

URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Program wykładów

Układy połączeń rozdzielnic w stacjach elektroenergetycznych.

Zwarcia w układach elektroenergetycznych; obliczenia dla doboru urządzeń.

Procesy łączeniowe; elektryczny łuk łączeniowy.

Konstrukcja i własności eksploatacyjne zestyków; gaszenie łuku elektrycznego.

Wyłączniki wysokiego napięcia; podział, budowa, zasada działania i własności eksploatacyjne.

Rozłączniki, odłączniki, uziemniki i zwierniki, bezpieczniki.

Łączniki niskiego napięcia; ręczne, samoczynne, styczniki, bezpieczniki.

Przekładniki prądowe i napięciowe; konstrukcja i własności eksploatacyjne; przekładniki niekonwencjonalne.

Transformatory energetyczne; regulacja napięcia, sposoby chłodzenia.

Rozdzielnice wysokich, średnich i niskich napięć; izolowane SF₆.

Wstęp do automatyki zabezpieczeniowej; przekaźniki; zabezpieczenia szyn zbiorczych, transformatorów i linii elektroenergetycznych

LITERATURA

1. Markiewicz H., Urządzenia elektroenergetyczne, WNT, Warszawa, 2014.
2. Winkler W., Wiszniewski A., Automatyka zabezpieczeniowa w systemach elektroenergetycznych, WNT, Warszawa, 2017.
3. Marzecki J., Sieci elektroenergetyczne w obiektach przemysłowych: wybrane zagadnienia, OWPW, Warszawa, 2015.
4. Maksymiuk J., Nowicki J., Aparaty elektryczne i rozdzielnice wysokich i średnich napięć, OWPW, Warszawa, 2014.
5. Wyderka S., Urządzenia elektryczne - materiały pomocnicze, OWPRz, Rzeszów, 2011.
6. Flisowski Z., Technika wysokich napięć, WNT, Warszawa, 2016.
7. Kujaszczyk S. (red.), Elektroenergetyczne sieci rozdzielcze, t. 1 i 2, OWPW, Warszawa, 1994, 2004.

Klasyfikacja urządzeń elektrycznych

Urządzenia służące do:

- wytwarzania
- przesyłu
- rozdziłału
- użytkowania energii elektrycznej

Urządzenia rozdzielcze w stacjach elektroenergetycznych:

- łączniki
- przekładniki
- dławiki zwarciove
- szyny zbiorcze
- rozdzielnice

Aparaty elektryczne:

- łączniki (wyłączniki, rozłączniki, odłączniki, uziemniki, zwierniki, bezpieczniki)
- przekładniki prądowe i napięciowe

Inne urządzenia sieci elektroenergetycznych:

- linie
- transformatory
- izolatory
- ograniczniki przepięć
- baterie kondensatorów

Podstawowe kryterium podziału urządzeń elektroenergetycznych:

napięcie znamionowe U_n - wartość skuteczna napięcia międzyprzewodowego, na którą urządzenie zostało zbudowane i oznaczone.

Urządzenia:

- niskiego napięcia ($U_n \leq 1000 \text{ V}$),
- wysokiego napięcia ($U_n > 1000 \text{ V}$).

Urządzenia wysokiego napięcia:

- urządzenia średniego napięcia (SN) - do 60 kV,
- urządzenia wysokiego napięcia (WN) - od 110 do 400 kV,
- urządzenia najwyższego napięcia (NN) - powyżej 400 kV.

Urządzenia:

- napowietrzne,
- wewnętrzne.

Ochrona urządzeń elektroenergetycznych przed wpływem środowiska

Szkodliwe oddziaływanie środowiska:

- czynniki naturalne (atmosferyczne),
- czynniki związane z działalnością człowieka.

Szkodliwe oddziaływanie urządzeń:

- porażenie prądem elektrycznym,
- poparzenie łukiem elektrycznym,
- spowodowanie pożaru lub wybuchu,
- oddziaływanie pól elektromagnetycznych.

Środki zaradcze:

- odpowiednie rozwiązanie konstrukcyjne,
- odpowiednie materiały,
- osłony (obudowy).

Izolacja urządzeń elektroenergetycznych

Izolacja powinna zapewnić prawidłową pracę urządzeń:

- przy napięciach roboczych,
- przy przepięciach.

Rodzaje izolacji:

- powietrzna,
- gazowa i próżniowa (w szczelnych komorach),
- olejowa,
- stała.

Zmniejszanie wytrzymałości izolacji jest spowodowane:

- naturalnymi procesami starzeniowymi materiałów izolacyjnych,
- szkodliwym oddziaływaniem środowiska.

Czynniki wpływające na wytrzymałość izolacji:

- właściwości zastosowanych materiałów,
- ukształtowanie i usytuowanie izolacji,
- czas trwania narażenia,
- wymiary i kształty elementów przewodzących.

