

LABORATORIUM PODSTAW ELEKTRONIKI I ENERGOELEKTRONIKI

INSTRUKCJA DO ĆWICZENIA NR 4

„Prostowniki niesterowane trójfazowe”

**KATEDRA ELEKTRONIKI
WYDZIAŁ ELEKTROTECHNIKI I INFORMATYKI
POLITECHNIKA LUBELSKA**

Wprowadzenie:

Celem ćwiczenia jest wyznaczenie charakterystyk zewnętrznych prostowników niesterowanych przy dwóch rodzajach obciążenia – pasywnego i aktywnego impulsowego. Ponadto zapoznanie się z problemami związanymi z konwersją mocy typu AC/DC, z wykorzystaniem elementów energoelektronicznych nie sterowanych, w diskutowanym przypadku, diod mocy. Energetyczna sieć prądu przemiennego, to ogólnie dostępna sieć niskich napięć fazowych 3x230V z przewodem neutralnym; typowy przekształtnik energoelektroniczny nie sterowany typu AC/DC może zawierać transformator energetyczny mocy, zespół diod mocy, o pojedynczym wyjściu obwodu prądu stałego, nazwanym obwodem DC.

W procesie konwersji mocy z sieci prądu przemiennego do obwodu prądu stałego wyróżniono trzy problemy:

1. Problem transformatora. Jego charakterystykę można podać korzystając z następujących przybliżeń hasłowych: separacja galwaniczna; układ połączeń strony pierwotnej; faz strony pierwotnej, moc typowa uzwojeń strony wtórnej, moc typowa transformatora, kształt prądu linii zasilającej; kształt prądu płynącego w uzwojeniu strony wtórnej transformatora, kształt prądu linii zasilającej, kształt prądu płynącego w uzwojeniu strony wtórnej transformatora. Najczęściej przyjmuje się liczbę faz strony pierwotnej: 1 – dla układu jednofazowego; 3 – dla układów wielofazowych. W ćwiczeniu będą wykorzystane układy 3 fazowe.
2. Problem zespołu diod mocy. Wyróżnia się pojęcie podstawowej jednostki komutacyjnej.

Komutacją nazywa się zjawisko przejmowania przewodzenia prądu odbiornika od jednego zaworu przez drugi zawór. W procesie komutacji mogą uczestniczyć zawory dwóch lub większej liczby kolejnych faz. W przypadku kiedy, komutacja obejmuje zawory dwóch faz, wówczas nazywa się ją komutacją prostą lub pojedynczą. Natomiast jeśli w procesie komutacji uczestniczą jednocześnie zawory trzech lub większej liczby faz, to komutację nazywa się komutacją złożoną lub wielokrotną. Komutacja wielokrotna występuje w praktyce, kiedy prąd obciążenia przekracza znacznie prąd znamionowy. Proces komutacji nie przebiega skokowo, ponieważ skokowym zmianom prądu anodowego przeciwdziała indukcyjność obwodu anodowego, którą głównie stanowi indukcyjność rozproszenia uzwojeń transformatora zasilającego przekształtnik.

Jednostka komutacyjna lub układ elementarny jest liczbą zaworów, które w okresie napięcia sieci energetycznej komutują wyłącznie ze sobą.

Punkt komutacji naturalnej jest wyróżniony chwilą czasu wejścia w proces naturalnej komutacji układu diodowego (nie sterowanego), o liczbie zaworów większej od jeden.

Przedział przewodzenia λ elementu mocy równy jest przedziałowi czasu zawartemu pomiędzy kolejnymi wystąpieniami punktu komutacji (naturalnej dla układu nie sterowanego).

W oparciu o przedstawione wyżej definicje, zespół diod mocy stanowi zbiór elementów mocy o liczbie proporcjonalnej do ilości użytych jednostek komutacyjnych. Pojedyncza jednostka komutacyjna tworzy układy jednokierunkowe, ich połączenie szeregowo – układy dwukierunkowe, nazywane mostkowymi. Dla sieci trójfazowej, układy jednokierunkowe tworzą grupę połączeń nazywaną: układem gwiazdowym oraz układem sześciofazowym.

