

ROZDZIELNICE

Zespół urządzeń elektrycznych:

- aparatura rozdzielcza,
- aparatura zabezpieczeniowa, pomiarowa, sterownicza,
- szyny zbiorcze,
- elementy izolacyjne,
- konstrukcja mechaniczna i osłonowa.

Przeznaczenie:

- rozdział energii elektrycznej przy określonym napięciu.

Pola rozdzielnic:

- liniowe zasilające,
- liniowe odbiorcze,
- transformatorowe,
- pomiarowe,
- sprzęgłowe,
- odgromnikowe,
- potrzeb własnych.

Podział rozdzielnic

Ze względu na napięcie znamionowe:

- najwyższych napięć (NN),
- wysokich napięć (WN),
- średnich napięć (SN),
- niskich napięć (nn).

Ze względu na miejsce zainstalowania:

- rozdzielnice napowietrzne,
- rozdzielnice wewnętrzne.

Rozdzielnia napowietrzna:

- rozdzielnica na ogrodzonym terenie.

Rozdzielnia wewnętrzna:

- rozdzielnica w pomieszczeniu lub budynku.

Stacja transformatorowo-rozdzielcza (części składowe):

- rozdzielnia górnego napięcia (GN),
- stanowiska lub komory transformatorowe,
- rozdzielnia dolnego napięcia (DN).

Szyny zbiorcze:

- element rozdzielnic pełniący rolę węzła elektrycznego,
- łączą obwody główne poszczególnych pól rozdzielnic.

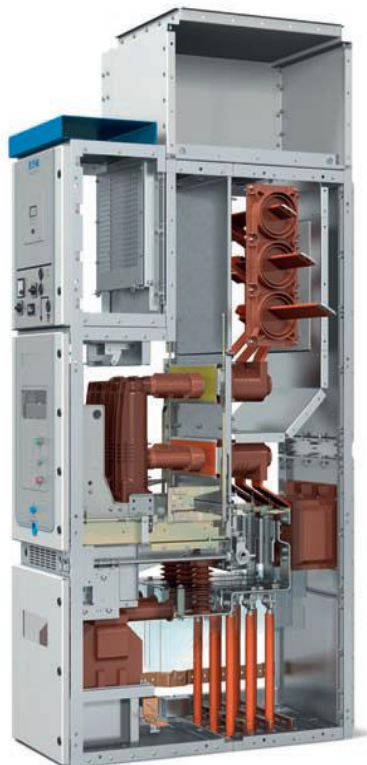
Przewody szynowe giętkie:

- gołe linki stalowo-aluminiowe zawieszane na izolatorach,
- w rozdzielniach napowietrznych,
- przewody wiązkowe (duże wartości prądu, wysokie napięcia).



Przewody szynowe sztywne:

- gołe płaskowniki najczęściej aluminiowe,
- dwa lub trzy płaskowniki na fazę (duże wartości prądu),
- ceowniki, dwu-ceowniki, rury (bardzo duże wartości prądu).



Parametry szyn zbiorczych:

- obciążalność prądowa długotrwała,
- odporność na cieplne działanie prądu zwarciovego,
- wytrzymałość na działanie dynamiczne prądu zwarciovego,
- napięcie początkowe ulotu (wysokie i najwyższe napięcia).

Obciążalność długotrwała:

- większa od największego roboczego prądu ciągłego, przy uwzględnieniu miejsca i sposobu zainstalowania.

Odporność na działanie cieplne prądu zwarciovego:

$$I_{th}^2 \cdot T_k \leq I_{thr}^2 \cdot T_{kr} \quad I_{th} \leq I_{thr} \sqrt{\frac{T_{kr}}{T_k}} \quad j_{th} \leq j_{thr} \sqrt{\frac{T_{kr}}{T_k}}$$

I_{th} - zastępczy cieplny prąd zwarciovowy,

T_k - czas trwania zwarcia,

I_{thr} - dopuszczalny T_{kr} -sekundowy prąd zwarciovowy,

j_{th} - gęstość zastępczego cieplnego prądu zwarciovowego,

j_{thr} - dopuszczalna T_{kr} -sekundowa gęstość prądu zwarciovowego.

Powierzchnia przekroju poprzecznego przewodu szynowego s :

$$s = \frac{I_{th}}{j_{th}} \quad j_{th} = \frac{I_{th}}{s} \quad \frac{I_{th}}{s} \leq j_{thr} \sqrt{\frac{T_{kr}}{T_k}} \quad s \geq \frac{I_{th}}{j_{thr}} \sqrt{\frac{T_k}{T_{kr}}}$$

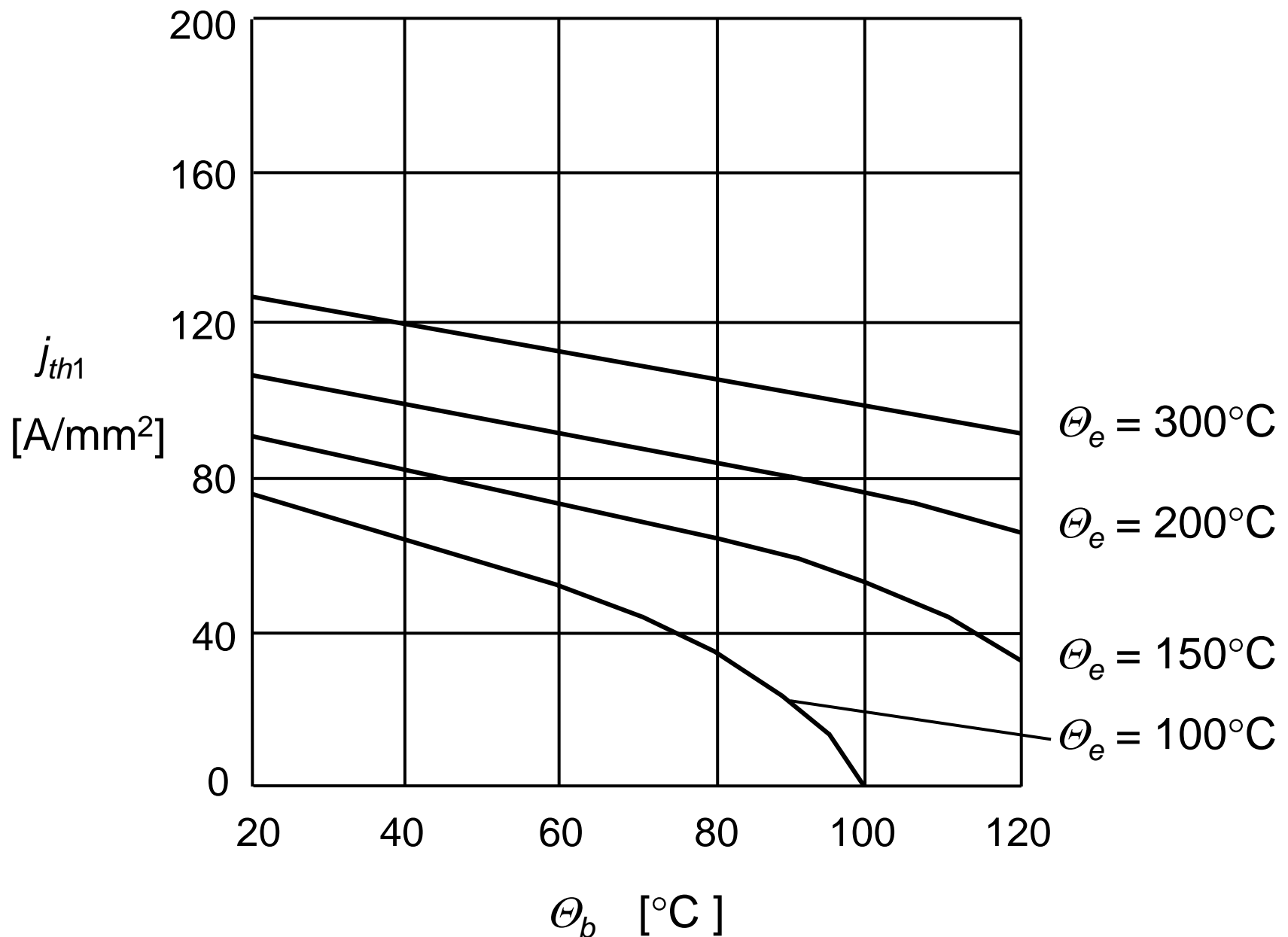
dla $T_{kr} = 1$ s:

$$s \geq I_{th} \frac{\sqrt{T_k}}{j_{th1}} \quad j_{th1} - \text{dopuszczalna dla materiału szyny} \\ \text{jednosekundowa gęstość prądu} \\ \text{zwarciovego.}$$

Przykład:

- zastępczy cieplny prąd zwarciovowy $I_{th} = 50$ kA,
- czas trwania zwarcia $T_k = 4$ s,
- temperatura przewodu przed zwarciovem $\Theta_b = 100^\circ\text{C}$,
- temperatura dopuszczalna w czasie zwarcia $\Theta_e = 300^\circ\text{C}$,
- dopuszczalna 1-sekundowa gęstość prądu $j_{th1} = 100$ A/mm².

$$s \geq 50000 \frac{\sqrt{4}}{100} = 1000 \text{ mm}^2 \quad \phi \cong 36 \text{ mm}$$



Dopuszczalne gęstości prądu jednosekundowego dla przewodów aluminiowych, stalowo-aluminiowych i ze stopów aluminiowych;

Θ_b - temperatura przewodu przed zwarcieniem,

Θ_e - temperatura dopuszczalna w czasie zwarcia.

Rozdzielnice wysokich napięć napowietrzne

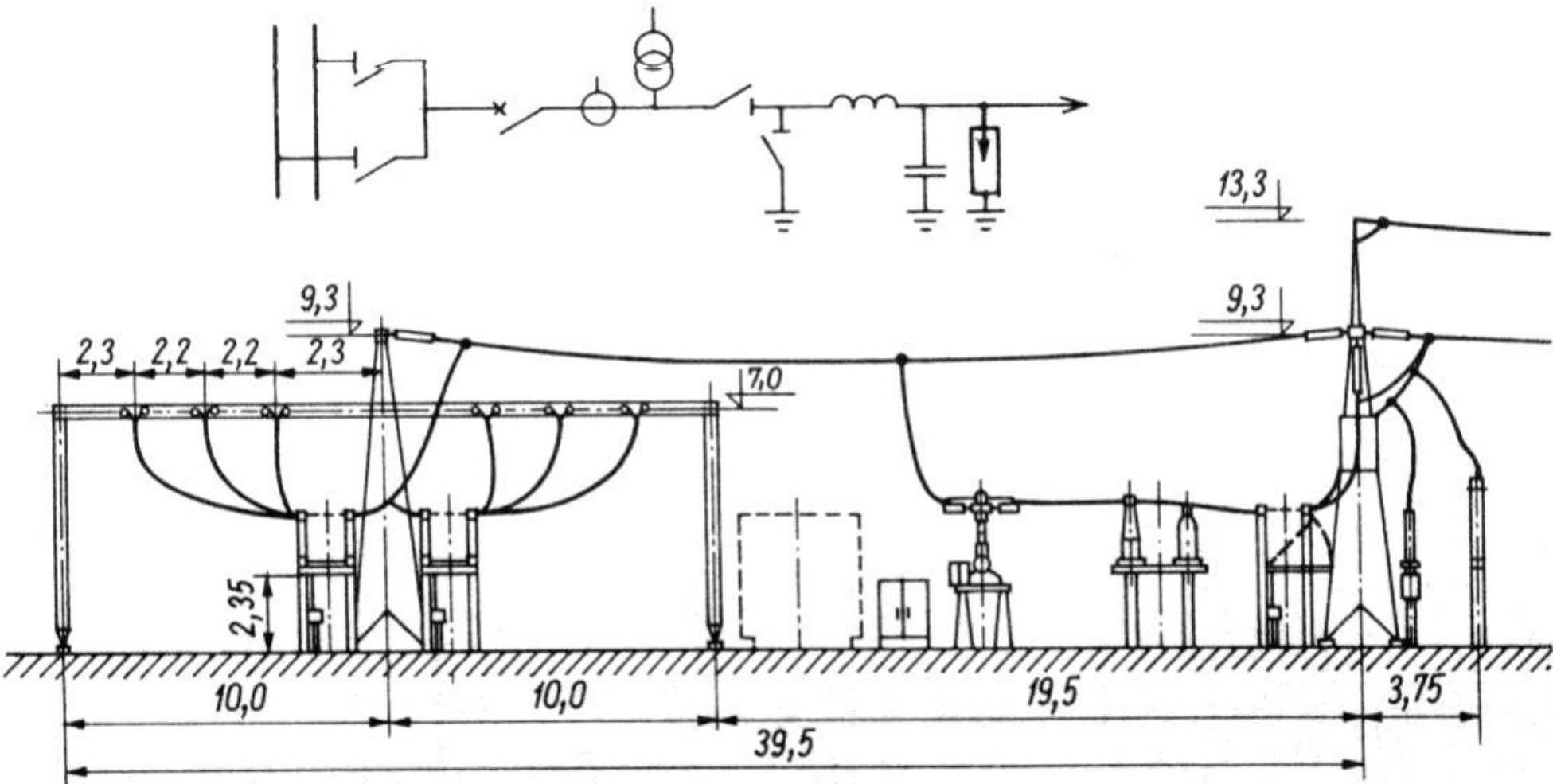
Rozdzielnice wysokie:

- szyny zbiorcze i odłączniki szynowe są na wysokości 8...10 m,
- pozostałe urządzenia pod szynami;
- układ diagonalny - najbardziej przejrzysty:
 - zastosowanie odłączników z pionową przerwą izolacyjną,
 - zajmuje najmniej miejsca.

