

Jak zdać egzamin SEP E1 do 1kV?

Co należy wiedzieć?

1. Podstawowe pojęcia

Napięcie – mierzone w woltach, jest to różnica potencjałów pomiędzy przewodem lub punktem w instalacji elektrycznej, a innym przewodem lub punktem, albo “ziemią”. Potencjał “ziemi” przyjmuje się za równy zero. W instalacji elektrycznej, napięcie przemienne pomiędzy przewodem każdej z faz a ziemią wynosi 230 V, a pomiędzy przewodami różnych faz 400 V.

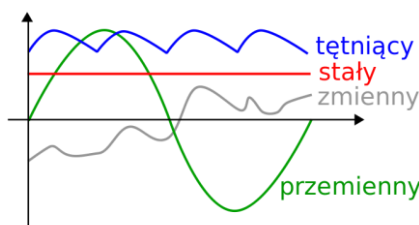
Prąd elektryczny – to uporządkowany ruch ładunków elektrycznych (elektronów).

Prąd stały (ang. direct current, DC) – prąd stały charakteryzuje się stałym zwrotem oraz kierunkiem przepływu ładunków elektrycznych, w odróżnieniu od prądu zmiennego i przemiennego.

Prąd zmienny – prąd elektryczny, dla którego wartość natężenia zmienia się w czasie w dowolny sposób.

Prąd przemienny (ang. alternating current, AC) – charakterystyczny przypadek prądu elektrycznego okresowo zmiennego, w którym wartości chwilowe podlegają zmianom w powtarzalny, okresowy sposób, z określoną częstotliwością.

Prąd tętniący – prąd elektryczny okresowo zmienny, którego wartość średnia całookresowa w ciągu jednego okresu jest różna od zera. Oznacza to, że taki prąd posiada składową stałą. Najczęściej spotykanym przykładem prądu tętniącego jest prąd płynący z prostownika prądu przemiennego przed odfiltrowaniem składowej zmiennej. Niemniej jednak prądy tętniące powstają również w przypadku zasilania napięciem stałym układu, który generuje zmienne obciążenia. W praktyce prądy tętniące są raczej niepożądanym zjawiskiem, ponieważ dąży się albo do uzyskania prądu (napięcia) przemiennego (składowa zmienna = 100%, składowa stała = 0%), lub też napięcia stałego (składowa zmienna = 0%, składowa stała = 100%).



Prąd zwarcia – mierzony w amperach, prąd płynący w instalacji w wyniku uszkodzenia izolacji przewodów, osprzętu lub urządzeń.

Natężenie prądu – wielkość fizyczna charakteryzująca przepływ prądu elektrycznego zdefiniowana jako stosunek wartości ładunku elektrycznego przepływającego przez wyznaczoną powierzchnię do czasu przepływu ładunku.

Przewód roboczy (brązowy, czarny, szary, czerwony) – w normalnych warunkach znajduje się pod napięciem i przewodzi prąd roboczy – oznaczany jest dużą literą L i cyframi od 1 do 3; L1, L2, L3.

Przewód neutralny (jasno niebieski) – w normalnych warunkach mogący znaleźć się pod napięciem; przewodzący prąd roboczy w obwodach jednofazowych, oznaczany dużą literą N.

Przewód ochronny (zielono-żółty) – w normalnych warunkach nie znajduje się pod napięciem, oznaczany dużymi literami PE.

Przewód ochronno-neutralny (zielono-żółty) – spełnia jednocześnie funkcję przewodu neutralnego i ochronnego – oznaczany dużymi literami PEN.

Styk ochronny – element gniazdka wtyczkowego lub innego urządzenia elektrycznego, służący do przyłączenia przewodu ochronnego lub ochronno-neutralnego.

Bezpiecznik topikowy – zabezpieczenie chroniące instalacje elektryczne przed skutkami zwarć oraz przeciążeniami. Ponowne użycie wymaga wymiany wkładki topikowej na nową o tym samym prądzie znamionowym, właściwym dla wkładki danej wielkości, np. 10, 16 A itd. Przepalenie się bezpiecznika jest sygnalizowane odpadnięciem kolorowego oczka widocznego przez szybkę w główce.

Bezpiecznik automatyczny – zabezpieczenie spełniające te same funkcje co bezpiecznik topikowy jednakże ponowne załączenie nie wymaga wymiany elementów. Jest on wkręcany w takie samo gniazdo, jak główka bezpiecznika topikowego. Wyposażony jest w dwa przyciski. Centralny, większy, po wciśnięciu do oporu załącza obwód, zaś umieszczony obok (mały) po naciśnięciu powoduje wyłączenie obwodu. Optycznie jest to sygnalizowane “wyskoczeniem” przycisku centralnego. W przypadku zwarcia lub przeciążenia występującego w chronionym obwodzie, przycisk centralny “wyskakuje” samoczynnie.

Wyłącznik nadmiarowoprądowy – aparat chroniący instalację przed przeciążeniem i skutkami zwarć; występują w wersjach jedno-, dwu-, trzy- i czterobiegunowe; ponowne włączenie nie wymaga wymiany elementów.

Wyłącznik różnicowoprądowy – aparat chroniący przed porażeniem elektrycznym (30mA) i pożarem (powyżej 30mA); ponowne włączenie nie wymaga wymiany elementów. Zadziałanie wyłącznika nadmiarowoprądowego lub różnicowoprądowego powoduje rozłączenie chronionego obwodu. Optycznie jest to sygnalizowane “przeskoczeniem” dźwigienki umieszczonej na przedniej stronie jego obudowy – z położenia załączone (górne) w położenie wyłączone (dolne). Ponowne włączenie następuje poprzez przesunięcie dźwigienki do góry.

Połączenie wyrównawcze – zespół przewodów i zacisków służący do wzajemnego połączenia ze sobą i z uziemieniem oraz z punktem zerowym tablicy rozdzielczej wszystkich metalowych przedmiotów.

Zasilanie jednofazowe – linia zasilająca przy napięciu **przemiennym** 230 V, 50 Hz wykonana jako 3 przewodowa – L, N, PE.

Zasilanie trójfazowe – linia zasilająca przy napięciu **przemiennym** 230/400 V, 50 Hz wykonana jako 5 przewodowa – L1, L2, L3, N, PE.

