

Przewodnik do ćwiczeń

Biblioteka elektryka wiejskiego

Stanisław Szczęski

**PRZEWODNIK
DO ĆWICZEŃ**

Warszawa 2006

Opiniodawca: *prof. dr hab. inż. Zdzisław Trzaska*

Redaktor: *Cezary Rudnicki*

ISBN: 83-903048-5-6
ISBN: 978-83-903048-5-4

© Wszelkie prawa zastrzeżone

Ośrodek Rzecznawstwa w Warszawie
Izby Rzecznawców Stowarzyszenia Elektryków Polskich
ul. Chmielna 6, lok. 6, 00-020 Warszawa
tel.: (022) 826-61-07
e-mail: irsep@neostrada.pl

Spis treści

Od Redakcji	7
Ćwiczenia pokazowe, obliczeniowe i rysunkowe	8
Podstawy elektrotechniki	8
Instalacje elektryczne	19
Użytkowanie energii elektrycznej w domu i zagrodzie	29
Wskazówki metodyczne	36
Ćwiczenia z robót elektroinstalacyjnych	37
Ćwiczenie 1. Rozpoznawanie przewodów, osprzętu i sprzętu elektroinstalacyjnego	37
Ćwiczenie 2. Zarabianie końcówek przewodów	37
Ćwiczenie 3. Wykonywanie instalacji wtykowej	40
Ćwiczenie 4. Wykonywanie instalacji na wierzchu ścian	42
Ćwiczenie 5. Wykonywanie instalacji wtykowej z osprzętem podtynkowym	43
Ćwiczenie 6. Wykonywanie instalacji na wierzchu ścian, szczelnej ..	44
Ćwiczenie 7. Zakładanie instalacji w rurach winidurowych pod tynkiem	46
Ćwiczenie 8. Wykonywanie instalacji natynkowej w rurach sztywnych winidurowych i stalowych	48
Ćwiczenie 9. Wykonywanie instalacji natynkowej trójfazowej	50
Ćwiczenie 10. Wykonanie przerzutu instalacyjnego	52
Ćwiczenie 11. Sterowanie stycznikowe i przekaźnikowe	54
Ćwiczenie 12. Posługiwanie się przyrządami pomiarowymi	57
Ćwiczenie 13. Kontrola stanu instalacji i wykrywanie uszkodzeń ..	63
Ćwiczenie 14. Sprawdzanie wskazań licznika energii elektrycznej ..	65
Wskazówki metodyczne	69

Od Redakcji

Celem przewodnika jest przedstawienie ćwiczeń pokazowych, rachunkowych i rysunkowych, ilustrujących i pogłębiających wiadomości podawane na wykładach z poszczególnych przedmiotów (w pierwszej części) oraz ćwiczeń praktycznych obejmujących roboty instalacyjne i proste pomiary na urządzeniach odbiorczych (część druga). Te ostatnie mają być podstawą nauczania manualnych czynności, wykonywanych przez elektryka wiejskiego przy spełnianiu zadań zawodowych.

Zestaw ćwiczeń określa uznane minimum zadań dydaktycznych do wykonania przez prowadzących wykłady w pierwszej części i przez słuchaczy kursów szkoleniowych pod kierownictwem prowadzących zajęcia w drugiej części. Opis ćwiczeń wyjaśnia ich cele oraz określa zadania z podaniem propozycji ich realizacji, do czego dostosowany jest zakupiony dla potrzeb kursów zestaw aparatów, narzędzi i materiałów oraz tablic i innych pomocy dydaktycznych.

Nie było jednak zamierzeniem jakiegokolwiek ograniczenia inwencji prowadzących zajęcia co do sposobu wykonywania ćwiczeń i zleconych do wykonania zadań, a wzbogacenie ćwiczeń według uznania prowadzących jest w ramach posiadanych możliwości ze wszech miar pożądane. Jediną wytyczną jest jak najlepsze przygotowanie słuchaczy kursów do umiejętnego, poprawnego oraz bezpiecznego wykonywania wyuczonego zawodu.

Wprawdzie przewodnik przeznaczony jest przede wszystkim dla prowadzących zajęcia dydaktyczne, ale może też być przydatny dla słuchaczy kursów szkoleniowych do wstępnego zorientowania się w zdaniach ćwiczeniowych i wyjaśnienia ich celów.

Ćwiczenia pokazowe, obliczeniowe i rysunkowe

Podstawy elektrotechniki

Ćwiczenie 1. Pomiar napięcia i natężenia prądu za pomocą oscyloskopu.

Celem jest pokazanie działania oscyloskopu i wykorzystanie go do pomiaru przemiennych napięć i natężenia prądów w rzeczywistych obwodach elektrycznych.

Zadanie 1

Prowadzący zajęcia powinien w uproszczony sposób wyjaśnić działanie oscyloskopu, a szczególnie powstawanie plamki świetlnej na jego ekranie w wyniku padania strumienia elektronów, sposób jego odchylenia w zależności od mierzonego napięcia i tworzenie podstawy czasu.

Zadanie 2

W zadaniu tym należy pokazać na ekranie oscyloskopu wyniki pomiaru napięcia stałego, np. na zaciskach baterii ogniw galwanicznych 1,5 V, 9 V lub akumulatora 12 V. W tym celu należy przełączniki wejść ustawić w pozycji „DC”. Gdy podczas pomiaru napięcia stałego włączony zostanie generator podstawy czasu, to na ekranie zaobserwuje się poziomą linię prostą. Obserwacji należy dokonać przy odłączonym źródle napięcia oraz przy włączonym napięciu o kilku wartościach, a także przy zmianie biegunowości źródła.

W dalszym ciągu pokazu należy na ekranie oscyloskopu zademonstrować przebieg napięcia wyprostowanego przez diodę półprzewodnikową oraz mostek prostowniczy. Następnie przełączniki wejść oscyloskopu należy ustawić w położeniu „AC”. Na ekranie oscyloskopu pokazać należy kształty napięcia wyprostowanego, przy prostowaniu jednopółwkowym oraz dwupółwkowym.

Zadanie 3

W tym zadaniu należy omówić i pokazać metodę obserwacji pomiaru na-

tężenia prądu w obwodzie zasilanym napięciem sinusoidalnie przemiennym. Ponieważ oscyloskop nie daje możliwości bezpośredniego pomiaru natężenia prądu, wykorzystuje się pomiar napięcia na bezindukcyjnym boczniku o znanej wartości rezystancji. Obserwowane napięcie odpowiada przebiegowi prądu w obwodzie, natomiast wartość natężenia prądu oblicza się korzystając z prawa Ohma:

$$I = u/R_b$$

gdzie R_b – wartość rezystancji bocznika w Ω .

Ćwiczenie 2. Pokazy przebiegów sinusoidalnych napięcia i natężenia prądu w obwodzie.

Celem zadań w tym ćwiczeniu jest, dla lepszego zrozumienia wykładów i ćwiczeń rachunkowych, demonstracja przebiegów napięcia i natężenia prądu oraz przesunięć fazowych między tymi przebiegami w obwodach prądu sinusoidalnie przemiennego.

Zadanie 1

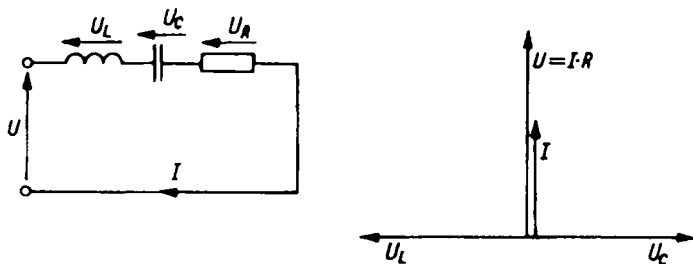
W tej części ćwiczenia należy omówić i pokazać przebiegi napięcia i natężenia prądu w prostych obwodach prądu przemiennego:

- z odbiornikiem rezystancyjnym; w obwodzie z rezystorem jedna sonda oscyloskopu ma odwzorowywać przebieg napięcia, a druga – przebieg natężenia prądu; na ekranie wystąpią więc dwie sinusoidy; obie sinusoidy powinny różnić się tylko amplitudami, natomiast oś czasu ma je przecinać w tych samych punktach.
- z odbiornikiem indukcyjnym; jako odbiornik służyć powinna cewka o dużej indukcyjności i pomijalnie małej rezystancji, np. dławik z oprawy rtęciowej; na ekranie oscyloskopu pokazuje się, jak poprzednio, dwie sinusoidy o różnych amplitudach, ale przesunięte w czasie; sinusoida napięcia przesunięta jest w prawo o prawie ćwierć okresu, czyli około $+90^\circ$.
- z odbiornikiem pojemnościowym; w badanym obwodzie jako odbiornik wykorzystany ma być kondensator; na ekranie oscyloskopu sinusoida napięcia przesunięta jest względem sinusoidy natężenia prądu w lewo o ćwierć okresu, czyli około 90° , mówimy wtedy, że prąd wyprzedza napięcie o kąt bliski - 90° .

Zadanie 2

W zadaniu tym pokazać należy na oscyloskopie i wyjaśnić przebiegi napięć i natężenia prądu w złożonych obwodach jednofazowych prądu przemiennego:

- z odbiornikiem rezystancyjno-indukcyjnym; jako odbiornik wziąć należy rezystor połączony szeregowo z cewką indukcyjną.; na ekranie oscyloskopu ukaże się obraz podobny, jak w obwodzie z samą cewką, z tym, że przesunięcie między sinusoidą napięcia i prądu wypada większe od zera, ale mniejsze niż 90° ; należy wykazać, iż kąt przesunięcia fazowego zależy od stosunku wartości rezystancji do reaktancji indukcyjnej badanego obwodu.
- z odbiornikiem rezystancyjno-pojemnościowym; tu połączyć należy szeregowo rezystor i kondensator; sinusoida obrazująca przebieg natężenia prądu ma wyprzedzać sinusoidę przebiegu napięcia o kąt $-90^\circ < \varphi < 0$; pokazać należy, iż kąt ten zależy od stosunku wartości rezystancji do reaktancji kondensatora..
- z odbiornikiem typu $R L C$ w układzie szeregowym; w obwodzie włączone mają być szeregowo trzy elementy: rezystor, cewka indukcyjna i kondensator; zadanie polega na wykazaniu, że kąt przesunięcia między sinusoidą napięcia zasilającego, a sinusoidą natężenia prądu zależy od wartości rezystancji oraz reaktancji wypadkowej elementów L i C . Gdy reaktancja indukcyjna jest większa od pojemnościowej, otrzymuje się przebiegi, jak w obwodzie rezystancyjno-indukcyjnym, czyli sinusoida napięcia wyprzedza sinusoidę natężenia prądu o kąt $0 < \varphi < +90^\circ$. W przeciwnym przypadku, gdy reaktancja pojemnościowa wypada większa od indukcyjnej, sinusoida napięcia opóźnia się względem sinusoidy natężenia prądu, jak w obwodzie rezystancyjno-pojemnościowym o kąt $-90^\circ < \varphi < 0$.



Rys. 1

Gdyby udało się tak dobrać elementy L i C , aby ich reaktancje były jednakowe, wówczas sinusoidy natężenia prądu i napięcia byłyby w fazie, tj. kąt φ równałby się zero, czyli przebiegi byłyby takie jak w obwodzie z samym rezystorem. Jest to przypadek rezonansu napięć, charakteryzujący się możliwością przepięć na elementach L i C .

Celowe jest wyjaśnienie tych zależności na odpowiednim wykresie wektorowym, jak na rys.1. Kąt przesunięcia fazowego między wektorami natężenia

prądu i napięcia można wyznaczyć z obserwacji na ekranie oscyloskopu sinusoid natężenia prądu i napięcia. W tym celu należy zmierzyć w milimetrach długość jednego okresu sinusoidy natężenia prądu lub napięcia oraz przesunięcie między początkami sinusoid prądu i napięcia. Kąt przesunięcia można obliczyć z zależności proporcjonalnej, np., gdy długość okresu wynosi 90 mm, a przesunięcie 20 mm, to kąt φ wynosi: $360^\circ \cdot 20/90 = 80^\circ$.

Ćwiczenie 3. Obserwacja przebiegów napięć w układzie trójfazowym

Celem ćwiczenia jest pokazanie przesunięć fazowych przebiegów napięć i natężenia prądu w układzie trójfazowym.

Zadanie

W obwodzie zasilania silnika trójfazowego w połączeniu w gwiazdę zbadać przy użyciu oscyloskopu dwukanałowego napięcia fazowe i międzyprzewodowe. Należy pokazać przebiegi sinusoid napięć dwóch faz równocześnie. Należy określić kąt przesunięcia fazowego między napięciami wszystkich faz. Następnie pokazać przebieg jednego z napięć fazowych i napięcia między tą i kolejną fazą. Zmierzyć zarówno stosunek wartości maksymalnych (a więc również skutecznych) tych napięć, jak też przesunięcia fazowego ich przebiegu. Z kolei trzeba wyjaśnić te zależności na odpowiednim wykresie wektorowym.

Ćwiczenie 4. Obliczanie prostych obwodów prądu przemiennego

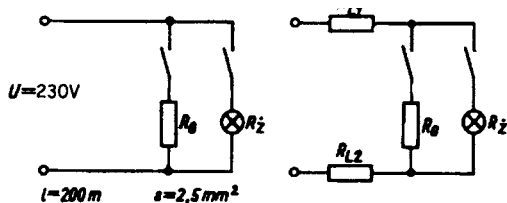
Celem ćwiczenia jest pokazanie, jak można wykorzystać wzory algebraiczne podane na wykładach do praktycznych obliczeń, oraz zorientowanie słuchaczy odnośnie do spotykanych wartości wybranych wielkości, np. natężenia prądu, rezystancji i spadków napięcia w praktycznych obwodach elektrycznych.

Zadanie

Do pomieszczenia gospodarczego, w którym jest zainstalowana oprawa z żarówką o mocy $P_z = 100$ W i grzejnik o mocy $P_g = 2200$ W na napięcie $U = 230$ V, poprowadzony jest przewód miedziany YDY 3 x 2,5 mm² o długości $l = 200$ m. (rys. 2).

Obliczyć:

- rezystancję żarówki, grzejnika i przewodów,
- wartość napięcia na oprawce przy włączonej żarówce,
- wartość napięcia w oprawce po włączeniu żarówki i grzejnika,
- porównać te napięcia i wyciągnąć wnioski,
- wykonać te same obliczenia, dla przypadku zastosowania przewodu z żyłami aluminiowymi o tym samym, co miedziane przekroju $s = 2,5$ mm².



Rys. 2

Obliczenia:

Rezystancja żarówki, grzejnika i przewodów:

$$I_Z = \frac{P_Z}{U} = \frac{100 \text{ W}}{230 \text{ V}} = 0,43 \text{ A} \quad R_Z = \frac{U}{I_Z} = \frac{230 \text{ V}}{0,43 \text{ A}} \approx 450 \Omega$$

$$I_G = \frac{P_G}{U} = \frac{2200 \text{ W}}{230 \text{ V}} = 9,6 \text{ A} \quad R_G = \frac{U}{I_G} = \frac{230 \text{ V}}{9,6 \text{ A}} \approx 24 \Omega$$

Rezystancja przewodów zasilających:

$$R_{L1} = \frac{l}{\gamma \cdot s} = \frac{200 \text{ m}}{57 \frac{\text{m}}{\Omega \text{ mm}^2} \cdot 2,5 \text{ mm}^2} = 1,4 \Omega$$

$$R_L = R_{L1} + R_{L2} = 1,4 \Omega + 1,4 \Omega = 2,8 \Omega$$

Rezystancja łączna przewodów zasilających i żarówki

$$R_{ZL} = R_Z + R_L = 2,8 \Omega + 510 \Omega = 512,8 \Omega$$

b) Prąd w obwodzie po włączeniu żarówki

$$I_Z = \frac{U}{R_{ZL}} = \frac{230 \text{ V}}{512,8 \Omega} = 0,45 \text{ A}$$

Napięcie na oprawce żarówki

$$U_{Z1} = R_Z \cdot I_Z = 510 \Omega \cdot 0,45 \text{ A} = 229 \text{ V}$$

c) Rezystancja zastępcza obwodu przy włączonych: żarówce i grzejniku

$$R_{ZG} = \frac{R_Z \cdot R_G}{R_Z + R_G} = \frac{510 \cdot 24}{510 + 24} \Omega = 22,9 \Omega$$

$$R_{Z2} = R_G + R_L = 2,8 \Omega + 22,9 \Omega = 25,7 \Omega$$

d) Prąd w obwodzie

$$I_{zG} = \frac{U}{R_{zG}} = \frac{230 \text{ V}}{25,7 \Omega} = 8,9 \text{ A}$$

Napięcie w pomieszczeniu gospodarczym przy włączonych: żarówce i grzejniku.

$$\Delta U_2 = U - U_{z2} = 230 \text{ V} - 203,8 \text{ V} = 26,2 \text{ V}$$

d) Spadek napięcia w przewodzie zasilającym (na obu żyłach).

- po włączeniu żarówki

$$\Delta U_1 = U - U_{z1} = 230 \text{ V} - 229 \text{ V} = 1 \text{ V} \quad \text{tj. } 0,43\% \text{ napięcia znamionowego}$$

- po włączeniu żarówki i grzejnika

$$\Delta U_2 = U - U_{z2} = 230 \text{ V} - 203,8 \text{ V} = 26,2 \text{ V} \quad \text{tj. } 11,4\% \text{ napięcia znam, (co jest niedopuszczalne)}$$

Należy wykonać podobne obliczenia dla przewodu YADY 3 x 2,5 mm².

Jako zadanie do samodzielnego wykonania, należy wykonać obliczenia dla przewodu stalowego i srebrnego. Należy porównać wyniki obliczonych spadków napięć i wyciągnąć wnioski. Przewodność właściwa wynosi:

$$\text{miedzi} \dots = 57 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{aluminium} = 35 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{srebra} \dots = 62 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{stali} \dots = 7 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$$

Ćwiczenie 5. Obliczenia jednofazowego transformatora.

Celem ćwiczenia jest zaznajomienie słuchaczy z zależnościami podstawowych wielkości elektrycznych w transformatorze.

Jednofazowy transformator bezpieczeństwa o mocy pozornej $S = 240 \text{ VA}$ przy napięciu pierwotnym $U_1 = 230 \text{ V}$ ($z_1 = 100$ zwojów) daje napięcie wtórne $U_2 = 24 \text{ V}$. Obliczyć:

- przekładnię transformatora p ,
- liczbę zwojów uzwojenia wtórnego,
- wartość natężenia prądu pierwotnego I_1 ,
- wartość natężenia prądu wtórnego I_2 .

$$\text{a) } p = \frac{U_1}{U_2} = \frac{230 \text{ V}}{24 \text{ V}} = 9,58$$

$$b) \quad z_2 = \frac{U_2}{U_1} \cdot z_1 = \frac{24}{230} \cdot 100 = 11 \text{ zwojów}$$

$$c) \quad I_1 = \frac{S}{U_1} = \frac{240 \text{ VA}}{230 \text{ V}} = 1,043 \text{ A}$$

$$d) \quad I_2 = \frac{S}{U_2} = \frac{240 \text{ VA}}{24 \text{ V}} = 10 \text{ A}$$

Jako zadanie do samodzielnego wykonania, należy wykonać podobne obliczenia, jeśli transformator ma moc pozorną $S = 40 \text{ VA}$, przy napięciu pierwotnym $U_1 = 230 \text{ V}$ daje napięcie wtórne $U_2 = 10 \text{ V}$, a $z_2 = 15$ zwojów.

Ćwiczenie 6. Celem ćwiczenia jest wykazanie na przykładach prostych obliczeń możliwości wykorzystania przedstawionego na wykładach aparatu matematycznego do rozwiązywania praktycznych zadań dotyczących jedno- i trójfazowych układów instalacyjnych.

Przykład obliczeń.

