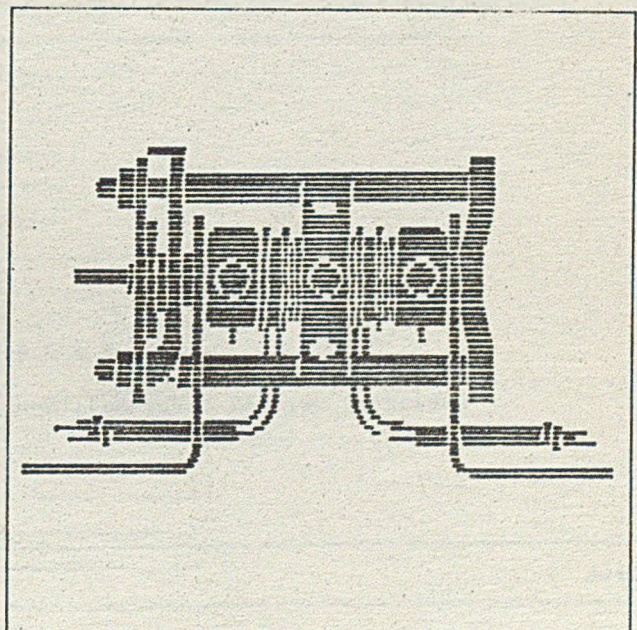
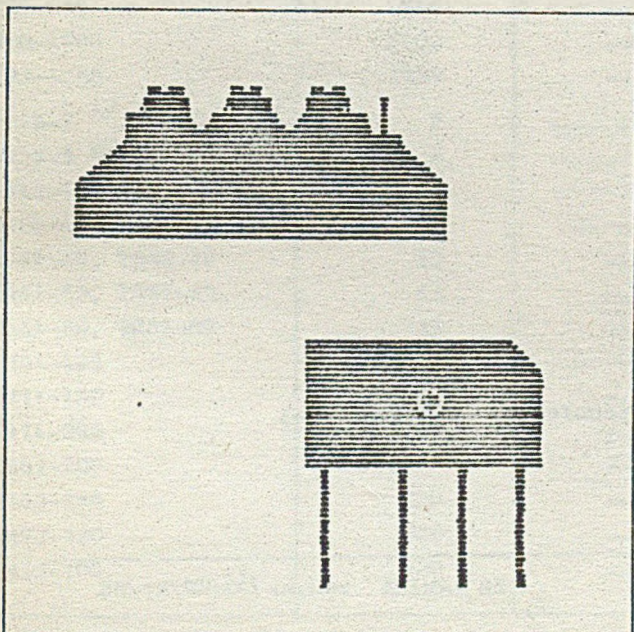
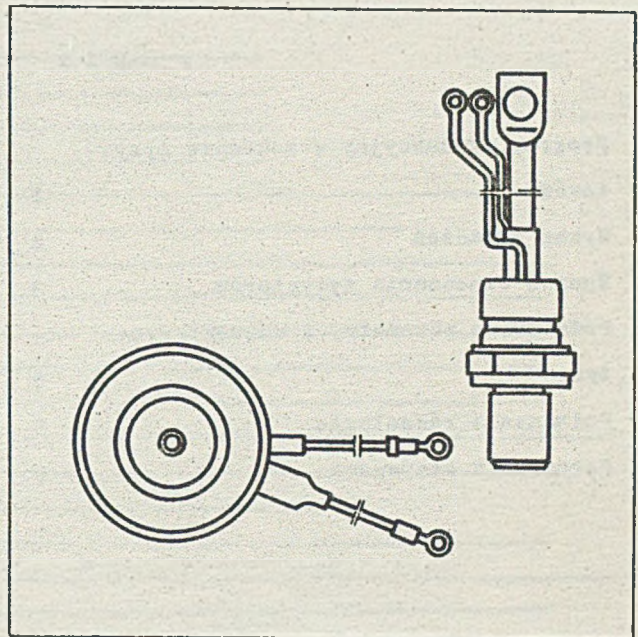
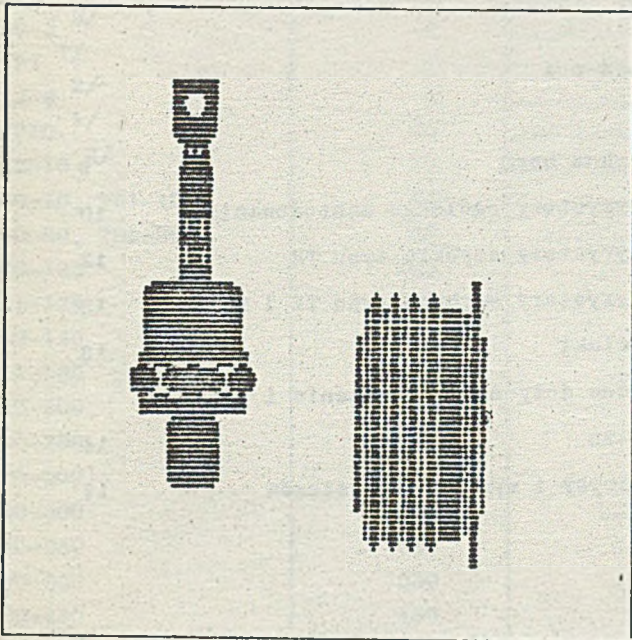


TYRYSTORY

KZ

KATALOG SKRÓCONY

1986



O p r a c o w a n i e

mgr inż. Zofia Tatarkiewicz

mgr inż. Wojciech Wierzbicki

S p i s t r e ś c i

Program produkcyjny w zakresie tyrystorów	1	Wykaz norm	9
Wykaz oznaczeń	2	Tyrystory ogólnego zastosowania	10
Sposób oznaczania tyrystorów	3	Tyrystory szybkie typu TR	12
Podstawowe parametry i charakterystyki	5	Tyrystory szybkie typu TI i TK	13
Połączenia równoległe	8	Triaki	13
Połączenia szeregowo	9	Dane dotyczące chłodzenia i momentu	14
		Zarysy i wymiary tyrystorów	17

W y d a w c a

Zakładowy Ośrodek Informacji Naukowej Technicznej i Ekonomicznej

Zakłady Elektronowe "Lamina" produkują w szerokim asortymencie tyrystory oparte na własnych opracowaniach oraz na licencjach zagranicznych. W programie produkcyjnym ZE "Lamina" znajdują się tyrystory energetyczne, tyrystory przeznaczone do pracy przy podwyższonych częstotliwościach,

do pracy w układach impulsowych oraz tyrystory symetryczne /triaki/.

Niniejsze opracowanie zawiera podstawowe informacje dotyczące poszczególnych grup i typów tyrystorów oraz ich prawidłowej eksploatacji.

PROGRAM PRODUKCYJNY W ZAKRESIE TYRYSTORÓW

Tablica 1

Typ tyrystora	$I_T/AV/$	$U_{DRM}, U_{RRM} / V /$											
	A	100	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200
1	2	3											
BTP2 1/	2	_____											
T20-2 3/	2	_____											
BTP3 1/	3	_____											
T20-3 3/	3	_____											
BTP7 1/	7	_____											
T22-8 2/	8	_____											
BTP10 1/	10	_____											
T22-10 2/	10	_____											
T00-40, T01-40	40	_____											
T00-80, T01-80	80	_____											
T00-125	125	_____											
T21-125	125	_____											
T00-150	150	_____											
T61-160	160	_____											
T20-200	200	_____											
T00-250	250	_____											
T00-300	300	_____											
T20-300	300	_____											
T00-350	350	_____											
T20-350	350	_____											
T20-450	450	_____											
T20-550	550	_____											
T20-600	600	_____											
T20-800	800	_____											
T20-1000	1000	_____											
T93-1250	1250	_____											
TR12-7 1/	7	_____											
TR22-8 2/	8	_____											
TR12-10 1/	10	_____											
TR22-10 2/	10	_____											
TR51-40, TR52-40	40	_____											
TR51-63, TR52-63	63	_____											
TR51-80, TR52-80	80	_____											
TR61-125	125	_____											
TR71-160	160	_____											
TR71-200	200	_____											
TR63-200	200	_____											
TR63-250	250	_____											
TR73-320	320	_____											
TR73-400	400	_____											

1	2	3
TK51-40 2/, TK52-40 2/	40	_____
TK51-63 2/, TK52-63 2/	63	_____
TI73-250 2/	250	_____
TI73-320 2/	320	_____
TI93-400 2/	400	_____
TI93-500 2/	500	_____
	$I_{T/RMS}/A/$	
TS20-5 2/	5	_____
TS22-8	8	_____
TS22-10	10	_____
TS3A2-13 1/, TS32-13 2/	12,5	_____
TS3A2-16 1/, TS32-16 2/	16	_____

1/ Przewiduje się produkcję do 1986r. włącznie.

2/ Nowe uruchomienia - przewiduje się produkcję od 1986r.

3/ Nowe uruchomienia - przewiduje się produkcję od 1987 r.

WYKAZ OZNACZEŃ

Poniżej podano oznaczenia literowe i nazwy podstawowych parametrów i wielkości dotyczących tyrystorów, występujące w niniejszym katalogu skróconym.

