Układy sieci TN, TT, IT

> Nazwa układu sieci to zawsze dwie albo trzy litery, a każda z nich koduje jeden konkretny fakt — jak uziemione jest źródło zasilania i jak uziemione są obudowy odbiorników — więc zanim wymienimy warianty, rozszyfrowujemy sam kod.

Skróty użyte na tej stronie (1)

Skrót	Co znaczy
IT	Information Technology: dział albo praca związana z komputerami i infrastrukturą firmy

Po co to istnieje

Środki ochrony przy uszkodzeniu opisane na stronie Ochrona przeciwporażeniowa — zwłaszcza samoczynne wyłączenie zasilania — działają inaczej w zależności od tego, jak zbudowana jest sieć, z której zasilane jest urządzenie. Ta strona tłumaczy trzy podstawowe sposoby budowy takiej sieci i to, jak każdy z nich wpływa na skuteczność ochrony.

Czym jest układ sieci i co kodują litery

> **Pojęcie: układ sieci.** Sposób połączenia punktu neutralnego źródła zasilania (najczęściej uzwojenia transformatora) oraz części przewodzących dostępnych instalacji (obudów odbiorników) z ziemią. Układ sieci decyduje o tym, jaką drogę przebywa prąd uszkodzeniowy w razie przebicia izolacji na obudowę, a przez to — jaki środek ochrony przy uszkodzeniu w ogóle może zadziałać.

Oznaczenie układu sieci składa się z liter, z których każda koduje jeden konkretny fakt, czytany w ustalonej kolejności.

Pierwsza litera opisuje relację źródła zasilania (punktu neutralnego transformatora) względem ziemi:

```
T — (łac. terra) punkt neutralny źródła jest bezpośrednio uziemiony
I — punkt neutralny źródła jest izolowany od ziemi
    albo uziemiony przez dużą impedancję
```

Druga litera opisuje relację części przewodzących dostępnych instalacji (obudów odbiorników) względem ziemi:

```
T — obudowy są uziemione bezpośrednio, niezależnie
    od uziemienia źródła
N — obudowy są połączone z uziemionym punktem neutralnym
    źródła (przewodem PE albo PEN, nie własnym uziomem)
```

Dla układów zaczynających się na TN dochodzi trzecia litera albo dwie litery po myślniku, opisujące sposób prowadzenia funkcji przewodu neutralnego i przewodu ochronnego:

```
C — (fr. commun) funkcje przewodu neutralnego i ochronnego
    są połączone w jednym przewodzie — przewodzie PEN
S — (ang. separate) funkcje przewodu neutralnego i ochronnego
    są rozdzielone — osobny przewód N i osobny przewód PE
C-S — na części trasy od źródła funkcje są połączone (PEN),
      a dalej, bliżej odbiorników, rozdzielone na N i PE
```

Ta sama logika kodowania stoi za wszystkimi układami niżej — znajomość samego szyfru pozwala odtworzyć budowę układu, nawet jeśli nazwa pojawi się bez rysunku.



Znaczenie liter w nazwach układów sieciowych i oznaczeniach przewodów (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)

Te same przewody N i PE rozróżnia się dodatkowo ujednoliconymi kolorami izolacji, niezależnie od układu sieci, w którym pracują:



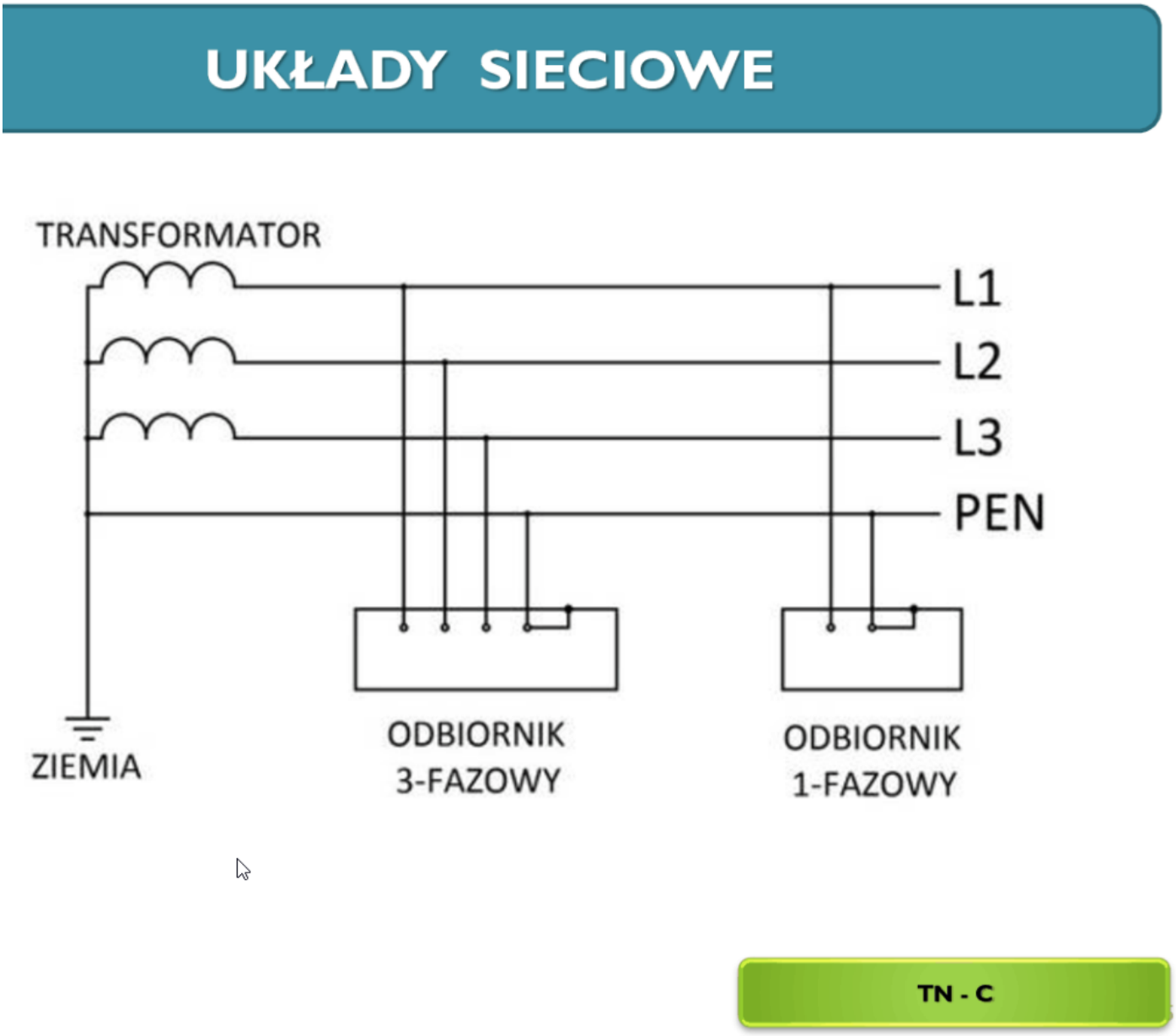
Standardowe oznaczenia kolorystyczne żył (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)

TN-C

> **Pojęcie: układ TN-C.** Układ sieci, w którym punkt neutralny źródła jest uziemiony bezpośrednio (T), obudowy odbiorników są połączone z tym punktem (N), a funkcje

przewodu neutralnego i ochronnego są przez całą trasę połączone w jednym przewodzie — przewodzie PEN.

```
TRANSFORMATOR
    |
   PEN ---------------------------------- ODBIORNIK
    |                                        |
  ZIEMIA (uziemienie źródła)          obudowa połączona z PEN
```

