

.Przekładniki i układy pomiarowe z przekładnikami

1. Cel stosowania przekładników
2. Przekładniki prądowe
3. Układy przekładników prądowych i odbiorników
4. Przekładniki napięciowe
5. Układy przekładników napięciowych i odbiorników
6. Układy połączeń przekładników z przyrządami pomiarowymi

Pytania kontrolne

21.Przekładniki i układy pomiarowe z przekładnikami.-

21.1.Cel stosowania przekładników.-

Bezpośredni pomiar prądu w obwodach wysokiego napięcia za pomocą amperomierza byłby niebezpieczny dla obsługi. Ponadto w sposób bezpośredni mierzy się praktycznie prądy do około. 100 Amper. Budowanie amperomierzy, watomierzy, liczników itp. przystosowanych do pomiaru większych prądów jest trudne i kosztowne. Pomiaru dużych prądów przemiennych za pomocą amperomierzy przystosowanych do pomiaru małych prądów umożliwiają **przekładniki prądowe**.

Przekładniki prądowe umożliwiają zmniejszenie wartości mierzonej stałą liczbę razy, zwaną **przekładnią**. Bezpieczny pomiar prądów w obwodach wysokiego napięcia jest możliwy, jeśli izolacja przekładnika prądowego jest przystosowana do wartości napięcia w obwodzie. W obwodach wysokiego napięcia występują również trudności z bezpośrednim pomiarem napięć przemiennych. Ze względu na bezpieczeństwo obsługi cewki napięciowe przyrządów włącza się przez **przekładniki napięciowe**, zmniejszające mierzone napięcie stałą liczbę razy. Uzwojenia wtórne przekładników prądowych i napięciowych uziemia się w jednym punkcie.

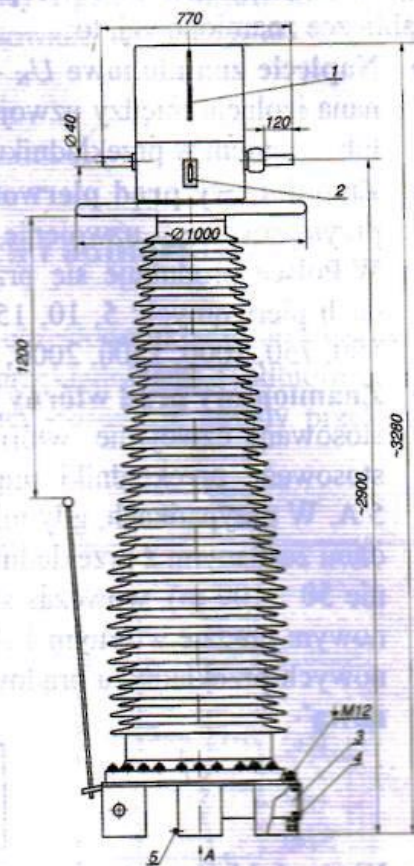
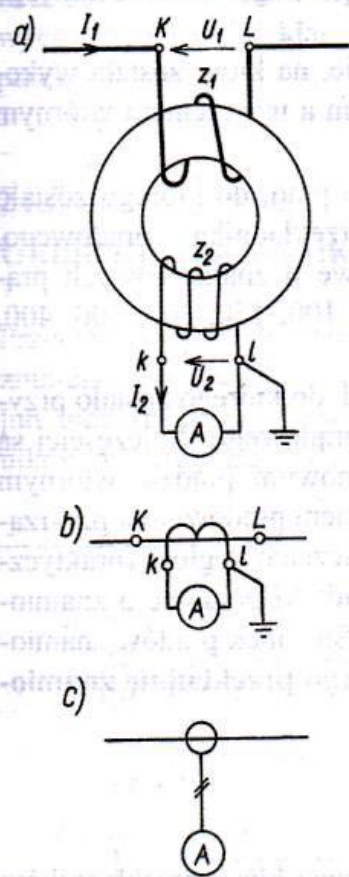
21.2

Przekładniki prądowe

Przekładnik prądowy (rys. 21.1) jest transformatorem pracującym w stanie zbliżonym do stanu zwarcia. Jedno z uzwojeń (pierwotne) jest zasilane z zewnętrznego źródła prądem mniejszym od dopuszczalnego ze względu na długotrwałe nagrzewanie uzwojenia, a drugie (wtórne) jest obciążone małą impedancją, a więc stan obciążenia jest zbliżony do stanu zwarcia. Należy przestrzegać, by uzwojenie wtórne przekładnika prądowego było zwarte przez obwód o małej rezystancji — pod groźbą zniszczenia przekładnika prądowego wskutek przegrzania rdzenia w czasie przepływu prądu przez uzwojenie pierwotne oraz pod groźbą wystąpienia przebiegów.

Konstrukcja przekładnika prądowego zależy od jego parametrów (napięcie i prąd znamionowy) i od miejsca zainstalowania (**wnętrzowe, napowietrzne, przepustowe**). Przekładniki przeznaczone do pomiaru prądów w stacjach rozdzielczych **wysokich napięć są konstrukcjami o wysokości kilku metrów (rys. 21.2).**

Rys. 21.1.
Przekładnik prądowy:
a) schemat poglądowy;
b) schemat szczegółowy przekładnika prądowego z przyłączonym amperomierzem;
c) schemat uproszczony



Rys. 21.2. Przekładnik J220-4a produkcji ZWAR
1 — wskaźnik położenia mieszka
2 - wskaźnik poziomu oleju,
3 — skrzynka zacisk wtórnych,
4 — dławice dla kabla 024.5 mm lub mufa kablowa 035 mm,
5 — spust oleju

Wielkości znamionowe przekładnika prądowego, podane na jego tabliczce znamionowej, to:

• **Napięcie znamionowe** U_N — jest to napięcie, na które została wykonana izolacja między uzwojeniem pierwotnym a uzwojeniem wtórnym lub rdzeniem w przekładniku prądowym.