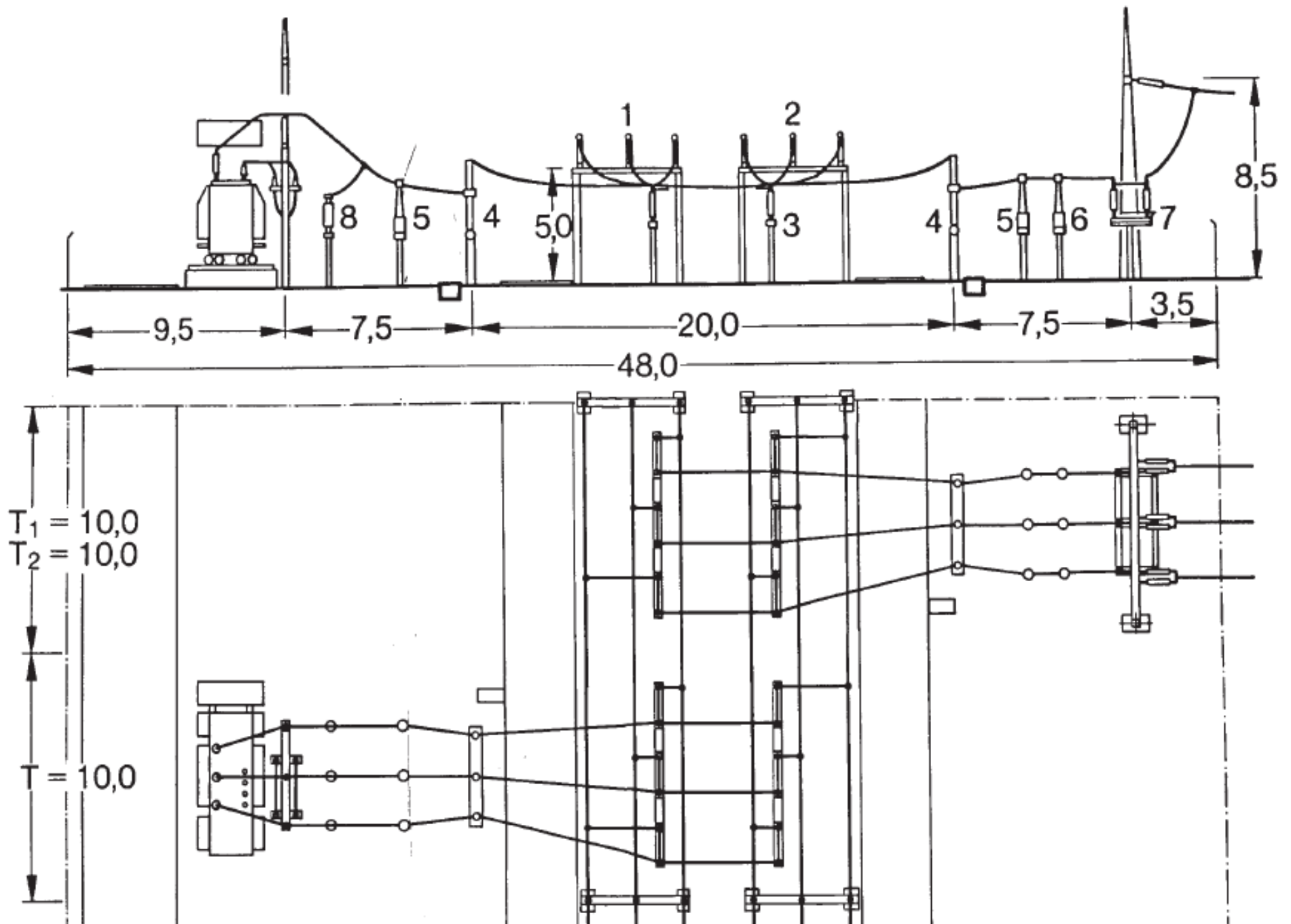
Rozdzielnice niskie:

- tańsze i bardziej rozpowszechnione,
- wszystkie urządzenia na jednym poziomie.

Rozdzielnice WN napowietrzne (AIS)



Pole liniowe w rozdzielnicy 110 kV z podwójnym systemem szyn zbiorczych.



Fragment rozdzielni 123 kV z podwójnym systemem szyn zbiorczych:
 1, 2 - systemy szyn zbiorczych, 3 - odłącznik szynowy, 4 - wyłącznik,
 5 - przekładnik prądowy, 6 - przekładnik napięciowy, 7 - odłącznik liniowy,
 8 - ogranicznik przepięć,



Pole transformatorowe w rozdzielni 400 kV.



Pola liniowe rozdzielnic 400 kV.



Pole rozdzielnicy 750 kV.



Pole rozdzielnicy 750 kV.



Pole liniowe rozdzielnic 750 kV.

Rozdzielnice napowietrzne WN izolowane SF₆:

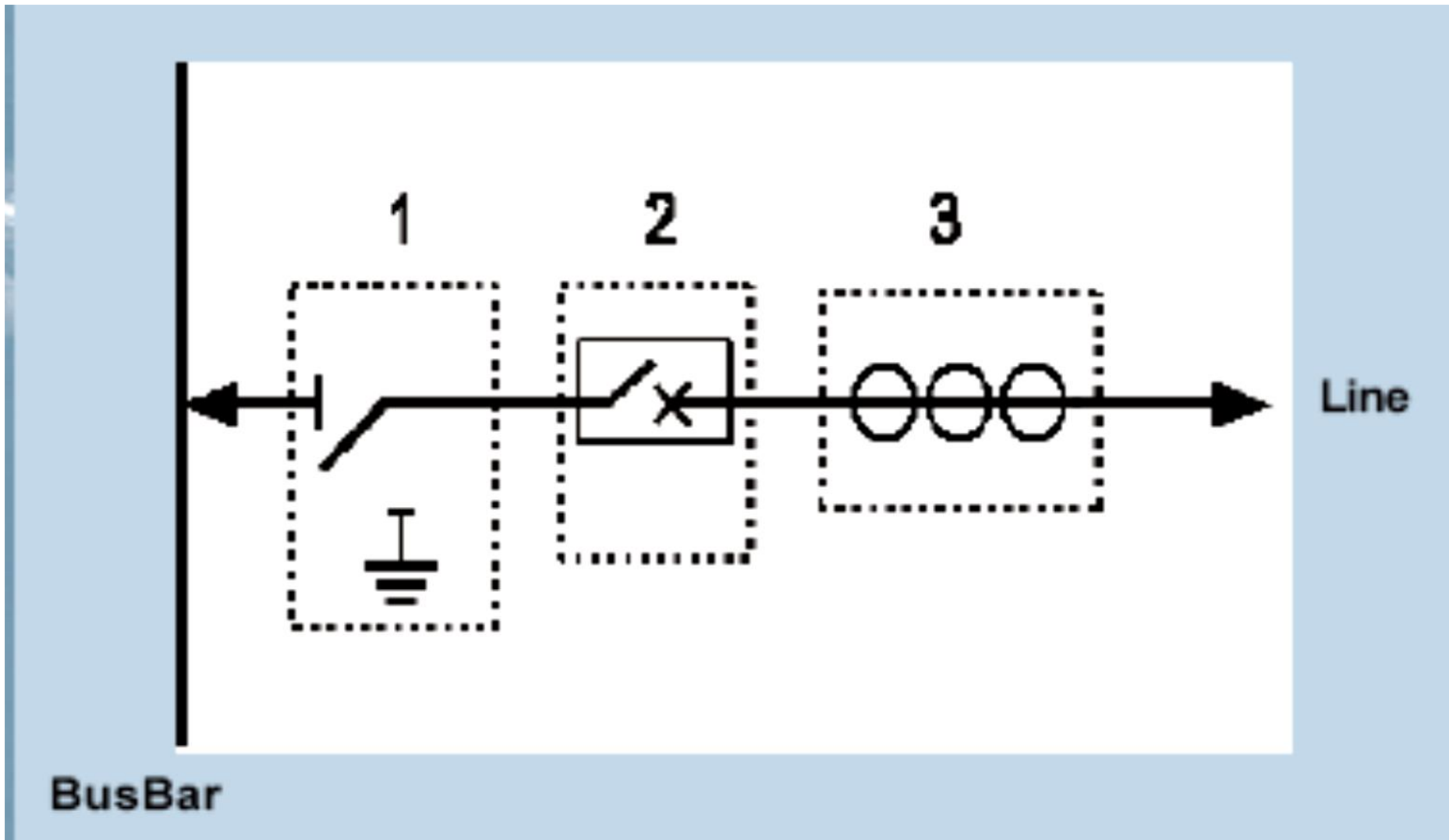
- sześćfluorek siarki o ciśnieniu od 0,20 do 0,55 MPa,
- obudowy rozdzielnic z aluminium lub stopów aluminium,
- małe gabaryty,
- oszczędność materiałów,
- niewrażliwość na czynniki atmosferyczne,
- bezpieczeństwo obsługi i brak oddziaływania na środowisko,
- łatwa i prosta konserwacja.



Moduł rozdzielnicy PASS - pole liniowe (linia kablowa).



Moduł rozdzielnic PASS - pole liniowe.

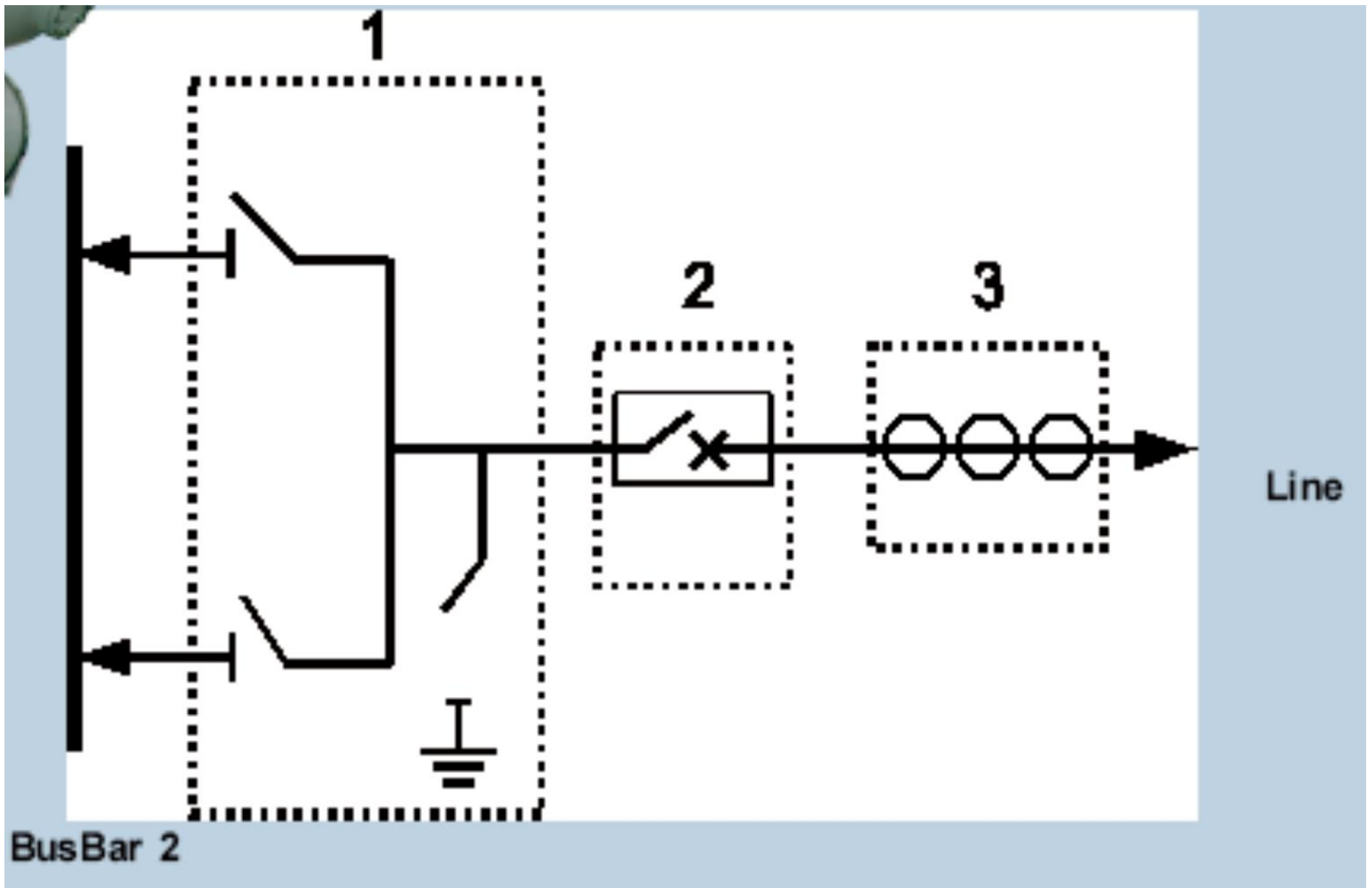


Moduł rozdzielnic PASS M0 w standardowej konfiguracji:

- 1 – odłącznik z uziemnikiem,
- 2 – wyłącznik,
- 3 – przekładnik prądowy.

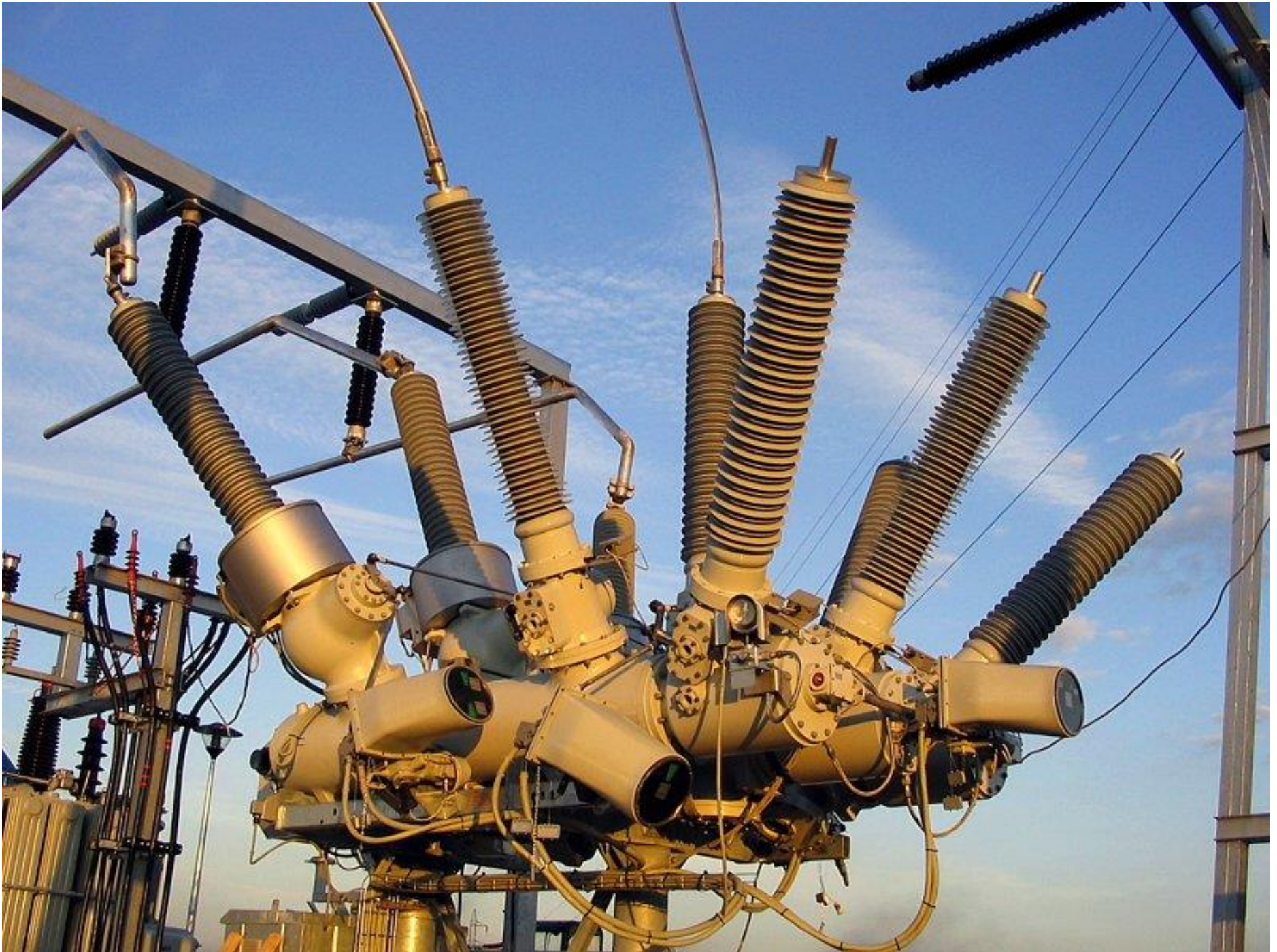


Moduł rozdzielnic PASS M0 do połączenia z podwójnym systemem szyn zbiorczych - pole liniowe.

