

Zespół B-D Elektrotechniki

Laboratorium Elektrotechniki i Elektroniki Samochodowej

Temat ćwiczenia:

BADANIE ALTERNATORA

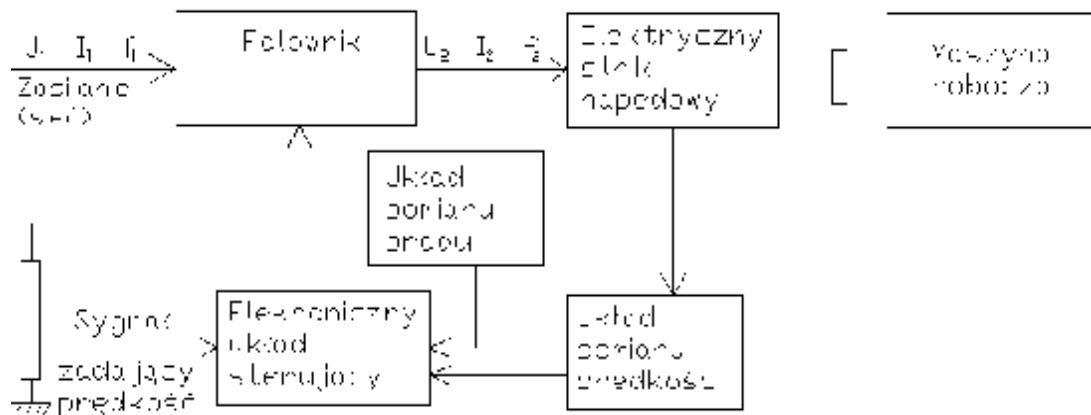
Opracowanie: dr hab. inż. S. DUER

5.1. Stanowisko laboratoryjne do badania alternatora

Parametry badanego alternatora:

- producent – Magneti Marelli,
- napięcie znamionowe – 14 [V],
- prąd maksymalny – 55 [A],
- moc maksymalna – 800 [W],
- prędkość maksymalna trwała 14 000 [obr/min],
- prędkość maksymalna chwilowa 15 000 [obr/min],
- prędkość, przy której alternator osiąga napięcie 13,5 [V] (w temperaturze otoczenia 25 [°C]) – 1300[obr/min],
- rezystancja uzwojenia wzbudzenia mierzona między pierścieniami ślizgowymi – $4^{+0.4}$ [Ω],
- wbudowany elektroniczny regulator napięcia RTT119AC.

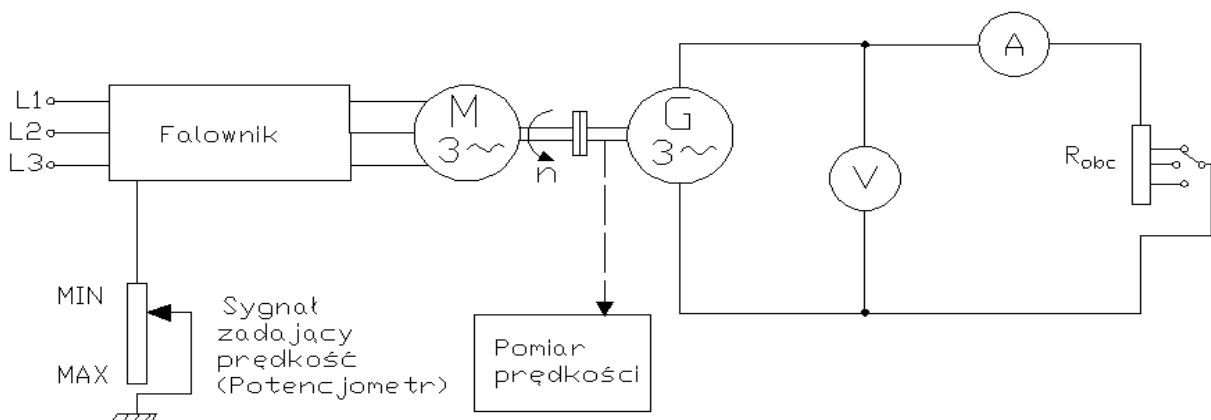
Schemat stanowiska z układem napędowym, do którego użyto silnika elektrycznego trójfazowego i przekładni pasowej pokazanej na rysunku 5.1. oraz układu sterowania-falownika firmy OMRON seria CIMR – J7 (3G3JV).



gdzie: Maszyna robocza-alternator

Rys. 5.1. Schemat blokowy układu napędowego alternatora

Ogólny schemat stanowiska z układem napędowym przedstawiono na rysunku 5.2.



