

**Arkusz zawiera informacje prawnie
chronione do momentu rozpoczęcia egzaminu**

Układ graficzny © CKE 2019

CKE
**CENTRALNA
KOMISJA
EGZAMINACYJNA**

Nazwa kwalifikacji: **Wykonywanie obsługi liniowej statków powietrznych i obsługi hangarowej wyposażenia awionicznego**

Oznaczenie kwalifikacji: **E.17**

Numer zadania: **01**

Wersja arkusza: **SG**

Wypełnia zdający

Miejsce na naklejkę z numerem
PESEL i z kodem ośrodka

Numer PESEL zdającego*

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

E.17-01-20.01-SG

Czas trwania egzaminu: **180 minut**

EGZAMIN POTWIERDZAJĄCY KWALIFIKACJE W ZAWODZIE

Rok 2020

CZĘŚĆ PRAKTYCZNA

**PODSTAWA PROGRAMOWA
2012**

Instrukcja dla zdającego

1. Na pierwszej stronie arkusza egzaminacyjnego wpisz w oznaczonym miejscu swój numer PESEL i naklej naklejkę z numerem PESEL i z kodem ośrodka.
2. Na **KARCIE OCENY** w oznaczonym miejscu przyklej naklejkę z numerem PESEL oraz wpisz:
 - swój numer PESEL*,
 - oznaczenie kwalifikacji,
 - numer zadania,
 - numer stanowiska.
3. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 10 stron i nie zawiera błędów. Ewentualny brak stron lub inne usterki zgłoś przez podniesienie ręki przewodniczącemu zespołu nadzorującego.
4. Zapoznaj się z treścią zadania oraz stanowiskiem egzaminacyjnym. Masz na to 10 minut. Czas ten nie jest wliczany do czasu trwania egzaminu.
5. Czas rozpoczęcia i zakończenia pracy zapisze w widocznym miejscu przewodniczący zespołu nadzorującego.
6. Wykonaj samodzielnie zadanie egzaminacyjne. Przestrzegaj zasad bezpieczeństwa i organizacji pracy.
7. Po zakończeniu wykonania zadania pozostaw arkusz egzaminacyjny z rezultatami oraz **KARTĘ OCENY** na swoim stanowisku lub w miejscu wskazanym przez przewodniczącego zespołu nadzorującego.
8. Po uzyskaniu zgody zespołu nadzorującego możesz opuścić salę/miejsce przeprowadzania egzaminu.

Powodzenia!

* w przypadku braku numeru PESEL – seria i numer paszportu lub innego dokumentu potwierdzającego tożsamość

Zadanie egzaminacyjne

W ramach kontroli stanu technicznego przetwornicy elektromaszynowej:

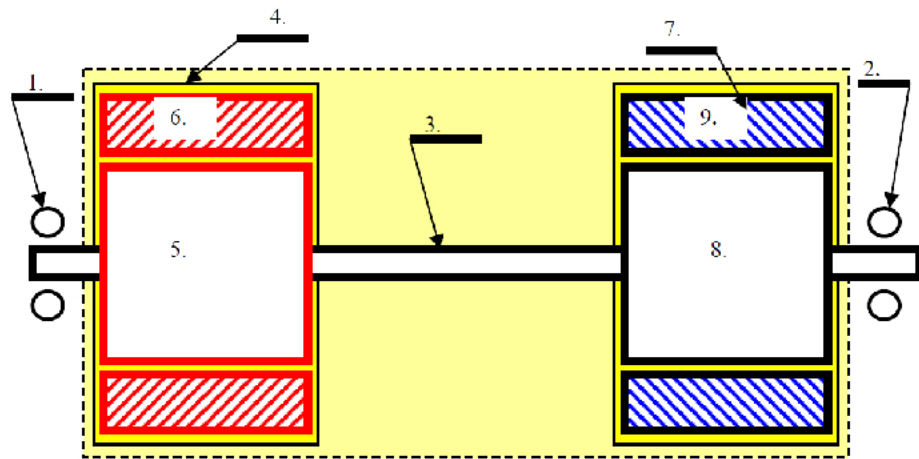
1. wskaż prawdopodobne przyczyny wymienionych w treści zadania usterek przetwornicy elektromaszynowej – uzupełnij tabelę 1,
2. określ kolejność połączenia końcówek cewek uzwojenia wzbudzenia silnika przetwornicy – uzupełnij tabelę 2,
3. oblicz wartość reaktancji synchronicznej dla podanych wartości prądu obciążenia i napięcia na zaciskach twornika prądnicy przy stałej prędkości obrotowej przetwornicy, stałym prądzie wzbudzenia, stałym charakterze obciążenia i niedziałającym regulatorze napięcia – uzupełnij tabelę 3,
4. narysuj schemat układu do pomiaru natężenia prądu twornika i spadku napięcia na rezystorze w obwodzie obciążenia prądnicy dla przypadku, gdy moduł impedancji obwodu określa zależność $\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$ – uzupełnij rysunek 7,
5. korzystając z zamieszczonego schematu obwodów pomiarowych multimetru analogowego:
 - narysuj schemat obwodu elektrycznego utworzonego z elementów multimetru, w którym realizowany jest pomiar napięcia prądu stałego na zakresie 6 V,
 - narysuj schemat obwodu elektrycznego utworzonego z elementów multimetru, w którym realizowany jest pomiar natężenia prądu stałego na zakresie 60 mA,
6. podaj oznaczenia wszystkich rezystorów, które w multimetrze podczas pomiaru wartości
 - napięcia prądu stałego na zakresie 6 V pełnią rolę posobnika,
 - natężenia prądu stałego na zakresie 60 mA pełnią rolę bocznika lub rezystora zabezpieczającego.