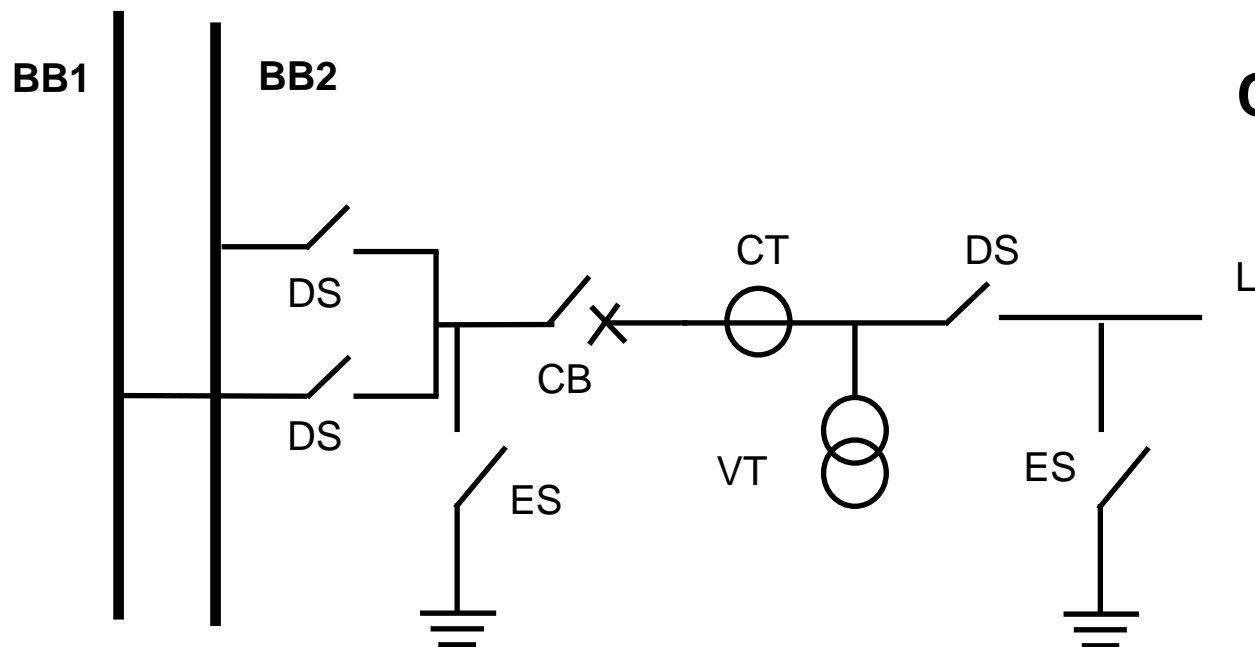


Moduł rozdzielnic PASS M0 w do połączenia z podwójnym systemem szyn zbiorczych:

- 1 – odłączniki z uziemnikiem,
- 2 – wyłącznik,
- 3 – przekładnik prądowy.



Moduł rozdzielnicy PASS do połączenia z podwójnym systemem szyn zbiorczych.



Conventional AIS

CB - circuit breaker

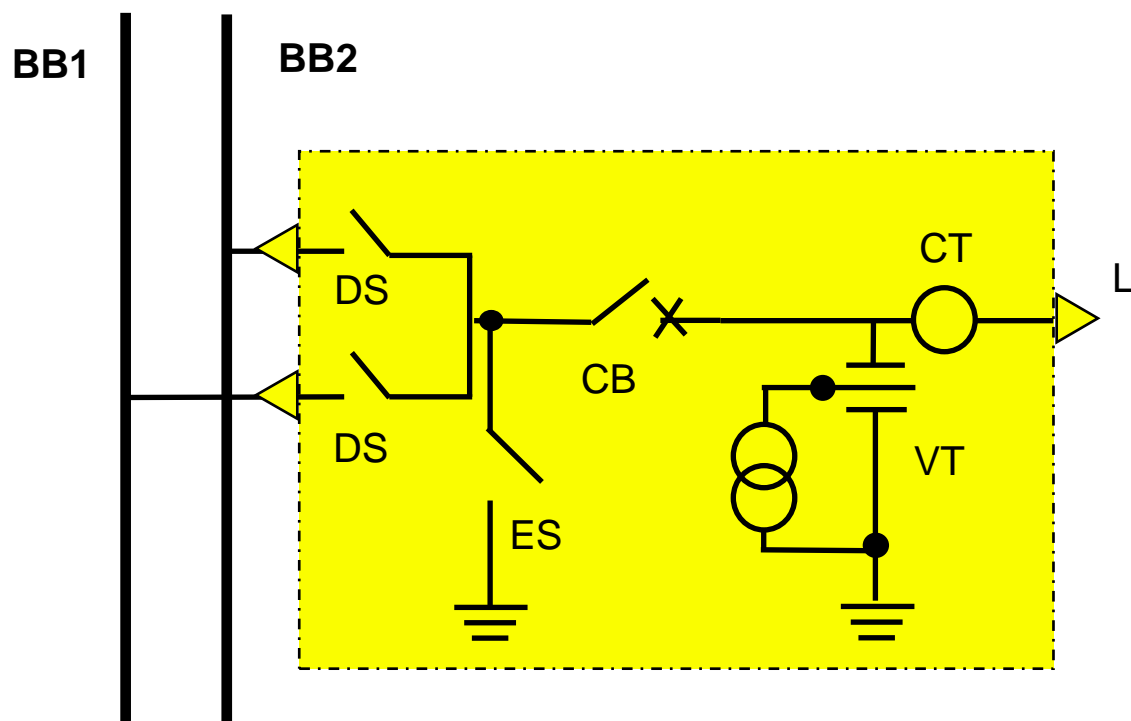
CT - current transformer

VT - voltage transformer

DS - disconnector

ES - earthing switch

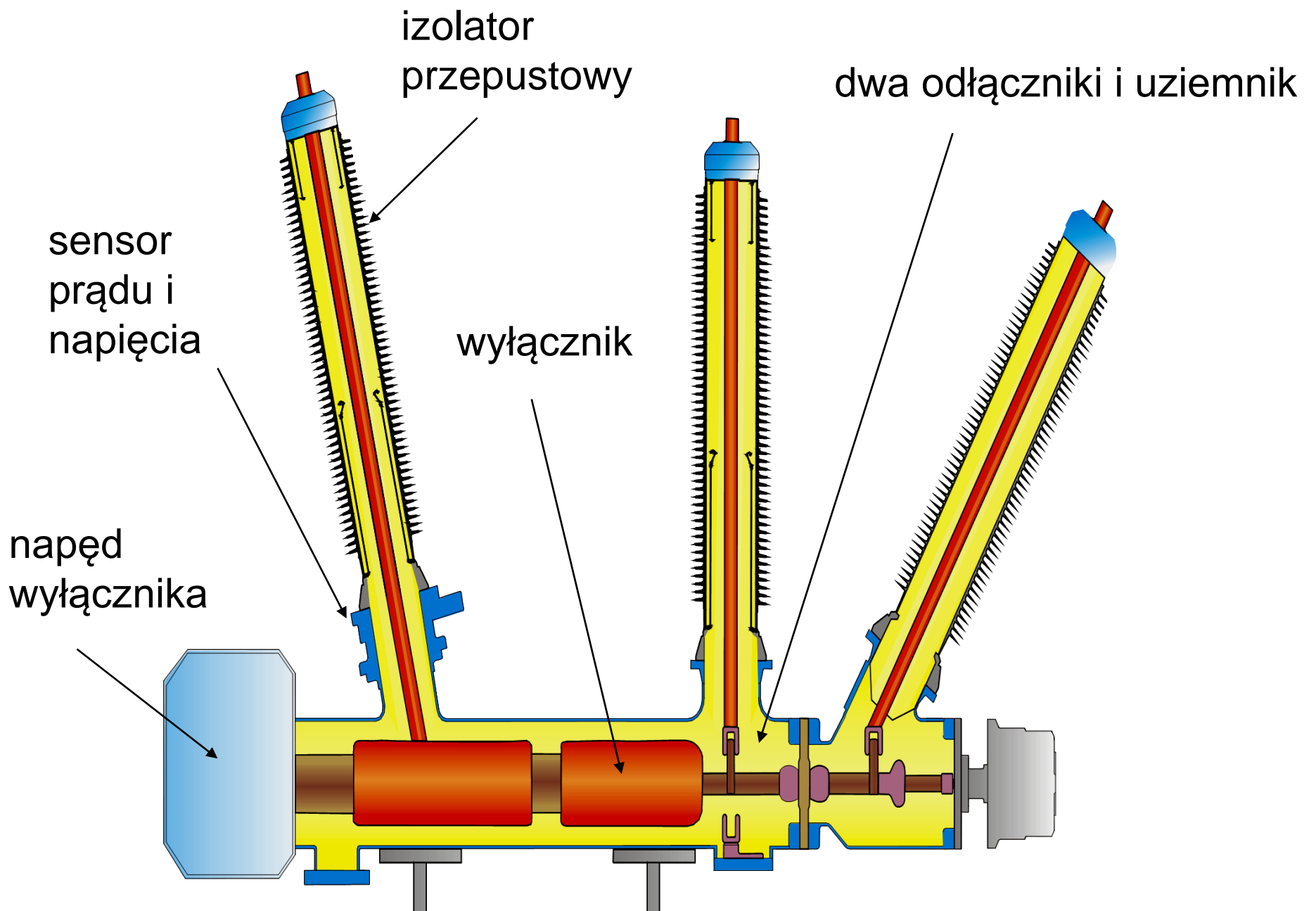
L - line



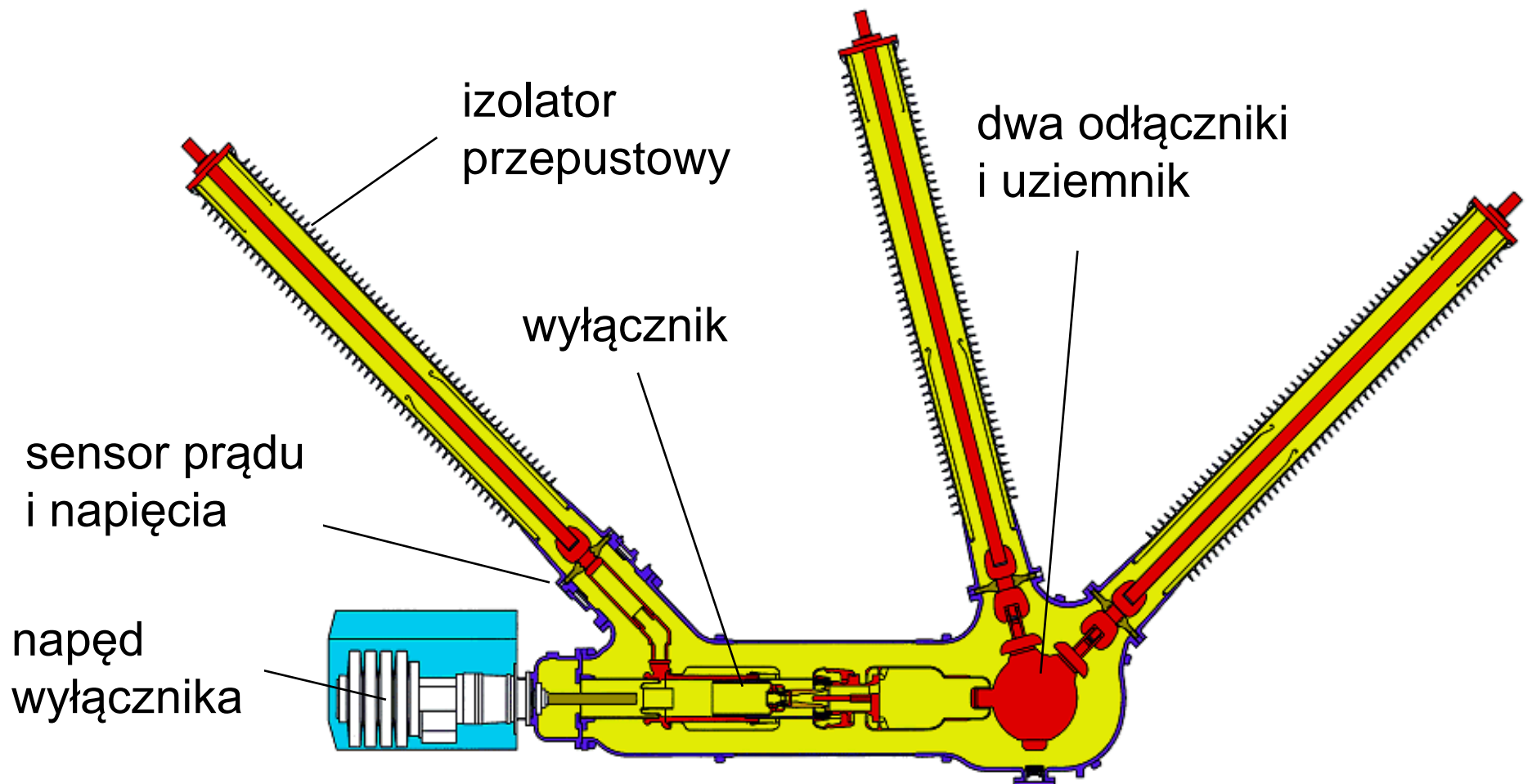
PASS

Rozdzielnicze wysokiego napięcia izolowane SF₆

		PASS M0	PASS M1	PASS M2
Rated voltage	up to	170 kV	300 kV	550 kV
Rated frequency		50/60 Hz	50/60 Hz	50/60 Hz
Rated current	up to	2000 A	3150 A	3150 A
Rated breaking current	up to	40 kA	50 kA	63 kA
Rated making current	up to	108 kA	135 kA	170 kA
Rated BIL	up to	650	1050 kV	1550 kV
Rated SIL	up to	n.a.	850 kV	1050 kV



Budowa modułu PASS do połączenia z podwójnym systemem szyn zbiorczych.