• **Znamionowy prąd pierwotny** I_m — jest to prąd, do którego zostało przystosowane uzwojenie pierwotne przekładnika prądowego.

: W Polsce produkuje się przekładniki prądowe o znamionowych prądach pierwotnych: 5, 10, 15, 20, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400, 500, 750, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000 A.

Znamionowy prąd wtórny I_{2N} — jest to prąd, do którego zostało przystosowane uzwojenie wtórne przekładnika prądowego. Najczęściej są stosowane przekładniki prądowe o znamionowym prądzie wtórnym 5 A. W przypadkach, gdy między przekładnikiem prądowym a przyrządami zasilanymi z przekładnika występuje znaczna odległość (praktycznie 50 -100 m), wówczas stosuje się przekładniki prądowe o znamionowym prądzie wtórnym 1 A (rzadziej 2 A). Stosunek prądów znamionowych przekładnika prądowego wyznacza jego **przekładnię znamionową**

$$K_{iN} = \frac{I_{1N}}{I_{2N}}$$

Klasa dokładności — rozróżnia się następujące klasy przekładników prądowych: **0,2; 0,5; 1; 3; 5P; 10P**. Liczba podająca klasę określa wartość uchybu prądowego wyrażonego w procentach, przy obciążeniu znamionowym uzwojenia wtórnego i przepływie prądu znamionowego przez uzwojenie pierwotne.

Przekładniki prądowe klasy 0,2 są stosowane głównie w dokładnych pomiarach laboratoryjnych,

klasy 0,5 — w pomiarach laboratoryjnych oraz pomiarach rozliczeniowych energii. Przekładniki prądowe klasy 1 są stosowane w pomiarach mocy, energii, współczynnika mocy, zasilaniu przekaźników kierunkowych, różnicowych, odległościowych oraz pomiarach kontrolnych prądu.

Przekładniki prądowe klasy 3 stosuje się w pomiarach kontrolnych, prądu oraz zasilaniu przekaźników nadprądowych. **Nie wolno stosować przekładników prądowych klasy 3 do zasilania watomierzy, zgodnie z PN-88/E-01100** Oznaczenia wielkości i jednostek miar używanych w elektryce — przekładnię przekładnika oznacza się symbolem K (uprzednio δ). liczników, mierników współczynnika mocy i przekaźników kierunkowych. Przekładniki klas 5P i 10P są stosowane wyłącznie do zasilania przekaźników.

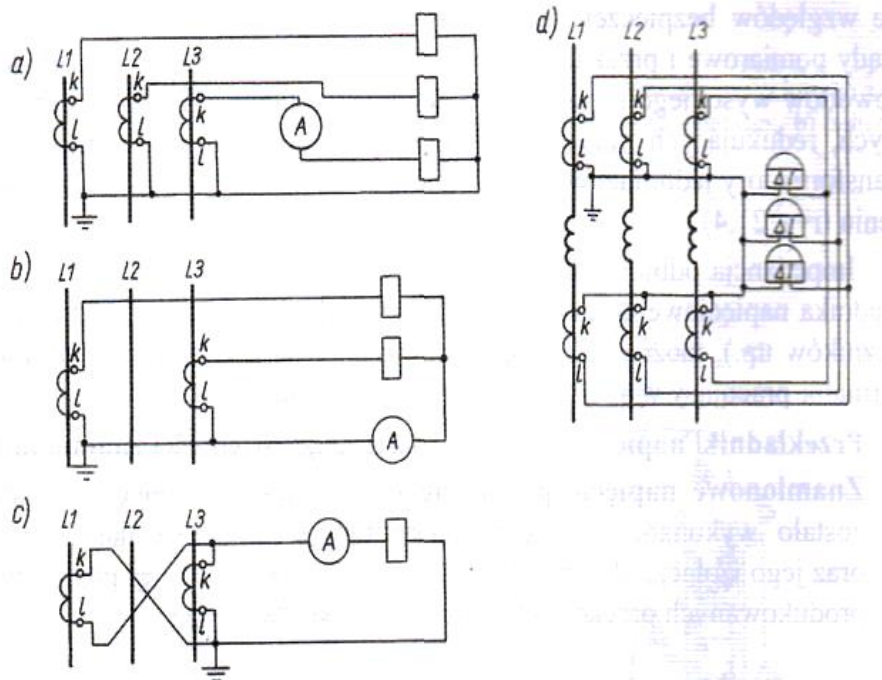
21.3

Układy przekładników prądowych i odbiorników

Przekładniki prądowe łączy się często w określone układy, aby uzyskać zmniejszenie liczby przewodów między przekładnikami i odbiornikami, lub inne specjalne właściwości.

Najczęściej stosowane układy przekładników prądowych pokazano na rys. 21.3. Przy montażu obwodów wtórnych układów przekładników prądowych należy zwrócić szczególną uwagę na sposób połączenia przekładników prądowych z obwodem: zamiana np. dwóch przewodów dochodzących do przekładnika prądowego w każdym z układów pokazanych na rys. 21.3 spowoduje fałszywe działanie układu.