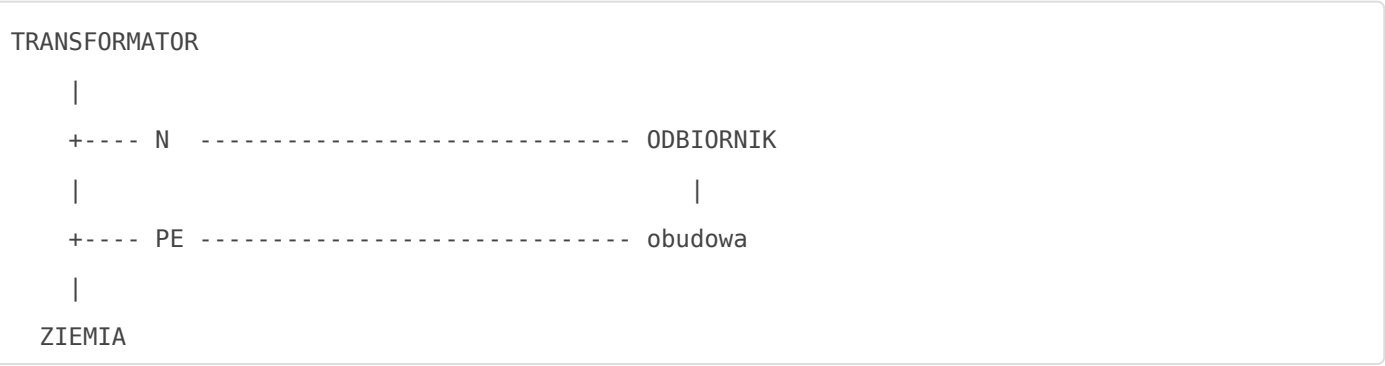


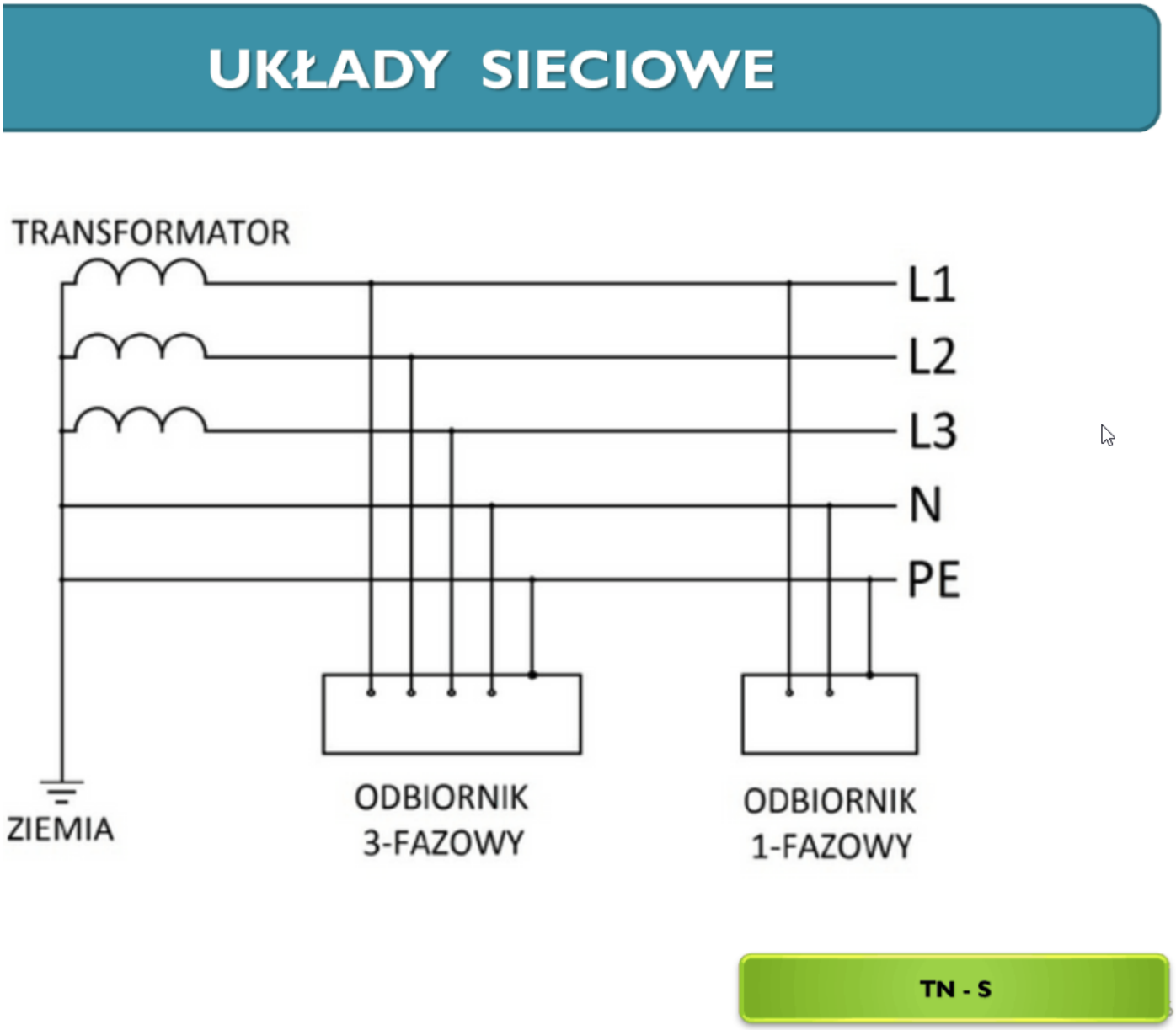
Układ sieciowy TN-C (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)

Ochrona przy uszkodzeniu w układzie TN-C działa przez samoczynne wyłączenie zasilania — prąd zwarciowy przy przebiciu izolacji na obudowę wraca do źródła przewodem PEN, wywołując prąd na tyle duży, żeby zadziałało zabezpieczenie nadprądowe. Układ TN-C stosuje się głównie w sieciach rozdzielczych i w starszych instalacjach, gdzie oszczędza się jeden przewód w porównaniu z układem TN-S. Jego podstawową wadą jest to, że przerwanie przewodu PEN w dowolnym miejscu jednocześnie pozbawia instalację ochrony przeciwporażeniowej i podnosi potencjał wszystkich uziemionych obudów do potencjału fazowego — dlatego przewodu PEN nigdy nie wolno przerywać żadnym łącznikiem, bezpiecznikiem ani wyłącznikiem, w żadnym miejscu jego trasy. Z tego samego powodu w układzie TN-C nie stosuje się wyłączników różnicowoprądowych — wymagają one rozdzielonych przewodów N i PE, żeby w ogóle mieć możliwość zmierzenia różnicy prądów między nimi.

