

Temat: Badanie półprzewodnikowych elementów sterowanych.

Wprowadzenie

Elektroniczne elementy sterowane to wielowarstwowe, o co najmniej trzech złączach (cztery warstwy) przyrządy półprzewodnikowe, które są przeznaczone do pracy, charakteryzujące się dwoma stanami stabilnymi :

- przewodzenia (włączenia),
- nieprzewodzenia (wyłączenia).

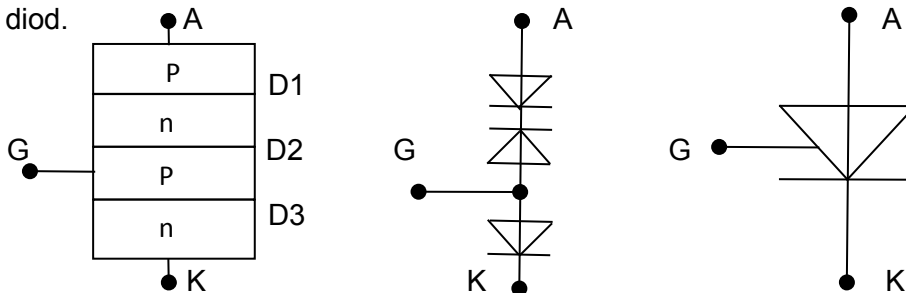
Przechodzące szybko z jednego stanu do drugiego są zakwalifikowane do rodziny tyrystorów. Przy klasyfikacji tyrystorów jako wyróżniające cechy przyjmuje się zazwyczaj liczbę końcówek oraz przebieg charakterystyki prądowo – napięciowej. Podział tyrystorów ze względu na liczbę końcówek:

- diodowe (2 końcówki),
- triodowe (3 końcówki).

Podział tyrystorów ze względu na kierunek działania :

- jednokierunkowe - mają różne właściwości przy polaryzacji w kierunku przewodzenia i przy polaryzacji w kierunku zaporowym.
- dwukierunkowe - mają takie same właściwości przy polaryzacji w kierunku przewodzenia i w kierunku zaporowym .

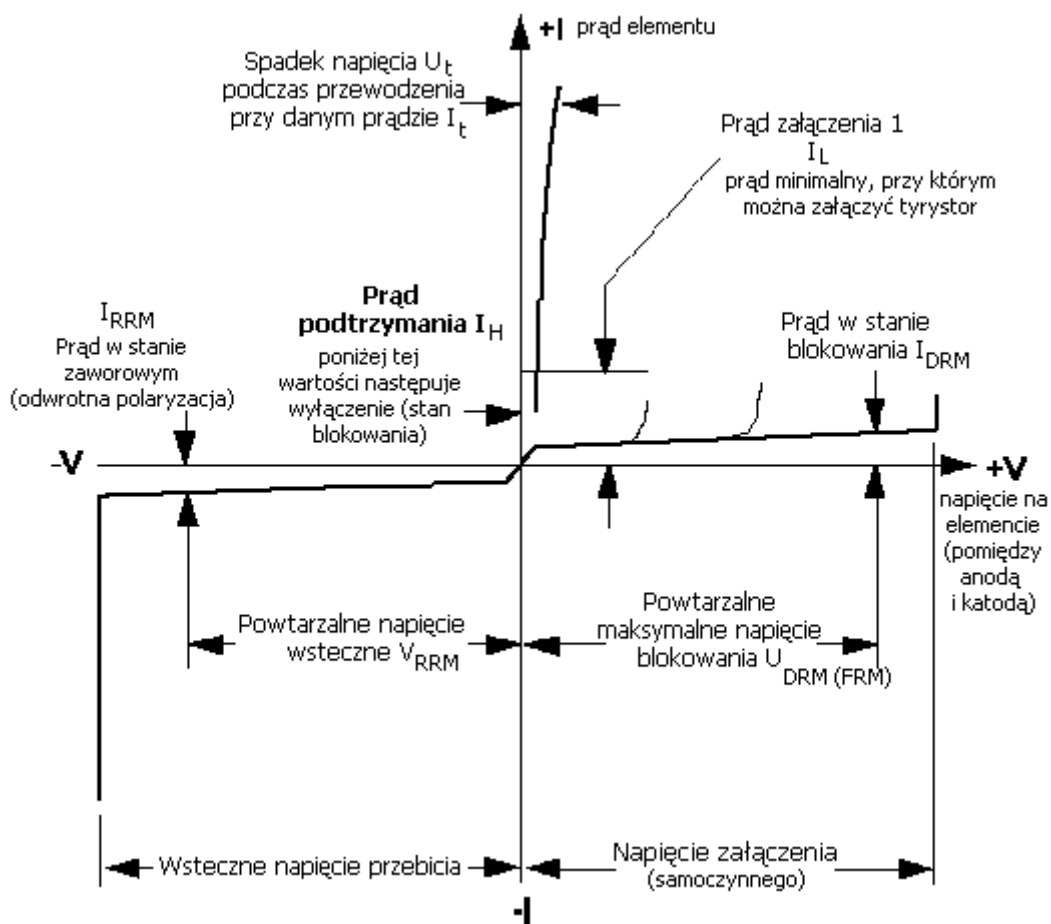
Największe znaczenie praktyczne ma tyrystor triodowy nazywany po prostu tyrystorem. Tyrystor triodowy można rozpatrywać jako szeregowe i przeciwsołbne połączenie trzech diod.