Podobnie uziemienie układu w dwóch punktach może być powodem niepożądanego rozptywu prądów i nieprawidłowego działania układu. Stan taki może wystąpić na skutek uszkodzenia izolacji w obwodzie wtórnym przekładników prądowych.



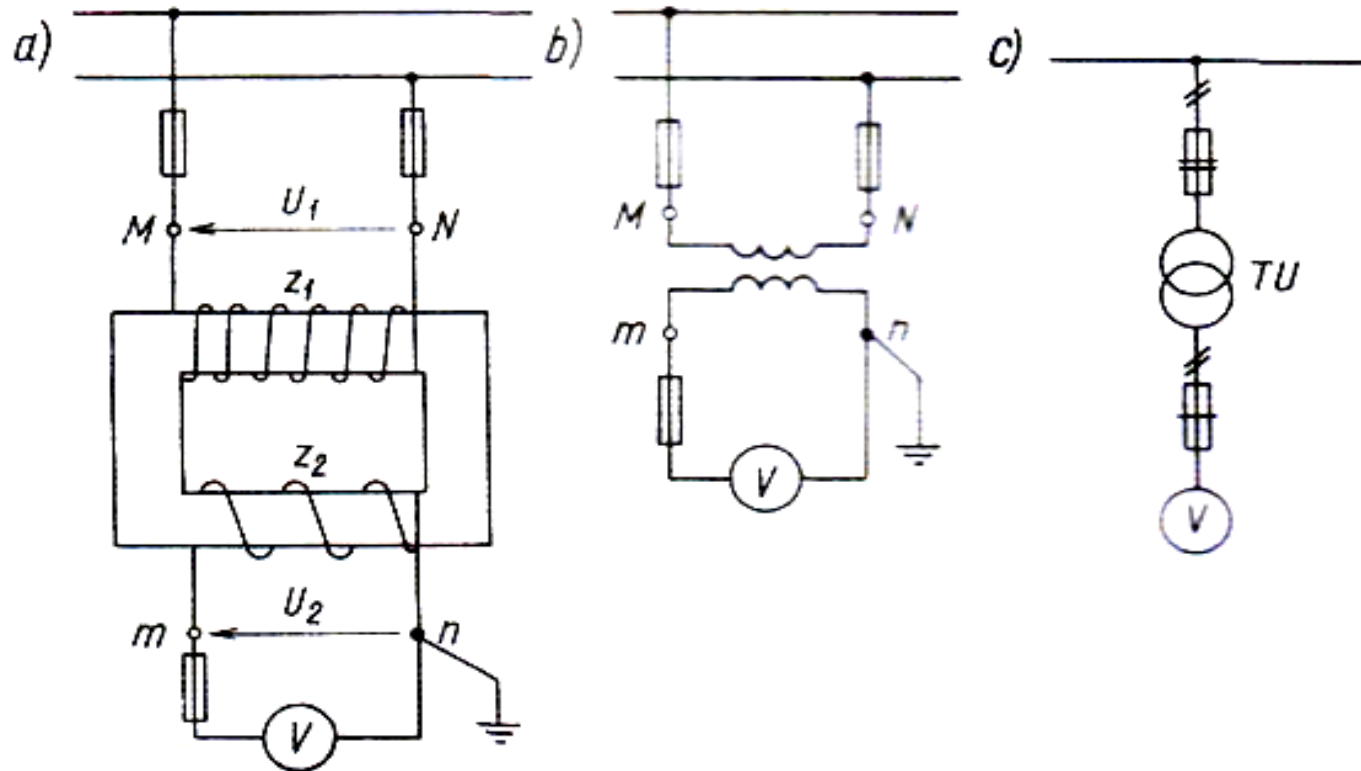
Rys. 21.3. Schematy układów przekładników prądowych do zasilania zabezpieczeń przekąźnikowych i pomiaru prądu:

- a) układ pełnej gwiazdy stosowany w sieciach z uziemionym punktem neutralnym (380/220 V, 110 kV, 220 kV);
- b) układ niepełnej gwiazdy stosowany w sieciach z izolowanym punktem neutralnym lub w sieciach skompensowanych (500 V, 6 kV, 15 kV, 30 kV);
- c) układ krzyżowy stosowany jak w p. b);
- d) układ różnicowy stosowany do zasilania zabezpieczenia ważnych urządzeń (generatorów, transformatorów, silników, linii) $L1, L2, Li$ — przewody fazowe



21.4 Przekładniki napięciowe.

Ze względów bezpieczeństwa, a także ze względów technicznych przyrządy pomiarowe i przekaźniki w stacjach wysokiego napięcia zasila się z obwodów wysokiego napięcia za pośrednictwem przekładników napięciowych, redukujących mierzone napięcia do wartości bezpiecznych. Są to transformatory jednofazowe małej mocy, pracujące przy niewielkim obciążeniu (rys. 21.4).