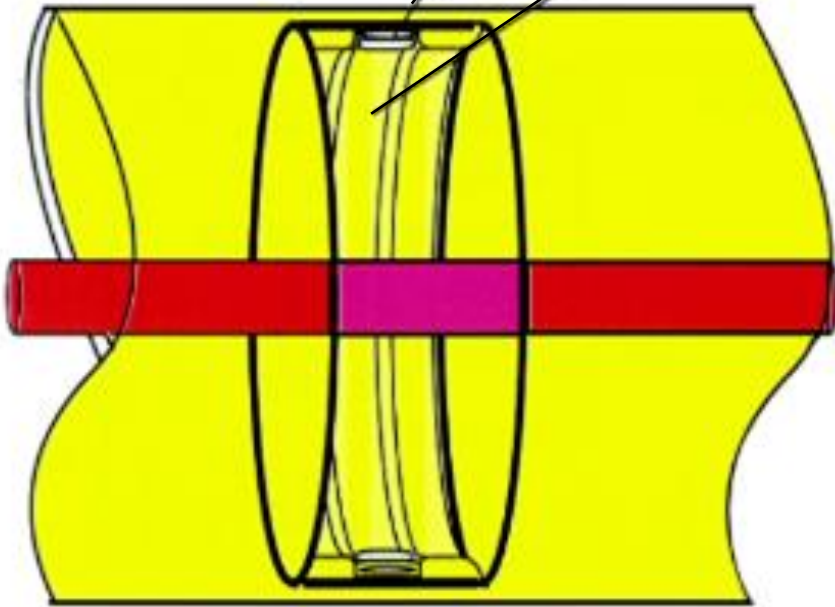
Budowa modułu PASS do połączenia z podwójnym systemem szyn zbiorczych.



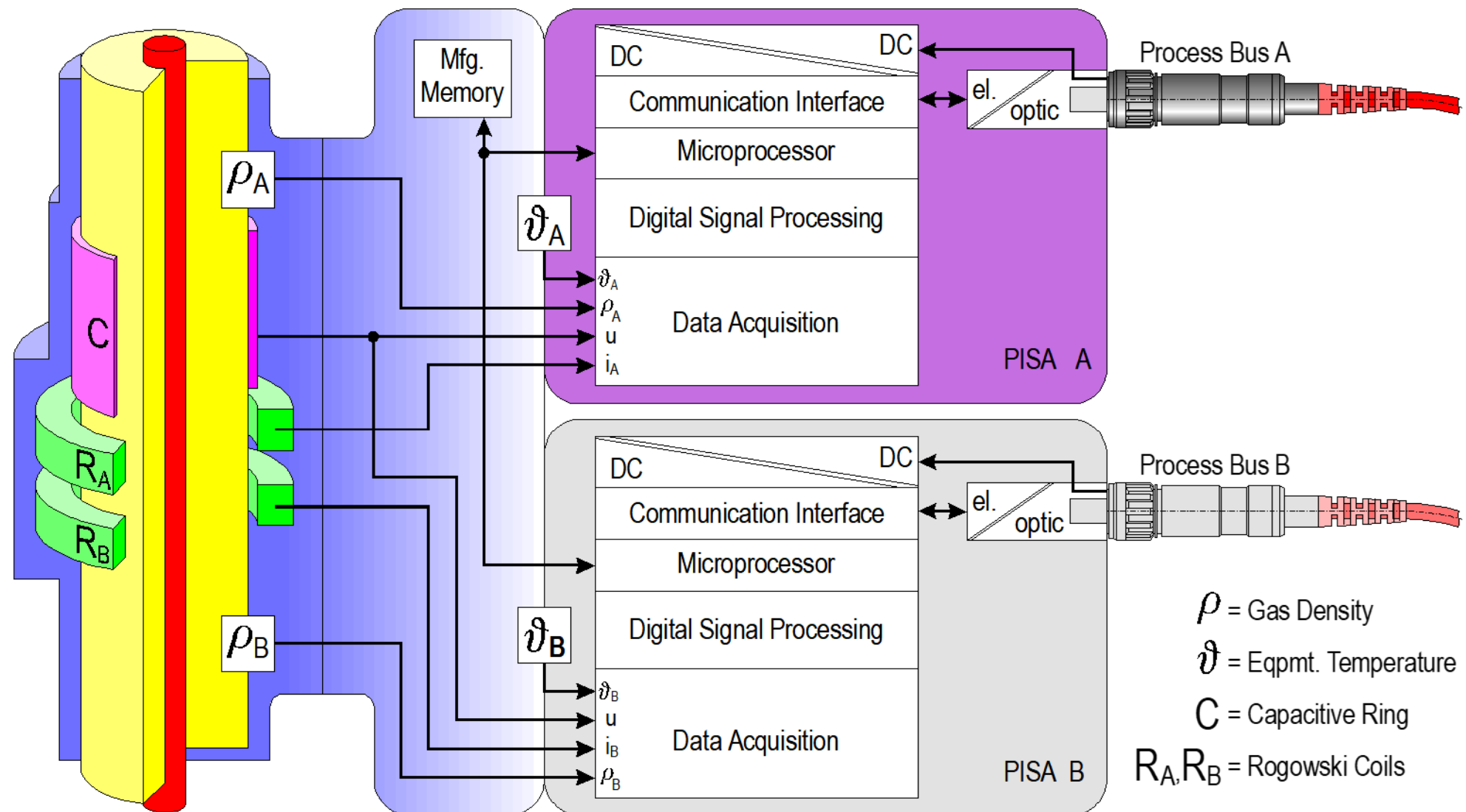
Budowa zespołu dwóch odłączników i uziemnika.

cewka Rogowskiego

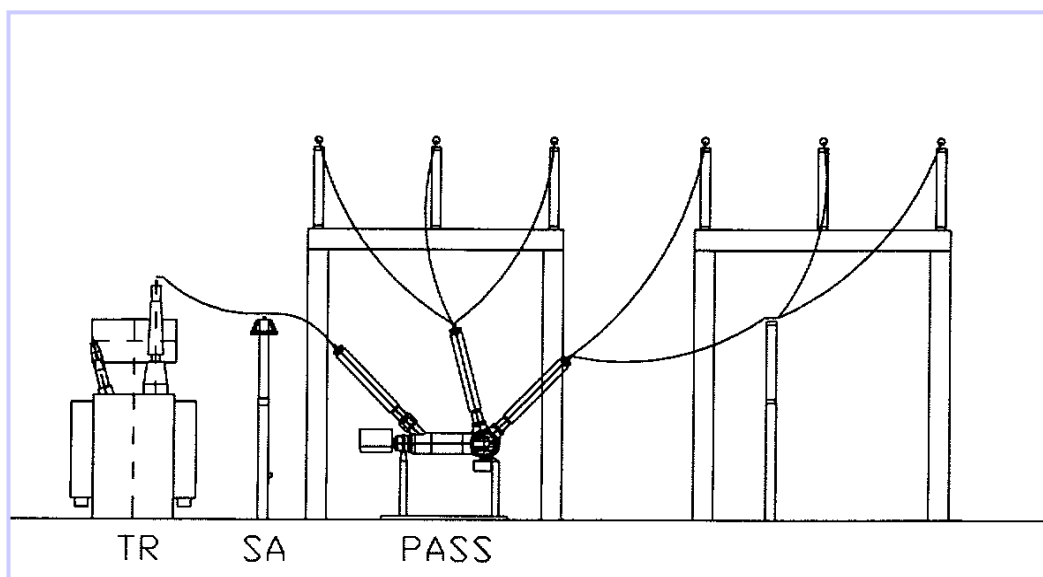
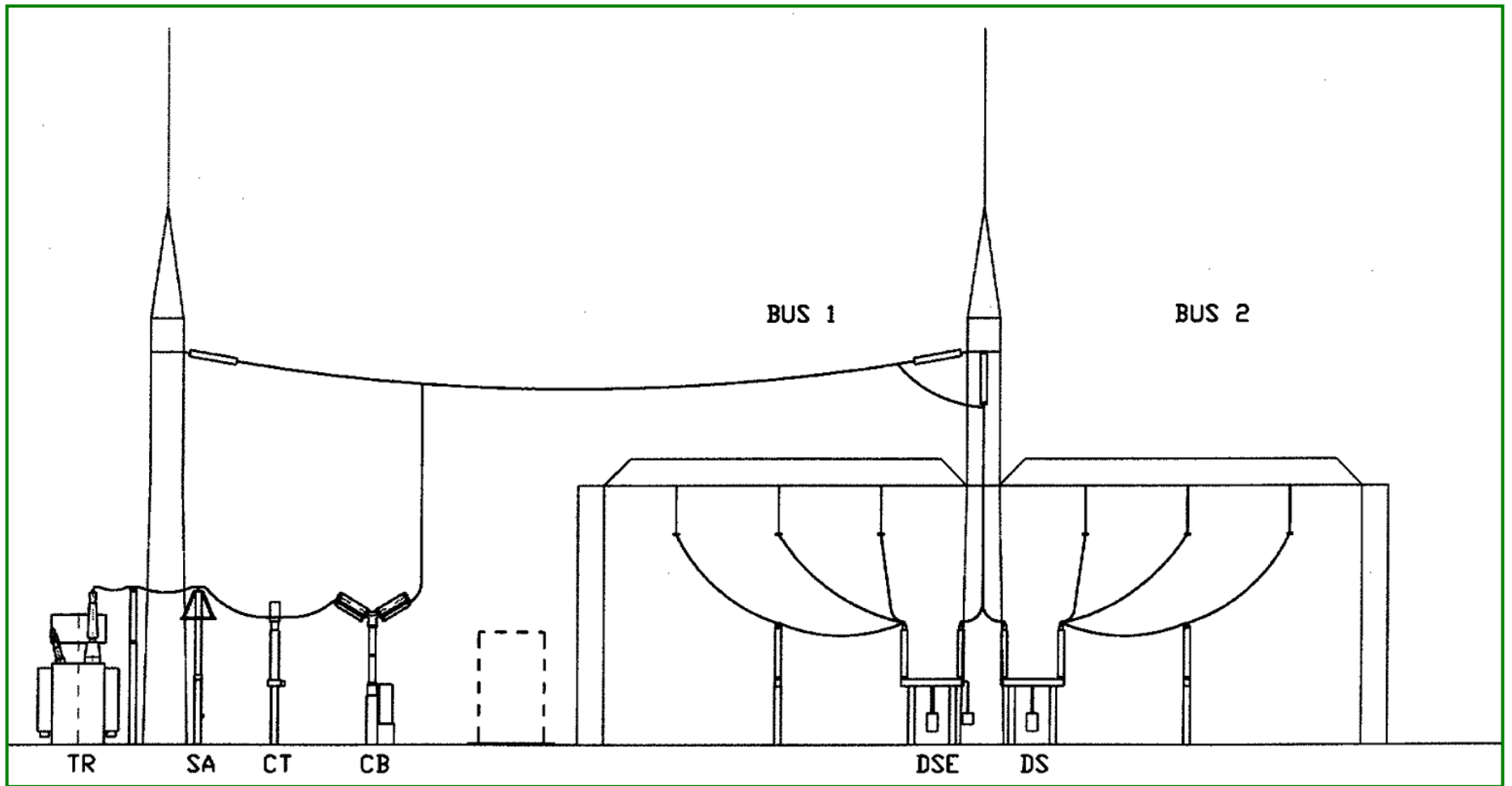
pierścień dzielnika napięcia



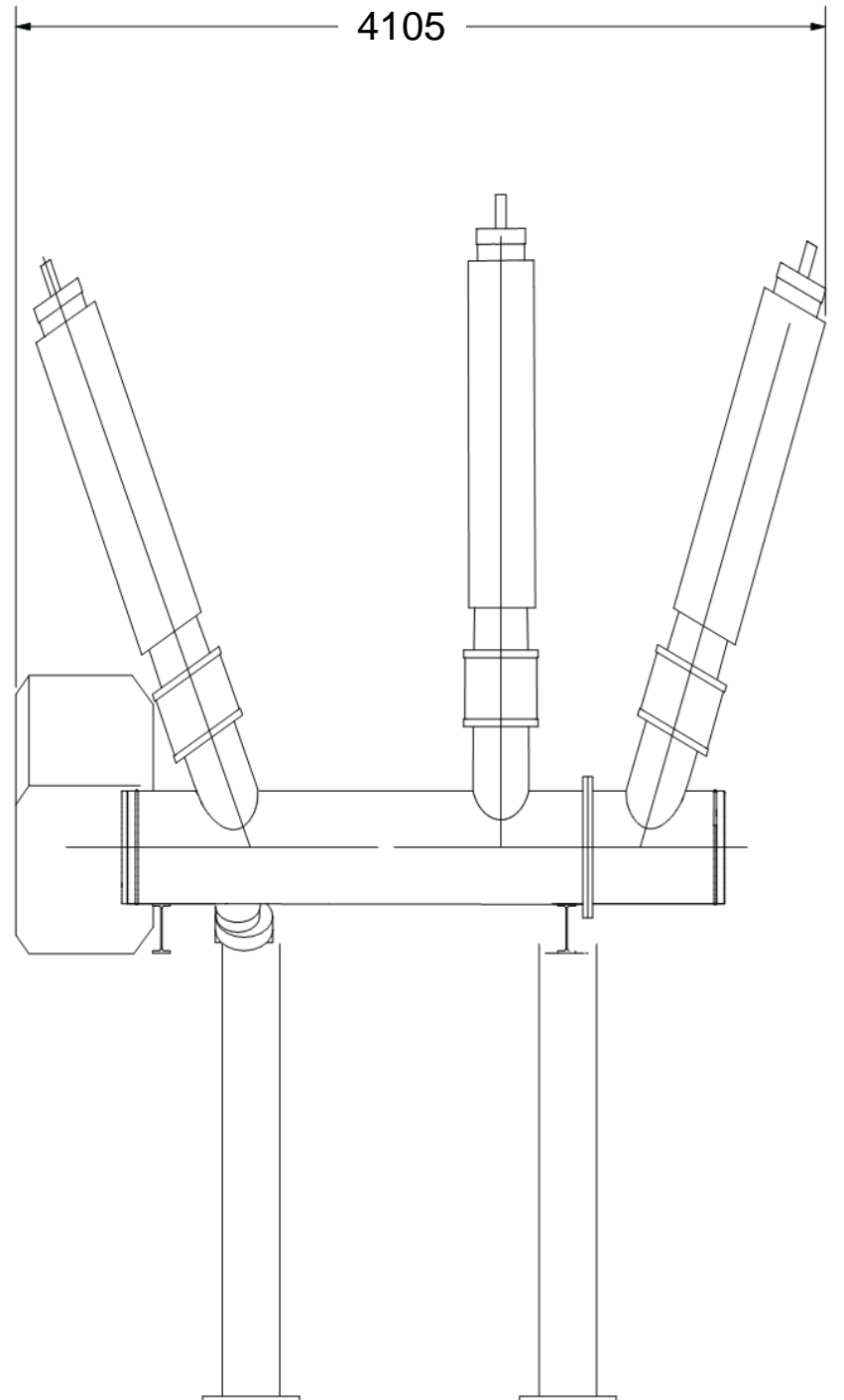
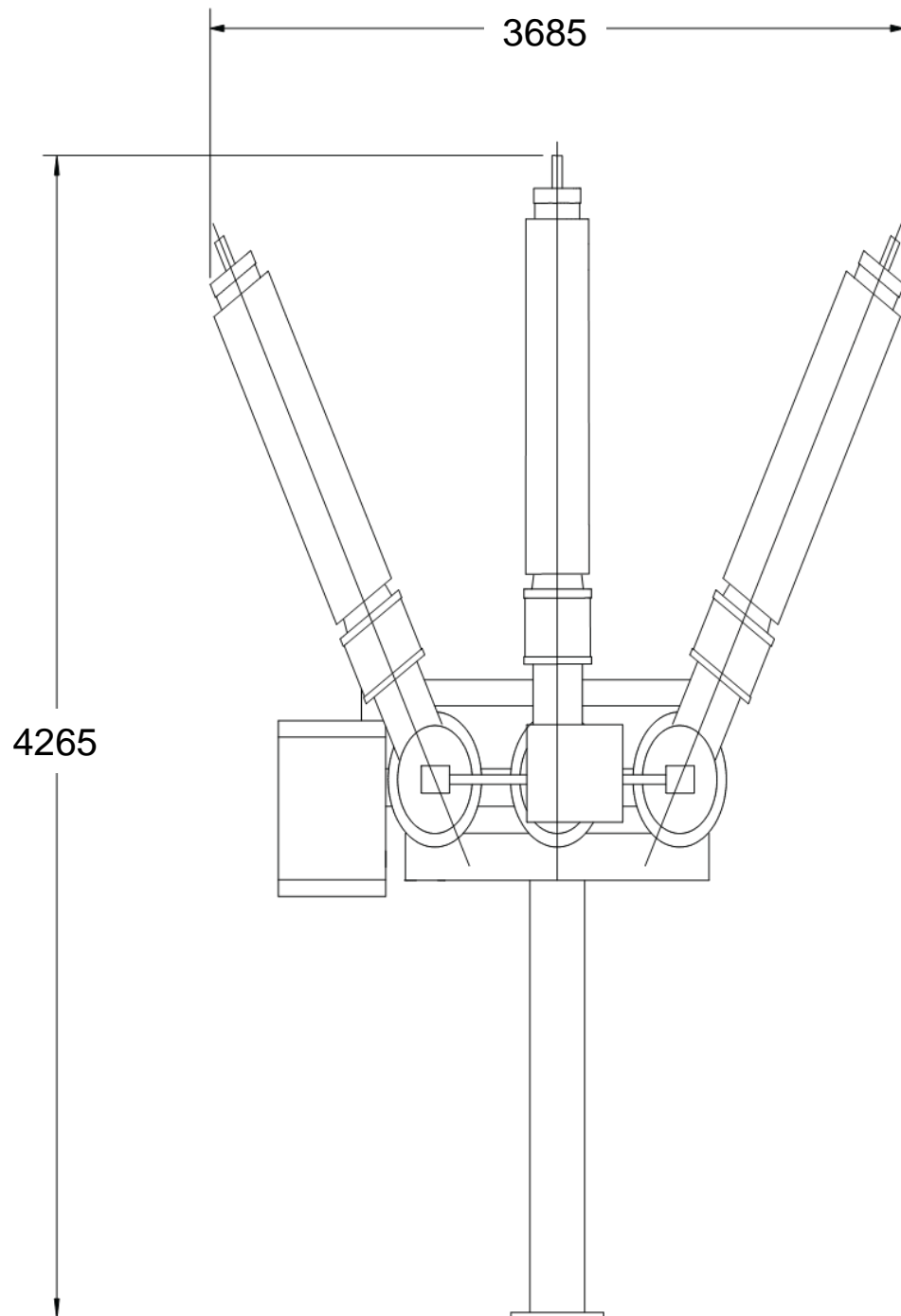
Sensor napięcia i prądu.



