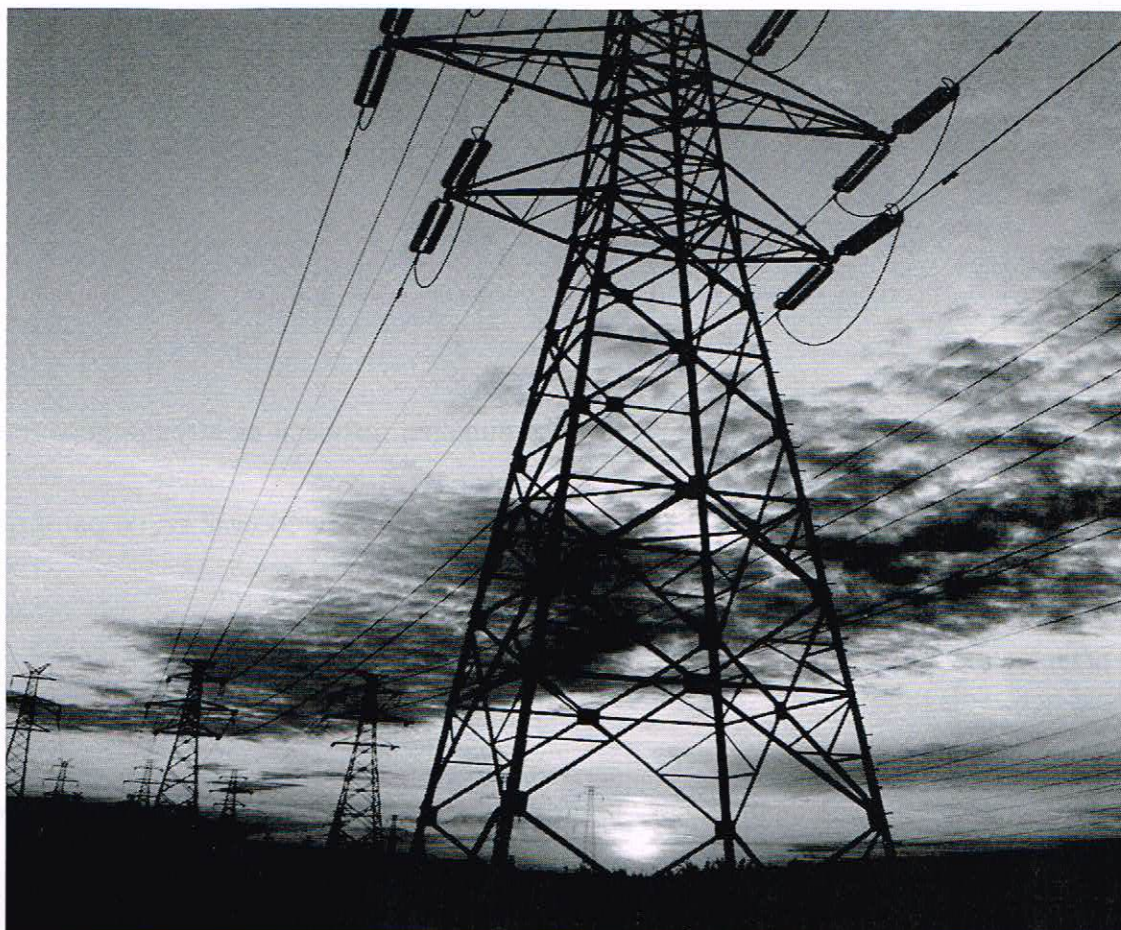


MATERIAŁY SZKOLENIOWE

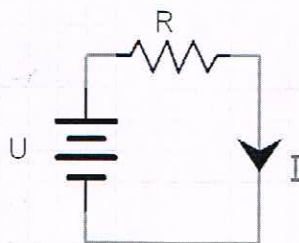


***Eksploatacja urządzeń, instalacji i sieci energetycznych
wytwarzających, przetwarzających, przesyłających
i zużywających energię elektryczną***

*Szkolenie elektryczne/energetyczne na stanowisku eksploatacji do 1 kV
wg normy PN-HD 60364*

Podstawy elektrotechniki - pojęcia ogólne

Zależność między przepływem prądu elektrycznego (I) a wartością napięcia (U) przy stałej rezystancji (R) obciążenia odbiornika opisuje prawo Ohma: . Zależność ta mówi, że im większe jest napięcie tym większy płynie prąd – napięcie jest wprost proporcjonalne do prądu przy stałej rezystancji obciążenia.



Wartość skuteczna napięcia jednofazowego w komunalnej instalacji elektroenergetycznej wynosi 230 V, a międzyfazowego 400 V.

Prąd przepływający przez człowieka lub zwierzę, który może powodować skutki patofizjologiczne to **prąd rażeniowy**. Prąd rażeniowy zależy od 3 czynników:

1. rodzaj prądu (przemienny – AC lub stały – DC),
2. czas przepływu prądu,
3. wartość natężenia prądu.