A – anoda – skrajna silnie domieszkowana warstwa „p”,

K – katoda – skrajna silnie domieszkowana warstwa „n”,

G – bramka – jest dołączona do warstwy „p” znajdującej się najbliżej katody.



Charakterystyka prądowo – napięciowa tyrystora :

U_A – napięcie anodowe

I_A – prąd tyrystora

I_G – prąd bramki

U_{B0} – napięcie przeskoku

I_H – prąd podtrzymania

I – zakres blokowania tyrystora

II – zakres przewodzenia tyrystora

III – zakres zaporowy , wyłączenia , nieprzewodzenia tyrystora

I_R – prąd wsteczny

U_R – napięcie wsteczne

Przy doprowadzeniu do anody napięcia ujemnego t.j. przy polaryzacji tyrystora w kierunku nieprzewodzenia III (diody D1 i D3 spolaryzowane są zaporowo, dioda D2 w kierunku przewodzenia) przez tyrystor płynie bardzo mały prąd wsteczny, rezystancja tyrystora jest w tym obszarze bardzo duża [$M\Omega$]. Przy przekroczeniu tzw. zwrotnego napięcia przebicia (przebicie lawinowe diody D1 i D3) następuje gwałtowny wzrost tego prądu.

Przy doprowadzeniu do anody napięcia dodatniego t.j. przy polaryzacji w kierunku przewodzenia (diody D1 i D3 spolaryzowane są w kierunku przewodzenia , dioda D2 w kierunku zaporowym) możliwe są dwa stany :

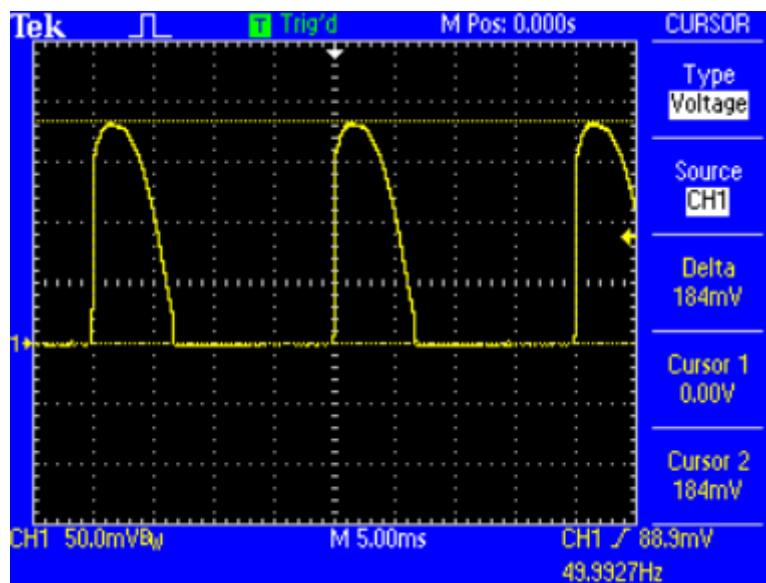
- stan wyłączenia (blokowania) I (duża rezystancja)