Połączenie szeregowe lub równoległe jednostek komutacyjnych jest poprawne wtedy, jeżeli w wyróżnionym module diodowym wystąpi symetryczne przesunięcie fazy, wyznaczone przez punkty naturalnej komutacji występujących jednostek komutacyjnych. W przypadku użycia dwu jednostek komutacyjnych, przesunięcie fazy dwu jednostek wynosi $\lambda/2$.

2.1 Problem diod mocy. Dane katalogowe, podstawowe definicje.

U_{RRM} – powtarzalne szczytowe napięcie wsteczne; klasa napięciowa diody;

U_{RSM} – niepowtarzalne szczytowe napięcie wsteczne;

$U_{(BR)}$ – napięcie przebicia struktury;

I_R – Prąd wsteczny diody; o max. Wartości przy U_{RRM} i $T_J = 125^\circ C$

$I_{F(AV)}$ – znamionowa wartość średnia prądu; maksymalny średni prąd przewodzenia; klasa prądowa diody

$I_{F(RMS)}$ – maksymalny dopuszczalny prąd wsteczny

I_{FSM} – niepowtarzalny szczytowy prąd przewodzenia dla 10 ms czasu trwania impulsu prądu.

$I^2 \cdot t$ - parametr przeciążeniowy ; dla całki wyznaczonej w półokresie napięcia sieci.

$U_{F(TO)}$ – napięcie progowe, wyznaczone w punktach : 0,5 oraz 1,5 $I_{F(AV)}$;

RF – zastępcza rezystancja dynamiczna.

Charakterystyka przeciążalności granicznej – wartość prądu przeciążeniowego I_F od czasu trwania przeciążenia, bez obawy zniszczenia diody. Zależy od szybkości opadania prądu diody di/dt oraz w mniejszym stopniu od prądu diody przed wyłączeniem.

I_{RRM} – maksymalna wartość przejściowego prądu wstecznego; ($di/dt; I_{fw}$)

t_{rr} – czas odzyskiwania właściwości zaworowych; określa właściwości diody przy wyłączaniu;

Strata mocy w pojedynczej diodzie; w zespole przekształtnika;

Kształt prądu dla pojedynczej diody.

Kształt prądu fazy uzwojenia wtórnego transformatora.

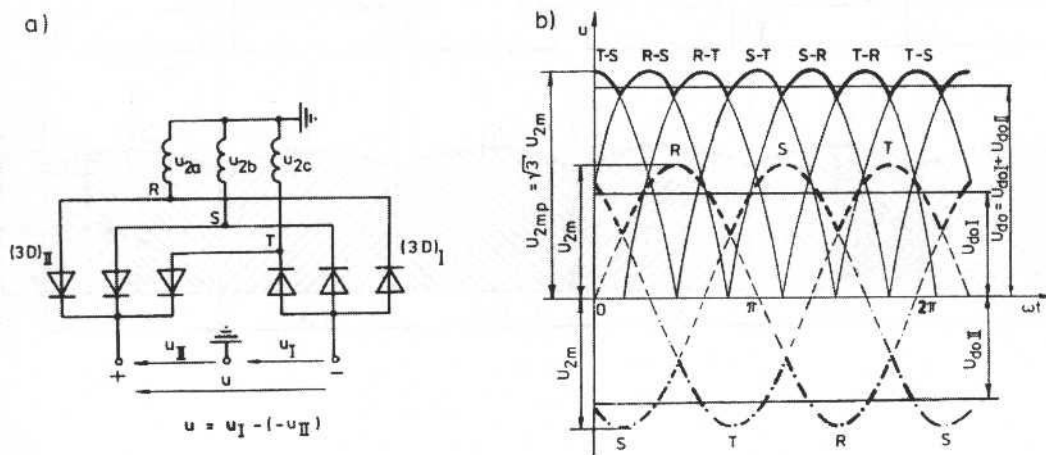
3. Właściwości wyjścia przekształtnika po stronie DC.