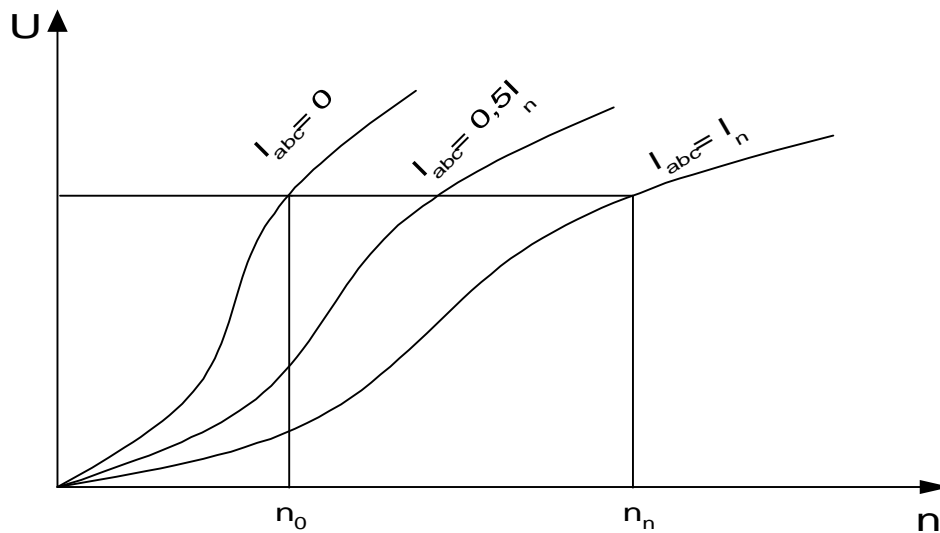
gdzie: G – prądnica trójfazowa prądu przemiennego-alternator

Rys. 5.2. Schemat blokowy stanowiska z układem napędowym

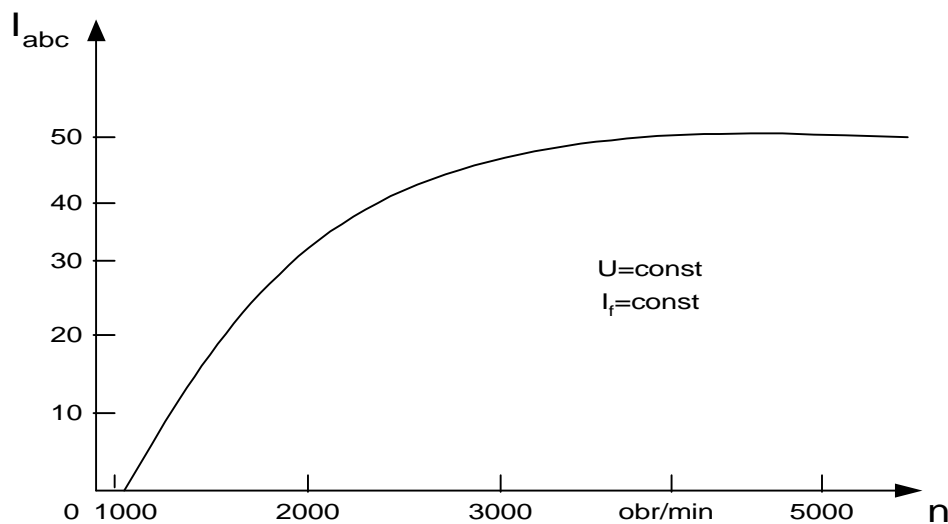
5.1.2. Charakterystyki eksploatacyjne alternatorów samochodowych

Do podstawowych charakterystyk eksploatacyjnych alternatorów należą:

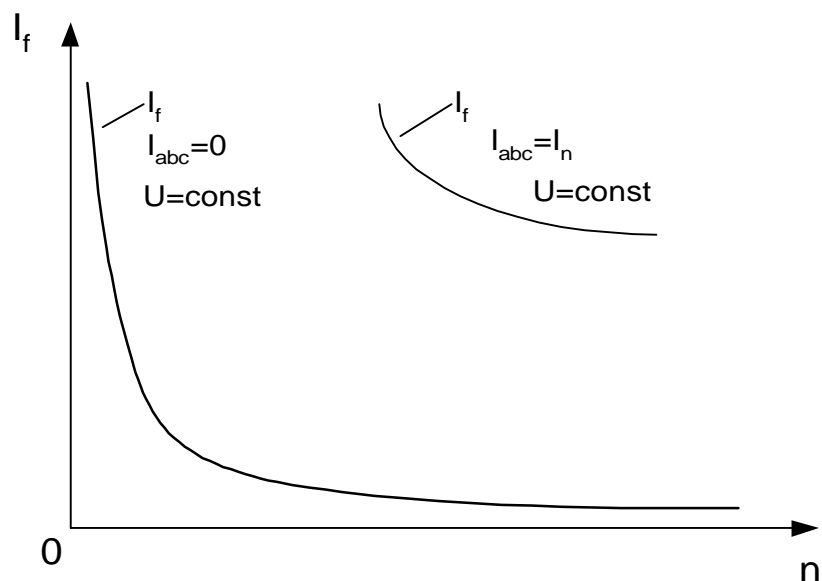
- Charakterystyka elektromechaniczna (Rys. 5.3) (zwana również charakterystyką samowzbudzenia) przedstawiająca zależność $U = f(n)$, przy $I_{obc} = \text{const}$, $R_f = \text{const}$ (R_f - rezystancja wzbudzenia).
- Charakterystyka obciążenia (prądowo-prędkościowa) (5.4) przedstawiająca zależność $I_{obc} = f(n)$ dla $U = \text{const}$ oraz $I_f = \text{const}$.
- Charakterystyka regulacyjna (5.5) przedstawiająca zależność $I_f = f(n)$ dla $U = U_n = \text{const}$ oraz $I_{obc} = \text{const}$.



Rys. 5.3. Charakterystyka elektromechaniczna alternatora dla różnych wartości obciążeń



Rys. 5.4. Charakterystyka obciążenia (prądowo-prędkościowa) alternatora



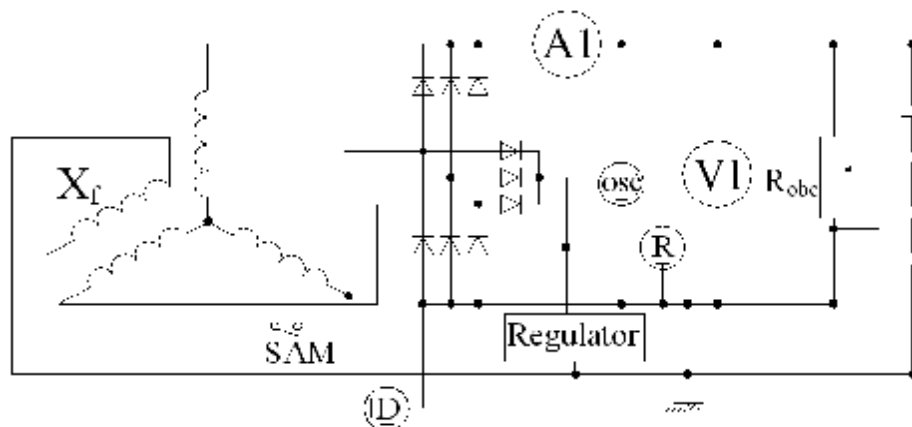
Rys. 5.5. Charakterystyki regulacyjne alternatora

Stanowisko pozwala na wyznaczenie następujących charakterystyk alternatora:

- $U = f(n)$, $I_{obc} = f(n)$, $U = f(I_{obc})$,
- $U = f(I_{obc})$ np. $n = \text{const.}$,
- $I_{obc} = f(I_f)$ np. $n = \text{const.}$