- U_T, u_T - napięcie przewodzenia,
- U_{TM} - szczytowe napięcie przewodzenia,
- U_D, u_D - napięcie blokowania,
- U_{DSM} - niepowtarzalne szczytowe napięcie blokowania,
- U_{DRM} - powtarzalne szczytowe napięcie blokowania,
- $U_{/BO/}$ - napięcie przełączania,
- U_R, u_R - napięcie wsteczne,
- U_{RSM} - niepowtarzalne szczytowe napięcie wsteczne,
- U_{RRM} - powtarzalne szczytowe napięcie wsteczne,
- $U_{/BR/}$ - napięcie przebicia,
- u_G - napięcie bramki,
- U_{FG} - napięcie przewodzenia bramki,
- U_{FGM} - szczytowe napięcie przewodzenia bramki,
- U_{GT} - napięcie bramki przełączające,
- U_{GD} - napięcie bramki nieprzełączające,
- I_T, i_T - prąd przewodzenia,
- $I_{T/AV/}$ - średni prąd przewodzenia,
- $I_{T/AV/m}$ - prąd graniczny; maksymalny średni prąd przewodzenia,
- $I_{T/RMS/}$ - skuteczny prąd przewodzenia,
- $I_{T/OV/}$ - przeciążeniowy prąd przewodzenia,
- I_{TSM} - niepowtarzalny szczytowy prąd przewodzenia,
- I^2t - parametr przeciążeniowy,
- I_D, i_D - powtarzalny szczytowy prąd blokowania,

- I_R, i_R - prąd wsteczny,
- I_{RRM} - powtarzalny szczytowy prąd wsteczny,
- $I_{/BO/}$ - prąd przełączania,
- I_H - prąd wyłączenia,
- I_L - prąd załączania,
- I_G, i_G - prąd bramki,
- I_{FG} - prąd przewodzenia bramki,
- I_{FGM} - szczytowy prąd przewodzenia bramki,
- I_{GT} - prąd bramki przełączający,
- I_{GD} - prąd bramki nieprzełączający,
- P_G - straty mocy w bramce,
- P_{GM} - szczytowe straty mocy w bramce,
- $/du_D/dt/crit$ - krytyczna stromość narastania napięcia blokowania,
- $/du_D/dt/com$ - krytyczna stromość narastania napięcia komutacyjnego,
- $/di_T/dt/crit$ - krytyczna stromość narastania prądu przewodzenia,
- t_{gt} - czas załączania,
- t_q - czas wyłączenia,
- Q_{rr} - ładunek przejściowy przy wyłączeniu,
- Q - wydatek objętościowy wody chłodzącej,
- v_{cf} - prędkość przepływu powietrza,
- T_j - temperatura struktury p-n-p-n /złącza/,
- T_c - temperatura obudowy,
- R_{th} - rezystancja cieplna,
- R_{thje} - rezystancja cieplna złącze-obudowa,
- R_{ther} - rezystancja cieplna obudowa-radiator.

SPOSÓB OZNACZANIA TYRYSTORÓW

Wyróżnia się następujące sposoby oznaczania tyrystorów:

Sposób I - zgodny z przepisami normalizacyjnymi RWPG, obejmujący tyryistory produkowane od roku 1980.

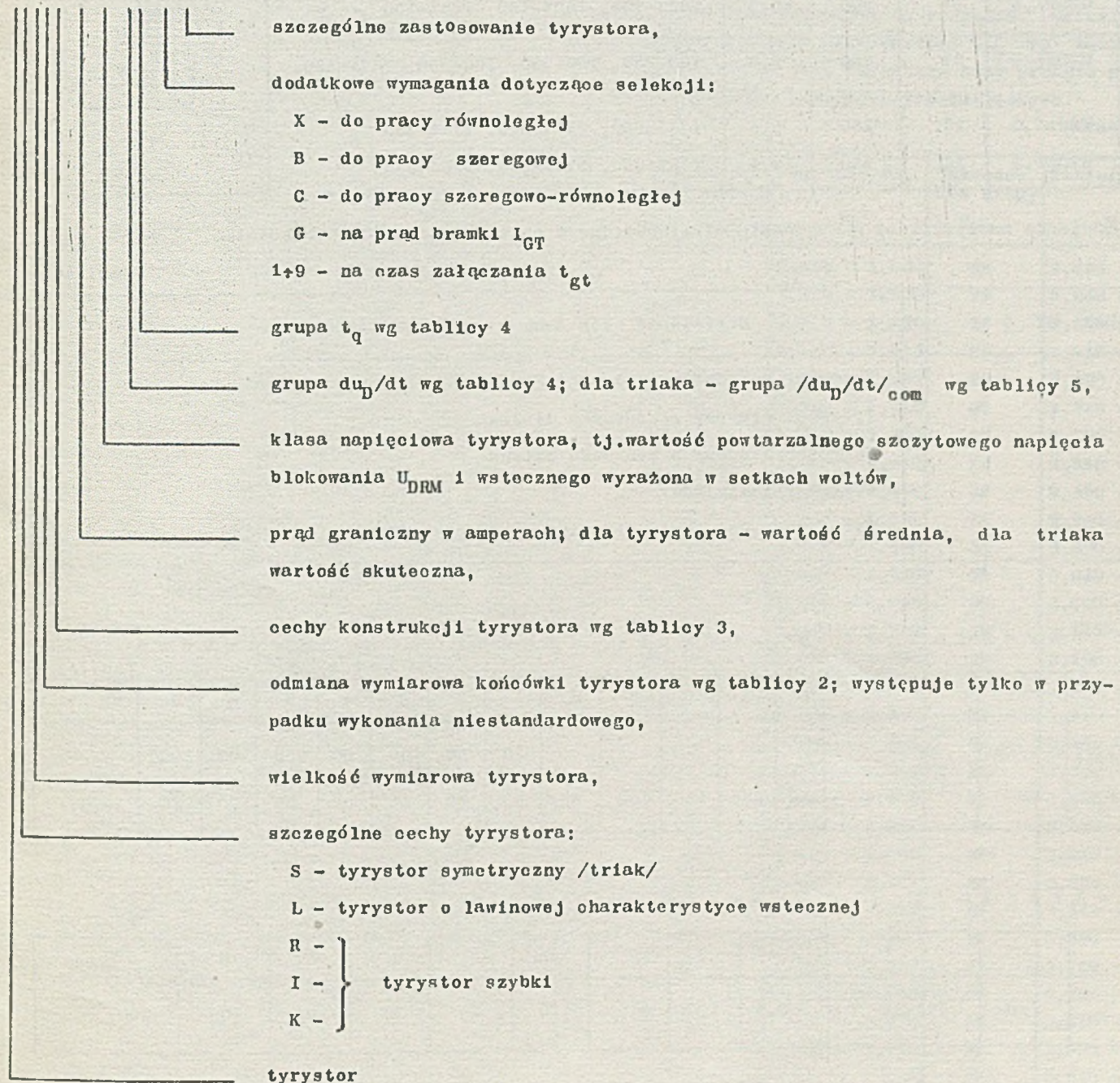
Sposób II - dotyczący tyrystorów, których produkcję podjęto przed rokiem 1980.

Sposób III - dotyczący tyrystorów o prądzie granicznym $2+10A$, których produkcję rozpoczęto przed rokiem 1980/przewiduje się produkcję do 1986 r. włącznie/.

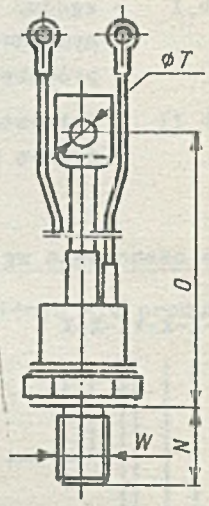
W wymienionych wyżej systemach oznaczenie kodowe tyryстора określa podstawowe cechy i parametry przyrządu.

Budowa oznaczenia wg sposobu I

TXXXX-X-X-XX-X-X



Tablica 2

Znak Nr 4	W	N	O	T	Oznaczenie tyrystora	
- /Standard/ A	M12x1,25	20,5	150	6,6	T00-40, T00-80, TR51-40, TR51-63, TR51-80, TK51-40, TK51-63 T5A1-40, T5A1-80	
- /Standard/ A	M12x1,25	20,5	-	-	T01-40, T01-80, TR52-40, TR52-63, TR52-80, TK52-40, TK52-63 T5A2-40, T5A2-80	
- /Standard/ A	M20x1,5	27	200	7	T00-125, T00-150, T61-160, TR61-125 T6A1-125, T6A1-150, T6A1-160	
B	M20x1,5	16	200	7	T6B1-125, T6B1-150, T6B1-160	
- /Standard/ A	M20x1,5	27	250	8,6	T00-250, T00-300, T00-350, TR71-160, TR71-200 T7A1-250, T7A1-300, T7A1-350	
B	M20x1,5	16	250	10,5	T7B1-250, T7B1-300, T7B1-350	

Uwaga: Zamówienia na tyrystory w wykonaniu niestandardowym należy uzgodnić z producentem.