Można wyróżnić następujące zagadnienia:

- Kształt napięcia wyprostowanego, jest zależny od liczby faz strony wtórnej transformatora, jednostki komutacyjnej, połączenia szeregowego lub równoległego tych jednostek;
- Liczba pulsacji napięcia po stronie obwodu dc, w okresie napięcia zasilającego równa jest liczbie użytych do konstrukcji przekształtnika diody mocy.
- Kształt napięcia zależy od liczby faz. Wyróżniony przebieg napięcia optymalny w obszarze Pracy normalnej, oraz kształt napięcia wywołany awarią układu: brakiem jednej lub większej liczby faz zasilania. Powyższe przypadki awarii należy zweryfikować eksperymentalnie.
- Kształt napięcia z uwzględnieniem zjawiska, strata napięcia.
- Model matematyczny procesu komutacji na przykładzie pojedynczej jednostki komutacyjnej; przedział komutacji wyznaczony analitycznie ; graficznie; przedział komutacji zaobserwowany na ekranie oscyloskopu; pole napięć w procesie komutacji,
- Kształt prądu pojedynczej diody dla obciążenia R, R-L.
- Wartość średnia prądu diody. Definicja.
- Wartość średnia napięcia przy prądzie ciągłym i przerywnym. Dlaczego są różnice ?

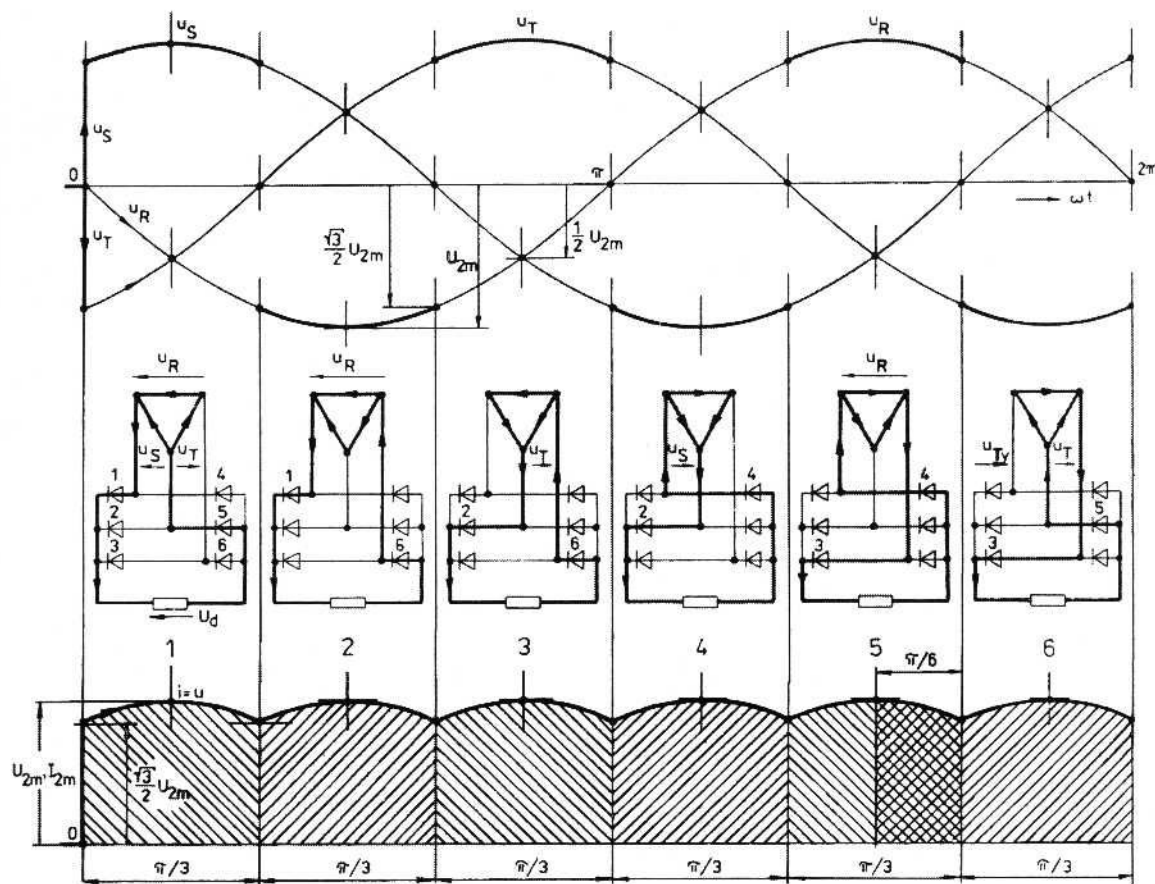
Najczęściej wykorzystywaną topologią niesterowanego układu prostownikowego jest układ 3-fazowy. Najczęściej jest stosowany do zasilania odbiorników od małej poprzez średnią do dużej mocy. Jest zbudowany z dwóch jednokierunkowych trójpulsowych układów (gwiazd 3-fazowych) rys1.