Człowiek odczuwa przepływ prądu rażeniowego o średnich wartościach:

- 0,1-0,6 mA - próg odczuwania przepływu prądu w miejscu styku z elektrodą o małej powierzchni, mrowienie,
- 0,8-2 mA - wyczuwalność wyraźna, łaskotanie i swędzenie, lekkie skurcze mięśni dłoni,
- 2-4 mA - wyczuwalność bolesna, cierpięcie dłoni i przegubów, lekkie usztywnienie rąk i nieznaczny wzrost ciśnienia tętniczego krwi,
- 4-5 mA - silna reakcja nerwowa, nerwobóle przedramienia, lekkie skurcze dłoni, usztywnienie i drżenie rąk,
- 5-15 mA - skurcze przedramienia i ramion dochodzące do palców, trudności samodzielnego oderwania się od elektrod, wzrost ciśnienia tętniczego krwi, zaburzenia rytmu serca i oddechu występują po kilku minutach,
- **15-30 mA - bardzo silne i bolesne skurcze mięśni rąk, samodzielne uwolnienie się rażonego (bez pomocy) jest niemożliwe, możliwość zatrzymania czynności serca w fazie rozkurczu,**
- 22-50 mA - skurcze tężcowe mięśni rąk i klatki piersiowej, niemożliwość dokonania wydechu, arytmia serca i duże prawdopodobieństwo zatrzymania jego czynności, utrata świadomości, możliwe migotanie komór serca.

W wyniku przepływu prądu elektrycznego przez człowieka powstają skutki, które dzielą się na dwa rodzaje:

➤ **FIZYKALNE, np.:**

- znamiona prądowe w miejscu zetknięcia się ciała z częścią przewodzącą pod napięciem;
- oparzenia wewnętrzne, np. stawów;
- oparzenia łukiem elektrycznym lub wskutek dotknięcia rozgrzanego prądem przewodnika;
- uszkodzenia oczu wskutek działania promieni ultrafioletowych lub dużej luminacji łuku elektrycznego;
- uszkodzenia mechaniczne wskutek upadku z wysokości spowodowanego rażeniem elektrycznym.

➤ **PATOFIZJOLOGICZNE, np.:**

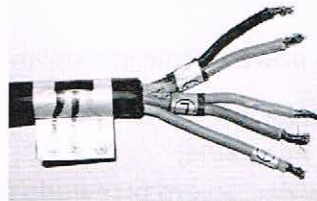
- różnorodne reakcje mięśni nie wywołujące skutków zagrażających zdrowiu i życiu (mrowienie, uczucie ciepła, ból);
- skurcze mięśni najpierw dłoni, potem klatki piersiowej;
- podwyższone ciśnienie krwi;
- migotanie komór serca,
- zatrzymanie pracy serca.

Terminologia związana z elektroenergetyką powszechnie stosowana w środowisku elektryków to m.in.:

- **Część czynna** – żyła przewodu lub część przewodząca instalacji elektrycznej będąca pod napięciem roboczym w warunkach normalnej pracy instalacji elektrycznej wraz z przewodem neutralnym N, lecz z wyłączeniem przewodu ochronno-neutralnego PEN.
- **Część przewodząca dostępna** - część przewodząca nie będąca częścią instalacji elektrycznej, która może być dotknięta i która w warunkach normalnej pracy instalacji nie znajduje się, lecz może się znaleźć pod napięciem w wyniku uszkodzenia izolacji roboczej. Część przewodząca wyposażenia elektrycznego która może znaleźć się pod napięciem tylko w przypadku uszkodzenia innej części przewodzącej dostępnej, nie jest uważana za część przewodzącą dostępną.
- **Część przewodząca obca** - część przewodząca nie będąca częścią instalacji elektrycznej, która może znaleźć się pod określonym potencjałem, zazwyczaj pod potencjałem ziemi.
- **Potencjał swobodny** – dowolny potencjał w danej chwili.
- **Części jednocześnie dostępne (i obce)** – części czynne, obce, przewodzące, znajdujące się w zasięgu ręki, które mogą być równocześnie dotknięte dowolną częścią ciała.
- **Dotyk bezpośredni** – dotknięcie przez człowieka lub zwierzęcia części czynnych niebezpiecznych (pod napięciem roboczym).
- **Dotyk pośredni** – dotknięcie przez człowieka lub zwierzę części przewodzącej dostępnej, która znalazła się pod napięciem roboczym w warunkach zakłóceń.
- **Izolacja podstawowa** – izolacja między częścią czynną a obudową urządzenia elektrycznego.
- **Izolacja robocza** – izolacja niedostępna dla użytkownika; występuje między jedną częścią czynną a inną częścią czynną, np. taśma izolacyjna.