Tablica 3

Znak Nr 5	Określenie cech konstrukcji tyrystora
0	Tyrystor o podstawie płaskiej z końcówkami do wlotowania
1	Tyrystor śrubowy z końcówką linkową
2	Tyrystor śrubowy z końcówką sztywną
3	Tyrystor pastylkowy
6	Tyrystor o podstawie płaskiej z końcówką linkową

Znaki określające parametry dynamiczne tyrystora

Tablica 4

Grupa	-	0	E	R	P	K	H	1	2	3	4	5	6	7	8
min. $/du_D/dt/crit$	V/ μ s	nie określa się						20	50	100	200	320	500	1000	
maks. t_q	μ s		350	250	150	100	80	63	50	40	32	25	20	16	12,5

Znak określający parametr $/du_D/dt/com$ dla triaka

Tablica 5

Grupa	-	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
min. $/du_D/dt/com$	V/ μ s	nie określa się	2,5	4,0	6,3	10	16	25	50	100	200

Przykłady oznaczania

Tyristor wielkości 5 z podstawą śrubową i końcówką sztywną w wykonaniu standardowym, prąd graniczny 63 A, powtarzalne szczytowe napięcie wsteczne i blokowania 1000 V, $du_D/dt \geq 320 \text{ V}/\mu\text{s}$, $t_q \leq 16 \mu\text{s}$:

TR52 - 63 - 10 - 57

Tyristor wielkości 7 z podstawą śrubową o długości gwintu 16mm i z końcówką linkową, prąd graniczny 350 A, powtarzalne szczytowe napięcie wsteczne i blokowania 800 V, $du_D/dt \geq 500 \text{ V}/\mu\text{s}$, $t_q \leq 250 \mu\text{s}$:

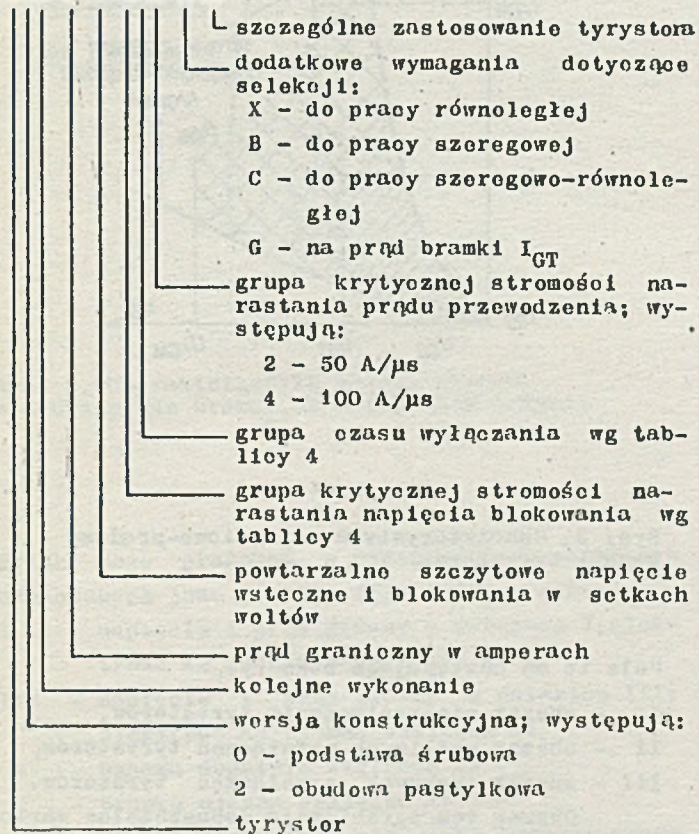
T7A1 - 350 - 08 - 6R

Triak wielkości 2 z podstawą śrubową i końcówką sztywną, prąd skuteczny 8 A, napięcie 400 V, wartość $/du_D/dt/_{oom}$ nieokreślona:

TS22 - 8 - 04

Budowa oznaczenia wg sposobu II

TXX-X-X-XXX-X-X

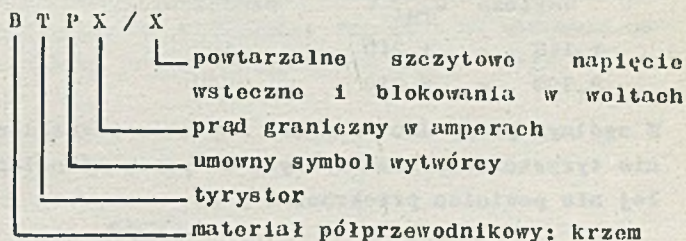


Przykład oznaczenia

Tyristor w obudowie pastylkowej o prądzie granicznym 1000 A, powtarzalnym szczytowym napięciem wstęcznym i blokowania 800 V i parametrach dynamicznych: $du_D/dt \geq 500 \text{ V}/\mu\text{s}$, $t_q \leq 150 \mu\text{s}$, $di_T/dt \geq 100 \text{ A}/\mu\text{s}$, przeznaczony do pracy równoległej:

T20 - 1000 - 08 - 6P1 - X

Budowa oznaczenia wg sposobu III



Przykład oznaczenia

Tyristor o prądzie granicznym 7 A oraz powtarzalnym szczytowym napięciem wstęcznym i blokowania 400 V:

BTP7/400

Tyristory przeznaczone do pracy równoległej/system oznaczeń I i II/ są dodatkowo oznaczane symbolami umieszczonymi na korpusie, określającymi grupę napięcia przewodzenia U_{TM} wg tablicy 6. Napięcie to jest określane przy prądzie pomiarowym podanym w normach przedmiotowych.

Tablica 6

Oznaczenie grupy U_{TM}	Wartość U_{TM} V	Oznaczenie grupy U_{TM}	Wartość U_{TM} V
1A	0,990 - 1,080	2M	2,490 - 2,580
1B	1,040 - 1,110	2N	2,540 - 2,610
1C	1,090 - 1,160	2P	2,590 - 2,660
1D	1,140 - 1,210	2R	2,640 - 2,710
1E	1,190 - 1,260	2S	2,690 - 2,760
1F	1,240 - 1,310	2T	2,740 - 2,810
1G	1,290 - 1,360	2U	2,790 - 2,860
1H	1,340 - 1,410	2W	2,840 - 2,910
1K	1,390 - 1,460	2Y	2,890 - 2,960
1L	1,440 - 1,510	2Z	2,940 - 3,010
1M	1,490 - 1,560	3A	2,990 - 3,060
1N	1,540 - 1,610	3B	3,040 - 3,110
1P	1,590 - 1,660	3C	3,090 - 3,160
1R	1,640 - 1,710	3D	3,140 - 3,210
1S	1,690 - 1,760	3E	3,190 - 3,260
1T	1,740 - 1,810	3F	3,240 - 3,310
1U	1,790 - 1,860	3G	3,290 - 3,360
1W	1,840 - 1,910	3H	3,340 - 3,410
1Y	1,890 - 1,960	3K	3,390 - 3,460
1Z	1,940 - 2,010	3L	3,440 - 3,510
2A	1,990 - 2,060	3M	3,490 - 3,560
2B	2,040 - 2,110	3N	3,540 - 3,610
2C	2,090 - 2,160	3P	3,590 - 3,660
2D	2,140 - 2,210	3R	3,640 - 3,710
2E	2,190 - 2,260	3S	3,690 - 3,760
2F	2,240 - 2,310	3T	3,740 - 3,810
2G	2,290 - 2,360	3U	3,790 - 3,860
2H	2,340 - 2,410	3W	3,840 - 3,910
2K	2,390 - 2,460	3Y	3,890 - 3,960
2L	2,440 - 2,510	3Z	3,940 - 4,010

Przykłady oznaczeń grup napięcia przewodzenia

Wartość U_{TM} , V	Oznaczenie
1,140 - 1,210	1D
2,790 - 3,210	2U3D

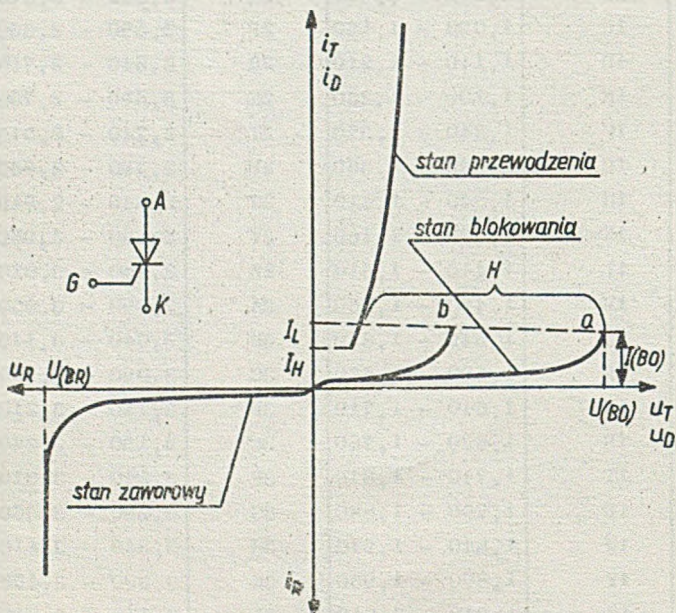
W ogólnym przypadku rozrzut napięcia przewodzenia tyristorów przeznaczonych do pracy równoległej nie powinien przekroczyć $\pm 5\%$.

