

## 1. Klasyfikacja typów sieci niskiego napięcia ze względu na zastosowany system uziemień.

a) Wyjaśnić oznaczenia TN(TN-C, TN-S, TN-C-S), TT i IT

b) Narysować przykładowe schematy dla sieci jednofazowych i trójfazowych [E5]

### a) Oznaczenia liter:

**1) Pierwsza litera** (oznacza związek między układem sieci a ziemią):

- T – bezpośrednie połączenie punktu neutralnego sieci z ziemią
- I – części czynne sieci są izolowane od ziemi, punkt neutralny może być uziemiony przez: bezpiecznik iskiernikowy, lub element o dużej rezystancji (impedancji)

**2) Druga litera** (oznacza sposób połączenia z ziemią części przewodzących nie pozostających w normalnych warunkach pracy pod napięciem):

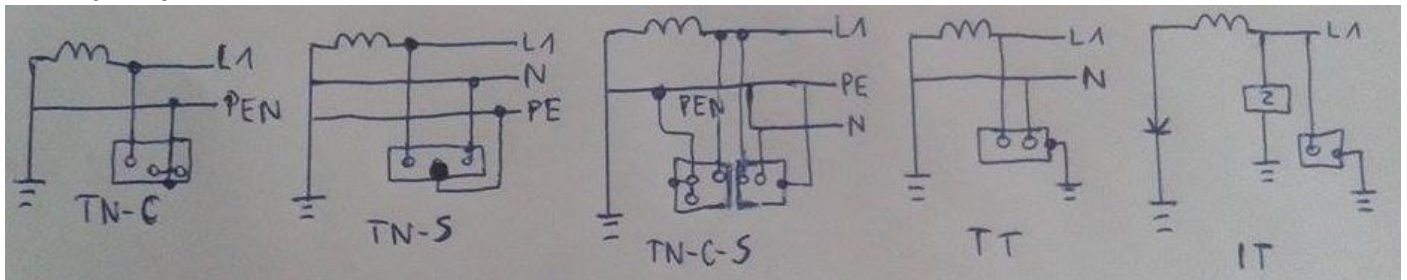
- N – bezpośrednie połączenie dostępnych części przewodzących z uziemionym punktem neutralnym
- T – bezpośrednie połączenie dostępnych części przewodzących z uziemem niezależnym od uziomu punktu neutralnego sieci

**3) 3 lub 4 litera** (określają, czy układ ma wspólny przewód ochronno-neutralny PEN, czy przewody neutralny i ochronny są rozdzielone):

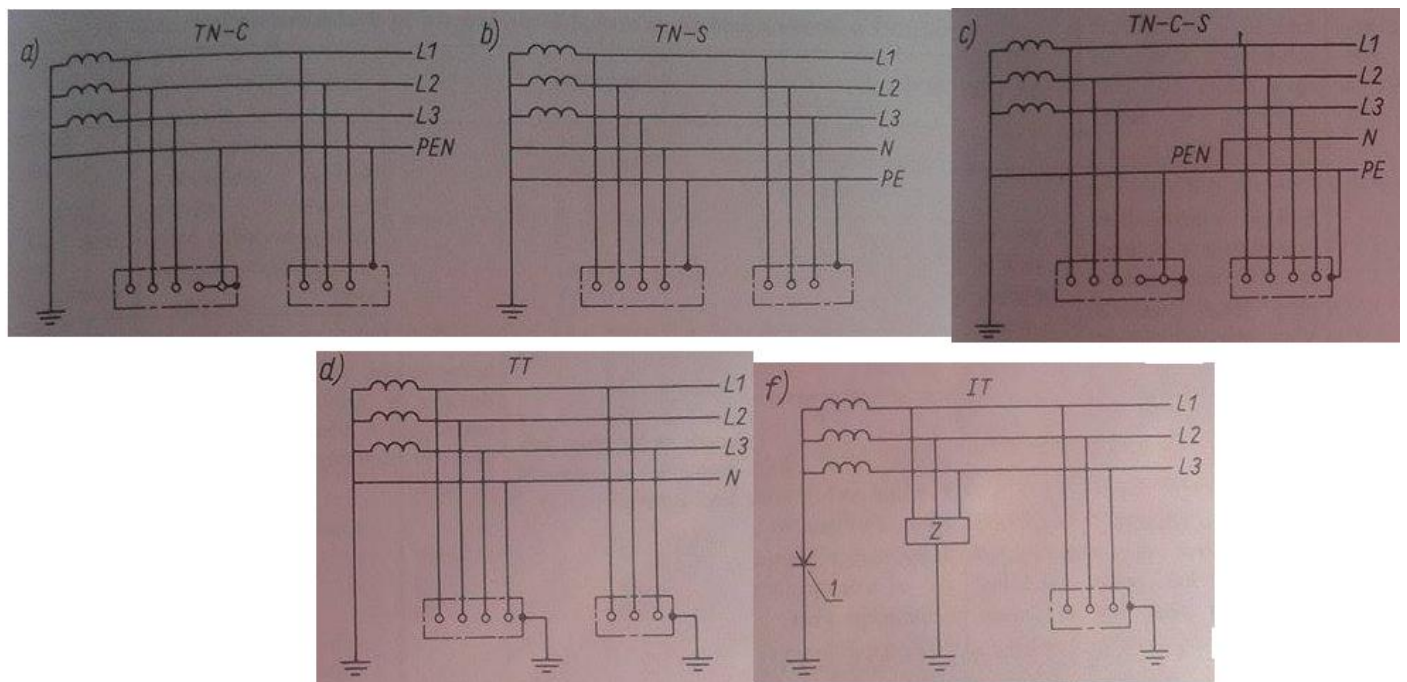
- C – funkcje przewodu neutralnego N i ochronnego PE pełni jeden przewód PEN
- S – funkcje przewodów N i PE pełnią osobne przewody