Opis przetwornicy elektromaszynowej

Przetwornica elektromaszynowa przeznaczona jest do przetwarzania prądu stałego o napięciu 27 V na prąd zmienny, w omawianym przypadku na prąd jednofazowy 1×115 V, 400 Hz. W nowszych rozwiązaniach konstrukcyjnych zdecydowanie odchodzi się od stosowania przetwornic elektromaszynowych z uwagi na ich niską sprawność energetyczną, znaczny ciężar w stosunku do przetwarzanego poziomu mocy znamionowej i znaczny poziom hałasu. Jednakże na starszych typach statków powietrznych jest ona nadal stosowana.

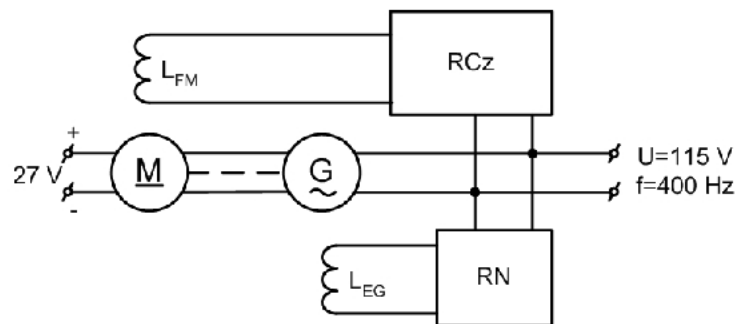
Jako układ mechaniczny przetwornica elektromaszynowa (Rys. 1.) stanowi zespół dwóch maszyn elektrycznych na jednym wale:

- a) silnika prądu stałego,
- b) prądnicy synchronicznej.



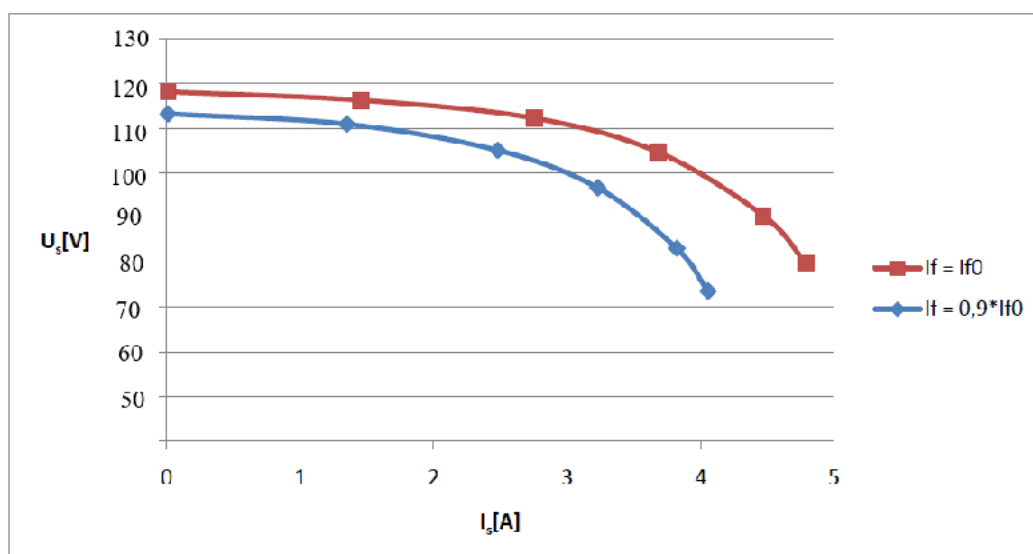
Rys. 1. Przetwornica elektromaszynowa jako obiekt mechaniczny: 1, 2 – łożysko toczne, 3 – wał, 4 – silnik prądu stałego, 5 – wirnik silnika prądu stałego, 6 – stojan silnika prądu stałego, 7 – prądnica prądu przemiennego, 8 – wirnik prądnicy prądu przemiennego, 9 – stojan prądnicy prądu przemiennego.