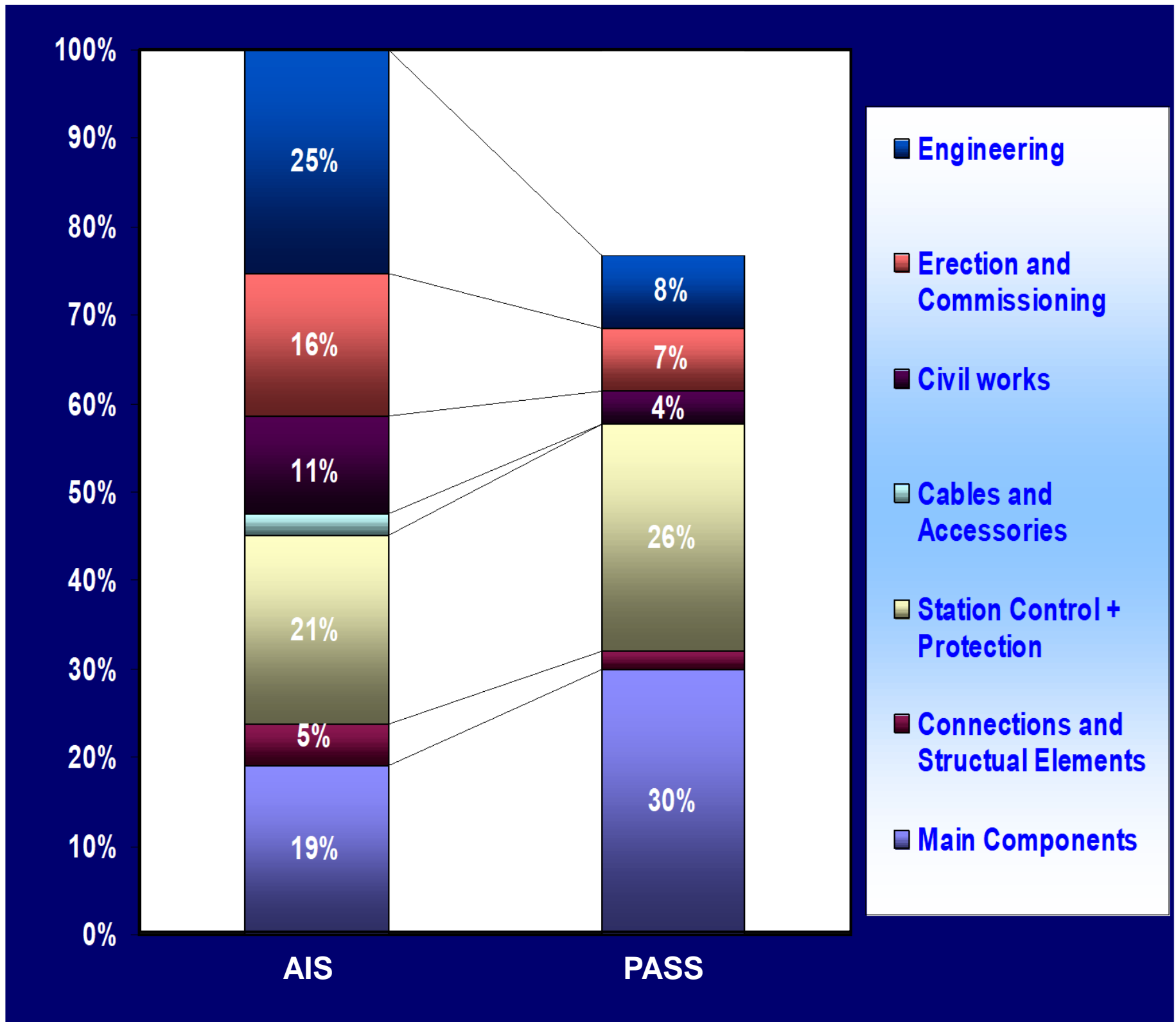
Sensor napięcia i prądu.



Porównanie systemów
AIS i GIS.



Wymiary systemu PASS.



Porównanie kosztów budowy 5-polowej rozdzielni 132 kV AIS i PASS (GIS).



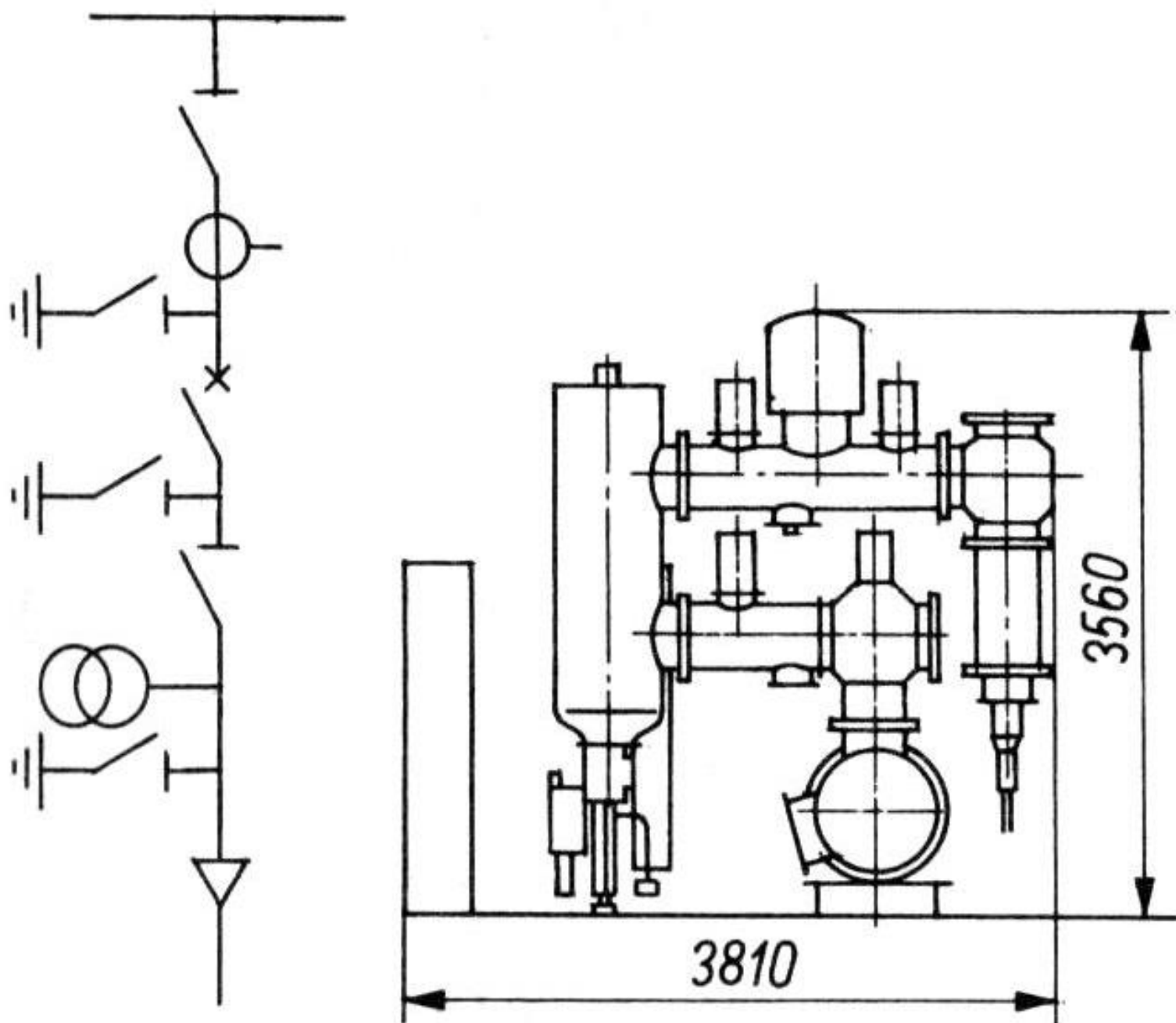
Rozdzielnica 420 kV izolowana SF₆.

Rozdzielnice wewnętrzne WN izolowane SF₆:

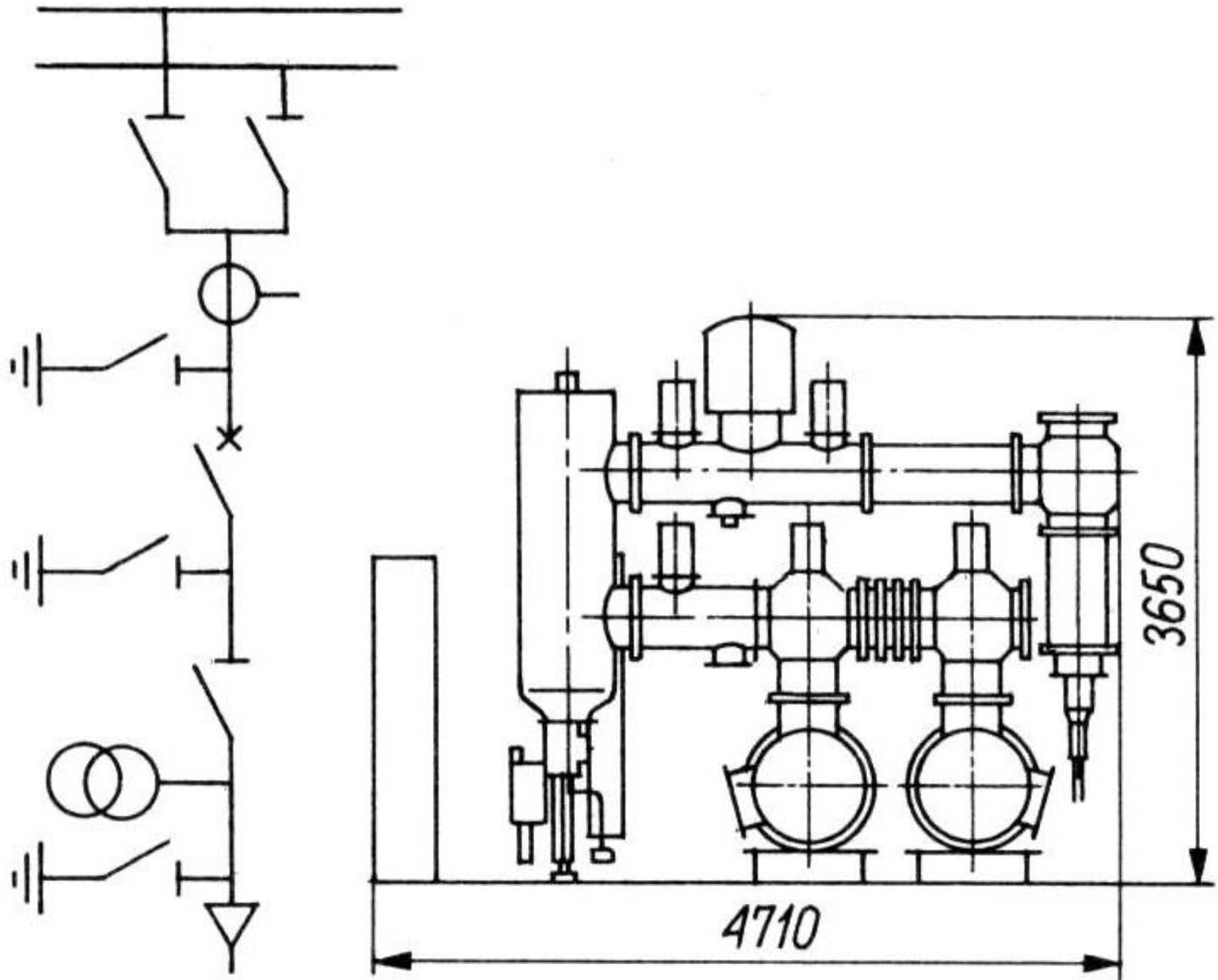
- szyny zbiorcze i urządzenia rozdzielcze w hermetycznych osłonach,
- sześćfluorek siarki o ciśnieniu od 0,20 do 0,55 MPa,
- obudowy rozdzielnic zwykle z aluminium lub stopów aluminium,
- szyny zbiorcze w osłonach 1-biegunowych lub 3-biegunowych,
- szczelne komory zawierające jedno lub kilka urządzeń,
- modułowa konstrukcja elementów rozdzielnic,
- możliwość budowy rozdzielnic o dowolnym układzie szyn zbiorczych oraz o dowolnym wyposażeniu pól.