Rys. 21.4. Przekładnik napięciowy: a) schemat poglądowy przekładnika napięciowego z zabezpieczeniami za pomocą bezpieczników i przyłączonym woltomierzem; b) schemat szczegółowy przekładnika napięciowego; c) schemat uproszczony

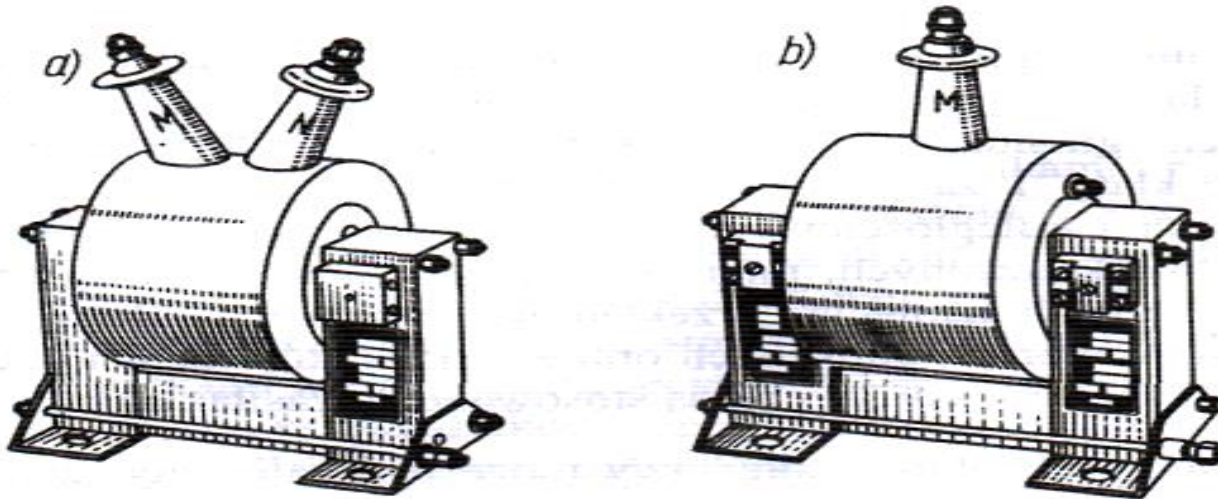
Impedancja odbiorników przyłączonych do uzwojenia wtórnego przekładnika napięciowego jest bardzo duża (cewki woltomierzy, watomierzy, liczników itp.), można zatem przekładnik napięciowy traktować jak transformator pracujący w stanie zbliżonym do stanu jałowego.

Przekładniki napięciowe cechują następujące **wielkości znamionowe**:

- **Znamionowe napięcie pierwotne** U_{1N} — jest to napięcie, na które zostało wykonane uzwojenie pierwotne przekładnika napięciowego oraz jego izolacja główna. Wartości znamionowych napięć pierwotnych produkowanych przekładników napięciowych wynoszą

$$U_{1N} = U_{Ns} \quad \text{lub} \quad U_{1N} = \frac{U_{Ns}}{\sqrt{3}}$$

przy czym U_{Ns} oznacza napięcie znamionowe sieci, w której przekładnik napięciowy jest stosowany. W pierwszym przypadku przekładnik napięciowy buduje się z pełną izolacją obu końcówek uzwojenia wysokiego napięcia, w drugim natomiast przekładnik napięciowy może mieć końcówkę N o obniżonej izolacji (rys. 21.5).



Rys. 21.5. Przekładniki napięciowe wewnętrzne z izolacją żywiczną: a) z pełną izolacją obu biegunów; b) z pełną izolacją jednego bieguna

□ **Znamionowe napięcie wtórne U_{2N}** —jest to napięcie, na które zostało wykonane uzwojenie wtórne przekładnika napięciowego. Przekładniki napięciowe o napięciu pierwotnym $U_{1N} = U_{Ns}$ mają uzwojenie wtórne o napięciu znamionowym $U_{2N} = 100 \text{ V}$, a przekładniki napięciowe, mające znamionowe napięcie pierwotne $U_{1N} = U_{Ns} / \text{pierwiastek z } 3$, mają uzwojenie wtórne o napięciu $U_{2N} = 100 / \text{pierwiastek z } 3 \text{ V}$; ponadto mogą mieć drugie uzwojenie wtórne o napięciu $100 / \text{pierwiastek z } 3 \text{ V}$. Stosunek napięć znamionowych przekładnika napięciowego określa jego przekładnię znamionową

$$N_{\text{UN}} = \frac{U_{1N}}{U_{2N}}$$

Przekładnik napięciowy z dwoma uzwojeniami wtórnymi ma oczywiście dwie wartości przekładni.

□ Klasa dokładności

Produkuje się przekładniki napięciowe w następujących klasach: 0,2;.0,5; 1; 3; 3P; 6P. Liczba określająca klasę wyraża wartość uchybu 'napięciowego w procentach, przy obciążeniu przekładnika napięciowego mocą znamionową i doprowadzeniu napięcia znamionowego do uzwojenia pierwotnego.

Przekładniki napięciowe klasy 0,2 stosuje się w zasadzie w dokładnych pomiarach laboratoryjnych, klasy 0,5 — do zasilania cewek napięciowych liczników energii służących do celów rozliczeniowych. Przez przekładniki napięciowe klasy 1 zasilają się zwykle obwody napięciowe zabezpieczeń kierunkowych i odległościowych, cewki napięciowe watomierzy, liczników do celów kontrolnych, mierników współczynnika mocy oraz woltomierze do kontroli napięcia. Przekładniki napięciowe klasy 3 służą do zasilania woltomierzy kontrolnych oraz przekaźników nad- i podnapięciowych. Przekładniki klasy 3P i 6P są stosowane do zasilania przekaźników.