Jako układ elektryczny przetwornica stanowi zespół składający się z szeregowo-bocznikowego, obcowzbudnego silnika prądu stałego oraz jednofazowej prądnicy i układów sterujących (Rys. 2).



Rys. 2. Schemat elektryczny przetwornicy PO-250

Regulator napięcia RN zapewnia stałą wartość napięcia wyjściowego przez zmianę prądu wzbudzenia (strumienia wzbudzenia) prądnicy. Dzięki takiemu rozwiązaniu wahania napięcia w sieci zasilającej lub zmiany obciążenia przetwornicy nie powodują zasadniczych zmian napięcia wyjściowego. Pojawiające się w wyniku uszkodzenia łożyskowania szerokopasmowe wahania prędkości kątowej wirnika prądnicy mogą przekładać się na modulacje częstotliwości sieci $1 \times 115 \text{ V}, 400 \text{ Hz}$.



Rys. 3. Charakterystyka zewnętrzna prądnicy

Charakterystykę zewnętrzną $U_s(I_s)$ przy $\cos\varphi = 1$ dla dwóch wartości prądu wzbudzenia I_f przedstawiono na rysunku 3. Charakterystyka odnosi się do sytuacji, gdy regulator RN nie funkcjonuje. Widoczny na wykresie spadek wartości napięcia w zależności od obciążenia prądnicy dla przypadku obciążenia przetwornicy rezystancją można w sposób uproszczony wyznaczyć z zależności:

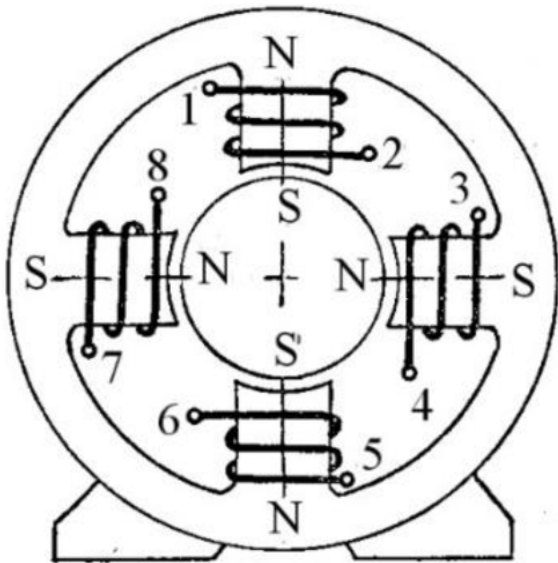
$$U_s^2 + (I_s \cdot X_s)^2 = E_o^2$$

gdzie: E_o – napięcie (SEM) przy biegu jałowym (≈ 115 V),

X_s – reakcja synchroniczna (całkowita impedancja wewnętrzna źródła, tzn. obciążonej prądnicy szybkoobrotowej).

Stabilizacja częstotliwości przebiega w torze sprzężenia zwrotnego. Element pomiarowy umieszczony w torze mierzy odchylenie częstotliwości od wartości ustalonej, na podstawie którego wypracowywany jest sygnał proporcjonalny do tego odchylenia. Sygnał ten przesyłany jest do elementu wykonawczego oddziałującego na obiekt regulowania, tj. na silnik przetwornicy, przywracając prędkość obrotową silnika, a zatem i częstotliwość generowanego napięcia do wartości ustalonej. Elementem wykonawczym regulatora częstotliwości jest uzwojenie sterujące silnika napędowego przetwornicy.

Schemat elektryczny uzwojenia sterującego silnika przedstawiono na rysunku 4. Cewki połączone są w kolejności zgodnej z ruchem wskazówek zegara, przy czym pierwsza cewka posiada końcówki oznaczone na rysunku cyframi 1 i 2.