Zalety rozdzielnic z SF₆:

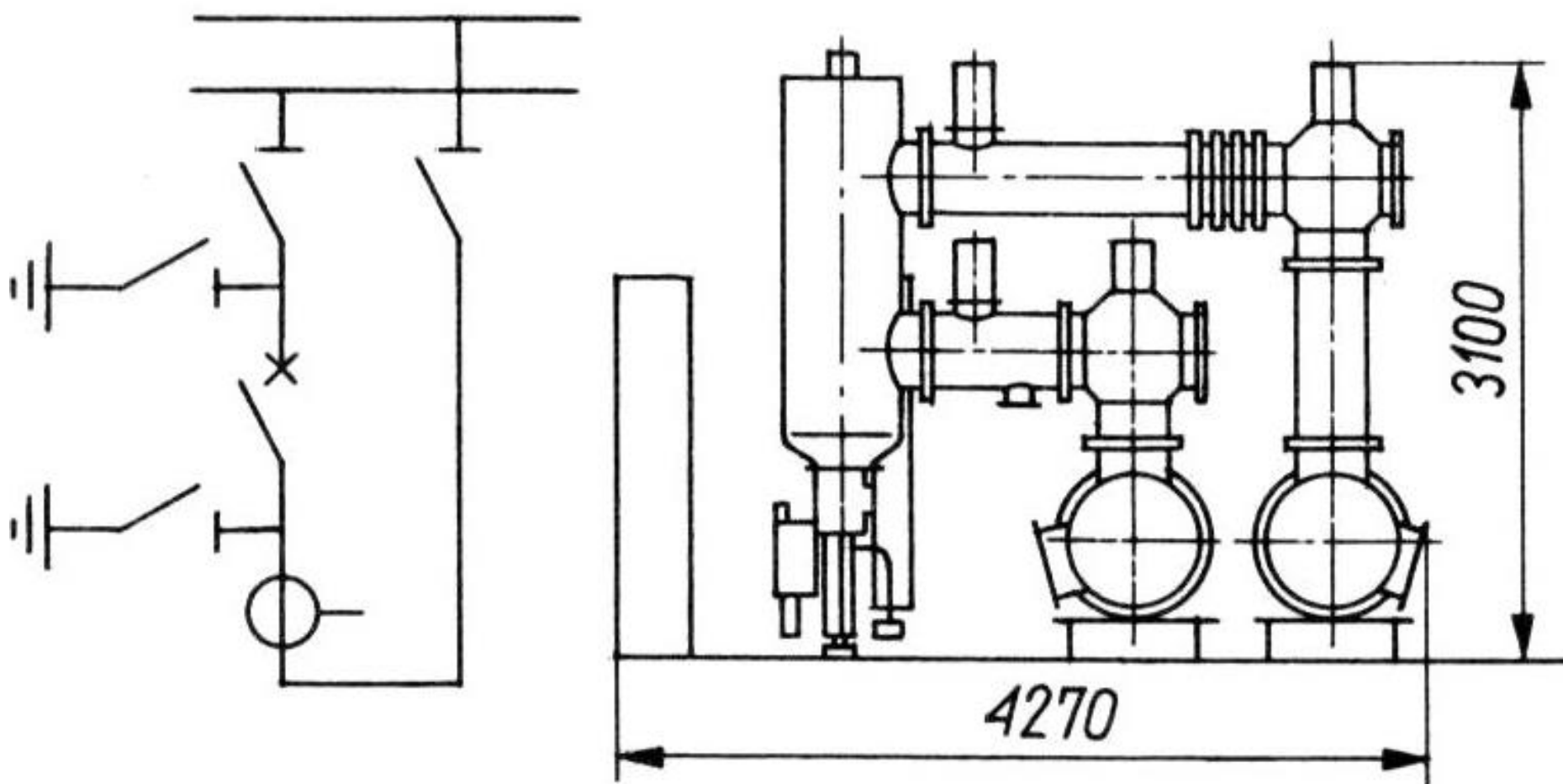
- małe gabaryty (kilka...kilkanaście razy mniejsze niż zwykle),
- oszczędność materiałów (5 × przewodzące, 30 × izolacyjne),
- niewrażliwość na czynniki atmosferyczne,
- bezpieczeństwo obsługi i brak oddziaływania na środowisko,
- łatwa i prosta konserwacja.



Pole liniowe rozdzielnic SF₆ z pojedynczym systemem szyn zbiorczych.



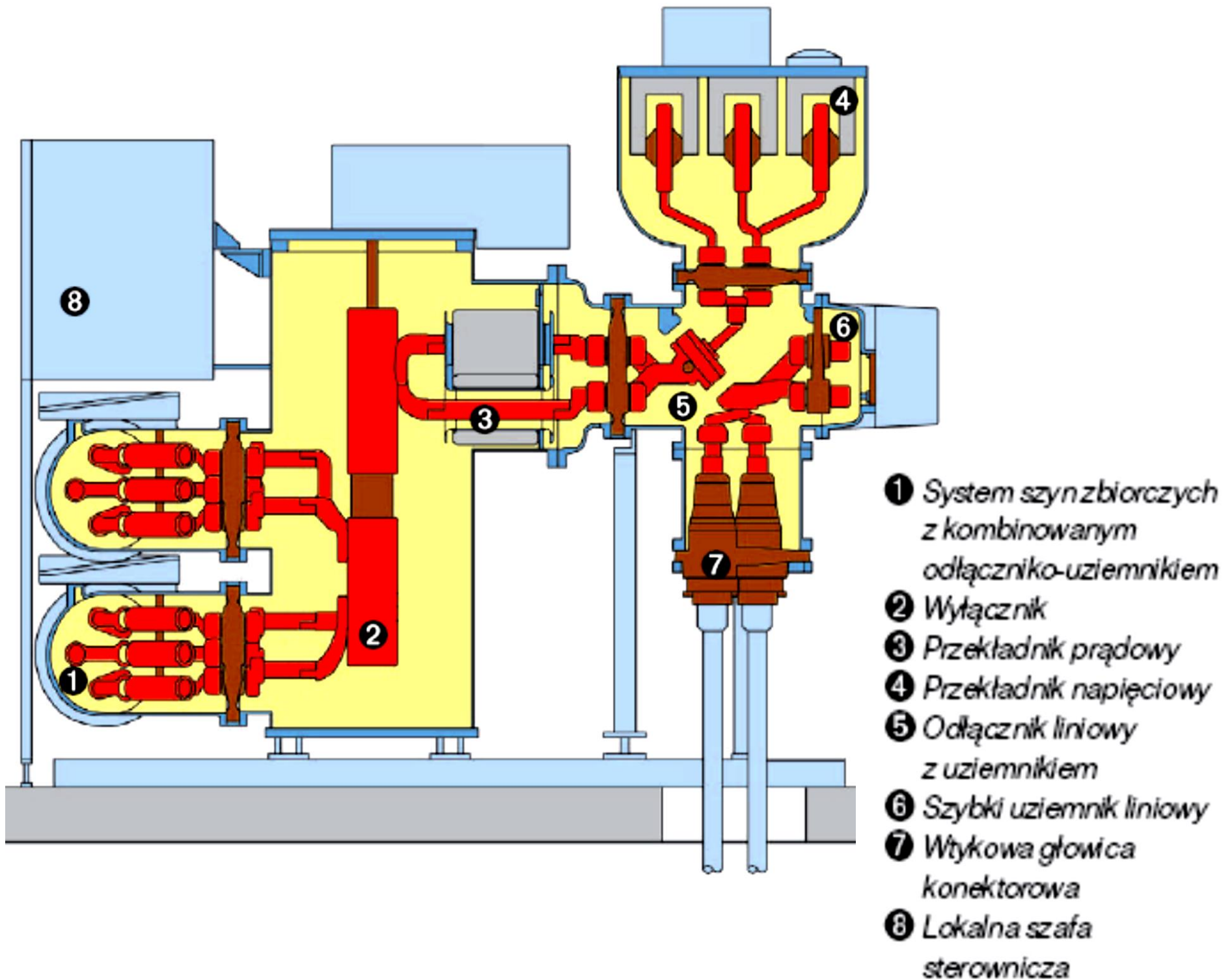
Pole liniowe rozdzielnic SF₆ z podwójnym systemem szyn zbiorczych.



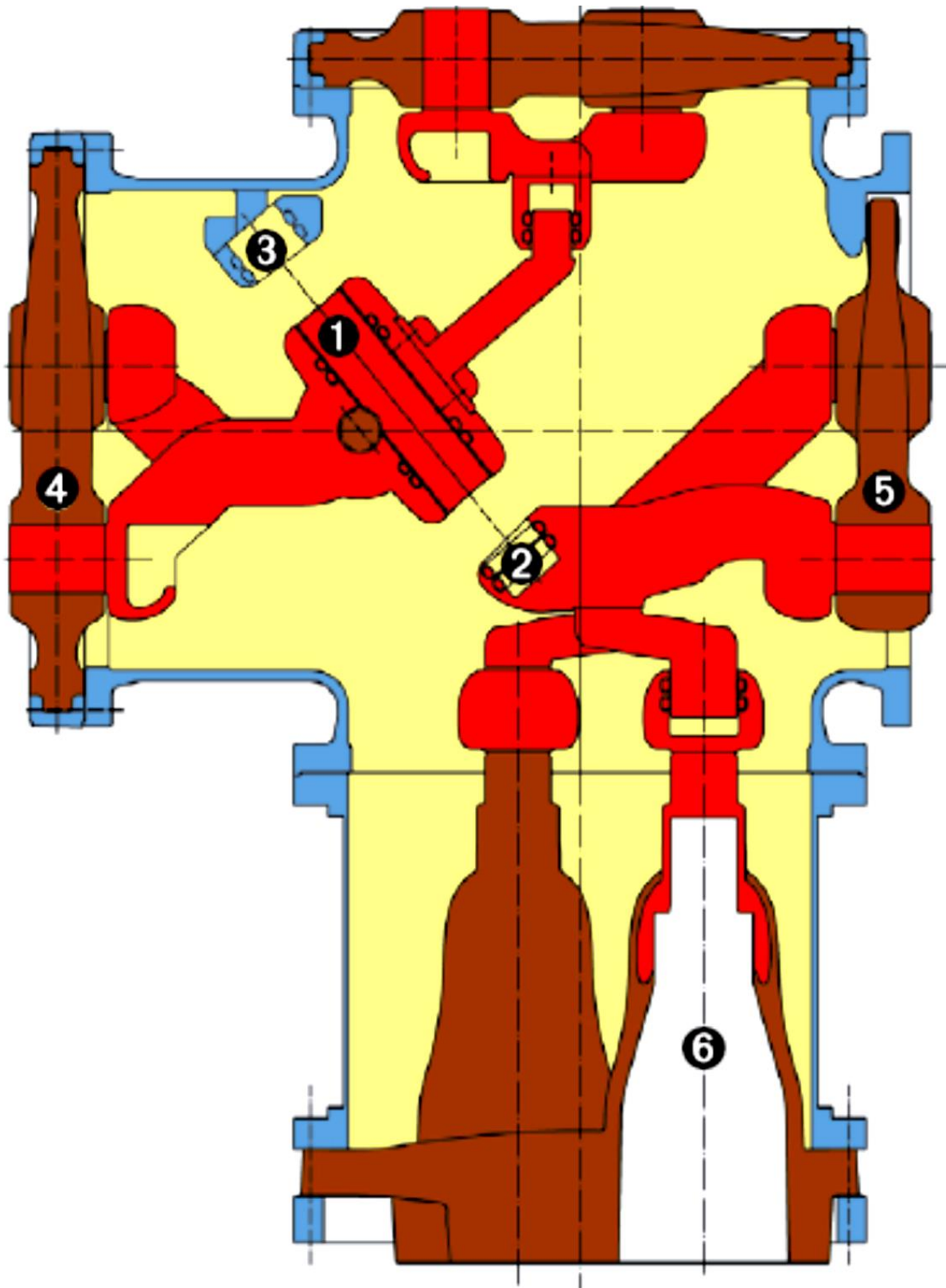
Pole sprężęła poprzecznego rozdzielnic SF₆ z podwójnym systemem szyn zbiorczych.



Rozdzielnica wewnętrzna SF₆ typu EXK, 145 kV, 2500 A, 40 kA.



Rozdzielnica wewnętrzna SF₆ z widocznymi urządzeniami rozdzielczymi.