Do źródła prądu przemiennego o napięciu $U = 230 \text{ V}$ i częstotliwości $f = 50 \text{ Hz}$ przyłączono cewkę o rezystancji $R = 20 \Omega$ i indukcyjności $L = 0,2 \text{ H}$. Należy obliczyć:

- impedancję cewki,
- natężenie prądu w obwodzie,
- kąt przesunięcia fazowego napięcia względem prądu (współczynnik mocy $\cos\varphi$)
- spadek napięcia czynny i bierny,
- narysować trójkąt impedancji,
- narysować wykres wektorowy napięć i prądu,
- obliczyć moc czynną, bierną i pozorną,
- narysować trójkąt mocy.

Wyniki obliczeń:

$$a) \quad Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} \qquad X_L = 2\pi f \cdot L = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 0,2 \text{ H} = 62,8 \Omega$$

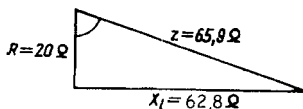
$$Z = \sqrt{20^2 + 62,8^2} = 65,2 \Omega$$

$$b) \quad I = \frac{U}{Z} = \frac{230 \text{ V}}{65,2 \Omega} = 3,52 \text{ A}$$

$$c) \quad \cos\varphi = \frac{R}{Z} = \frac{20 \Omega}{65,2 \Omega} = 0,307 \qquad \varphi = 72^\circ 60'$$

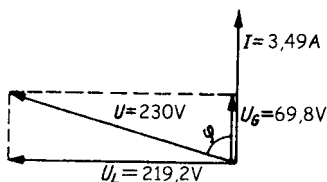
d) $I_R = R \cdot I = 20\Omega \cdot 3,52 \text{ A} = 70,4 \text{ V}$
 $I_L = X_L \cdot I = 62,8\Omega \cdot 3,52 \text{ A} = 221 \text{ V}$

e)



Rys. 3

f)



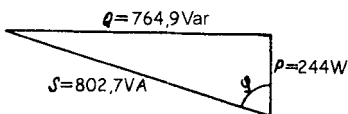
Rys. 4

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi = 230 \text{ V} \cdot 3,52 \text{ A} \cdot 0,303 = 245 \text{ W}$$

g) $S = U \cdot I = 230 \text{ V} \cdot 3,52 \text{ A} = 1673 \text{ VA}$

$$Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi = 230 \text{ V} \cdot 3,52 \text{ A} \cdot \sin 70^\circ = 771 \text{ var}$$

h)



Rys. 5

Zadanie 1

Do źródła prądu przemiennego o napięciu $U = 230 \text{ V}$ i częstotliwości $f = 50 \text{ Hz}$ przyłączono odbiornik o rezystancji $R = 20 \text{ W}$ i pojemności $C = 50 \mu\text{F}$. Należy obliczyć: impedancję, natężenie prądu w obwodzie, kąt przesunięcia fazowego napięcia względem prądu (współczynnik mocy $\cos \varphi$), spadek napięcia czynny i bierny, obliczyć moc czynną, bierną i pozorną oraz narysować wykres wektorowy napięć i prądów, jak też trójkąt rezystancji i mocy.

Przykład obliczeń

Silnik jednofazowy na napięcie $U = 230 \text{ V}$ i częstotliwość $f = 50 \text{ Hz}$ pobiera moc czynną $P_s = 1,5 \text{ kW}$ przy współczynniku mocy $\cos \varphi = 0,68$. Należy obliczyć:

- natężenie prądu pobieranego przez silnik przed kompensacją,
- moc pozorną pobieraną przez silnik,
- moc bierną pobieraną przez silnik,

- d) składową czynną prądu silnika,
- e) składową bierną prądu silnika,
- f) reaktancję silnika do skompensowania przez kondensator,
- g) pojemność kondensatora, którego przyłączenie skompensuje moc bierną pobieraną przez silnik
- h) narysować trójkąt mocy przed kompensacją,
- i) obliczyć natężenie prądu po dołączeniu kondensatora,
- j) narysować wykresy wektorowe przed i po skompensowaniu mocy biernej.

Wyniki obliczeń:

$$a) P = U \cdot I \cdot \cos \varphi ; I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{1500 \text{ W}}{230 \text{ V} \cdot 0,68} = 9,59 \text{ A}$$

$$b) S = U \cdot I = 230 \text{ V} \cdot 9,59 \text{ A} = 2205 \text{ VA} \approx 2,2 \text{ kVA}$$

$$c) Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{2,2^2 - 1,5^2} = 1,6 \text{ kVAr}$$

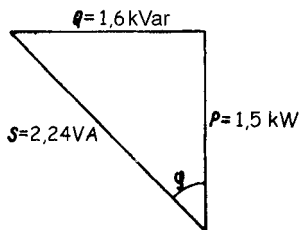
$$d) I_{cz} = \frac{P}{U} = \frac{1500 \text{ W}}{230 \text{ V}} = 6,52 \text{ A}$$

$$e) I_b = \frac{Q}{U} = \frac{1600 \text{ W}}{230 \text{ V}} = 7 \text{ A}$$

$$f) X_L = \frac{U}{I_L} = \frac{230 \text{ V}}{7 \text{ A}} = 32,8 \Omega$$

$$g) C = \frac{1}{X_C \cdot 2\pi f} = \frac{1}{32,8 \Omega \cdot 2 \pi \cdot 50 \text{ Hz}} = 96,9 \mu\text{F} \quad U 230\text{V}$$

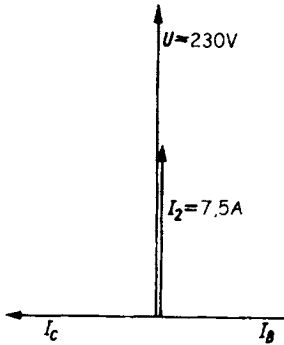
h)



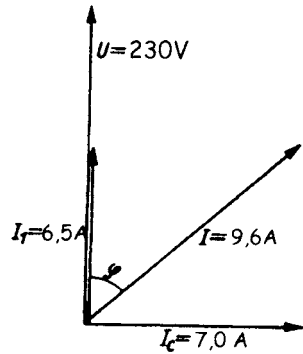
Rys. 6

$$i) I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}} = \frac{230 \text{ V}}{\sqrt{35,4^2 + (32,8 - 32,8)^2}} = 7,5 \text{ A}$$

j)



Rys. 7



Rys. 8

Uwaga:

W praktyce przy kompensacji mocy biernej kondensator dobiera się tak, aby $\cos\varphi$ nie osiągał wartości 1. W danym przypadku należałoby zastosować kondensator o pojemności znamionowej $C = 100 \mu\text{F}$.

Zadanie 2

Silnik jednofazowy na napięcie $U = 230 \text{ V}$ o częstotliwości $f = 50 \text{ Hz}$ pobiera moc $P_s = 1,5 \text{ kW}$, przy współczynniku mocy $\cos\varphi = 0,68$. Należy obliczyć: natężenie prądu pobieranego przez silnik przed kompensacją, moc pozorną i bierną pobieraną przez silnik, składową prądu czynną i bierną, reaktancję indukcyjną silnika i pojemność kondensatora, jaki należy dołączyć równolegle do silnika, aby zwiększyć wartość współczynnika mocy do ok. 0,9 oraz natężenie prądu po kompensacji, a także narysować trójkąt mocy przed kompensacją oraz wykresy wektorowe prądów i napięcia przed i po kompensacji mocy biernej.

Przykład obliczeń

Do źródła prądu przemiennego trójfazowego, o napięciu międzyprzewodowym $U_p = 400 \text{ V}$ przyłączono silnik trójfazowy z uzwojeniami połączonymi w gwiazdę. Rezystancja jednej fazy $R_s = 12 \Omega$, reaktancja indukcyjna $X_{LS} = 9 \Omega$. Silnik jest odbiornikiem symetrycznym, a jego sprawność wynosi $\eta = 0,9$. Należy obliczyć:

a) impedancje fazowe silnika,

- b) napięcie fazowe sieci,
 c) natężenie prądu fazowego i przewodowego,
 d) kąt przesunięcia fazowego,
 e) moc czynną, pozorną i bierną silnika,
 f) moc silnika na wale,
 g) sporządzić wykres wektorowy napięć i prądów.

Wyniki obliczeń:

$$a) Z_f = \sqrt{R_s^2 + X_L^2} = \sqrt{12^2 + 9^2} = 15 \Omega$$

$$b) U_f = \frac{U_p}{\sqrt{3}} = \frac{400 \text{ V}}{1,73} = 230 \text{ V}$$

$$c) I_f = I_p = \frac{U_f}{Z_f} = \frac{230 \text{ V}}{15 \Omega} = 15,3 \text{ A}$$

$$d) \cos \varphi = \frac{R_f}{Z_f} = \frac{12}{15} = 0,8; \text{ a zatem } \varphi = 37^\circ$$

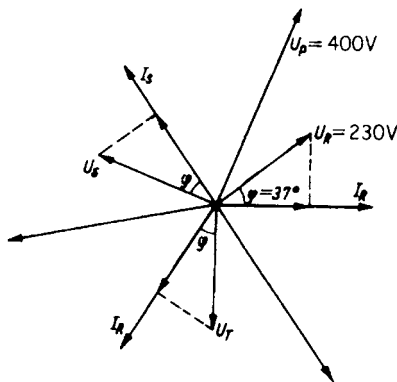
$$P = \sqrt{3} * U_p * I_p * \cos \varphi = 1,73 * 400 \text{ V} * 15,3 \text{ A} * 0,8 = 8470 \text{ W}$$

$$e) S = \sqrt{3} * U_p * I_p = 1,73 * 400 \text{ V} * 15,3 \text{ A} = 10590 \text{ VA}$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{10,59^2 - 8,47^2} = 6,35 \text{ kVAr}$$

$$f) P_s = P * \eta = 8,47 \text{ kW} * 0,9 = 7,6 \text{ kW}$$

g)



Rys. 9

Zadanie 3

Do źródła prądu przemiennego trójfazowego, o napięciu międzyprzewo-

dowym $U_p = 400$ V przyłączono silnik trójfazowy z uzwojeniami połączonymi w trójkąt. Rezystancja jednej fazy R_s wynosi 12Ω , reaktancja indukcyjna $X_{Ls} = 9 \Omega$. Obliczyć należy impedancję fazową silnika, napięcie fazowe silnika, natężenie prądu fazowego i przewodowego, kąt przesunięcia fazowego, moc czynną, pozorną i bierną silnika, oraz moc silnika na wale, jeśli jego sprawność wynosi $\eta = 0,9$. Narysować wykres wektorowy napięć i prądów.

Instalacje elektryczne

Ćwiczenie 1. Pokazy przewodów i osprzętu instalacyjnego

Celem ćwiczenia jest zapoznanie uczestników szkolenia z przewodami, jak też z osprzętem górnym i dolnym, stosowanym w różnych rodzajach i wykonaniach instalacji elektrycznych.

Zadanie 1

Zadanie polega na pokazaniu odcinków przewodów instalacyjnych, jednożyłowych, drutowych i linkowych, oraz odcinków rurek izolacyjnych giętkich i sztywnych jak też puszek podtynkowych, pierścieni rozgałęźnych i uchwytów do mocowania tych rurek na wierzchu ścian.

Zadanie 2

W tym zadaniu należy pokazać odcinki i omówić budowę oraz oznakowanie przewodów kabelkowych, wielożyłowych do układania w tynku i na powierzchni ścian w pomieszczeniach suchych i wilgotnych, a także uchwytów do mocowania tych przewodów.

W dalszym ciągu zadania należy pokazać i omówić budowę sznurów i przewodów oponowych do odbiorników ruchomych.

Zadanie 3

Należy zapoznać słuchaczy z różnymi wykonaniami osprzętu i sprzętu instalacyjnego podtynkowego, wtynkowego i do montowania na powierzchni ścian, górnego do rozgałęziania przewodów oraz dolnego z łącznikami i gniazdami wtyczkowymi, zwykłego i szczelnego w obudowie z tworzywa sztucznego.

Zadanie 4

Zadanie polega na pokazaniu i omówieniu rurek instalacyjnych, stalowych ze wszystkimi akcesoriami do ich montażu oraz osprzętu górnego i dolnego jak też sprzętu w obudowie metalowej, w wykonaniu jedno- i trójfazowym, ze stykami ochronnymi.

Zadanie 5

Zadanie polega na pokazaniu odcinków i omówieniu budowy przewodów do instalacji sygnalizacyjnej, sterowniczej i antenowej a także zaprezentowanie osprzętu i sprzętu instalacyjnego stosowanego w tych instalacjach.

Ćwiczenie 2. Pokaz rozdzielnic i ich wyposażenia.

Celem ćwiczenia jest zapoznanie uczestników szkolenia z różnymi rozwiązaniami i wykonaniami tablic pod zabezpieczenia i aparaturę pomiarową oraz skrzynek złączowych i rozdzielnic do stosowania w instalacjach wiejskich.

Zadanie 1

W zadaniu należy pokazać i omówić zabezpieczenia instalacyjne różnego rodzaju: topikowe i samoczynne, z wyzwalaczami cieplnymi, elektromagnetycznymi, podnapięciowymi i różnicowo-prądowymi, różnych typów i w różnych rozwiązaniach. Konieczne jest przy tym wyjaśnienie budowy wewnętrznej z podkreśleniem funkcji poszczególnych zespołów, a przynajmniej jednego bezpiecznika topikowego i wyłącznika samoczynnego jedno- i trójfazowego.

Zadanie 2

Zadanie polega na pokazaniu i omówieniu skrzynek złączowych, wewnętrznych i zewnętrznych wraz z zabezpieczeniami.

Zadanie 3

W zadaniu należy przedstawić i wyjaśnić różne tablice licznikowe, ich wyposażenie i sposób mocowania wersji jedno- i trójfazowych oraz z omówić wykonanie połączeń, osłon i plombowania.

Zadanie 4

Zadanie polega na pokazaniu kilku prefabrykowanych rozdzielnic instalacyjnych, skrzynkowych w różnych wykonaniach i z różnym wyposażeniem oraz pokazanie sposobu wykonania połączeń i wyprowadzenia obwodów instalacyjnych.

Ćwiczenie 3. Przewody i osprzęt na przyłącza domowe i przerzuty.

Celem ćwiczenia jest zapoznanie słuchaczy kursu z przewodami i osprzętem do wykonywania przyłączy domowych i przerzutów.

Zadanie 1

Przedmiotem zadania są kable ziemne i ich zakończenia, stosowane w przy-

łączach domowych. Należy pokazać odcinki kabli ziemnych i omówić budowę. Następnie na pokazanej skrzynce omówić sposób doprowadzenia kabla, wyprowadzenia żył, zarabiania końcówek i montażu mufy.

Zadanie 2

Zadanie polega na pokazaniu odcinków izolowanych przewodów przyłączeniowych z linką nośną, dwu- i czteroprzewodowych, oraz osprzętu jak też typowych haków i stojaków dachowych do ich podwieszania.

Zadanie 3

Zadaniem ma być pokazanie i objaśnienie budowy ochronników iskiernikowych niskiego napięcia, w wykonaniu wewnątrzowym i napowietrznym oraz przedstawienie akcesoriów do ich prawidłowego montażu.

Ćwiczenie 4. Ochronniki i uziomy.

Celem ćwiczenia jest pokazanie materiałów do wykonania instalacji ochrony przeciwporażeniowej i przeciwprzebieciowej.

Zadanie 1

Należy zapoznać słuchaczy z ochronnikami instalacyjnymi od przepięć i wyjaśnić ich budowę oraz sposób montażu.

Zadanie 2

Zadanie dotyczy uziomów sztucznych, a polega na pokazaniu uziemień otokowych oraz rur do wykonywania uziemień i omówieniu sposobu ich osadzania w ziemi i łączenia z przewodami uziemiającymi.

Zadanie 3

Zadanie polega na pokazaniu listwy łączeniowej do przewodów ochronnych, uziemiających i wyrównawczych z objaśnieniem jej znaczenia oraz sposobu i miejsca montażu.

Ćwiczenie 5. Plany i obliczenia instalacyjne.

Celem ćwiczenia jest przyuczenie uczestników kursu do odczytywania planów i schematów instalacji elektrycznych oraz projektowania rozbudowy i przebudowy instalacji.

Zadanie 1

Zadanie polega na zaznajomieniu słuchaczy z symbolami na planach i schematach prostych instalacji elektrycznych oraz z zasadami rysowania i odczy-

tywania planów instalacyjnych. Następnie pokazując przykładowe plany instalacji, przynajmniej w dwukondygnacyjnym budynku mieszkalnym i w oborze lub chlewni, należy dokonać, w formie dyskusji kierowanej, ich rozeznania z uwzględnieniem wszystkich wskazań projektanta na rysunkach i w opisie technicznym.

Zadanie 2

W zadaniu należy na przykładzie istniejącej instalacji zaproponować zakres potrzebnej jej rozbudowy lub przebudowy i w wyniku dyskusji kierowanej ze słuchaczami wyrysować na tablicy plany instalacji po wykonaniu wymaganych zmian. Byłoby celowe zlecić tę drugą część do wykonania przez słuchaczy indywidualnie, jako „zadanie domowe” do sprawdzenia na następnych zajęciach.

Zadanie 3

Zadanie polega na wykonaniu prostych obliczeń instalacyjnych: mocy za-instalowanej, obciążeń w poszczególnych ciągach instalacyjnych, dokonania doboru przekrojów przewodów i zabezpieczeń nadmiarowo-prądowych oraz sprawdzenia spadków napięcia. Prowadzący ćwiczenie powinien przedstawić plany instalacyjne i omówić potrzebne obliczenia, a ich przeprowadzenie mogliby słuchacze wykonać samodzielnie na lub po zajęciach lekcyjnych.

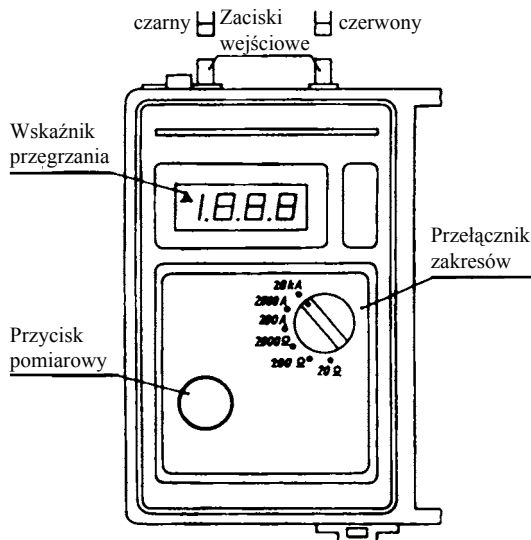
Ćwiczenie 6. Celem ćwiczenia jest zapoznanie słuchaczy ze sposobami badania skuteczności dodatkowej ochrony przed porażeniami i pożarami od urządzeń elektrycznych.

Zadanie 1

Zadanie polega na badaniu skuteczności ochrony przez samoczynne wyłączenie zasilania w układzie sieci TN-C (nazywanej dawniej zerowaniem) za pomocą stosownego aparatu pomiarowego w kilku miejscach instalacji elektrycznej.

Badanie skuteczności ochrony dokonywane jest przez pomiar rezystancji pętli zwarciowej i sprawdzenie, czy zabezpieczenie nadmiarowo-prądowe danego fragmentu instalacji, najbliższe miejsca pomiaru, jest w stanie dostatecznie szybko wyłączyć pełne zwarcie jednofazowe w miejscu pomiaru. Do tego celu służą specjalne przyrządy pomiarowe, które są wyskalowane od razu w maksymalnych, dopuszczalnych wartościach znamionowych natężenia prądu topikowych wkładek bezpiecznikowych lub cieplnych wyzwalaczy wyłączników samoczynnych, jakie gwarantują skuteczne zabezpieczenia przed pojawieniem się groźnego napięcia dotyku na metalowej obudowie urządzenia odbiorczego w miejscu pomiaru. W zadaniu stosuje się do pomiaru cyfrowy

miernik rezystancji pętli i prądu zwarcia typu SL – 3000, którego widok przedstawiono na rys. 10 lub inny przyrząd o podobnej funkcji.