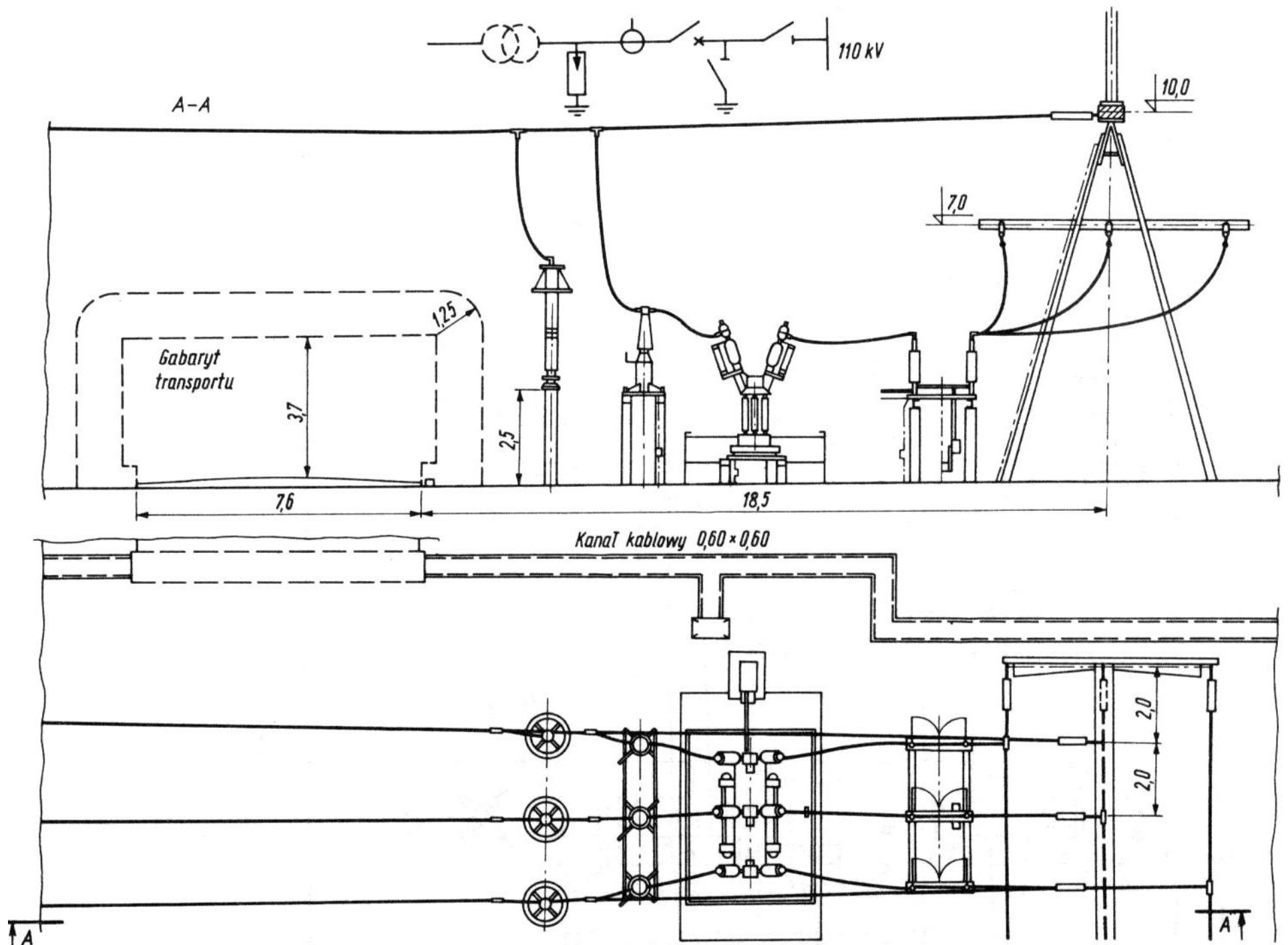


Moduł rozdzielnic WN izolowanej SF₆



Rozdzielnicza wewnętrzna SF₆ typu EXK, 145 kV, 2500 A, 40 kA

Układy stacji elektroenergetycznych



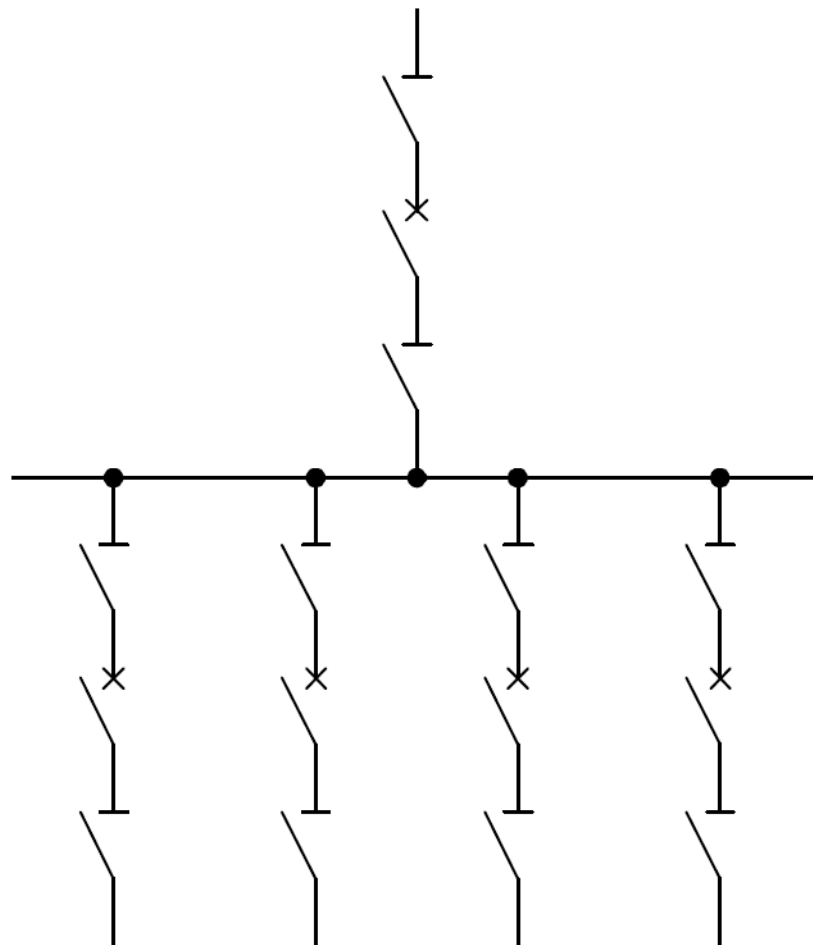
Pole transformatorowe w rozdzielni 110 kV

Pojedynczy niesekcjonowany system szyn zbiorczych