- stan włączenia (przewodzenia) II , w którym rezystancja tyrystora jest bardzo mała. Przejście ze stanu blokowania do stanu przewodzenia wymaga przekroczenia tzw. napięcia przeskoku (w diodzie D2 musi nastąpić przebiec lawinowe). Przy odpowiednio dużej wartości napięcia anodowego oznaczonego U_{B0} następuje zapłon tyrystora, rezystancja tyrystora gwałtownie maleje , przez tyrystor płynie duży prąd, który jest ograniczony rezystancją obwodu katoda-anoda, spadek napięcia na przewodzącym tyrystorze jest równy sumie napięć na trzech spolaryzowanych złączach i wynosi ok. (1/2) V .

Inną przyczyną przełączenia tyrystora jest doprowadzenie dodatniego sygnału elektrycznego do bramki tyrystora. Napięcie przełączenia jest funkcją prądu bramki. Im większą wartość ma ten prąd tym niższe jest napięcie przełączenia między anodą i katodą. Sygnał wyzwalający podawany na bramkę jest krótkotrwały i potrzebny w okresie załączania tyrystora do chwili osiągnięcia przez prąd wartości większej niż prąd podtrzymania I_H . Dlatego wyzwalanie tyrystora odbywa się za pomocą jednego impulsu lub grupy impulsów , wyłączanie tyrystora.

Tyrystor załączony dodatnim impulsem bramki po zmniejszeniu tego prądu do zera pozostaje w stanie przewodzenia , jeżeli przepływający przez niego prąd anodowy nie zmaleje poniżej pewnej minimalnej wartości zwanej prądem podtrzymania I_H . Aby tyrystor wyłączyć należy przerwać płynący przez niego prąd anodowy. Proces wyłączania tyrystora można przyspieszyć wprowadzając tyrystor krótkotrwanie w stan zaporowy, przez polaryzację napięciem wstecznym.

Uwaga ! Nie można wyłączyć tyrystora przez doprowadzenie do bramki ujemnego impulsu.



Oscylogram prądu płynącego przez obciążenie

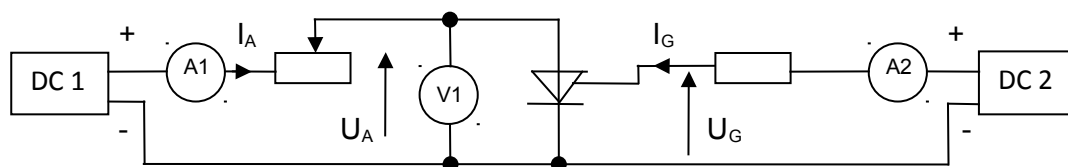
Imię i nazwisko:	Klasa:	Stanowisko:	Nr w dzienniku:	KRYTERIA OCENIANIA
Skład grupy: 1. 2. 3.				Do 49% - 1 50 – 60% - 2 61 – 75% - 3 76 – 85% - 4
Temat ćwiczenia: Badanie elementów optoelektronicznych			Data:	86 – 95% - 5 > 95% - 6
Przygotowanie do ćwiczenia	Wykonanie ćwiczenia	Sprawozdanie z ćwiczenia		
Pkt/ 4	Pkt/ 4	Pkt/ 12		
Suma punktów:			Procent punktów:	
Ocena z przeprowadzonego ćwiczenia:			Podpis nauczyciela:	

Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest poznanie właściwości i charakterystyk statycznych elementów przełączających.