Uzwojenia wzbudzenia dla poprawnej pracy silnika wytwarzają pole magnetyczne o biegunowości podanej na rysunku. Kierunek przepływającego przez cewki prądu określa reguła prawej dłoni: *Jeżeli prawą dłonią obejmie się zwojnicę zgodnie z płynącym w zwojnicy prądem, to odchylony kciuk wskaże zwrot linii pola magnetycznego w zwojnicy, (czyli wskaże koniec zwojnicy przy którym położony jest biegun północny powstałego magnesu)*

Rys. 4. Schemat uzwojenia sterującego silnika

Spadek wartości napięcia na obciążeniu przetwornicy można zmierzyć multimetrem.

Pomiar parametrów prądu multimetrem

Zazwyczaj multimetr analogowy jest wyposażony w funkcje woltomierza, amperomierza, omomierza oraz w dodatkowe elementy do pomiaru pojemności, częstotliwości, temperatury.

W multimetrze realizującym zarówno funkcję woltomierza jak i amperomierza mierzone jest natężenie prądu za pomocą galwanometru, ale oba te przypadki różnią się zasadniczo sposobem włączania multimetru w obwód.

W przypadku woltomierza przyrząd bezpośrednio mierzący natężenie prądu (galwanometr) połączony jest szeregowo z dodatkowym rezystorem (posobnikiem) o znanej, dużej oporności R_d , której wartość dobierana jest tak, aby uzyskać odpowiedni spadek napięcia, zapewniający pełne wychylenie ustroju (galwanometru).

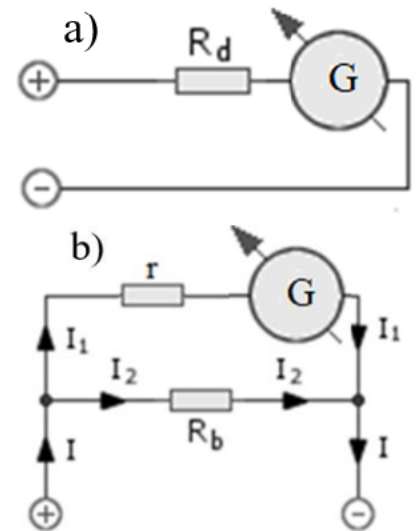
Podstawową konstrukcję amperomierza tworzą dwie równoległe gałęzie. Jedna z nich zawiera ustrój pomiarowy (galwanometr) połączony szeregowo z rezystorem o względnie dużej rezystancji r (rezystor zabezpieczający), drugą tworzy rezystor o małej rezystancji R_b (bocznik), dzięki czemu przez tę gałąź płynie większość prądu.

Należy zauważyć, że mierząc natężenie prądu I_1 dokonuje się jednocześnie pomiaru natężenia prądu I gdyż $I = I_1 + I_2 = I_1 + I_1 \cdot \frac{r}{R_b}$. Z założenia $r \gg$

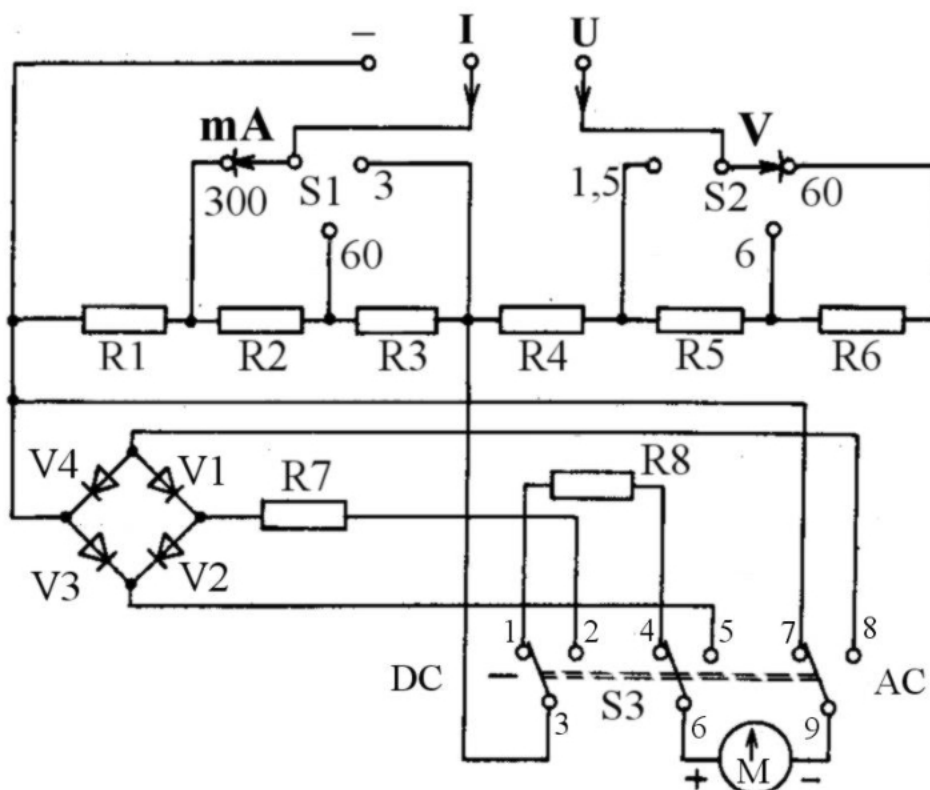
$$R_b \text{ więc } I = I_1 \cdot \frac{r}{R_b}.$$