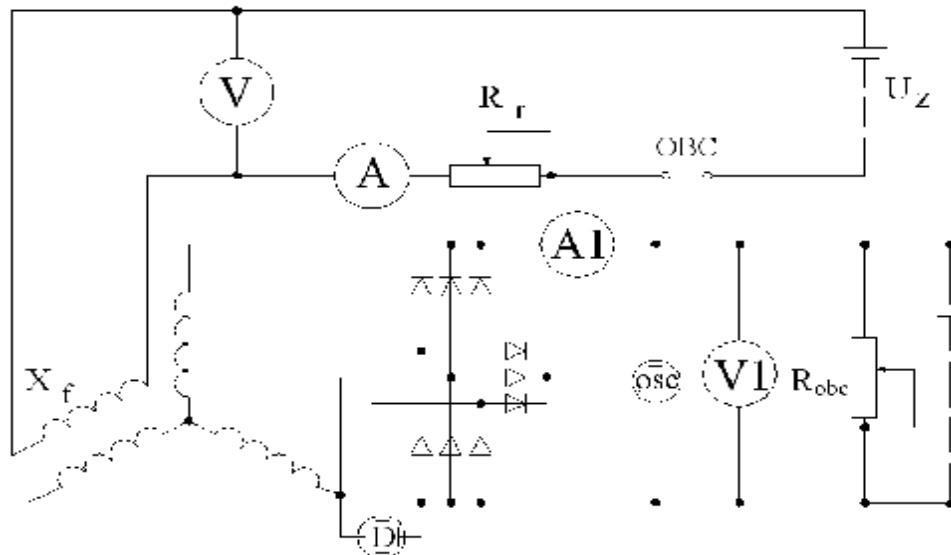
5.2. Schemat stanowiska pomiarowego

Na rysunkach 5.6 i 5.7 przedstawiono schematy połączeń alternatora.



gdzie: A2 – amperomierz, V1 – woltomierz, R_{obc} – rezystancja obciążenia (obciążenie), X_f – reaktancja cewki wzbudzenia, 1, 2, 3 – złącza oscyloskopu, SAM – włącznik obwodu samowzbudnego

Rys. 5.6. Schemat pomiarowy do badania alternatora-prądnicy samowzbudnej (ozn. SAM na panelu przednim)



gdzie: U_z – napięcie zasilające uzwojenie wzbudzenia, OBC – włącznik w obwodzie wzbudzenia, R_r – rezystor regulujący prąd wzbudzenia, A i V – amperomierz i woltomierz obwodu wzbudzenia

Rys. 5.7. Schemat pomiarowy do badania alternatora-prądnicy obcowzbudnej (ozn. OBC na panelu przednim)

5.3. Wykonanie pomiarów

5.3.1. Pomiar charakterystyki $U = f(n)$ i $I_{obc} = f(n)$

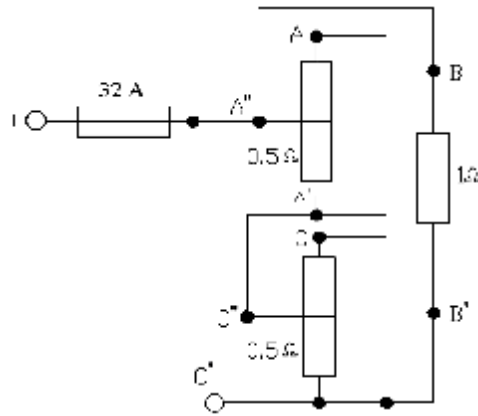
1. Zaciski stanowiska podpisane R, S, T i 0 podłączyć do zacisków napięcia trójfazowego 3×380 [V]/50 [Hz], umieszczonych na tablicy zasilającej.

UWAGA! Zwrócić uwagę na zgodność łączonych zacisków.

2. Połączyć zaciski obciążenia rezystancyjnego na odpowiedni zakres pracy wskazany przez prowadzącego ćwiczenie. Zaciski łączymy według schematów pamiętając o szeregowym podłączeniu zacisków bezpiecznika.

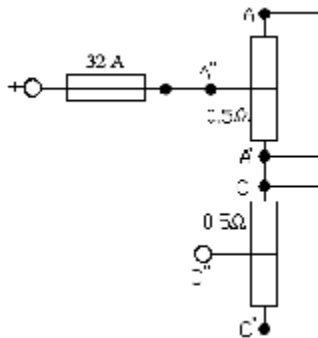
3. Podłączyć wybrane obciążenie rezystancyjne pod zaciski stanowiska laboratoryjnego, opisane +” i „-”.

- I-szy zakres obciążenia dla uzyskania prądu obciążenia równego 30 [A] należy ustawić przełącznik P w położeniu 1 i połączyć zacisk A z A’, A’ z C”, B z A”, B’ z C’ C z C’. Przy czym do zacisku A” należy podłączyć bezpieczniki tak jak pokazano na rysunku 5.8. C’ i drugi zacisk bezpiecznika połączyć z + i – na stole pomiarowym.