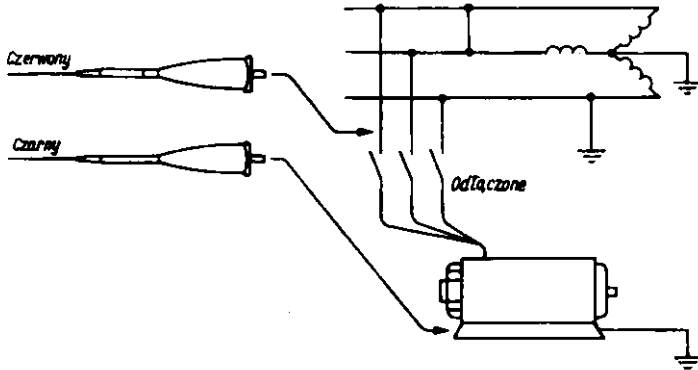


Rys. 10

Wykonując ćwiczenie należy najpierw zapoznać słuchaczy z aparatem i instrukcją obsługi. Następnie dokonać należy pomiarów prądów zwarcia oraz rezystancji pętli zwarcia w gnieździe wtyczkowym i na zaciskach odbiornika w kilku miejscach odległych od głównej tablicy rozdzielczej, najlepiej w budynku, gdzie prowadzone są wykłady, kontrolując zabezpieczenia nadmiarowo-prądowe, chroniące fragmenty instalacji. Na rys. 11 pokazano sposób przyłączenia przewodów pomiarowych przy sprawdzaniu urządzeń trójfazowych; przewód czerwony powinien być przyłączony do jednej z faz, a czarny do korpusu urządzenia lub do odpowiedniego uziomu.

Wyniki, obliczenia i wnioski należy zamieścić w protokole z ćwiczenia. Celowe byłoby dokonać pomiaru na zaciskach silnika lub innego odbiornika, przyłączonego za pośrednictwem przedłużacza. Miałyby to wskazać na zagrożenie przy stosowaniu przedłużaczy o dużej długości.

W celu sprawdzenia skuteczności uziemienia ochronnego dokonuje się pomiarów impedancji pętli zwarcia i rezystancji uziemień pomocniczych i sprawdza zgodność wykonania instalacji uziemienia ochronnego z wymogami przepisów. Pomiary te wykonuje się przy wyłączonym napięciu zasilającym urządzenie lub w czasie jego pracy. Pomiary pod napięciem wymagają szczególnej uwagi ze względu na niebezpieczeństwo porażenia prądem.



Rys. 11

Oprócz omówionego wcześniej nowoczesnego przyrządu typ SL – 3000 bywają do tego celu używane mierniki starszego typu, np. MZ – 3, MZK – 2, lub MZW – 5. Przyrządy te włącza się do pomiaru między przewód fazowy i przewód ochronny lub chronioną obudowę metalową urządzenia. W czasie pomiaru wywołuje się sztuczne zwarcie, co pozwala na obliczenie rezystancji i reaktancji pętli zwarcia. Na podstawie wskazań przyrządu oblicza się impedancję pętli zwarcia i sprawdza, czy zastosowane zabezpieczenia są w stanie zadziałać dostatecznie szybko w razie wystąpienia napięcia na obudowie chronionego odbiornika.

Uwagi, spostrzeżenia i wnioski z przeprowadzonych pomiarów odnotowane muszą być w specjalnym, przedstawionym dalej protokole badania skuteczności zerowania. Protokół zawiera informację o użytkowniku, jego adres, miejsce badań, rodzaj obiektu i pomieszczenia, rodzaj zasilania, napięcia znamionowe instalacji, metodę badania, nazwę, typ i numer fabryczny przyrządów pomiarowych, oraz datę pomiaru. Wyniki pomiarów wpisywane są w tabeli (str. 27), do której wpisać należy też inne wymienione w formularzu dane. Poza tym protokół zawiera ocenę stanu i montażu przewodów ochrony przeciwporażeniowej oraz wnioski, zalecenia i nakazy do wykonania. Wskazane jest narysować plan sytuacyjny pomieszczenia, z naniesieniem miejsc wykonanych pomiarów. Dopuszczalną wartość impedancji zwarciowej określa się ze wzoru:

$$Z_s = \frac{U_f}{k \cdot I_B}$$

w którym:

Z_s – wartość impedancji zwarciowej,

U_f – napięcie fazowe,

I_B – natężenie prądu pomiaru,

k – współczynnik określający wartość prądu powodującego samoczynne odłączenie zasilania w czasie nie przekraczającym 5 sek., zależnie od okoliczności $k = 2,5-4,0$

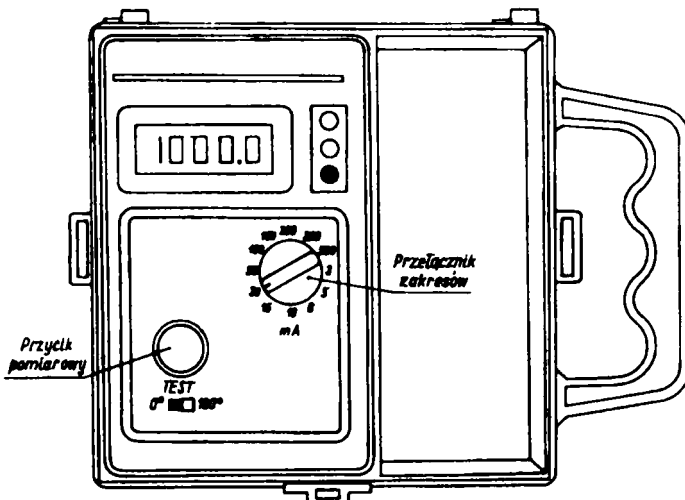
Z'_s – pomierzona impedancja zwarcia.

Ochrona przeciwporażeniowa jest skuteczna, gdy $Z_s > Z'_s$.

Zadanie 2

Zadanie polega na zapoznaniu słuchaczy z wyłącznikami różnicowo-prądowymi w różnym wykonaniu i ze sposobem sprawdzania poprawności ich działania. Należy zwrócić ćwiczącym uwagę na to, że według obowiązującej od 1995 roku normy PN-IEC 344-4 wyłączniki te stanowią jedyną dopuszczalną w nowym budownictwie ochronę przeciwporażeniową, przy czym wymaga ona stosowania układu sieci TN-C-S lub TN-S (z osobnym przewodem ochronnym w całej instalacji).

Po wyjaśnieniu zasady konstrukcji wyłącznika ochronnego różnicowo-prądowego (typu PI-1) i pokazaniu jego budowy należy dokonać kontroli sprawności działania. Badanie to polega na stworzeniu „sztucznego” zwarcia do ziemi za pomocą wyróżnionego przycisku kontrolnego na obudowie wyłącznika. Następnie wskazane jest przyłączyć do gniazda wtyczkowego instalacji, zabezpieczonej czułym wyłącznikiem ochronnym typu PI, odbiornika w metalowej obudowie z celowo uszkodzoną izolacją elektryczną (specjalnie przygotowany eksponat), np. grzejnika z odkrytą spiralą grzejną ustawionego na uziemionej, metalowej płycie (np. dołączonej do przewodu neutralnego), co powinno spowodować samoczynne zadziałanie wyłącznika. Ma to wykazać, jak bardzo czułe są wyłączniki ochronne tego rodzaju, które uniemożliwiają użytkowanie urządzeń odbiorczych, wykazujących dużą upływność prądu do ziemi.



Rys. 12

Do sprawdzania poprawności działania wyłączników różnicowo-prądowych stosuje się przyrządy, które pozwalają ustalić wartości prądu upływu instalacji chronionej. Pomagają one też zlokalizować miejsce uszkodzonego odbiornika. Dla zapoznania się ze sposobem użycia tych przyrządów w drugiej części zadania należy pokazać obsługę cyfrowego miernika do wyłączników różnicowo-prądowych np. typu RCD 200, pokazanego na rys. 12. Sprawdza się nim czas zadziałania zabezpieczenia różnicowo-prądowego.

Przyrząd pozwala na wywołanie przepływu prądu upływu, które powoduje zadziałanie wyłącznika różnicowo-prądowego, oraz na ustalenie zapasu wartości prądu upływu. W badanym wyłączniku o znamionowym prądzie różnicowym np. 30 mA, należy ustawić wyzwolenie równe połowie jego wartości, tj. 15 mA i sprawdzić, czy prąd ten nie wyzwala wyłącznika w trakcie pomiaru w czasie 1 sek. Następnie ustawia się przełącznik w pozycji znamionowego prądu badanego wyłącznika i sprawdza, czy obwód zostanie przerwany w ciągu 200 ms lub z innym opóźnieniem, zadeklarowanym przez producenta wyłącznika ochronnego. Wreszcie ustawić należy 5-krotną wartość prądu znamionowego, tj. 150 mA i sprawdzić, czy wyłącznik zadziała w ciągu 40 ms.

Uwaga:

W instalacjach elektrycznych zabezpieczonych wyłącznikiem różnicowo-prądowym, pomiar rezystancji pętli zwarciowej za pomocą mierników wywołujących sztuczne zwarcie nie jest możliwy.

Pieczęć

Wzór protokołu badania skuteczności zerowania

PROTOKÓŁ BADANIA SKUTECZNOŚCI OCHRONY PRZECIWPORAŻENIOWEJ

1. Właściciel obiektu z badaną instalacją elektroenergetyczną.....
2. Miejsce badań (obiekt, pomieszczenie).....
3. Rodzaj zasilania (napięcie sieci).....
4. Metody badania
5. Do badania użyto przyrządów pomiarowych (nazwa, typ i nr)
-
6. Data pomiaru.....
7. Wyniki pomiarów:

Lp.	Nazwa i moc urządzenia elektrycznego lub osprzętu elektroinstalacyjnego oraz określenie identyfikacji urządzenia	Zmierzona impedancja pętli zwarcia [Ω]	Istniejąca wkładka bezpiecznikowa [A]	Dopuszczalna wartość wkładki bezpiecznikowej [A]	Ocena i uwagi dotyczące skuteczności ochrony i jego wykonania
1	2	3	4	5	6

8. Ocena stanu i montażu przewodów ochronnych (zerujących).....
-
9. Ocena skuteczności ochrony przeciwporażeniowej oraz wnioski (zalecenia, nakazy).....
-

Pomiar wykonał:

.....

(Imię i nazwisko)

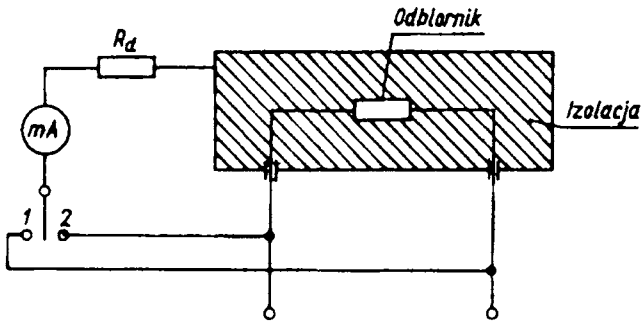
.....

(Podpis)

Ćwiczenie 7. Ćwiczenie ma na celu zapoznanie słuchaczy ze sposobami pomiaru prądów upływu z instalacji i odbiorników oraz pomiaru rezystancji uziomów.

Zadanie 1

W zadaniu tym należy omówić i pokazać sposób pomiaru prądów upływu do ziemi z instalacji oraz z odbiorników. Jeden z układów stosowanych do takich pomiarów pokazano na rys. 13. Jest on przeznaczony do pomiarów urządzeń jednofazowych.



Rys. 13

Przy pomiarze odbiorniki jednofazowe z napędem silnikowym zasila się napięciem 1,06 napięcia znamionowego czyli $230\text{ V} \times 1,06 = 245\text{ V}$, a trójfazowe - 1,06 napięcia znamionowego podzielone przez $\sqrt{3}$, a więc również 245V. W trakcie pomiaru natężenie prądu upływu nie powinno przekraczać w zależności od rodzaju odbiornika: 0,5 mA przy odbiornikach stałych, 0,75 mA – przenośnych, 3,5 mA – stałych z napędem silnikowym. W przypadku odbiorników grzejnych, montowanych na stałe, prąd upływu nie powinien przekraczać 0,75 mA lub 0,75 mA na 1 kW znamionowego poboru mocy (w zależności od tego, która wartość wypada większa), lecz nie więcej niż 5 mA. Dokładne wytyczne do przeprowadzenia pomiarów podaje norma PN-IEC 335-1; 1994.

Zadanie 2

Zadaniem jest omówienie i pokazanie sposobu pomiaru rezystancji sztucznego uziomu.

Rezystancja uziemienia zależy od wymiarów geometrycznych uziomu oraz od rezystywności gruntu, a ta z kolei zależy od rodzaju i wilgotności gruntu, jego temperatury oraz zawartości związków mineralnych, organicznych i chemicznych. Dwukrotny wzrost wilgotności gruntu powoduje zmniejszenie jego rezystywności około trzy razy. Dlatego pomiar ten powinien być wykonany w okresie, w którym rezystywność gruntu jest największa, czyli w naszych wa-

runkach klimatycznych najlepiej późnym latem lub jesienią. Zależnie od tego czy podczas pomiaru rezystancji grunt był suchy, wilgotny czy mokry stosuje się współczynnik poprawkowy k_p , który przy różnych rodzajach uziomu waha się w granicach 1,1–3,0.

Wyniki pomiaru należy zamieścić w protokóle z pomiaru na stosownym formularzu, w którym – poza podaną datą, miejscem pomiaru, czyli adresem, nazwą urzędnika, rodzajem pomiaru i charakterystyką przyrządów pomiarowych – porównuje się pomierzoną wartość rezystancji, powiększoną o współczynnik poprawkowy k_p , z obliczoną, wymaganą wartością rezystancji uziemienia. W części opisowej należy podać: rodzaj uziomów (pojedynczy, wielokrotny – bednarka, rura, pionowy, poziomy) stan wilgotności gruntu, datę i ocenę pomiaru.

Uchyb pomiaru nie może przekraczać 5%, przy czym powinien być możliwy pomiar małych rezystancji rzędu 0,1 Ω ; rezystancja uziemienia sond i uziomów pomocniczych powinna być odpowiednio mała, a urządzenia pomiarowe powinny być proste i łatwe w obsłudze.

Prowadzący ćwiczenie powinien omówić jedną z metod pomiaru rezystancji uziemień – metodę techniczną lub kompensacyjną za pomocą miernika indukcyjnego typu IMU.

Użytkowanie energii elektrycznej w domu i zagrodzie

Ćwiczenie 1. Silniki asynchroniczne trójfazowe.

Celem ćwiczenia jest zapoznanie słuchaczy kursu z budową najczęściej stosowanych trójfazowych silników asynchronicznych.

Zadanie 1

W zadaniu należy dokładnie zapoznać się z tabliczkami znamionowymi zgromadzonych w sali silników elektrycznych. Każda maszyna powinna mieć tabliczkę znamionową, zawierającą nazwę wytwórcy, numer fabryczny lub oznaczenie typu i rok produkcji, moc znamionową (dla silnika jest to moc mechaniczna na wale, dla prądnicy – moc elektryczna na zaciskach), napięcie znamionowe, prąd znamionowy, rodzaj prądu (stały, przemienny), częstotliwość znamionową i liczbę faz przy prądzie przemiennym, prędkość znamionową, klasę odporności cieplnej izolacji lub dopuszczalny przyrost temperatury, współczynnik mocy przy maszynie prądu przemiennego, stopień ochrony IP przed dotknięciem części będących pod napięciem i przed przedostaniem się wody do wnętrza maszyny, rodzaj pracy itp. Dane te należy odczytać i zanotować w protokóle.

Posługując się oznaczeniami należy w katalogu silników odszukać i zapoznać się z pozostałymi parametrami nie wymienionymi na tabliczce znamiono-

wej. Dla utrwalenia znaczenia poszczególnych liter w oznaczeniach silników wskazane jest, by prowadzący ćwiczenie polecił kursantom do samodzielnego wykonania rozszyfrowanie kilku oznaczeń typów silników indukcyjnych.

Zadanie 2

Zadanie polega na pokazaniu rozłożonego, najprostszego trójfazowego silnika asynchronicznego zwartego. Należy objaśnić wykonanie uzwojenia stojana i wirnika, pokazać ułożyskowanie wirnika, oraz wykonanie rdzenia i obudowy stojana, oraz tarczy łożyskowych. Więcej uwagi poświęcić należy tabliczce zaciskowej, pokazując przyłączenie końców uzwojeń stojana oraz wyjaśniając i demonstrując sposób ich połączeń w gwiazdę i trójkąt, jak też zmiany kolejności faz zasilania dla zmiany kierunku obrotów silnika.

Omówić też trzeba uszczelnienie tarczy łożyskowych, sposób oliwienia łożysk i zabiegi konserwacyjne, sposób osadzenia koła pasowego na wale silnika i skontrolowanie połączeń na tabliczce zaciskowej.

Zadanie 3

Zadaniem jest omówienie i pokazanie rozruchu silnika asynchronicznego zwartego trójfazowego za pomocą przełącznika gwiazda-trójkąt.

Należy na oczach uczestników szkolenia połączyć silnik o mocy 4,5 lub 7,5 kW z przełącznikiem gwiazda-trójkąt i wyłącznikiem głównym i wyjaśnić działanie przełącznika. Podkreślić trzeba konieczność zastosowania silnika na wyższe napięcie 700/400 V oraz zmniejszony do 1/3 moment rozruchowy, co powoduje, że silnik taki może uruchamiać maszynę roboczą tylko bez obciążenia. Oczywiście zwrócić trzeba uwagę na mniejsze prądy rozruchu i możliwość pracy silnika przy słabszych zabezpieczeniach nadmiarowo-prądowych.

W związku z powyższym musi być pożyteczne zmierzyć czas rozruchu silnika włączonego bezpośrednio w połączeniu w trójkąt i przy zastosowaniu przełącznika gwiazda-trójkąt oraz obserwować wskazania amperomierza w obu przypadkach. Należy zaznaczyć, że rozruch może być zautomatyzowany.

Zadanie 4

W tym zadaniu uczestnicy kursu mają zapoznać się z silnikiem asynchronicznym, pierścieniowym. Należy zademonstrować silnik tego typu o mocy 7,5 kW, odkręcić osłony pierścieni ślizgowych, pokazać je i zespół szczotkowy i zademonstrować wymianę szczotek na nowe, podkreślając potrzebę ich okresowej kontroli. Następnie należy pokazać i omówić rozrusznik, dokonać połączenia go z silnikiem i przyłączenia do wyłącznika i zasilania. Wreszcie należy zademonstrować rozruch i wyłączenie silnika z cofnięciem rozrusznika do stanu wyjściowego.

Zadanie 5

Zadanie polega na zbadaniu stanu izolacji uzwojeń silnika za pomocą miernika induktorowego. W tym celu trzeba zdjąć pokrywę z tabliczki zaciskowej i zdjąć mostki łączące uzwojenia silnika. Następnie należy zmierzyć rezystancję izolacji między poszczególnymi uzwojeniami, oraz między uzwojeniami każdej fazy a korpusem silnika. Stosowany tu miernik IMI 341 pozwala na pomiar rezystancji uzwojeń i odszukanie początków i końców poszczególnych uzwojeń. W protokole należy narysować tabliczkę zaciskową silnika z zaznaczeniem sposobu połączenia uzwojeń, a uzyskane wyniki pomiarów należy zanotować w protokole na przedstawionym dalej formularzu.

Wzór protokołu badania stanu izolacji urządzeń

PROTOKÓŁ**BADANIA STANU IZOLACJI PRZEWODÓW¹ (UZWOJEŃ) ELEKTRYCZNYCH**

1. Właściciel badanego obiektu.....
2. Miejsce badań (zakład, obiekt, pomieszczenie).....
3. Rodzaj i napięcie znamionowe.....
4. Metody badania
5. Do badania użyto przyrządów pomiarowych (nazwa, typ i nr)
6. Temperatura, przy jakiej wykonano pomiar.....
7. Data pomiaru.....
8. Wyniki pomiaru.....
9. Szkice obwodów (uzwojeń¹) elektrycznych.....
10. Ocena wyników badań, wnioski, zalecenia.....

Lp.	Oznaczenie i nazwa obwodu lub uzwojeń ¹		Zmierzona wartość rezystancji izolacji w MΩ						Ocena, uwagi
	Nazwa	Nr obwodu lub uzwojenia	L1-L2	L1-L3	L2-L3	L1-N	L2-N	L3-N	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Pomiar wykonał:

(Imię i nazwisko).....