Przyłącze – odcinek lub element sieci służący do połączenia urządzeń odbiorcy z siecią przedsiębiorstwa świadczącego usługi przesyłowe. Zgodnie z nowym Prawem energetycznym nie musi on być dostawcą energii.

Złącze – punkt połączenia przyłącza z siecią lub instalacją zawierający zabezpieczenia główne oraz często także licznik.

Moc przyłączeniowa – moc czynna, którą zamierza pobierać odbiorca, jest to moc mniejsza od sumy mocy posiadanych odbiorników. Odbiorca określa ją we wniosku o przyłączenie.

Poleceniodawca – pracownik upoważniony pisemnie przez prowadzącego eksploatację urządzeń instalacji elektroenergetycznych do wydawania poleceń na wykonanie pracy posiadającego ważne świadectwo kwalifikacyjne na stanowisku dozoru.

Dopuszczający – wyznaczone osoba przez poleceniodawcę pracownik posiadający ważne świadectwo kwalifikacyjne na stanowisku eksploatacji i upoważnionego pisemnie przez prowadzącego eksploatację urządzeń i instalacji energetycznych do wykonywania czynności łączeniowych w celu przygotowania miejsca pracy.

Kierujący zespołem pracowników – wyznaczony przez poleceniodawcę pracownik posiadający ważne świadectwo kwalifikacyjne na stanowisku eksploatacji kierującego zespołem pracowników.

Nadzorujący – należy przez to rozumieć wyznaczonego przez poleceniodawcę pracownika posiadającego ważne świadectwo kwalifikacyjne na stanowisko dozoru lub eksploatacji wykonującego wyłącznie czynności nadzoru.

Organizacje pracy – pracę w warunkach szczególnego zagrożenia dla zdrowia życia ludzkiego określone w ogólnych przepisach bezpieczeństwa i higieny jako prace szczególnie niebezpieczne powinny być wykonywane co najmniej przez dwie osoby.

SELV (ang. Separated or Safety Extra-Low Voltage) - obwód o napięciu znamionowym bardzo niskim (ELV) bez uziemienia funkcjonalnego. Obwód ten zasilany ze źródła napięcia bardzo niskiego (np. transformator bezpieczeństwa lub źródło elektrochemiczne). W obwodzie SELV części czynne nie powinny być połączone z uziomem ani częściami czynnymi (i/lub przewodami ochronnymi) innych obwodów. Natomiast części przewodzące dostępne nie powinny być połączone ani z uziomem, ani z przewodami ochronnymi (i/lub częściami przewodzącymi dostępnymi) innych instalacji.

PELV (ang. Protected Extra-Low Voltage) – obwód o napięciu znamionowym bardzo niskim, z uziemieniem roboczym, zasilany ze źródła bezpiecznego zapewniający niezawodne oddzielenie elektryczne od innych obwodów. Najbardziej istotna różnica między obwodami PELV i SELV polega na tym, że części czynne obwodu PELV, tj. jeden przewód roboczy lub jeden biegun obwodu powinny być uziemione. Również części przewodzące dostępne urządzeń i obwodów PELV powinny być uziemione.

2. Czynności związane z przygotowaniem miejsca pracy do wykonywania prac przy urządzeniach elektroenergetycznych

Przed przystąpieniem do wykonywania pracy przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych wyłączonych spod napięcia należy:

1. Zastosować odpowiednie zabezpieczenia przed przypadkowym załączeniem napięcia.
2. Umieścić tablicę ostrzegawczą w miejscu wyłączenia obwodu o treści „Nie załączać”.
3. Sprawdzić brak napięcia w wyłączonym obwodzie.
4. Uziemić wyłączone urządzenie.
5. Zabezpieczyć i oznaczyć miejsce pracy odpowiednimi tablicami ostrzegawczymi i znakami.

Rozpoczęcie prac – jest dozwolone po uprzednim przygotowaniu miejsca pracy oraz dopuszczeniu do pracy polegającym na:

1. Wskazaniu pracownikom miejsca pracy.
2. Pouczeniu zespołu pracowników o warunkach pracy oraz wskazaniu zagrożeń występujących w sąsiedztwie miejsca pracy.
3. Udowodnienie, że w miejscu pracy nie występuje zagrożenie.
4. Potwierdzenie dopuszczenia do prac jest podpisanie w odpowiednich rubrykach dwóch egzemplarzy polecenia pisemnego.

Praca zespołu pracowników:

Prace przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych mogą być wykonywane tylko przy zastosowaniu sprawdzonych metod i technologii.

Dopuszcza się wykonywanie prac przy zastosowaniu nowych metod i technologii pod warunkiem wykonywania tych prac w oparciu o opracowane przez nich instrukcje.

Zakończenie prac:

Po zakończeniu prac, kierujący zespołem pracowników lub nadzorujący jest zobowiązany:

- a) zapewnić usunięcie materiałów, narzędzi oraz sprzętu
- b) wyprowadzić zespół pracowników z miejsca pracy
- c) powiadomić dopuszczającego lub koordynującego o zakończeniu pracy

Zgodnie z rozporządzeniem ministra przemysłu z dnia 8.X.1990 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać urządzenia elektroenergetyczne w zakresie ochrony przeciwporażeniowej.

	Rodzaj prądu	Wartości napięcia bezpiecznego U_L [V]	
		warunki środowiskowe 1	warunki środowiskowe 2
1	Prąd przemienny o częstotliwości 15-500Hz	50	25
2	Prąd stały	120	60

Napięcie robocze lub dotykowe uważa się za bezpieczne jeżeli w określonych warunkach środowiskowych nie przekracza wartości napięcia bezpiecznego U_L podanego w tabeli.

Warunki środowiskowe 1: są to warunki w, których rezystancja ciała ludzkiego w stosunku do ziemi wynosi co najmniej 1000 Ohm.

Warunki środowiskowe 2: są to warunki w, których rezystancja ciała ludzkiego w stosunku do ziemi wynosi mniej niż 1000 Ohm.