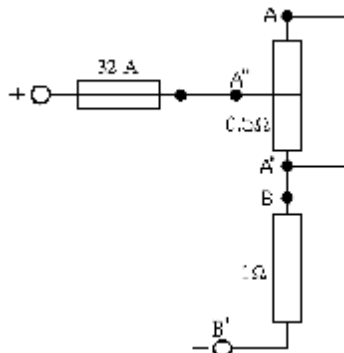
Rys. 5.8. Pierwszy zakres pracy obciążenia rezystancyjnego, schemat połączenia oporników na $0.5[\Omega]$

- II-gi Drugi zakres pracy (Rys. 5.9) dla uzyskania prądu obciążenia o wartości $15 [A]$, należy ustawić przełącznik P w pozycji 1 oraz połączyć zaciski A z A', A' z C, C z C'. Pod A'' podłączamy bezpiecznik wychodząc na zacisk „+”, „-” łączymy z C''.



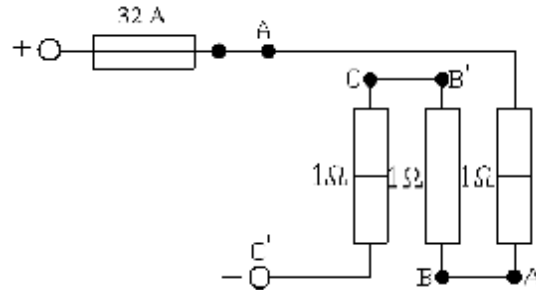
Rys. 5.9. Drugi zakres pracy obciążenia rezystancyjnego, schemat połączenia drutu oporowego na wartość $1 [\Omega]$

- Trzeci zakres pracy dla otrzymania prądu obciążenia o wartości $10 [A]$ należy nastawić przełącznik P w pozycji 1 i połączyć zaciski A z A', A' z B. Pod zaciski A'' włączamy bezpiecznik i łączymy go z +, B' łączymy - (Rys. 5.10) na stole pomiarowym.



Rys. 5.10. Trzeci zakres pracy obciążenia rezystancyjnego, schemat łączenia drutu oporowego na wartość $1.5 [\Omega]$

- Czwarty zakres pracy. Ostatnią wartością prądu obciążenia jest prąd 5 [A]. Uzyskanie jej jest następujące nastawienie przełącznika P w pozycji 0 i połączenie zacisków C z B', B z A'. Pod zaciski A podłącza się bezpiecznik a następnie +, C' łączy się z - (Rys. 5.11) na stanowisku.



Rys. 5.11. Czwarty zakres pracy obciążenia rezystancyjnego, schemat połączenia drutu oporowego na wartość 3[Ω]

4. Do zacisków stanowiska „+” i „-” podłączyć odpowiednio akumulator.
5. Przełącznik obwodów pomiarowych ustawić w pozycji SAM.
6. Sprawdzić połączenia w układzie zasilania stanowiska.
7. Na tablicy zasilającej 3×380[V]/50[Hz] włączyć zasilanie.
8. Włącznik główny (WŁ. GŁ.) na panelu przednim przełączyć do pozycji „1”.

UWAGA! Zapala się czerwona kontrolka.

9. Odczekać 5 sekund do momentu wyświetlenia się trzech zer na obrotomierzu, umieszczonym poniżej mierników A1 i V1.

UWAGA! Nie uruchamiać silnika bez podłączonego obciążenia rezystancyjnego.

10. Zielonym przyciskiem START uruchomić silnik.
11. Pokrętelem potencjometru obracając kierunku MIN lub MAX zmieniać prędkość obrotową od biegu jałowego ok. 800 [obr/min] do wskazanych przez prowadzącego.
12. Odczytać parametry na przyrządach kontrolnych stanowiska: prędkości obrotowej, wartość napięcia na woltomierzu oraz prądu na amperomierzu.
13. Czynności opisane w pkt. 11 i 12 wykonać dla całego przedziału pracy alternatora (według wskazań prowadzącego).
14. Odczytać parametry dla nowej wartości prędkości obrotowej. Wszystkie odczytane parametry zapisać tabeli pomiarowej 5.5.
15. Zwiększać prędkość obrotową, aż do stabilizacji napięcia i prądu.
16. Po odczytaniu wszystkich parametrów dla różnych ustawień prędkości obrotowej należy: potencjometrem zmniejszyć prędkość obrotową do ok. 100 [obr/min], przyciskiem STOP zatrzymać silnik, przełączyć WŁ.GŁ. do pozycji „0”, wyłączyć zasilanie na tablicy zasilającej.
17. Pomiary można powtórzyć dla różnych zakresów pracy obciążenia, według punktów od 2 do 16.
18. Wyniki pomiarowe wpisać do tabeli 5.1.