### b)

**1) Sieci jednofazowe**



**2) Sieci trójfazowe**



1 – bezpiecznik iskiernikowy

## 2. Scharakteryzować i porównać następujące rodzaje obciążenia:

a) ciągłe (długotrwałe)

b) przerywane

c) dorywcze [E3]

### a) Obciążenie ciągłe (długotrwałe):

Jest to skuteczna wartość prądu o niezmiennym natężeniu, który przepływając w czasie nieskończenie długim spowoduje podwyższenie się temperatury przewodu (urządzenia) pozostającego w ustalonych warunkach chłodzenia, do wartości granicznej dopuszczalnej długotrwałe ( $\vartheta_{dd}$ ).

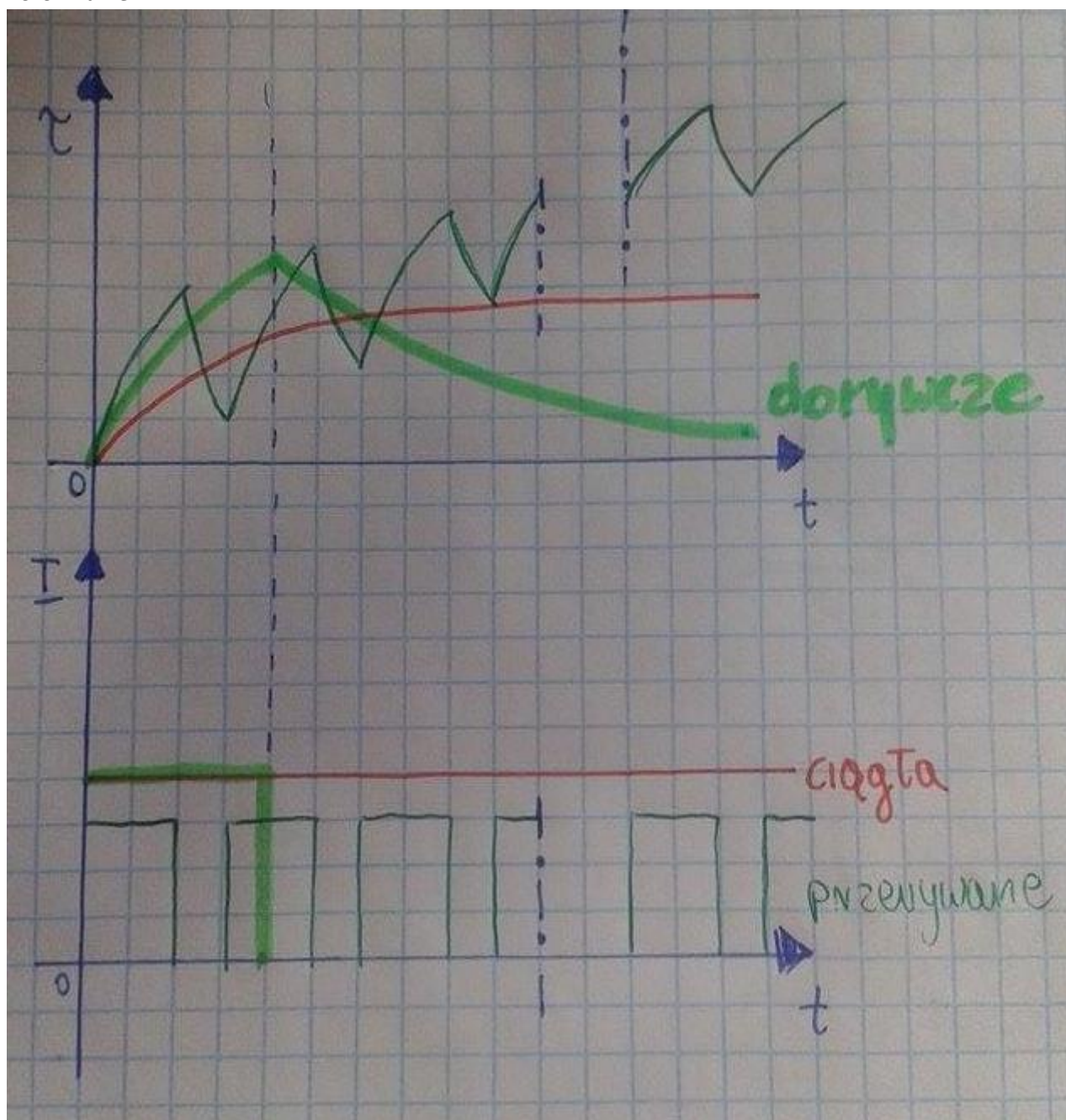
### b) Obciążenie przerywane:

Jest obciążeniem zmiennym o regularnie powtarzających się okresach obciążenia o stałej wartości prądu i przerwach bezprądowych. Podczas obciążenia przewód się nagrzewa, a w przerwach schładza.

### c) Obciążenie dorywcze:

Przepływ prądu trwa przez czas niewystarczający do ustalenia się przyrostu temperatury, a następnie występuje przerwa, podczas której przewód (urządzenie) ochładza się do temperatury otoczenia.

