

Laboratorium Podstaw Elektroniki i Energoelektroniki

Instrukcja do ćwiczeń nr 7

„Prostowniki sterowane mostkowe”

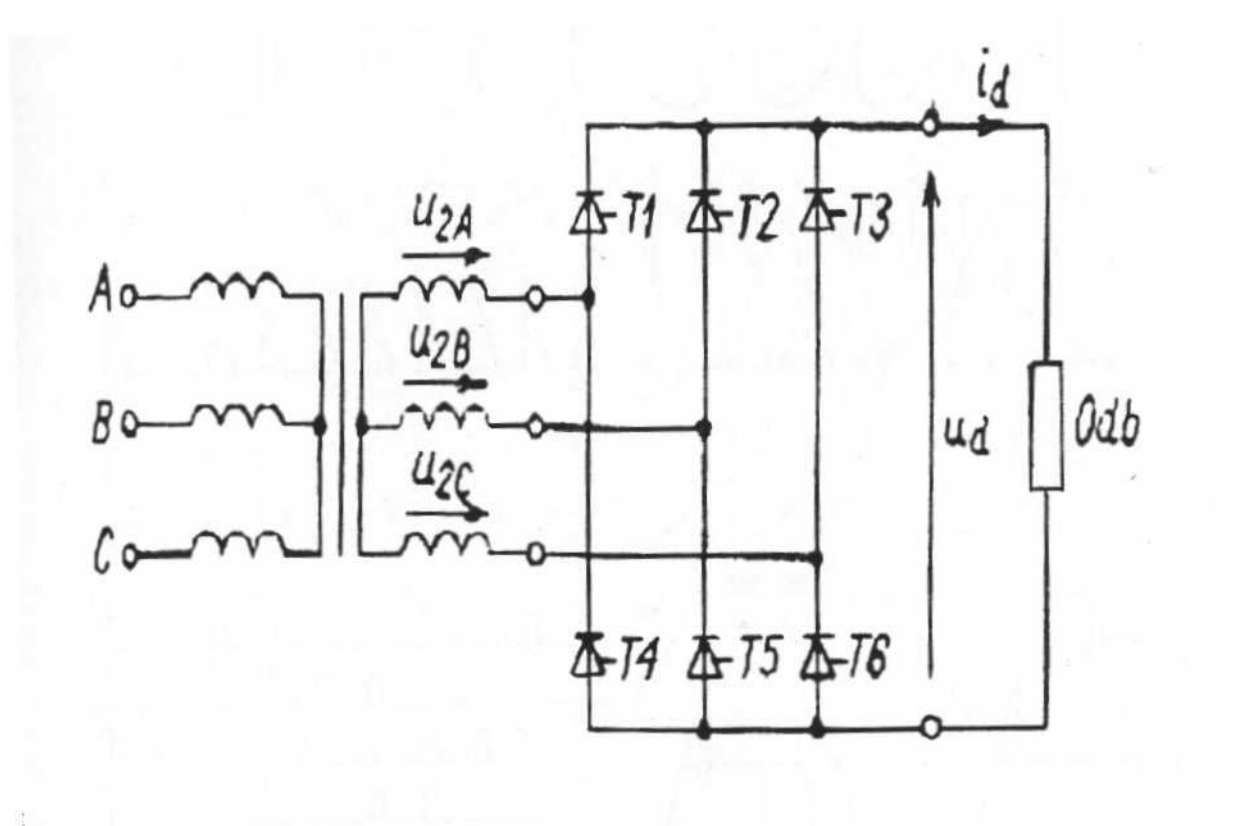
**Katedra Elektroniki
Wydział Elektroniki i Informatyki
Politechnika Lubelska**

Wprowadzenie

Celem ćwiczeń jest zapoznanie studentów z właściwościami układu prostownika sześciopulsowego mostkowego.