Energia elektryczna (prąd elektryczny) dostarczany jest do odbiorników przy użyciu przewodów. Instalacje energoelektryczne mogą składać się z przewodów:

- **Przewód ochronny PE** – przewód, który przyłącza się do części przewodzących i obcych w celu objęcia ich ochroną przed dotykiem pośrednim (barwa żółto-zielona **70%/30%**). Przewód ten nie może być przewodem roboczym, gdyż płynie w nim prąd tylko i wyłącznie w warunkach zakłóceńowych – przewód ten jest stosowany do celów przeciwporażeniowych
- **Przewód neutralny N** – jest to przewód połączony bezpośrednio z punktem neutralnym sieci zasilającej. Jest to przewód roboczy barwy jasnoniebieskiej.
- **Przewód neutralno-ochronny PEN** – przewód spełniający jednocześnie dwie funkcje w sieci: PE i N, ale nie jest on przewodem roboczym. Jest to przewód ochronny barwy żółto-zielonej z końcówkami jasnoniebieskimi (wszystkie kolory muszą być jednocześnie widoczne).
- **Przewody skrajne** – przewody fazowe AC (**brązowy, czarny i szary**) i przewody dodatni i ujemny DC.



Dotychczasowo stosowane pojęcie „napięcia bezpiecznego” zostało zastąpione przez pojęcie „napięcia dotykowego dopuszczalnego” (roboczego lub dotykowego), które może utrzymywać się długotrwale w określonych warunkach oddziaływania otoczenia.

Rodzaj prądu	U _t [V]	Szczególnie niekorzystne warunki środowiskowe		
		R _c ≥ 1 kOhm	R _c < 1 kOhm	„mokre”
AC (do 500 Hz)	50		25	12
DC	120		60	30

Wszelkie kwestie elektroenergetyczne regulowane są przez prawo i przepisy.

Norma przewiduje następujące rodzaje ochrony:

- ochrona przed dotykiem bezpośrednim, (podstawowa)
- ochrona przed dotykiem pośrednim, (dodatkowa)
- ochrona przed skutkami termicznymi,
- ochrona przed prądem przetężeniowym,
- ochrona przed prądem zakłóceńowym,
- ochrona przed przepięciami.

Norma wprowadza dwa nowe środki ochrony przeciwporażeniowej, którymi są urządzenia do samoczynnego wyłączenia zasilania:

- wyłącznik nadmiarowo-prądowy,
- wyłącznik różnicowoprądowy.

Czas wyłączenia zasilania w instalacji objętej działaniem urządzeń do samoczynnego wyłączenia zasilania o napięciu 230 V – 400 V w miejscach ogólnodostępnych wynosi 0,2 s.

Podział wyłączników nadmiarowo-prądowych występuje ze względu na krotność prądu znamionowego załączania:

- **B** – 3-5 krotności prądu znamionowego,
- **C** – 5-10 krotności prądu znamionowego,
- **D** – 10-20 krotności prądu znamionowego.



Podział wyłączników różnicowoprądowych występuje ze względu na:

- Czułość prądu różnicowego:
 - * wysokoczułe (15 mA),
 - * średniczułe (300 mA),
 - * niskoczułe (500 mA).
- Rodzaj prądu:
 - * AC – sinusoidalny,
 - * A – prąd przemienny sinusoidalny, prąd sinusoidalny wyprostowany jednopółwkowo i impulsowy,
 - * B – prąd przemienny sinusoidalny, prąd sinusoidalny wyprostowany jednopółwkowo i impulsowy, prąd stały.



Zasady budowy, działania oraz warunki techniczne obsługi urządzeń, instalacji i sieci elektrycznych

Urządzenia elektryczne ze względu na ich zastosowanie, stopień ochrony przeciwporażeniowej oraz sposób podłączenia do sieci/instalacji elektrycznej są podzielone na 4 klasy ochronności:

- Urządzenia **klasy 0** mają zapewnioną jedynie ochronę **przed dotykiem bezpośrednim** (*ochrona podstawowa*), którą zapewnia izolacja podstawowa. **Brak zacisku ochronnego.** W przypadku uszkodzenia izolacji, ochroną przeciwporażeniową powinno zapewnić umieszczenie urządzenia poza zasięgiem ręki oraz izolowanie stanowiska. W Polsce urządzenia tej klasy dopuszcza się do użytkowania w przypadku braku jednoczesnego kontaktu człowieka z urządzeniem oraz potencjałem ziemi. **W przypadku klasy 0 nie stosuje się żadnych oznaczeń.**
- Urządzenia **klasy I** posiadają **izolację podstawową**, która zapewnia ochronę przed dotykiem bezpośrednim. Ponadto w celu zapewnienia ochrony przed dotykiem pośrednim (*ochrona przy zakłóceniu* lub *ochrona dodatkowa*) stosuje się przyłączenie do zacisku ochronnego urządzenia, przewodu ochronnego (PE) lub przewodu ochronno-neutralnego (PEN). Występuje **zawsze zacisk ochronny** stanowiący element układu ochrony dodatkowej przez **samoczynne wyłączenie zasilania**.