Duża prostota budowy, przejrzystość połączeń i niskie koszty inwestycyjne.

Mała niezawodność zasilania i elastyczność eksploatacyjna.

Stosowany jest w rozdzielnicach o napięciu od 6 do 110 kV i powszechnie w rozdzielnicach niskiego napięcia.



Pojedynczy sekcjonowany system szyn zbiorczych

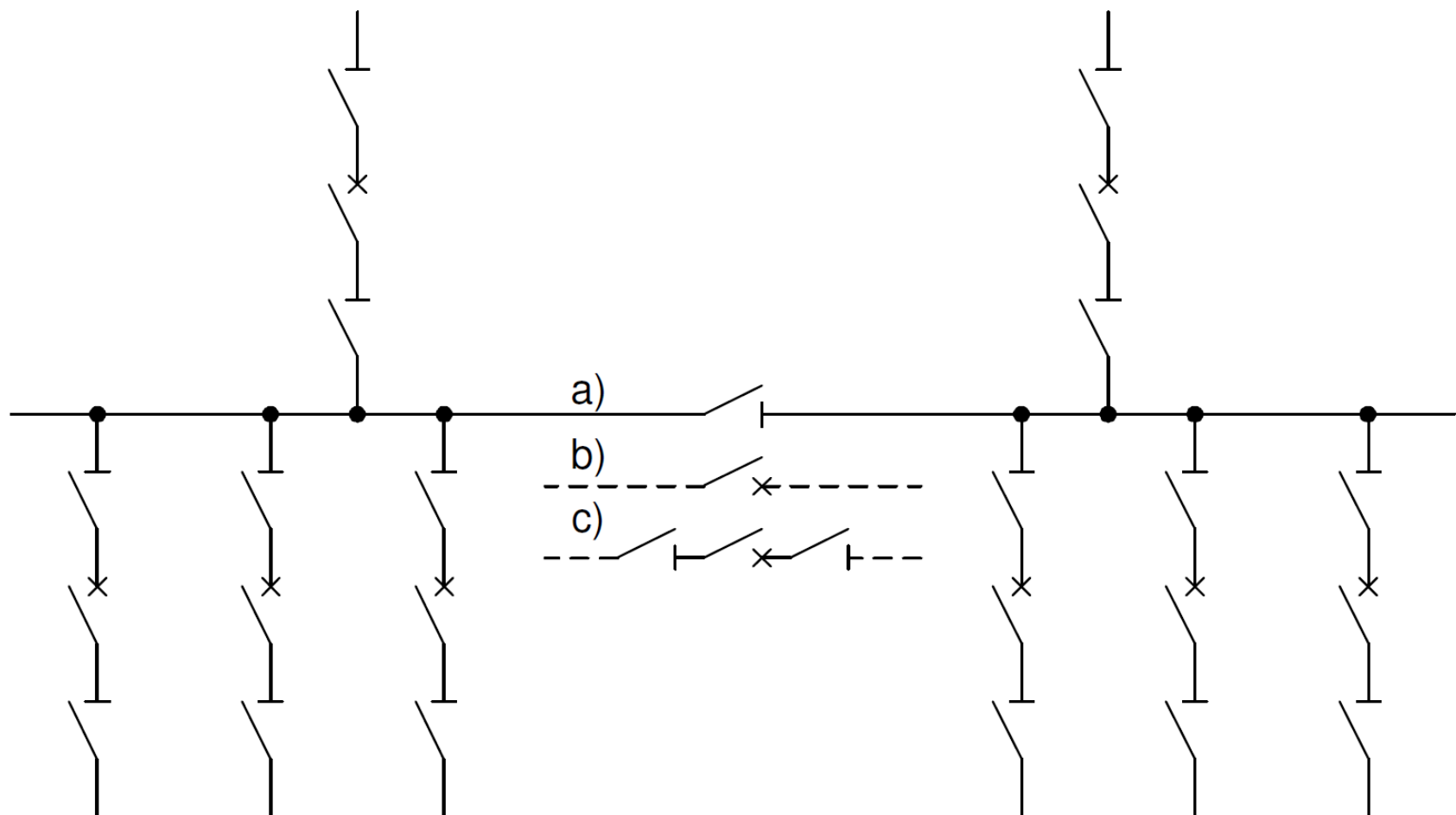
Możliwość zasilania odbiorów z obu sekcji.