3. Rodzaje ochrony przeciwporażeniowej

Ochrona przeciwporażeniowa podstawowa

a) Urządzeń elektroenergetycznych o napięciu znamionowym nie wyższym niż 1kV należy wykonywać przez zastosowanie co najmniej jednego z następujących środków:

1. Pomieszczenia i na terenach z urządzeniami elektroenergetycznymi dostępnymi tylko dla osób upoważnionych oraz w pomieszczeniach przemysłowych i na zewnątrz budynków – izolacji roboczej osłon, barier i ogrodzeń przenośnych lub umieszczenie części czynnych poza zasięgiem ręki.
2. W pomieszczeniach nie wymienionych w punkcie 1 – izolacji roboczej osłon.

b) Urządzeń elektroenergetycznych o napięciu znamionowym nie wyższym niż 1kV ochronę przeciwporażeniową należy zapewnić przez zastosowanie:

1. Napięć bezpiecznych
2. Ochrony przeciwporażeniowej podstawowej oraz co najmniej jednego z następujących środków ochrony przeciwporażeniowej dodatkowej:
 - a) zerowania
 - b) uziemiania ochronnego
 - c) sieci ochronnej
 - d) wyłączników przeciwporażeniowych różnicowo prądowych
 - e) separacji odbiorników
 - f) izolacji stanowiska
 - g) izolacji ochronnej

Ochrona przez izolowanie części czynnych jest sposobem stosowanym zwykle w procesie produkcyjnym przez wytwórcę urządzenia. Polega na całkowitym pokryciu części czynnych izolacją roboczą o dużej wartości rezystancji oraz o odpowiedniej wytrzymałości elektrycznej. Musi ona być dostosowana do narażeń wewnętrznych, wynikających z charakteru urządzenia (napięcie oraz możliwych przebiegów), a także dostosowana do spodziewanych narażeń zewnętrznych i środowiskowych, takich jak: podwyższona wilgotność, niska lub wysoka temperatura, narażenia mechaniczne, agresywność chemiczna otaczającego środowiska, bezpośrednio padające światło słoneczne itp. Usunięcie izolacji jest możliwe tylko przez zniszczenie.

Ochrona przez stosowanie obudów lub osłon polega na umieszczeniu w ich wnętrzu części czynnych, które z różnych względów nie mogą być powleczone izolacją, co zapobiegania dotykowi bezpośredniemu. Obudowy i osłony chronią także aparaty i urządzenia elektryczne przed niekorzystnymi wpływami środowiska.

Ten środek ochrony musi spełniać następujące warunki:

1. obudowy lub osłony nie mogą dać się usunąć (otworzyć, zdemontować) bez użycia narzędzia lub klucza, co ogranicza dostęp do ich wnętrza osobom nieupoważnionym, a jeżeli osoby te muszą je otwierać – to części czynne mają być odłączone spod napięcia bądź odpowiednio osłonięte
2. muszą być odporne na normalnie występujące w warunkach eksploatacji narażenia zewnętrzne: mechaniczne, temperaturę, wilgotność, agresywność chemiczną otaczającego środowiska itp.
3. obudowy i osłony muszą mieć stopień ochrony IP dostosowany do rzeczywistych warunków środowiskowych w miejscu ich użytkowania, jednak nie mniej IP 2X, natomiast łatwo dostępne górne powierzchnie poziome stopień IP min. 4X; warunek ten nie dotyczy gniazd bezpiecznikowych i opraw żarówek.

Ochrona przez zastosowanie ogrodzeń polega na umieszczeniu części czynnych w sposób czyniący je niedostępnymi dla dotyku.

Ochrona przez stosowanie barier i przeszkód jest ochroną przed niezamierzonym (a nie przed rozmyślnym) dotknięciem części czynnych. Może być stosowana tylko w przestrzeniach dostępnych wyłącznie dla osób posiadających odpowiednie kwalifikacje (np. przestrzenie lub pomieszczenia ruchu elektrycznego).

Ochrona przez umieszczenie poza zasięgiem ręki polega na umieszczaniu części czynnych tak, by były niedostępne z danego stanowiska. Oznacza to, że znajdować się muszą poza obszarem w kształcie walca o średnicy 2,5 m, który rozciąga się 2,5 m ponad poziomem ustawienia stóp człowieka i 1,25 m poniżej tego poziomu. Ten środek ochrony może być stosowany głównie w pomieszczeniach ruchu elektrycznego.

Ochrona przed napięciami szczytkowymi ma na celu zapobieżenie porażeniu wskutek dotyku do części czynnych, na których może utrzymywać się napięcie po odłączeniu od zasilania, np. wskutek zakumulowanego ładunku na pojemności elektrycznej elementów lub indukowania napięcia przez silniki pracujące z wybiegu. W przypadku istnienia takiego zagrożenia wymagane jest obniżenie napięcia do poziomu napięcia bezpiecznego w odpowiednio krótkim czasie albo uniemożliwienie dostępu do części czynnej.

Uzupełnieniem ochrony przed dotykiem bezpośrednim może być **użycie wysokoczułych urządzeń ochronnych różnicowoprądowych** (o prądzie wyzwalającym nie większym niż 30 mA), które zwiększają skuteczność ochrony podstawowej, ale nie mogą być jedynym jej środkiem.

Ochrona przed dotykiem pośrednim ma na celu ograniczenie skutków porażenia w razie dotknięcia do **części przewodzących dostępnych**, które niespodziewanie znalazły się pod niebezpiecznym napięciem (np. wyniku uszkodzenia izolacji). Działanie takie powinno być realizowane poprzez:

1. uniemożliwienie przepływu prądu przez ciało człowieka lub zwierzęcia, lub
2. ograniczenie wartości prądu porażeniowego lub czasu jego przepływu.