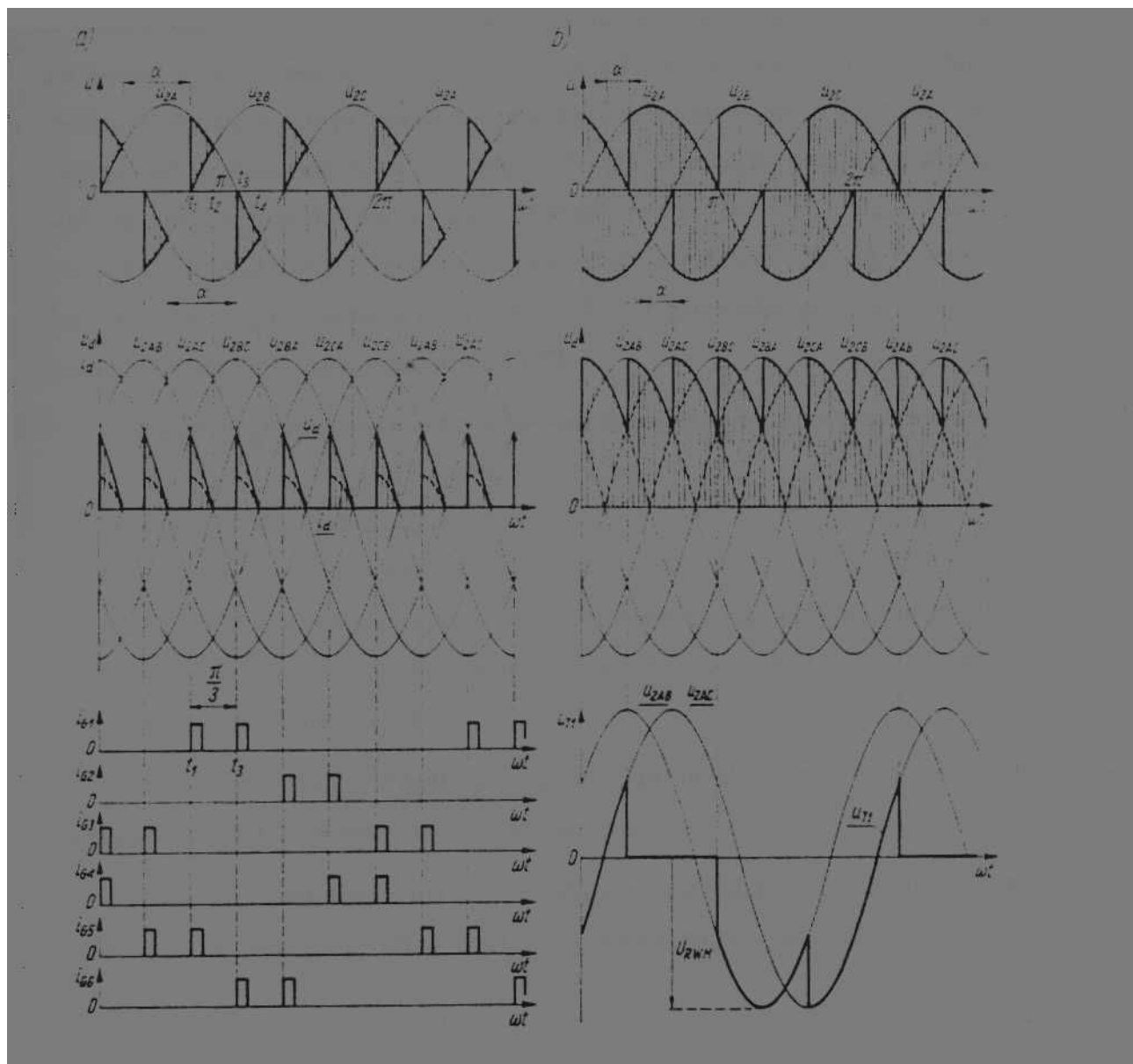
Układ sześciopulsowy mostkowy składa się z podłączonych szeregowo dwóch prostowników trójpulsowych, utworzonych przez tyrystory o połączonych katodach (grupa katodowa) oraz tyrystory o połączonych anodach (grupa anodowa).