Sposób połączenia uzwojeń transformatora sieciowego może być dowolny i nie wpływa na pracę układu. Działania mostka 3-fazowego obciążonego rezystancją ilustruje rysunek 2. Każda dioda przewodzi nieprzerwanie przez $1/3$ okresu napięcia zasilającego, tj przez $2\pi/3$, przez pozostałe $2/3$ okresu jest polaryzowana wstecznie. Przy czym co $\pi/3$ zmienia się współpracująca z nią dioda z grupy przeciwnej. Konfiguracja połączeń zaworów zmienia się zatem w okresie sześciokrotnie: układ jest zatem układem sześciopulsowym.



Rys. 1 Interpretacja 3-fazowego niesterowanego mostka prostownikowego

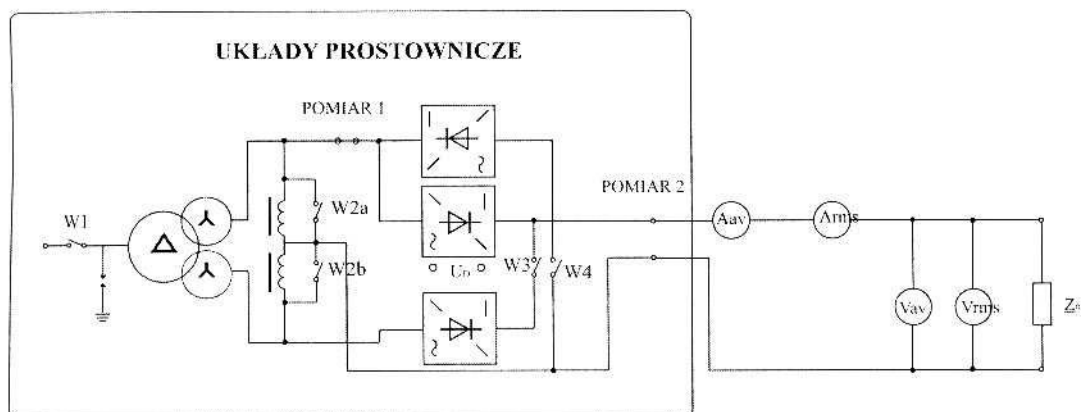
- a) napięcia schemat
- b) przebiegi wyprostowanego