PODSTAWOWE PARAMETRY I CHARAKTERYSTYKI

Tyristor jest trójzwoiskowym, czterowarstwowym przyrządem półprzewodnikowym, który może być przełączany ze stanu blokowania do stanu przewodzenia przy wykorzystaniu bramki w przypadku, gdy napięcie główne jest dodatnie.

Stosując tyristory w układach przekształtnikowych należy brać pod uwagę wpływ temperatury na parametry oraz współzależność większości parametrów od siebie.

Główna charakterystyka napięciowo-prądowa tyristora przedstawiana z reguły graficznie w prostokątnym układzie współrzędnych napięcie - prąd ilustruje pięć możliwych stanów pracy /rys.1/

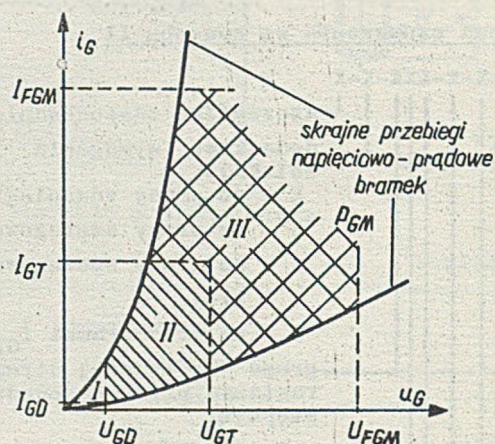


Rys. 1. Charakterystyka główna tyristora; a - bez prądu bramki, b - z prądem bramki.

Przy polaryzacji przepustowej /dodatniej/, odpowiadającej pierwszej ćwiartce układu rozróżniamy stabilny stan blokowania, niestabilny stan przełączania oraz stabilny stan przewodzenia.

Polaryzacja wsteczna /ujemna/ tyristora przedstawiona w trzeciej ćwiartce układu współrzędnych nazywa się stanem zaworowym oraz wykazuje niestabilny obszar przebiecia.

Jak wynika z charakterystyki głównej /rys.1/, przejście tyristora ze stanu blokowania do stanu przewodzenia może nastąpić przy napięciu niższym niż napięcie przełączania w procesie sterowania bramkowego, gdy w obwodzie bramka-katoda popłynie prąd przekraczający wartość I_{GT} . Ze względu na pewien rozrzut charakterystyk bramkowych podaje się w układzie współrzędnych prostokątnych pole statyczne charakterystyk bramkowych /rys.2/



Rys. 2. Charakterystyka napięciowo-prądowa bramki tyristora.

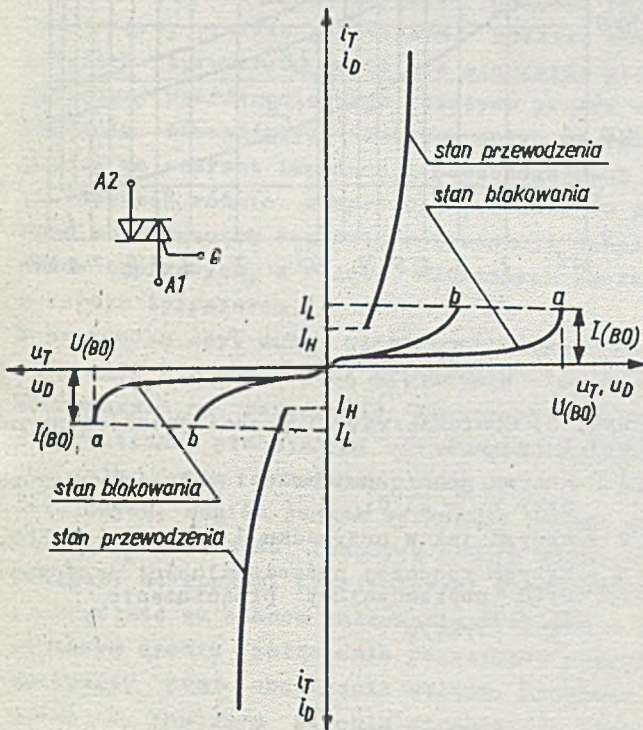
Pole to ma następujące obszary:

- I - obszar nieprzełączania tyristorów,
- II - obszar możliwych przełączeń tyristorów,
- III - obszar pewnych przełączeń tyristorów.

Obszar ten ograniczają dopuszczalne wartości napięć i prądów bramkowych oraz krzywa dopuszczalnych strat mocy.

Przy pracy tyristorów w obwodach, gdzie występują duże wartości di_T/dt lub przy łączeniu równoległym tyristorów zaleca się forsowanie bramkowego impulsu wyzwalającego. Stromość narastania impulsu powinna przekraczać $1 \text{ A}/\mu\text{s}$, amplituda może być ponad 5-krotnie większa od wartości I_{GT} /górną granicą prądu wynika z dopuszczalnych strat mocy w bramce/.

Tyrystór dwukierunkowy /symetryczny, triak/ zwany dalej triakiem wykazuje prawie jednakowe właściwości przełączania w pierwszej i trzeciej ćwiartce układu współrzędnych napięcie-prąd tzn. może przy obu kierunkach przyłożonego napięcia przemiennego pozostawać okresowo w stanie blokowania lub w stanie przewodzenia. Charakterystykę główną triaka przedstawia rys.3.



Rys. 3. Charakterystyka główna triaka.
a - bez prądu bramki, b - z prądem bramki.

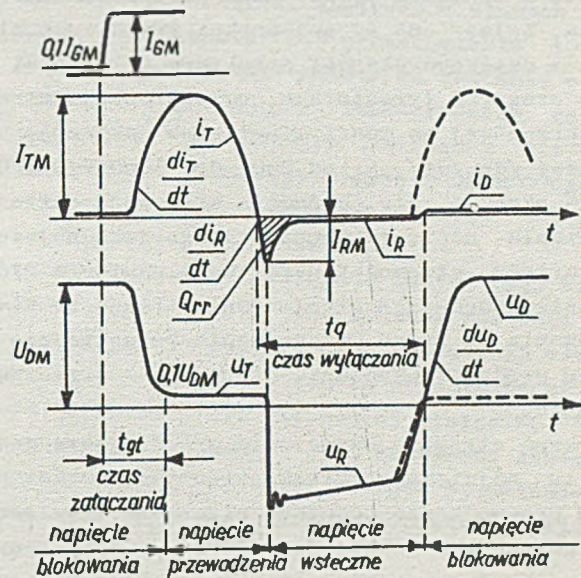
Triak może pracować w następujących warunkach

- oznaczanych jako I+, I-, III- i III+, gdzie
- I - napięcie i prąd główny w ćwiartce I; elektroda A2 dodatnia względem A1
 - III - napięcie i prąd główny w ćwiartce III; elektroda A2 ujemna względem A1
 - + - bramka dodatnia względem A1
 - - bramka ujemna względem A1

Praktycznie wykorzystuje się trzy sposoby pracy triaka: I+, I- i III-, gdyż rodzaj pracy III+ odznacza się zwiększonymi wartościami parametrów bramkowych. Podane w katalogach wartości przełączającego prądu i napięcia bramki odnoszą się do trzech pierwszych rodzajów pracy.

Parametry dynamiczne stanowią ważną grupę parametrów, determinujących przydatność tyrystorów do różnych rodzajów zastosowań. Określają one szybkość przechodzenia tyrystora ze stanu blokowania

do stanu przewodzenia / t_{gt} - czas załączania/, ze stanu przewodzenia do stanu blokowania / t_{qt} - czas wyłączenia/ oraz odporność na stromość narastania napięcia blokowania du_D/dt i na stromość narastania prądu przewodzenia di_T/dt /rys.4/.



Rys. 4. Przebiegi czasowe napięć i prądów ilustrujące procesy przejściowe w tyrystorze.

Czas załączania przy udziale bramki jest to przedział czasu od momentu, gdy impuls prądu bramki osiągnie 10% wartości szczytowej, do momentu, w którym napięcie główne obniży się do 10% wartości początkowej. Tyrystory o krótkim czasie załączania charakteryzują się zwiększoną odpornością na stromość narastania prądu przewodzenia i mniejszymi stratami w procesie załączania i z tych względów są stosowane w układach impulsowych. Wymagania takie spełniają produkowane przez ZE "Lamina" tyrystory typu TI i TK. Czas wyłączenia jest to najmniejszy przedział czasu między momentem, w którym prąd przewodzenia osiąga wartość zero w wyniku komutacji zewnętrznej, a momentem, w którym przechodzi przez zero narastające napięcie blokowania wytrzymywane przez tyrystór bez przełączenia. Czas wyłączenia zależy od kilku czynników; rośnie ze wzrostem temperatury, prądu przewodzenia, napięcia blokowania oraz stromości narastania napięcia blokowania. Tyrystory o czasie załączania dłuższym od 63 μs są przeznaczone do zastosowań ogólnoprzemysłowych przy częstotliwości napięcia przemiennego nie większej niż 500 Hz. Przy czę-

stotliwościach od 500 Hz do 20000 Hz stosuje się tyrystory szybkie o czasach wyłączenia w zakresie $10 + 63 \mu s$. Produkowane w ZE "Lumina" tyrystory szybkie są oznaczone symbolami: TR, TI, TK.