Rys.1 Schemat prostownika sterowanego sześciopulsowego



Prostownik ten może być zasilany przez dławiki sieciowe z linii trójfazowej bez przewodu neutralnego lub przez transformator trójfazowy.

Podczas pracy prostownika mostkowego przy przewodzeniu ciągłym w dowolnej chwili znajduje się w stanie przewodzenia zawsze jeden tyrystor grupy katodowej i jeden tyrystor grupy anodowej. Napięcie wyprostowane składa się więc z impulsów, będących wycinkami przebiegów napięć międzyprzewodowych zasilających mostek. Podobnie jak w prostownikach trójpulsowych, tyrystory grupy katodowej (T1, T2, T3) mostka przechodzą w stan przewodzenia przy dodatnich półfalach napięć fazowych zasilania, a tyrystory grupy anodowej (T4, T5, T6) – w czasie ujemnych półfal tych napięć. Impulsy bramkowe tyrystorów obydwu grup są przesunięte wzajemnie o kąt równy π . Niezależnie od rodzaju odbiornika co $\pi/3$ następuje zmiana konfiguracji obwodu prądu wyprostowanego.



Rys.2 Przebiegi czasowe napięć i prądów oraz impulsów bramkowych w prostowniku sterowanym sześciopulsowym mostkowym, zasilającym odbiornik czysto rezystancyjny : a) przewodzenie impulsowe ; b) przewodzenie ciągłe

Przebieg czasowy napięcia u_d odbiornika jest wynikiem sumowania napięć wyprostowanych przez dwa prostowniki trójpulsowe.

Kąt α opóźnia występowania tyrystorów są liczone od punktów komutacji naturalnej, wyznaczonych przez zrównanie się wartości chwilowych kolejnych napięć fazowych lub międzyprzewodowych zasilających mostek. Układ sterowania impulsów bramkowych tyrystorów mostka musi zapewnić przy pracy impulsowej jednoczesne załączanie tyrystorów w grupie katodowej i anodowej.

Na przykład podczas pracy prostownika przy kącie opóźnienia wysterowania $\alpha = \pi/2$ (rys. 2a) tyrystor T1 po otrzymaniu impulsu bramkowego w chwili t_1 przejdzie w stan przewodzenia pod warunkiem, że tyrystor T5 otrzyma również w tej samej chwili impuls bramkowy. Tyrystory T1 i T5 przewodzą prąd do chwili t_2 , w której napięcie międzyprzewodowe u_{2AB} osiągnie wartość równą zero. Następnie, w chwili t_3 , w stan przewodzenia przechodzi tyrystor T6, ale pod warunkiem, że do tyrystora T1 jest doprowadzony impuls bramkowy. Tyrystory T6 i T1 przewodzą prąd do chwili t_4 , w której zaczyna przewodzenie para tyrystorów T5 i T2.

Przy przewodzeniu impulsowym wartość średnia napięcia wyprostowanego wynosi:

$$U_d = 3/\pi \sqrt{2} * \sqrt{3} U_2 (1 + \cos \nu_z)$$

Natomiast przy przewodzeniu ciągłym :