Tabela 5.1. Tabela do pomiaru charakterystyki $U = f(n)$, $I_{obc} = f(n)$

Lp.	U_{wyj} [V]	n [obr/min]	I_{obc} [A]
1			
10			

19. Wykreślić charakterystykę obciążenia prądnicy samowzbudnej $I_{obc} = f(n)$ przy $n = \text{const.}$ dla $n = 1200$ [obr/min] i $n = 2000$ [obr/min].
20. Wykreślić charakterystykę elektromechaniczną prądnicy samowzbudnej $U = f(n)$ przy $n = \text{const.}$ dla $n = 1200$ [obr/min] i $n = 2000$ [obr/min].
21. Na wykreślonych charakterystykach alternatora (wykorzystując wykresy teoretyczne) narysować ich przebieg zmian do prędkości maksymalnych.
22. Opracować wnioski.

5.3.2. Pomiar charakterystyki $U = f(I_{obc})$ oraz $I_{obc} = f(n)$ przy $n = \text{const.}$ np. $n = 1200$ [obr/min], $n = 2000$ [obr/min]

1. Wykonać punkty od 1 do 10 jak w podrozdziale 5.4.1.

UWAGA! Nie uruchamiać silnika bez podłączonego obciążenia rezystancyjnego.

2. Potencjometrem ustawić prędkość obrotową o wartości 1200 [obr/min].
3. Odczytać wartość wskazań mierników A1 i V1, zapisać parametry w tabeli 5.2.
4. Zwiększyć prędkość obrotową do 2000 [obr/min], ponownie odczytać i zapisać parametry w tabeli.
5. Zmniejszyć prędkość obrotową do ok. 100 [obr/min], zatrzymać silnik (przycisk STOP), WŁ.GŁ. przełączyć do pozycji „0”, wyłączyć napięcie na tablicy zasilającej „0”.
6. Połączyć obciążenie rezystancyjne na kolejny zakres pracy, według schematów 5.3, 5.4, 5.5, 5.6.
7. Podłączyć obciążenie do stanowiska laboratoryjnego.
8. Włączyć zasilanie na tablicy zasilającej.
9. WŁ.GŁ. na panelu przednim przełączyć do pozycji „1”.
10. Uruchomić silnik zielonym przyciskiem START (*tylko prowadzący uruchamia silnik*).
11. Powtórzyć czynności od pkt. 2 do 5 dla kolejnej wartości obciążenia rezystancyjnego.
12. Wykonać pomiary dla czterech różnych zakresów pracy obciążenia rezystancyjnego, kierując się punktami od 2 do 10.
13. Wyniki pomiarowe wpisać do tabeli 5.2.
14. Wykreślić charakterystykę obciążenia prądnicy samowzbudnej $I_{obc} = f(n)$ przy $n = \text{const.}$ dla $n = 1200$ [obr/min] i $n = 2000$ [obr/min].
15. Wykreślić charakterystykę elektromechaniczną prądnicy samowzbudnej $U = f(I_{obc})$ przy $n = \text{const.}$ dla $n = 1200$ [obr/min] i $n = 2000$ [obr/min].