TN-S

> **Pojęcie: układ TN-S.** Układ sieci, w którym punkt neutralny źródła jest uziemiony bezpośrednio (T), obudowy odbiorników są połączone z tym punktem (N), a funkcje przewodu neutralnego i ochronnego są rozdzielone przez całą trasę — od źródła do odbiornika biegną osobno przewód N i osobno przewód PE.





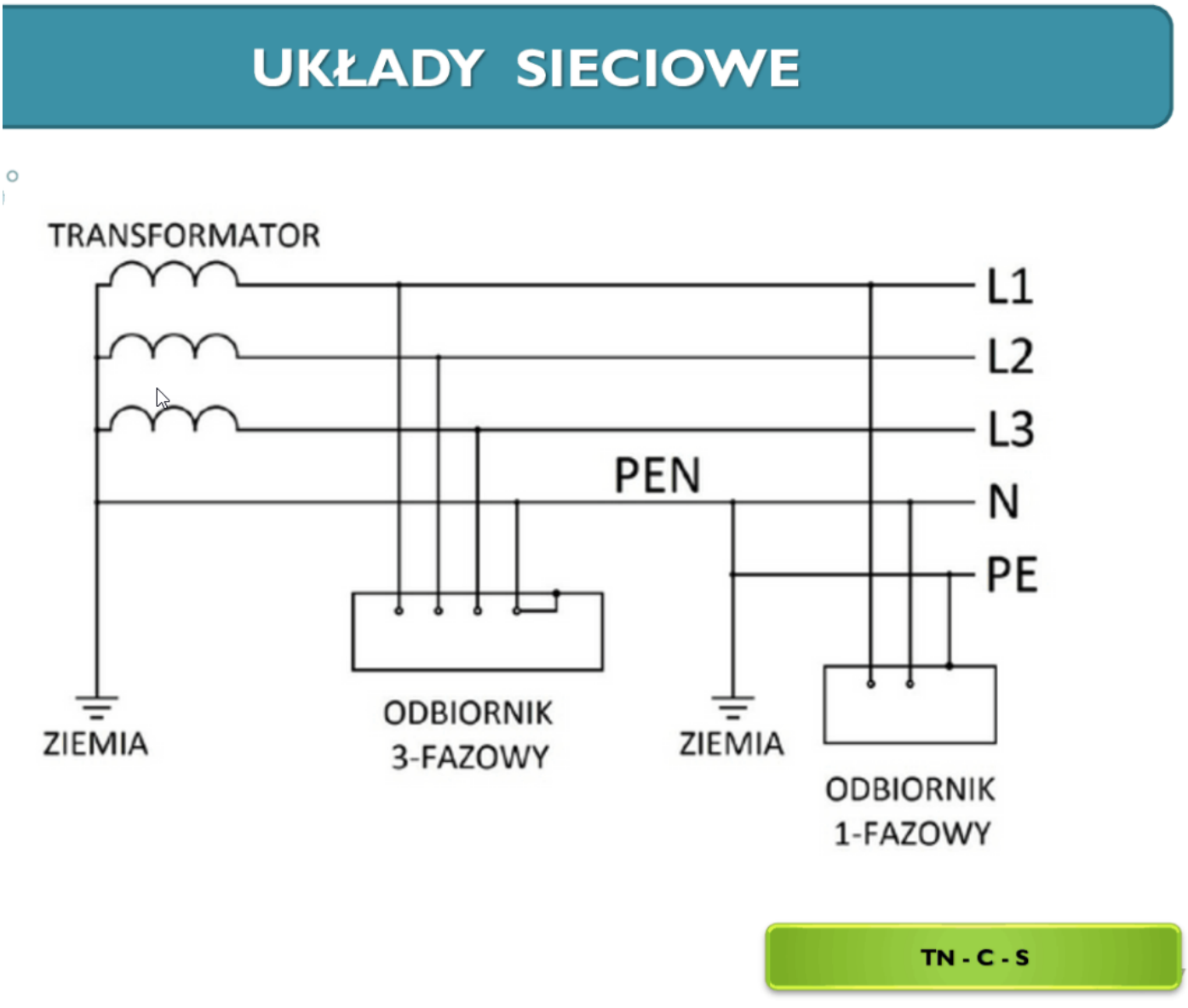
Układ sieciowy TN-S (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)