.....
(podpis)

¹ Niepotrzebne skreślić

Ćwiczenie 2. Silniki prądu przemiennego małej mocy

Celem ćwiczenia jest zapoznanie uczestników kursu ze spotykanymi najczęściej silnikami prądu przemiennego małej mocy, pokazanie zasadniczych cech ich konstrukcji i zabiegów konserwacyjnych.

Zadanie 1

W tym zadaniu należy omówić pracę silnika asynchronicznego jednofazowego i konieczność zastosowania fazy rozruchowej oraz pokazać taki silnik o mocy 1 lub 1,5 kW. Należy pokazać tabliczkę zaciskową, kondensator rozruchowy oraz sposób przyłączenia do zasilania z uwzględnieniem kierunku obrotów wirnika; następnie uruchomić i wyłączyć silnik.

Zadanie 2

Zadanie dotyczy silników uniwersalnych, bocznikowych. Należy przedstawić silnik tego typu, stosowany na przykład w maszynie do szycia; pokazać komutator i szczotki oraz sposób ich kontroli i wymiany. Następnie dokonać połączenia silnika z rozrusznikiem i nastawnikiem prędkości obrotowej i omówić, w jaki sposób się go uruchamia i doprowadza do pożądaných obrotów pod względem ich kierunku i wartości prędkości.

Zadanie 3

Zadanie jest podobne do poprzedniego tyle, że dotyczy silnika repulsyjnego, stosowanego na przykład w mieszadło mechanicznym.

Ćwiczenie 3. Elektryczne elementy grzejne.

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z grzejnikami oporowymi i promiennikami.

Zadanie 1

Zadanie polega na pokazaniu oporowych elementów grzejnych w postaci spirali grzejnej, elementów rurkowych i elementów karborundowych. Na rozciągniętej spirali grzejnej należy pokazać i wyjaśnić skutki skrócenia spirali grzejnej i zagęszczenia zwojów w części spirali.

Dwa elementy rurkowe należy przyłączyć do przełącznika mocy tak, aby były one włączane pojedynczo, szeregowo i równoległe i za pomocą amperomierza wykazać zmianę mocy grzejnej.

Należy włączyć element karborundowy i pokazać jak bardzo się nagrzewa.

Zadanie 2

W tym zadaniu należy pokazać lampę promiennikową w oprawie, omówić

rolę i budowę oprawy oraz wykazać możliwość zmiany temperatury nagrzewania „wsadu” przez zmianę wysokości zawieszenia nad nim promiennika.

Zadanie 3

Zadaniem jest pokazanie i omówienie działania termostatu (np. z bojlera elektrycznego) i zademonstrowanie jego działania na dowolnym grzejniku przez umieszczenie czujnika w ośrodkach o różnej temperaturze (np. w naczyniach z wodą podgrzaną do różnych temperatur).

Ćwiczenie 4. Lampy elektryczne żarowe i wyładowcze różnych typów.

Celem ćwiczenia jest zaprezentowanie działania lamp elektrycznych kilku typów i wyjaśnienie różnych funkcji opraw oświetleniowych oraz pokazanie ich typowych rozwiązań.

Zadanie 1

W tym zadaniu należy pokazać i omówić budowę zwykłej żarówki i oprawki oraz pokazać żarówki w innym wykonaniu: matową, fasetową i z mocowaniem bagnetowym i wreszcie żarówkę halogenową, zwracając uwagę na wysoką temperaturę tej lampy, ale też większą wydajność świetlną.

Zadanie 2

Zadanie polega na prezentacji lamp wyładowczych i układów ich zasilania oraz sposobu mocowania.

Najpierw wypada pokazać lampę w oprawie z dławikiem, zapłonikiem i kondensatorami; przeciwwakłóceniowym i kompensującym oraz proces zapłonu.

Następnie pokazać należy rtęciówkę lub sodówkę i lampę rtęciowo-żarową i osadzić je we właściwych oprawach, zwracając uwagę na ich elementy wyposażenia. I wreszcie zademonstrować lampę kompaktową oraz pokazać jak działa i omówić jej zalety i wady.

Zadanie 3

Tę część doświadczenia poświęcić należy pokazaniu i omówieniu rozwiązań i zastosowań różnych, typowych opraw oświetleniowych, co najmniej kuli mlecznej, kanałowej, oprawy przeciwpożarowej, szczelnej oprawy świetłkowej, oprawy zewnętrznej do rtęciówki lub sodówki.

Ćwiczenie 5. Zmechanizowany sprzęt gospodarstwa domowego.

Celem ćwiczenia jest pokazanie typowego sprzętu gospodarstwa domowego, w którym wykorzystuje się napęd, grzejniki lub lampy elektryczne

z wyjaśnieniem ich ogólnej budowy, pokazaniem wyposażenia elektrycznego, objaśnieniem działania i wskazaniem na najbardziej typowe uszkodzenia.

Zadanie 1

Zadanie dotyczy zespołów hydroforowych. Należy na małym zespole przewodnym lub istniejącym w budynku, w którym odbywają się wykłady, pokazać składowe części zespołu i omówić ich funkcje, w szczególności silnika elektrycznego, układu zabezpieczającego i układu sterowania w uzależnieniu od czujnika ciśnieniowego na zbiorniku ciśnieniowym. Wskazać należy na najczęściej spotykane nieprawidłowości w pracy i uszkodzenia, podkreślając, że wszelkie naprawy muszą być powierzane odpowiednim fachowcom.

Zadanie 2

W tym zadaniu należy pokazać małą pralkę automatyczną, omówić jej działanie i obsługę, wyjaśnić ogólną ideę programatora ze wskazaniem na uzależnienie jego działania od czujników temperatury, poziomu napełnienia zbiornika wodą i od zegara, omówić silniki napędu bębna i pompy, oraz grzejniki, ich sterowanie i zabezpieczenia. Wreszcie wspomnieć należy najczęstsze nieprawidłowości w działaniu i uszkodzenia pralki z zastrzeżeniem, że wszelkie naprawy należy zlecać tylko koncesjonowanym punktom naprawy tego rodzaju urządzeń.

Zadanie 3

Zadaniem jest wyjaśnienie działania kilku elektrycznych aparatów do gotowania i pieczenia, a następnie omówienie najczęstszych ich uszkodzeń. Chodzi o kuchnię elektryczną, piekarnik, prodiż, opiekacz i ewentualnie Kuchenkę mikrofalową. Byłoby celowe pokazać stare rozwiązania ze spiralami grzejnymi, umieszczonymi w koralikach lub innych kształtkach ceramicznych, wskazując na zagrożenie porażeniem prądem i pożarem. Wskazać należy na szczególnie korzystne stosowanie urządzeń z elementami grzejnymi rurkowymi lub zatopionymi w płytach grzejnych. Należy ostrzegać przed naprawą elementów grzejnych, zamiast wymiany na nowe.

Zadanie 4

Przedmiotem pokazów i objaśnień w tym zadaniu mają być elektryczne ogrzewacze pomieszczeń.

Należy pokazać nowoczesne ogrzewacze ściennie, akumulacyjne i kable do ogrzewania podłogowego, omówić ich konstrukcję wraz z układami automatyki. Celowe może być też pokazanie ogrzewaczy starego typu ze wskazaniem na zagrożenia porażeniem i pożarem od tych ogrzewaczy, jeśli są one wyposażone w odkryte spirale grzejne.

Zadanie 5

Zadanie dotyczy chłodziarek i zamrażalników. Należy na przykładzie ekspozycji chłodziarki z zamrażalnikiem omówić jej konstrukcję i pokazać podzespoły wraz z układem regulacji. Ponadto wymienić należy najczęstsze uszkodzenia i niezbędne zabiegi konserwacyjne z zaznaczeniem, iż naprawy należy zlecać do koncesjonowanych punktów naprawczych.

Zadanie 6

Zadanie polega na pokazaniu i omówieniu zespołu silnika prądowego z objaśnieniem sposobu jego ustawienia i kotwienia oraz przyłączania do instalacji zasilającej a także sprzęgania z maszynami rolniczymi i uruchamiania z uwzględnieniem bezpieczeństwa pracy. Omówienia wymagają też zabiegi konserwacyjne.

Zadanie 7

Przewiduje się zadanie poświęcić pokazaniu i opisaniu zasady działania, stosowania i konserwacji różnych, drobnych aparatów elektrycznych, jak żelazka elektryczne, wentylatory, elektryzatory z omówieniem zasad ustawiania ogrodzeń elektrycznych, a także aparatów do niszczenia owadów, dezynsekcji i innych, jakie uda się zdobyć na czas szkolenia przez kierownictwo kursu szkoleniowego.

Ćwiczenie 8. Ratowanie porażonych prądem elektrycznym.

Celem ćwiczenia jest przyuczenie słuchaczy kursu do wykonywania czynności związanych z ratowaniem porażonego prądem elektrycznym.

Zadanie 1

Pierwszą czynnością w razie wypadku porażenia prądem elektrycznym jest szybkie uwolnienie osoby porażonej spod napięcia przez wyłączenie urządzenia, będącego przyczyną porażenia lub odciągnięcia porażonego od urządzenia będącego pod napięciem. Następnie należy dokonać oględzin delikwenta oraz stwierdzić czy oddycha i jakich doznał urazów. Należy omówić sposoby postępowania dla spełnienia tych warunków demonstrując to na jednym ze słuchaczy kursu.

Przy uwalnianiu porażonego ratujący jest obowiązany dbać nie tylko o bezpieczeństwo porażonego, ale także swoje.

Zadanie 2

Zadanie polega na nauce sztucznego oddychania metodą usta-usta dokonywanej na manekinie człowieka. Należy przy tym wyjaśnić, co należy zrobić z delikwentem po udanym zabiegu i kogo zawiadamiać o wypadku.

Wskazówki metodyczne

Opisane w tej części przewodnika ćwiczenia mają być przeprowadzone w trakcie wykładów z poszczególnych przedmiotów stosownie do omawianych tematów. Założeniem jest, że pozwolą one lepiej zrozumieć treść wykładanego materiału, wykazać użyteczność przedstawionych wzorów matematycznych i metod obliczeniowych i nauczyć dokonywania prostych obliczeń oraz stworzyć okazje do wyjaśnienia trudniejszych do zrozumienia albo nie zauważonych w toku wykładów zagadnień.

Poniżej podano propozycję podziału ćwiczeń na poszczególne przedmioty dla 3 typów kursów, jak też ich rozkład godzinowy, by dopomóc kierownictwu kursu i wykładowcom w ułożeniu rozkładu zajęć. Uznaje się bowiem za korzystne, by słuchacze byli uprzedzeni o treści wykładów i ćwiczeń co najmniej na najbliższych zajęciach dla umożliwienia przygotowania się do nich.

Przedmiot	Ćwiczenia					
	Nr	godzin	Nr	godzin	Nr	godzin
Podstawy elektrotechniki	1	1	2	1	3	1
	4	2	5	1	6	3
Instalacje elektryczne	1	5	2	4	3	3
	4	3	5	5	6	3
Silniki elektryczne	1	6	2	4		
Grzejniki i lampy elektryczne	3	4	4	6		
Użytkowanie energii elektrycznej w domu i zagrodzie	5	13	6	2		
Ochrona przeciwporażeniowa i przeciwpożarowa	7	2				

Ćwiczenia powinny odbywać się na przygotowanych przed rozpoczęciem zajęć z poszczególnych przedmiotów aparatach i układach pomiarowych, tablicach poglądowych, materiałach, sprzęcie i osprzęcie instalacyjnego, tablicach oznaczeń na planach instalacyjnych itp., na eksponatach takich jak silniki, grzejniki, lampy elektryczne różnego rodzaju zmechanizowany sprzęt gospodarstwa domowego, silnik prądozmienny, elektryzator do ogrodzeń elektrycznych itp.

Większość tych pomocy dydaktycznych, niezbędnych do przeprowadzania opisanych ćwiczeń, dostarcza organizator kursu, a o resztę musi zatroszczyć się kierownictwo kursu we własnym zakresie. Chodzi przede wszystkim o ciężkie i zajmujące dużo miejsca eksponaty, które można na przykład wypożyczyć w miejscowych przedsiębiorstwach handlowych, nawet za ich reklamę. Mogą to być też pomoce, jakie zechcą przygotować dodatkowo sami wykładowcy.

Chodzi bowiem o to, by prowadzący zajęcia czuli odpowiedzialność za jak najlepsze przygotowanie słuchaczy kursów i respektując ogólne wskazania programu szkolenia mieli możliwość prowadzenia zajęć, w szczególności ćwiczeniowych według swojego przekonania i doświadczeń fachowych jak też rozeznania co do poziomu przygotowania i zainteresowania słuchaczy.

Ćwiczenia z robót elektroinstalacyjnych

Ćwiczenie 1. Rozpoznawanie przewodów, osprzętu i sprzętu elektroinstalacyjnego

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z najczęściej stosowanymi przewodami i osprzętem elektrycznym do wykonywania instalacji elektrycznych.

Zadanie 1

Każdy z ćwiczących otrzymuje kilka kilkunastocentymetrowych próbek różnych przewodów, które należy w protokóle naszkicować, określić przekrój, liczbę żył i rodzaj metalu, z jakiego zostały wykonane, a następnie podać rodzaj i liczbę warstw izolacji. Korzystając z katalogu przewodów, tablicy pogładowej i materiałów pomocniczych należy określić typ przewodu używając odpowiednich oznaczeń. W protokóle należy opisać każdą próbkę przewodu określając jego maksymalne obciążenie i możliwe zastosowanie.

Zadanie 2

W tej części należy posegregować zgromadzony osprzęt i sprzęt na różne typy według przeznaczenia do różnych sposobów wykonywania instalacji, z podziałem według wykonania na zwykłe i szczelne (hermetyczne), oraz na podtynkowe, wtynkowe i natynkowe. Aby zapoznać się z ich budową, sposobem doprowadzenia przewodów i metodą ich montażu należy wybrane łączniki rozkręcić, obejrzeć i ponownie złożyć. Osprzęt opisać w protokóle.

Ćwiczenie 2. Zarabianie końcówek przewodów.

Celem ćwiczenia jest nabywanie umiejętności odizolowania i zarabiania końcówek przewodów przy wykonywaniu przyłączy odbiorników jedno- i trójfazowych.

Zadanie 1

W zadaniu tym należy wykonać przedłużacz przenośny, dwu- lub trójżyłowy do odbiorników jednofazowych. Na przedłużacze można zastosować przewody typu SM, SMp, OM, OMY, OMYz, OMO lub YLY.

Każdy z ćwiczących otrzymuje przewód z żyłami w postaci linki z cienkich drucików miedzianych oraz wtyczkę i gniazdo ruchome, zwane kontrwtyczką. Należy odmierzyć odpowiedni odcinek przewodu i uciąć. Następnie rozkręcić wtyczkę i zobaczyć, jak rozciąć odcinek zewnętrznej powłoki przewodu i ile izolacji zdjąć na zrobienie końcówki. Ponieważ przedłużacze wykonuje się z przewodów giętkich, należy druciki żył ciasno skręcić, a w razie potrzeby wykonać oczko szczypcami oczkowymi pod zacisk śrubowy i oblutować.

Kierunek ułożenia końca przewodu w zacisku musi być zgodny z kierunkiem obrotu śrubki przy dokręcaniu. Przy przeciwnym ułożeniu, śrubka przy dokręcaniu wypycha przewód spod zacisku. Gdyby końcówki przewodu nie były ciasno skręcone, mogłoby podczas przykręcania śrubki wysunąć się z zacisku i spowodować zwarcie wewnątrz wtyczki.

Wtyczki i gniazda przenośne stosuje się z bolcem lub bez bolca ochronnego zależnie od tego, czy zasilany odbiornik wymaga ochrony przeciwporażeniowej, czy nie. Jeśli wymaga, to przedłużacz musi być trójżyłowy, a wtyczka i gniazdo powinny mieć styki ochronne w postaci tulejki i bolca. Do zacisku z bolcem ochronnym przyłącza się zawsze przewód z izolacją w kolorze żółto-zielonym.

Przy skręcaniu wtyczki lub kontrwtyczki należy pamiętać o uchwyceniu końca przewodu z płaszczem w odciażce, by przy pociągnięciu za przewód nie wyrwać końcówek jego żył z zacisków. Pożądane jest też naciągnięcie na koniec przewodu odcinka rurki gumowej lub plastikowej by zapobiec silnemu zginaniu przewodu na krawędzi wtyczki, zwłaszcza gdy jest to cienki przewód.

Zadanie 2

W zadaniu tym należy wykonać zasilanie oprawki żarówki z małym gwintem E 14 lub normalnym gwintem E 27 z wyłącznikiem przelotowym zamontowanym na sznurze.

Wszystkie czynności przy przyłączaniu oprawki czy wyłącznika należy wykonać tak samo jak przy montażu przedłużacza w zadaniu 1. Należy pamiętać o ciasnym skręceniu końcówek przewodu oraz o tym, by całe, odizolowane końce żył były osadzone w zacisku.

Zadanie 3

Zadanie to polega na wykonaniu przedłużacza ze sznura elektrycznego, to jest przewodu, którego zewnętrzną izolację otacza oplot bawełniany. Z krążka przewodu odcina się potrzebny odcinek, np. długości 2 m, na którego końcach należy w odległości około 6 cm – założyć opaskę z grubych nici, jakie zabezpieczają przed rozplataniem się bawełnianego oplotu. Sposób wykonania opas-

ki powinien być zademonstrowany w trakcie wykonywania ćwiczenia. Zbędną część bawełnianej izolacji należy rozpleść i obciąć nożem lub nożyczkami. Następnie trzeba rozkręcić wtyczkę i nasadkę grzejną, wymierzyć ile trzeba zdjąć izolacji z żył, aby móc wprowadzić je swobodnie do zacisków. Odizolowane końcówki żył należy skrócić. Teraz można zamocować je w zaciskach śrubowych. Trzeba przy tym pamiętać o przyłączeniu do ochronnego styku przewodu, który ma zawsze izolację w kolorze żółto-zielonym. Przy skręcaniu nasadki grzejnej trzeba pamiętać o założeniu gumowej odgiętki, która chroni przewód przed uszkodzeniem wskutek wielokrotnego zginania. Jeśli jej nie ma, to należy na koniec przewodu wprowadzonego do nasadki nasunąć odcinek rurki gumowej lub plastikowej o długości około 10 cm i unieruchomić przez ściśnięcie przy skręceniu nasadki.

Na koniec nasadki należy nałożyć porcelanową końcówkę z blaszkami stykowymi, które stykając się z metalową obudową odbiornika zapewniają ochronę przeciwporażeniową łącząc obudowę z przewodem ochronnym instalacji. Przedłużacze takie stosuje się do przyłączenia takich odbiorników jak kuchenki, gdy zachodzi możliwość przypadkowego dotknięcia przewodu do rozgrzanej obudowy grzejnika lub stopy żelazka, wskutek czego powłoka z polwinitu lub gumy mogłaby się łatwo stopić a przewód uszkodzić. Coraz częściej jednak stosuje się sznur w oplocie przyłączony na stałe bezpośrednio do odbiornika.

Zadanie 4

Zadanie polega na wykonaniu przedłużacza z przewodu OW, cztero- lub pięcioletowego. Wtyczkę i gniazdo przenośne należy rozkręcić i zapoznać się z ich budową i oznaczeniami, ze sposobem przyłączania przewodów do styków i obudowy. Należy zwrócić uwagę na sposób zamocowania przewodu i sposób uszczelnienia otworu na wprowadzenie przewodu.

Ćwiczenie ma między innymi na celu nauczenie zdejmowania izolacji zewnętrznej tj. powłoki z przewodów oponowych typu OM i OP. Izolacja ta jest twarda i trzeba nabrać doświadczenia, by się nie pokaleczyć i nie uszkodzić izolacji żył. Żyły są wykonane z miedzianych linek, stąd konieczność pokrycia końcówek cyną. W zależności od wykonania pobielone końcówki przykręca się w zaciskach śrubowych lub wprowadza do odpowiednich otworów i przykręca śrubkami. Gniazda i wtyczki trójfazowe mają trzy styki prądowe fazowe oraz styk ochronny łączony z przewodem ochronnym. W nowych instalacjach z zabezpieczeniem różnicowo-prądowym stosuje się wtyczki, mające trzy styki fazowe, jeden styk do przewodu neutralnego (izolacja w kolorze niebieskim) i osobny styk ochronny, do którego przyłącza się przewód żółtozielony; a więc przewód musi być odpowiednio 4- lub 5-żyłowy.

