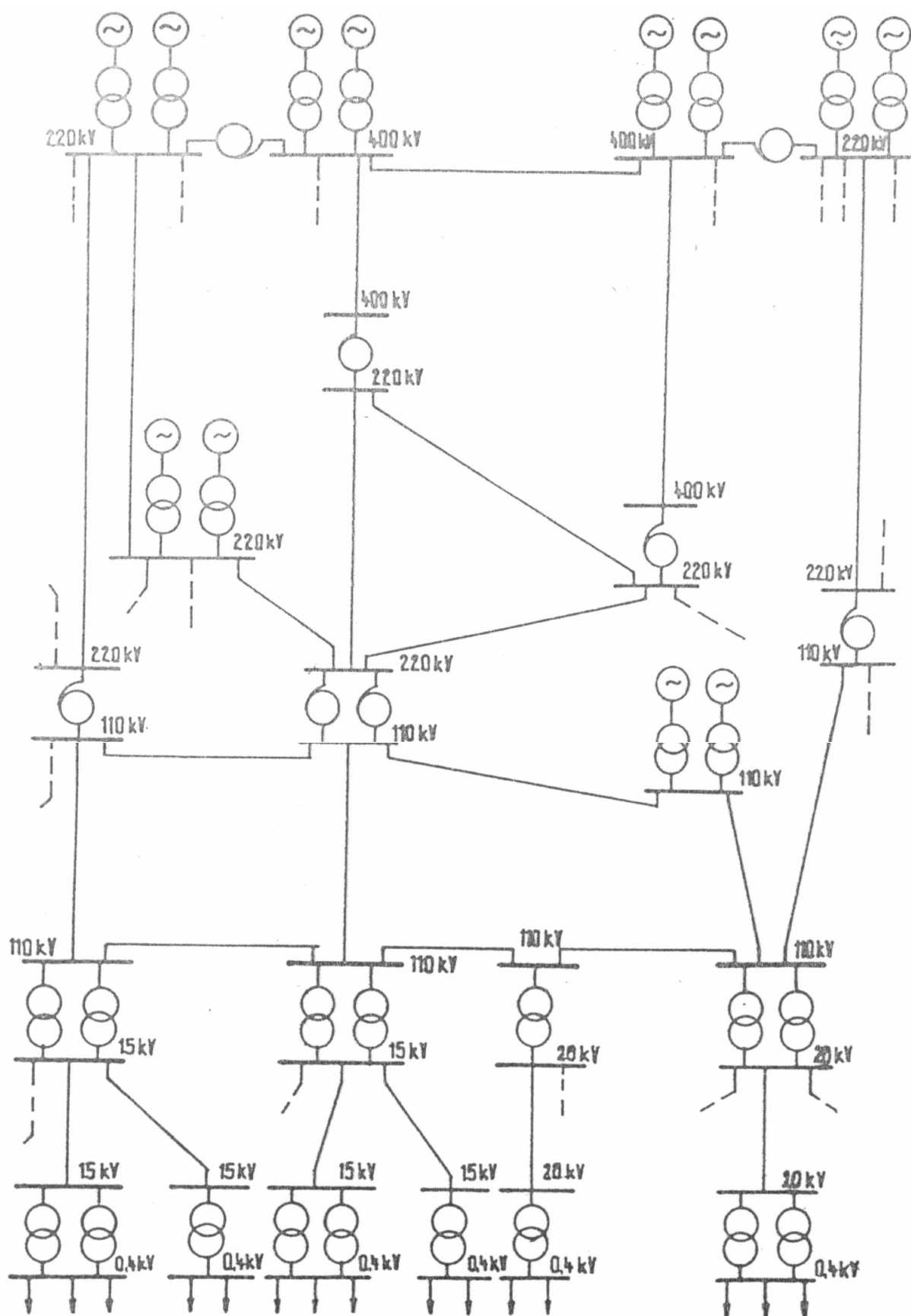


STRUKTURA KRAJOWEGO

SYSTEMU ELEKTROENERGETYCZNEGO



**Rys. 1.1. Uproszczony schemat strukturalny
fragmentu systemu elektroenergetycznego**

Grupy odbiorców

- 1) Grupa V - $P < 40 \text{ kW}$; zabezpieczenie przedlicznikowe $I_N < 63 \text{ A}$; zasilanie z sieci rozdzielczej nN napięciem $U_N = 0,4 \text{ kV}$.
- 2) Grupa IV - $P > 40 \text{ kW}$; zabezpieczenie przedlicznikowe $I_N > 63 \text{ A}$; zasilanie z sieci rozdzielczej nN napięciem $U_N = 0,4 \text{ kV}$ (16 005 tys. odbiorców gr. IV i V)
- 3) Grupa III - $S = 5 \div 15 \text{ MW}$; zasilanie z sieci rozdzielczej SN (29 tys odbiorc.).
- 4) Grupa II - $S = 15 \div 50 \text{ MW}$; zasilanie z sieci rozdzielczej 110 kV.
- 5) Grupa I - $S > 50 \text{ MW}$; zasilanie bezpośrednio z sieci rozdzielczej napięciem 110 kV lub wyższym, tj. 220 lub 400 kV (gr. I i II - 300 odbiorców).