Ten sam przekładnik napięciowy może być zaliczany do dwóch lub trzech klas, przy różnych mocach znamionowych. Gdyby nie zważać na uchyby, to można obciążyć przekładnik tak, jak zwykły transformator, aż wartości mocy granicznej. Moc graniczna jest od kilku do kilkunastu **razy** większa od mocy znamionowej. Przekładnik napięciowy obciążony mocą graniczną ma bardzo duże uchyby. Stan ten występuje przy wykorzystaniu przekładnika napięciowego jako transformatora obniżającego do zasilania obwodów pomocniczych lub oświetleniowych w małych stacjach elektroenergetycznych.

21.5. Układy przekładników napięciowych i odbiorników

W sieciach trójfazowych wysokiego napięcia przekładniki napięciowe łączy się w określone układy (rys. 21.6). Do pomiarów napięć międzyfazowych w sieciach 6 do 30 kV stosuje się układ V (rys. 21.6a).

Kontrolę napięć międzyfazowych, doziemnych i względem punktu neutralnego umożliwia układ gwiazdowy przedstawiony na rys. 21.6b, stosowany w sieciach różnych napięć i o różnym sposobie pracy punktu neutralnego.

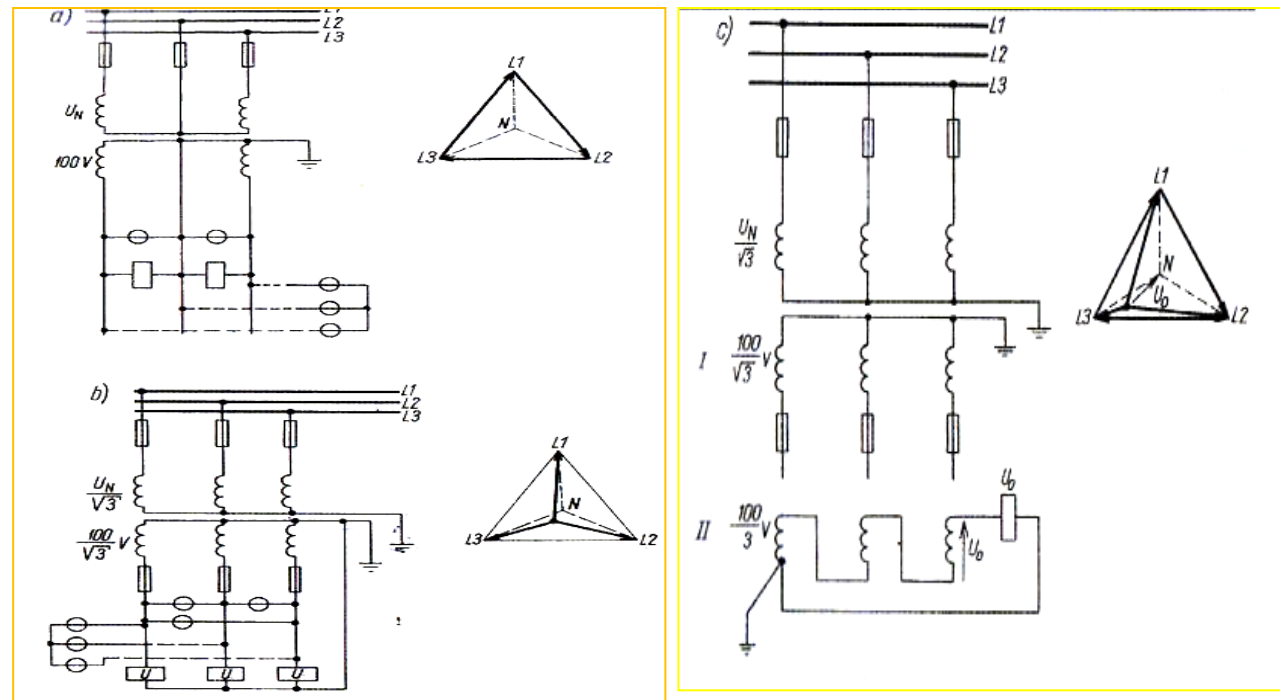
W sieciach o izolowanym punkcie neutralnym lub wyposażonych w cewkę Petersena stosuje się układ gwiazdowy przekładników napięciowych z dwoma uzwojeniami wtórnymi. Uzwojenia połączone w otwarty trójkąt służą do zasilania zabezpieczeń od skutków zwarcia doziemnych (rys. 21.6c). W przypadku powstania niesymetrii napięć doziemnych sieci, w obwodzie otwartego trójkąta pojawia się napięcie proporcjonalne do napięcia U_0 (patrz wykres wskazany na rys. 21.6c).

Odbiorniki przyłączone do układów przekładników napięciowych stanowią cewki napięciowe przekaźników i przyrządów pomiarowych. Łączy się je w układy pokazane na rys. 21.6a,b,c.

Połączenia między odbiornikami i przekładnikami napięciowymi wykonuje się przewodami miedzianymi o przekroju 1,5 mm². Obwody wtórne zabezpiecza się bezpiecznikami topikowymi instalacyjnymi o prądach znamionowych 2 lub 4 A. Przekładniki napięciowe w sieciach o napięciu 6 do 30 kV zabezpiecza się po stronie wysokiego napięcia specjalnymi bezpiecznikami wysokiego napięcia (przekładnikowymi).