Pomiary

1. Połączyć układ zgodnie z podanym schematem.



2. Zmierzyć charakterystykę stanu blokowania tyrystora przy $I_G=0$ i $R_1=0$

U_A	V	0	5	10	15	20	25	30
I_A dla $I_G = 0$	μA	0	0,5	1,0	1,65	2,1	2,5	3,0
I_A dla $I_G = 5,0$ mA	μA	0	43	43,5	45	47	50	54

3. Zmierzyc prąd przełączający bramki przy dwóch wartościach napięcia U_A .
Pomiary powtórzyć kilkakrotnie i ustalić wartość średnią prądu.

U_A	V	30	30	30	30	30	5	5	5	5	5
I_G	mA	6,14	6,12	6,05	6,12	6,0	6,23	6,22	6,22	6,20	6,22
I_{GSR}	mA										

4. Wyznaczyć charakterystykę przewodzenia tyrystora $I_A = f(U_A)$ Po wprowadzeniu tyrystora w stan przewodzenia zmienia się wartość prądu I_A .

U_A	V	0,73	0,756	0,779	0,795	0,811	0,827	0,841	0,853	0,865	0,879
I_A	mA	110	200	300	400	500	600	700	800	900	1000

5. Zmierzyc prąd podtrzymania tyrystora I_H . Po załączeniu tyrystora i wprowadzeniu w stan przewodzenia, wyłączamy prąd bramki $I_G=0$ i stopniowo zmniejszamy prąd I_A obniżając napięcie U_A aż do wyłączenia tyrystora. Ostatnią odczytaną wartość prądu przed skokowym wzrostem napięcia U_A na tyrystorze notujemy jako I_H .

Uwaga : na zakres woltomierza !

6. Zmierzyc zależność $I_R = f(U_R)$ przy $I_G=0$ (zakres zaporowy)

U_R	V	0	5	10	15	18	20	25	30
I_R	μA	0	1,2	2,3	3,3	4,2	5,0	6,7	8,5

7. Opracowanie wyników

- a/ Wykreślić charakterystyki dla stanu blokowania przewodzenia i zaporowego. Zapisz kiedy jest stan blokowania, przewodzenia i zaporowy;
- b/ Narysuj symbole: tyrystora, triaka, diaka, dynistora i tranzystora jednozłączowego;
- c/ Wyjaśnij na czym polega różnica między tyrystorem i triakiem. Podaj przykłady zastosowania tyrystorów i triaków;
- d/ Wyjaśnij na czym polega różnica między diakiem i dynistorem oraz tyrystorem;
- e/ Wyjaśnij w jaki sposób można załączyć tyrystor / triak;
- f/ Wyjaśnij jak można wyłączyć tyrystor. Co to jest prąd podtrzymania I_H .
- g/ Oblicz moc strat w tyrystorze dla prądu tyrystora $I_A = 1 A$.

Pytania kontrolne

1. Podaj podział tyrystorów ze względu na liczbę końcówek.
2. Podaj podział tyrystorów ze względu na kierunek działania.
3. Narysuj strukturę i symbol tyrystora diodowego.
4. Narysuj charakterystykę prądowo-napięciową tyrystora diodowego i zaznacz na niej zakresy: blokowanie , przewodzenie , nieprzewodzenie i przebicia oraz prądu podtrzymywania.
5. Jak można załączyć tyrystor diodowy ?
6. Jak można wyłączyć tyrystor diodowy ?
7. Narysuj charakterystykę prądowo-napięciową tyrystora triodowego i zaznacz na niej zakresy: blokowania , przewodzenia , nieprzewodzenia i przebicia oraz prąd podtrzymywania.
8. Narysuj strukturę i symbol tyrystora triodowego.
9. Jak można załączyć tyrystor triodowy ?
10. Jak można wyłączyć tyrystor triodowy ?