W przypadku gniazd i wtyczek w obudowie aluminiowej styk ochronny za-

wsze musi być połączony z ich obudową. Ich konstrukcja uniemożliwia przypadkowe dotknięcie palcem części pod napięciem. Budowa gniazd i wtyczek zapewnia, by przy wkładaniu wtyczki do gniazda najpierw nastąpiło zetknięcie się styków ochronnych a potem roboczych.

Ze względu na różne wykonania i typy gniazd o różnych kształtach i wymiarach różniących się nawet wielkością i kształtem styków, trzeba zwrócić uwagę na odpowiedni dobór wtyczki do gniazda. Należy zastrzec, aby w całym gospodarstwie był zastosowany jeden tylko rodzaj gniazd i wtyczek. Produkowane są one na różne prądy znamionowe, np. 16 A, 32 A i 63 A.

Przedłużacze nie mogą być zbyt długie, a ich żyły muszą mieć odpowiedni przekrój, gdyż powstający na nich spadek napięcia pogarsza warunki pracy zasilanych za ich pośrednictwem odbiorników i same przedłużacze mogą się przegrzewać i ulec uszkodzeniu. Dla lepszego ich chłodzenia powinny być przy pracy w całości rozwinięte.

Przy korzystaniu z przedłużacza na zewnątrz budynku lub w pomieszczeniach inwentarskich powinien on być wykonany z przewodu typu OP, z gniazdem metalowym lub z tworzywa z włóknem szklanym, szczelnym z klapką, która osłania otwory w gnieździe przed zanieczyszczeniem i zabezpiecza przed wyciągnięciem wtyczki z gniazda. W przedłużaczach jest wymagana szczególna staranność wykonania połączeń przewodów z zaciskami i z mocowania opony z obudową wtyczek za pomocą odciażki, gdyż ruchome przewody są często pociągane i ulegają skręceniu. Nie mogą one leżeć na ziemi w błocie, a tam gdzie są narażone na zmiżdżenie przez pojazdy i maszyny robocze muszą być osłonięte korytkiem z desek.

Ćwiczenie 3. Wykonywanie instalacji wtykowej.

Celem ćwiczenia jest zapoznanie uczestników kursu z metodą wykonywania instalacji wtykowej.

Zadanie

Na tablicy montażowej wykonać należy fragment instalacji wtykowej przy użyciu przewodów typu DYt lub YDYt, według poleceń prowadzącego ćwiczenie, który poda ilość i rodzaj obwodów, przewidywaną moc odbiorników oraz sposób ochrony od porażeń.

W protokóle należy naszkicować schemat instalacji do wykonania. Instalacja powinna składać się z dwóch gniazdek wtyczkowych: pojedynczego i podwójnego, oraz z przełącznika świecznikowego, podwójnego do włączania żyrandola.

Na tablicy zaznaczyć należy trasy prowadzenia przewodu oraz miejsca zamocowania gniazd i łączników. Następnie należy przymocować do tablicy

osprzęt, przykręcając go wkrętami do drewna. Do mocowania przewodów używa się drutu wiążałkowego, okręcane go na główce gwoździ, najlepiej papiaków wbijanych w tablicę. Przy wykonywaniu luków przewodem DYT, należy izolację między żyłami rozciąć, co umożliwi płaskie ułożenie przewodu. Jeśli użyje się przewód kabelkowy typu YDYp, to należy go przymocować klejem na gorąco przy użyciu specjalnego pistoletu.

Połączenia przewodów należy wykonywać przy użyciu zacisków śrubowych osadzanych na stałe w puszkach rozgałęźnych i podstawach łączników. Po sprawdzeniu prawidłowości połączeń omomierzem należy pozakładać górne części łączników i gniazdek, które wyposażone w specjalne noże stykowe łączą się z instalacją.

Zwrócić trzeba uwagę na poprawność działania przełącznika świecznikowego. Przy przyłączaniu przewodów do oprawek, należy pamiętać, aby przewód fazowy łączyć do zacisku na dnie oprawki, a neutralny – do części gwintowanej. Gniazda wtyczkowe można sprawdzić przyłączając odbiornik przenośny np. wiertarkę elektryczną.

Po sprawdzeniu instalacji przez prowadzącego ćwiczenie, należy przyłączyć ją do wyłącznika samoczynnego na tablicy bezpiecznikowej i sprawdzić, czy wszystko działa prawidłowo. Zwrócić uwagę na poprawność działania przełącznika świecznikowego.

Uwagi:

1. Przewody instalacji wtykowej układa się na gołym murze bez kucia bruzd przed otynkowaniem ścian i stropów wykorzystując zagłębienia w murze i spoiny między cegłami, co ułatwia prowadzenie przewodów w linii prostej.
2. Do czasu zatynkowania przewodów można je przymocować do ściany drutem i gwoździami, klejem na gorąco lub plackami z zaprawy gipsowej.
3. Mocując przewody typu DYT gwoździami wbijanymi między żyłami przewodu do muru można łatwo uszkodzić izolację przewodu gwoździem lub młotkiem, dlatego nie zaleca się takiego wykonania.
4. Do instalacji wtykowej stosuje się łączniki i puszki rozgałęźne w specjalnym wykonaniu, charakteryzującym się małą wysokością osprzętu, dla przystosowania go do umocowania w cienkiej warstwie tynku, dzięki czemu unika się kłopotliwego kucia otworów w prefabrykowanych płytach betonowych.
5. Puszki rozgałęźne i podstawy łączników do instalowania w tynku mocuje się do muru przy użyciu zaprawy gipsowej, kleju lub wkrętów wkręcanych w plastikowe kołki rozporowe.
6. Po przyłączeniu przewodów do zacisków w puszkach, zakrywa się je przespanowymi lub plastikowymi przykrywkami, które zabezpieczają je przed

zanieczyszczeniem zaprawą przy tynkowaniu ścian. Po wyschnięciu tynku zdejmuje się prowizoryczne przykrywki, a do podstaw przykręca górne części łączników lub gniazd wtyczkowych w osprzęcie wtyczkowym.

Ćwiczenie 4. Wykonywanie instalacji na wierzchu ścian.

Celem ćwiczenia jest opanowanie techniki wykonywania instalacji przewodem kabelkowym na ścianie drewnianej.

Zadanie 1

Zadanie polega na ułożeniu tablicy montażowej fragmentu instalacji natynkowej przy użyciu przewodów kabelkowych YDYp lub YDYo. Przewody mocować należy do tablicy paskami zaciskowymi, uchwytami plastikowymi lub klejem na gorąco. W protokóle naszkicować należy schemat wykonywanej instalacji, oraz wymienić przewody, jakie mają być zastosowane, ile mają mieć żył i o jakich przekrojach. Trzeba dobrać osprzęt odpowiedni do zadanego typu wykonywanej instalacji, a następnie rozplanować na tablicy miejsca zamocowania puszek rozgałęźnych i sprzętu natynkowego.

Instalacja powinna się składać co najmniej z dwóch gniazd wtyczkowych, przycisku dzwonekowego i dzwonka na 230 V, wyłącznika i oprawy oświetleniowej. Osprzęt i sprzęt przymocować należy do tablicy wkretami do drewna. Osprzęt rozgałęźny, puszki, gniazda wtyczkowe i wyłączniki należy mocować do ściany drewnianej na podkładkach z blachy ocynkowanej, o wymiarach o 1 cm większych od podstawy sprzętu. Przewód po odwinieciu z bębna należy sprawdzić, czy nie jest poskręcany, a wtedy go wyprostować. Układanie przewodu rozpocząć wypada od puszki rozgałęźnej, mocując go blaszanymi paskami zaciskowymi w odstępach około 25 cm.

Ponieważ instalacja tego typu nie jest kryta, należy zwrócić uwagę na estetykę wykonania. Przewód musi być ułożony równo, prostymi odcinkami: równoległe do sufitu lub pionowo do podłogi. Przewód nie może być poskręcany, a odstępy między zaciskami powinny być jednakowe. Przyjmuje się, że pomieszczenie, w którym ma być założona instalacja jest suche, więc osprzęt nie musi być szczelny. Sposób łączenia przewodów należy zastosować jak w poprzednich ćwiczeniach.

Sprawdzoną przez prowadzącego ćwiczenie instalację należy przyłączyć do tablicy bezpiecznikowej i zbadać, czy wszystko działa prawidłowo jak zamierzono.

Uwagi:

1. Instalacje natynkowe układa się wewnątrz pomieszczeń na powierzchni ścian drewnianych, murowanych lub betonowych otynkowanych.

2. Odległości między paskami lub uchwytami mocującymi przewód powinny wynosić 25–30 cm przy prowadzeniu przewodów po ścianie i 15–20 cm na suficie. Promień zgięcia przewodu przy wykonywaniu łuków nie powinien być mniejszy niż 5 cm.
3. W pomieszczeniach suchych stosuje się sprzęt natynkowy lub natynkowo-wtynkowy, który mocuje się do ścian przez przykręcenie lub przyklejenie.
4. Przewody można również mocować do ścian przez klejenie specjalnym klejem na gorąco przy użyciu stosownego pistoletu.

Ćwiczenie 5. Wykonywanie instalacji wtynkowej z osprzętem podtynkowym.

Celem ćwiczenia jest wyuczenie sposobu układania na ścianie instalacji wtynkowej przewodami typu DYt lub YDYp.

Zadanie 1

Należy wykonać na tablicy fragment instalacji wtynkowej z osprzętem podtynkowym, która powinna pozwolić na przyłączenie przynajmniej dwóch odbiorników przenośnych oraz włączenie jednego punktu świetlnego przy użyciu dwóch łączników typu schodowego.

Prowadzący ćwiczenie powinien podać przewidywaną moc odbiorników, sposób zabezpieczenia od porażenia oraz określić sposób wykonania instalacji. Na tej podstawie należy w protokole naszkicować schemat wykonywanej instalacji, określić przekrój i liczbę przewodów, liczba i rodzaj puszek rozgałęźnych i pod dolny sprzęt.

Następny krok to wytrasowanie przebiegu instalacji na tablicy z zaznaczeniem kredą miejsc zamocowania puszek. Następnie przycięć trzeba odcinki przewodu o długości odpowiadającej odległościom między puszkami a dolnym sprzętem. Przewody mocować należy w sposób określony przez prowadzącego ćwiczenie. Można do tego użyć gwoździ i drutu wiązałkowego, blaszek lub kleju.

Poprawność połączeń można sprawdzić za pomocą omomierza w stanie beznapięciowym lub próbnikiem napięcia po przyłączeniu instalacji do tablicy bezpiecznikowej. Pod napięciem należy sprawdzić poprawność działania łączników schodowych włączając żarówkę oraz gniazda wtyczkowego przez włączenie odbiornika na napięcie 230 V, np. wiertarki, lampy przenośnej, lutownicy.

Uwagi:

1. Należy pamiętać o dobraniu odpowiednich puszek rozgałęźnych i pod sprzęt, o zamocowaniu ich na odpowiedniej wysokości od podłogi i zastosowaniu odpowiedniego typu przewodu.

2. Układając przewody należy pamiętać o pozostawianiu zapasu przewodu do wykonania połączeń w puszkach. Zapas ten powinien odpowiadać średnicy puszki do połączeń w puszkach rozgałęźnych i około 10 cm do przyłączania łączników i gniazd wtyczkowych. Za mały zapas przewodu może uniemożliwić zdjęcie warstwy izolacji przy rozcinianiu przewodów. Gdy końcówka się ułamie na skutek nacięcia jej nożem, może zabraknąć przewodu. Pozostawienie natomiast zbyt dużego zapasu przewodów spowoduje, że puszka może okazać się za mała i nie da się jej zamknąć pokrywką. Z tego też powodu należy odpowiednio dobierać wielkość puszek i unikać zbyt dużej ilości połączeń w jednej puszce.
3. Nie wolno skręcać przewodów, lecz zastosować zaciski na rozetkach lub płytkach izolacyjnych. Niewłaściwie wykonane połączenia są słabymi punktami instalacji; mogą bowiem silnie się nagrzewać, iskrzyć i powodować nadpalanie końców przewodów. Dochodzi więc do przerw w dostawie energii lub do pożaru instalacji a nawet budynku. Wykonanie połączeń jest więc czynnością bardzo odpowiedzialną. Przy łączeniu przewodów ważne jest oczyszczenie żyły przewodu przy dokręcaniu wkrętu w zacisku śrubowym. Wkręt ocierając się o przewód, zdziera warstwę tlenków i zapewnia dobry, bezpośredni styk żył przewodu z zaciskami.
4. Ważną sprawą przy przeglądach i naprawach instalacji jest sprawdzanie stanu zacisków i dokręcenie zacisków obluźwionych. Gdy dokręcając śrubkę w zacisku zerwie się gwint tak, że śrubka jest luźna, nie wolno jej zostawić. Należy wymienić zacisk, a gdy jest to niemożliwe, należy wymienić całe gniazdo lub łącznik.
5. Należy pamiętać, że przewodów wtyczkowych nie wolno układać bezpośrednio na podłożu palnym np. drewnianym. Powinny one być oddzielone od podłoża warstwą tynku o grubości co najmniej 5 mm.

Ćwiczenie 6. Wykonywanie instalacji na wierzchu ścian, szczelnej.

Celem ćwiczenia jest nauczenie zakładania instalacji natynkowej, szczelnej, na uchwytych typu OM.

Zadanie 1

Wykonać należy fragment instalacji natynkowej przewodem YDY na uchwytych dystansowych typu OM z zastosowaniem osprzętu i sprzętu szczelnego. Liczba gniazdek i układ do włączania oświetlenia dowolny.

W protokóle narysować trzeba schemat instalacji, dobrać odpowiedni osprzęt i narysować na tablicy montażowej trasy prowadzenia przewodów. Zaznaczyć miejsca zamocowania osprzętu i oprawy oświetleniowej w wykonaniu szczelnym. Trzeba to zrobić starannie, zaznaczając miejsca mocowania uchwytów

dokładnie w linii prostej, w równych odstępach, na odcinkach poziomych co 30 cm, a na pionowych 50 cm. Odległość między łącznikiem, gniazdem czy puszką rozgałęźną, a najbliższym uchwytem powinna wynosić $5 \div 8$ cm.

Części dolne uchwytów OM i osprzęt mocować trzeba wkrętami do drewna. Przewody należy tak układać, aby w puszkach pozostawał zapas przewodu około 10 cm na wykonanie połączeń, przy czym powłoka izolacyjna musi się kończyć równo z wewnętrzną powierzchnią puszką. Należy pamiętać, że wszystkie doprowadzenia do puszek, gniazd, łączników i oprawy oświetleniowej powinny być wykonane z zapewnieniem szczelności przez zastosowanie specjalnych uszczelek lub dławików.

Dławik składa się z pierścienia gumowego, dwóch podkładek metalowych i nakrętki z otworem na przewód. Po dokręceniu nakrętki następuje ściśnięcie gumowego pierścienia, który ulega sprasowaniu i spęcznieniu, przez co obciśka powłokę izolacyjną przewodu uszczelniając miejsca wprowadzenia przewodu do puszk lub sprzętu. Podobnie uszczelnia się wtyczki i gniazda typu szczelnego.

Po wprowadzeniu przewodu do puszk układa się go na przykręconych podstawach uchwytów OM i mocuje nakładając część górną uchwytu, po czym dokręca się nakrętkę z tworzywa sztucznego, która usztywnia całe połączenie. Połączenia przewodów w puszkach rozgałęźnych wykonać należy w zaciskach zamocowanych w ich wnętrzu. Po połączeniu przewodów należy sprawdzić izolację miernikiem indukcyjnym; wyniki zanotować w protokole.

Po sprawdzeniu przez prowadzącego poprawności wykonanych połączeń należy przyłączyć wykonaną instalację do tablicy bezpiecznikowej, by przekonać się, czy wszystko działa tak, jak planowano.

Uwaga:

1. Instalacje natynkowe są stosowane na zewnątrz budynków oraz wewnątrz w pomieszczeniach wilgotnych, gorących z wyziewami żrącymi, niebezpiecznych pod względem pożarowym i wybuchowym, na podłożu drewnianym, murowanym lub betonowym. Pomieszczenia uważane za wilgotne to piwnice, garaże, pralnie, hydroformie, kotłownie, pomieszczenia gospodarcze.
2. Po ścianach zewnętrznych budynku prowadzone są obwody instalacyjne do opraw oświetleniowych, wyłączników i gniazd wtyczkowych przewidzianych do zasilania odbiorników wykorzystywanych na zewnątrz pomieszczeń.
3. Na ścianach silnie nasłonecznionych należy układać instalację przewodem typu YDYN. Przez to, że przewody mocuje się na uchwytach dystansowych, nie przylegają one do powierzchni ściany, co ułatwia ich wysychanie po opadach atmosferycznych. Muszą one być poprowadzone pod okapami dachów lub daszkami, aby nie były narażone na wpływy opadów atmosferycznych.

4. W przypadku instalacji narażonej na uszkodzenia mechaniczne, przewody powinny być osłonięte rurą do wysokości 2 m od podłogi.
5. Należy pamiętać, że w pomieszczeniach o zwiększonym niebezpieczeństwie porażenia, takich jak kuchnie i łazienki, należy stosować osprzęt szczelny z bolcem i stykiem ochronnym.

Ćwiczenie 7. Zakładanie instalacji w rurach winidurowych pod tynkiem.

Celem ćwiczenia jest nauczenie wykonywania instalacji podtynkowej jednożyłowymi przewodami izolowanymi w rurach winidurowych, karbowanych i giętkich (typu RVKL).

Zadanie

Na tablicy montażowej należy wykonać fragment instalacji elektrycznej według wytycznych prowadzącego ćwiczenia, który określi liczbę i rodzaj obwodów, przewidywaną moc odbiorników, sposób ochrony od porażen oraz określi sposób wykonywania instalacji. Na tej podstawie należy w protokole narysować schemat wykonywanej instalacji, określić typ, przekrój i liczbę przewodów, średnicę rur, liczbę i rodzaj puszek rozgałęźnych i pod dolny sprzęt.

Instalacja powinna składać się przynajmniej z dwóch gniazd wtyczkowych do przyłączania odbiorników przenośnych oraz z jednego łącznika do pojedynczego punktu świetlnego, a także przycisku dzwonkowego do włączania gongu lub dzwonka na napięcie 230 V. Na tablicy należy zaznaczyć kredą trasę układania rur i miejsca zamocowania puszek rozgałęźnych oraz puszek do sprzętu podtynkowego. Przed przymocowaniem puszek należy w nich wyciąć otwory o średnicy pozwalającej na wprowadzenie do nich rur. Przy mocowaniu osprzętu należy wzdłuż trasy rur przybić gwoździkami uchwyty z drutu wiązałkowego do ich przymocowania.

Rury należy wymierzyć i przyciąć tak, aby do każdej puszeki można było wprowadzić 1–2 cm rury. Następnie należy wciągnąć przewody. Powinny to być jednożyłowe przewody izolowane bez dodatkowej powłoki, typu DY. Po wciągnięciu przewodów należy je odciąć ze szpul lub krążków pozostawiając z obu końców nadatki o długości około 8–10 cm do wykonania połączeń. Końce przewodów należy tak odizolować, aby izolacja przewodu zamocowanego w złączce dotykała do zacisku.

Połączenia przewodów w puszkach rozgałęźnych wykonać należy za pomocą zacisków instalacyjnych. Przewody do gniazd wtyczkowych i łączników najczęściej przyłącza się przy użyciu zacisków śrubowych.

Sprzęt typu podtynkowego mocuje się do puszeki za pomocą łapek rozpie-
rających, które w miarę wkręcania śrub rozchylają się na zewnątrz i wciskają w karbowane ścianki puszeki. Bywają puszeki z wykonanymi na swoich ścian-

kach nadlewami z tworzywa z otworami, które mocują osprzęt pewnie bez stosowania łapek.