Ochrona przed dotykiem pośrednim w urządzeniach elektrycznych niskiego napięcia może być osiągnięta przez zastosowanie co najmniej jednego z poniżej wymienionych środków:

1. samoczynnego wyłączenia zasilania
2. urządzeń II klasy ochronności lub o izolacji równoważnej
3. izolowanie stanowiska
4. nie uziemionych połączeń wyrównawczych
5. separacji elektrycznej

Ochrona przez samoczynne wyłączenie zasilania jest najbardziej rozpowszechnionym w Polsce środkiem ochrony w sieciach i instalacjach elektrycznych niskiego napięcia. Jej zastosowanie wiąże się z koniecznością: doprowadzenia do każdej części przewodzącej dostępnej przewodu ochronnego oraz zastosowania urządzenia powodującego samoczynne wyłączenie zasilania. Ochrona powinna być tak wykonana, aby w razie zwarcia między częścią czynną a częścią przewodzącą dostępną (np. przewodzącą obudową urządzenia elektrycznego) lub przewodem ochronnym, spodziewane napięcie dotykowe o wartości większej niż 50 V prądu przemiennego lub 120 V prądu stałego (nie tętniącego) było wyłączane tak szybko, aby nie wystąpiły niebezpieczne skutki patofizjologiczne. Wymaganie to będzie spełnione wówczas, gdy w wyniku zwarcia popłynie prąd o takim natężeniu, że spowoduje samoczynne zadziałanie urządzenia wyłączającego w dostatecznie krótkim czasie. Musi być zatem stworzona odpowiednia droga dla prądu zwarciovego, nazywana pętlą zwarcia, złożona z przewodów: fazowych oraz ochronnych - łączących wszystkie dostępne części przewodzące urządzeń elektrycznych z punktem neutralnym sieci lub z ziemią, w zależności od układu sieciowego.

Urządzeniami samoczynnie wyłączającymi prąd zwarcia, mogą być:

1. zabezpieczenia przetężeniowe (reagujące na wzrost wartości prądu w obwodzie), np. bezpieczniki topikowe albo wyłączniki samoczynne z wyzwaczami lub przekaźnikami nadprądowymi,
2. urządzenia ochronne różnicowoprądowe reagujące na pojawienie się prądu upływu z obwodu (nie można ich stosować w układzie sieciowym TN-C).

Samoczynne wyłączenie zasilania jest skuteczne wówczas, gdy zabezpieczenie dobrane jest odpowiednio do parametrów obwodu zasilającego.

Ochrona przez **zastosowanie urządzenia II klasy ochronności lub o izolacji równoważnej** polega na niedopuszczeniu do pojawienia się w czasie użytkowania niebezpiecznego napięcia dotykowego na częściach przewodzących dostępnych w fabrycznie produkowanych urządzeniach elektrycznych. Osiąga się ten cel poprzez wyposażenie urządzenia w jedno z wymienionych niżej rozwiązań:

1. izolację podwójną, składającą się z izolacji podstawowej i niezależnej od niej dodatkowej izolacji, równoważnej pod względem wytrzymałości elektrycznej i mechanicznej. Taką izolację ma np. sprzęt gospodarstwa domowego, narzędzia ręczne, itp.
2. izolację wzmocnioną, która jest wprawdzie izolacją podstawową, lecz równoważną podwójnej pod względem wytrzymałości elektrycznej i mechanicznej,
3. obudowy izolacyjne, które są osłonami wykonanymi z materiału izolacyjnego o odpowiedniej wytrzymałości mechanicznej i odporności na wpływy środowiska, zapewniającymi stopień ochrony co najmniej IP2X. W takich obudowach wykonywany jest np. sprzęt instalacyjny (rozdzielnice skrzynkowe, wtyki, gniazda, itp.).

Ochrona przez **zastosowanie izolowania stanowiska** ma na celu zapobieżenie możliwości porażenia prądem elektrycznym w wyniku równoczesnego dotknięcia części przewodzących znajdujących się pod różnymi potencjałami, np. co może zdarzyć się przy uszkodzeniu izolacji podstawowej części czynnych. Działanie środka ochrony polega na izolowaniu od ziemi stanowiska pracy, na którym może się znaleźć człowiek, bądź takim wyposażeniu tego stanowiska, by nie było możliwe jednoczesne dotknięcie dwóch części przewodzących dostępnych lub jednej części przewodzącej dostępnej i jakiegokolwiek części przewodzącej obcej.

Wymaganie to można spełnić przez:

1. pokrycie lub wykonanie podłogi i ścian z materiału izolacyjnego niepodlegającego działaniu wilgoci oraz oddalenie od siebie części przewodzących dostępnych od części przewodzących obcych poza strefę zasięgu ręki,
2. umieszczenie odpowiednich barier wykonanych w miarę możliwości z materiałów izolacyjnych, nieprzylączonych do ziemi ani do części przewodzących dostępnych,
3. izolowanie części przewodzących obcych.

Izolowanie stanowiska można stosować tam, gdzie użycie innych środków jest trudne do wykonania lub niemożliwe, np. nie można dostatecznie szybko wyłączyć zasilania lub zmniejszyć wartości napięcia dotykowego. Znajduje ono zastosowanie najczęściej w specyficznych warunkach, np. w laboratoriach bądź w energetyce, gdzie podlega pewnym obostrzeniom.

Ochrona przez **zastosowanie nie uziemionych połączeń wyrównawczych miejscowych** polega na połączeniu ze sobą wszystkich jednocześnie dostępnych części przewodzących obcych i części przewodzących dostępnych odpowiednim przewodem wyrównawczym, co zapobiega pojawieniu się niebezpiecznych napięć dotykowych

System nie uziemionych połączeń wyrównawczych miejscowych nie powinien mieć połączenia z ziemią przez łączone części przewodzące dostępne lub obce.

Ochrona przez **zastosowanie separacji elektrycznej** polega na zasilaniu (jednego lub więcej) chronionego urządzenia ze źródła separacyjnego, którym najczęściej jest odpowiedni transformator lub przetwornica. Części czynne obwodu separowanego nie mogą być połączone w żadnym punkcie z innym obwodem lub z ziemią. Ewentualne dotknięcie do elementów takiego obwodu przez człowieka nie powoduje porażenia, gdyż nie zamyka się droga dla prądu porażeniowego, co przesądza o skuteczności takiego rozwiązania. Jednakże dla poprawności działania tego środka obwód odbiorczy podlega licznym obostrzeniom - powinien być tak wykonany, aby ograniczyć możliwość zwarć doziemnych.

Wartość napięcia w obwodzie wtórnym nie może być większa niż 500 V.

Równoczesna **ochrona przed dotykiem bezpośrednim i dotykiem pośrednim** polega na zasilaniu urządzeń bardzo niskim napięciem, nie stanowiącym zagrożenia dla człowieka, spełniającego odpowiednie warunki źródła energii takiego, jak:

1. transformator ochronny albo urządzenie równoważne (przetwornica)
2. źródło elektrochemiczne (np. bateria akumulatorów).