Dzięki temu osiąga się:

- * ochronę przez samoczynne wyłączenie zasilania przez zastosowanie odpowiednich urządzeń,
- * ograniczenie napięć dotykowych do poziomów nieprzekraczających wartości napięcia dotykowego bezpiecznego (U_L) ustalonego dla danych warunków środowiskowych.

Zacisk ochronny oznacza się odpowiednim symbolem:



- Urządzenia klasy II charakteryzują się zastosowaniem izolacji wzmocnionej, która zapewnia zarówno ochronę przed **dotykem bezpośrednim**, jak i **pośrednim**. Innym sposobem zapewnienia ochrony przeciwporażeniowej w urządzeniach II klasy ochronności jest **zastosowanie izolacji podstawowej oraz dodatkowej**. Ponieważ zastosowana jest izolacja wzmocniona lub dodatkowa, to **nie jest konieczne połączenie obudowy urządzenia z przewodem ochronnym uziemiającym**, i można zasilać urządzenia tej klasy np. przez kable dwużyłowe ze złączami IEC C7 (tzw. "ósemka"). **Brak zacisku ochronnego.**

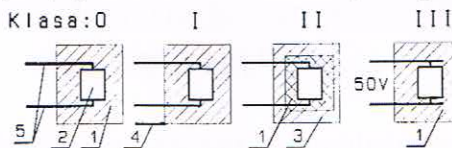
Urządzenia II klasy ochronności oznaczane są, np. na tabliczce znamionowej, **odpowiednim symbolem (tzw. kwadrat w kwadracie)**.



- W urządzeniach klasy III ochronę przeciwporażeniową zapewnia się przez zasilanie napięciem bardzo niskim (ELV) o wartości nieprzekraczającej dopuszczalnego napięcia dotykowego bezpiecznego (U_L) dla danych warunków środowiskowych. Urządzenia tej klasy oznacza się odpowiednim symbolem.



Na poniższej ilustracji przedstawiono graficznie sposoby wykonania urządzeń elektrycznych o różnych klasach ochronności oraz ich przyłączenie do sieci elektrycznej.



Dla zapewnienia ochrony przeciw porażeniowej, urządzenia elektryczne posiadają klasy szczelności – oznakowanie wg „IP”.

Pierwszy znak (IPx0): zabezpieczenie przed ciałami stałymi (zgodnie z PN-EN 60529:2003)	
Poziom	Rodzaj ochrony
0	brak ochrony
1	ochrona przed ciałami o wielkości ponad 50 mm (przypadkowy dotyk dłonią)
2	ochrona przed ciałami o wielkości ponad 12,5 mm (przypadkowy dotyk palcem)
3	ochrona przed ciałami o wielkości ponad 2,5 mm (przypadkowy dotyk drutem lub wkrętakiem)
4	ochrona przed ciałami o wielkości ponad 1 mm (cienkie narzędzie, cienki przewód)
5	ochrona przed wnikaniem pyłu w ilościach zakłócających pracę urządzenia
6	całkowita ochrona przed wnikaniem pyłu

Drugi znak (IP0x): zabezpieczenie przed wnikaniem wody (zgodnie z PN-EN 60529:2003)

Poziom	Rodzaj ochrony
0	brak ochrony
1	ochrona przed kroplami wody spadającymi pionowo (z kondensacji)
2	ochrona przed kroplami wody padającymi na obudowę pod kątem 15° względem położenia normalnego
3	ochrona przed kroplami padającymi pod kątem 60° od pionu
4	ochrona przed kroplami padającymi pod dowolnym kątem, ze wszystkich stron (deszcz)
5	ochrona przed strumieniem wody z dowolnego kierunku
6	ochrona przed silnymi strumieniami wody lub zalewaniem falą z dowolnego kierunku
7	ochrona przed zalaniem przy zanurzeniu na taką głębokość, aby dolna powierzchnia obudowy znajdowała się 1 m pod powierzchnią wody, a górna nie mniej niż 0,15 m w czasie 30 min
8	ochrona przed zalaniem przy ciągłym zanurzeniu i zwiększonym ciśnieniu wody (1 m głębokości)
9	ochrona przed zalaniem strugą wody pod ciśnieniem (80-100 barów, o temperaturze do +80 °C) zgodnie z normą DIN 40050

Obowiązująca norma PKN PN-HD 60364 zapewnia techniczne środki ochrony przeciwporażeniowej, którymi jest:

1. **Ochrona podstawowa** (w warunkach normalnych, braku uszkodzenia), i zapewniona jest przez:

- A. **Izolację podstawową części czynnych** (powszechnie stosowane)
- B. **Stosowanie przegród lub/i obudów** (powszechnie stosowane)
- C. **Stosowanie przeszkód** (przez osoby wykwalifikowane)
- D. **Umieszczanie poza zasięgiem ręki** (przez osoby wykwalifikowane)

2. **Ochrona przy uszkodzeniu**, i zapewniona jest przez:

Powszechnie stosowane:

- A. Samoczynne wyłączenie zasilania,
- B. Izolacja podwójna lub wzmocniona,
- C. Separacja elektryczna do zasilania 1 odbiornika,

Stosowane pod nadzorem osób wykwalifikowanych:

- D. Izolacja stanowiska,
- E. Nieziemianie połączeń wyrównawczych miejscowych,
- F. Separacja elektryczna do zasilania więcej niż 1 odbiornika,

3. **Ochrona przez zastosowanie bardzo niskiego napięcia (Extra Low Voltage):**

dla prądu przemiennego

- **12 V** – w warunkach ekstremalnego zagrożenia,
- **25 V** – tam gdzie są elementy połączone z ziemią (centralne ogrzewanie, wodociąg itp.),
- **50 V** – w pozostałych przypadkach,

w obwodach Safety Extra Low Voltage (SELV) i Protected Extra Low Voltage (PELV).

- **SELV** - jest to obwód napięcia bardzo niskiego występującego w obwodzie bez uziemienia roboczego, zasilany ze źródła napięcia bezpiecznego. Zapewnia niezawodne oddzielenie od innych obwodów.
 - **PELV** (*ang. Protected Extra-Low Voltage*) - obwód napięcia bardzo niskiego, **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 fazowy lub **jeden biegun obwodu powinny być uziemione**. Również części przewodzące dostępne urządzeń i obwodów PELV powinny być uziemione.
 - **FELV** (*ang. Functional Extra-Low Voltage*)- obwód napięcia bardzo niskiego, niezapewniający niezawodne oddzielenia elektrycznego od innych obwodów, a napięcie niskie stosowane jest **ze względów funkcjonalnych**, a **nie dla celów ochrony przeciwporażeniowej**. Źródłem zasilania może być każde urządzenie galwanicznie odseparowane od sieci zasilającej. Źródłem zasilania może być np. autotransformator, transformator obniżający.
- 4. Ochrona uzupełniająca:**
- Urządzenia ochronne różnicowoprądowe do 30 mA,
 - Ochronne połączenia wyrównawcze dodatkowe.

Układy i sieci instalacji elektrycznych

Układ sieciowy jest konfiguracją sieci elektroenergetycznej i określa on:

- sposób połączenia z ziemią neutralnego punktu źródła zasilania (generatora lub transformatora)
- sposób realizacji uziemienia ochronnego odbiorników.

Istnieje wiele kombinacji prowadzenie przewodów sieci elektrycznej w zależności od relacji odbiorników energii elektrycznej ze źródłem zasilania. Wszystkie kombinacje przedstawia poniższa tabela.

Sieci prądu przemiennego – układ jednofazowy	Sieci prądu stałego
2-przewodowy (L + N) 2-przewodowy (L + PEN) 3-przewodowy (L + N + PE)	2-przewodowy (2 x L) 3-przewodowy (2 x L + M) 3-przewodowy (2 x L + PE)
Sieci prądu przemiennego – układ trójfazowy	
3-przewodowy (3 x L) 4-przewodowy (3 x L + N) 4-przewodowy (3 x L + PE) 4-przewodowy (3 x L + PEN) 5-przewodowy (3 x L + N + PE)	

Wszystkie sieci elektroenergetyczne są ściśle opisywane nazewnictwem, które pochodzi od skrótów:

T	<i>terra</i>	ziemia
N	<i>neutrum</i>	neutralny
I	<i>isolate</i>	izolowane
C	<i>common</i>	wspólny
S	<i>separate</i>	rozłączny
N	<i>neutral</i>	przewód neutralny
PE	<i>protection earth</i>	przewód ochronny
PEN	<i>protective earth & neutral</i>	przewód ochronno-neutralny
L1, L2, L3	<i>line</i>	przewody fazowe

neutralny N i przewód ochronny PE.

Norma PN-91/E-05009/03 wyróżnia pięć podstawowych układów sieci:

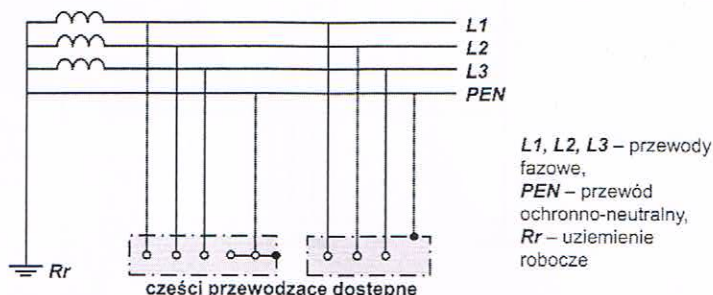
- * TN-C,
- * TN-S,
- * TN-C-S,
- * TT,
- * IT.