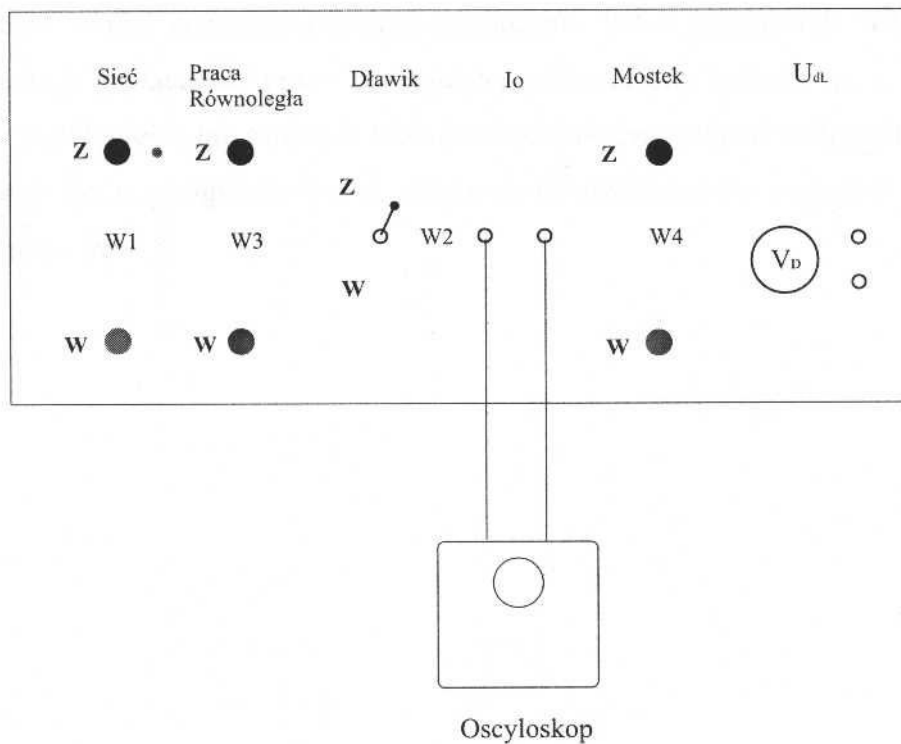


Rys. 2 Ilustracja działania 3-fazowego niesterowanego mostka prostownikowego

PRZEBIEG ĆWICZENIA

Rysunek 3 Widok płyty czołowej





Rysunek 4 Widok pulpitu sterowniczego

Pulpit sterowniczy

Zasada działania automatyki:

Przystępując do badań istnieje możliwość sprawdzenia poprawności działania automatyki bez podania napięcia na układ. Możliwość tę zapewnia wyłącznik W1. Załączając go, podajemy napięcie na transformator. Układ automatyki natomiast jest zasilany bezpośrednio z sieci.

Po załączeniu przycisku W1 układ jest gotowy do badań grupy trójpulsowej . Grupa ta bierze cały czas udział w badaniach i nie jest wyłączana. Podczas pracy z tą grupą przełączniki W2, W3, W4 pozostają rozwarte.

Chcąc przystąpić do badań grupy 6-pulsowej musimy załączyć przycisk W3 – „Praca równoległa” oznaczony literą „Z”. W tym czasie pozostaje rozwarty przełącznik W2 oraz W4. Aby przystąpić do badań z wykorzystaniem dławika wyrównawczego musimy go włączyć poprzez przełączenie dźwigni przełącznika W2 opisanego „Dławik” i oznaczonego literą „Z”, w tym tylko układzie można zaobserwować napięcie dławika na wmontowanym w pulpit woltomierzu. Nadal pozostaje rozwarty przełącznik W4 a przełącznik W3 zostaje zwarty. Układ blokuje wyłączenie pracy równoległej podczas gdy badamy ją z wykorzystaniem dławika równoległego, tak samo jak blokuje włączenie pracy mostkowej podczas badań pracy równoległej. By przystąpić do badań układu mostkowego należy wyłączyć przełącznik W2, W3 a włączyć W4.