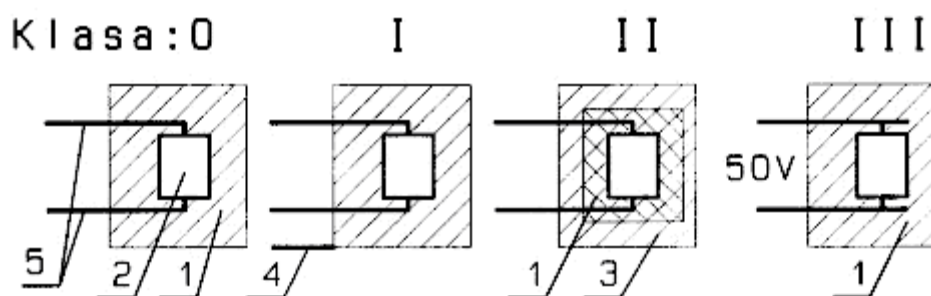
Obwód ma być odseparowany od ziemi (SELV) lub uziemiony (PELV). Gniazda wtyczkowe i wtyczki stosowane w obwodach o bardzo niskim napięciu nie mogą pasować do wtyczek i gniazd wtyczkowych stosowanych w innych obwodach.

Stopień ochrony zapewniany przez obudowy (tzw. **kod IP**) jest miarą ochrony zapewnianej przez obudowy przed dostępem do znajdujących się w nich części niebezpiecznych, jak też przed wnikaniem obcych ciał stałych i/lub wody do wnętrza.

Kod IP składa się z dwóch cyfr charakterystycznych, których podawanie jest obowiązkowe – ich znaczenie podano w poniższej tabeli. Jeżeli cyfra charakterystyczna nie jest określona lub jest nieistotna, jej miejsce w kodzie IP zajmuje znak X (np. IPX5, IPX2, IPXXC).

4. Klasyfikacja ochrony przeciwporażeniowej

Urządzenia elektryczne, z punktu widzenia ochrony przeciwporażeniowej, dzieli się na cztery **klasy ochronności**: 0, I, II i III.



Klasy ochronności urządzeń elektrycznych

*1 - izolacja podstawowa, 2 - części czynne urządzenia, 3 - izolacja dodatkowa,
4 - przewód ochronny, 5 - przewody zasilające*

Klasa 0 - urządzenia, w których zastosowano tylko izolację podstawową, nie mające zacisku uziemienia ochronnego i łączone z siecią zasilającą przewodem dwużyłowym bez żyły ochronnej, zakończonym wtykiem bez styku ochronnego (jeżeli jest to przewód ruchomy). Oznacza to, iż taki wyrób wyposażono tylko w ochronę przed dotykiem bezpośrednim, natomiast ochrona przed dotykiem pośrednim nie jest konstrukcyjnie przewidziana.

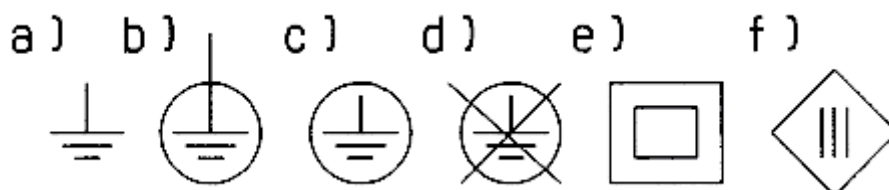
Klasa I - urządzenia, w których zastosowano izolację podstawową i wyposażono je w zaciski ochronne do łączenia części przewodzących dostępnych z przewodem ochronnym układu sieciowego, czyli przewidziane do objęcia ochroną przed dotykiem pośrednim. Zacisk ochronny powinien być oznaczony symbolem uziemienia ochronnego, który jest często utożsamiany z oznaczeniem I klasy ochronności.

Klasa II - urządzenia, w których zastosowano izolację podstawową oraz izolację dodatkową - wszystkie części przewodzące dostępne są, niezależnie od izolacji roboczej, oddzielone od części czynnych izolacją podwójną lub wzmocnioną, której konstrukcja uniemożliwia powstanie uszkodzenia grożącego porażeniem w warunkach normalnego użytkowania podczas założonego czasu trwałości wyrobu. Urządzenia te nie potrzebują doprowadzenia przewodu ochronnego, nie mają więc zacisku ochronnego i są łączone z siecią zasilającą dwużyłowym przewodem (jednakże niektóre z nich mogą być wyposażone w wewnętrzny zacisk ochronny, którego obecność wynika z innych wymagań). Ruchomy przewód

powinien być zakończony wtyczką ze „ślepy” wgłębieniem na styk ochronny gniazda wtykowego lub płaskim wtykiem z kołkami stykowymi pokrytymi do połowy długości powłoką izolacyjną ze względu na bezpieczeństwo dotykowe.

Symbol graficzny II klasy ochronności pokazuje poniższy rysunek. Symbol przedstawiony na rys. d) należy umieszczać na zewnątrz i wewnątrz obudowy urządzenia elektrycznego, gdy spełnia ona warunki II klasy ochronności lub izolacji równoważnej.

Klasa III - urządzenia, które mogą być zasilane jedynie bardzo niskim napięciem bezpiecznym SELV (Safety Extra-Low Voltage) lub bardzo niskim napięciem ochronnym PELV (Protection Extra-Low Voltage), a więc o wartości nie większej niż 50 V prądu przemiennego i 120 V prądu stałego. Symbol graficzny III klasy ochronności pokazuje rys. poniżej.



Symbole graficzne uziemienia i klas ochronności:

a - uziemienie (symbol ogólny),

b - uziemienie ochronne,

c - uziemienie ochronne, symbol spotykany,

d - symbol na urządzeniu - urządzenie spełniające warunki II klasy ochronności lub izolacji równoważnej,

e - oznaczenie II klasy ochronności,

f - oznaczenie III klasy ochronności

5. Rodzaje sieci

Obwody instalacji elektrycznych niskiego napięcia mogą być wykonane w różnych układach sieciowych, które mogą różnić się między sobą różnymi systemami ochrony przeciwporażeniowej, sposobem uziemiania punktów neutralnych oraz liczbą przewodów wiodących prąd. Układy sieciowe są oznaczone kodem literowym w którym przyjęto konwencję oznaczenia pierwszą literą związku układu sieci z ziemią, natomiast druga litera oznacza sposób połączenia z ziemią części przewodzących urządzeń, które w warunkach normalnej pracy układu nie są pod napięciem. Trzecia i czwarta litera w stosowanym kodzie określa, czy układ ma wspólny przewód ochronno-neutralny, czy też przewody ochronny i neutralny są rozdzielone. Poszczególne litery kodu literowego oznaczają: T - ziemia, N - neutralny, I - izolowany, C - łączony, wspólny, S - rozdzielony.