Dla pomiaru natężenia I wystarczy więc zmierzyć I_1 i odpowiednio przeskalować wskazania galwanometru mnożąc skalę przez czynnik $\frac{r}{R_b}$.

Multimetr może pracować w układzie woltomierza (rezystor dodatkowy R_d połączony z galwanometrem szeregowo) lub w układzie amperomierza (rezystor dodatkowy połączony z galwanometrem równoległe) dzięki oddzielnym wejściom (zaciski U oraz I) – rysunek 6. Zakresy pomiarowe (wartości rezystorów R_d oraz R_b) wybiera się przełącznikami S1 i S2. Przełącznik S3 ustawia się w położeniu zgodnym z rodzajem prądu DC lub AC, którego parametry są mierzone.



Rys. 5. Schematy obwodów pomiarowych a) napięcia, b) natężenia prądu



Rys. 6. Schemat obwodów pomiarowych multimetru analogowego

Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 180 minut.

Ocenie będzie podlegać 6 rezultatów:

- prawdopodobne przyczyny wymienionych w treści zadania usterek przetwornicy elektromaszynowej – tabela 1,
- kolejność połączenia końcówek cewek uzwojenia wzbudzenia silnika – tabela 2,
- wartość reaktancji synchronicznej dla podanych wartości prądu obciążenia i napięcia na zaciskach twornika prądnicy – tabela 3,
- schemat układu pomiarowego do pomiaru wartości prądu twornika i spadku napięcia na rezystorze w obwodzie obciążenia prądnicy dla określonego typu obciążenia,
- schematy obwodów elektrycznych utworzonych z elementów multimetru, w których realizowany jest pomiar napięcia i natężenia prądu stałego,
- podział elementów multimetru ze względu na funkcję jaką pełnią podczas pomiaru napięcia i natężenia prądu DC – tabela 4.

Tabela 1. Wstępna diagnoza przetwornicy elektromaszynowej

Lp.	Opis usterki	Prawdopodobne przyczyny usterki*				
		Uszkodzenie regulatora RN	Uszkodzenie regulatora RCz	Zwarcie w obwodzie wirnika silnika	Uszkodzenie łożyskowania	Przerwa w przewodach zewnętrznej sieci zasilającej,
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
1.	Obniżona wartość napięcia wyjściowego					
2.	Obniżona wartość częstotliwości generowanego prądu					
3.	Przetwornica nie uruchamia się					
4.	Nadmierne nagrzewanie się przetwornicy					
5.	Przekroczona granica głębokości modulacji amplitudy prędkości kątowej wirnika prądnicy					
6.	Przekroczona granica wartości skutecznej drugiej harmonicznej napięcia wyjściowego w stosunku do wartości pierwszej harmonicznej					

* postaw znak X w rubrykach, dla których opis usterki (wiersz) jej przyczyna (kolumna) tworzą związek przyczynowo-skutkowy wynikający z budowy i działania przetwornicy

Tabela 2. Połączenia końcówek cewek uzwojenia wzbudzenia silnika

Lp.	Sposób połączenia końcówek cewek (oznaczenia cyfrowe końcówek cewek zgodne z rysunkiem 4)	TAK*	NIE*
1.	Końcówka 2 z „+” źródła zasilania		
2.	Końcówka 2 z końcówką 4		
3.	Końcówka 2 z końcówką 3		
4.	Końcówka 3 z końcówką 5		
5.	Końcówka 4 z końcówką 5		
6.	Końcówka 4 z końcówką 6		
7.	Końcówka 6 z końcówką 8		
8.	Końcówka 6 z końcówką 7		
9.	Końcówka 5 z końcówką 7		
10.	Końcówka 7 z „-” źródła zasilania		

* postaw znak X w polu TAK, jeżeli stwierdzenie dotyczące połączenia końcówek jest prawdziwe lub w polu NIE, gdy jest nieprawdziwe.