Dotychczas w Polsce stosowany był przede wszystkim układ TN-C z przewodem ochronno-neutralnym PEN. W instalacjach elektrycznych, zasilających sprzęt pracujący w sieci komputerowej, mogą być stosowane układy TN-S, TN-C-S oraz TT, ale preferowanym jest układ TN-S.

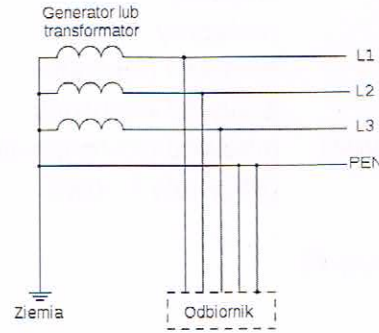
Zgodnie z wprowadzonym w 1995 roku prawem budowlanym, jest to TN-S obowiązujący układ sieci w całej instalacji wewnętrznej nowo budowanych obiektów.

Układ sieci TN jest to najbardziej rozpowszechniony układ sieci w sieciach zasilających odbiorców indywidualnych. W sieci TN przewód neutralny jest bezpośrednio uziemiany, a części odbiorników są połączone z tym punktem:

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



Jednym z najbardziej powszechnych układów TN i nie tylko TN jest układ sieciowy **TN-C**, w którym w całym układzie sieci funkcje przewodu ochronnego PE, jak i funkcje przewodu neutralnego N pełni jeden wspólny przewód ochronno-neutralny **PEN**. W układzie tym w wyniku powstania uszkodzenia przewodu PEN, na **obudowach metalowych odbiorników** (komputery PC, huby, routery, przełączniki, serwery) pojawia się **pełne napięcie fazowe** (znaczące zagrożenie porażeniowe)!



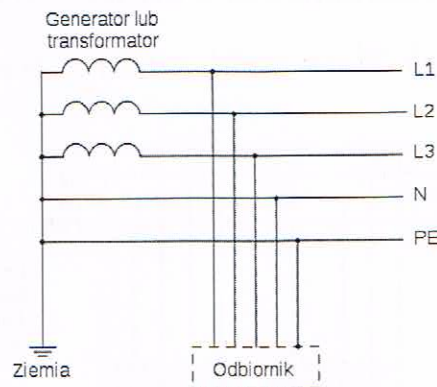
Charakterystyka układu TN-C:

1. Żył PEN jest też zabroniona we wszystkich **przewodach ruchomych** (przedłużacze, kable swobodne).

ZABRONIONE SĄ PRZEDŁUŻACZE DWUŻYŁOWE!

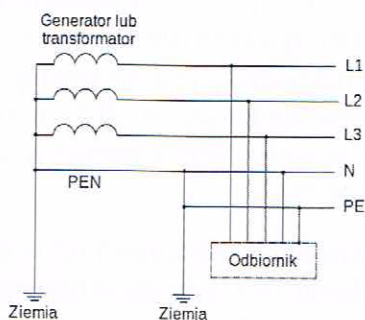
2. W przypadku przewodów ułożonych na stałe przewód PEN dopuszczony jest tylko i wyłącznie gdy przekrój poprzeczny żyły przewodu PEN ma co najmniej **10 mm² dla Cu** i **16 mm² dla Al**.
3. Sieć typu TN-C jest zabroniona mimo spełnienia wymagań minimalnego przekroju przewodu PEN, jeśli na zasilaniu głównym zastosowano **wyłącznik różnicowo-prądowy**.
4. Przewód PEN powinien być **uziemiony** w **stacji zasilającej**, przy **końcach linii**, na **trasie** linii napowietrznych oraz przy **złączach instalacji odbiorczej**.
5. W przewodzie PEN **nie wolno** umieszczać **wyłączników (zabezpieczeń)** jak i **urządzeń izolujących**.
6. Uziomy naturalne i sztuczne, z którymi może dojść do zwarcia przewodów fazowych (L1, L2 i L3) **powinny być połączone z przewodem PEN**.

Drugim z najbardziej popularnych i zalecanych przez normę PN-HD60364 jest **układ sieciowy TNS** z **oddzielnym przewodem ochronnym PE** w całym układzie sieci. Przewód ten służy wyłącznie do ochrony urządzeń, nie można włączać go w jakikolwiek obwód prądowy, służy do tego **oddzielny przewód neutralny N**.



Zaletą tego układu jest to, że przewód PE na całej długości może być połączony z wieloma połączeniami uziomami i połączeniami wyrównawczymi. W każdym miejscu instalacji istnieje także możliwość stosowania urządzeń **różnicowo-prądowych RCD**.