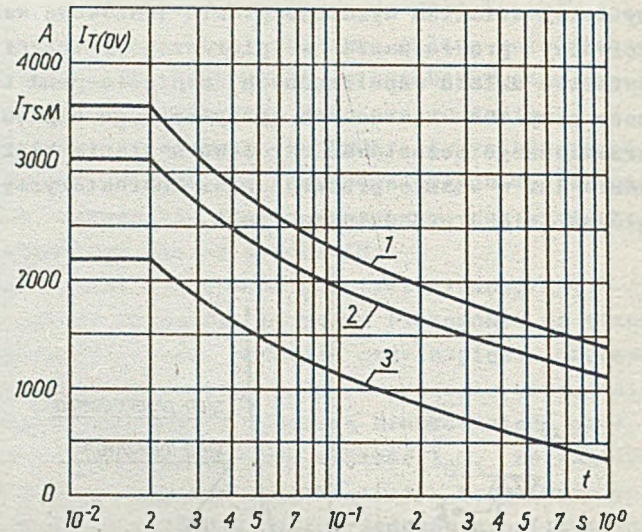
Krytyczna stromość narastania napięcia blokowania jest to największa wartość stromości narastania napięcia blokowania nie powodująca przełączenia tyrystora ze stanu blokowania do stanu przewodzenia. Zależy ona od pojemności środkowego złącza na czterowarstwowej strukturze tyrystora.

W nowoczesnych tyrystorach o konstrukcji struktury krzemowej ze zwartym emiterem deklaruje się wartości du_p/dt_{crit} od 200 do 1000 V/ μs . Dla triaka określa się ponadto krytyczną stromość narastania napięcia komutacyjnego jako największą wartość stromości narastania napięcia głównego nie powodującą przełączenia triaka ze stanu blokowania do stanu przewodzenia bezpośrednio po zaniku prądu przewodzenia płynącego w przeciwnym kierunku.

Krytyczna stromość narastania prądu przewodzenia jest to największa wartość stromości narastania prądu przewodzenia podczas załączenia tyrystora, nie powodująca jego uszkodzenia w określonych warunkach. Z początkiem procesu załączania tyrystora wiąże się zjawisko nierównomiernego rozkładu gęstości prądu i nadmierne lokalnego nagrzewania struktury, które może spowodować uszkodzenie tyrystora. W celu zwiększenia wartości krytycznej stromości narastania prądu przewodzenia stosuje się w konstrukcjach tyrystorowych bramkę dynamiczną oraz rozwinięcie powierzchni bramki. Stromość narastania prądu w obwodzie elektrycznym nie może przekraczać wartości krytycznej dla danego typu tyrystora.

Przebieżalność prądowa tyrystora jest to zdolność do znoszenia obciążenia większego od prądu znamionowego bez uszkodzeń i bez zmiany właściwości w określonym czasie i w określonych warunkach, na które składają się warunki cieplne, prąd przewodzenia poprzedzający przeciążenie oraz napięcie wsteczne występujące po przeciążeniu. Przebieżalność prądowa /rys.5/ może być wyrażona za pomocą:

- krzywej roboczej przebieżalności prądowej $I_{T(OV)} = f(t)$ ustalonej przy założeniu nieprzekraczania maksymalnej dopuszczalnej temperatury struktury $T_{j max}$, co jest uwarunkowane przepływem przez tyrystor w okresie poprzedzającym przeciążenie - prądu przewodzenia o wartości mniejszej od prądu granicznego;
- krzywej granicznej przebieżalności prądowej ustalonej przy założeniu możliwości przekroczenia temperatury $T_{j max}$ ograniczoną liczbę razy w okresie eksploatacji tyrystora w wyniku



Rys. 5. Charakterystyki przebieżalności prądowej tyrystora.

- 1 - krzywa granicznej przebieżalności prądowej przy $T_j = 25^\circ C$;
- 2 - krzywa jak w przypadku 1 przy $T_j = 125^\circ C$;
- 3 - krzywa roboczej przebieżalności prądowej. Prąd poprzedzający przeciążenie $I_T < I_{T(AV/m)}$.

stanów zakłóceń w obwodzie; krzywa ta służy przede wszystkim jako podstawa doboru bezpieczników topikowych używanych do zabezpieczenia tyrystorów od przetężeń; - parametru przeciążeniowego $\int i^2 dt$ oznaczanego również symbolem $I^2 t$ dla czasów mniejszych od 10 ms / 1...10 ms/.

POLĄCZENIA RÓWNOLEGŁE

W przypadku, gdy wymagana jest większa obciążalność prądowa niż można uzyskać z pojedynczego tyrystora, stosuje się równoległe łączenie tyrystorów. Trudności związane z bezpośrednim połączeniem wynikają z rozrzutu charakterystyk napięciowo-prądowych w stanie przewodzenia. Powoduje on nierównomierny rozpliw prądów w stanie ustalonym w poszczególnych gałęziach /większy prąd w tyrystorach o mniejszym napięciu przewodzenia i odwrotnie/.

Przy połączeniach równoległych niezbędne jest spełnienie następujących podstawowych warunków:

- wszystkie tyrystory powinny należeć do tej samej grupy napięcia przewodzenia,
- największa wartość prądu obciążenia płynącego przez grupę tyrystorów połączonych równoległe

powinna być mniejsza od sumy granicznych prądów pojedynczych tyrystorów.

W celu uzyskania dostatecznie równomiernego rozpięty prądów stosuje się dobór tyrystorów ze względu na charakterystykę napięciowo-prądową w stanie przewodzenia. Zazwyczaj wystarcza dopasowanie pod względem wartości napięcia przewodzenia przy prądzie granicznym. Rozrzut charakterystyk tyrystorów może nie stanowić głównej przyczyny nierównomiernego rozpięty prądów w połączeniu równoległym. Istotny wpływ na rozpięty prądów ma rozrzut impedancji poszczególnych gałęzi wskutek różnic w sposobie prowadzenia połączeń bądź wskutek rozrzutu rezystancji bezpieczników topikowych, z reguły włączanych szeregowo z każdym tyrystorem.

W przypadku zbyt dużej nierównomierności rozpięty prądów konieczne jest stosowanie elementów wyrównawczych, np. rezystorów łączonych szeregowo z tyrystorami pracującymi równolegle. Rozwiązanie to daje dobre rezultaty przy pracy w stanach ustalonych, obniża jednak sprawność całego układu. Nierównomierność rozpięty prądów wiąże się również ze stanami przejściowymi w tyrystorach, szczególnie ze stanem załączania. Tyrystor o najkrótszym czasie załączania początkowo przewodzi całkowity prąd obciążenia układu. Zjawisko to można w znacznym stopniu ograniczyć stosując forsowanie prądowego impulsu bramkowego i synchronizację sygnałów wyzwalających całej grupy tyrystorów połączonych równolegle.

POŁĄCZENIA SZEREGOWE

Jeżeli napięcie w układzie przekroczy znamionową wartość napięcia pojedynczego tyrystora, zachodzi konieczność szeregowego łączenia tyrystorów. Niezbędne jest wówczas spełnienie następujących podstawowych warunków:

- wszystkie tyrystory powinny należeć do tej samej klasy napięciowej,
- maksymalne napięcie przyłożone do grupy tyrystorów połączonych szeregowo powinno być mniejsze od sumy powtarzalnych napięć pojedynczych tyrystorów.

W stanie ustalonym napięcie rozłoży się na poszczególnych tyrystorach odpowiednio do przebiegu ich charakterystyk napięciowo-prądowych; im większa będzie różnica między ich rezystancjami, tym większa będzie nierównomierność rozkładu napięcia przy połączeniu szeregowym tyrystorów.

Nierównomierność rozkładu napięcia wiąże się również ze stanami przejściowymi /występującymi przy załączaniu i wyłączaniu tyrystorów/. Dobór tyrystorów do pracy szeregowej polega na selekcji ze względu na przebieg charakterystyki napięciowo-prądowej w kierunku blokowania

i wstecznym oraz ze względu na ładunek przejściowy Q_{rr} . Sama tylko selekcja tyrystorów nie zapewnia równomiernego rozkładu napięć w połączeniu szeregowym. Stosuje się odpowiednie układy wyrównawcze, np. równoległe do tyrystorów włącza się rezystory tworzące dzielnik, który wymusza właściwy rozkład napięcia w stanach ustalonych. Nierównomierność przechodzenia tyrystorów w stan przewodzenia zależy od rozrzutu czasu załączania t_{gt} . W celu jednoczesnego załączania tyrystorów połączonych szeregowo stosuje się forsowanie prądowego impulsu bramkowego i synchronizację sygnałów wyzwalających całej grupy współpracujących tyrystorów.

Nierównomierność rozkładu napięć przy wyłączaniu tyrystorów zależy od rozrzutu wartości ładunku przejściowego Q_{rr} . W celu wymuszenia właściwego rozkładu napięć w stanach przejściowych stosuje się pojemnościowe dzielniki napięcia. Przy połączeniu szeregowym jest konieczne zastosowanie odpowiedniej izolacji obwodów wyzwalania bramkowego, ponieważ katody tyrystorów mają różne potencjały.