Ponieważ przewód PE w układzie TN-S w normalnych warunkach nie prowadzi żadnego prądu roboczego — cały prąd powrotny płynie przewodem N — obudowy odbiorników pozostają na potencjale zbliżonym do ziemi niezależnie od obciążenia instalacji, co jest wyraźną przewagą nad TN-C. Rozdzielenie N i PE umożliwia też stosowanie wyłączników różnicowoprądowych, bo prąd upływu daje się teraz wykryć jako różnicę prądów płynących przewodami fazowymi i przewodem N. Wadą układu TN-S względem TN-C jest konieczność prowadzenia jednego dodatkowego przewodu na całej trasie od źródła.

TN-C-S

Pojęcie: układ TN-C-S. Układ sieci, w którym na części trasy — najczęściej od transformatora do złącza budynku — funkcje przewodu neutralnego i ochronnego są połączone w przewodzie PEN, tak jak w TN-C, a od tego miejsca w stronę odbiorników rozdzielają się na osobny przewód N i osobny przewód PE, tak jak w TN-S.

```
TRANSFORMATOR
    |
   PEN --------- [rozdzielenie w złączu] ---+---- N ---- ODBIORNIK
    |                                       |             |
  ZIEMIA                                    +---- PE ---- obudowa
                                                          |
                                                      (dodatkowe
                                                      uziemienie PE)
```



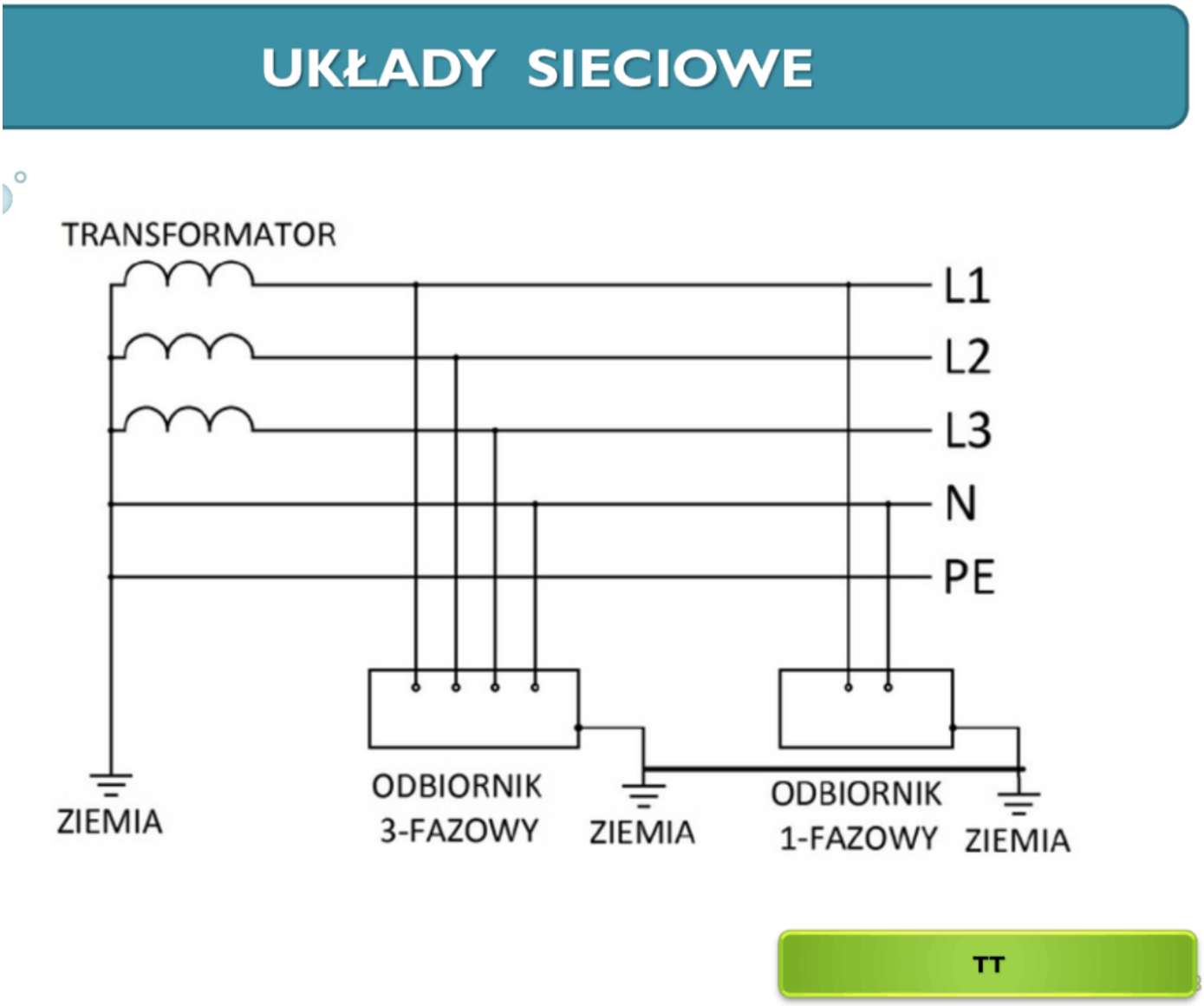
Układ sieciowy TN-C-S (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)