Linie elektroenergetyczne eksploatowane w Polsce

- ◆ napowietrzne wysokiego napięcia (NN, WN) o $U_N = 400, 220, 110 \text{ kV}$ i 750 kV (aktualnie wyłączona),
- ◆ napowietrzne średniego napięcia (SN) o $U_N = 30, 20, 15, 10$ i 6 kV ,
- ◆ napowietrzne niskiego napięcia (nN) o U_N poniżej 1 kV ,
- ◆ kablowe: NN (400 kV prądu stałego) WN, SN i nN.

W zależności od U_N ww. linie pełnią rolę linii:

- ◆ przesyłowych wysokiego napięcia,
- ◆ sieci rozdzielczej i dystrybucyjnej,
- ◆ sieci rozdzielczej i odbiorczej nn.

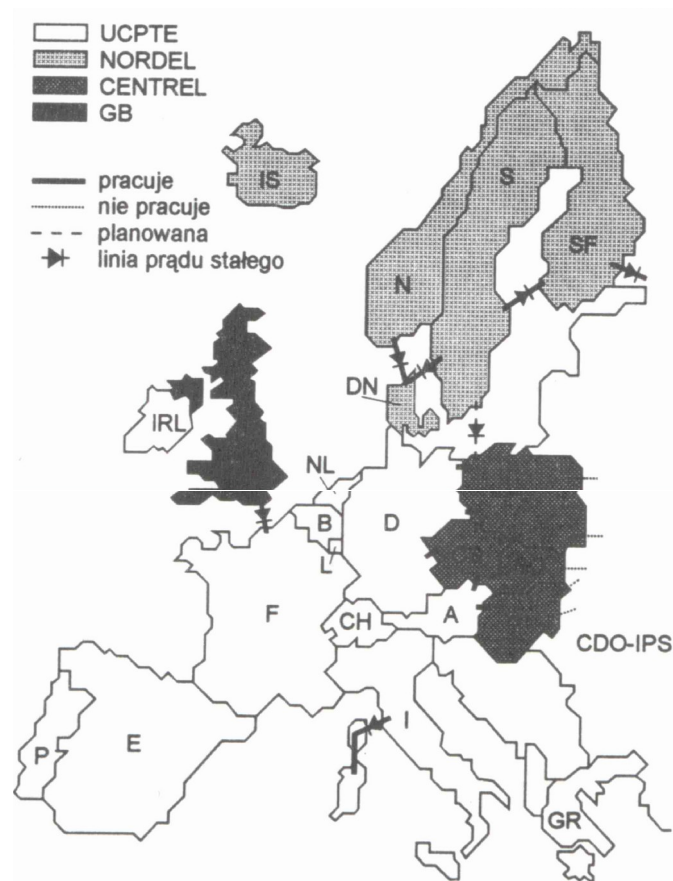
1.1. Linie przesyłowe wysokiego napięcia

Obejmują linie o $U_N = 750, 400, 220 \text{ kV}$ prądu przemiennego oraz 400 kV prądu stałego. Tworzą KSE - eksploatację prowadzi Spółka Akcyjna Polskie sieci Elektroenergetyczne.