Przebieg pomiarów

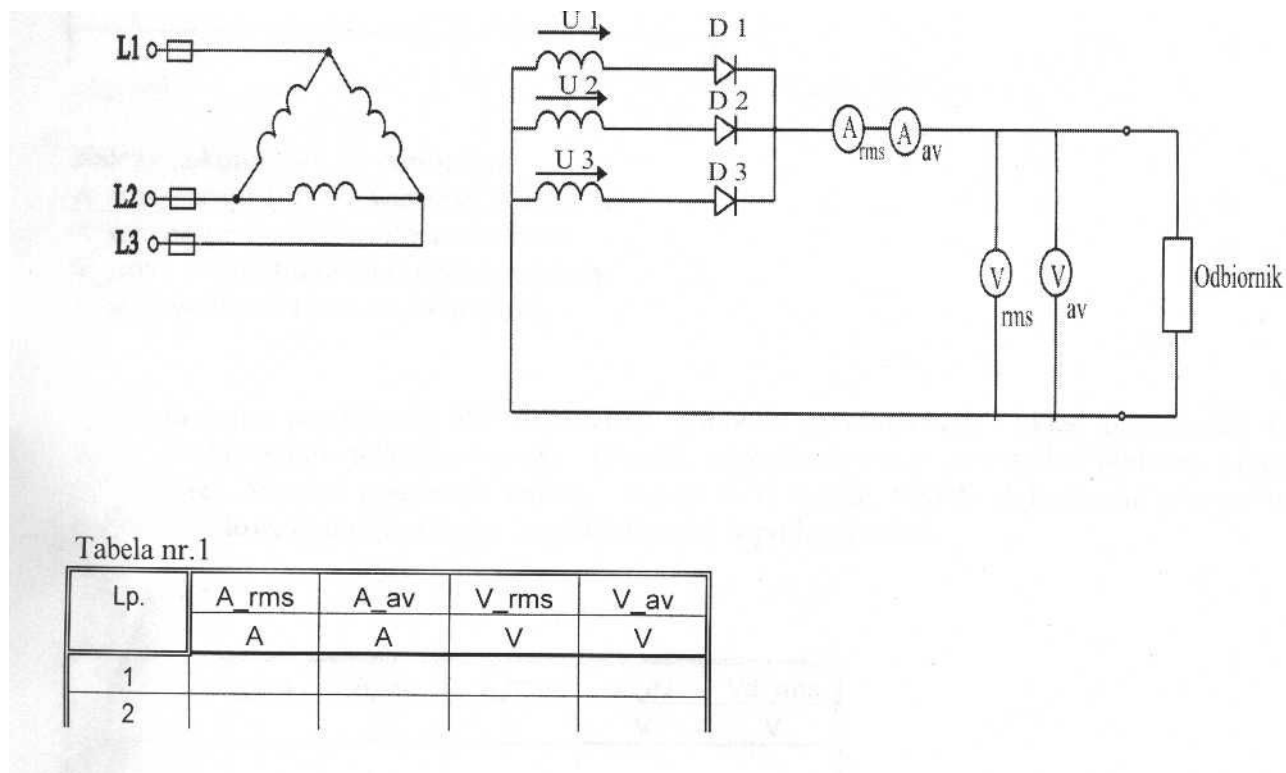
Do stanowiska dołączony jest zespół obciążenia impulsowego. Regulacja stopnia obciążenia widzianego od strony prostownika odbywa się na zasadzie regulacji PWM. Modulacja szerokości impulsów odbywa się w zakresie od 12% do 88% wartości okresu.

Dla 3 przebiegów prądu należy przerysować zaobserwowane przebiegi. Należy dokonać pomiarów napięć i prądów. Zaobserwowane wyniki nanieść w podanej tabeli.

Na płycie czołowej stanowiska został umieszczony punkt U_D do pomiaru napięcia na jednej z diod prostownika. Należy podpiąć się oscyloskopem w ten punkt w celu zaobserwowania kształtu przebiegu napięcia.

Na płycie pulpitu sterowniczego obok woltomierza mierzącego napięcie na dławiku został umieszczony punkt do obserwacji kształtu napięcia na dławiku. Należy podczas pomiarów zaobserwować oscyloskopem kształt napięcia na dławiku.

1. Układ jednopółkowy



Należy dokonać 6 – 10 pomiarów.

A_{rms} – amperomierz wartości skutecznej

A_{av} – amperomierz wartości średniej

V_{rms} – woltomierz wartości skutecznej

V_{av} – woltomierz wartości średniej

2. Włączając przycisk W3 oznaczony „Praca równoległa” układ załącza się do pracy w tym stanie. Na płycie czołowej jest umieszczona kontrolka sygnalizująca pracę tego bloku. Pomiarów należy dokonać jak w punkcie poprzednim.