TN-C-S jest najczęściej spotykanym układem w polskich instalacjach niskiego napięcia zasilanych z sieci rozdzielczej — łączy oszczędność przewodu na dłuższym odcinku sieci rozdzielczej (TN-C) z pełną funkcjonalnością ochronną bliżej odbiorników (TN-S), w tym możliwością stosowania wyłączników różnicowoprądowych za miejscem rozdzielenia. Miejsce rozdzielenia PEN na N i PE jest krytycznym punktem instalacji — od tego miejsca w stronę odbiorników przewodu PE nigdy się już nie łączy z powrotem z przewodem N, a samego punktu rozdzielenia nie wolno przerywać z tych samych powodów, co przewodu PEN w układzie TN-C.

TT

> **Pojęcie: układ TT.** Układ sieci, w którym punkt neutralny źródła jest uziemiony bezpośrednio (T), ale obudowy odbiorników są uziemione własnym, niezależnym uziomem instalacji (T), niepołączonym elektrycznie z uziemieniem źródła.

```
TRANSFORMATOR
    |
  ZIEMIA (uziom źródła) ..... (brak połączenia) ..... ZIEMIA (uziom odbiorcy)
                                                              |
                                                          ODBIORNIK
                                                          (obudowa)
```



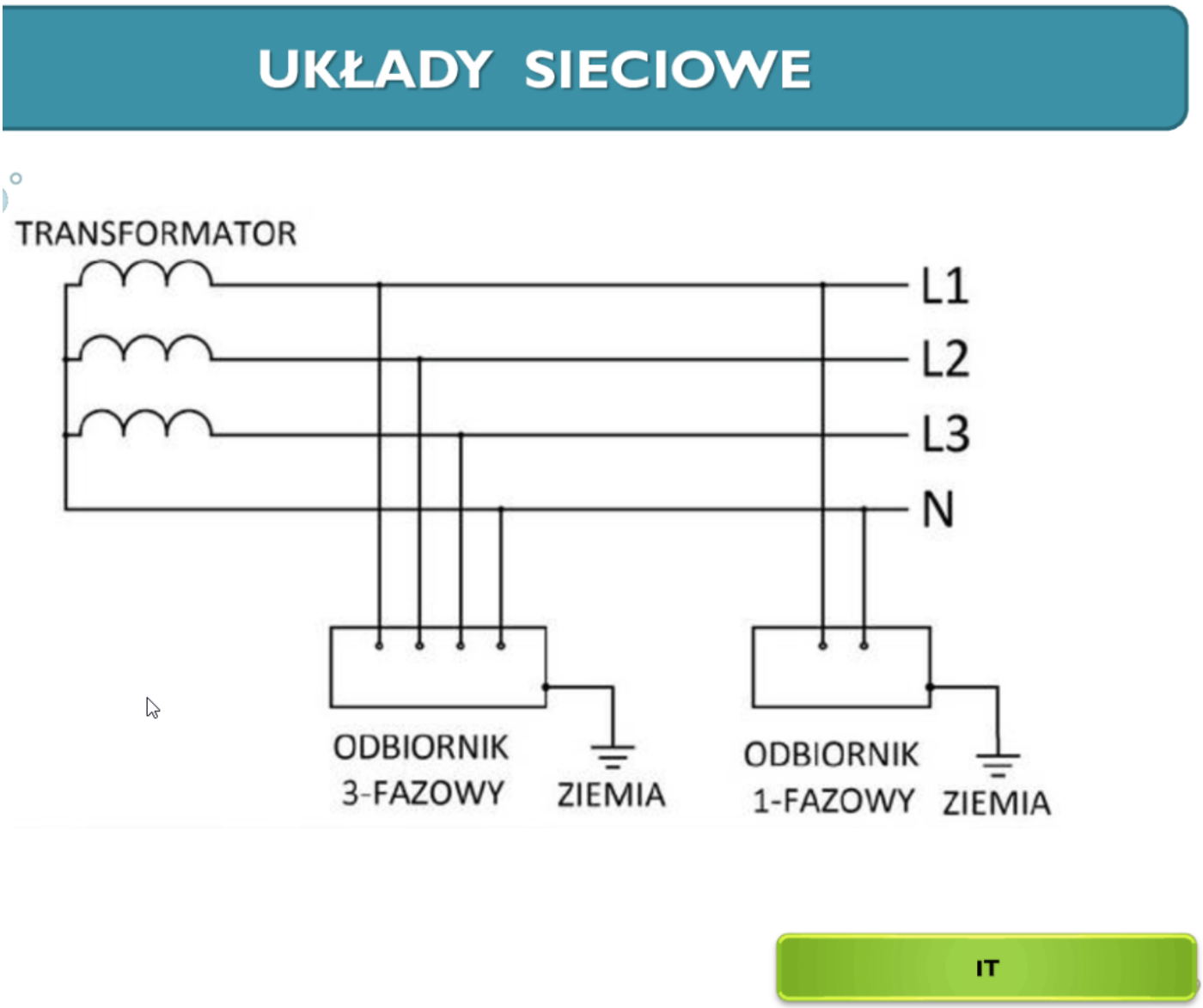
Układ sieciowy TT (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)