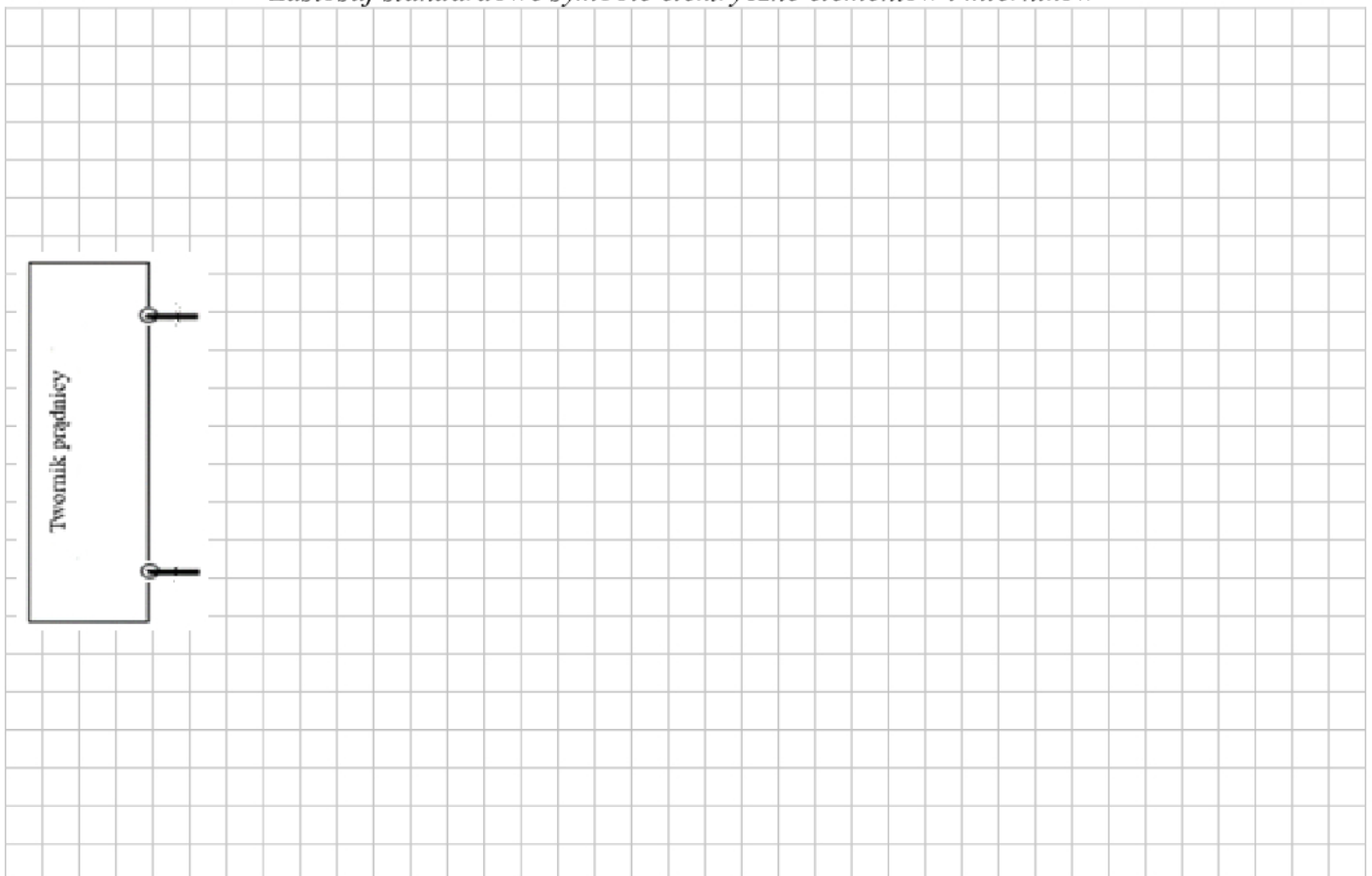
Obliczenie reaktancji synchronicznej

Dane początkowe:

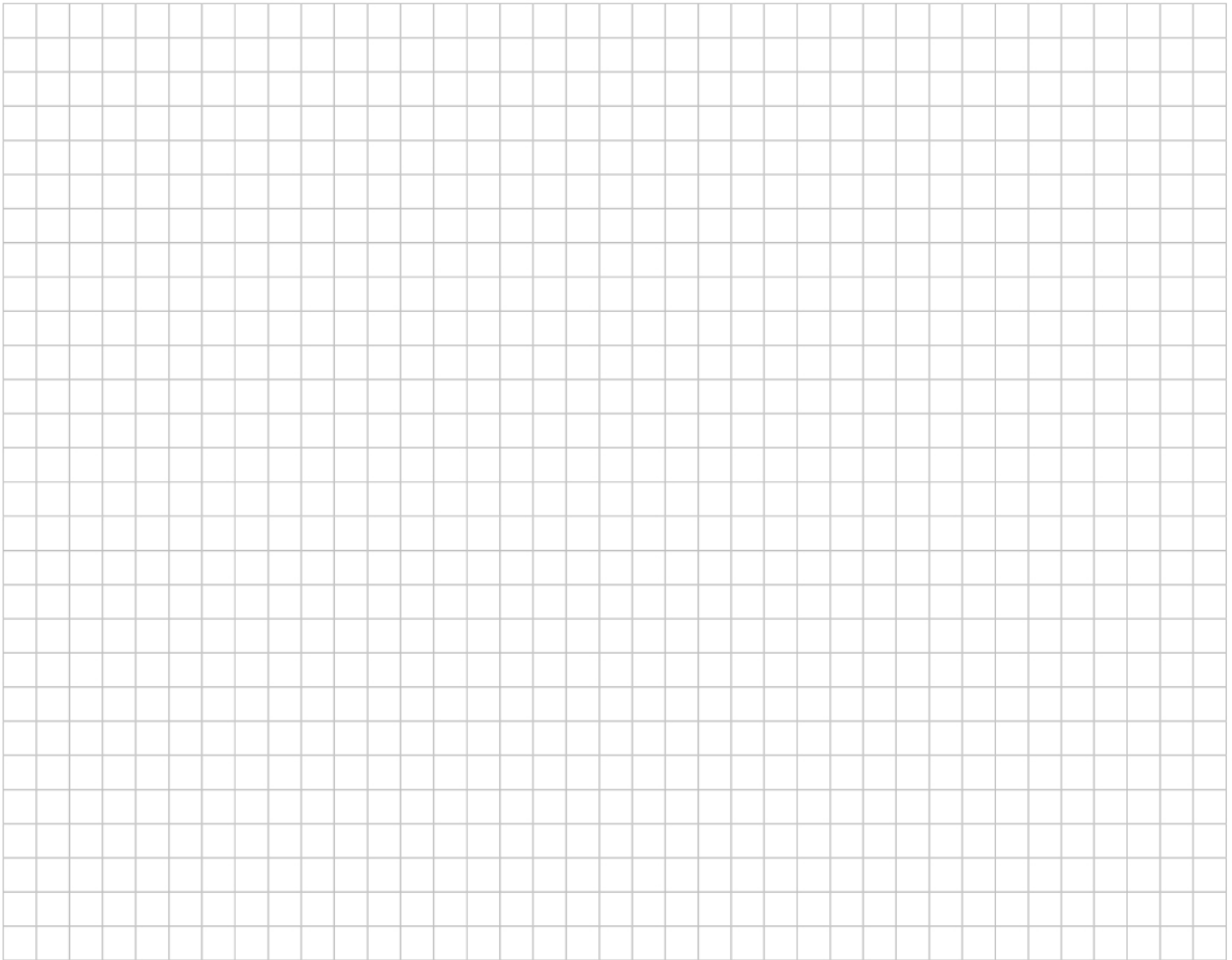
- natężenie prądu twornika: 10 A
- napięcia na zaciskach twornika prądnicy: 80 V
- napięcie (SEM) przy biegu jałowym: ≈ 115 V

Tabela 3. Obliczenie reaktancji synchronicznej

Lp.	Parametr	Wzór określający parametr	Wartość liczbową parametru	Jednostka miary w układzie SI
1.	2.	3.	4.	5.
1.	$(I_s \cdot X_s)^2 =$			
2.	$X_s^2 =$			
3.	$X_s =$			
4.	$X_s =$			