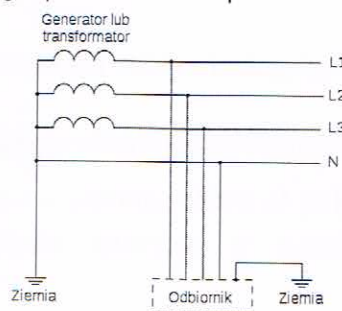
Trzecim z najbardziej popularnych układów jest układ sieciowy jest układ **TN-C-S**, w którym tylko w części układu sieci funkcję przewodu neutralnego **N** oraz funkcję przewodu ochronnego **PE** pełni jeden wspólny przewód **PEN**.



Układ sieci **TN-C-S** jest obecnie najczęściej budowanym układem. Dotyczy to tak instalacji nowobudowanych jak i modernizowanych. Układ ten stanowi sieć **TN-C** wraz z zasilaną z niej siecią **TN-S**. Jest bezpieczniejszy od układu TN-C, ale posiada także jego pewne wady.

W punktach rozdziału sieci TN-S od TN-C zaleca się stosowanie dodatkowego uziomu zgodnego z normami. Jednak w sytuacjach wystąpienia przerwy w przewodzie PEN uziom ten nie zapewnia odpowiedniej ochrony przeciwporażeniowej. **W układzie istnieje możliwość stosowania wyłączników różnicowo-prądowych RCD jako dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej.**

Poza układami typu TN jest jeszcze drugi typ często spotykanych układów jakimi są układy TT. Układ sieciowy TT jest układem mający **jeden punkt bezpośrednio uziemiony**, a części przewodzące dostępne są przyłączone do **uziomu ochronnego niezależnego** elektrycznie od uziemienia sieci. Wyróżnia się uziemienia indywidualne, grupowe oraz zespołowe.



Z zastosowania układu TT wynika m.in. to, że W przypadku, gdy obwody są uziemione w różnych punktach, każdy obwód musi mieć swoje własne zabezpieczenie różnicowoprądowe!

Zastosowanie poszczególnych układów i sieci:

- **TN-S** – budynki mieszkaniowe, biurowe, przemysłowe...
W większości przypadków zapewnia największe bezpieczeństwo (*zarówno ludzi jak i urządzeń*) i najmniej zakłóceń - najlepsza ekwipotencjalizacja - wyrównanie potencjałów.
W nowych budynkach użytkowych sieć TN-S jest obowiązkowa.
W starych budynkach każda przebudowa instalacji elektrycznej musi być połączona z ich dostosowaniem do sieci TN-S (Rozporządzenie o warunkach jakie muszą spełniać budynki).
- **TN-C** - "prawie" sieć TN-S, ale niestety nie.
Oszczędnościowy układ instalacji, aby zaoszczędzić jeden przewód – układ starej generacji. Szczególnie niebezpieczny, awaryjny, sprzyjający zakłóceniom.

W układzie TN-C **nie wolno zgodnie z przepisami instalować wyłączników różnicowoprądowych (RCD).**

- **TN-C-S** - częściowo poprawiony (od strony odbiorcy końcowego) układ TN-C. Przy zastosowaniu dodatkowych zabezpieczeń (uziemienie rozdziału przewodu PEN na N i PE wraz z zabezpieczeniem przed wzrostem napięcia) jest już trochę zbliżony właściwościami do TNS. Bez tych środków dodatkowych niewiele lepszy od TN-C - niekiedy taką niepełną modernizację wykonuje się tylko po to, aby podłączyć wyłącznik różnicowoprądowy (RCD), co ma dać złudzenie bezpieczeństwa podobnego jak przy TN-S.
- **TT**- układ typowo stosowany w przemyśle, ale czasem też w domach. Czasem przy doprowadzeniu do domu TN-C robi się w nim "wyspę TT", co jeśli jest dobrze zrobione (*rozległy uziom, bardzo dobra sieć masy budynku*) jest bezpieczniejsze niż TN-C (*w systemie TT ważna jest oporność uziemienia*).
- **IT** - sieci przesyłowe, a z odbiorczych głównie kopalnie i szpitale.
*) Korzystne w każdym układzie sieci (BHP, EMC, ochrona odgromowa)

Obowiązki osób na stanowiskach E (eksploatacji) i D (dozoru)

Eksplatacja jest to zjawisko techniczno-ekonomiczne podejmowane wraz z **wyprodukowaniem, sprzedażą** obiektu lub systemu i kończy się wraz z jego **wycofaniem**. Słowo najczęściej dotyczy obiektów i systemów technicznych jednak zjawisko jest powszechne i każdy proces eksploatacji jest częścią eksploatacji środowiska.