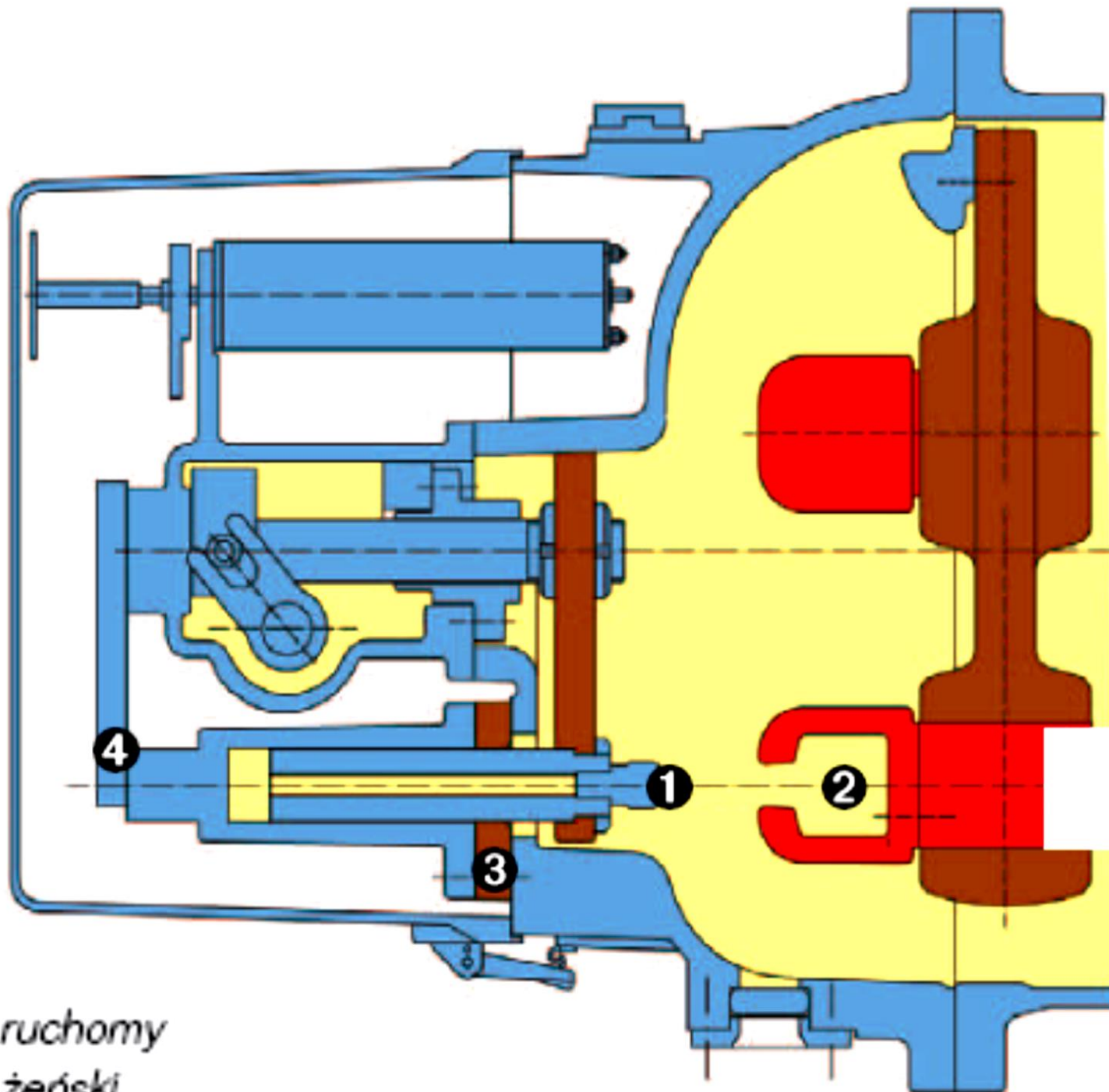


- ❶ *Styk ruchomy*
- ❷ *Styk stały odłącznika*
- ❸ *Styk stały uziemnika*
- ❹ *Gródź gazoszczelna*
- ❺ *Izolator wsporczy*
- ❻ *Przyłącze kablowe wtykowe*

Moduł odłącznika z uziemnikiem.

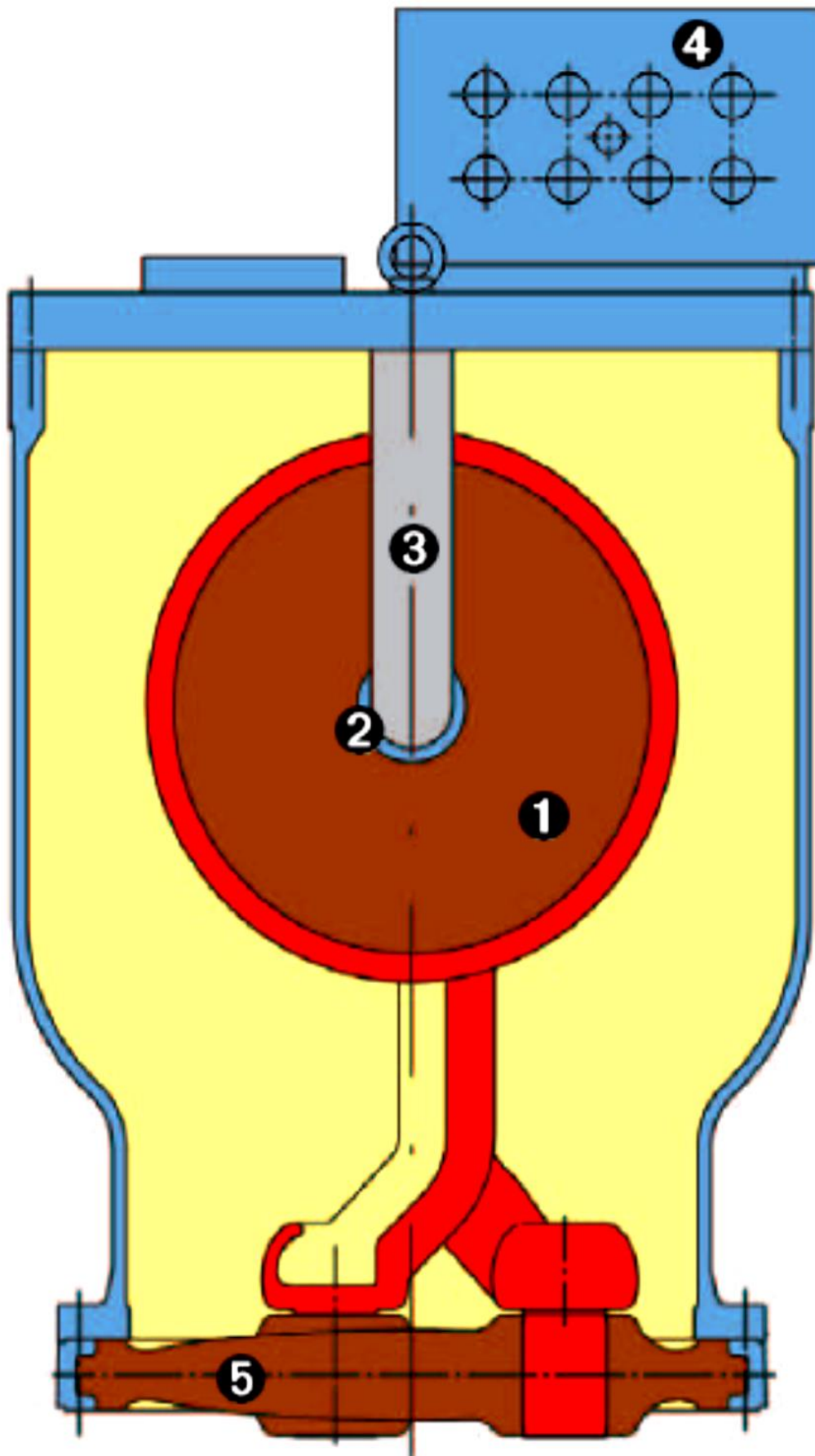


Widok odłącznika z uziemnikiem.



- ① *Styk ruchomy*
- ② *Styk żerński*
- ③ *Izolacja*
- ④ *Mostki uziemiające*

Uziemnik i jego napęd.



- ❶ *Uzwojenie pierwotne*
- ❷ *Uzwojenie wtórne*
- ❸ *Rdzeń przekładnika*
- ❹ *Skrzynka zaciskowa*
- ❺ *Gródź gazoszczelna*

Moduł przekładnika napięciowego.



Przekładnik napięciowy szyn zbiorczych.

Rozdzielnice średnich napięć:

- rozdzielnice wewnętrzne jedno- i dwuczłonowe,
- szyny zbiorcze - głównie z płaskowników aluminiowych,
- od niedawna stosuje się także szyny miedziane.

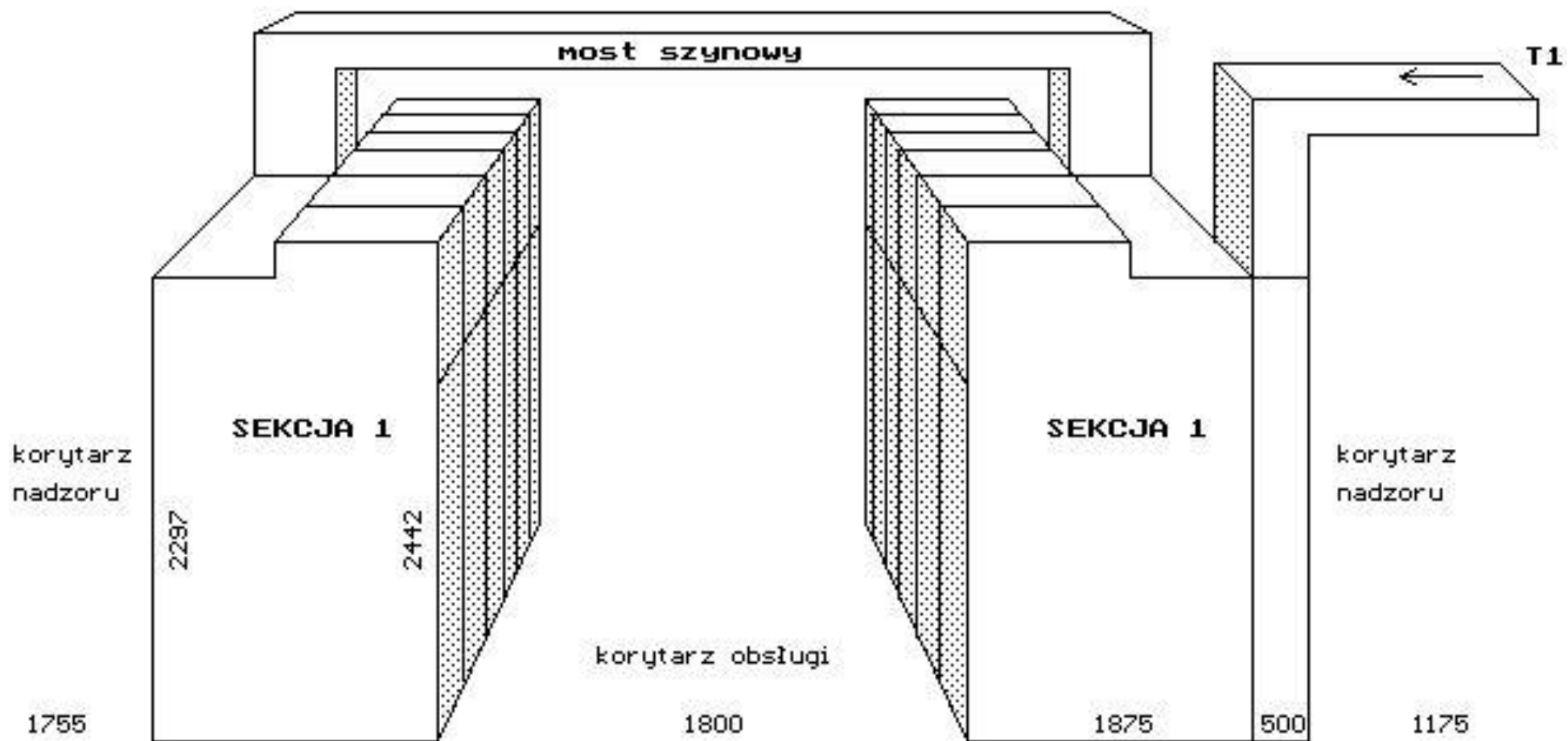
Rozdzielnice otwarte:

- osłony siatkowe,
- osłony mieszane (siatkowo-blaszane),
- od strony tylnej zabezpieczone poręczami ochronnymi.

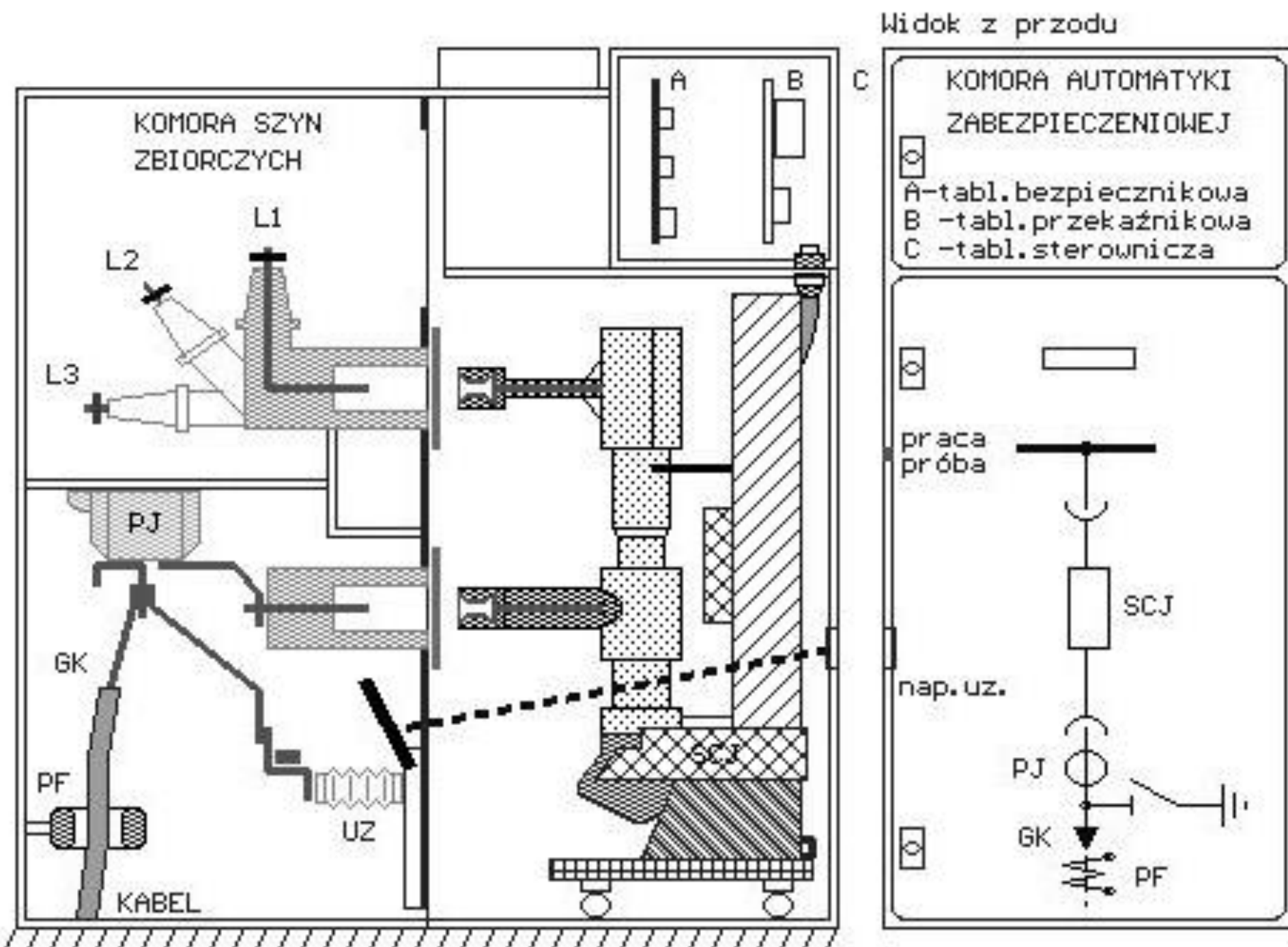
Rozdzielnice osłonięte:

- osłony pełne ze wszystkich stron, drzwi pełne,
- rozdzielnice, których części czynne są pokryte izolacją stałą,
- rozdzielnice hermetyczne izolowane sześćfluorkiem siarki.