$$U_d = 3/\pi \sqrt{2} * \sqrt{3} U_2 \cos \alpha = U_{d0} \cos \alpha$$

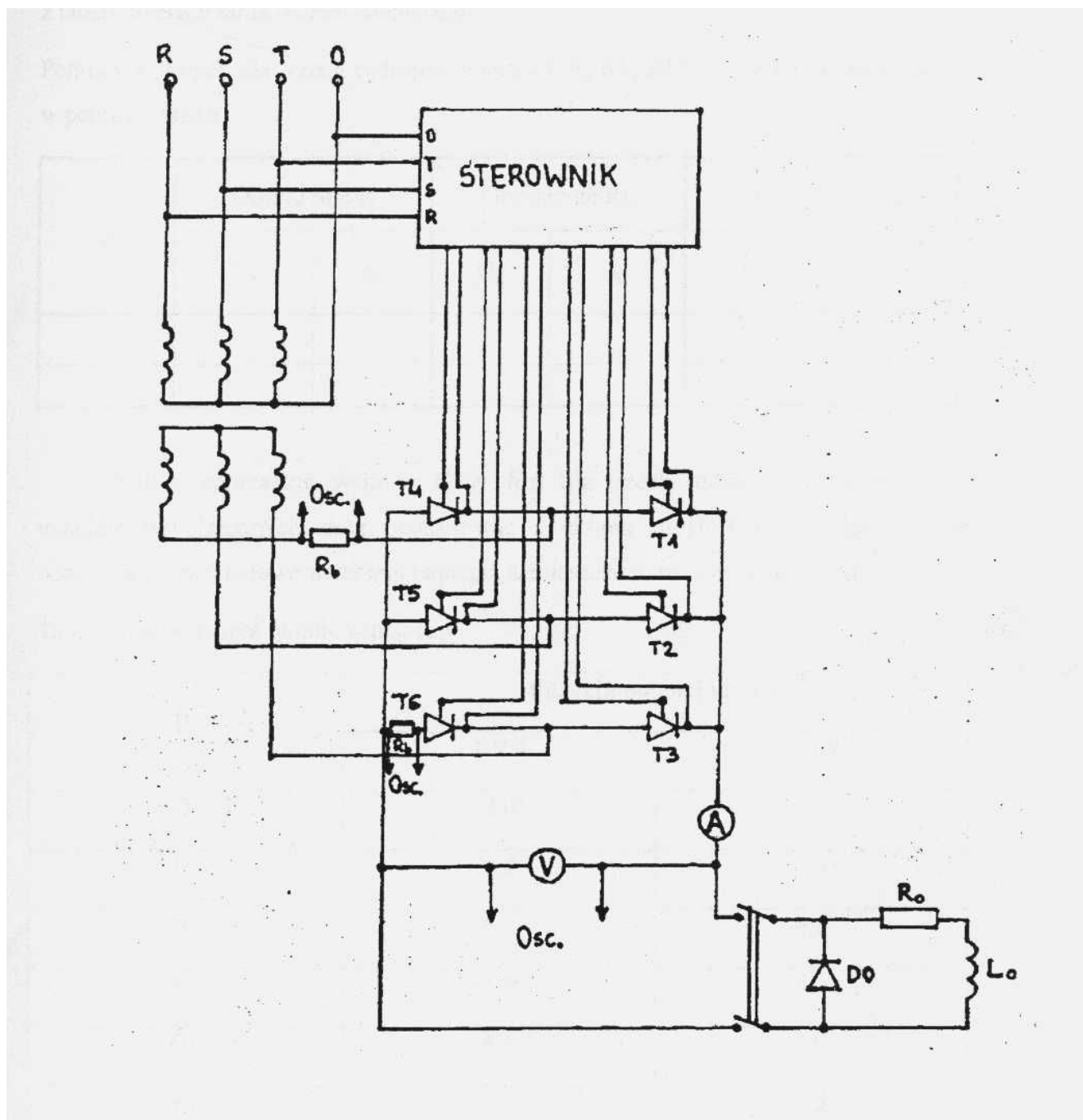
Dla obciążenia czysto rezystancyjnego praca prostownika ma charakter ciągły w zakresie kątów $0 \leq \alpha \leq \pi/3$. W tym stanie pracy każdy z tyrystorów przewodzi prąd przez 1/3 okresu napięcia zasilania (rys. 2b).

Zakres sterowania tyrystorów tego prostownika przy zasilaniu odbiornika rezystancyjnego lub rezystancyjno – indukcyjnego wynosi: $0 \leq \alpha \leq 2\pi/3$.

Procesy komutacyjne w układzie mostkowym zachodzą wyłącznie między tyrystorami wchodzącymi w skład grupy katodowej bądź anodowej tyrystorów.