Ponieważ obudowy odbiorników nie są połączone metalicznie z uziemieniem źródła, prąd zwarciowy przy przebiciu izolacji na obudowę wraca do źródła przez ziemię, a nie przez metaliczny przewód — impedancja tej drogi jest zwykle zbyt duża, żeby wywołać prąd wystarczający do zadziałania zwykłego zabezpieczenia nadprądowego. Z tego powodu w układzie TT ochronę przy uszkodzeniu zapewnia się niemal wyłącznie wyłącznikiem różnicowoprądowym, wykrywającym już niewielki prąd upływu do ziemi, niezależnie od impedancji samej drogi powrotnej. TT stosuje się typowo tam, gdzie odbiorca nie ma bezpośredniego, pewnego dostępu do uziemienia sieci zasilającej — na przykład w zasilaniu z sieci napowietrznej na terenach wiejskich. Wadą układu jest zależność skuteczności ochrony od jakości własnego uziomu odbiorcy oraz konieczność stosowania wyłącznika różnicowoprądowego tam, gdzie w układzie TN mogłoby wystarczyć samo zabezpieczenie nadprądowe.

IT

Pojęcie: układ IT. Układ sieci, w którym punkt neutralny źródła jest izolowany od ziemi albo uziemiony przez dużą impedancję (I), a obudowy odbiorników są uziemione (T), niezależnie od źródła.

```
TRANSFORMATOR
(punkt neutralny izolowany
 lub uziemiony przez dużą impedancję)
    |
  1-FAZOWY / 3-FAZOWY
    |
 ODBIORNIK ---- obudowa ---- ZIEMIA (uziom odbiorcy)
```



Układ sieciowy IT (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)

Ponieważ punkt neutralny źródła nie jest bezpośrednio uziemiony, pojedyncze doziemienie — zwarcie jednej fazy z obudową lub z ziemią — nie zamyka jeszcze pełnego obwodu zwarciowego i nie wywołuje niebezpiecznie dużego prądu, więc instalacja może dalej pracować mimo pierwszego uszkodzenia, sygnalizowanego przez urządzenie kontrolujące stan izolacji. Dopiero drugie doziemienie, na innej fazie, zamyka pełny obwód zwarciowy i wymaga zadziałania zabezpieczenia. Z tej właściwości wynika główne zastosowanie układu IT — tam, gdzie ciągłość zasilania ma większe znaczenie niż natychmiastowe wyłączenie po pierwszej usterce, na przykład w salach operacyjnych i innych instalacjach, gdzie nagła utrata zasilania stwarza większe zagrożenie niż samo pierwsze doziemienie. Wadą układu IT jest konieczność stosowania specjalizowanej aparatury kontrolującej stan izolacji oraz większa złożoność eksploatacyjna w porównaniu z układami TN i TT.

Przewód PEN i zakaz jego przerywania

Przewód PEN, będący połączeniem funkcji przewodu neutralnego i przewodu ochronnego w jednym przewodniku, nigdy nie może zostać przerwany żadnym łącznikiem, bezpiecznikiem ani wyłącznikiem na żadnym odcinku swojej trasy, od źródła aż do miejsca rozdzielenia na N i PE w układzie TN-C-S, ani też w ogóle w układzie TN-C. Przerwanie przewodu PEN jednocześnie odłącza wszystkie uziemione przez niego obudowy od ochrony przeciwporażeniowej i, jeśli w tym samym czasie instalacja pozostaje pod obciążeniem, podnosi potencjał tych obudów do wartości bliskiej napięciu fazowemu — zamieniając urządzenia, które w normalnych warunkach są bezpieczne w dotyku, w źródło śmiertelnego porażenia. Dokładny zakres wymagań dotyczących przekroju i sposobu prowadzenia przewodu PEN określają aktualne normy instalacyjne, które warto sprawdzić przy projektowaniu konkretnej instalacji.