Rys. 1.2. Schemat KSE

Długość linii: 750 kV - 114 km; 400 i 220 kV - 14 069 km



Rys. 1.3. Europejskie systemy elektroenergetyczne i ich powiązania z polską KSE

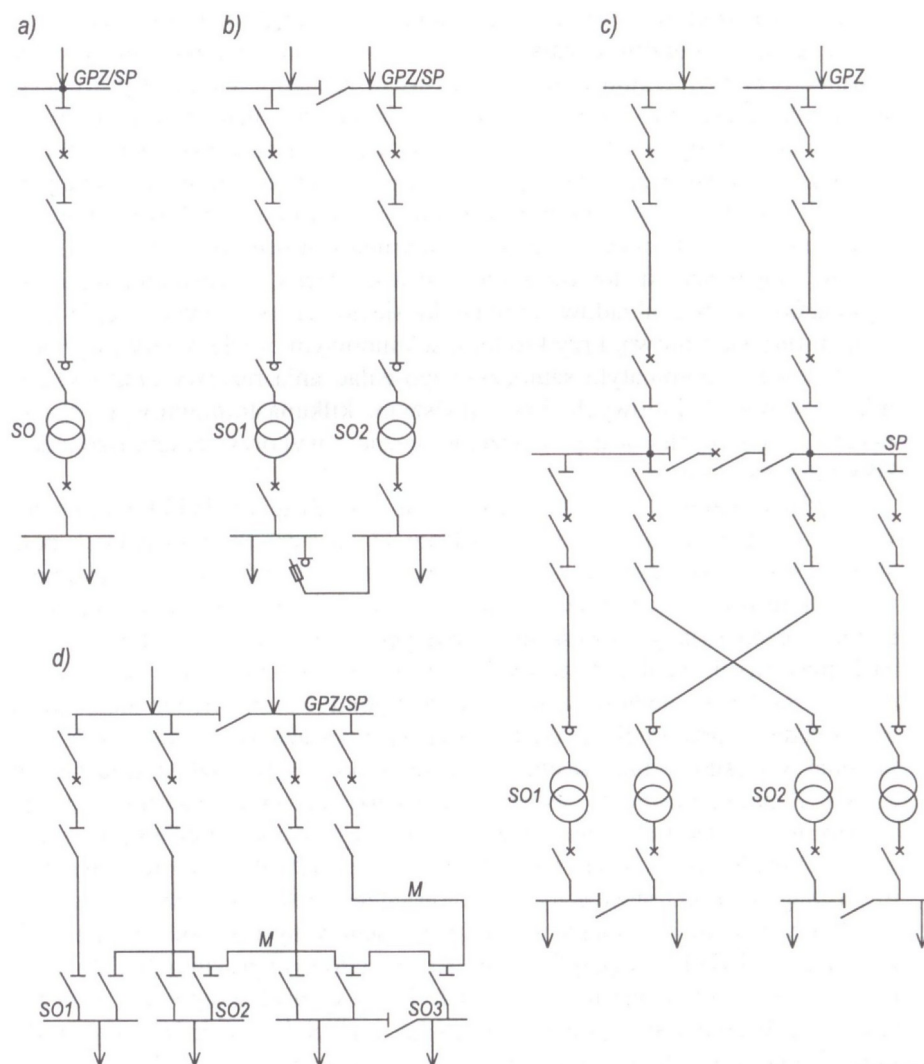
1.2. Sieć rozdzielcza i dystrybucyjna

Sieć rozdzielczą stanowią linie napowietrzne i kablowe o $U_N = 110$ kV prądu przemiennego (33 757 km).

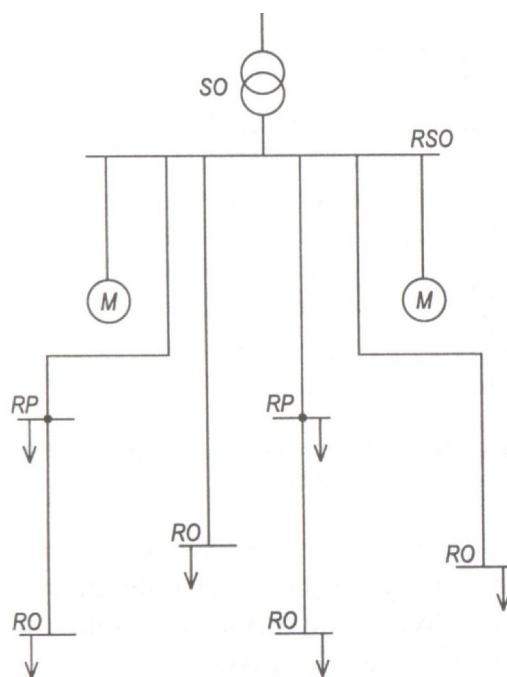
Sieć dystrybucyjną stanowią linie napowietrzne (LN) i kablowe (LK) SN o łącznej długości 311 604 km.