Możliwość ograniczenia prądów zwarciovych.

Stosowane w rozdzielnicach o niezbyt dużej liczbie pól.

Koszt sekcjonowania jest niewielki.

Stosowane są niekiedy systemy trójsekcyjne.



Pojedynczy system szyn zbiorczych sekcjonowany:

a) odłącznikiem, b) wyłącznikiem,

c) dwoma odłącznikami i wyłącznikiem

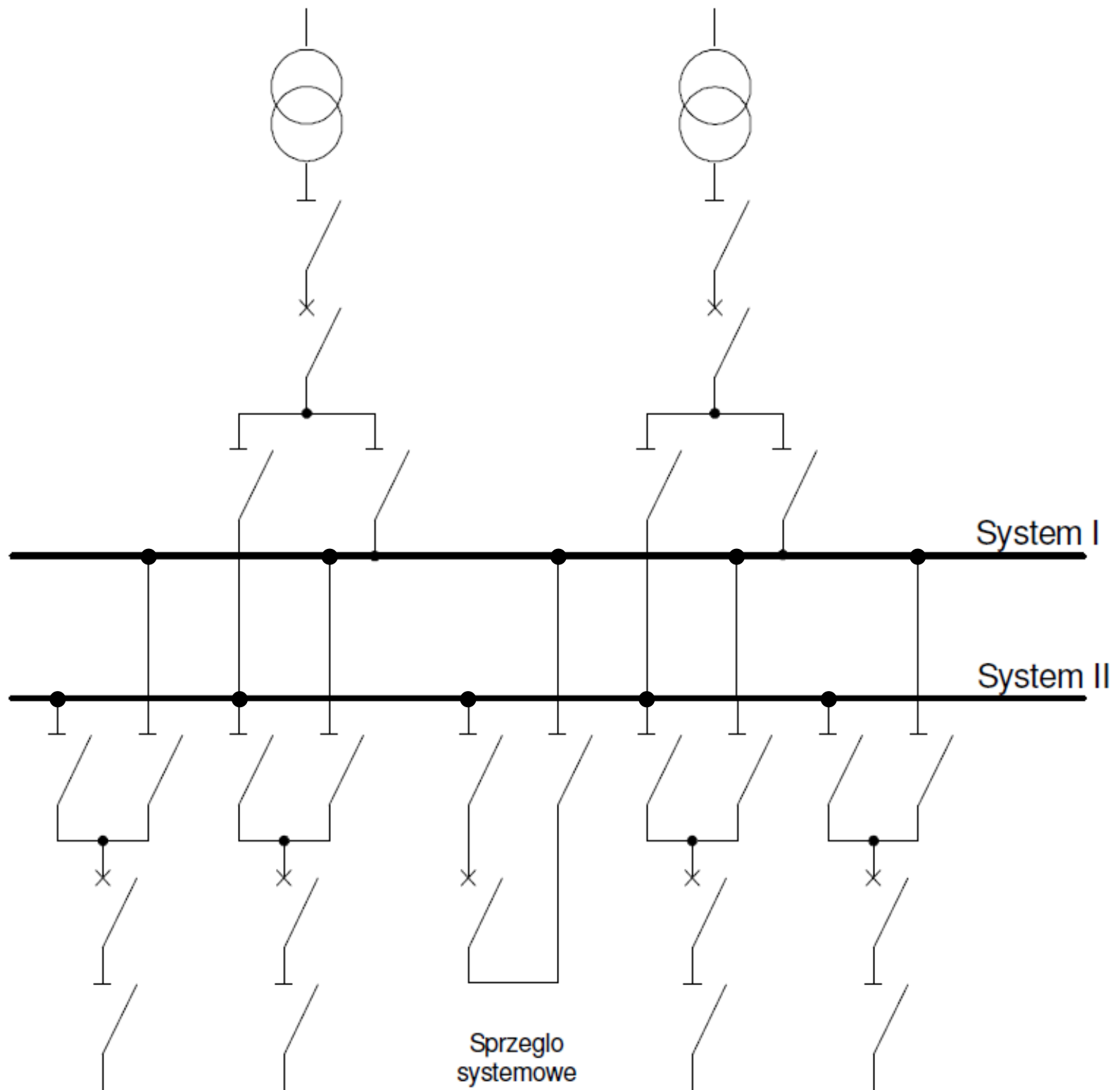
Podwójny system szyn zbiorczych niesekcjonowany

Duża niezawodność - pełne wzajemne rezerwowanie szyn zbiorczych.