### Porównanie:



### 3. Zwarcia:

a) Rodzaje prądów zwarciovych i ich wykorzystanie w projektowaniu instalacji i urządzeń elektrycznych

b) Sposoby ograniczania prądów zwarciovych [E2, E5]

#### a) Rodzaje prądów zwarciovych:

1) **prąd zwarciovych początkowy**  $I_k''$  – wartość jest równa wartości skutecznej składowej okresowej prądu zwarciovych w chwili  $t=0$ .

2) **prąd zwarciovych najmniejszy** – do sprawdzenia czułości zabezpieczeń, czy nastąpi „samoczynne wyłączenie zasilania”, stosowany do celów przeciwporażeniowych.

3) **prąd zwarciovych udarowy**  $i_p$  – jest to największa możliwa wartość chwilowa prądu zwarciovych, występująca przy maksymalnej asymetrii.

4) **prąd zwarciovych cieplny**  $I_{th}$  – prąd zastępczy o stałej wartości skutecznej, który w czasie trwania zwarcia wydzieli taką samą ilość ciepła jak prąd zwarciovych o rzeczywistym przebiegu.

5) **prąd wyłączeniowy symetryczny**  $I_b$  – wartość skuteczna składowej okresowej po czasie  $t_{min}$  od chwili wystąpienia zwarcia.

6) **prąd zwarciovych nieokresowy**  $i_{DC}$  – składowa nieokresowa prądu zwarciovych.

#### Zwarcia trójfazowe:

- (max.) – sprawdzenie wytrzymałości zwarciovych aparatury
- (min. i max.) – sprawdzenie selektywności działania zabezpieczeń

**Zwarcie jednofazowe (min.)** – sprawdzenie skuteczności działania ochrony przeciwporażeniowej przez szybkie wyłączenie zasilania (dawniej zerowanie)

#### b) Sposoby ograniczania prądów zwarciovych:

1) **bezpieczniki** – ograniczają wartość, jak i czas przepływu prądu zwarciovych. Jedyną ich wadą, że są budowane na niewielkie wartości prądu znamionowego (od kilkudziesięciu do 100A).

2) **ograniczniki prądu zwarciovych** – mają one dwa równoległe tory prądowe, przez co nie działają jak bezpieczniki – na niewielkie wartości prądu znamionowego.

3) **zwiększanie impedancji zwarciovych** a w konsekwencji zmniejszenie prądu zwarciovych początkowego i wszystkich charakterystycznych wielkości zwarciovych.

4) **dostatecznie szybkie wyłączenie** zwarcia (zwykle przed wystąpieniem prądu zwarciovych udarowego).

5) **ograniczenie czasu trwania zwarcia** w sytuacji gdy należy ograniczyć jedynie prąd zwarciovych cieplny

### 4. Łuk elektryczny:

a) Opisać procesy jonizacji i dejonizacji

b) Charakterystyki prądowo-napięciowe łuku w obwodach prądu stałego i przemiennego

c) Zasady gaszenia łuku w obwodach prądu stałego i przemiennego

d) Zasady gaszenia łuku elektrycznego w wyłącznikach niskiego napięcia [E3, E4]

#### a) Opisać procesy jonizacji i dejonizacji:

##### 1) Jonizacja przestrzeni łukowej:

Podczas przerywaniu obwodów elektrycznych, w których płynie prąd, oraz prąd wyłączeniowy i napięcia przekraczają pewne określone wartości graniczne między rozdzielającymi się stykami występują wyładowania elektryczne.

Przepływ prądu elektrycznego w gazie jest możliwy wskutek jego zjonizowania i utraty właściwości izolacyjnych.

W łącznikach elektroenergetycznych są dominujące następujące rodzaje jonizacji:

- jonizacja zderzeniowa (wywołana polem elektrycznym)
- jonizacja termiczna gazu (zachodząca pod wpływem bardzo wysokiej temperatury)
- jonizacja termiczna elektrod (wywołana podgrzaniem elektrod)



## 2) Dejonizacja przestrzeni łukowej:

Dejonizacja przestrzeni łukowej polega na neutralizacji elektronów i jonów. Dejonizacja występuje wskutek :

- neutralizacji ładunków elektrycznych w pobliżu ścianek i elektrod
- neutralizacji przez rekombinację w przestrzeni międzyelektrodowej
- dyfuzji
- dysocjacji

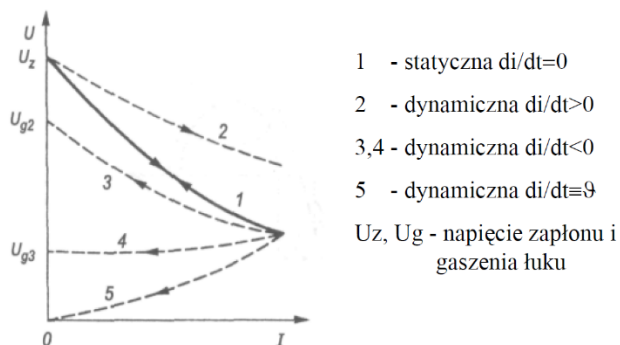
**Neutralizacja przez rekombinację** polega na łączeniu się ładunków różnoimiennych. Można wyróżnić:

- rekombinację jonową polegającą na połączeniu jonu dodatniego z ujemnym i utworzeniu dwu cząsteczek obojętnych,
- rekombinację elektronową polega na połączeniu elektronu z jonem dodatnim i utworzeniu cząsteczki obojętnej,

Prawdopodobieństwo rekombinacji jonowej jest wielokrotnie większe niż elektronowej, gdyż prędkości jonów dodatnich i ujemnych są takie same.