Oprawkę z żarówką przyłącza się za pomocą kostki instalacyjnej lub zacisków instalacyjnych, np. typu WAGO.

Poprawność połączeń instalacji na tablicy należy sprawdzić przy użyciu omomierza. Po sprawdzeniu obwodu przez prowadzącego należy przyłączyć wykonaną instalację do wyłącznika samoczynnego na tablicy bezpiecznikowej. Po włączeniu napięcia należy sprawdzić, czy wszystko działa prawidłowo.

Uwagi:

1. Przed przystąpieniem do kucia bruzd należy wytyczyć trasę prowadzenia instalacji zgodnie z projektem, zaznaczając na ścianach kredą lub węglem, ew. z użyciem poziomiccy laserowej, miejsca, gdzie wykute mają być otwory na puszki rozgałęźne i puszki końcowe pod gniazda wtyczkowe i łączniki oraz trasy układania rurek. Trzeba unikać kucia bruzd w cienkich ścianach działowych, na kominach i kanałach wentylacyjnych, filarach i betonowych podciągach. Należy unikać skrzyżowań z rurami wodnymi, gazowymi i centralnego ogrzewania.
2. Rury instalacji elektrycznej należy układać poziomo wzdłuż ścian do wysokości 2,5 m od podłogi i pionowo do gniazd i łączników. Bruzda musi być wykuta na tyle głęboko, aby cała rura chowała się pod tynkiem, a puszka wystawała z muru nie więcej niż 1 cm, tak by po otynkowaniu zrównała się z powierzchnią tynku.
3. Przy kuciu dobrze jest posługiwać się wzornikiem. Szerokość bruzdy i średnica otworów na puszki muszą być takie, aby po obydwu stronach rurek i wokół puszek pozostawała przestrzeń szerokości około 0,5 cm na zaprawę.
4. Rury sztywne winidurowe łączy się za pomocą złączy karbowanych, natomiast karbowane układa się całe w odcinkach bez potrzeby łączenia. Odcinek rury między puszkami nie może być dłuższy niż 10 m i nie może mieć więcej niż trzy załamania.
1. Rury przed zatynkowaniem mocuje się gwoździami, haczykami lub gwoździami z uchwytyami z drutu wiązałkowego.
2. Puszki należy umocować gipsem i wypełnić papierem, aby nie dopuścić do zachlapania ich tynkiem. Ułatwi to ich odszukanie po wyschnięciu zaprawy.
3. Przewody do rur wciąga się po otynkowaniu ścian. W jednej rurze można prowadzić przewody tylko należące do tego samego obwodu.
4. Do wciągania przewodów do rur używa się taśmy stalowej zakończonej kulką zwaną stalką, przy czym kolejność jest następująca: stalkę wprowadza się do rury w kierunku od dołu, to znaczy od puszki gniazda wtyczkowego czy łącznika, do puszki rozgałęźnej zamocowanej pod sufitem. Następnie do

końca stalki przywiązuje się drut stalowy o średnicy 1 mm i przeciąga się go w kierunku przeciwnym do kierunku wprowadzania stalki. Po przeciągnięciu drutu i odzepieniu stalki, mocuje się do niego wciągane przewody i ciągnąc drutem wprowadza się je do rury. Przy wymianie przewodów, do wciągnięcia nowych udaje się czasem wykorzystać stare, wyciągane przewody.

5. Do instalacji w rurach należy stosować przewody typu DY, YDY lub LY, podczas gdy w starych instalacjach używano często przewodów aluminiowych ADY lub YADY; te należy wymieniać na miedziane.
6. Należy pamiętać, że przewody z izolacją w kolorze niebieskim stosuje się jako neutralne – zerowe, z izolacją żółto-zieloną jako przewody ochronne, a z czarną, czerwoną lub brązową – jako fazowe.

Ćwiczenie 8. Wykonywanie instalacji natynkowej w rurach sztywnych winidurowych i stalowych.

Celem ćwiczenia jest opanowanie techniki wykonywania instalacji natynkowej przewodami jednożyłowymi w sztywnych rurach winidurowych.

Zadanie 1

Zadanie polega na wykonywaniu na tablicy montażowej fragmentu instalacji natynkowej w rurze z twardego polichlorku winylu (typu RVS), mocowanych w uchwytach elastycznych plastikowych. Instalacja powinna obejmować co najmniej dwa gniazda wtyczkowe i jeden łącznik do włączania dwóch punktów świetlnych.

Najpierw narysować należy schemat planowanej instalacji i na tablicy rozplanować trasę prowadzenia rur i miejsc zamocowania uchwytów, sprzętu i puszek rozgałęźnych.

Montaż rozpoczyna się od puszek rozgałęźnej i zamocowania uchwytów do rur. Należy wymierzyć i odciąć piłą do metalu lub drewna potrzebny odcinek rury. Końce poziomych odcinków rur trzeba włożyć do otworów w puszkach a następnie rurę wcisnąć do uchwytów mocujących. Podobnie postępuje się przy montażu odcinków pionowych rur od puszek rozgałęźnej do łącznika lub gniazda wtyczkowego. Odmierzony odcinek rury należy wsunąć w otwór puszek odgałęźnej, drugi koniec w otwór gniazda lub łącznika i wcisnąć rurę w uchwyty mocujące, a następnie przykręcić puszkę do podłoża. Do rur wciąga się przewody miedziane, typu DY o przekroju i liczbie żył zależnych od potrzeb i planowanego obciążenia. Średnice rur należy dobrać w zależności od typu, przekroju i liczby wciąganych przewodów. Do tego służą odpowiednie tabele.

Wykonaną instalację należy sprawdzić za pomocą omomierza lub miernika indukcyjnego. Po sprawdzeniu wykonanej instalacji przez prowadzącego,

należy ją przyłączyć do tablicy bezpiecznikowej i sprawdzić poprawność działania po włączeniu napięcia.

Uwagi:

1. Ponieważ rury stanowią ochronę przewodów, stosowane przewody nie mają płaszczka ani powłoki, a tylko pojedynczą warstwę izolacji.
2. Uchwyty mocujące rury należy przykręcać w jednakowych odstępach około 80 cm na odcinkach poziomych i 90–100 cm na odcinkach pionowych. Przy gniazdach, puszkach i łącznikach uchwyty mocować należy w odległości 8–10 cm od osprzętu.
3. Odcinki rur łączy się ze sobą za pomocą złączek winidurowych o średnicy dopasowanej do średnicy rur. Łącząc odcinki proste można wykonać ich połączenie samemu formując kielich przez powiększenie średnic końca rury za pomocą kalibratora nagrzanego do temperatury ok. 130°C.
4. Jeżeli ze względu na środowisko instalacja powinna być szczelna, to wszystkie połączenia rur muszą być klejone, a miejsca wprowadzenia rur do puszek i sprzętu szczelnego uszczelnione dławikami gumowymi lub tp.
5. W celu uniknięcia gromadzenia się wody w rurach, powstałej wskutek skraplania się pary wodnej, należy rury tak instalować, aby woda spływała przede wszystkim do puszek. Nachylenie rur do poziomu powinno odpowiadać spadkowi 2 cm na metr rury.
6. Wszelkie łuki w instalacji można wykonać przy użyciu złączek elastycznych, lub przez wygięcie zwykłej rury po jej podgrzaniu na odpowiednim wzorniku.
7. Po zamocowaniu rur i osprzętu należy wciągnąć przewody. Należy przy tym najpierw przepchnąć taśmę stalową zakończoną kulką nazywaną stalką, która dość łatwo pokonuje nierówności wewnątrz rury, a następnie przymocować końce przewodów do taśmy i za jej pośrednictwem wciągnąć wszystkie przewody razem do rury. Przeciągnięte przewody trzeba obciąć z pozostawieniem zapasu do wykonania połączeń. Następnie należy przymocować do tablicy oprawę kroploszczelną i przyłączyć ją do puszeki rozgałęźnej.
8. Należy pamiętać, że rur winidurowych nie wolno stosować na zewnątrz pomieszczeń w temperaturze poniżej -5°C – ze względu na ich kruchość i powyżej 55°C – ze względu na zbytnią miękkość.
9. Końce rur niewprowadzone do puszek i przyrządów, należy zaopatrzyć w tulejki lub półfajki izolacyjne lub odpowiednio wygiąć.
10. Wszelkie połączenia przewodów można wykonywać tylko w puszkach rozgałęźnych. Przy wykonywaniu instalacji szczelnych należy pamiętać o dobrym dopasowaniu średnicy rury do otworów w puszkach i łącznikach.

Gdy średnice są różne, osiąga się to dzięki zastosowaniu wkrętek redukcyjnych.

11. Rury przy przejściu przez ściany powinny być chronione przed uszkodzeniami mechanicznymi. W tym celu należy wykonać przepust z rury gazowej.
12. W rurze można umieszczać tylko przewody należące do tego samego obwodu, z wyjątkiem innych obwodów tego samego odbiornika np. maszyny oraz obwodów sygnalizacyjnych czy sterujących tegoż odbiornika.

Ćwiczenie 9. Wykonanie instalacji natynkowej trójfazowej.

Celem ćwiczenia jest wyuczenie wykonania instalacji zasilającej odbiorniki trójfazowe, przewodami kablukowymi na uchwytych OM lub przewodami jednożyłowymi w rurach winidurkowych z montażem osprzętu trójfazowego. Druga część ćwiczenia dotyczy wykonywania instalacji dzwonekowej i zdalnego otwierania zamka elektrycznego.

Zadanie 1

Należy na tablicy montażowej wykonać fragment instalacji, jaką można spotkać w hydroforu. Powinien on obejmować przynajmniej jeden obwód jednofazowy, np. do zasilania oświetlenia oraz dwa obwody trójfazowe, jeden do zasilania odbiornika przyłączonego na stałe, np. hydroforu i drugi zakończony gniazdem wtyczkowym trójfazowym do przyłączania odbiorników ruchomych.

Prowadzący ćwiczenia powinien określić rodzaj odbiorników i zdecydować o sposobie zabezpieczenia przeciwporażeniowego. Od tego zależy bowiem liczba żył w przewodach zasilających oraz rodzaj gniazda i wtyczki. W układzie TN-C (zerowanie) należy zakładać przewody czteryżyłowe, np. YDY 4 x 1,5 mm² a wtyczki i gniazda z czterema stykami, natomiast przy zainstalowaniu wyłącznika ochronnego różnicowo-prądowego trzeba użyć przewodów pięćżyłowych, np. YDY 5 x 1,5 mm² a gniazda i wtyczki z pięcioma stykami.

Sposób wykonywania instalacji trójfazowej jest podobny jak w instalacji jednofazowej przewodami typu YDY na uchwytych OM lub typu DY w rurach winidurkowych. Odbiorniki trójfazowe przyłączane na stałe, takie jak hydrofor lub silnik wentylatora, stanowią jeden obwód od zabezpieczenia w rozdzielni do odbiornika. Przewody kablukowe powinny mieć trzy żyły fazowe i jedną neutralną oraz jedną żyłę ochronną. Ze względu na symetryczne obciążenia faz przez silnik, można niezależnie od sposobu ochrony od porażen zrezygnować z prowadzenia przewodu neutralnego (zerowego).

Obwód do przyłączania odbiornika stałego należy zakończyć wyłącznikiem samoczynnym z zabezpieczeniem przeciążeniowym silnika trójfazowego, do którego można by przyłączyć silnik hydroforu. Zastosowany osprzęt i sprzęt musi być szczelny.

Przed sprawdzeniem wykonanej instalacji przez prowadzącego należy zbadać ją indukcyjnym miernikiem izolacji, a następnie przyłączyć do zabezpieczeń nadprądowych na tablicy licznikowej. W protokole należy zamieścić schemat wykonanej instalacji oraz wyniki pomiaru stanu izolacji.

Uwagi:

1. Przy montażu wtyczek i gniazd trójfazowych w obudowie metalowej, trzeba pamiętać o połączeniu styku ochronnego z ich obudową.

2. Trzeba pamiętać o dokładnym uszczelnieniu otworu, przez który wprowadza się przewód do wtyczki lub gniazda, przez dokręcenie nakrętki z gumowym pierścieniem uszczelniającym.

3. Wszystkie gniazda wtyczkowe i wtyczki w całej instalacji powinny być takie same, to znaczy tego samego typu, i o tych samych danych znamionowych (m.in. natężenia prądu), aby bez przeszkód można było przyłączyć odbiorniki w całym gospodarstwie.

4. Gniazda należy tak połączyć, aby zachowana była ta sama kolejność faz na zaciskach trójfazowego odbiornika. Gwarantuje to, że uruchamiany silnik trójfazowy będzie obracał się zawsze w tym samym kierunku, niezależnie od miejsca przyłączenia.

5. Łącząc przewody trzeba pamiętać, że żyła z izolacją w kolorze niebieskim zarezerwowana jest dla przewodu neutralnego (zerowego), a z izolacją żółto-zieloną – tylko i wyłącznie dla przewodu ochronnego. Przewody fazowe mogą mieć kolor czarny, czerwony lub brązowy, inny od poprzednich.

6. Dotychczas zmianę kierunku obrotu silnika trójfazowego dokonywano przez zamianę przyłączenia dwóch dowolnych przewodów fazowych we wtyczce lub na tabliczce zaciskowej silnika lub ewentualnie przez zastosowanie przełącznika kierunku obrotu. Są już jednak produkowane wtyczki trójfazowe, które mają wewnątrz wbudowany przełącznik kolejności następowania faz. Wystarczy wkrętakiem przestawić przełącznik z jednego położenia w drugie, bez potrzeby jej rozkręcania.

Zadanie 2

W tym zadaniu należy połączyć układ do sygnalizacji i zdalnego otwierania zamka elektrycznego. Do zestawienia tego obwodu potrzebne są dwa przyciski, dzwonek lub gong na napięcie 5 V, transformator dzwonkowy i zamek elektryczny. Schemat tego obwodu znajduje się w skrypcie inż. S. Studzińskiego „Technologia i organizacja pracy elektryka wiejskiego”. Przed przystąpieniem do łączenia obwodu należy zapoznać się z budową zamka elektrycznego. Jego uruchomienie następuje przez przyciśnięcie przycisku włączającego napięcie. Pod wpływem przepływu prądu przemiennego przez cewkę elektromagnesu

zamka następuje wciągnięcie rdzenia, zwolnienie i cofnięcie rygla i odblokowanie zamka. W stanie beznapięciowym rygiel zamka drzwiowego jest zablokowany, co uniemożliwia otwarcie drzwi bez użycia klucza.

Połączony i sprawdzony układ przez prowadzącego ćwiczenie należy przyłączyć do napięcia i sprawdzić jego działanie.

Uwagi:

1. Układ musi mieć zamontowane dwa przyciski: jeden przy drzwiach lub furtce, osłonięty od opadów atmosferycznych w obudowie kroploszczelnej, służący do włączania dzwonka lub gongu w mieszkaniu; drugi zainstalowany przy drzwiach wejściowych wewnątrz mieszkania do zwalniania rygla elektrycznego przy furtce.
2. Transformator dzwonekowy zasilą się z obwodu oświetleniowego przewodami miedzianymi o przekroju co najmniej 1 mm².
3. Zamek elektryczny musi być zamocowany w ościeżnicy drzwi lub furtki w taki sposób, aby jego rygiel znajdował się na wysokości zatrzasku zamka zamocowanego w drzwiach lub furtce.

Ćwiczenie 10. Wykonanie przerzutu instalacyjnego.

Zadanie 1

Zadanie polega na wykonaniu przerzutu umożliwiającego doprowadzenie napięcia z jednej ściany sali na drugą. W tym celu na obu przeciwległych ścianach umieszcza się haki, do których mocowana jest stalowa linka nośna przewodu. Naciągnąć ją należy ręcznie, ale możliwie silnie, by uniknąć zbyt dużego zwisu.

Do linki nośnej podwiesić należy przewód oponowy (jeśli nie jest to przewód YDYN) za pomocą uchwyty. Odległości między uchwytami powinny być jednakowe i wynosić 24–45 cm, przy czym im cieńszy jest przewód i bardziej wiotki tym odstępki winny być mniejsze. Na końcach przewodu założyć należy gniazda i wtyczki, tak jak przy wykonywaniu przedłużaczy.

W podobny sposób wykonuje się przerzuty do zasilania budynków gospodarczych stosując przewody typu YDYN, zawierające linkę nośną. Długość przerzutu nie może przekraczać 50 m w terenie nizinnym i 40 m – górskim, przy czym minimalna wysokość zawieszenia przewodów instalowanego przerzutu zależy od odległości między budynkami i wynosi: przy 15 m – 4,1–4,6 m, a przy 25 m – 4,5÷5 m.

Przewód z linką nośną mocuje się na obu końcach bezpośrednio do ściany lub dachu budynku, a w przypadku niskiego budynku stosuje się wspornik przymocowany do ściany.

Przy podwieszaniu przewodu należy zdjąć izolację z linki nośnej, aby móc z niej utworzyć pętlę, którą następnie mocuje się w uchwycie śrubowym do ściany. W miejscu odcięcia przewodu od linki nośnej należy założyć uchwyt US w celu zapobieżenia odrywania się przewodu z żyłami przewodzącymi.

Przy wprowadzeniu przewodu do środka budynku przez ścianę musi on być przeprowadzony w przepuście z odcinka rury np. winidurowej, z tym, że musi ona przechodzić przez ścianę ukośnie z uniesionym końcem do wewnątrz budynku. Przewód na zewnątrz przepustu musi mieć wykonaną pętlę, aby woda ściekająca po przewodzie nie dostawała się do środka budynku.

Przy prowadzeniu przewodów z linką nośną po ścianie na zewnątrz czy wewnątrz budynku używa się uchwytów izolacyjnych typu OM, bez konieczności odcinania linki od przewodu poza tym odcinkiem, jaki jest potrzebny do przymocowania linki do haka lub śruby hakowej.

Zadanie 2

O ile warunki techniczne i pogodowe na to pozwolą, należy przygotować kilkumetrowy rów kablowy, o głębokości co najmniej 90 cm i szerokości około 40 cm u dołu i 50 cm u góry. Następnie na warstwie podsypki piaskowej o grubości 10 cm ułożyć luźno odcinek kabla i zasypać warstwą piasku o grubości 10 cm.

Aby doprowadzić energię elektryczną od tablicy licznikowej w budynku mieszkalnym do budynków gospodarczych lub do urządzeń elektrycznych umieszczonych na zewnątrz budynków, stosuje się układanie w ziemi kabli typu YKY. Kabel ten należy układać faliście (nie prosto!) w celu skompensowania naprężeń powstających podczas przemieszczania się warstw gruntu.

Dla oznaczenia trasy ułożenia kabla oraz ochrony przed uszkodzeniami mechanicznymi, układa się nad nim wzdłuż całej trasy cegły, gąsiorzy betonowe lub pas barwnej folii (przy niskim napięciu – niebieskiej), grubości co najmniej 0,5 mm i szerokości nie mniejszej niż 20 cm. Odległość między folią a kablem powinna wynosić 25 cm.

Kabel należy układać jednym ciągiem, bez połączeń i rozgałęzień. W części naziemnej i 0,5 m poniżej poziomu ziemi kabel musi być osłonięty odcinkiem rury stalowej o średnicy o 3–4 cm większej od średnicy kabla. Kabel powinien być doprowadzony do skrzynki metalowej, szczelnej, zamocowanej na zewnątrz budynku lub do skrzynki z blachy umieszczonej wewnątrz budynku i zawierającej zabezpieczenia. Do wnętrza budynku kabel trzeba wprowadzić przez otwór w fundamencie, w przepuście z rury gazowej lub ceramicznej. Odcinek kabla wewnątrz pomieszczenia od fundamentu do skrzynki rozdzielniczej też musi być osłonięty.

Ćwiczenie 11. Sterowanie stycznikowe i przekaźnikowe.

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z budową i zastosowaniem styczników w prostych układach sterowania, ze sposobem instalowania i obsługi wyłączników zmierzchowych, zegarów sterujących, przekaźników czasowych i termobimetalowych oraz wyłącznika ciśnieniowego.