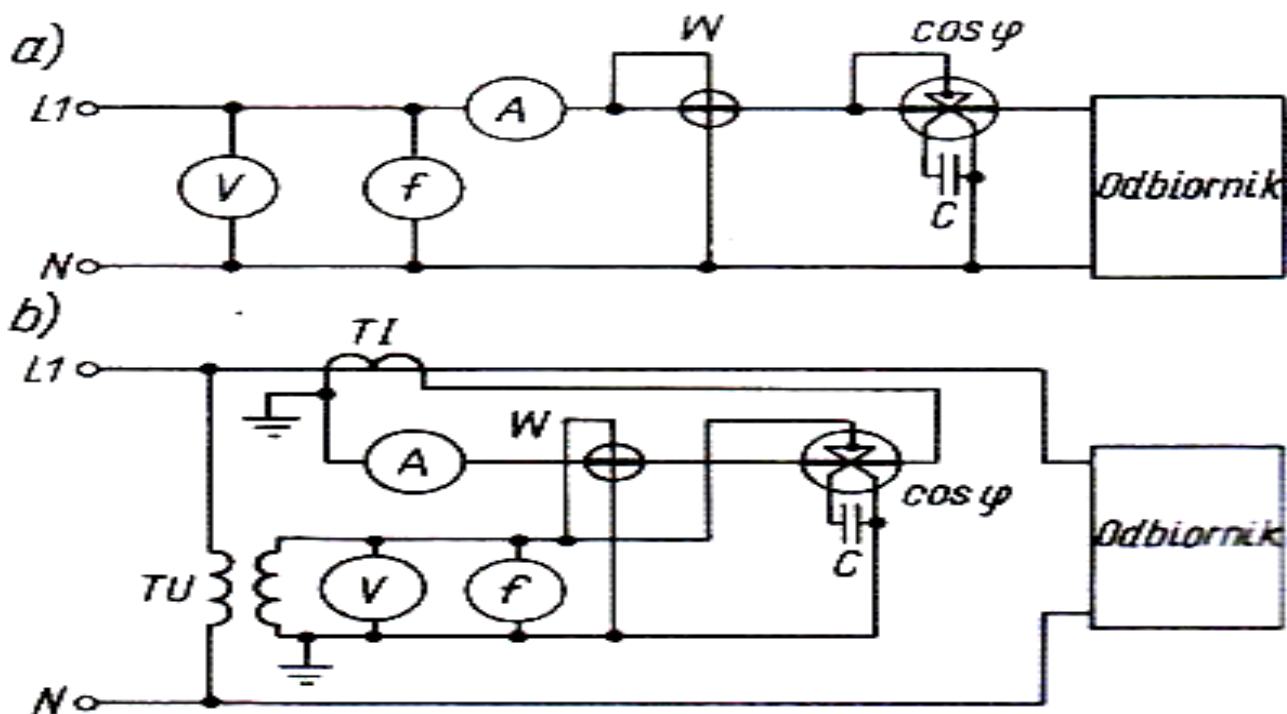
Obwody wtórne przekładników napięciowych uziemia się ze względu na bezpieczeństwo obsługi. Są to **uziemienia ochronne**. Punkty neutralne układów gwiazdowych uzwojeń pierwotnych przekładników napięciowych uziemia się po to, aby umożliwić pomiar napięć doziemnych. Są to **uziemienia robocze**. Ze względu na dużą pewność działania zabezpieczanie przekładników napięciowych po stronie pierwotnej nie jest konieczne.

Rys. 21.6. Układy połączeń przekładników napięciowych i odbiorników oraz wykresy wskazowe napięć przenoszonych na stronę wtórną przekładników: a) układ V; b) układ gwiazdowy z uziemionym punkcie neutralnym i czterema przewodami po stronie wtórnej; c) punkt gwiazdowy z uziemionym punktem neutralnym przekładników napięciowych z dwoma uzwojeniami wtórnymi: uzwojenie I może być połączone z odbiornika jak w p. b, a uzwojenie II połączone w otwarty trójkąt zasilającego zabezpieczeń od zwarcia doziemnych $L1, L2, L3$ — przewody fazowe