## b) Charakterystyki prądowo-napięciowe łuku w obwodach prądu stałego i przemiennego:

Zależność napięcia łuku od natężenia prądu łuku nazywamy **charakterystyką łuku**. Rozróżnia się charakterystykę statyczną i dynamiczną łuku. Istnieje tylko jedna charakterystyka statyczna wyznaczana podczas powolnych zmian prądu łuku, odpowiadająca równowadze energii dostarczonej do łuku i energii traconej. Przebieg charakterystyki zależy od długości łuku i intensywności chłodzenia kolumny łukowej. W zależności od szybkości zmian prądu łuku uzyskuje się rodzinę charakterystyk dynamicznych, odpowiadających różnym szybkościom zmian prądu. Na przebieg charakterystyk dynamicznych ma wpływ bezwładność zjawisk zachodzących w kolumnie łukowej, intensywność jonizacji, zmiana średnicy kolumny łuku.



## c) Zasady gaszenia łuku w obwodach prądu stałego i przemiennego: (WAŻNE)

W łuku elektrycznym prądu przemiennego, niezależnie od stopnia zjonizowania przestrzeni między elektrodami, prąd co pół okresu ma wartość chwilową równą zero i zmienia kierunek przepływu. Więc co pół okresu łuk gaśnie, gdy wartość chwilowa prądu jest mniejsza od minimalnej warunkującej palenie się łuku.

W łącznikach prądu przemiennego gaszenie łuku polega głównie na niedopuszczeniu do ponownego zapłonu łuku po przejściu prądu przez zero. Przed ostatecznym zgaszeniem łuku może on wielokrotnie zapalać się i gasnąć.

Zgaszenie wymuszone łuku prądu przemiennego jest możliwe, jeżeli proces gaszenia będzie przebiegał w czasie krótszym niż pół okresu, przed naturalną zmianą kierunku przepływu prądu.

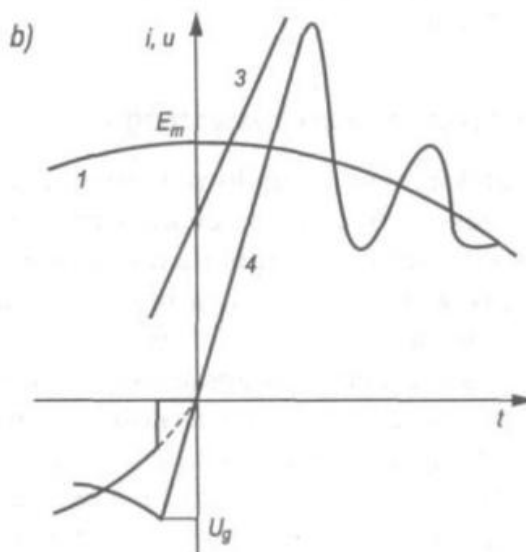
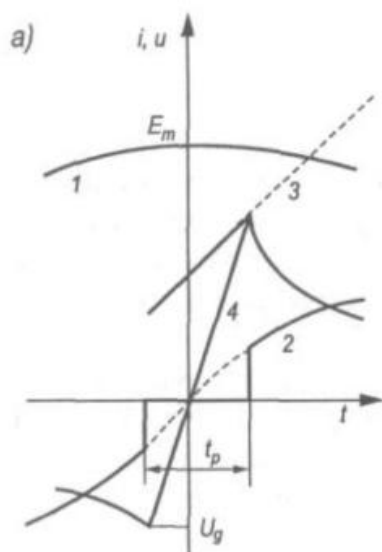
Zgaszenie łuku prądu stałego następuje wtedy, kiedy łuk zostanie rozciągnięty na odpowiednio dużą odległość lub nastąpi bardziej intensywne odbieranie ciepła z kolumny łukowej, przez co gradient napięcia łuku jest większy, a energia łuku jest większa od tej, którą obwód może dostarczyć do łuku.

Przyspieszenie procesu gaszenia oraz ograniczenie przepięć występujących przy przerywaniu łuku prądu stałego można uzyskać wprowadzając rezystancję lub pojemności bocznikujące zestyki łącznika, a także odpowiednio kształtując styki łącznika, przez co przed ostatecznym zgaszeniem łuku dochodzi do kilkakrotnego przebiecia przerwy międzystykowej w jej najwęższym miejscu.

# Przebiegi prądu i napięcia przy gaszeniu łuku prądu przemiennego

Przy ponownym zapłonie

Przy zgaszeniu łuku



1 – napięcie źródłowe; 2 – prąd; 3 – krzywa wzrostu wytrzymałości elektrycznej przerwy; 4 – napięcie powrotne