Tabela 5.2. Tabela do pomiaru charakterystyki $U = f(I_{obc})$ $n = 1200$ [obr/min], $n = 2000$ [obr/min]

Lp.	n = 1200 [obr/min]		n = 2000 [obr/min]	
	U _{wyj} [V]	I _{obc} [A]	U _{wyj} [V]	I _{obc} [A]
1				
10				

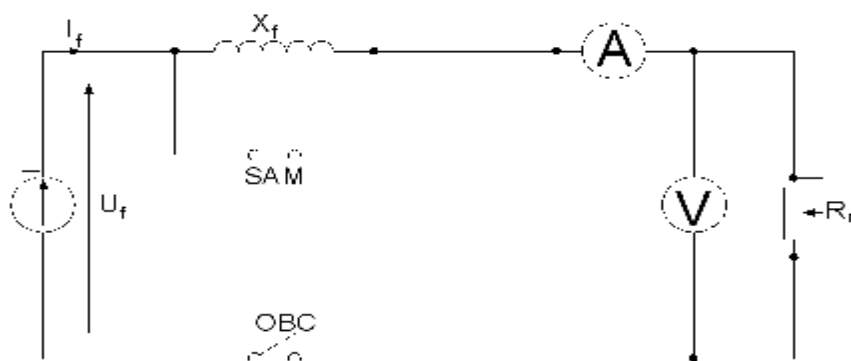
- Na wykreślonych charakterystykach alternatora (wykorzystując wykresy teoretyczne) narysować ich przebieg zmian do prędkości maksymalnych.
- Opracować wnioski.

5.3.3. Pomiar charakterystyki prądniczy obcowzbudnej $I_{obc} = f(I_f)$ przy $n = \text{const.}$ dla $n = 1200$ [obr/min] i $n = 2000$ [obr/min]

- Zaciski stanowiska oznaczone R, S, T i 0 podłączyć do zacisków napięcia trójfazowego 3×380 [V]/50 [Hz], umieszczonych na tablicy zasilającej.

UWAGA! Sprawdzić zgodność połączonych faz napięcia zasilania „tablica zasilająca – stanowisko”.

- Połączyć zaciski obciążenia rezystancyjnego na odpowiedni zakres pracy wskazany przez prowadzącego ćwiczenie. Zaciski łączymy według schematów pamiętając o szeregowym podłączeniu zacisków bezpiecznika.
- Obciążenie rezystancyjne podłączyć pod zaciski stanowiska laboratoryjnego, opisane „+” i „-”.
- Do zacisków „+” i „-” podłączyć akumulator.
- Przełącznik obwodów pomiarowych ustawić w pozycji OBC.
- Podłączyć dodatkowe mierniki i rezystancję regulującą (R_r) prąd wzbudzenia pod zaciski według schematu, umieszczonego na stanowisku (Rys. 5.12). Ustawiamy R_r na wartość maksymalną.



Rys. 5.12. Schemat obwodu do pomiaru i regulacji prądu wzbudzenia alternatora

- Włączyć zasilanie na tablicy zasilającej (I).
 - Włącznik główny (WŁ. GŁ.) na panelu przednim przełączyć do pozycji 1.
- UWAGA! Zapala się czerwona kontrolka.**

9. Odczekać 5 sekund do momentu wyświetlenia się trzech zer na obrotomierzu, umieszczonym poniżej mierników A1 i V1.
10. Zielonym przyciskiem START uruchomić silnik.

UWAGA! Nie należy uruchamiać silnika bez podłączonego obciążenia rezystancyjnego.

11. Obracając w kierunku MIN lub MAX pokrętle potencjometru ustawić, prędkość obrotową wskazaną przez prowadzącego ćwiczenie np. 1200 [obr/min] i 2000 [obr/min].
12. Regulując rezystancją R_r zmieniać wartość prądu wzbudzenia od kilku [mA] do 3 [A], według polecenia prowadzącego.
13. Wskazania amperomierzy A1 i A zapisujemy w tabeli 5.3.
14. Ustawić kolejną wartość prędkości obrotowej (np. 2000 [obr/min]) i ponownie regulować rezystancją R_r w zakresie 0[A] do 3[A] prądu wzbudzenia I_f .
15. Po zakończeniu zmniejszyć prędkość obrotową, przyciskiem STOP zatrzymać silnik, WŁ.GŁ. przełączyć do pozycji „0”, wyłączyć zasilanie na tablicy zasilającej.
16. Pomiar można powtórzyć dla różnych zakresów pracy obciążenia rezystancyjnego R_{obc} (Rys. 5.3, 5.4, 5.5, 5.6).
17. Wyniki pomiarowe wpisać do tabeli 5.3.

