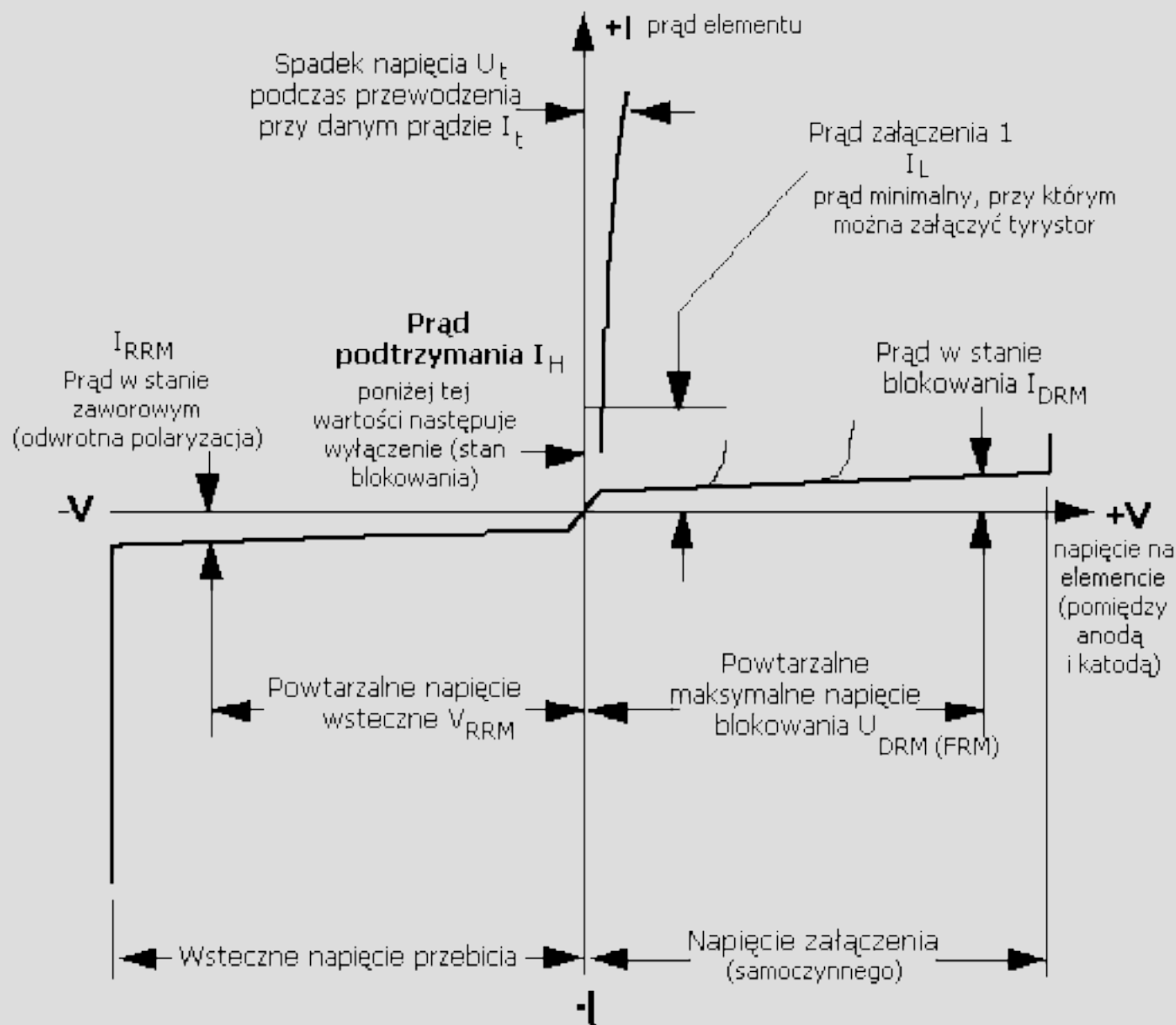
# Elementy przełączalne

## Tyristor

- przewodzi w kierunku od anody do katody
- jeżeli anoda jest na dodatnim potencjale względem katody, to złącza skrajne typu p-n są spolaryzowane w kierunku przewodzenia, a złącze środkowe n-p w kierunku zaporowym
- dopóki do bramki nie doprowadzi się napięcia, dopóty tyristor praktycznie nie przewodzi prądu
- doprowadzenie do bramki dodatniego napięcia względem katody spowoduje przepływ prądu bramkowego i właściwości zaporowe środkowego złącza zanikają w ciągu kilku mikrosekund