Zadanie 1

W zadaniu tym należy zapoznać się z budową stycznika, z jego zaciskami i stykami, ze sposobem przyłączania przewodów prądowych i układem sterowania. Należy odszukać zaciski cewki stycznika i korzystając ze schematu zamieszczonego w skrypcie inż. Studzińskiego wykonać połączenia w skrzynce stycznikowej PSM-1, w przystosowaniu do pracy jako wyłącznika. Wewnątrz wymienionej skrzynki znajduje się stycznik TSM-1, a w pokrywie obudowy wmontowane są przyciski sterujące.

Wyłącznik stycznikowy ma tę zaletę, że gdy wystąpi chwilowy zanik lub wyłączenie napięcia, zestyki stycznika zostają otwarte i odbiornik zostaje odłączony, przy czym ponowne włączenie napięcia nie powoduje samoczynnego uruchomienia się odbiorników bez ingerencji obsługi. Aby uruchomić odbiornik konieczne jest wcisnięcie przycisku załączającego. Wyłącznikami takimi można sterować z kilku miejsc niezależnie.

Styczniki w takim układzie mogą współpracować z przekaźnikiem termobimetalowym, który zabezpiecza silnik przed przeciążeniem, tj. spalaniem się jego uzwojeń. Przy przekroczeniu nastawionej w przekaźniku wartości prądu, następuje takie nagrzanie elementów termicznych przekaźnika, że powoduje to otwarcie zestyku w obwodzie sterowania stycznika i wyłączenie przezeń napięcia zasilającego silnik.

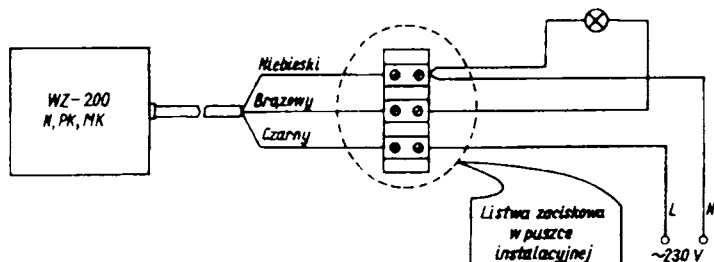
Styczniki w zależności od mocy odbiorników różnią się obciążalnością głównych styków i możliwościami łączeniowymi, stąd mają różne wymiary. Przed ich zastosowaniem trzeba dokładnie zapoznać się z tabliczką znamionową, na której podane są niezbędne dane, takie jak napięcie znamionowe, obciążalność prądowa styków i napięcie zasilania cewki stycznika. Cewka jest elementem wymiennym, przy czym dobiera się ją w zależności od wartości napięcia sterującego (zwykle 230V) i typu stycznika.

Zadanie 2

Zadanie polega na zapoznaniu się z budową, zastosowaniem i sposobem montażu wyłącznika zmierzchowego np. typu WZ-200 oraz automatu zmierzchowego np. typu AZH. Należy połączyć układ, który pozwoli na sprawdzenie działania wyłącznika zmierzchowego. Jako odbiornik należy zastosować dowolną oprawę oświetleniową. W drugiej części zadania trzeba narysować

schemat obwodu do włączania oświetlenia wyłącznikiem zmierzchowym za pomocą stycznika, a następnie układ połączyć i sprawdzić działanie.

Schemat przyłączenia obciążenia do wyłącznika zmierzchowego WZ-200 przedstawiono na rys. 14.



Rys. 14

Uwagi:

1. Wyłączniki zmierzchowe są aparatami elektrycznymi do samoczynnego włączania i wyłączania obwodów oświetlenia w domu, sklepie, na ulicy, placach, czy też w fermach hodowlanych w zależności od natężenia oświetlenia naturalnego.
2. Wyłącznik sterowany jest przez fotorezystor, który w zależności od natężenia oświetlenia powoduje zamknięcie lub otwarcie zestyku przekaźnika.
3. Wyłączniki zmierzchowe produkowane są w wielu wersjach i wykonaniach różniących się rodzajem obudowy oraz maksymalnym prądem obciążenia styku roboczego nie przekraczającym zwykle 16 A.
4. Gdy oświetlenie wymaga większej mocy, a wyłącznik współpracuje z oprawami rtęciowymi konieczne jest zastosowanie stycznika.
5. Wyłącznik zmierzchowy zwany również automatem zmierzchowym montuje się w miejscu o stałym dostępie światła dziennego, tak aby go nie oświetlały pobliskie latarnie, światła przejeżdżających samochodów, a szczególnie światło włączanych lamp nocnego oświetlenia.
6. Wyłączniki te mają regulację progu zadziałania w zakresie 2–1000 lx (luk-sów) i opóźnienia działania 10–30 s. Dzięki temu są niewrażliwe na krótkotrwałe zmiany oświetlenia czujnika, np. przy wyładowaniu atmosferycznym.

Zadanie 3

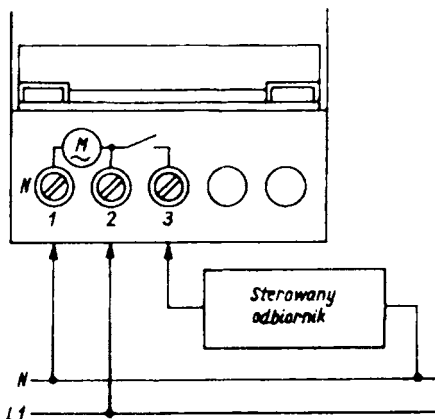
W zadaniu tym należy zapoznać się z budową, montażem, obsługą oraz programowaniem godzin załączenia i wyłączania zegara sterującego.

Należy połączyć układ, który by miał za pośrednictwem kolejno: zegara sterującego np. typu ZK 01, a następnie – programatora cyfrowego np. typu PCm 01, załączać i wyłączać oprawę oświetleniową. Podobnie jak w zadaniu

poprzednim układ ma włączać oświetlenie bezpośrednio, a potem za pomocą stycznika.

Uwagi:

1. Zegary sterujące są aparatami, które zasilane napięciem przemiennym 230 V uruchamiają mechanizm napędzający tarczę zegara. Są tak skonstruowane, że mogą pracować bez napięcia przez kilkanaście godzin.
2. Ponieważ obciążenie zestyku roboczego jest ograniczone, np. w zegarze typu ZK 01 do 2 A, przy większym prądzie trzeba stosować dodatkowo przekaźnik elektromagnetyczny.
3. Zegary sterujące można stosować, tak jak wyłączniki zmierzchowe, do włączania i wyłączania z tą jednak różnicą, że odbywać się to będzie zawsze o tej samej, zaprogramowanej godzinie.
4. Głównym ich przeznaczeniem jest sterowanie przełącznikiem taryf w dwutaryfowych licznikach energii elektrycznej oraz sterowanie włączaniem pieców akumulacyjnych lub innych odbiorników, które powinny być uruchamiane samoczynnie o ustalonej porze.
5. Programowanie zegara sterującego typu ZK 01 lub ZB 10 odbywa się poprzez odpowiednie ustawienie zderzaków na obwodzie tarczy dobowej, które otwierają lub zamykają zestyk sterujący.
6. Obecnie produkowane są programatory cyfrowe typu PCm 01, które zastępują omawiane wyżej zegary. Służą one do automatycznego sterowania urządzeniami i odbiornikami elektrycznymi, dzięki czemu mogą one pracować bez nadzoru. Ich moc jest ograniczona: dla sprzętu grzewczego do 3500 W, dla oświetlenia do 700 W, a dla silników elektrycznych do 500 W.
7. Programatory te są zasilane z sieci prądu przemiennego i wewnętrznego akumulatora zamontowanego na stałe, niewymagającego obsługi, doładowywanego z „sieci”.



Rys. 15

8. W razie braku zasilania z sieci, akumulatory podtrzymuje pamięć przez co najmniej 250 godzin, a średnio 400 godzin.
9. Zegary te odmierzają i wyświetlają cyfrowo bieżący czas, dzień tygodnia, godziny, minuty i sekundy.
10. Można je zaprogramować na sześć cykli włączania i wyłączenia w każdym dniu tygodnia inaczej.

Schemat przyłączenia zasilania i sterowanego urządzenia do zacisków programatora przedstawiono na rys. 15.

Zadanie 4

Podobną rolę jak zegary sterujące lub programatory cyfrowe mogą spełniać przekaźniki czasowe, które służą do automatycznego załączania lub wyłączenia zasilania odbiornika po upływie zadanego czasu. Wyłącznik ciśnieniowy natomiast steruje pracą silnika hydroforu. Włącza on silnik, gdy ciśnienie wody w zbiorniku osiąga odpowiedni poziom. W zadaniu tym należy wymienione aparaty elektryczne obejrzeć, zapoznać się ze sposobem ich montażu i przyłączenia oraz bezpiecznej obsługi.

Ćwiczenie 12. Posługiwanie się przyrządami pomiarowymi.

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z obsługą przyrządów pomiarowych, takich jak: woltomierz, amperomierz, omomierz, multimetr, amperomierz cęgowy oraz nauczenie się posługiwania wskaźnikami napięcia.

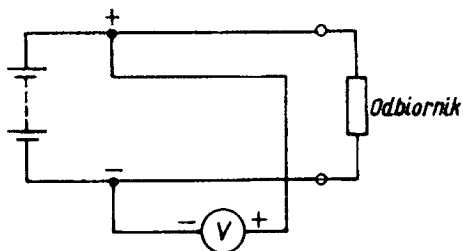
Uwaga:

Wszystkie pomiary każdy ćwiczący powinien wykonać samodzielnie!

Zadanie 1

Zadanie polega na pomiarze napięć stałych za pomocą woltomierza.

Należy pamiętać, że woltomierz zawsze włącza się równoległe do źródła napięcia lub odbiornika jak pokazano na rys. 16, tj. przyłącza się go do tych punktów obwodu, między którymi zmierzone ma być napięcie. Przy pomiarze napięcia stałego trzeba również pamiętać o właściwym przyłączeniu przewo-



Rys. 16

dów: plus woltomierza do plusa, a minus woltomierza do minusa źródła lub odbiornika. Jeśli biegunowość nie jest określona, a przy pomiarze wskazówka wychyla się w stronę przeciwną względem zera skali należy zamienić przewody przyłączeniowe przyrządu.

W ćwiczeniu należy dokonać pomiarów napięcia stałego, którego źródłem mogą być baterie ogniów galwanicznych 1,5 V, 9 V i akumulator – np. 12 V.

Pomiar woltomierzem wskazówkowym rozpoczyna się od ustawienia przełącznika na największy zakres i przyłączenia go przewodami do źródła napięcia. Obserwując położenie wskazówki zmniejsza się zakres do czasu, gdy wychyli się ona poza połowę skali.

Odczytu dokonuje się obliczając w działkach wychylenie wskazówki. Aby obliczyć wartość zmierzonego napięcia, trzeba obliczyć tzw. stałą miernika, dzieląc zakres, przy którym dokonano pomiaru przez liczbę działek na skali. Na przykład, gdy ustawiony jest zakres 10 V, a skala ma 100 działek, to stała miernika wyniesie $10 \text{ V}/100 \text{ działek} = 0,1 \text{ V}/\text{działkę}$.

Jeżeli wskazówka wychyliła się o 45 działek, to wartość mierzonego napięcia wynosi:

$$45 \text{ działek} \times 0,1 \text{ V} / \text{działkę} = 4,5 \text{ V.}$$

Wyniki pomiarów należy zanotować w poniższej tabelce.

Lp.	Liczba działek na skali	Zakres pomiaru	Stała podziałki	Liczba działek przy pomiarze	Wartość napięcia mierzonego	Uwagi
	dz	V	V/dz	dz	V	
1 2 3						Bateria 1,5 V
1 2 3						Bateria 4,5 V
1 2 3						Bateria 9 V
1 2 3						Akumulator 12 V

Zadanie 2

Zadanie polega na pomiarze wartości skutecznych napięcia przemiennego. Metoda pomiaru jest taka sama jak przy napięciu stałym, z tą różnicą, że obojętne jest, jak zostaną przyłączone przewody, gdyż wskazówka wychyli

się zawsze we właściwą stronę. Jako źródła napięcia przemiennego o wartości 3 V, 5 V i 8 V użyć można transformatora dzwonekowego, a napięcia 24 V – transformatora bezpieczeństwa. Gdy zostanie opanowana metoda pomiaru niskich napięć, bezpiecznych dla ćwiczących, należy pod kontrolą prowadzącego zmierzyć napięcie fazowe 230 V w gniazdach wtyczkowych zainstalowanych w pracowni, a napięcie międzyprzewodowe 400 V w rozdzielnicy.

Wyniki pomiarów zanotować należy w poniższej tabelce.

Lp.	Liczba działek na skali	Zakres pomiaru	Stała podziałki	Liczba działek przy pomiarze	Wartość napięcia mierzonego	Uwagi
	dz	V	V/dz	dz	V	
1 2 3						Transformator dzwonekowy, uzwojenie 3 V
1 2 3						Transformator dzwonekowy, uzwojenie 5 V
1 2 3						Transformator dzwonekowy, uzwojenie 8 V
1 2 3						Transformator dzwonekowy, uzwojenie 24 V
1 2 3						Napięcie fazowe 230 V
1 2 3						Napięcie międzyprzewodowe 400 V

Zadanie 3

Zadanie polega na zastosowaniu do pomiaru napięcia multimetru.

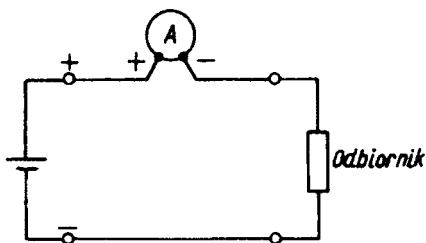
Multimetr jest przyrządem uniwersalnym, wskazówkowym lub ze wskaźnikiem cyfrowym, który po odpowiednim ustawieniu przełączników może być wykorzystany jako woltomierz, amperomierz lub omomierz w obwodach prądu stałego lub przemiennego.

Aby nabrać wprawy w dokonywaniu pomiarów napięcia, należy powtórzyć wcześniej wykonane pomiary najpierw multimetrem wskazówkowym typu UM, a potem multimetrem cyfrowym.

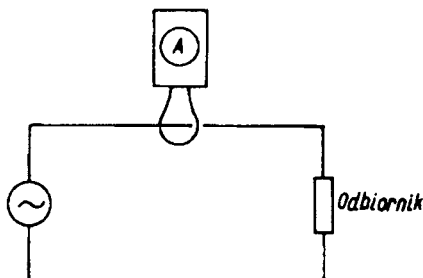
Wyniki pomiarów zamieścić należy w protokole w tabelkach, jak w zadaniach 2 i 3.

Zadanie 4

Zadanie polega na pomiarze natężenia prądu za pomocą amperomierza. Sposób wykonywania pomiaru jest podobny do pomiaru napięcia. Tak samo wyznacza się stałą miernika i wartość mierzonego prądu. Zasadnicza różnica polega na sposobie włączania amperomierza do mierzonego obwodu. Amperomierz musi być zawsze włączony w szereg z odbiornikiem, co wymaga rozłączenia mierzonego obwodu, tak jak na rys. 17.



Rys. 17



Rys. 18

Aby amperomierz nie powodował istotnego spadku napięcia zasilania, musi mieć bardzo małą rezystancję. Włączenie go równolegle do źródła napięcia powoduje przeciążenie, przepływ bardzo dużego prądu (zwarcie) przez przyrząd, zadziałanie zabezpieczeń nadprądowych i wyłączenie zasilania. Jeśli źródłem napięcia jest bateria ogniw lub akumulator, to nastąpi ich bardzo szybkie rozładowanie. Takie połączenie jest też bardzo niebezpieczne dla samego miernika, który może ulec uszkodzeniu, a nawet spaleni.

Odmianą przyrządu do pomiaru prądu jest amperomierz cęgowy, którym można zmierzyć natężenie prądu bez przerywania obwodu. Wystarczy szczypcami cęgów objąć, ale tylko jedną żyłę przewodu, jak na rys. 18 i odczytać mierzoną wartość. Trzeba jednak pamiętać, że gdy szczypcami obejmie się wszystkie żyły mierzonego obwodu, amperomierz wskaże zero.

Cęgi amperomierza tego typu tworzą rdzeń zamknięty, w którym przewód z przemiennym prądem elektrycznym indukuje przemienny strumień magnetyczny, a ten wywołuje w nawiniętej na nim cewce pomiarowej siłę elektromotoryczną, mierzoną przez przyrząd pełniący rolę woltomierza, ale wyskalowany jako amperomierz. Ze względu na przesunięcie fazowe prądów w poszczególnych fazach, sumują się one – a więc również wywołane przez nie strumienie magnetyczne – w każdej chwili do zera. Amperomierz cęgowy stanowi bardzo wygodny przyrząd do sprawdzania obciążeń poszczególnych obwodów i symetrii obciążeń faz w obwodach trójfazowych.

W dalszym ciągu zadania należy zmierzyć za pomocą amperomierza wskazówkowego, multimetru i amperomierza cęgowego natężenie prądu pobieranego przez żelazko i termowentylator przy włączonej jednej oraz obu sekcji grzejnika.

Wyniki pomiarów zanotować należy w protokóle.

Zadanie 5

Pomiaru rezystancji odbiorników dokonuje się omomierzem. Można nim również sprawdzić stan wkładek bezpiecznikowych (po wyjęciu z główki bezpiecznikowej) i ocenić czy nie są przepalone. Omomierz może służyć do sprawdzania ciągłości przewodów, do odszukiwania ich początków i końców, czyli do tzw. „przedzwania przewodów”, jak też do wykrywania zwarc między przewodami. Trzeba pamiętać, że pomiary omomierzem wykonuje się tylko wtedy, gdy odbiornik, wkładka bezpiecznikowa czy przewody instalacji są odłączone od napięcia, czyli są w stanie beznapięciowym.

Aby omomierzem można było dokonywać pomiarów, musi on mieć sprawne własne źródło zasilania, jakim są zwykle baterie ogniw galwanicznych.

Sprawdzenia sprawności działania omomierza dokonuje się przez zwarcie jego zacisków przewodami pomiarowymi. Jego wskazówka powinna odchylić się z położenia oznaczonego jako nieskończoność „∞” do działki oznaczonej cyfrą „0”. Gdy wskazówka zatrzymuje się w pobliżu zera, oznacza to, że bateria jest częściowo wyczerpana i trzeba to skorygować odpowiednim pokrętelem. Gdy okazuje się to niemożliwe, baterię trzeba wymienić na nową, sprawną.

W zadaniu tym należy zmierzyć rezystancję kilku odbiorników. Mogą to być żarówki o różnej mocy, grzejnik, cewka stycznika, cewka zamka elektrycznego, uzwojenie pierwotne i wtórne transformatora bezpieczeństwa itp. Pomiary wykonać należy omomierzem wskazówkowym oraz multimetrem wskazówkowym i cyfrowym.

Wyniki pomiarów należy zanotować w tabelce jak na str. 62.

Zadanie 6

Zadaniem jest pomiar napięcia przy użyciu oscyloskopu. Oscyloskop jest

Lp.	Odbiornik	Pomiar		
		omomierzem	multimetrem	
			wskazówkowym	cyfrowym
		Ω	Ω	Ω
1	Żarówka 40 W			
2	Żarówka 60 W			
3	Żarówka 75 W			
4	Żarówka 100 W			
5	Żarówka 150 W			
6	Termowentylator 1 sekcja			
7	Termowentylator 2 sekcje			
8	Uzwojenie transformatora pierwotne			
9	Uzwojenie transformatora wtórne			
10	Cewka stycznika			
11	Cewka zamka elektrycznego			

przyrządem, który pozwala obejrzeć przebiegi napięcia przemiennego oraz zmierzyć wartości maksymalne napięcia, a stąd obliczyć jego wartość skuteczną.

Pomiar napięcia sinusoidalnie przemiennego wykonuje się po ustawieniu przełącznika rodzaju pracy w położenie „AC”, a pokrętką do płynnej regulacji wzmacnienia w pozycję „kalibrowanie”. Następnie przyłącza się oscyloskop, tak jak woltomierz, do punktów mierzonego napięcia i ustawia taki zakres napięciowy, aby cała sinusoida była widoczna na ekranie.