Przebieg ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zaobserwowanie na ekranie oscyloskopu przebiegów napięć na obciążeniu oraz wykonanie pomiarów w celu wykreślenia charakterystyk sterowania i obciążenia.



Rys. 3 Schemat układu pomiarowego

1. Wyznaczanie charakterystyk sterowania

Przełącznik układu regulacji na sterowniku ustawić w pozycji URR i obciążyć prostownik. Przy stałym obciążeniu zmienić potencjometrem P kąt wysterowania tyrystorów. Pomiary wykonać dla kątów wysterowania $\alpha = 0^0, 30^0, 60^0, 90^0$ i 120^0 . Kąty należy odczytać z tabeli przetwarzania układu zadającego.

Pomiary wykonać dla trzech rodzajów obciążeń: R, RL, RLD. Wyniki pomiarów zanotować w poniższej tabeli.

α	Obciążenie R		Obciążenie RL		Obciążenie RLD	
	U_d	I_d	U_d	I_d	U_d	I_d

Należy sporządzić wykresy $U_d = f(\alpha)$ dla trzech rodzajów obciążeń na jednym układzie współrzędnych oraz przerysować z ekranu oscyloskopu przebiegi napięć na odbiorniku. Przykładowe przebiegi napięcia zamieszczono na końcu instrukcji.

Tabela przetwarzania układu zadającego

$\alpha [^0]$	Pozycja potencjometru	
	URR	UAR
0	7,0	5,5
15	6,5	5,3
30	6,2	4,8
45	5,8	4,1
60	5,5	3,0
75	5,0	2,5
90	4,6	2,0
105	3,9	1,5
120	3,0	1,0

2. Wyznaczanie charakterystyk obciążenia – układ ręcznej regulacji

Przełącznik układu regulacji na sterowniku ustawić w pozycji URR. Potencjometrem regulacji kąta wysterowania tyrystorów ustawić stały kąt α i obciążyć prostownik za pomocą opornika wodnego R_0 . Pomiary wykonać dla trzech wartości wysterowania $\alpha = 0^\circ, 30^\circ, 60^\circ$ oraz dla trzech rodzajów obciążenia : R, RL, RLD.

Wyniki pomiarów zanotować w poniższej tabeli

α	U_d	I_d
deg	V	A

Należy sporządzić wykresy $U_d = f(I_d)$ dla trzech wartości wysterowania na jednym układzie współrzędnych dla każdego rodzaju obciążenia.

3. Wyznaczenie charakterystyk obciążenia – układu automatycznej regulacji

Przełącznik układu regulacji na sterowniku ustawić w pozycji UAR. Potencjometrem regulacji kąta wysterowania tyrystorów ustawić stały kąt α i obciążyć prostownik za pomocą opornika wodnego R_0 . Pomiary wykonać dla kątów wysterowania tyrystorów $\alpha = 0^\circ$ i 30° oraz dla dwóch rodzajów obciążenia R i RL. Dodatkowo na sterowniku, za pomocą przełącznika I_{ogr} , ustawić ograniczenia prądowe: dla kątów $\alpha = 0^\circ$ dla $I_{ogr} = 9$ A, a dla kąta $\alpha = 30^\circ$ dla $I_{ogr} = 10$ A

Wyniki pomiarów należy zanotować w poniższej tabeli

α	I_{ogr}	U_d	I_d
deg	A	V	A

Należy sporządzić wykresy $U_d = f(I_d)$ dla dwóch wartości kąta wysterowania na jednym układzie współrzędnych dla każdego rodzaju obciążeń.