WYKAZ NORM

Nazwy, określenia, oznaczenia literowe, symbole graficzne oraz wymagania i badania w zakresie tyrystorów zostały objęte kompletem polskich norm. Postanowienia tych norm są zgodne z międzynarodowymi zaleceniami IEC i RWPG.

Zestawienie polskich norm /PN/ związanych z tyrystorami.

Tablica 7

Lp	Numer normy	Tytuł
1.	PN-83/E-82050.00	Półprzewodnikowe przyrządy mocy. Ogólne wymagania i badania
2	PN-82/E-82050.01	Półprzewodnikowe przyrządy mocy. Nazwy, określenia i oznaczenia literowe parametrów
3	PN-82/E-82050.02	Półprzewodnikowe przyrządy mocy. Parametry graniczne i charakterystyki
4	PN-83/E-82050.03	Półprzewodnikowe przyrządy mocy. Badania elektryczne
5	PN-83/E-82050.04	Półprzewodnikowe przyrządy mocy. Radiatory powietrznych, systemów chłodzenia. Nazwy, określenia i oznaczenia literowe parametrów

Tablica 8

Typ	U_{DRM} U_{RRM}	$I_{T/AV/m}$	$I_{T RMS}$	I_{TSM}	I^2t	$I_{GT}^{1/}$	$U_{GT}^{1/}$
	V	A	A	A	A ² s	mA	V
BTP2/25...1400	25+1400	2	3,1	35	6	≤ 35	≤ 2,0
T20-2-A2...08	25+ 800	2	3,1	35	6	≤ 25	≤ 2,0
BTP3/25...1400	25+1400	3	4,7	35	6	≤ 35	≤ 2,0
T20-3-A2...08	25+ 800	3,2	5,0	35	6	≤ 25	≤ 2,0
BTP7/25...1400	25+1400	7	11,0	150	110	≤ 50	≤ 3,0
T22-8-A2...14	25+1400	8	11,0	150	110	≤ 50	≤ 3,0
BTP10/25...1400	25+1400	10	15,5	150	110	≤ 50	≤ 3,0
T22-10-A2...14	25+1400	10	15,5	150	110	≤ 50	≤ 3,0

^{1/} Dla $T_j = 25^{\circ}C$; pozostałe parametry dla $T_j = T_{j max}$

Tablica 9

Typ	t_q	du_D/dt	di_T/dt	$I_L^{1/}$	$I_H^{1/}$	T_{jmax}	masa	nr
	μs	V/μs	A/μs	mA	mA	°C	g	rys.
BTP2/25...1400	≤ 70				≤ 30		12	8
T20-2-A2...08	≤ 70				≤ 30		2	6
BTP3/25...1400	≤ 70				≤ 30		12	8
T20-3-A2...08	≤ 70	≥ 20	20	≤ 100	≤ 30	100	2	6
BTP7/25...1400	≤ 100				≤ 40		12	8
T22-8-A2...14	≤ 100				≤ 40		8	7
BTP10/25...1400	≤ 100				≤ 40		12	8
T22-10-A2...14	≤ 100				≤ 40		8	7

^{1/} Dla $T_j = 25^{\circ}C$; pozostałe parametry dla $T_j = T_{j max}$

Tablica 10

Typ	U_{DRM}	$I_{T/AV/m}$	$I_{T/RMS/}$	I_{TSM}	I^2t	$I_{GT}^{1/}$	$U_{GT}^{1/}$
	U_{RRM}						
T00-40-01...20	100+2000	40	63	1080	6×10^3	≤ 150	$\leq 3,0$
T01-40-01...20	100+2000	40	63	1080	6×10^3	≤ 150	$\leq 3,0$
T00-80-01...18	100+1800	80	125	1450	$10,5 \times 10^3$	≤ 150	$\leq 3,0$
T01-80-01...18	100+1800	80	125	1450	$10,5 \times 10^3$	≤ 150	$\leq 3,0$
T00-125-02...22	200+2200	125	195	3000	45×10^3	≤ 150	$\leq 3,0$
T21-125-02...22	200+2200	125	195	3000	45×10^3	≤ 150	$\leq 3,0$
T00-150-02...22	200+2200	150	235	3800	65×10^3	≤ 150	$\leq 3,0$
T61-160-02...22	200+2200	160	250	3800	73×10^3	≤ 150	$\leq 3,0$
T20-200-02...22	200+2200	200	315	3600	65×10^3	≤ 150	$\leq 3,0$
T00-250-04...24	400+2400	250	395	6300	200×10^3	≤ 300	$\leq 3,0$
T00-300-04...22	400+2200	300	470	7600	290×10^3	≤ 300	$\leq 3,0$
T20-300-02...16	200+1600	300	470	5000	125×10^3	≤ 150	$\leq 3,0$
T00-350-04...22	400+2200	350	550	9100	415×10^3	≤ 300	$\leq 3,0$
T20-350-04...24	400+2400	350	550	6300	200×10^3	≤ 300	$\leq 3,0$
T20-450-04...22	400+2200	450	710	7600	290×10^3	≤ 300	$\leq 3,0$
T20-550-04...22	400+2200	550	865	9100	415×10^3	≤ 300	$\leq 3,0$
T20-600-02...18	200+1800	600	945	9100	415×10^3	≤ 200	$\leq 3,0$
T20-800-02...22	200+2200	800	1250	10900	600×10^3	≤ 200	$\leq 3,0$
T20-1000-02...20	200+2000	1000	1570	14500	1050×10^3	≤ 200	$\leq 3,0$
T93-1250-02...08	200+800	1250	1950	14500	1050×10^3	≤ 200	$\leq 3,0$

^{1/} Dla $T_j = 25^\circ\text{C}$; pozostałe parametry dla $T_j = T_{j \max}$

Tablica 11

Typ	t_q	du_D/dt	di_T/dt	$I_L^{1/}$	$I_H^{1/}$	$T_{j \max}$	masa	nr
	grupa	grupa	$\Lambda/\mu\text{s}$	mA	mA			
T00-40-01...20	O,E,R,P,K,H	4+7	50	≤ 600	≤ 140	125	125	10
T01-40-01...20	O,E,R,P,K,H	4+7	50	≤ 600	≤ 140	125	125	11
T00-80-01...18	O,E,R,P,K,H	4+7	50	≤ 600	≤ 140	125	125	10
T01-80-01...18	O,E,R,P,K,H	4+7	50	≤ 600	≤ 140	125	125	11
T00-125-02...22	O,E,R,P,K,H	4+7	100	≤ 800	≤ 160	125	250	12
T21-125-02...22	O,E,R,P,K,H	4+7	100	≤ 800	≤ 180	125	250	14
T00-150-02...22	O,E,R,P,K,H	4+7	100	≤ 800	≤ 160	125	250	12
T61-160-02...22	O,E,R,P,K,H	4+7	100	≤ 800	≤ 160	125	250	12
T20-200-02...22	O,E,R,P,K,H	4+7	100	≤ 800	≤ 180	125	250	14
T00-250-04...24	O,E,R,P	4+7	100	≤ 800	≤ 200	125	500	13
T00-300-04...22	O,E,R,P	4+7	100	≤ 800	≤ 200	125	500	13
T20-300-02...16	O,E,R,P,K,H	4+7	100	≤ 800	≤ 180	125	250	14
T00-350-04...22	O,E,R,P	4+7	100	≤ 800	≤ 200	125	500	13
T20-350-04...24	O,E,R,P	4+7	100	≤ 800	≤ 200	125	280	15
T20-450-04...22	O,E,R,P	4+7	100	≤ 800	≤ 200	125	280	15
T20-550-04...22	O,E,R,P	4+7	100	≤ 800	≤ 200	125	280	15
T20-600-02...18	O,E,R,P	4+7	100	≤ 1000	≤ 250	125	500	16
T20-800-02...22	O,E,R,P	4+7	100	≤ 1000	≤ 250	125	500	16
T20-1000-02...20	O,E,R,P	4+7	100	≤ 1000	≤ 250	125	500	16
T93-1250-02...08	O,E,R,P	4+7	100	≤ 1000	≤ 250	125	500	16

^{1/} Dla $T_j = 25^\circ\text{C}$; pozostałe parametry dla $T_j = T_{j \max}$

Typ	$\frac{U_{DRM}}{U_{RRM}}$	$I_{T/AV/m}$	I_{TSM}	I^2t	$I_{GT}^{1/}$	$U_{GT}^{1/}$
	V	A	A	A^2s	mA	V
TR12-7-01...08	100+800	7	120	70	100	3
TR22-8-01...08	100+800	8	120	70	100	3
TR12-10-01...08	100+800	10	120	70	100	3
TR22-10-01...08	100+800	10	120	70	100	3
TR51-40-02...13	200+1300	40	900	4×10^3	150	3
TR52-40-02...13	200+1300	40	900	4×10^3	150	3
TR51-63-02...13	200+1300	63	1080	6×10^3	150	3
TR52-63-02...13	200+1300	63	1080	6×10^3	150	3
TR51-80-02...13	200+1300	80	1260	$7,9 \times 10^3$	150	3
TR52-80-02...13	200+1300	80	1260	$7,9 \times 10^3$	150	3
TR61-125-02...12	200+1200	125	3000	45×10^3	150	3
TR71-160-02...12	200+1200	160	4500	100×10^3	300	3
TR71-200-02...12	200+1200	200	5400	145×10^3	300	3
TR63-200-02...12	200+1200	200	3600	65×10^3	150	3
TR63-250-02...12	200+1200	250	4000	80×10^3	150	3
TR73-320-02...12	200+1200	320	4300	93×10^3	300	3
TR73-400-02...12	200+1200	400	5400	145×10^3	300	3