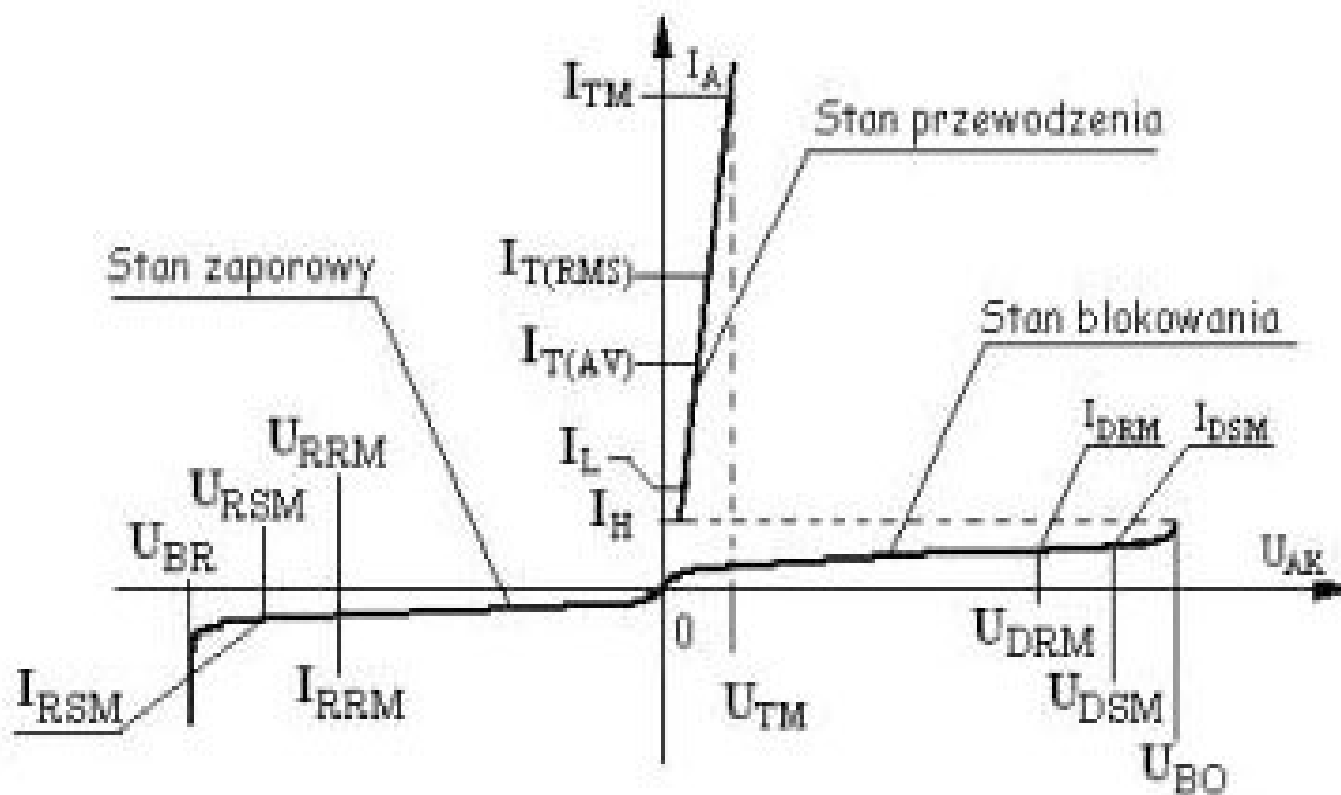
# Elementy przełączalne

## Tyristor



# Elementy przełączalne

Tyristor



rys. Charakterystyka główna tyrystora  $I_A = f(U_{AK})$

# Elementy przełączalne

Tyristor

## *Zalety*

- małe rozmiary
- niewielka masa
- duża odporność na wstrząsy i narażenia środowiskowe i możliwość pracy w temp.  $-65^{\circ}\text{C}$  do  $+125^{\circ}\text{C}$
- mały spadek napięcia na elemencie przewodzącym rzędu 0,6 – 1,6 V
- krótki czas przejścia ze stanu zaporowego w stan przewodzenia i na odwrót

## *Wady*

- jednokierunkowe przewodzenie
- "wygasanie" tyristora po zaniku prądu przewodzenia, wymagające ponownego "zapłonu" prądem bramki