W sprawozdaniu powinno się zawierać:

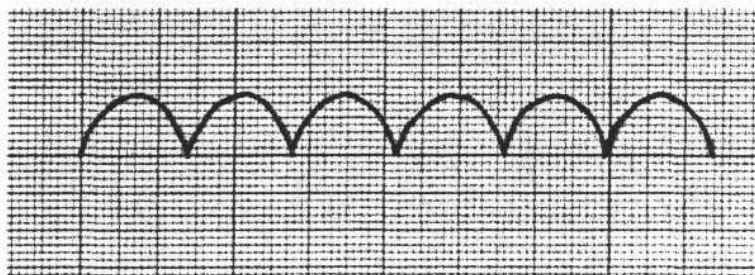
- schemat układu pomiarowego,
- tabele wyników pomiarów,
- wykresy charakterystyk,
- przerysowane przebiegi napięć,
- omówienie wyników pomiarów w postaci wniosków końcowych.

Do sprawozdania należy dołączyć protokół z ćwiczenia.

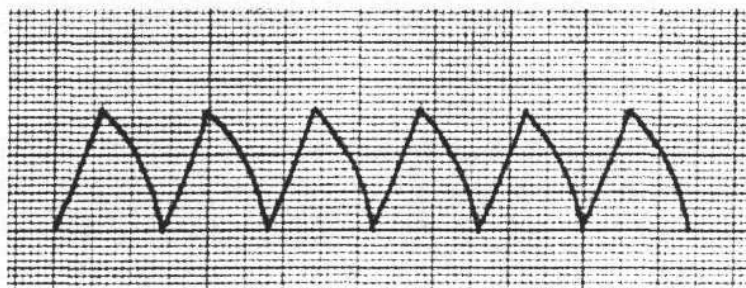
Przykładowe przebiegi napięcia dla różnych wartości kąta wysterowania tyrystorów przy trzech rodzajach odbiornika: R, RL, RLD.