Ww. sieci dzielą się na:

- ◆ miejskie
- ◆ przemysłowe



Rys. 1.4. Układy promieniowe zasilania przemysłowych stacji odbiorczych SO:
a) jednostopniowy nierezerwowany; b) jednostopniowy dwupromieniowy; c) dwustopniowy; d) rezerwowany magistralą M zasilaną jednostronnie



Rys. 1.5. Układ promieniowy przemysłowej sieci rozdzielczej nN

1.3. Sieć dystrybucyjna, rozdzielcza i odbiorcza nN

Obejmuje linie napowietrzne (LN) i linie kablowe (LK) prądu przemiennego o $U_N < 1 \text{ kV}$ o łącznej długości - 470 142 km. W skład ww. sieci wchodzi:

- ◆ przewody i kable elektroenergetyczne (podstawowy element),
- ◆ elektroenergetyczne urządzenia łączeniowe, zabezpieczające, ochronne, sterujące i pomiarowe z obudowami, konstrukcje wsporcze LN i osprzęt kablowy.

Z sieci odbiorczej zasilane są instalacje, które ze względu na rodzaj zasilanych obwodów, dzielą się na instalacje:

- ◆ oświetleniowe
- ◆ siłowe

Ze względu na miejsce występowania instalacje elektryczne dzielą się na:

- ◆ nieprzemysłowe
- ◆ przemysłowe
- ◆ inne

W zależności od czasu użytkowania dzielą się na:

- ◆ stałe
- ◆ prowizoryczne (tymczasowe)

Tablica 1. Napięcia znamionowe sieci oraz urządzeń elektroenergetycznych prądu stałego i przemiennego nN, wg IEC 38

Rodzaj prądu	Napięcie znamionowe, V	
	bardzo niskie	niskie
Prąd stały	6, 12, 24, 36, 48, 60, 72, 96, 110	220, 440, 750, 1500
Prąd przemienny	6, 12, 24, 48	120/240 ¹⁾ , 230/400 ²⁾ , 277/480 ²⁾ , 400/690 ²⁾ , 1000 ²⁾
¹⁾ Układ jednofazowy trójprzewodowy. ²⁾ Układy trójfazowe trój- i czteroprzewodowe.		

GŁÓWNE ZADANIA SIECI ELEKTROENERGETYCZNEJ

- ◆ dostarczać energię elektryczną w sposób niezawodny
- ◆ zapewnić odpowiednią jakość energii elektrycznej
- ◆ charakteryzować się dużą elastycznością
- ◆ zapewnić przesył energii elektrycznej przy minimalnych kosztach budowy i eksploatacji
- ◆ zapewnić bezpieczeństwo dla życia i mienia ludzkiego

1.4. KLASYFIKACJA SIECI ELEKTROENERGETYCZNYCH

Ze względu na rodzaj zastosowanego prądu

1. Prądu stałego (w trakcji tramwajowej - 750 V i kolejowej 3 i 10 kV; linie przesyłowe 400 i 800 kV).
2. Prądu przemiennego głównie o częstotliwości 50 Hz (USA - 60 Hz; niekiedy 25 i 16 2/3 Hz do bezpośredniego zasilania silników trakcyjnych).

Z punktu widzenia wysokości napięcia

Najprostszy i najczęściej stosowany podział (wg. wymagań PN-IEC 60364-4-41:2000) to na sieci **niskiego i wysokiego napięcia**.

Sieci niskiego napięcia to takie, w którym wartość skuteczna napięcia przemiennego nie przekracza 1 kV, a prądu stałego - 1,5 kV.

Sieci prądu przemiennego powyżej 1 kV, ze względu na wartość napięcia znamionowego dzieli się, umownie, na:

- ◆ ultra wysokiego napięcia (UWN) - $U_N \geq 735$ kV (aktualnie w Polsce brak),
- ◆ najwyższego napięcia (NN) - 220 kV $\leq U_N \leq 500$ kV,
- ◆ wysokiego napięcia - (WN) - 60 kV $\leq U_N \leq 150$ kV,
- ◆ średniego napięcia (SN) - 1 kV $\leq U_N \leq 60$ kV.