Porównanie układów

Układ	Uziemienie źródła	Uziemienie obudów	Typowe zastosowanie	Główna wada
TN-C	bezpośrednie	przez wspólny PEN	sieci rozdzielcze, starsze instalacje	zakaz przerywania PEN, brak możliwości stosowania RCD
TN-S	bezpośrednie	przez osobny PE	instalacje wymagające pełnej ochrony i RCD	dodatkowy przewód na całej trasie
TN-C-S	bezpośrednie	PEN na odcinku sieci, N+PE bliżej odbiorników	typowa instalacja domowa w Polsce	krytyczny punkt rozdzielenia PEN

Układ	Uziemienie źródła	Uziemienie obudów	Typowe zastosowanie	Główna wada
TT	bezpośrednie	własny, niezależny uziom	zasilanie bez pewnego dostępu do uziemienia sieci	ochrona zależna od jakości własnego uziomu, wymaga RCD
IT	izolowane lub przez dużą impedancję	własny uziom	instalacje wymagające ciągłości zasilania	wymaga kontroli stanu izolacji, większa złożoność

Częste błędy

Mylenie układu TN-C-S z TT. W obu przypadkach obudowy odbiorników są uziemione, ale w TN-C-S to uziemienie jest połączone metalicznie z uziemieniem źródła przez przewód PEN/PE, a w TT jest od niego całkowicie niezależne. To rozróżnienie decyduje o tym, czy wystarczy zabezpieczenie nadprądowe, czy konieczny jest wyłącznik różnicowoprądowy.

Zakładanie, że przewód PEN można przerwać, jeśli instalacja akurat nie jest obciążona. Zakaz przerywania PEN nie zależy od chwilowego obciążenia instalacji — nawet krótkotrwałe przerwanie w nieodpowiednim momencie może pozbawić ochrony przeciwporażeniowej urządzenia pracujące w tym czasie gdzie indziej w tej samej instalacji.

□□ Ćwiczenia

1. Instalacja zasilana jest z sieci, w której punkt neutralny transformatora jest bezpośrednio uziemiony, a przez całą trasę od transformatora do gniazdek biegnie jeden wspólny przewód pełniący funkcję neutralnego i ochronnego. Jaki to układ sieci?

Odpowiedź

TN-C — pierwsza litera T oznacza bezpośrednie uziemienie źródła, druga litera N oznacza, że obudowy są połączone z tym uziemionym punktem, a litera C oznacza połączone funkcje przewodu neutralnego i ochronnego w jednym przewodzie PEN na całej trasie.

2. Dlaczego w układzie TT nie da się skutecznie polegać na samym zabezpieczeniu nadprądowym jako ochronie przy uszkodzeniu?

Odpowiedź

W układzie TT prąd zwarciowy przy przebiciu izolacji na obudowę wraca do źródła przez ziemię, a nie przez metaliczny przewód — impedancja tej drogi jest zwykle zbyt duża, żeby wywołać prąd na tyle duży, by zadziałało zabezpieczenie nadprądowe. Skuteczną ochronę zapewnia dopiero wyłącznik różnicowoprądowy, który wykrywa już niewielki prąd upływu, niezależnie od impedancji drogi powrotnej.

3. Dlaczego w sali operacyjnej stosuje się układ IT zamiast TN, mimo większej złożoności eksploatacyjnej tego rozwiązania?

Odpowiedź

W układzie IT punkt neutralny źródła nie jest bezpośrednio uziemiony, więc pierwsze doziemienie nie zamyka pełnego obwodu zwarciowego i nie wymaga natychmiastowego wyłączenia zasilania — instalacja może pracować dalej, sygnalizując usterkę, zamiast odcinać zasilanie krytycznej aparatury w trakcie zabiegu. W układzie TN pierwsze doziemienie zwykle od razu wywołuje zadziałanie zabezpieczenia i utratę zasilania.

Powiązane: Ochrona przeciwporażeniowa · Prąd: wielkości i zależności · Aparaty zabezpieczające

Revision #36
Created 2026-09-25 08:26:37 UTC by Tomasz Konieczny
Updated 2026-10-26 14:16:44 UTC by Tomasz Konieczny