Układy sieci TN

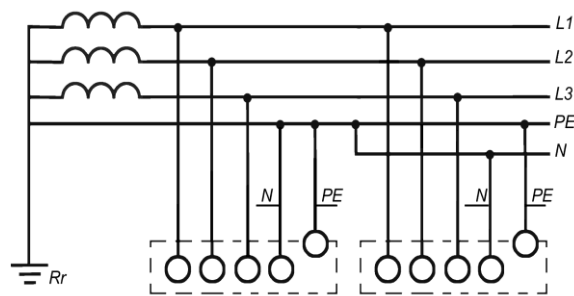
Układ sieci TN jest najbardziej rozpowszechnionym układem sieciowym w sieciach komunalnych zasilających odbiorców indywidualnych oraz przemysłowych.

W układach sieci TN punkt neutralny jest bezpośrednio uziemiony, a części przewodzące dostępne odbiorników są połączone z tym punktem:

- przewodem ochronnym PE, w układzie sieciowym TN-S,
- przewodem ochronno-neutralnym PEN w układzie sieci TN-C,
- przewodem ochronnym PE w części układu i przewodem ochronno-neutralnym PEN w części układu.

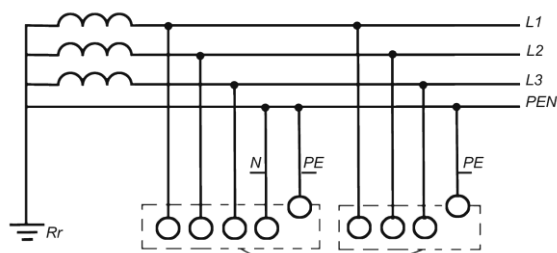
Na rysunkach przedstawiono odpowiednio układy sieci TN-C, TNC-S, TN-S.

Dotychczas w kraju najczęściej stosowany był układ sieci TN-C. W układzie tym występuje wspólny przewód ochronno-neutralny PEN.



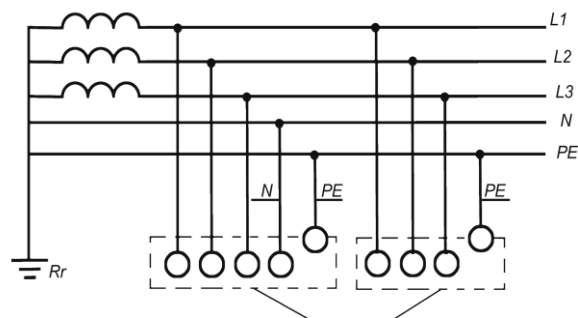
części przewodzące dostępne

Układ sieci TN-C-S. L1,2,3 - przewody fazowe, PE-przewód ochronny, N-przewód neutralny, Rr-uziemienie robocze.



Części przewodzące dostępne

Układ sieci TN-C. L1,2,3 - przewody fazowe, PE-przewód ochronny, N-przewód neutralny, PEN-przewód ochronno-neutralny, Rr-uziemienie robocze



Części przewodzące dostępne

Układ sieci TN-S. L1,2,3 - przewody fazowe, PE-przewód ochronny, N-przewód neutralny, Rr-uziemienie robocze

W związku ze zmianą wymagań dotyczących bezpieczeństwa porażeniowego, koniecznością staje się stosowanie układu sieci TN-S lub TN-C-S w nowo wykonywanych i modernizowanych układach sieciowych.

W układach sieci TN-S oraz TN-C-S następuje rozdzielanie funkcji przewodu ochronno-neutralnego PEN na przewód ochronny PE i neutralny N co powoduje wyeliminowanie takich zjawisk jak:

- pojawienie się napięcia fazowego na obudowach metalowych odbiorników, wywołane przerwą ciągłości przewodu PEN,
- pojawienie się na przewodzie PEN napięcia niekorzystnego dla użytkowanych odbiorników, wywołanego przepływem przez ten przewód prądu wyrównawczego, spowodowanego zaistnieniem asymetrii prądowej w instalacji.

Rozdzielenie funkcji przewodu ochronno-neutralnego PEN na przewód ochronny PE i neutralny N należy wykonywać w złączu, w tablicy głównej lub rozdzielniczy głównej budynku, a punkt rozdziálu powinien być uziemiony, co umożliwia utrzymanie potencjału ziemi na przewodzie ochronnym PE przyłączonym do części przewodzących dostępnych urządzeń elektrycznych w normalnych warunkach pracy instalacji elektrycznej.

W układzie sieciowym TN należy wykonać dodatkowe uziemienia robocze przewodu ochronno-neutralnego oraz uziemienia robocze w licznych punktach, ponieważ w razie wystąpienia braku ciągłości przewodu ochronno-neutralnego na chronionym urządzeniu mogłoby się pojawić pełne napięcie fazowe w stosunku do ziemi.

W układach sieciowych TN w każdej rozdzielnicy powinno być wykonane uziemienie robocze natomiast dodatkowe uziemienie robocze należy wykonywać w następujących układach urządzeń:

- w sieciach napowietrznych na końcach każdej linii i na końcu każdego odgałęzienia o długości większej niż 200 m,
- na końcu każdego przyłącza sieci napowietrznej o długości większej niż 100 m,
- wzdłuż trasy linii napowietrznej tak, aby odległość między przewodem ochronnym i uziemieniem roboczym nie była większa niż 500 m, w każdym przyłączu sieci kablowej do budynku.

Uziemienia punktów neutralnych stacji transformatorowo-rozdzielczych oraz przewody ochronno-neutralne powinny być połączone z istniejącymi uziomami naturalnymi. W razie wystąpienia zwarcia pomiędzy żyłą przewodu PEN lub żyłą przewodu PE oraz dowolną żyłą przewodu fazowego powinno nastąpić samoczynne wyłączenie zasilania w czasie określonym w pkt. 413.1.3.3. Polskiej Normy PN-IEC 60364-4-41.