Podwójny system szyn zbiorczych cechuje się możliwością:

- przenoszenia obciążenia z jednego systemu szyn zbiorczych na drugi bez przerwy w zasilaniu odbiorców,
- rozdzielenia źródeł zasilania i odbiorców na dwie grupy, przez co uzyskuje się zmniejszenie mocy zwarciovych na szynach zbiorczych i dopasowanie obciążenia do mocy źródła,
- wykonywania czynności eksploatacyjnych bez długotrwałych przerw w zasilaniu,
- szybkiego przywrócenia zasilania odbiorców.

Wysokie nakłady inwestycyjne.



Podwójny system szyn zbiorczych niesekcjonowany

Podwójny system szyn zbiorczych sekcjonowany

Sprzęgło systemowo-sekcyjne (poprzeczno-podłużne).

Poszerza własności funkcjonalne układu i zwiększa niezawodność zasilania.

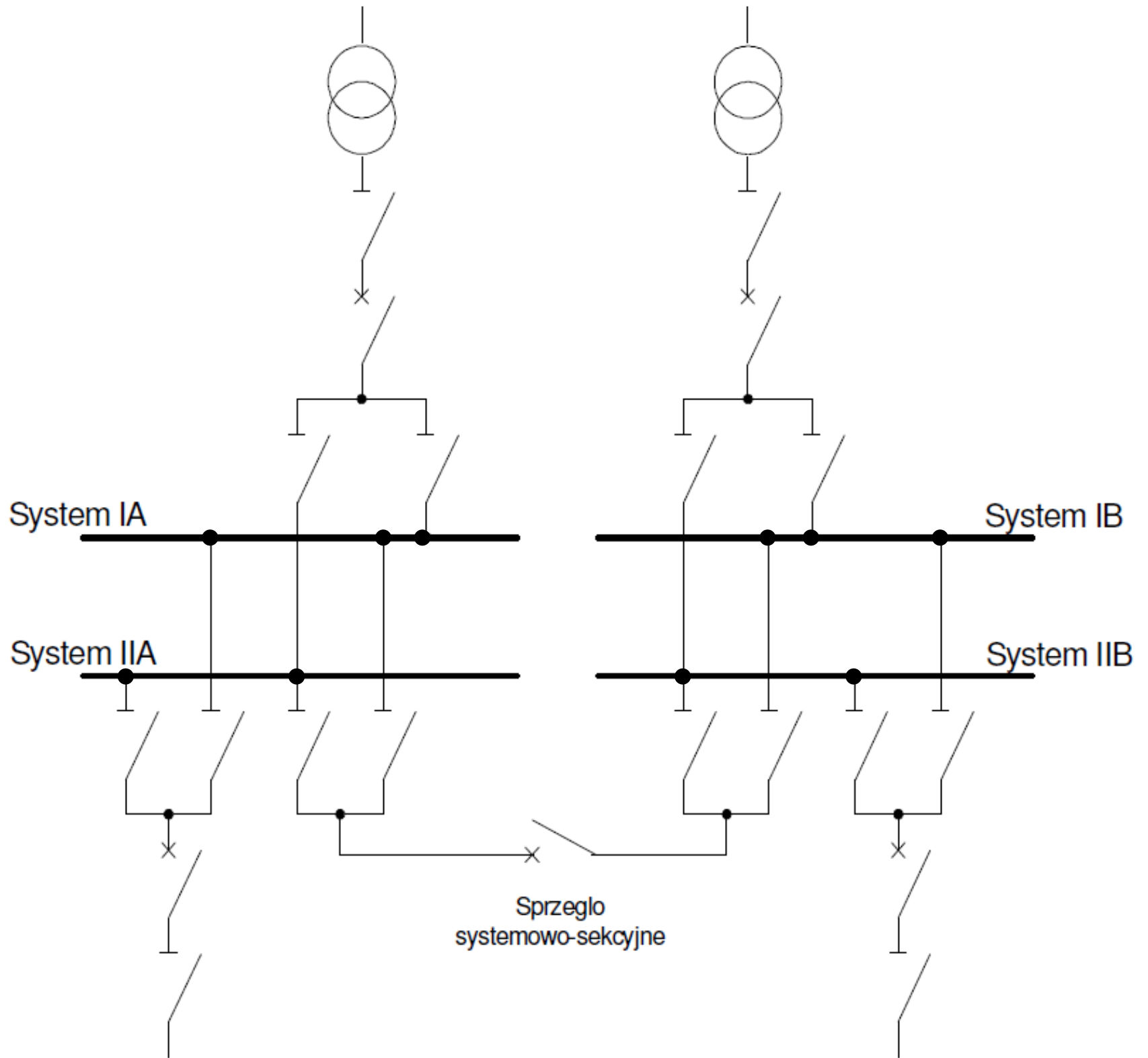
Pozwala to na dokonywanie wielu połączeń i sposobów zasilania odbiorców.