## d) Zasady gaszenia łuku elektrycznego w wyłącznikach niskiego napięcia:

**W praktyce stosuje się najczęściej następujące sposoby gaszenia łuku:**

1. szybkie / migowe / rozdzielanie się styków – jest stosowane w łącznikach niskiego napięcia na niewielkie prądy;
2. wydłużenie łuku przez odpowiednie ukształtowanie styków i wydmuch elektromagnetyczny – stosuje się do większych prądów formując odpowiednio styki opalne, które są często wspomagane dodatkowym wydmuchem elektromagnetycznym przyspieszającym wydłużenie się łuku;
3. wydłużenie łuku w przegrodach falistych – stosowane przy wydmuchu elektromagnetycznym gdzie łuk jest przepuszczony przez poprzeczne przegrody z materiałów izolacyjnych dzięki którym jest rozbity na kilka mniejszych ;
4. podział łuku na części między płytkami dejonizacyjnymi – nie wydłużają one łuku lecz dzieląc go na kilka mniejszych ułatwiają chłodzenie i przyspieszają zgaszenie, zazwyczaj wykonywane są z miedzi, mosiądzu lub stali;
5. chłodzenie łuku w dyszach szczelinowych – polega na wypychaniu łuku do coraz bardziej zwężającej się szczeliny powoduje jego jednoczesne zwężenie i wydłużenie, co w efekcie doprowadza do ochłodzenia i zgaszenia łuku;
6. chłodzenie łuku przez wydmuch gazu - stosowane jest najczęściej w łącznikach wysokiego napięcia, stosuje się do tego sprężone powietrze lub sześćfluorek siarki ( $\text{SF}_6$ );
7. chłodzenie łuku w oleju lub w innych cieczach – stosowane powszechnie w łącznikach wysokiego napięcia, natomiast w łącznikach niskonapięciowych jest stosowany rzadko i raczej w łącznikach starszego typu. Polega na tym, iż w czasie powstania łuku wytwarza się wodór i węglowodór, pobierając w procesie powstawania znaczne ilości ciepła i tym samym chłodząc łuk;

## 5. Opisać algorytm doboru przewodów i zabezpieczeń w instalacjach elektrycznych niskiego napięcia [E5]

Przewody w sieciach i instalacjach elektrycznych niskiego napięcia dobiera się na następujące warunki:

- Wyznaczenie przekroju ze względu na obciążalność prądową długotrwałą
- Sprawdzenie czy spadki napięć nie będą większe niż wartości graniczne dopuszczalne
- Sprawdzenie czy dobrany przekrój jest wystarczający ze względów mechanicznych
- Dobór zabezpieczeń (przeciążeniowe, zwarciovowe)
- Sprawdzenie czy dobrane przekroje przewodów są wystarczające ze względu na cieplne działanie prądów przeciążeniowych
- Skuteczność ochrony przeciwporażeniowej
- Sprawdzenie selektywności działania zabezpieczeń
- Sprawdzenie wpływu harmonicznych na obwód

Napięcie znamionowe izolacji  $U_{ni}$  musi być co najmniej równe napięciu znamionowemu sieci  $U_n$  : ( $U_{ni} \geq U_n$ )

Na podstawie obliczonego prądu obciążenia  $I_B$  (dla układów jednofazowych:  $I_B = \frac{S}{U_{nf}} = \frac{P}{\cos\phi U_{nf}}$ , a dla układów trójfazowych  $I_B = \frac{S}{\sqrt{3}U_n} = \frac{P}{\cos\phi \sqrt{3}U_n}$ ) należy dobrać zabezpieczenie przewodu o prądzie znamionowym  $I_n$ , którego wartość ze względu na wahania napięcia zasilającego oraz asymetrię obciążenia poszczególnych faz w obwodach trójfazowych powinna spełniać warunek  $I_n \geq 1,25I_B$

$U_{nf}$  - napięcie fazowe [V]

$S$  – moc pozorna obciążenia przewodu lub kabla [VA]

$P$  – moc czynna obciążenia przewodu lub kabla [W]

$U_n$  – nominalne napięcie międzyfazowe [V]

$\cos\phi$  – współczynnik mocy [-]

## 6. Klasyfikacja wpływów zewnętrznych, zasady kodyfikacji, normalne warunki pracy. [E1]

<b>A</b> <i>środowisko</i>	A – Temperatura otoczenia
	B – Wilgotność
	C – Wysokość nad poziomem morza
	D – Obecność wody
	E – Ciała stałe
	F – Korozja
	G - Uderzenia
	H – Wibracje
	J – Inne naprężenia mechaniczne
	K – Flora
	L – Fauna
	M – Promieniowanie
	N – Nasłonecznienie
	P – Wstrząsy sejsmiczne
	Q – Wyładowania atmosferyczne
	R – Ruchy powietrza
	S – Wiatr
<b>B</b> <i>użytkownicy i sposób użytkowania</i>	A – Zdolność osób
	B – Rezystancja
	C – Kontakt z ziemią
	D – Ewakuacja
	E – Materiały
<b>C</b> <i>Obiekty budowlane</i>	A – Materiały
	B – Konstrukcje

**Normalne warunki pracy:**

Warunki w których:

- temperatura czynnika chłodzącego i temperatura otoczenia są niższe niż maksymalne (powietrze - 40°C, woda i olej - 30°C)
- wilgotność względna otaczającego powietrza jest nie mniejsza niż 15% i nie większa od tej, przy której w danych warunkach występuje kondensacja pary
- powietrze powinno być czyste, spełniające wymaganie IEC 664 dla stopnia zanieczyszczenia 1

**7. Stopnie ochrony urządzeń elektrycznych zapewnione przez obudowy, kod IP [E1]**

Zabezpieczenie wnętrza maszyny przed przedostawaniem się ciał stałych i płynów:

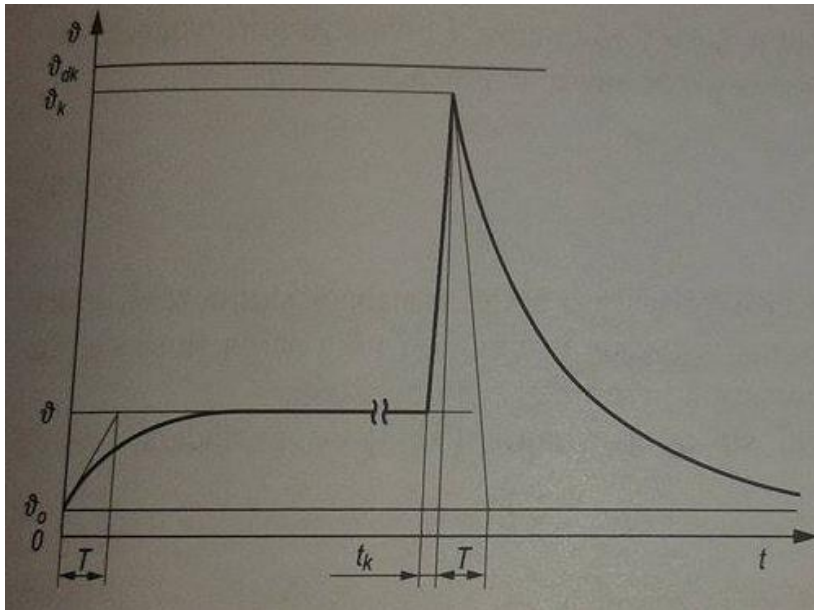
- 1) pierwsza cyfra od 0 do 6 określa zabezpieczenie przed przedostawaniem się ciał obcych.
- 2) druga cyfra od 0 do 9 określa zabezpieczenie przed przedostawaniem się wody.

	Ochrona urządzenia przed dostaniem się obcych ciał stałych	Ochrona urządzenia przed wnikaniem cieczy
0	bez ochrony	bez ochrony
1	o średnicy > 50mm	kapiącej pionowo
2	o średnicy > 12,5mm	kapiącej (odchylenie obudowy do 15° w każdą stronę)
3	o średnicy > 2,5mm	natryskiwanej
4	o średnicy > 1,0mm	rozbryzgiwanej
5	ograniczona ochrona przed pyłem	lanej strugą
6	ograniczona ochrona przed pyłem	lanej silną strugą
7		przy zanurzeniu krótkotrwałym
8		przy zanurzeniu ciągłym
9		lanej strugą pod ciśnieniem (80-100 [bar], do +80 [°C]) zgodnie z normą DIN 40050

## 8. Ciepłe działanie prądów zwarciovych, bilans cieplny, interpretacja graficzna, cele obliczeń skutków cieplnych prądów zwarciovych. [E2,E3]

### 1) Ciepłe działanie prądów zwarciovych:

Urządzenia elektryczne obciążone prądem roboczym mogą zostać dodatkowo obciążone prądem zwarciovym o wartości wielokrotnie większej od prądu robocznego, który wywoła dodatkowy przyrost temperatury elementów urządzeń.



Rys. 3.12.

Przebieg nagrzewania się przewodu lub dowolnego urządzenia elektrycznego w czasie zwarcia

$\theta_0$  – temperatura otoczenia,  $\theta$  – temperatura robocza,  $\theta_k$  – temperatura w czasie zwarcia,  $\theta_{dk}$  – temperatura dopuszczalna krótkotrwała,  $t_k$  – czas trwania zwarcia,  $T$  – cieplna stała czasowa

Równanie określające przebieg nagrzewania się przewodnika  $\tau = \tau_u(1 - e^{-t/T})$  można również przedstawić w postaci:

$$\tau = \tau_u \left[ \frac{t}{T} - \frac{1}{2!} \left( \frac{t}{T} \right)^2 + \frac{1}{3!} \left( \frac{t}{T} \right)^3 - \dots \right]$$

### 2) Bilans cieplny:

Równanie bilansu cieplnego przewodu:  $k_f i^2 \rho \frac{l}{S} dt = Sc d\theta$

$k_f$  – współczynnik strat dodatkowych wywoływanych wpływem zmiennych pól magnetycznych

$\rho$  – rezystywność materiału przewodowego

$l$  – długość przewodu

$S$  – przekrój przewodu

$c$  – ciepło właściwe materiału

### 3) Cele obliczeń skutków cieplnych prądów zwarciovych:

Umożliwia:

- dobór przekroju przewodu, który w danych warunkach zwarciovych nie nagrzej się do temperatury wyższej od założonej granicznej dopuszczalnej
- wyznaczanie temperatury przewodnika w końcu trwania zwarcia
- wyznaczanie granicznej wartości prądu zwarciovego, który przepływając przez przewód o przekroju  $S$  w czasie  $t_k$  nie spowoduje jego nagrzania się do temperatury wyższej od dopuszczalnej



## 9. Elektrodynamiczne działanie prądów zwarciovych, siły elektrodynamiczne w przewodach równoległych sieci trójfazowych [E2,E3]

Na przewody oraz tory prądowe aparatów, znajdujące się w polu magnetycznym, przez które przepływa prąd elektryczny lub występuje łuk elektryczny, działają siły, zwane elektrodynamicznymi.

Analiza oddziaływań elektrodynamicznych w aparatach i urządzeniach elektrycznych ma na celu głównie ustalenie sił i naprężeń występujących w torach prądowych nieruchomych i ruchomych oraz wspornikach i elementach mocujących przy przepływie prądów zwarciovych. Jest to podstawą wyznaczenia elektrodynamicznej wytrzymałości zwarciowej urządzeń. W układzie n-przewodowym siłę działającą na dowolny k-ty przewód w dowolnym kierunku x można wyznaczyć według zależności:

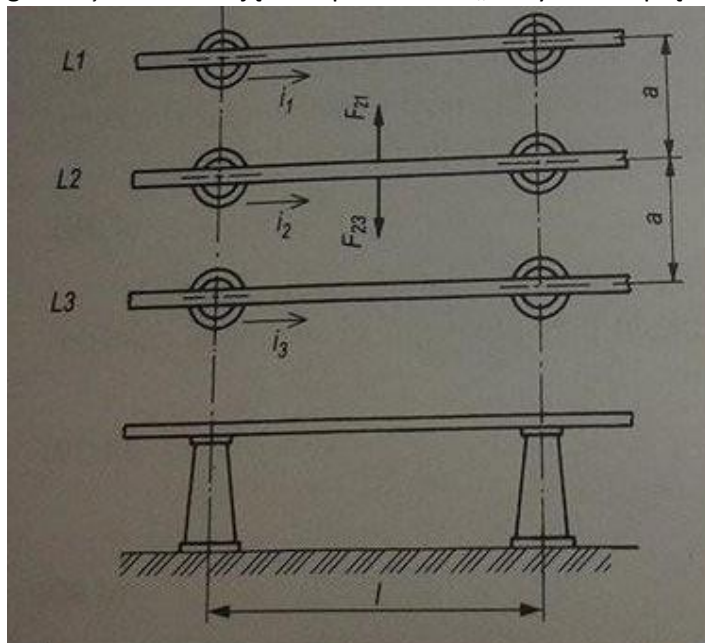
$$F_{kx} = \frac{\partial}{\partial x} \sum_{l=1}^n \left( \frac{1}{2} L_{kl} i_k^2 + M_{kl} i_k i_l \right) \quad L - \text{indukcyjność własna, } M - \text{indukcyjność wzajemna}$$

Wartości sił elektrodynamicznych są zależne od parametrów i konfiguracji układów oraz iloczynu prądów przepływających przez przewody.

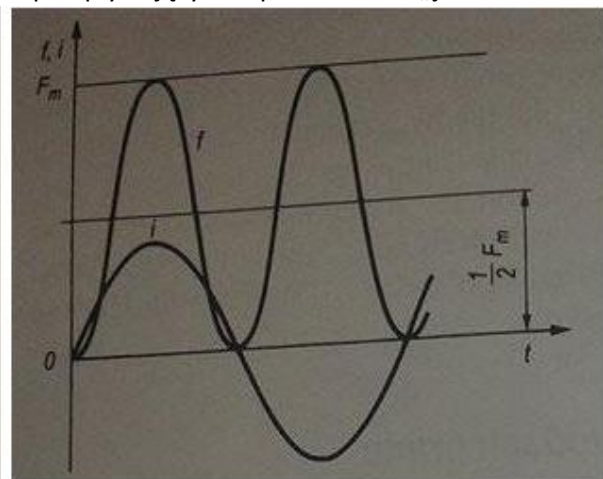
$f = C i_1 i_2$  C – wartość stała, zależna od parametrów i konfiguracji układu.

W obwodach trójfazowych występuje układ trzech przewodników, w których płyną zwykle prądy o jednakowej lub zbliżonej wartości skutecznej, przesunięte w fazie. Maksymalne wartości sił działających na przewody poszczególnych faz, zależnie od konfiguracji układu, mogą być różne, a siły przesunięte w fazie. W najprostszym układzie trójfazowym utworzonym z trzech równoległych przewodników w jednej płaszczyźnie siły działające na poszczególne przewody wyraża się następująco:  $F_1 = F_3 = F_{12} + F_{13}$   $F_2 = F_{21} - F_{23}$

gdzie  $F_{ij}$  – siła działająca na przewód „i” wywołana prądem przepływającym w przewodniku „j”.



Szkic do obliczania sił występujących w układach trójfazowych



Zależność siły f od czasu t przy prądzie przemiennym jednofazowym

## 10. Klasyfikacja łączników niskiego napięcia [E4]

Łączniki niskiego napięcia mogą być klasyfikowane na podstawie różnych kryteriów podziału. Rozpowszechniony jest między innymi podział ze względu na ich przeznaczenie i zdolność łączeniową. W ten sposób wyróżnić można:

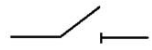
- **Łączniki izolacyjne (odłączniki)** - przeznaczone do sporadycznego załączania i wyłączania obwodów w stanie bezprądowym lub przy prądach o niewielkiej wartości.
- **Łączniki robocze (rozłączniki)** - przeznaczone do załączania i wyłączania obwodów obciążonych prądami roboczymi.
- **Łączniki zwarciovowe** - przeznaczone do załączania i wyłączania obwodów obciążonych prądami roboczymi zwarciowymi.
- **Łączniki manewrowe** - przeznaczone do sterowania pracą odbiorników, np. silników, charakteryzujące się dużą trwałością mechaniczną i łączeniową oraz znaczną lub bardzo dużą znamionową częstością łączy.
- **Bezpieczniki** - przeznaczone do jednokrotnego przerywania prądów zwarciowych i przeciążeniowych.

## 11. Podstawowe elementy budowy oraz funkcje łączników takich jak: odłączniki, styczniki, rozłączniki, wyłączniki, bezpieczniki, wyłączniki różnicowoprądowe. [E4,E6]

### a) odłączniki:

**Funkcje:** przeznaczone do sporadycznego załączania i wyłączania obwodów w stanie beprądowym lub przy prądach o niewielkiej wartości. W stanie otwarcia stwarzają one bezpieczne, z reguły widoczne przerwy w obwodzie.

**Budowa:** izolatory wsporcze, styki nieruchome i ruchome, wał, ciągnio napędowe, dźwignia napędowa.



### b) styczniki:

**Funkcje:** zdolny do załączania, wyłączania i przewodzenia prądu w normalnych warunkach pracy obwodu, a także przy przeciążeniach.