1. Obciążenie R

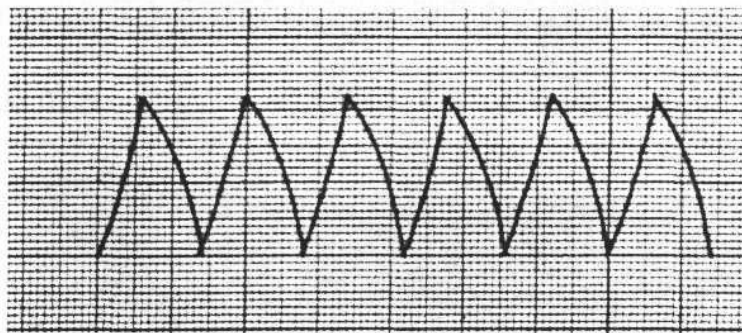
$\alpha = 0^\circ$



$\alpha = 30^\circ$

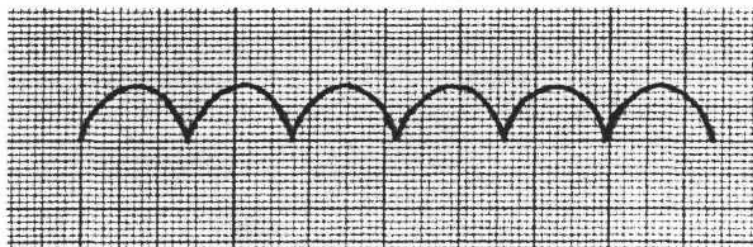


$\alpha = 60^\circ$



2. Obciążenie RL

$\alpha = 0^\circ$



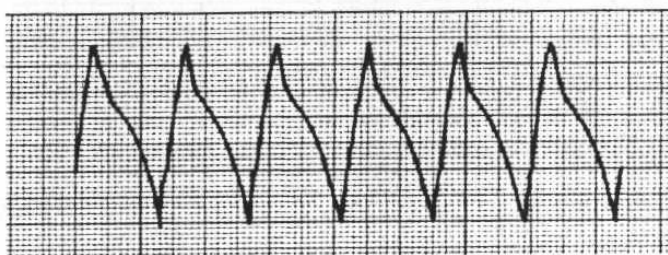
$\alpha = 30^\circ$



$\alpha = 60^\circ$

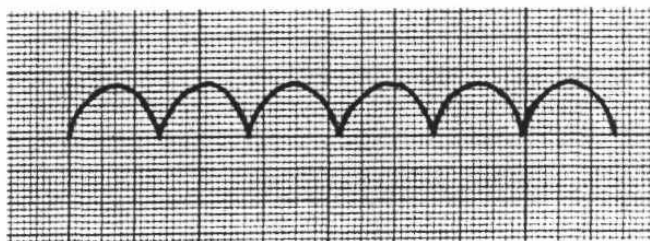


$\alpha = 90^\circ$

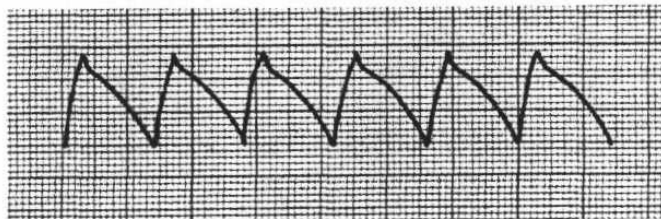


3. Obciążenie RLD

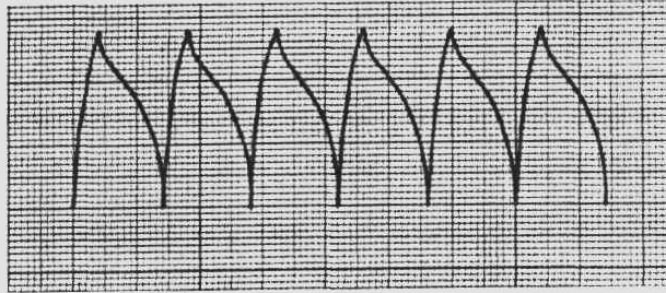
$\alpha = 0^\circ$



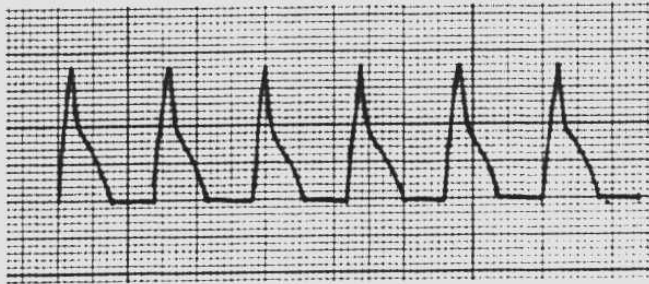
$\alpha = 30^\circ$



$\alpha = 60^\circ$

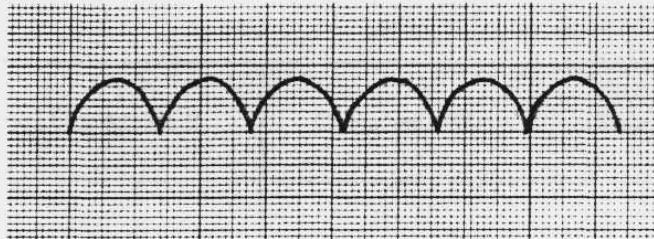


$\alpha = 90^\circ$



c) Obciążenie RLD

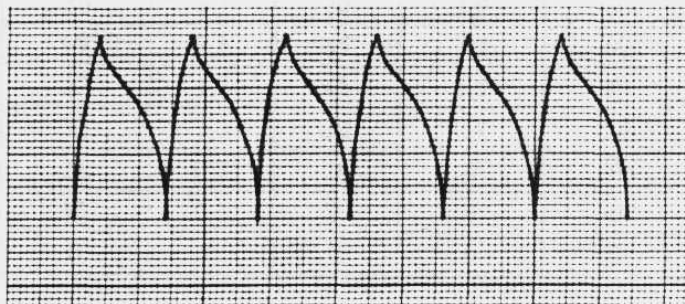
$$\alpha = 0^{\circ}$$



$$\alpha = 30^{\circ}$$



$$\alpha = 60^{\circ}$$



$$\alpha = 60^{\circ}$$