^{1/} Dla $T_j = 25^\circ C$; pozostałe parametry dla $T_j = T_{j \max}$

Tablica 13

Typ	t_q	du_D/dt	di_T/dt	$I_L^{1/}$	$I_H^{1/}$	$T_{j \max}$	masa	nr
	grupa	grupa	A/ μs	mA	mA	$^\circ C$	g	rys.
TR12-7-01...08	4+8	1+7	20	150	100	100	12	8
TR22-8-01...08	4+8	1+7	20	150	100	100	8	7
TR12-10-01...08	4+8	1+7	20	150	100	100	12	8
TR22-10-01...08	4+8	1+7	20	150	100	100	8	7
TR51-40-02...13	1+8	4+7	50	1000	300	125	125	10
TR52-40-02...13	1+8	4+7	50	1000	300	125	125	11
TR51-63-02...13	1+7	4+7	50	1000	300	125	125	10
TR52-63-02...13	1+7	4+7	50	1000	300	125	125	11
TR51-80-02...13	1+6	4+7	50	1000	300	125	125	10
TR52-80-02...13	1+6	4+7	50	1000	300	125	125	11
TR61-125-02...12	1+7	4+7	100	1000	300	125	250	12
TR71-160-02...12	K,H,1+6	4+7	100	1200	300	125	500	13
TR71-200-02...12	K,H,1+6	4+7	100	1200	300	125	500	13
TR63-200-02...12	1+7	4+7	100	1000	300	125	250	14
TR63-250-02...12	1+6	4+7	100	1000	300	125	250	14
TR73-320-02...12	K,H,1+6	1+7	100	1200	300	125	280	15
TR73-400-02...12	K,H,1+5	4+7	100	1200	300	125	280	15

^{1/} Dla $T_j = 25^\circ C$; pozostałe parametry dla $T_j = T_{j \max}$

Tablica 14

Typ	U_{DRM} U_{RRM}	$I_T/AV/m$	I_{TSM}	I^2t	$I_{GT}^{1/}$	$U_{GT}^{1/}$	$I_L^{1/}$	$I_{II}^{1/}$
	V	A	A	A^2s	mA	V	mA	mA
TK51-40-08...12 TK52-40-08...12	800+1200	40	900	4×10^3	≤ 200	$\leq 3,0$	≤ 600	≤ 200
TK51-63-08...12 TK52-63-08...12	800+1200	63	1080	6×10^3	≤ 200	$\leq 3,0$	≤ 600	≤ 200
TI73-250-08...12	800+1200	250	3800	72×10^3	≤ 300	$\leq 3,0$	≤ 800	≤ 200
TI73-320-08...12	800+1200	320	4800	115×10^3	≤ 300	$\leq 3,0$	≤ 800	≤ 200
TI93-400-08...12	800+1200	400	6000	180×10^3	≤ 350	$\leq 3,0$	≤ 1000	≤ 250
TI93-500-08...12	800+1200	500	7500	280×10^3	≤ 350	$\leq 3,0$	≤ 1000	≤ 250

Tablica 15

Typ	$t_{gt}^{1/}$	t_q	du_D/dt	di_T/dt	$T_{j \max}$	masa	nr rys.
	μs	grupa	grupa	A/ μs	$^{\circ}C$	g	
TK51-40-08...12 TK52-40-08...12	$\leq 2,5$	1+6	4+7	100	125	130	10 11
TK51-63-08...12 TK52-63-08...12	$\leq 2,5$	1+6	4+7	100	125	130	10 11
TI73-250-08...12	≤ 4	1+4	4+7	200	125	300	15
TI73-320-08...12	≤ 4	1+4	4+7	200	125	300	15
TI93-400-08...12	≤ 4	1+4	4+7	200	125	500	16
TI93-500-08...12	≤ 4	1+4	4+7	200	125	500	16

^{1/}Dla $T_j = 25^{\circ}C$, pozostałe parametry dla $T_j = T_{j \max}$

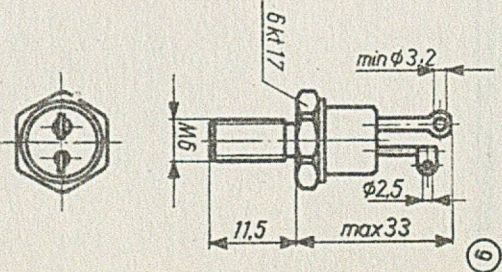
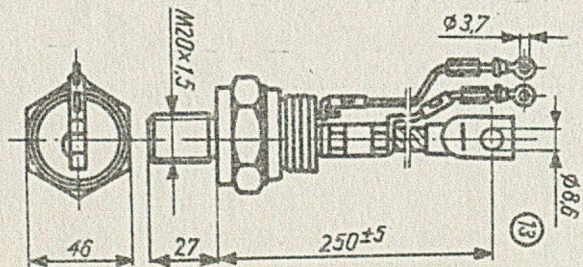
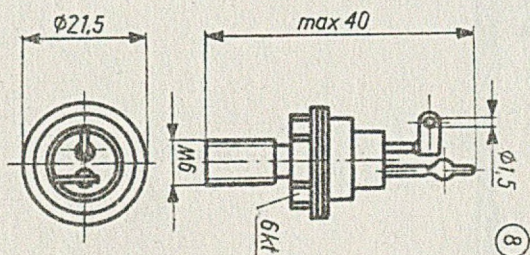
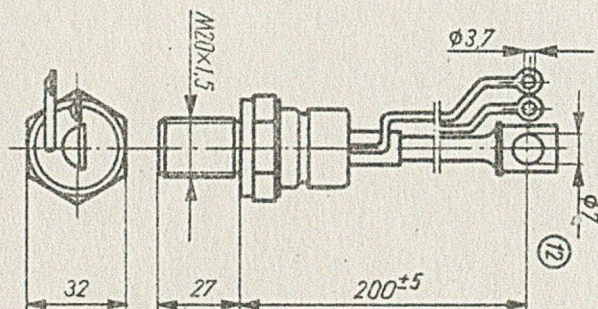
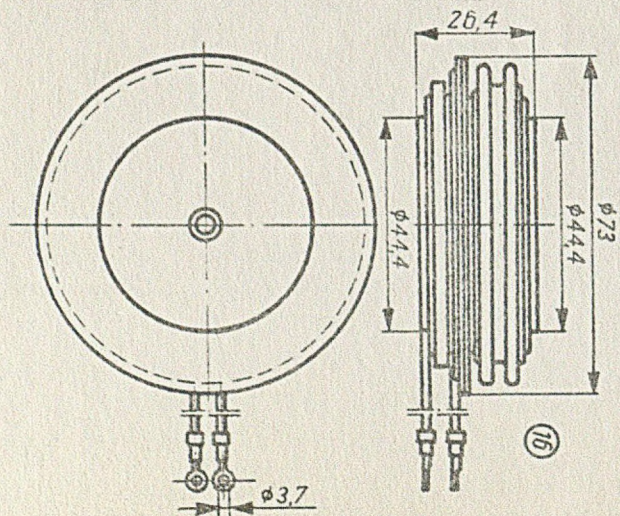
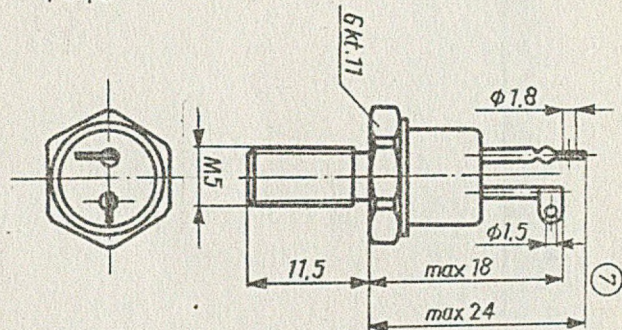
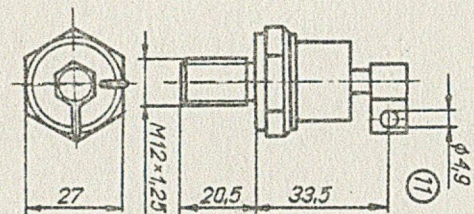
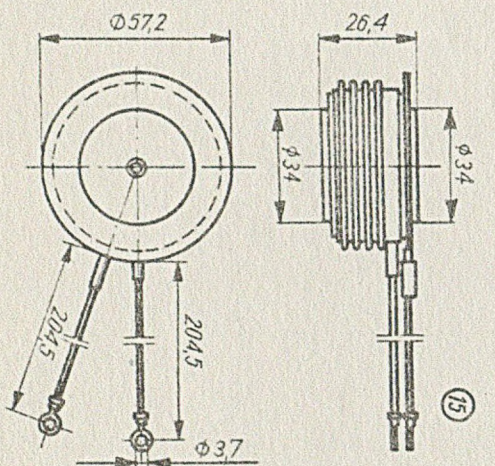
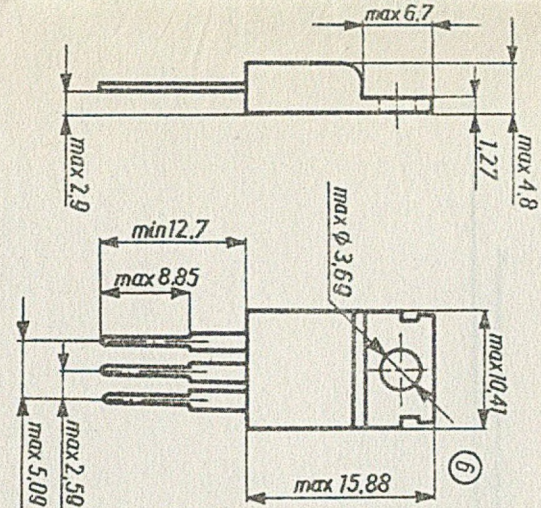
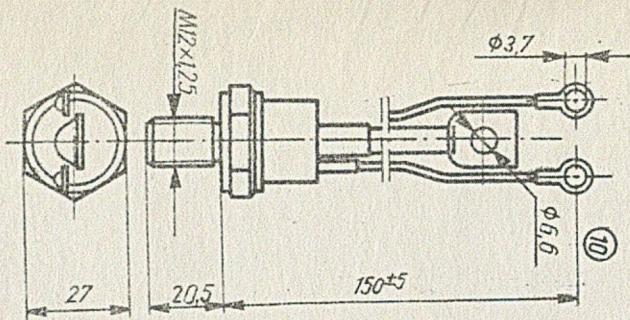
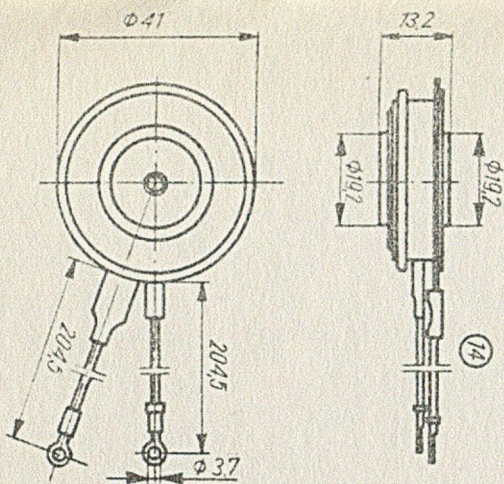
TRIACHI