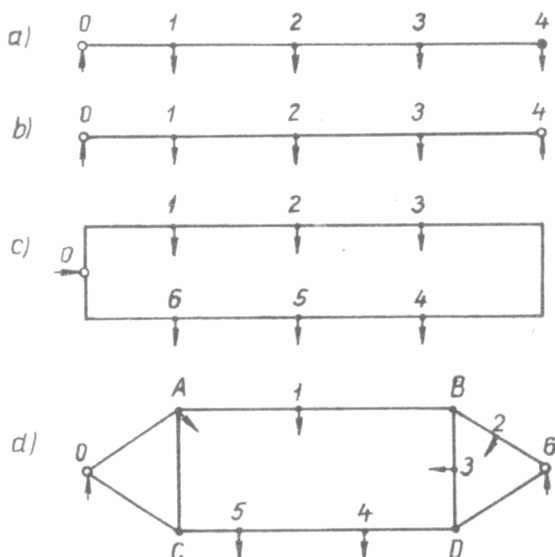
Napięcia stosowane w polskich sieciach elektroenergetycznych:

- a) 750 kV, 400 kV, (220 kV), 110 kV, (60 kV), (40 kV), (30 kV), 20 kV, 15 kV, (10 kV), 6 kV, (5 kV), a poniżej 1 kV głównie 400 V, a także (500 V) i (660 V),
- b) prądu stałego: 2, 4, 6, 12, 24, 48, 60, 80, 110, 160, 220, 440, 750, 1500, 3000 V i 400 kV (podmorska linia kablowa).

Ze względu na rodzaj zasilania

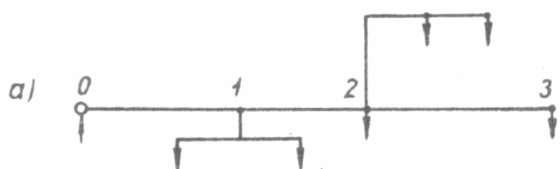
Rozróżnia się:

- ◆ linie jednostronnie zasilane - zwane też liniami otwartymi lub promieniowymi,
- ◆ linie dwustronnie zasilane - zwane także liniami zamkniętymi. Szczególnym przypadkiem linii dwustronnie zasilanej jest linia okrężna, zwana również pętlową zasilana z jednej strony,
- ◆ sieci węzłowe - muszą posiadać przynajmniej jeden węzeł zasilany z trzech stron.

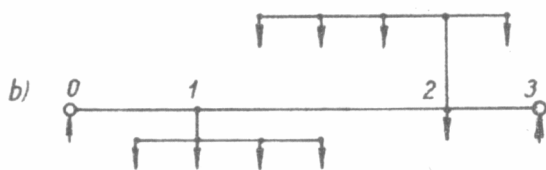


Rys. 1.6. Sposoby zasilania linii elektrycznych:

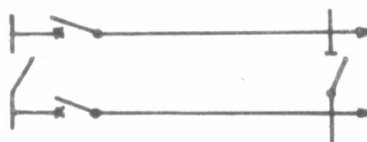
- a) linia jednostronnie zasilania,
- b) linia dwustronnie zasilana,
- c) linia okrężna,
- d) sieć węzłowa



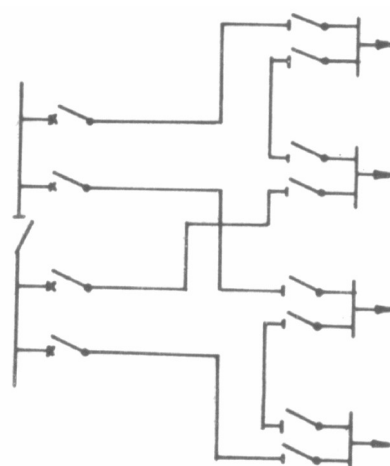
Rys. 1.7. Przykłady linii rozgałęzionych:
a) linia jednostronnie zasilana,
c) linia dwustronnie zasilana



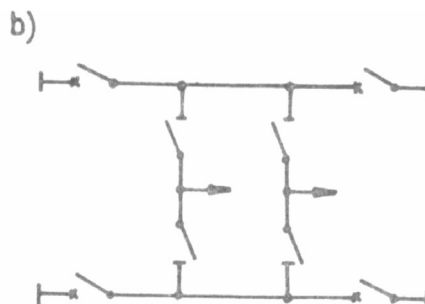
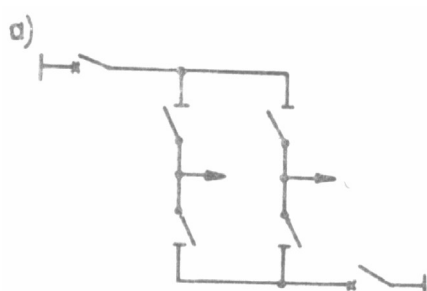
a)