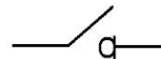
**Budowa:** komory gaszeniowe, nieruchomy rdzeń z cewką, ruchoma zwora, styki główne, podstawa



### c) rozłączniki:

**Funkcje:** przeznaczone do załączania i wyłączania obwodów obciążonych prądami roboczymi. W stanie otwarcia stwarzają widoczną i bezpieczną przerwę w obwodzie

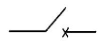
**Budowa:** posiadają komory gaszeniowe, nie posiadają zabezpieczeń przeciążeniowych.



### d) wyłączniki:

**Funkcje:** przeznaczone do załączania, przewodzenia i wyłączania prądów w normalnych warunkach pracy obwodu oraz prądu przeciążeniowego lub prądu zwarciowego.

**Budowa:** komora łukowa, mogą posiadać elektromagnes, oraz bimetalowe wygaszacze przeciążeniowe.



### e) bezpieczniki:

**Funkcje:** przeznaczone do jednokrotnego przerywania prądów zwarciowych i przeciążeniowych.

**Budowa:** posiada element ulegający zniszczeniu (stopieniu, rozpadowi) pod działaniem prądu o określonej wartości.

### f) wyłączniki różnicowoprądowe:

**Funkcje:** wywołuje działanie (wyłączenie) w przypadku wystąpienia prądów różnicowych większych od znamionowego prądu wyzwalamy.

**Budowa:** wyzwacz różnicowoprądowy, Przekładnik Ferrantiego, obwód testowania wyłącznika, zestyki torów prądowych wraz z dźwignią załączającą

## 12. Podstawowe cechy instalacji inteligentnych i klasycznych w budownictwie mieszkaniowym [E5]

W klasycznej wersji rozwiązań instalacje pracują jako odrębne, co znacznie utrudnia ich wykonanie i nadzór eksploatacyjny. Rozwój układów mikroprocesorowych i automatyki, który nastąpił w ostatnich dwudziestu latach, umożliwił wprowadzenie jakościowych zmian zasad i techniki wykonywania instalacji elektrycznych oraz coraz powszechniejsze stosowanie nowoczesnych systemów instalacji elektrycznych, nazywanych systemami „inteligentnego” budynku.

Celem inteligentnej instalacji jest integracja wszystkich występujących w budynku instalacji i systemów w jedną funkcjonalną całość. Uzyskane w ten sposób zależności pomiędzy instalacjami umożliwiają połączenie funkcji współpracujących ze sobą systemów oraz ich optymalizację.

Rozwiązanie takie znacząco podnosi komfort obsługi, bezpieczeństwo i wpływa na zmniejszenie zużycia energii. Integracja instalacji obniża koszty zarówno na poziomie wykonawstwa, jak również podczas użytkowania i serwisowania obiektu. Pozwala także na późniejsze dokonywanie zmian bez ingerencji w okablowanie i bez kucia ścian.

### ***Różnice pomiędzy instalacją inteligentną a klasyczną (konwencjonalną):***

- Ok. 2-krotnie większy koszt poprowadzenia instalacji elektrycznej.
- Możliwość lepszego oszczędzania energii dzięki bardziej ekonomicznej eksploatacji całej instalacji.
- Łatwość obsługi, możliwość obsługi zdalnej danego urządzenia.
- Indywidualne dostosowanie systemu do potrzeb.
- Możliwość ponownego przeprogramowywania systemu inteligentnego.
- Zastosowania kontrolne (automatyczne realizowanie ustalonych wcześniej zadań i trybów), alarmowe/przeciw włamaniom (np. symulacja obecności pod nieobecność lokatorów), przeciwpożarowe.

## 13. Podstawowe elementy automatyki budynkowej w przykładowych systemach takich jak KNX i LCN [E6]

KNX to skrót od KONNEX Association, czyli nowe stowarzyszenie zajmujące się rozwojem inteligentnych systemów instalacji elektrycznych w budynkach różnej wielkości i o różnym przeznaczeniu. Natomiast LNC to skrót od Local Control Network, czyli system opracowany przez firmę Essendorff Microelektronik i jest przeznaczony do realizacji różnych zadań w budynkach o różnym przeznaczeniu, o podwyższonym i wysokim standardzie.

Oferują one:

- sterowanie instalacjami oświetleniowymi, regulacja poziomu natężenia oświetlenia, realizacja scen świetlnych, wyłączanie/włączanie światła podczas nieobecności/obecności użytkowników w domu itp...
- sterowanie żaluzjami i roletami
- monitoring budynku
- sterowanie instalacjami: grzewczą, klimatyzacyjną i wentylacyjną
- zarządzanie przepływem energii w budynku
- kontrola dostępu
- rejestracja czasu
- home assistant pozwalających np.: na monitorowanie zdrowia starszych osób cierpiących na schorzenia zagrażające życiu (KNX)
- centralna wizualizacja stanów i wiele innych

System LCN może współpracować ze standardowymi łącznikami (przyciskami) elektroinstalacyjnymi oraz z większością wielofunkcyjnych łączników IEB. Możliwe jest też sterowanie za pomocą telefonu stacjonarnego lub komórkowego oraz Internetu.

#### 14. Bezpieczniki niskiego napięcia: budowa, podstawowe właściwości, charakterystyki czasowo-prądowe [E4]

**Funkcje:** przeznaczone do jednokrotnego przerywania prądów zwarciovych i przeciążeniowych.

**Budowa:** posiada element ulegający zniszczeniu (stopieniu, rozpadowi) pod działaniem prądu o określonej wartości.

**Charakterystyki czasowo-prądowe:** krzywa charakterystyki czasowo-prądowej dla pewnego bezpiecznika jest pokazana jako linia ciągła, ukazująca dla tego bezpiecznika czas wyłączenia w sekundach dla pewnego zakresu przetężeń.