W układach sieciowych TN należy wykonywać miejscowe połączenia wyrównawcze w celu wyeliminowania różnicy potencjałów pomiędzy odbiornikami i częściami przewodzącymi obcymi.

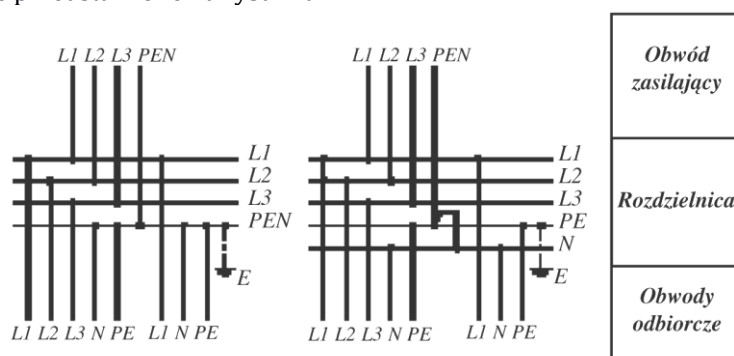
Wielokrotne uziemianie przewodu ochronnego PE i ochronno-neutralnego PEN w układzie sieci TN, w którym stosowane jest samoczynne wyłączenie zasilania, jako ochrona przed dotykiem pośrednim, powoduje:

- obniżenie napięcia na nieuszkodzonym przewodzie ochronnym PE połączonym z miejscem zwarcia,
- utworzenie drogi zastępczej prądu zwarciovego w przypadku przerwania przewodu ochronnego PE lub ochronno-neutralnego PEN,
- obniżenie napięcia na przewodzie ochronnym PE lub ochronno-neutralnym PEN, który został przerwany (odłączony od punktu neutralnego sieci) i który jest jednocześnie połączony z miejscem zwarcia.

Możliwe są dwa rozwiązania rozdzielnic (złącze, tablica główna, rozdzielnica główna) w układzie TN-C-S:

- z zastosowaniem czterech szyn zbiorczych,
- z zastosowaniem pięciu szyn zbiorczych.

Rozwiązania te przedstawiono na rysunku:

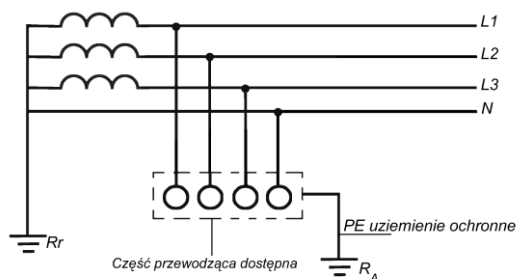


Rozdzielnice w układzie TN-C-S. L1,2,3 - przewody fazowe, PE - przewód ochronny, PEN - przewód ochronno-neutralny, N - przewód neutralny,

Często w zakładach przemysłowych do zasilania odbiorów dużych mocy stosuje się jeszcze układy sieci TT lub IT.

Układ sieci TT

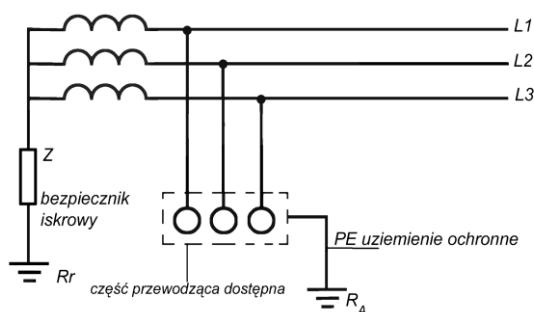
W układzie sieci TT punkt neutralny jest bezpośrednio uziemiony, a części przewodzące dostępne odbiorników są połączone przewodami ochronnymi z uziomami, niezależnymi od uziomu roboczego. Na rysunku przedstawiono układ sieci TT.



Układ sieci TT. *L1,2,3* - przewody fazowe, *N* - przewód neutralny,
R_r - uziemienie robocze, *R_A* - uziemienie ochronne.

Układ sieci IT

W układzie sieciowym IT wszystkie części będące pod napięciem są izolowane od ziemi, punkt neutralny układu sieci jest połączony z ziemią przez impedancję o dużej wartości, natomiast części przewodzące dostępne są bezpośrednio połączone z ziemią niezależnie od uziemienia punktu neutralnego sieci. Na rysunku przedstawiono układ sieci IT.



Układ sieci IT. *L1,2,3* - przewody fazowe, *N* - przewód neutralny,
R_r - uziemienie robocze, *R_A* - uziemienie ochronne.

6. Pierwsza pomoc osobom porażonym prądem elektrycznym

Objawy porażenia prądem elektrycznym:

- ból
- poparzenia skóry
- zaburzenia w oddychaniu
- utrata przytomności

Jeśli znajdziemy się w sytuacji, że dana osoba została porażona prądem elektrycznym i będzie wymagała od nas udzielenia jej pierwszej pomocy, to należy postępować wg schematu opisanego poniżej:

1. NIE WOLNO DOTYKAĆ OSOBY PORAŻONEJ PRĄDEM ELEKTRYCZNYM, ZANIM NIE ODŁĄCZY SIĘ JEJ OD ŹRÓDŁA PRĄDU!

Należy bezwzględnie przestrzegać tej zasady, pamiętając jednocześnie, że nasze bezpieczeństwo w takich sytuacjach jest priorytetowe. Jeśli osoba porażona znajduje się nadal pod wpływem prądu, to postaraj się najpierw wyłączyć bezpieczniki, odłączyć źródło prądu. Natomiast, jeśli jest to niemożliwe, to spróbuj taką osobę odciągnąć (uwolnić), używając do tego celu materiałów nieprzewodzących prądu elektrycznego (wykorzystaj sweter, koszulkę, drewniany kij od miotły). Czasem zdarza się, że taka osoba trzyma się kurczowo źródła prądu (np. przewodu), wtedy może się okazać, że jej odciągnięcie nie będzie takim łatwym zadaniem.

2. Sprawdź stan poszkodowanego:
 - czy jest przytomny
 - czy ma puls i czy oddycha
3. Wezwij pogotowie ratunkowe (nr telefonu to 999 lub 112)
4. Jeśli poszkodowany nie oddycha, nie ma puls, to przystąp do reanimacji
5. Jeśli poszkodowany ma puls i oddycha, ale jest nieprzytomny, to ułóż go w pozycji bocznej bezpiecznej
6. Załóż opatrunek na oparzone miejsca
7. Pozostań przy poszkodowanym do czasu przyjazdu karetki, a także do momentu przejęcia nad nim opieki przez lekarza.