# Elementy przełączalne

Tyristor

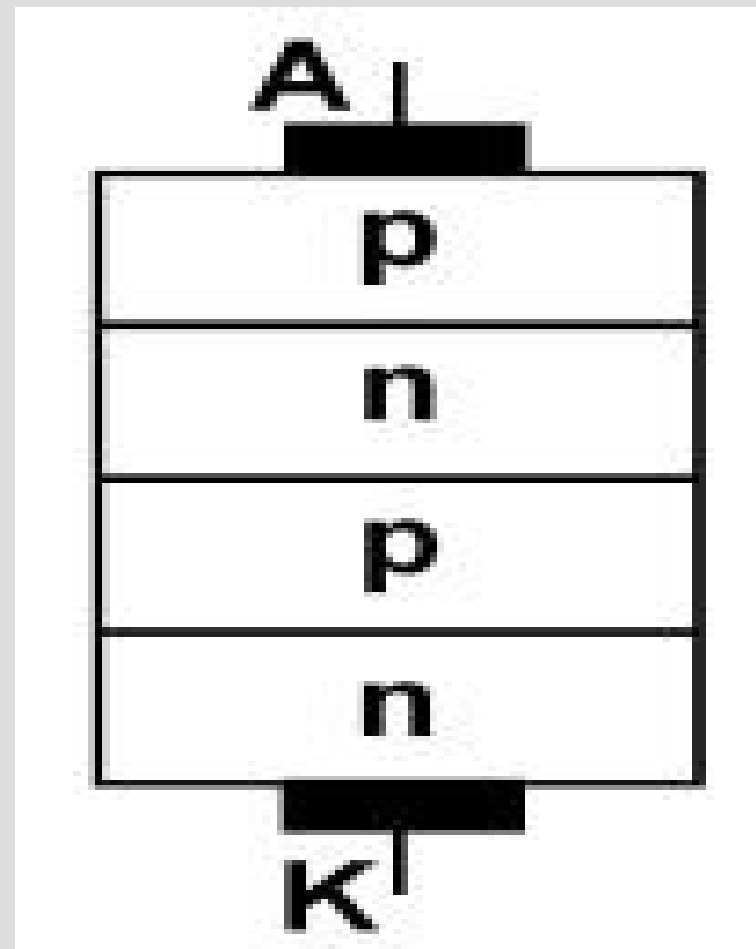
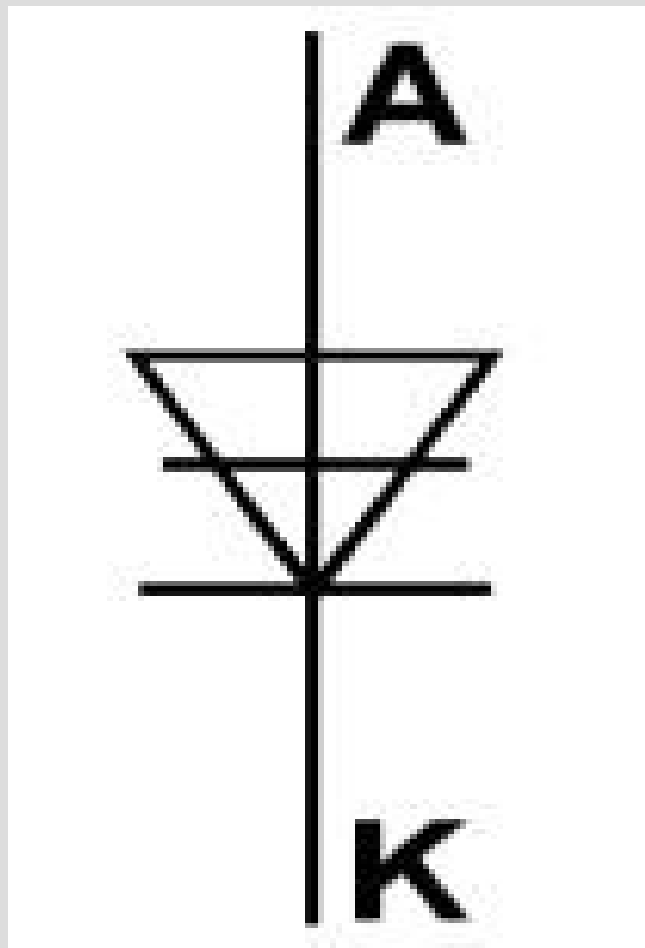
## *Zastosowanie:*