Tablica 16

Typ	$I_T/RMS/$	U_{DRM}	I_{TSM}	I_{GT}	U_{GT}	$/du_D/dt/_{com}$	R_{thjc}	T_j	T_o	Zakres temp. pracy	Masa	nr rys.
	A	V	A	mA	V	V/ μs	$^{\circ}C/W$	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	g	
TS20-5	5	100+800	40	± 50	± 3	2,5	3,5	100	80	-25+100	2	6
TS22-8	8	100+800	60	± 80	± 3	2,5	3,5	110	80	-25+110	8	7
TS22-10	10	100+800	80	± 80	± 3	2,5	2,7	110	80	-25+110	8	7
TS32-13	12,5	100+800	125	± 80	± 3	2,5	2,5	110	80	-25+110	20	9
TS3A2-13	12,5	100+800	125	± 80	± 3	2,5	2,5	110	80	-25+110	12	8
TS32-16	16	100+800	150	± 60	± 3	2,5	2,0	105	80	-25+105	20	9
TS3A2-16	16	100+800	150	± 80	± 3	2,5	2,0	105	80	-25+105	12	8

1	2	3	4	5	6	7	8	9
TK51-63	70	RP127-152	0,198			0,36	0,12	/ 14 + 17 / Nm
TK52-63	70					0,36		
TR51-63	70					0,32		
TR52-63	70					0,32		
TK51-63	70	RM100g12	0,174			0,36	0,12	/ 14 + 17 / Nm
TK52-63	70					0,36		
TR51-63	70					0,32		
TR52-63	70					0,32		
T00-80	75	RP127-152	0,198			0,35	0,12	/ 14 + 17 / Nm
T01-80	75					0,35		
TR31-80	70					0,32		
TR52-80	70					0,32		
T00-80	75	RM100g12	0,174			0,35	0,12	/ 14 + 17 / Nm
T01-80	75					0,35		
TR51-80	70					0,32		
TR52-80	70					0,32		
T00-125	85	RS152-162 RM140g20	0,136 0,133			0,18	0,075	/ 28 + 32 / Nm
T21-125	87	RU152-162	0,086	W35-16	0,0188	0,08	0,02	/4,5 + 6,5/ kN
TR61-125	85	RS152-162 RM140g20	0,136 0,133			0,18	0,075	/ 28 + 32 / Nm
T00-150	85	RS152-162 RM140g20	0,136 0,133			0,18	0,075	/ 28 + 32 / Nm
T61-160	85	RS152-162 RM140g20	0,136 0,133			0,18	0,075	/ 28 + 32 / Nm
TR71-160	85	RT230-172	0,096			0,10	0,05	/ 38 + 41 / Nm
T20-200	80	RU152-162	0,086	W35-16	0,0188	0,08	0,02	/4,5 + 6,5/ kN
TR53-200	85	RU152-162	0,086	W35-16	0,0188	0,08	0,02	/4,5 + 6,5/ kN

1	2	3	4	5	6	7	8	9
TR71-200	85	RT230-172	0,096			0,10	0,05	/ 38 + 41 / Nm
T00-250	75	RT230-172	0,096			0,10	0,05	/ 38 + 41 / Nm
TI73-250	70	RU152-172	0,086	W35-17	0,0188	0,08	0,02	/ 9 + 11 / kN
TR83-250	85	RU152-162	0,086	W35-16	0,0188	0,08	0,02	/4,5 + 6,5/ kN
T00-300	65	RT230-172	0,096			0,10	0,05	/ 38 + 41 / Nm
T20-300	78	RU152-162	0,086	W35-16	0,0188	0,08	0,02	/4,5 + 6,5/ kN
TI73-320	70	RU152-172	0,086	W35-17	0,0188	0,08	0,02	/ 9 + 11 / kN
TR73-320	70	RU152-172	0,086	W35-17	0,0188	0,06	0,02	/ 9 + 11 / kN
T00-350	75	RT230-172	0,096			0,10	0,05	/ 38 + 41 / Nm
T20-350	78	RU152-172	0,086	W35-17	0,0188	0,06	0,02	/ 9 + 11 / Nm
TI93-400	70	RY205-192	0,047	W48-19	0,0120	0,045	0,01	/ 22 + 25 / kN
TR73-400	70	RU152-172	0,086	W35-17	0,0188	0,06	0,02	/ 9 + 11 / kN
T20-450	65	RU152-172	0,086	W35-17	0,0188	0,06	0,02	/ 9 + 11 / kN
TI93-500	70	RY205-192	0,047	W48-19	0,0120	0,045	0,01	/ 22 + 25 / kN
T20-550	65	RU152-172	0,086	W35-17	0,0188	0,06	0,02	/ 9 + 11 / kN
T20-600 T20-800 T20-1000 T93-1250	72 68 70 70	RY205-192	0,047	W48-19	0,0120	0,03	0,01	/ 22 + 25 / kN



INFORMACJA FIRMOWA ZE „LAMINA”

Zakładowy Ośrodek INTIE LAMINA prowadzi firmową informację techniczno-handlową dla aktualnych i potencjalnych użytkowników wyrobów.

Kolejną pozycją wydawaną przez ośrodek literatury firmowej jest katalog skrócony przyrządów półprzewodnikowych produkcji ZE LAMINA obejmujący cztery części:

Diody	1986
Tyrystory	1986
Bloki elektroizolowane i jednofazowe mostki prostownicze	w druku
Bloki modułowe	w opracowaniu

Literaturę firmową ZE LAMINA
rozpowszechnia:

Dział Marketingu

tel.56-70-61 - 8 wew.161; telex 813383

INFORMACJA TECHNICZNA

Zakładowy Ośrodek Informacji Naukowej i Ekonomicznej
Technicznej i Ekonomicznej

Producent:



ZAKŁADY ELEKTRONOWE
ul. Puławska 34, 05-500 Piaseczno
Telefon: 56-70-61+88 Telex 813383

Informacja techniczna:
ZAKŁADOWY OŚRODEK INFORMACJI NAUKOWEJ
TECHNICZNEJ I EKONOMICZNEJ

Dystrybutor:



CENTRALA HANDLOWA PODZESPOŁÓW ELEKTRONICZNYCH
Dział Elementów Półprzewodnikowych
ul. Kolejowa 15/17, 00-950 Warszawa
Telefon: 32-23-36, Telex 813435

Informacja handlowa:
DZIAŁ PLANOWANIA
ZBYTU I EKSPORTU