Umożliwia wykonanie dowolnych prac w polach jednej sekcji, przy normalnej pracy drugiej sekcji.

Zasadnicza wada - zwiększenie komplikacji i przejrzystości układu.

Możliwość powstania zakłóceń powodowanych błędnymi czynnościami łączeniowymi.

Generuje dodatkowe koszty inwestycyjne i eksploatacyjne.



Podwójny system szyn zbiorczych sekcjonowany

Podwójny system szyn zbiorczych z szyną pomocniczą

Służy do zastępowania wyłączników poszczególnych pól innym wyłącznikiem bez przerwy w pracy danego pola.

Szyny pomocnicze mogą być uzupełnieniem każdej rozdzielnicy z systemem szynowym.

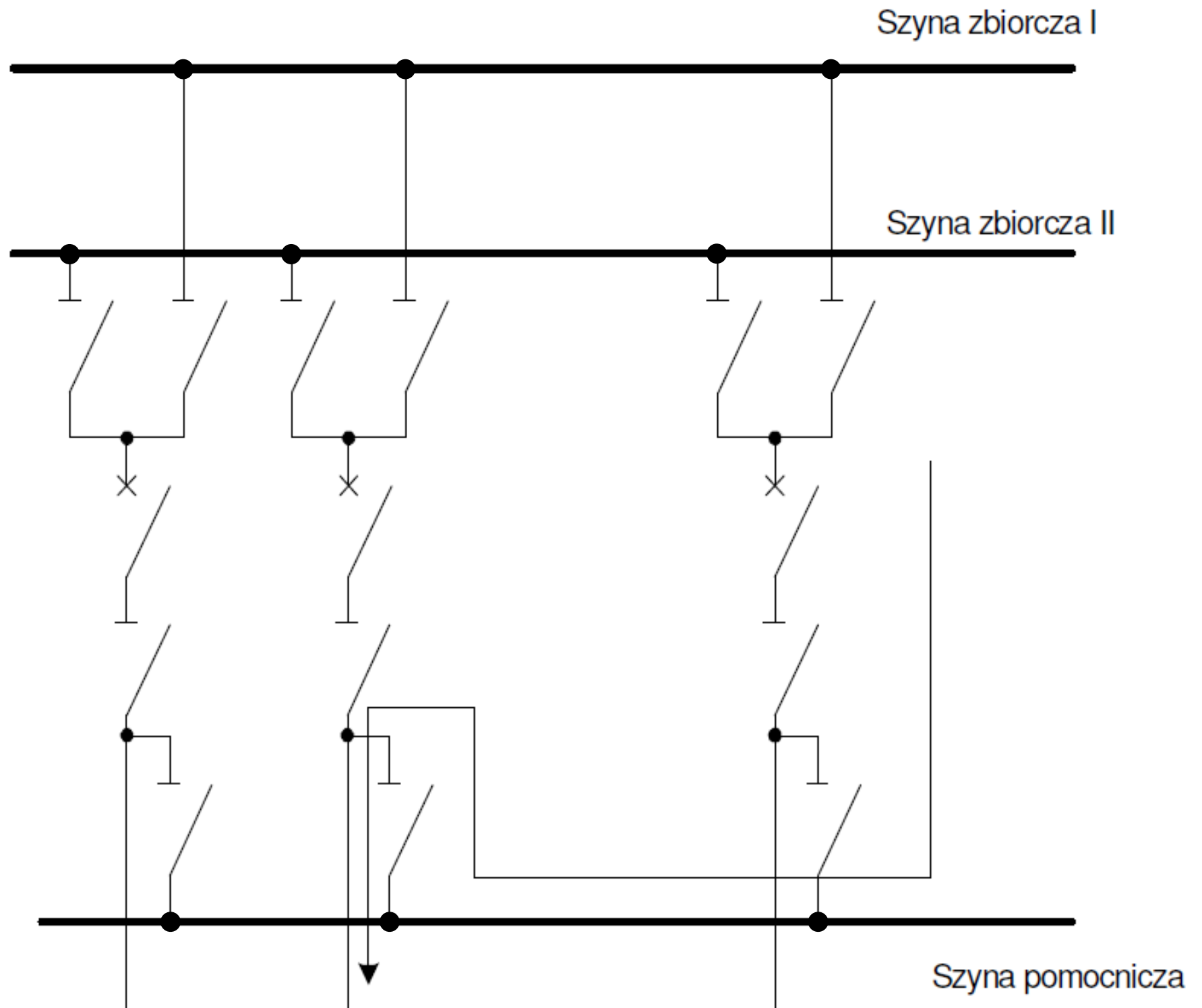
Znaczące zwiększenie niezawodność zasilania odbiorców.