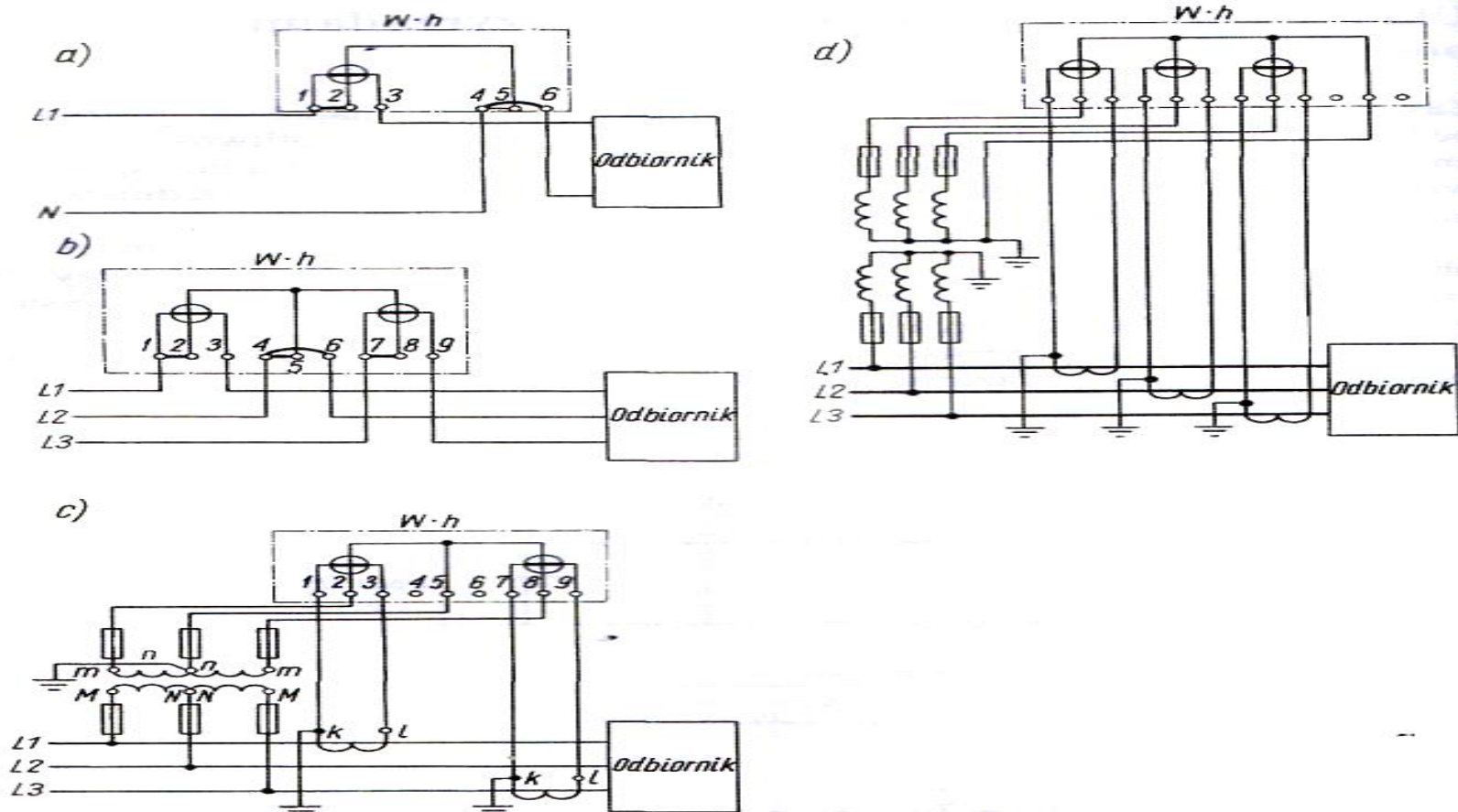
Układy połączeń przekładników z przyrządami pomiarowymi.

Zastosowanie przekładników w obwodach wysokiego napięcia umożliwia bezpieczne dokonywanie pomiarów prądu, napięcia, częstotliwości, mocy, energii, współczynnika mocy. Na rysunku 21.7 przedstawiono sposoby włączania mierników do pomiaru (bezpośredniego i za pośrednictwem przekładników) kilku wielkości w obwodzie jednofazowym.



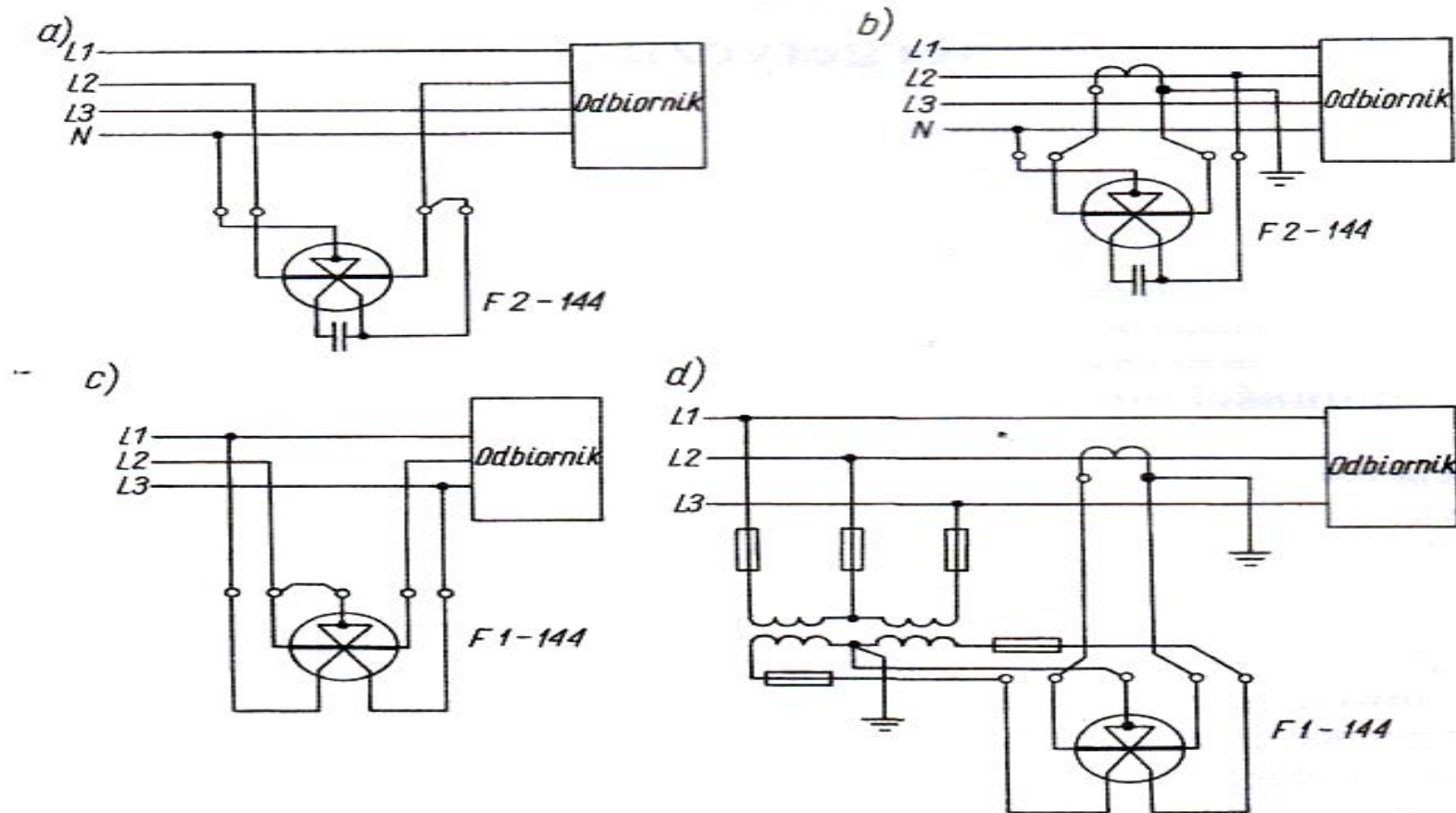
Rys. 21.7. Pomiar napięcia, prądu, częstotliwości, mocy lub energii, współczynnika mocy w obwodzie jednofazowym: a) bezpośredni; b) za pośrednictwem przekładników: prądowego i napięciowego $L1$ — przewód fazowy