- jako sterowniki prądu stałego w stabilizatorach napięcia stałego i w automatyce silników prądu stałego
- jako sterowniki prądu przemiennego – w automatyce silników indukcyjnych i w technice oświetleniowej
- jako łączniki i przerywacze prądu stałego i przemiennego – w automatyce napędu elektrycznego, układach stabilizacji napięcia i w technice zabezpieczeń
- jako przemienniki częstotliwości – w automatyce silników indukcyjnych, technice ultradźwięków oraz jako układy impulsowe – w generatorach odchylenia strumienia elektronowego w kineskopach telewizorów kolorowych, w urządzeniach zapłonowych silników spalinowych

# Elementy przełączalne

Dynistor

Symbol – taki sam jak dla diody półprzewodnikowej

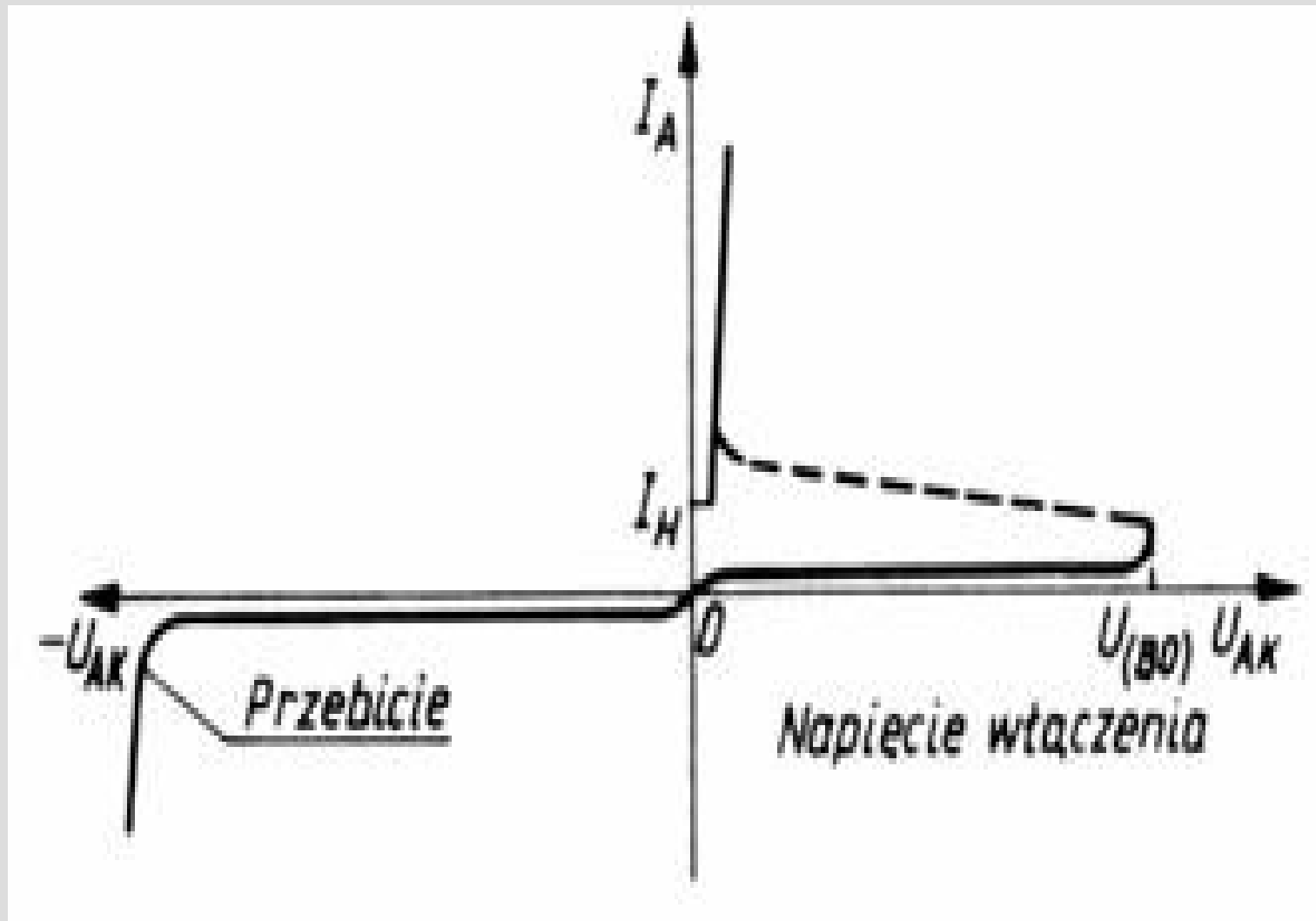




# Elementy przełączalne

Dynistor

Charakterystyka



# Elementy przełączalne

Dynistor

Zasada działania:

- taka sama jak tyrystora, ale bez bramki sterującej
- by przejść w stan przewodzenia, musi zostać przekroczone napięcie przełączania  $U_{BO}$
- powrót do stanu blokowania może nastąpić:
  - \* dzięki zmniejszeniu poniżej wartości prądu podtrzymywania natężenia prądu anodowego
  - \* dzięki zmianie polaryzacji napięcia anodowego na ujemną z dodatniej
  - \* poprzez odpowiednie dołączenie do katody napięcia, którego potencjał jest wyższy od potencjału anody

# Elementy przełączalne

Dynistor

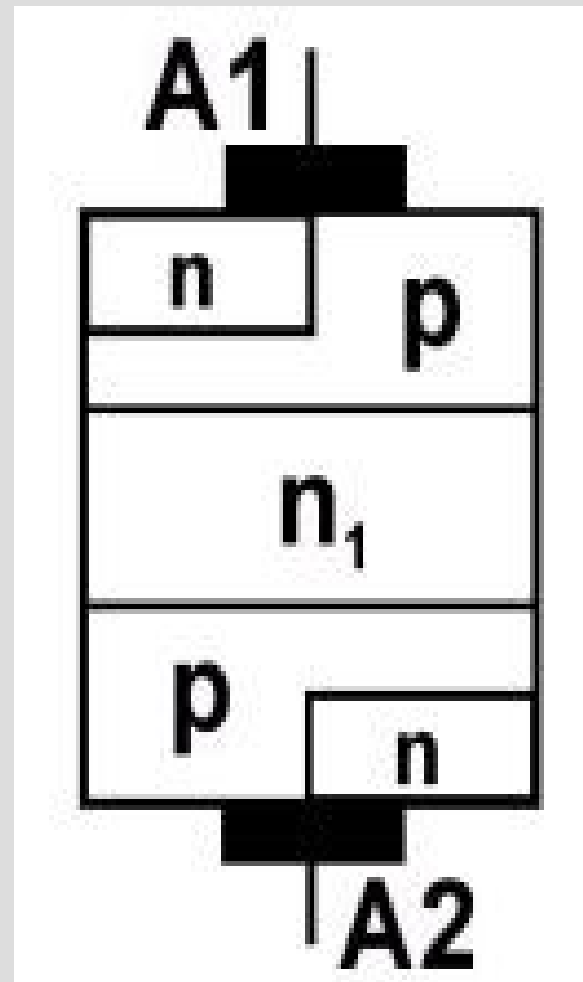
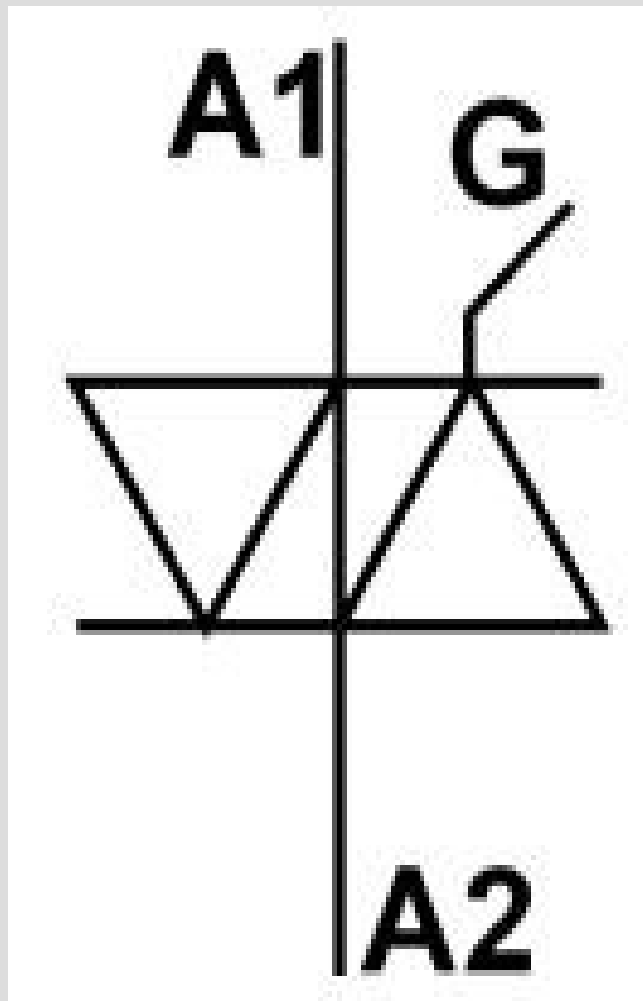
Zastosowanie:

- w przerzutnikach
- w multiwibratorach
- w generatorach relaksacyjnych w celu wyzwolenia tyrystorów
- w dzielnikach częstotliwości
- w układach automatyki przekaźnikowej

# Elementy przełączalne

Triak

Symbol



# Elementy przełączalne

## Triak

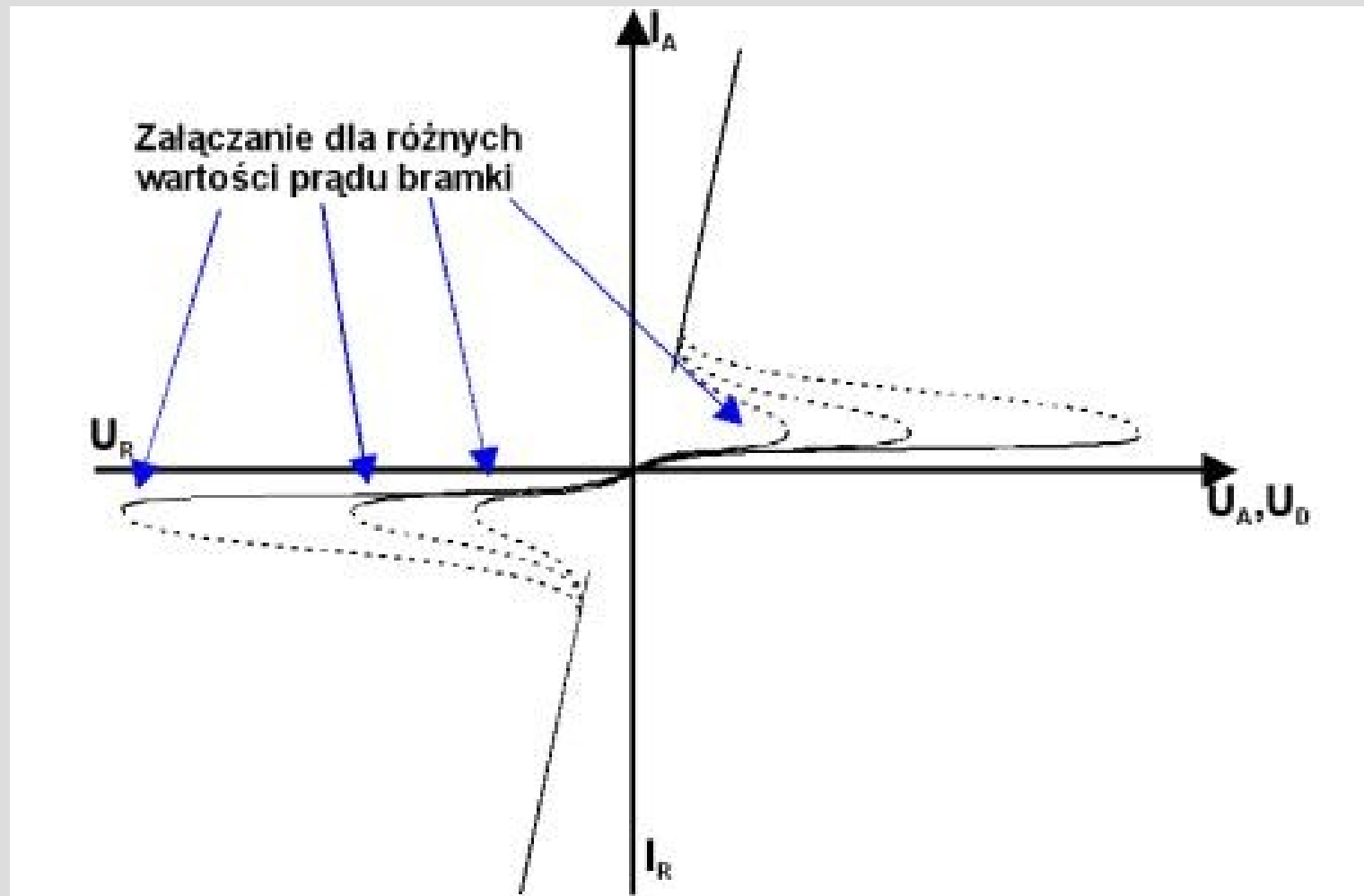
Cechy:

- dwukierunkowy tyrystor, który włączany jest sygnałem bramkowym cechującym się zmienną polaryzacją oraz przewodzeniem prądu w obu kierunkach
- może on zastąpić dwa zwykłe tyrystory, które połączylibyśmy w przeciwległym układzie
- Jeżeli  $I_b = 0$ , to triak natychmiast blokuje dla dowolnej biegunowości napięcie, pod warunkiem nieprzekroczenia wartości napięcia przełączenia  $U_{BO}$

# Elementy przełączalne

Triak

## Charakterystyka



# Elementy przełączalne

Triak

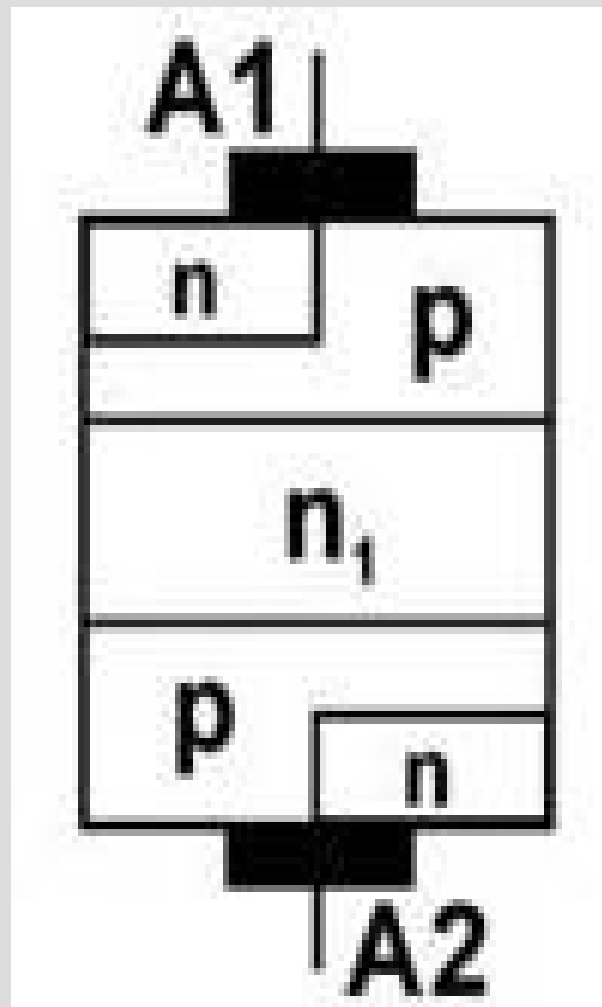
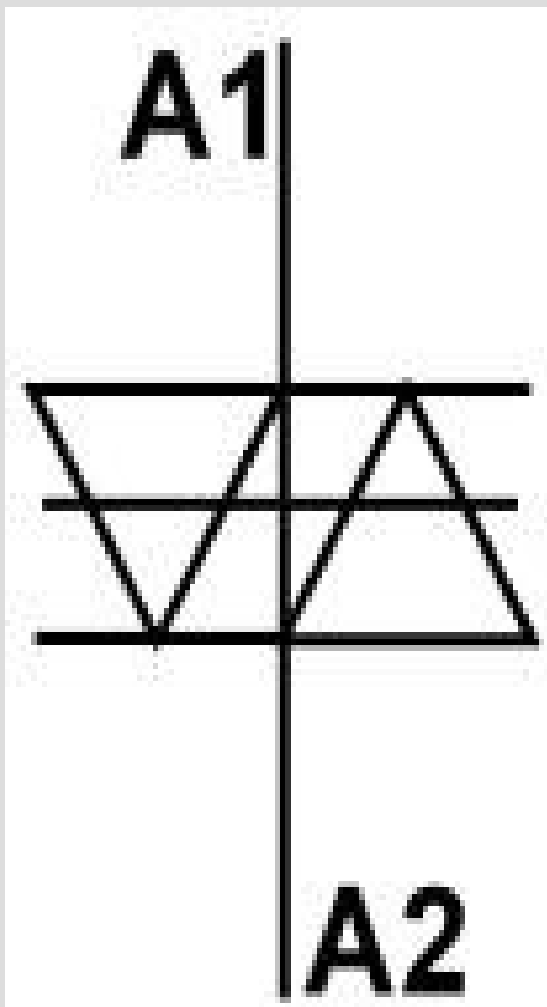
Zastosowanie:

- w urządzeniach wyposażonych w regulację fazy
- jako bezstykowe, tanie łączniki mocy
- ma bardziej skomplikowaną budowę niż inne elementy, stąd jest mniej chętnie stosowany