Eksploatacyjnie bardzo elastyczny.

Zapewniają duża niezawodność zasilania odbiorów.

Proste i przejrzyste rozwiązania konstrukcyjne.

Rozwiązania często stosowane.



Podwójny system szyn zbiorczych z szyną pomocniczą

Układy bezszynowe (mostkowe) - układy typu H

Układy mostkowe stosuje się najczęściej w rozdzielnicach 110 kV.

Są możliwe do zrealizowania przy dwóch liniach zasilających i dwóch transformatorach.

Powstają przez połączenie dwóch układów składających się z jednej linii i transformatora, za pomocą poprzecznego połączenia (mostka), przez co powstaje układ mostkowy typu H.

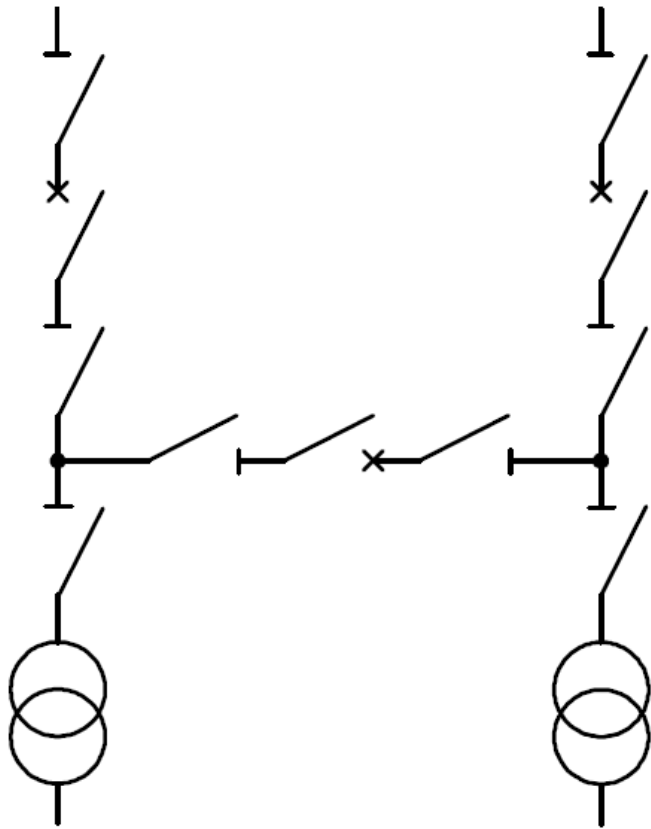
Dzięki temu zachodzi możliwość wzajemnego rezerwowania zarówno linii jak i transformatorów.

Zaletą układu H jest umożliwienie przepływu energii z jednej linii zasilającej do drugiej, dzięki połączeniu poprzecznemu po stronie wysokiego napięcia.

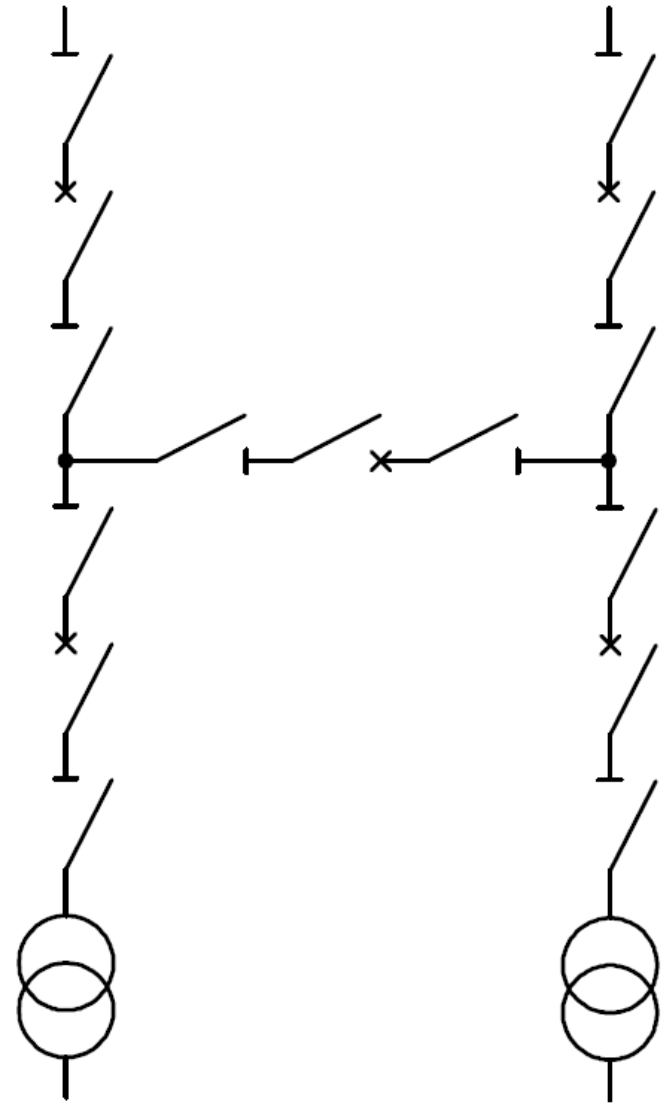
Normalna praca układu odbywa się przy zamkniętych wszystkich wyłącznikach i odłącznikach układu.