Sposoby włączenia różnych rodzajów liczników energii czynnej do obwodu przedstawiono na rys. 21.8. Schematy włączenia watomierzy są analogiczne do schematów włączenia odpowiednich, co do liczby systemów, liczników energii czynnej.



Rys. 21.8. Schematy włączenia liczników energii: a) licznika jednofazowego; b) licznika dwusystemowego włączonego bezpośrednio do sieci trójprzewodowej; c) licznika dwusystemowego włączonego za pośrednictwem przekładników prądowych i napięciowych do sieci trójprzewodowej; d) licznika trój systemowego włączonego za pośrednictwem przekładników prądowych i napięciowych do sieci trójprzewodowej z uziemionym punktem neutralnym. .L1, L2, L3— przewody fazowe, N— przewód neutralny

Na rysunku 21.9 przedstawiono sposoby włączenia do obwodu trójfazowego dwóch typów fazomierzy produkowanych w Polsce.



Rys. 21.9. Schematy włączenia fazomierzy do pomiaru współczynnika mocy odbiornika trójfazowego: a) włączenie fazomierza F2-144 bezpośrednio; b) włączenie fazomierza F2-144 za pośrednictwem przekładnika prądowego; c) bezpośrednie włączenie fazomierza F1-144; d) włączenie fazomierza F1-144 za pośrednictwem przekładników prądowych $L1$, $L2$, $L3$ — przewody fazowe, N — przewód neutralny

Pytania kontrolne.

- Kiedy i dlaczego konieczne jest stosowanie przekładników?
- Omów zasadę działania przekładnika prądowego.
- Omów zasadę działania przekładnika napięciowego.
- Co to jest klasa dokładności przekładnika?

ch trójfazowych wysokiego napięcia przekładniki napięciowe łączy się w określonych warunkach pomiarów napięć międzyfazowych w sieciach 6 do 30 kV stosuje się układ V (rys. 21.6a). Układ ten umożliwia pomiar napięć międzyfazowych, doziemnych i względem punktu neutralnego umożliwiając pomiar napięć doziemnych (rys. 21.6b), stosowany w sieciach różnych napięć i o różnym sposobie połączenia.

Przekładniki napięciowe o izolowanym punkcie neutralnym lub wyposażonych w cewkę Petersena (rys. 21.6c) są stosowane w sieciach o izolowanym punkcie neutralnym lub wyposażonych w cewkę Petersena. W przekładnikach napięciowych z dwoma uzwojeniami wtórnymi. Uzwojenia połączone są w układ gwiazdy, który umożliwia do zasilania zabezpieczeń od skutków zwarć doziemnych (rys. 21.6c). W przypadku pomiaru napięć doziemnych sieci, w obwodzie otwartego trójkąta pojawia się napięcie U_{p} (patrz wykres wskazany na rys. 21.6c).

Przekładniki napięciowe przyłączone do układów przekładników napięciowych stanowią cewki napięciowe w układach pomiarowych. Łączy się je w układy pokazane na rys. 21.6a,b,c.

Przekładniki napięciowe między odbiornikami i przekładnikami napięciowymi wykonuje się przewodami o przekroju 100 mm^2 . Obwody wtórne zabezpiecza się bezpiecznikami topikowymi instalacyjnymi o prądach znamionowych 2 lub 4 A. Przekładniki napięciowe w sieciach o napięciu 6 do 30 kV zabezpiecza się specjalnymi bezpiecznikami wysokiego napięcia (przekładnikowymi). W sieciach o napięciu 6 do 30 kV wtórne przekładników napięciowych uziemia się ze względu na bezpieczeństwo. Uziemienie to nazywa się **uziemieniem ochronnym**. Punkty neutralne układów gwiazdowych uzwojeń pierwotnych przekładników napięciowych uziemia się po to, aby umożliwić pomiar napięć doziemnych. Są to **uziemienia ochronne**. Dzięki temu zwiększa się pewność działania zabezpieczanie przekładników napięciowych po stronie wtórnej.