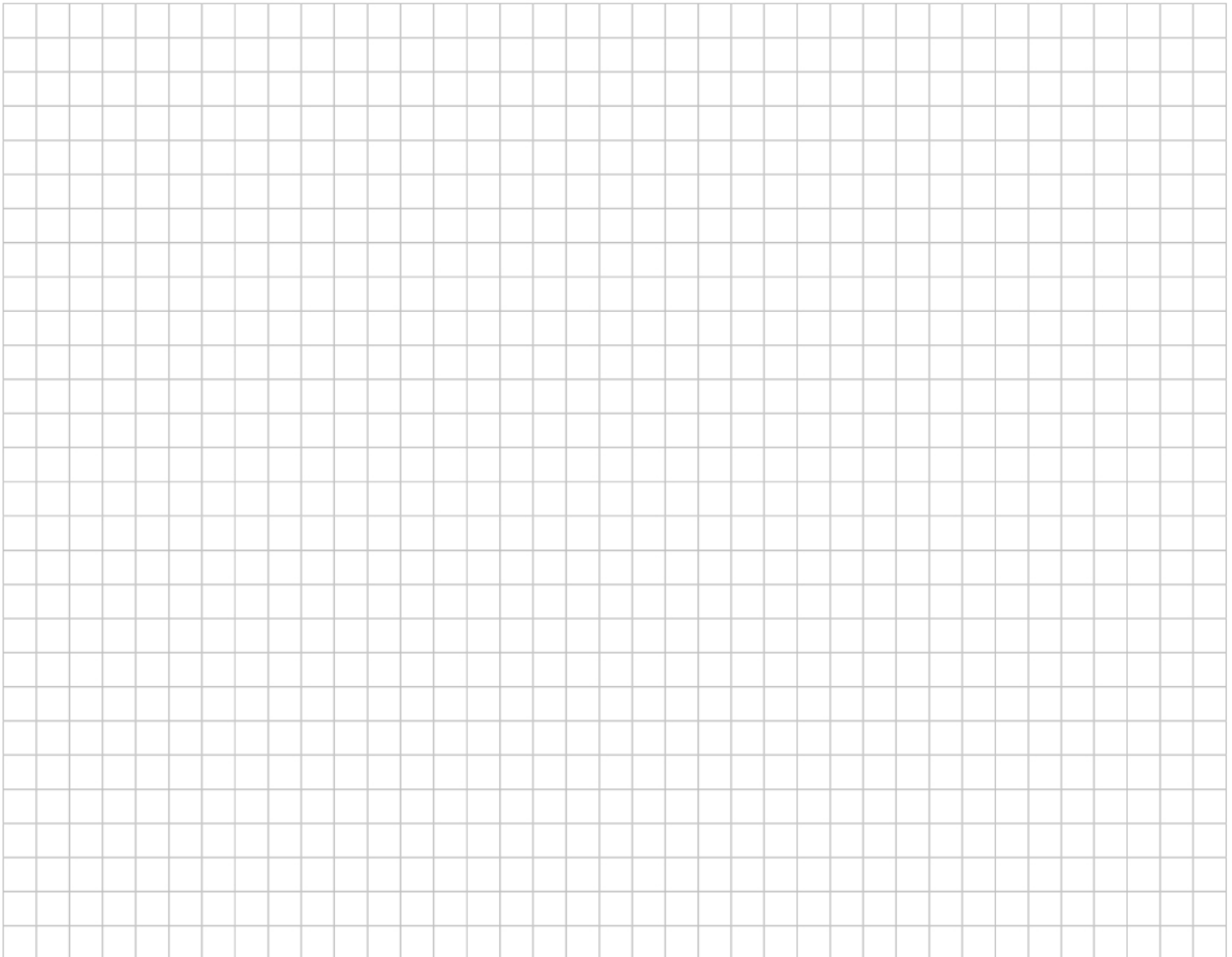
Zastosuj standardowe symbole elektryczne elementów i mierników**Rys. 7. Schemat układu do pomiaru natężenia prądu twornika i spadku napięcia na rezystorze w obwodzie obciążenia prądnicy**

Zastosuj identyczne oznaczenia elementów jak na rysunku 6. Elementy multimetru, które nie są elementami obwodu, w którym realizowany jest pomiar, napięcia należy POMINAĆ.



Rys. 8. Schemat obwodu elektrycznego multimetru, w którym realizowany jest pomiar napięcia prądu stałego na zakresie 6 V

Zastosuj identyczne oznaczenia elementów jak na rysunku 4. Elementy multimetru, które nie są elementami obwodu, w którym realizowany jest pomiar natężenia należy **POMINAĆ**



Rys. 9. Schemat obwodu elektrycznego multimetru, w którym realizowany jest pomiar natężenia prądu stałego na zakresie 60 mA

Tabela 4. Podział elementów multimetru ze względu na pełnioną funkcję

Lp.	Rodzaj pomiaru	Oznaczenia rezystorów multimetru (zgodne z rysunkiem 6)
1.	Pomiar natężenia (funkcja rezystora: bocznik R_b)	
2.	Pomiar natężenia prądu (funkcja: rezystor zabezpieczający r)	
3.	Pomiar napięcia (funkcja rezystora: posobnik R_d)	