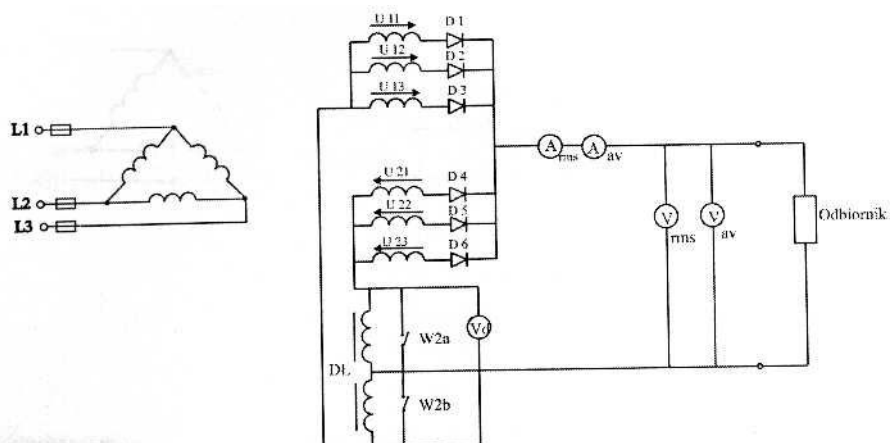


Tabela nr. 2

Lp.	A _{rms}	A _{av}	V _{rms}	V _{av}
	A	A	V	V
1				
2				

Należy dokonać 6 – 10 pomiarów.

A_{rms} – amperomierz wartości skutecznej

A_{av} - amperomierz wartości średniej

V_{rms} – woltomierz wartości skutecznej

V_{av} - woltomierz wartości średniej

- Przełączając przełącznik W2 oznaczony „Dławik wyrównawczy” układ przechodzi do pracy z dławikiem wyrównawczym. Dławik wykorzystywany jest tylko podczas pracy równoległej. Wyniki pomiarów należy umieścić w tabeli. Należy dokonać pomiarów napięć i prądów. Zaobserwowane wyniki nanieść w podanej tabeli.

Tabela nr 3

Lp.	A _{rms}	A _{av}	V _{rms}	V _{av}	V _{d_rms}
	A	A	V	V	V
1					
2					

Należy dokonać 6 – 10 pomiarów

A_{rms} – amperomierz wartości skutecznej prądu strony wtórnej transformatora
 A_{av} – amperomierz wartości średniej prądu strony wtórnej transformatora
 V_{rms} – woltomierz wartości skutecznej
 V_{av} – woltomierz wartości średniej
 $V_{d,rms}$ – napięcie na dławiku wyrównawczym.

4. Włączając przycisk W4 oznaczony jako „Mostek” układ przechodzi do pracy w układzie mostka. Wyniki pomiarów umieścić w podanej tabeli.

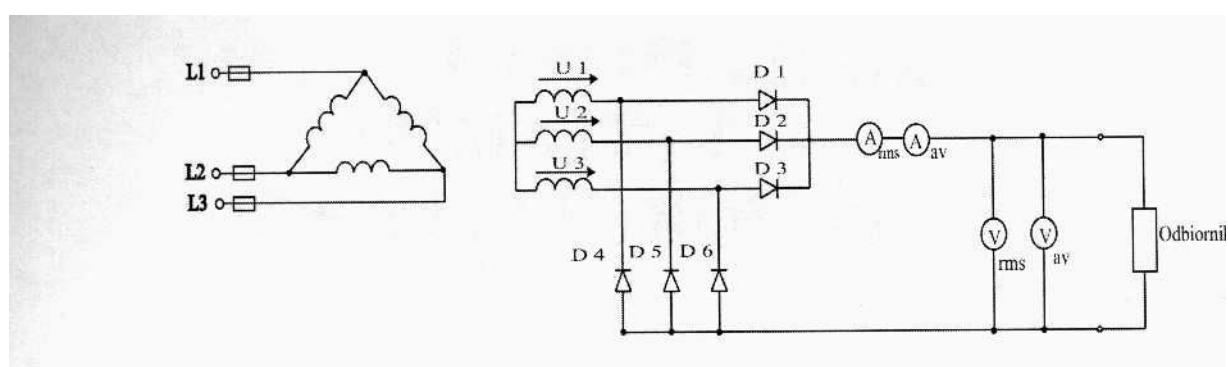


Tabela nr 4

Lp.	A_{rms}	A_{av}	V_{rms}	V_{av}
	A	A	V	V
1				
2				

W oparciu o uzyskane dane, narysować charakterystyki zewnętrzne $V_{av} = f(A_{av})$. Napisać wnioski i spostrzeżenia.