# Elementy przełączalne

Diak

Symbol





# Elementy przełączalne

Diak

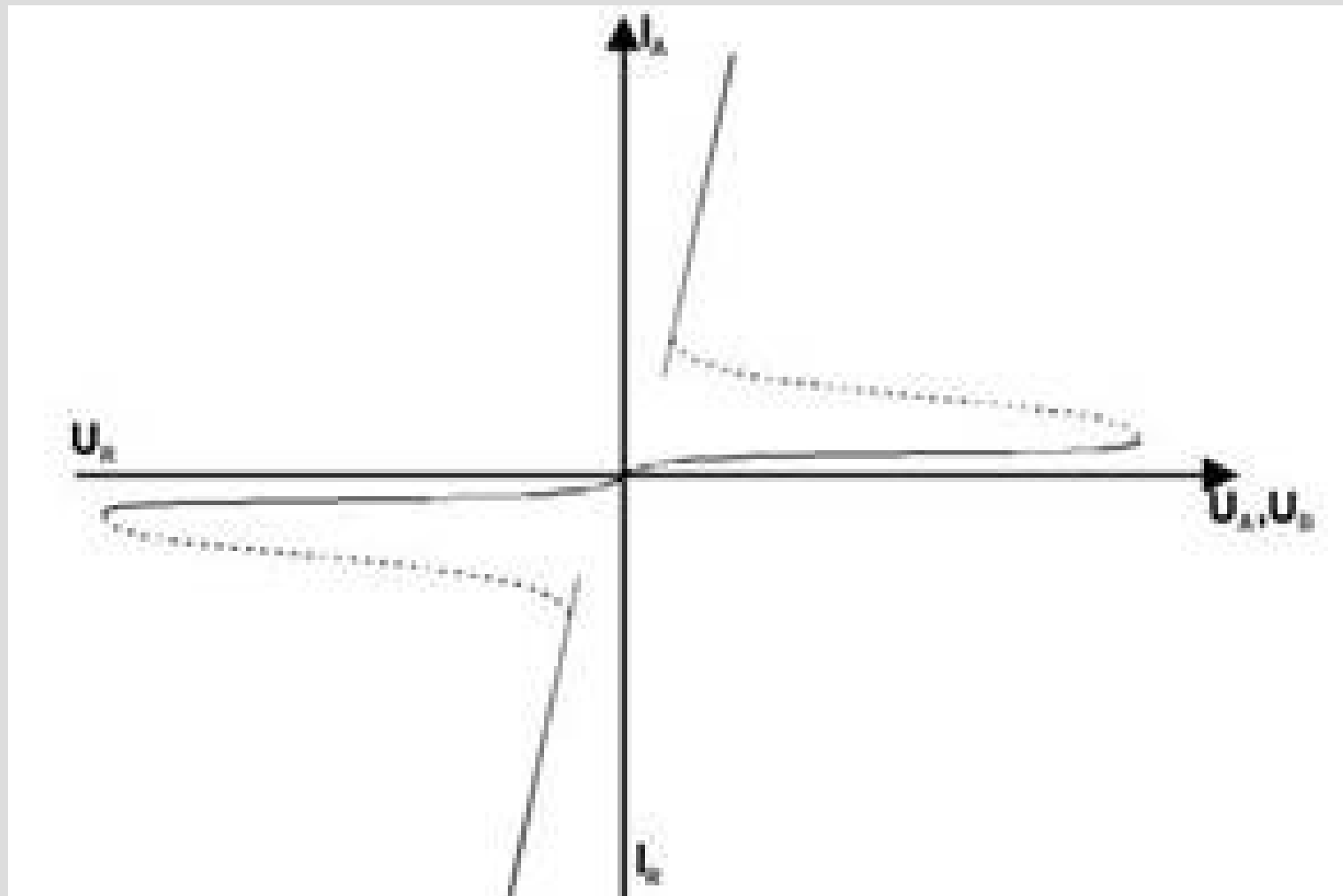
Cechy:

- budowa przypomina przeciwległe połączenie dwóch dynistorów
- charakterystyka prądowo - napięciowa wykazuje pełną symetrię w każdym kierunku przepływu prądu
- zasada działania jest taka sama jak zasada działania triaka lecz diak nie ma bramki sterującej

# Elementy przełączalne

Diak

Charakterystyka



# Elementy przełączalne

Podsumowanie

	<b>Jednokierunkowe</b>	<b>Dwukierunkowe</b>
<b>Z bramką</b>	<b>Tyrystor</b>	<b>Triak</b>
<b>Bez bramki</b>	<b>Dynistor</b>	<b>Diak</b>

Dziękuję za uwagę