W zależności od konfiguracji sieci nie wyklucza się innych stanów pracy łączników.

a)



b)

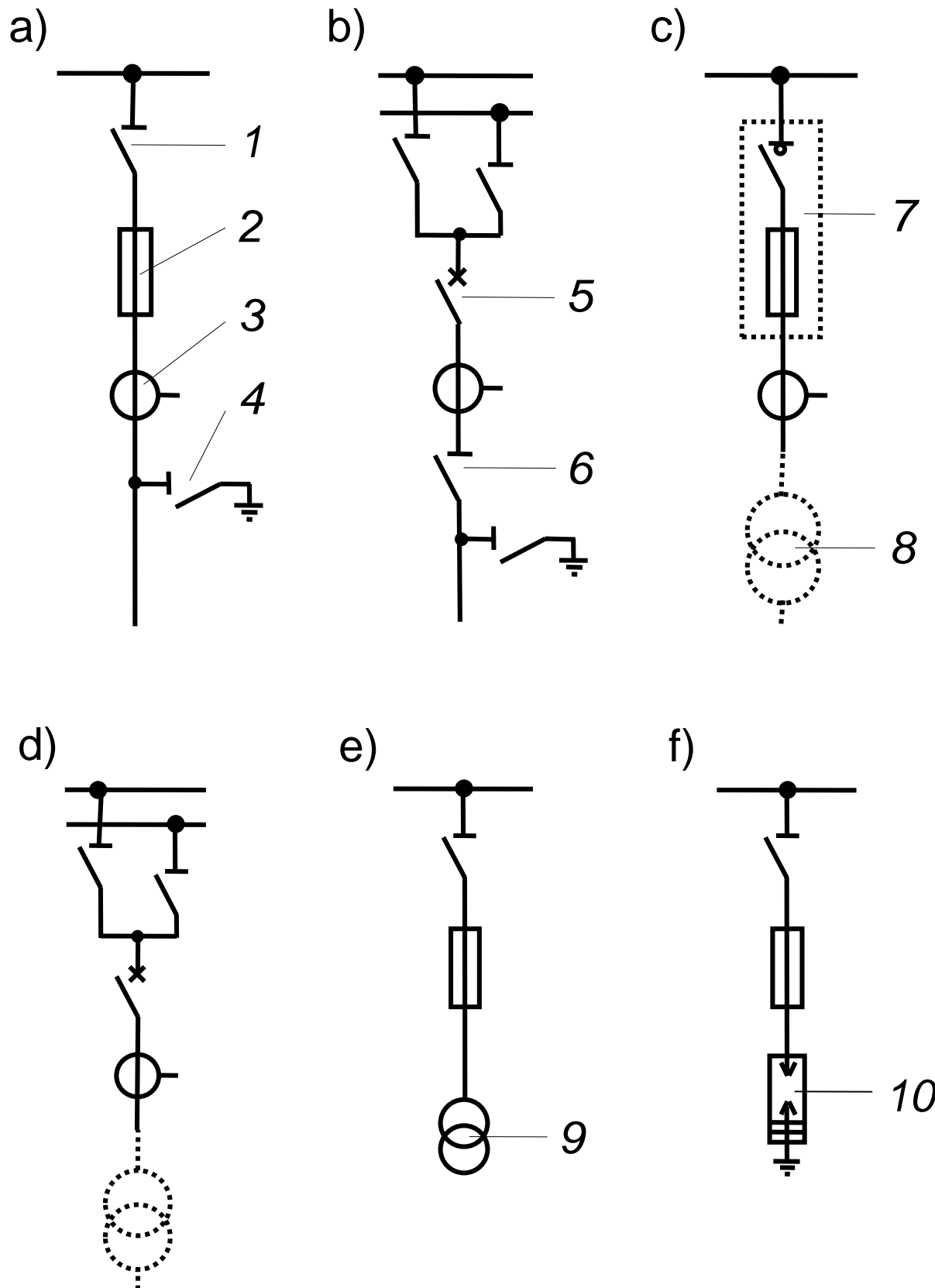


Układ bezszynowy (mostkowy) rozdzielnic 110 kV:

a) typu H3,

b) typu H5

Przykładowe pola rozdzielnic wysokiego i średniego napięcia



Typowe wyposażenie pól rozdzielnic SN i WN:

a) i b) pola liniowe,

c) i d) pola transformatorowe

e) pole pomiarowe

f) pole odgromnikowe

1 - odłącznik szynowy

2 - bezpiecznik

3 - przekładnik prądowy

4 - uziemnik

5 - wyłącznik

6 - odłącznik liniowy

7 - rozłącznik

bezpiecznikowy

8 - transformator

9 - przekładnik

napięciowy

10 - odgromnik