W procesie eksploatacji wyodrębnia się 4 podstawowe rodzaje działań:

- użytkowanie,
- obsługa (*operatorskie, operacyjne, techniczne, pozaoperacyjne*),
- zasilanie,
- zarządzanie (*można je uznać za eksploatację systemów zarządzania*).

Osoby na **stanowisku eksploatacji** są to osoby zajmujące się eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci elektroenergetycznych i wykonujące prace w zakresie: obsługi, konserwacji, remontu, montażu i kontrolno-pomiarowym.

Osoby na **stanowisku dozoru** są to osoby kierujące czynnościami osób wykonujących pracę w zakresie : obsługi, konserwacji , remontów , montażu i kontrolno-pomiarowym oraz osoby na stanowiskach pracowników technicznych sprawujących nadzór nad eksploatacją urządzeń , instalacji i sieci elektroenergetycznych.

Rodzaje urządzeń, instalacji i sieci, przy których eksploatacji oraz dozoru jest wymagane posiadanie kwalifikacji:

Grupa 1 - Urządzenia, instalacje i sieci elektroenergetyczne wytwarzające, przetwarzające, przesyłające i zużywające energię elektryczną:

- **Grupa 2** - Urządzenia wytwarzające, przetwarzające, przesyłające i zużywające **ciepło** oraz inne urządzenia energetyczne.
- **Grupa 3** - **Urządzenia, instalacje i sieci gazowe** wytwarzające, przetwarzające, przesyłające, magazynujące i zużywające **paliwa gazowe**.

Pojęcie określane terminem „*eksploatacja*” w rozumieniu rozporządzenia Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dn. 28 kwietnia 2003 r. (Dz. U. Nr 89, poz. 929) obejmuje wykonywanie (związanych z urządzeniami elektroenergetycznymi, cieplnymi i gazowymi) czynności:

- * obsługi,
- * konserwacji,
- * remontów,
- * montażu
- * prac kontrolno-pomiarowych,

nastawionych na efektywne stosowanie, wykorzystywanie i użytkowanie w zakresie energetycznym.

Osoby zajmujące się eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci, w celu uzyskania potwierdzenia posiadanych kwalifikacji, powinny wykazać się wiedzą z zakresu:

(na stanowiskach EKSPLOATACJI):

1. zasad budowy, działania oraz warunków technicznych obsługi urządzeń, instalacji i sieci,
2. zasad eksploatacji oraz instrukcji eksploatacji urządzeń, instalacji i sieci,
3. zasad i warunków wykonywania prac kontrolno-pomiarowych i montażowych,
4. zasad i wymagań bezpieczeństwa pracy i ochrony przeciwpożarowej oraz umiejętności udzielania pierwszej pomocy,
5. instrukcji postępowania w razie awarii, pożaru lub innego zagrożenia bezpieczeństwa obsługi urządzeń lub zagrożenia życia, zdrowia i środowiska.

Osoby zajmujące się eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci, w celu uzyskania potwierdzenia posiadanych kwalifikacji, powinny wykazać się wiedzą z zakresu:

(na stanowiskach DOZORU):

1. przepisów dotyczących przyłączania urządzeń i instalacji do sieci, dostarczania paliw i energii oraz prowadzenia ruchu i eksploatacji urządzeń, instalacji i sieci,
2. przepisów i zasad postępowania przy programowaniu pracy urządzeń, instalacji i sieci, z uwzględnieniem zasad racjonalnego użytkowania paliw i energii,
3. przepisów dotyczących eksploatacji, wymagań w zakresie prowadzenia dokumentacji technicznej i eksploatacyjnej oraz stosowania instrukcji eksploatacji urządzeń, instalacji i sieci,
4. przepisów dotyczących budowy urządzeń, instalacji i sieci oraz norm i warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać te urządzenia, instalacje i sieci,
5. przepisów dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ochrony przeciwpożarowej, z uwzględnieniem udzielania pierwszej pomocy oraz wymagań ochrony środowiska,
6. zasad postępowania w razie awarii, pożaru lub innego zagrożenia bezpieczeństwa ruchu urządzeń przyłączonych do sieci,
7. zasad dysponowania mocą urządzeń przyłączonych do sieci,
8. Zasad i warunków wykonywania prac kontrolno-pomiarowych i montażowych.

Bez specjalnych uprawnień kwalifikacyjnych można:

- eksploatować urządzenia (*bez konserwacji, remontów, itd.*) do 20 kW jeżeli dołączona jest do nich instrukcja obsługi

Osoba na stanowisku EKSPLOATACJI:

- może wykonywać prace (wymienione w uprawnieniach/świadectwie) na czyjeś polecenie.

Aczkolwiek większość prac musi być wykonywana przez 2 osoby, w tym jedną z uprawnieniami E, natomiast druga osoba (asekurujący) może być bez uprawnień, ale musi być przeszkolony co najmniej w zakresie przepisów BHP oraz udzielania pomocy przedmedycznej.