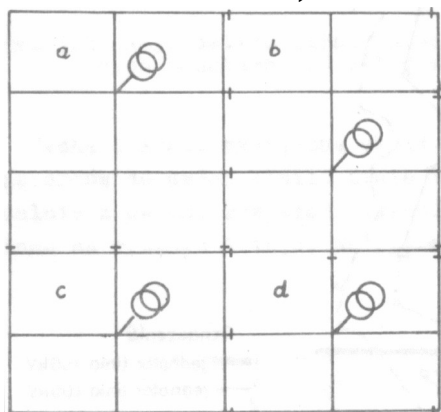
b)



Rys. 1.8. Sieci w układzie rezerwowanych: a) dwuliniowa promieniowa, b) pętlowa rezerwowana promieniowo



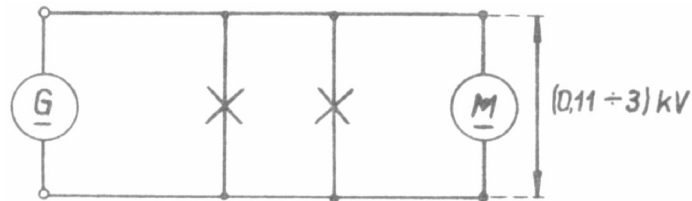
Rys. 1.9. Układy pętlowe dwuliniowe z możliwością zasilania:
a) w dwóch punktach, b) w czterech punktach



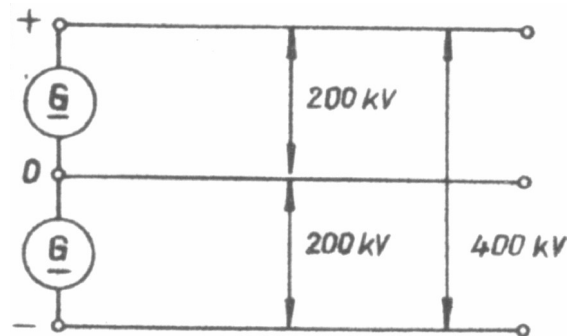
Rys. 1.10. Przykład miejskiej sieci kratowej:
a, c) sieci zamknięte, b, d) sieci otwarte

1.5. UKŁADY SIECIOWE

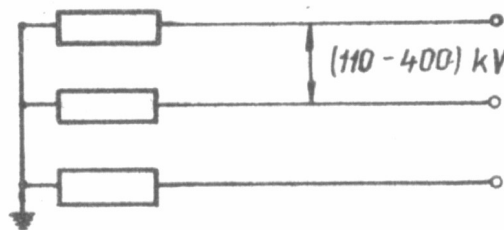
W zależności od: napięcia znamionowego, przeznaczenia linii oraz sposobu uziemienia punktu neutralnego źródła zasilającego - stosuje się różne układy sieciowe. Stosowane w Polsce układy sieciowe podano na kolejnych rysunkach.



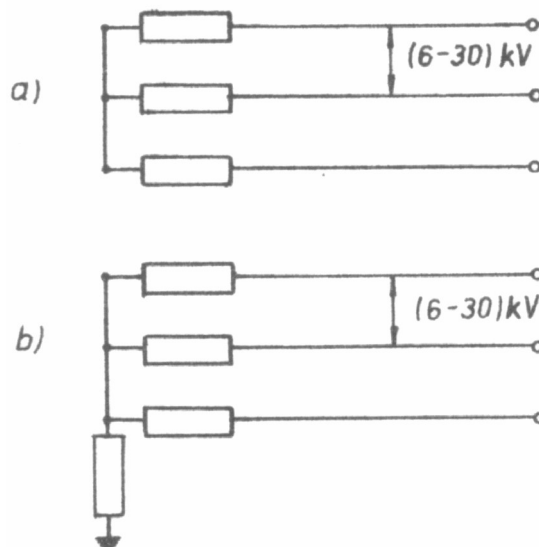
Rys. 1.12. Dwuprzewodowy system prądu stałego (stosowany głównie w trakcji)



Rys. 1.13. Trójprowadowy system prądu stałego (linie przesyłowe prądu stałego)