Mierząc linijką wysokość amplitudy w centymetrach i mnożąc przez czułość wejścia oscyloskopu w V/cm, oblicza się wartość maksymalną napięcia. Wartość maksymalną można również zmierzyć wyłączając generator podstawy czasu i wtedy na ekranie zamiast sinusoidy zobaczymy pionową linię, której długość równa jest podwójnej wartości amplitudy napięcia. Aby obliczyć wartość skuteczną mierzonego napięcia sinusoidalnie przemiennego, skorzystać trzeba ze wzoru:

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$$

W zadaniu należy zmierzyć oscyloskopem napięcie w uzwojeniu wtórnym

transformatora bezpieczeństwa, dołączając do jego zacisków sondę oscyloskopu i równocześnie woltomierz napięcia przemiennego. Wyniki pomiaru woltomierzem i oscyloskopem należy zanotować w protokóle i porównać ze sobą.

Zadanie 7

Zadanie polega na nauczaniu posługiwania się wskaźnikami napięcia. Są one najprostszymi przyrządami do wykrywania napięcia w instalacjach. Są bardzo pożyteczne przy wykrywaniu przerw i zwarć w obwodach instalacyjnych i odbiornikach elektrycznych. Nie są to jednak przyrządy pomiarowe.

Wskaźniki z pojedynczym grotem, tzw. neonówki, służą na ogół do sprawdzania stanu wkładek bezpiecznikowych pod napięciem. Można je stosować do sprawdzania, czy przypadkiem nie ma przebicia izolacji i nie ma napięcia na metalowych obudowach urządzeń elektrycznych. Ponieważ wyjęcie bezpieczników nie gwarantuje, że w naprawianej instalacji na pewno nie ma napięcia, przy każdym kontakcie z przewodami lub urządzeniem elektrycznym trzeba wskaźnikiem sprawdzić, czy na pewno nie zagrażają porażeniem prądem.

W zadaniu należy neonowym wskaźnikiem napięcia sprawdzić stan bezpieczników na tablicy bezpiecznikowej oraz skontrolować, czy na metalowych obudowach i osłonach urządzeń elektrycznych nie ma napięcia. Wskaźnikiem z dwoma grotami natomiast należy sprawdzić, w których gniazdkach wtyczkowych jest napięcie i czy gniazdko z bolcem ochronnym są prawidłowo połączone, tzn. czy na bolcach nie ma napięcia. Spostrzeżenia zanotować należy w protokóle.

Należy również zapoznać się z obsługą wskaźnika napięcia, który ma osiem diod świejących, dzięki czemu można w przybliżeniu określić wartość badanego napięcia.

Wskaźnik napięcia stanowi prosty, poręczny i tani przyrząd, bardzo pożyteczny przy naprawach instalacji.

Ćwiczenie 13. Kontrola stanu instalacji i wykrywanie uszkodzeń.

Celem ćwiczenia jest nauczanie ćwiczących sprawdzania stanu instalacji oraz wykrywania przerw i zwarć w instalacjach i odbiornikach elektrycznych.

Zadanie 1

Zadanie polega na zapoznaniu ćwiczących z metodą sprawdzania instalacji na przykładzie instalacji znajdującej się w jednej z sal wykładowych. Pierwszą czynnością jest ogląd instalacji czy jest wykonana prawidłowo i sprawdzenie, czy pracuje poprawnie, oraz czy nie zagraża pożarem lub porażeniem prądem.

Należy w szczególności zapoznać się z usytuowaniem tablicy zasilającej salę w energię elektryczną i zastosowanymi zabezpieczeniami nadmiarowo-

prądowymi. Jeśli to są bezpieczniki topikowe, należy sprawdzić czy są oryginalne, a nie „naprawiane”. Należy też stwierdzić, czy sprzęt i aparaty nie mają uszkodzonej obudowy lub zdjętych osłon, przewody nie mają uszkodzonej izolacji, rury izolacyjne nie są popękane, czy nie brakuje uchwytów mocujących przewody i rury instalacyjne, czy puszki rozgałęźne nie są okopcone i czy mają pokrywki, a osprzęt jest należycie zamocowany.

Przez włączanie poszczególnych odbiorników zainstalowanych na stałe i włączanie do kolejnych gniazd wtyczkowych odbiornika przenośnego sprawdzić, czy nie ma przerwy w instalacji. Jeżeli któryś z odbiorników nie działa, należy próbnikiem napięcia lub lampką kontrolną sprawdzić czy na jego zaciskach lub w gnieździe wtyczkowym jest napięcie. Jeżeli jest, to znaczy, że uszkodzony jest odbiornik, jeśli nie – że nastąpiła przerwa w ciągu instalacji.

Do nauki wykrywania przerw i zwarcí należy wykorzystać ćwiczeniową tablicę montażową z fragmentem instalacji, w której prowadzący winien zasymulować pewne uszkodzenia, jakie ćwiczący muszą odszukać. Miejsce przerwy w dopływie napięcia wykrywać należy na wyłączonej spod napięcia instalacji, bez rozłączania połączeń w puszkach czy sprzęcie.

Dobrze byłoby mieć aktualny schemat badanej instalacji, a jeśli go brak, trzeba samemu go odtworzyć na podstawie występujących wypustów instalacyjnych, przyłączeń odbiorników, gniazd wtyczkowych, łączników i puszek rozgałęźnych. Duże przy tym ułatwienie stwarza, jeżeli przewody mają izolację w różnych kolorach. Odtworzenie schematu wymaga nieraz wielu pomiarów, ale jest to prostsze od szukania „na wycucie” i liczenia na przypadkowe wykrycie miejsca uszkodzenia.

Uwagi:

1. Najczęściej przerwy występują przy zaciskach łączeniowych na skutek obluźnienia się ich lub ułamania końcówki przewodu. Dlatego sprawdzać należy przede wszystkim wizualnie doprowadzenia przewodów do zacisków przez poruszanie kolejnych przewodów.
2. Tam, gdzie widać przegrzaną izolację i zmieniony kolor zacisku, można się spodziewać jego obluźnienia. W razie ułamania się końca przewodu, należy odpowiednio odizolować pozostały koniec przewodu i przykręcić do zacisku. Jest to oczywiście możliwe, przy wystarczającym zapasie długości przewodu, w przeciwnym przypadku należy wymienić przewód na całym odcinku instalacji na nowy. Podobnie należy postąpić, gdy przewód jest przegrzany lub stwierdzono przerwę w którejś z jego żył.
3. Do wykrycia miejsca zwarcia w instalacji konieczne jest odłączenie wszystkich odbiorników w sprawdzanym obwodzie. Należy wykręcić wszystkie bezpieczniki i wyłączyć wyłączniki samoczynne obwodu. Zwarcia są sygna-

lizowane przez zadziałanie zabezpieczeń nadmiarowoprądowych, ich wyłączenie się lub w przypadku bezpieczników topikowych – ich przypalanie się. Ponieważ zwarcie najczęściej występuje w odbiornikach, należy je wszystkie odłączyć i starać się włączyć zabezpieczenia. Jeśli zadziałają ponownie, to wiadomo, że zwarcie wystąpiło w samej instalacji i konieczne jest skontrolowanie przewodów miernikiem induktorowym.

4. Pomiaru stanu izolacji w instalacji wykonuje się po wyłączeniu wszystkich odbiorników i zabezpieczeń, oddzielnie na poszczególnych obwodach. Induktor przyłącza się na rozdzielnicę lub w jednym z gniazd rozgałęźnych między poszczególne przewody fazowe obwodu i między każdym przewodem fazowym a neutralnym (zerowym). Mierzona rezystancja powinna wynosić $1000 \Omega/V$ napięcia w instalacji w budynkach mieszkalnych i $500 \Omega/V$ w instalacjach w budynkach inwentarskich i na zewnątrz budynków. Oznacza to na przykład, że w mieszkaniu wartość rezystancji izolacji powinna wynosić nie mniej niż $230 V \times 1000 \Omega/V = 23 k\Omega$.
5. Jeżeli w którymś z obwodów następuje zwarcie, należy porozłączać odcinkami instalację i sprawdzić induktorem przewód po przewodzie, aż znajdzie się odcinek, w którym nastąpiło zwarcie i na tym odcinku trzeba oczywiście wymienić wszystkie przewody na nowe. Po usunięciu uszkodzonych przewodów należy zlokalizować miejsce, w którym nastąpiło uszkodzenie, aby dociec przyczyny i zapobiec powstaniu uszkodzenia w przyszłości. Zwarcia bywają spowodowane uszkodzeniem mechanicznym lub przegrzaniem od zewnętrznych źródeł ciepła.
6. Przy wyszukiwaniu zwarć trzeba sprawdzić pierścienie rozgałęźne, czy nie ma połączenia między ich zaciskami. Gdy pierścień jest uszkodzony należy go wymienić na nowy, a gdy to jest niemożliwe – wymienić całą puszkę. Przyczyną zwarcia może być również uszkodzona izolacja, którą owija się miejsce połączenia na tzw. skrętkę; w razie wykrycia takiego wadliwego połączenia należy je zlikwidować niezależnie od jego stanu.
7. Jeżeli zwarcie występuje w odcinku instalacji między puszką rozgałęźną, a łącznikiem lub gniazdem wtyczkowym, należy otworzyć i sprawdzić stan izolacji między zaciskami. Gdy jest uszkodzone, trzeba wymienić łącznik czy gniazdo na nowe.

Ćwiczenie 14. Sprawdzanie wskazań licznika energii elektrycznej.

Celem ćwiczenia jest zapoznanie słuchaczy kursu z najczęściej stosowanymi licznikami energii czynnej, jednofazowymi i trójfazowymi oraz prostą metodą sprawdzenia poprawności ich wskazań.

Zadanie 1

Każdy licznik ma pomiarowy organ ruchomy, którym jest osadzona na osi tarcza aluminiowa obracająca się z prędkością zależną od poboru energii czynnej, a zliczana liczba obrotów odpowiada zużyciu energii czynnej.

Oś za pośrednictwem przekładni ślimakowej napędza liczydło, które podaje wskazanie w kilowatogodzinach (kWh) energii czynnej zużytej przez odbiorniki. Dla lepszej obserwacji obrotów tarczy na jej obwodzie naniesiony jest czerwony lub czarny znacznik. Liczbę obrotów wykonanych przez tarczę licznika, odpowiadającą 1 kWh, nazywa się stałą licznika. Jest ona podana na tabliczce znamionowej licznika.

W zadaniu należy zapoznać się z budową i sposobem odczytu pobranej energii elektrycznej. Należy też zanotować wszystkie dane, jakie znajdują się na tabliczce znamionowej licznika, tj. typ licznika, napięcie znamionowe, prąd znamionowy i podawany w nawiasie prąd maksymalny, częstotliwość, stałą licznika, rok produkcji i numer fabryczny licznika.

Zadanie 2

Należy zapoznać się ze sposobem przyłączania przewodów do tabliczki zaciskowej licznika oraz ze sposobem jego mocowania na tablicy licznikowej. W celu dokonania pomiarów należy do zacisków wyjściowych licznika dołączyć, za pośrednictwem wyłącznika samoczynnego, przewody doprowadzone do odbiornika stanowiącego określone ściśle pod względem mocy obciążenie na czas obserwacji pracy licznika.

Należy pomierzyć za pomocą licznika energię pobraną na przykład przez termowentylator, a wyniki zanotować w poniższej tabelce.

Lp.	N	t	C	A_p	Uwagi
	obr	min	obr/kWh	kW	
1					jedna sekcja termowentylatora
2					
3					
średnio					
1					dwie sekcje termowentylatora
2					
3					
średnio					

Oznaczenia:

N – liczba obrotów tarczy licznika w czasie pomiaru,

t – czas trwania pomiaru w minutach,
 C – stała licznika,
 A_p – energia wskazana przez licznik.

Przykład

Jeżeli zliczono $N = 38$ obrotów w czasie $t = 3$ min, a $C = 375$ obr/kWh, to

$$A_p = N/C = 38 \text{ obr}/275 \text{ obr/min} = 0,101 \text{ kWh}$$

Z trzech pomiarów należy wyliczyć średnią.

Zadanie 3

Ponieważ licznik energii, jak każde urządzenie, może ulec uszkodzeniu, podaje się prostą metodę, która w przybliżeniu pozwala sprawdzić poprawność jego wskazań. Dokonuje się tego w następujący sposób. Należy w porze dziennej odłączyć wszystkie odbiorniki elektryczne i najpierw sprawdzić, czy tarcza się obraca; jeśli tak, to albo pozostało włączone jakieś nie zauważone urządzenie (np. terma do wody) albo uszkodzony jest licznik.

Następnie włączyć należy odbiornik o znanej mocy, jaką można odczytać z jego tabliczki znamionowej. Do tego najlepiej użyć grzejnika elektrycznego, który nie ma termostatu. W czasie pomiaru moc odbiornika nie może się zmieniać w czasie, dlatego nie można do tego celu wykorzystać silnika elektrycznego, gdyż pobiera on moc zmieniającą się stosownie do obciążenia. Wreszcie zmierzyć trzeba energię pobraną przez ten odbiornik w określonym czasie, tak jak wykonano w zadaniu 1. Jeżeli przyjąć, że pomiar przeprowadzony został przy napięciu równym wartości nominalnej 230 V, można energię pobraną przez odbiornik obliczyć korzystając z danych odbiornika i porównać z pomierzonymi przez licznik.

Przykład

Jeżeli moc odbiornika $P_o = 2$ kW, a czas trwania pomiaru $t = 3$ minuty, to energia pobrana wynosi $A = P_o \times t/60 = 2 \text{ kW} \times 3/60 = 0,1 \text{ kWh}$; 60 – przelicznik wynikający z zamiany minut na godziny.

Gdy porówna się wyniki takiego obliczenia, z wyliczeniem pomiaru licznikiem w sposób ustalony jak wyżej i stwierdzi ich zgodność, można przyjąć, że licznik działa prawidłowo. Wyniki pomiarów wykonane w zadaniu 2 należy porównać z obliczeniami w tabelce, jak niżej.

Lp.	N	t	C	A _p	P _o	A _o	Uwagi
	obr	min	obr/kWh	kWh	kW	kWh	
1 2 3							jedna sekcja termowentylatora
1 2 3							dwie sekcje termowentylatora

N – liczba obrotów tarczy licznika w czasie pomiaru

t – czas trwania pomiaru w minutach

C – stała licznika

A_p – energia pomierzona licznikiem

P_o – moc odbiornika z tabliczki znamionowej

A_o – energia obliczona $P_o \times t$

Jeśli dysponuje się woltomierzem i ewentualnie amperomierzem cęgowym celowe jest zmierzyć napięcie podczas pomiaru, jako że nie zawsze jest ono równe 230 V oraz natężenie prądu. Wtedy ze wzoru na moc można dokładnie określić jej wartość w czasie pomiaru.

Przyjmując, że odbiornik pobiera tylko energię czynną, pobraną energię można wyznaczyć ze wzoru:

$$A_o = U \cdot I \cdot t$$

Należy więc pomierzyć wartości napięcia i natężenia prądu i wyniki zamieścić w tabelce.

Lp.	U	I	t	A _o	Uwagi
	V	A	h	kWh	
1 2 3					jedna sekcja termowentylatora
średnio					
1 2 3					dwie sekcje termowentylatora
średnio					

Zadanie 4

Należy zapoznać się z budową, tabliczką znamionową i sposobem przyłączenia liczników trójfazowych (bez przekładników napięciowych i prądowych).

Uwagi:

1. Licznik energii elektrycznej jest urządzeniem do pomiaru zużywanej energii elektrycznej i do rozliczeń między jej dostawcą, czyli zakładem energetycznym, a odbiorcą. Typ układu pomiarowego i rodzaj licznika określa zakład energetyczny w technicznych warunkach przyłączenia instalacji do sieci niskiego napięcia.
2. Wybór układu pomiarowego zależy od rodzaju odbiorników energii elektrycznej, na których przyłączenie otrzymano zgodę zakładu energetycznego. Jeżeli przewidziano zainstalowanie jedynie odbiorników jednofazowych, stosuje się liczniki jednofazowe, jedno- lub dwutaryfowe.
3. Liczniki trójfazowe stosuje się, gdy dostawca energii elektrycznej zezwoli na zainstalowanie odbiorników trójfazowych na napięcie 400/230 V, np. kuchni elektrycznej, silników trójfazowych i innych odbiorników dużej mocy.
4. Licznik energii elektrycznej dostarcza i instaluje zakład energetyczny.
5. Po zainstalowaniu liczniki są plombowane i odbiorcy nie wolno dokonywać żadnych zmian w instalacji przelicznikowej.
6. Każdy licznik przed zainstalowaniem musi być zalegalizowany, to znaczy sprawdzony w specjalistycznym laboratorium pod względem spełniania wymagań stawianych przez przepisy i norm.
7. W razie naruszenia plomb lub stwierdzenia uszkodzenia samego licznika, fakt ten należy natychmiast zgłosić w rejonie energetycznym.
8. Nie wolno manipulować przy liczniku, jak też pobierać prądu z pominięciem licznika, gdyż takie działanie spowoduje odłączenie przez zakład energetyczny instalacji od sieci zasilającej i naliczenie wysokich kar pieniężnych.
9. Odbiorcy, którzy wymagają dużego poboru energii w porze pozaszczytowej, przede wszystkim nocą, mogą otrzymać zgodę na zainstalowanie liczników dwutaryfowych, które mają dwa liczydła, z których jedno wykazuje pobór energii w porze pozaszczytowej, a ponieważ opłata za tę energię jest niższa, łączne opłaty za energię elektryczną wypadają mniejsze.

Wszystkie pomiary w tym ćwiczeniu każdy uczestnik kursu powinien wykonać samodzielnie.

Wskazówki metodyczne

Ćwiczenia powinny być zorganizowane w grupach po dwa zespoły liczące co najwyżej cztery osoby, pracujące na stanowiskach wymiennie tak, aby

każda grupa przeszła kolejno przez wszystkie stanowiska. Przewiduje się po jednym prowadzącym na grupę ćwiczących. Należy przy tym zadbać o rzetelny udział każdego z nich w czynnościach przewidzianych do wykonania w każdym zadaniu. Ocena musi być indywidualna, zapisana w wykazie ocen po każdym ćwiczeniu.

Przed przystąpieniem do ćwiczeń prowadzący je powinien wyjaśnić uczestnikom warunki i zasady organizacyjne (obowiązkowej obecności na wszystkich zajęciach, prowadzenie protokołów pomiarów, zaliczania ćwiczeń itp.), podać program i plan zajęć, dokonać podziału na grupy i zespoły ćwiczeniowe, omówić zasady pracy w grupach, korzystania z urządzeń i materiałów instalacyjnych oraz zasady bezpieczeństwa pracy.

Należy zwrócić szczególną uwagę na warunki bezpieczeństwa pracy, gdyż prowadzący ćwiczenia jest osobiście odpowiedzialny za ewentualne wypadki m.in. porażenie prądem elektrycznym.

Ćwiczenia praktyczne wymagają odpowiedniego przygotowania pomieszczenia pod względem wyposażenia w stoły warsztatowe i elektryczne instalacje zasilające, zgromadzenia urządzeń dydaktycznych, urządzeń pomiarowych i materiałów instalacyjnych. Wielkość niezbędnego zapasu tych ostatnich określa kierownictwo kursów szkoleniowych, ale konieczne jest sprawdzenie ich kompletności i uzupełnianie w miarę potrzeby dodatkowymi zakupami.

Proponuje się, aby ćwiczenia praktyczne z robót elektroinstalacyjnych poprowadzić według zamieszczonego obok harmonogramu.

HARMONOGRAM WYKONYWANIA ĆWICZEŃ PRAKTYCZNYCH

Numer spotkania	Liczba godzin	Grupa / numery ćwiczeń		
		I	II	III
1	1	1	1	1
2	2	2 i 10	3	5
3	2	5	2 i 10	3
4	2	3	5	2 i 10
5	2	11	4	6
6	2	6	11	4
7	2	4	6	11
8	2	12	7	8
9	2	8	12	7
10	2	7	8	12
11	2	13	9	14
12	2	14	13	9
13	2	9	14	13