Tabela 5.3. Tabela do pomiaru charakterystyki $I_{obc} = f(I_f)$ przy $n = \text{const.}$ np. $n = 1200$ [obr/min], $n = 2000$ [obr/min]

Lp.	n = [obr/min]		n = [obr/min]	
	I_{obc} [A]	I_f [A]	I_{obc} [A]	I_f [A]
1				
·				
10				

18. Wykreślić charakterystykę obciążenia prądnicy obcowzbudnej $I_{obc} = f(I_f)$ przy $n = \text{const.}$ dla $n = 1200$ [obr/min] i $n = 2000$ [obr/min].
19. Wykreślić charakterystykę regulacyjną prądnicy obcowzbudnej $I_{obc} = f(I_f)$ przy $n = \text{const.}$ dla $n = 1200$ [obr/min] i $n = 2000$ [obr/min].
20. Na wykreślonych charakterystykach alternatora (wykorzystując wykresy teoretyczne) narysować ich przebieg zmian do prędkości maksymalnych.
21. Opracować wnioski.

5.4. Pytania kontrolne

1. Opisać budowę samochodowej prądnicy prądu przemiennego.
2. Opisać zasadę działania alternatora.
3. Wymienić właściwości alternatora.
4. Wyjaśnić, dlaczego przy małych prędkościach obrotowych prądnica prądu przemiennego musi pracować jako obcowzbudna.
5. Wymienić zalety alternatora w stosunku do prądnicy prądu stałego i uzasadnić je.
6. Narysować zewnętrzną charakterystykę prądową alternatora.
7. Podać podstawowe parametry charakterystyczne dla prądnic samochodowych.
8. Omówić sposób wykonania pomiarów charakterystyki magnesowania i charakterystyk zewnętrznych oraz narysować przebieg tych charakterystyk.
9. Uzasadnić przebieg charakterystyk zewnętrznych alternatora pracującego jako prądnica samowzbudna i jako prądnica obcowzbudna.

10. Wymienić systemy chłodzenia prądnic samochodowych.
11. Wyjaśnić różnicę w układach kontroli obwodu zasilania z alternatorem obcowzbudnym i samowzbudnym.
12. Omówić sposób badania uzwojenia wzbudzenia i twornika alternatora.
13. Wymienić metody badania diod prostowniczych.
14. Omówić sposób przeprowadzania badania rezystancji izolacji.
15. Wyjaśnić, wady prądnicy prądu stałego.
16. Wymienić i przedstawić podstawowe charakterystyki eksploatacyjne alternatorów.

Literatura

1. Duer S.: Laboratorium Elektrotechniki samochodowej. T.I. Wyd. Politechniki Koszalińskiej 2009.
2. Duer S., K. Zajkowski, Laboratorium Elektrotechniki samochodowej. T.II. Wyd. Politechniki Koszalińskiej 2010.
3. Elektrotechnika i elektronika dla nieelektryków (praca zbiorowa) PWN 1996.
4. Bolkowski S.: Elektrotechnika teoretyczna. WNT 1995.
5. Krakowski M.: Elektrotechnika teoretyczna. PWN 1999.
6. Kurdziel R.: Podstawy elektrotechniki. WNT 1972.
7. Osowski J., Szabat J.: Podstawy teorii obwodów. Tom 1. WNT 1992
8. Laboratorium elektrotechniki i elektroniki, pod red. W. Pawliny Wyd. WSI Koszalin 1994.
9. Laboratorium elektrotechniki i elektroniki cz. I., pod red. J. Smyczka Wyd. Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2007.

1.3.1. Literatura uzupełniająca

1. Barlik R., Nowak M.: Układy sterowania i regulacji urządzeń energoelektronicznych. WsziP 1998.
2. Cholewicki T.: Analiza obwodów elektrycznych. WNT 1967
3. Cholewicki T.: Elektrotechnika teoretyczna. WNT 1972
4. Director S.W., Rohrer R.A.: Podstawy teorii układów elektrycznych. PWN 1976
5. Klonowicz Z., Zubrzycki Z.: Teoria obwodów. PWN 1991
6. Kosmol J.: Serwonapędy obrabiarek sterowanych numerycznie. WNT 1998.
7. Koziej E., Sochoń B.: Elektrotechnika i elektronika
8. Kurzawa. S: Liniowe obwody elektryczne. PWN 1972
9. Mikołajuk K., Trzaska Z.: Elektrotechnika teoretyczna. PWN 1984
10. Mikołajuk K.: Podstawy analizy obwodów energoelektronicznych. PWN 1998