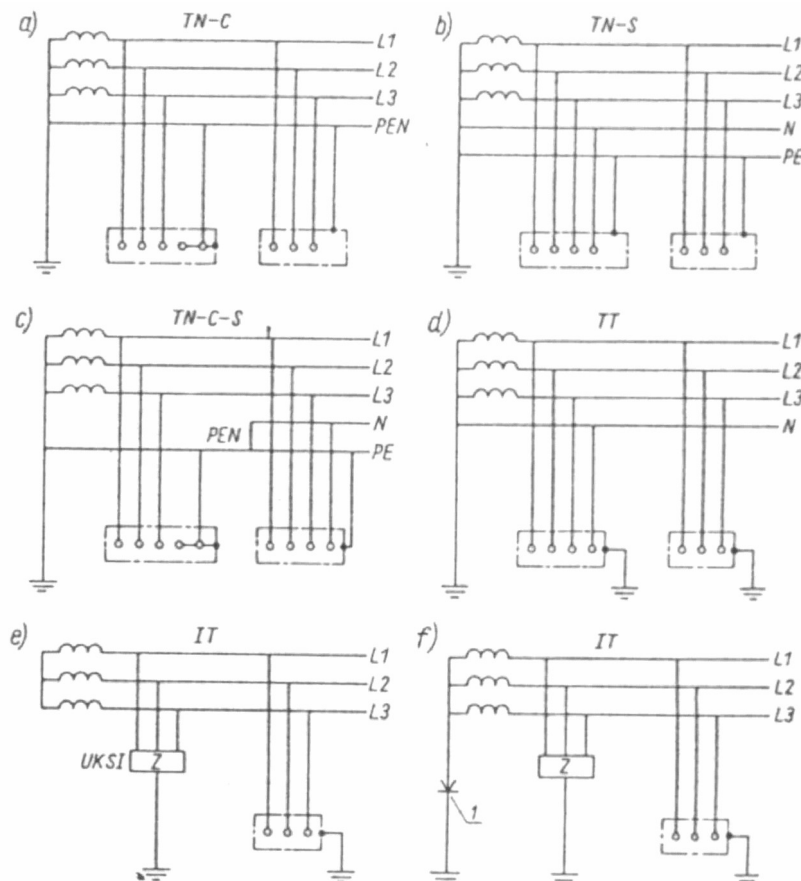


Rys. 1.14. Trójfazowy trójprowadowy system prądu przemiennego z bezpośrednio uziemionym punktem neutralnym (sieci WN o napięciu: 110, 220, 400 i 750 kV)



Rys. 1.15. Trójfazowy trójprzewodowy system prądu przemiennego: a) z izolowanym punktem neutralnym, b) z pośrednio uziemionym punktem neutralnym (sieci SN o napięciu: 6, 15, 20 i 30 kV)

Trójfazowe nN sieci elektroenergetyczne prądu przemiennego w zależności od sposobu uziemienia punktu neutralnego źródła zasilającego mogą być wykonane jako z uziemionym lub izolowanym punktem neutralnym względem ziemi. Różne układy sieci nN - rys. 1.15.



Rys. 1.16. Układy trójfazowej nN sieci prądu przemiennego:
a) sieć typu TN-C; b) sieć typu TN-S; c) sieć typu TN-C-S; d) sieć typu TT;
e) sieć typu IT z punktem neutralnym izolowanym, f) sieć IT z punktem
neutralnym uziemionym przez iskiernik

L1, L2, L3 - przewody fazowe; N - przewód neutralny; PE - przewód ochronny;
 PEN - przewód ochronno-neutralny;
 UKSI - urządzenie kontroli stanu izolacji; I - bezpiecznik iskrowy (iskiernik)

Pokazane układy nN różnią się od siebie:

- ◆ sposobem połączenia punktu neutralnego źródła z ziemią,
- ◆ liczbą przewodów przewodzących,
- ◆ różnymi, stosowanymi w nich, systemami ochrony przeciwporażeniowej.

W stosowanym sposobie oznaczeń układów sieciowych:

- pierwsza litera (T lub I) oznacza związek pomiędzy układem sieci a ziemią,
- druga (N lub T) sposób połączenia z ziemią części przewodzących urządzeń, nie pozostających w normalnych warunkach pracy pod napięciem,
- trzecia i czwarta (C lub /oraz S) określa, czy układ ma wspólny przewód ochronno-neutralny PEN (litera C), czy przewód neutralny (N) i ochronny (PE) są rozdzielone (S).