Przed wykonaniem masażu serca udrażniamy drogi oddechowe i sprawdzamy oznaki zatrzymania oddechu jako pośredniej oznaki zatrzymania krążenia (nie dłużej niż 10 s) wg zasady "widzę (unoszenie klatki piersiowej), słyszę (oddech), czuję (ruch powietrza).

Brak tych objawów jest sygnałem do rozpoczęcia reanimacji.

Reanimację (RKO) poszkodowanego przeprowadzamy w następujący sposób:

Niemowlę do 1 roku życia:

- rozpoczęcie działań ratujących od 5 wdechów, a następnie 30 ucisków
- miejsce ucisku: jeden palec poniżej linii sutkowej
- głębokość ucisku: 1.5 - 2.5 cm
- częstotliwość ucisku mostka - 100 na minutę (ok. 2 razy na sekundę)
- proporcje ucisk - wdech - 15:2

Dziecko od 1 roku życia do okresu pokwitania:

- rozpoczęcie działań ratujących życie od 5 wdechów, a następnie 30 ucisków
- miejsce ucisku: jeden palec powyżej dolnej linii mostka
- głębokość ucisku: 2.5 - 3.5 cm
- częstotliwość ucisku: 100 na minutę
- proporcje ucisk - wdech - 30:2

Osoba dorosłej:

- rozpoczęcie działań ratujących od 30 uciśnień
- miejsce ucisku: dwa palce powyżej dolnej linii mostka
- głębokość ucisku: 4 - 5 cm
- częstotliwość ucisku: 100 na minutę
- proporcje ucisk - wdech - 30:2

Podczas reanimacji poszkodowany leży na plecach, na twardym, nieelastycznym podłożu. Zaczynamy od odgięcia głowy do tyłu i dwukrotnego wdmuchnięcia powietrza do płuc. Na wybranym miejscu (dwa palce powyżej dolnego końca mostka) kładzie się dłoń, przy czym palce powinny być odgięte ku górze, by nie dotykać klatki piersiowej. Drugą dłoń kładziemy na grzbiet dolnej ręki. Ramiona muszą znajdować się w pozycji prostopadłej do klatki piersiowej. Przy wyprostowanych łokciach, na zasadzie dźwigni, naciskamy na mostek wgłębiając go na 4-5 cm w kierunku kręgosłupa z częstotliwością około 100 razy na minutę (ok 2 razy na sekundę!). Siła uciskania powinna wynikać z przeniesienia masy ciała ratującego, a nie z pracy jego mięśni. W ten sposób oszczędza się siły przy długotrwałej akcji reanimacyjnej i zapewnia wywieranie prostopadłego nacisku.

W przypadku dziecka masaż serca wykonujemy jedną ręką, a u niemowlaka dwoma palcami.

Od reanimacji możemy odstąpić w momencie gdy:

- poszkodowany odzyskał funkcje życiowe
- przyjechały służby ratownicze i przejęły od nas poszkodowanego
- naszemu życiu zagraża bezpieczeństwo
- brakuje nam sił

Przy tym ostatnim warto pamiętać, że wtedy poszkodowany z każdą sekundą traci szanse na przeżycie, dlatego warto rozejrzeć się, czy nie ma kogoś w pobliżu, aby pomógł podczas reanimacji i nas zastąpił.

Pytania, które często są zadawane na egzaminie.

1. Co to jest prąd elektryczny i jak mierzymy jego napięcie?
2. Jakie mamy rodzaje prądu elektrycznego?
3. Jakie zadanie pełni przewód ochronny i jakiego jest koloru?
4. Czym różni się przewód ochronny od przewodu neutralnego?
5. Opisz działanie wyłącznika nadmiarowoprądowego.
6. Opisz działanie wyłącznika różnicowoprądowego.
7. W jakich typach sieci nie można stosować wyłącznika różnicowoprądowego i dlaczego?
8. Jaka jest wartość napięcia międzyfazowego prądu trójfazowego?
9. Kto to jest poleceniodawca?
10. Za co odpowiada przewód wyrównawczy i jakiego jest koloru?
11. Co oznaczają terminy SELV i PELV?
12. Jakie czynności należy wykonać przed przystąpieniem do wykonywania pracy przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych wyłączonych spod napięcia?
13. Jakie wartości napięcia uznawane są za bezpieczne?
14. Wymień kilka środków ochrony przeciwporażeniowej i opisz każdy z nich.
15. Czym różni się uziemianie od zerowania?
16. Na czym polega równoczesna ochrona przed dotykiem bezpośrednim i dotykiem pośrednim?
17. Opisz klasyfikację ochrony przeciwporażeniowej.
18. Jak oznaczany jest stopień ochrony obudów?
19. Czym różni się sieć TN-C-S od sieci TN-S?
20. Czy przewód PEN pełni jednocześnie funkcję przewodu ochronnego i neutralnego? Jakiego jest koloru?
21. Czym różni się sieć TT od sieci IT i gdzie najczęściej występują tego rodzaju sieci?
22. Jaki rodzaj sieci zaleca się stosować w nowoczesnym budownictwie?
23. Jak należy postąpić będąc świadkiem porażenia osoby prądem elektrycznym?
24. Jak przeprowadzamy reanimację u osoby dorosłej? A jak u dzieci?
25. W jakich przypadkach wolno nam przerwać reanimację poszkodowanego?

Bibliografia:

1. Bolkowski Stanisław: *Elektrotechnika Teoretyczna Tom 1: Teoria obwodów elektrycznych*. Warszawa: Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 1986
2. Krzysztof Majka: *Ochrona przeciwporażeniowa w urządzeniach elektroenergetycznych niskiego napięcia*. Wyd. II, poprawione. Lublin: Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, 2003.
3. Materiały zawarte na forum elektroda.pl oraz na stronie wikipedia.pl

Opracował Mateusz Mika

Wykonano dla potrzeb dydaktycznych kanału YouTube [matemika](#) oraz portalu [iautomatyka.pl](#)

Lipiec 2016 r.