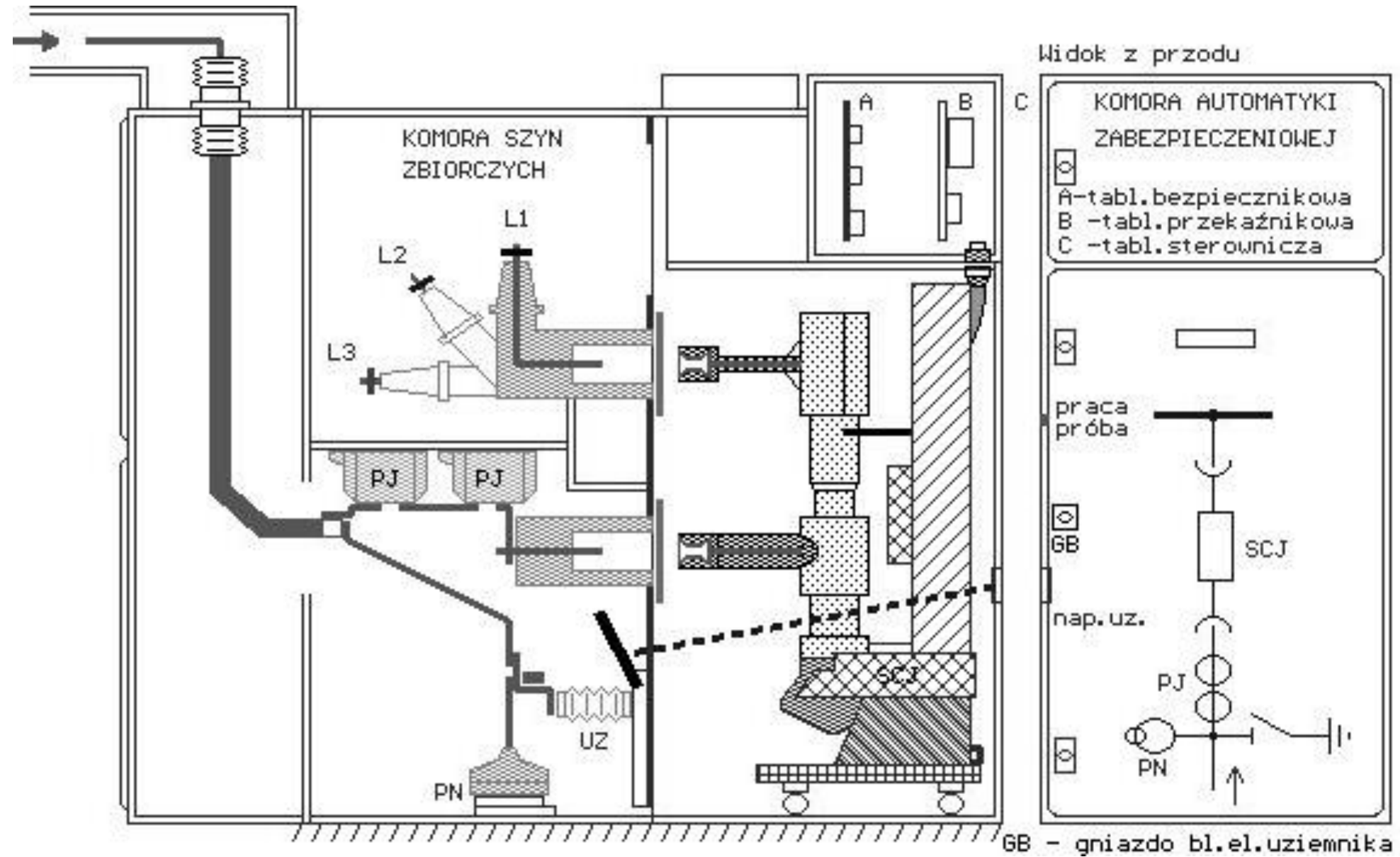
Rozdzielnice prefabrykowane.



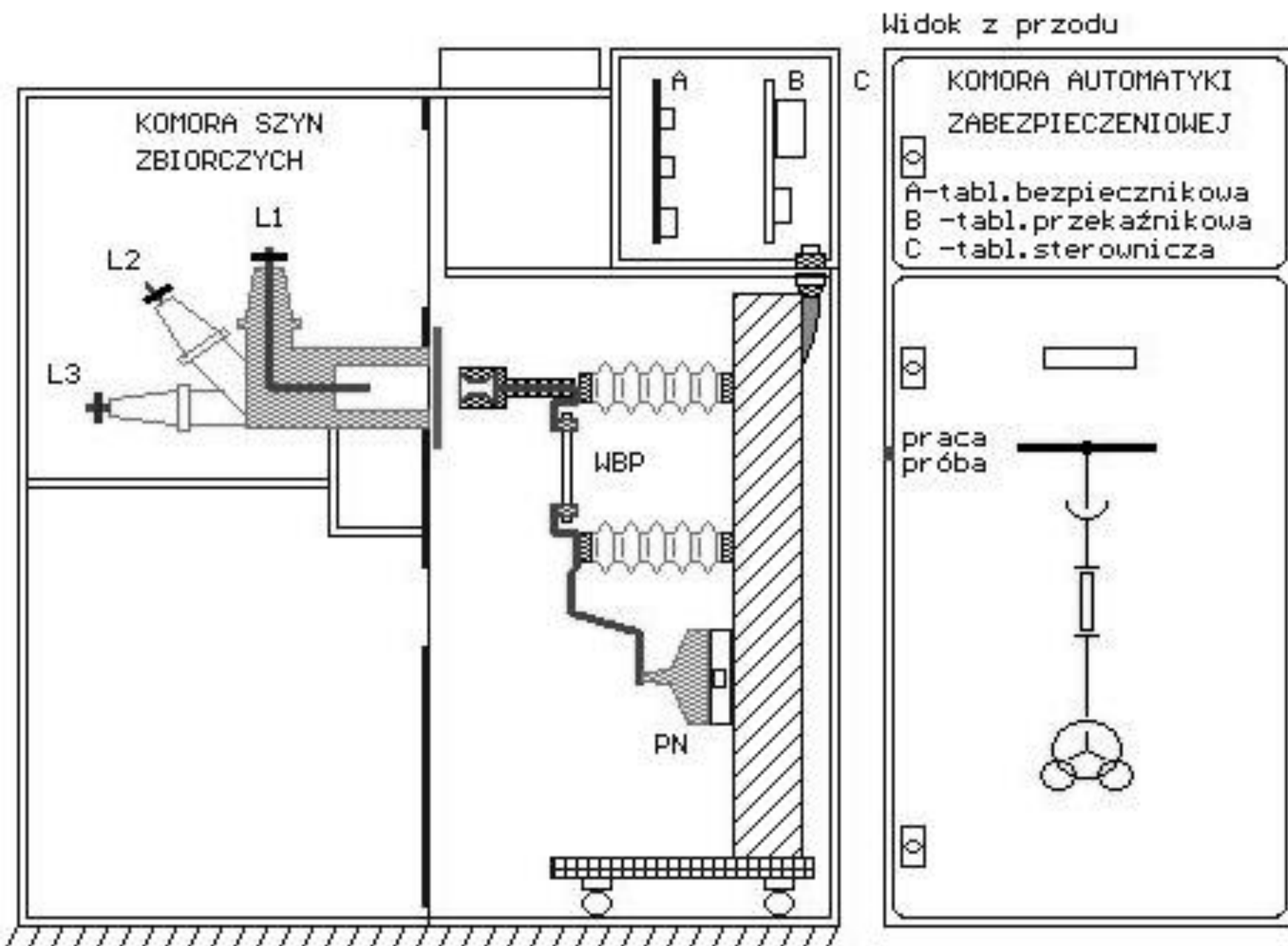
Szkic rozdzielnic RD-2.



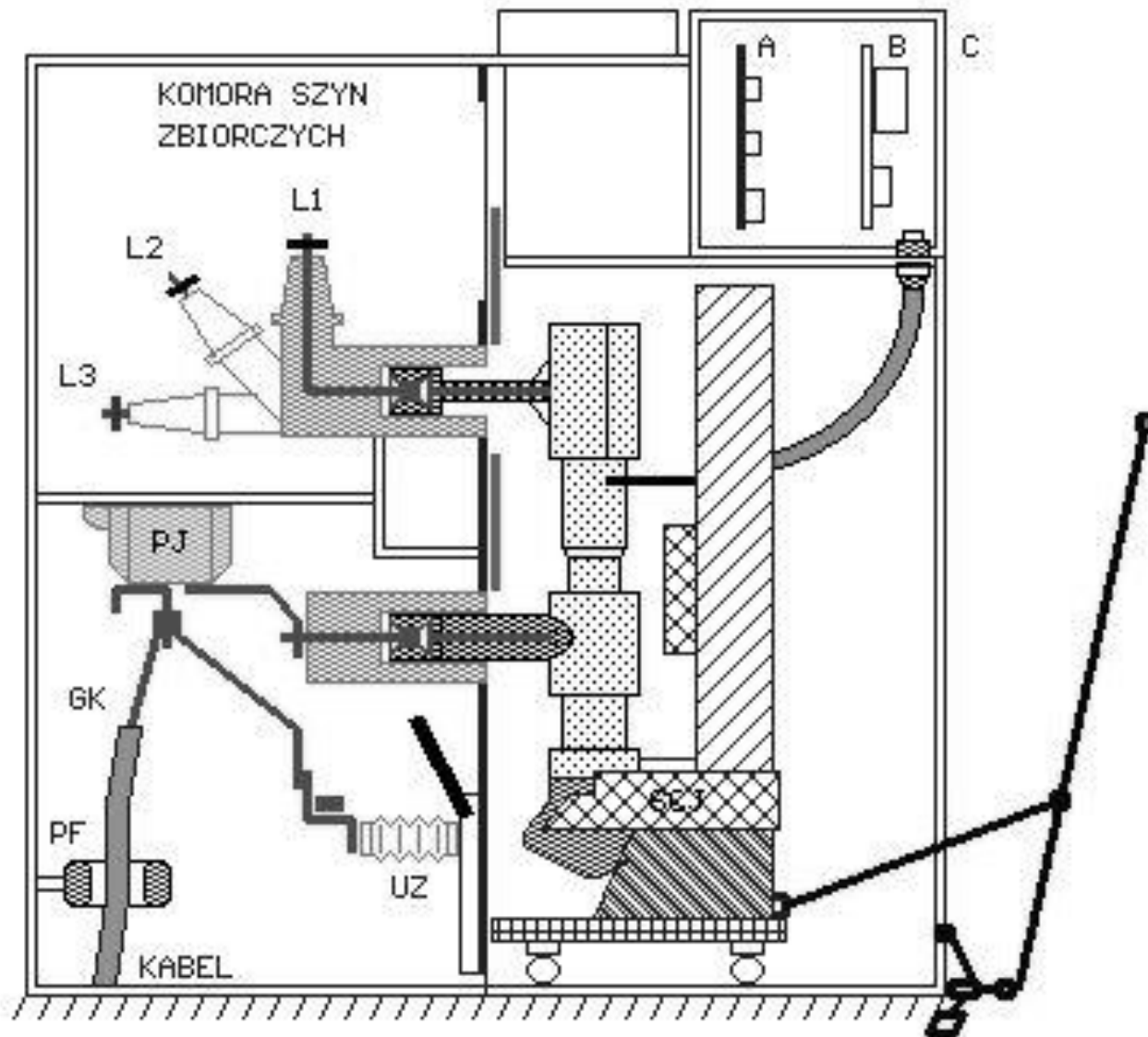
Pole liniowe rozdzielni RD-2.



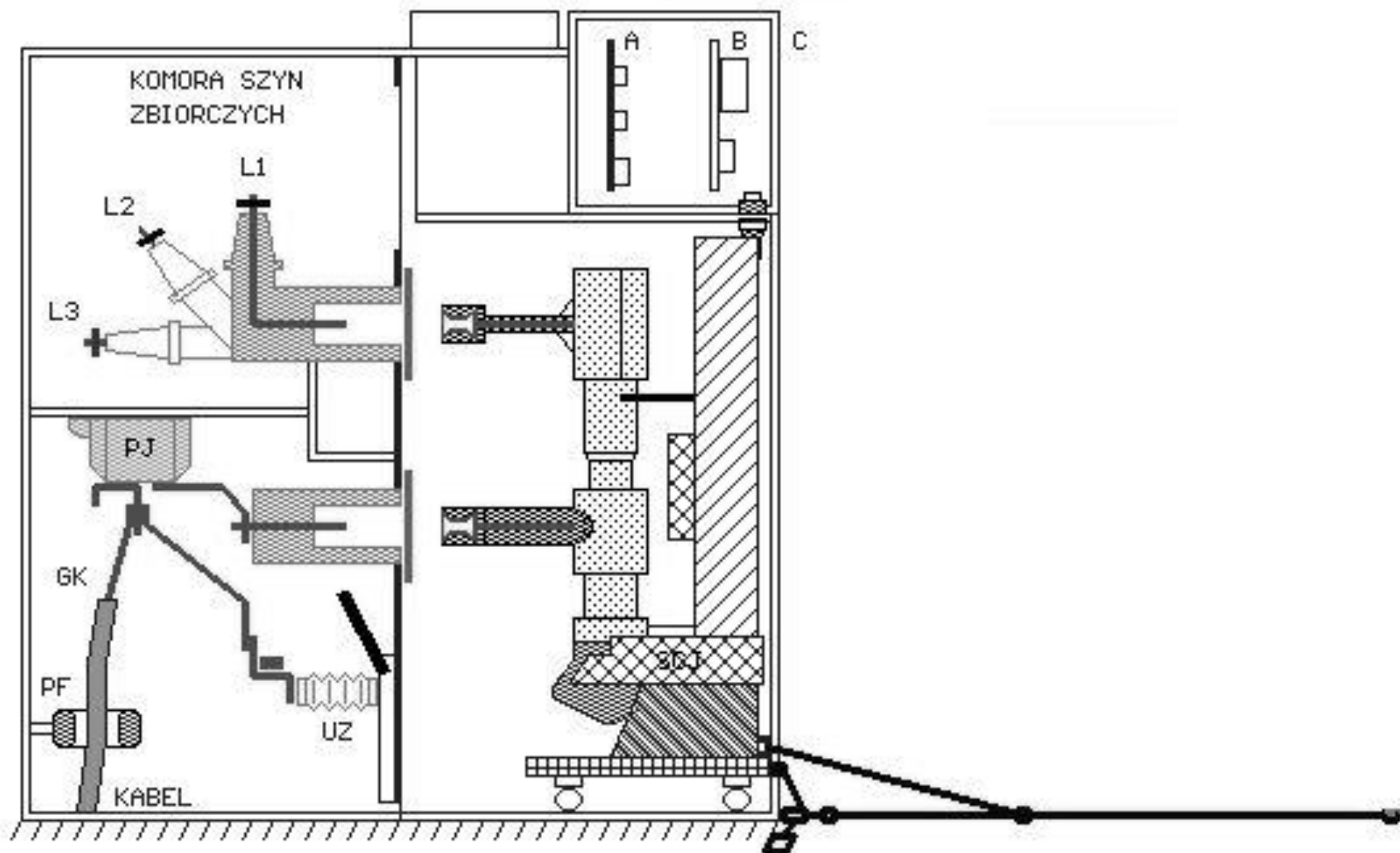
Pole transformatorowe rozdzielnic RD-2.



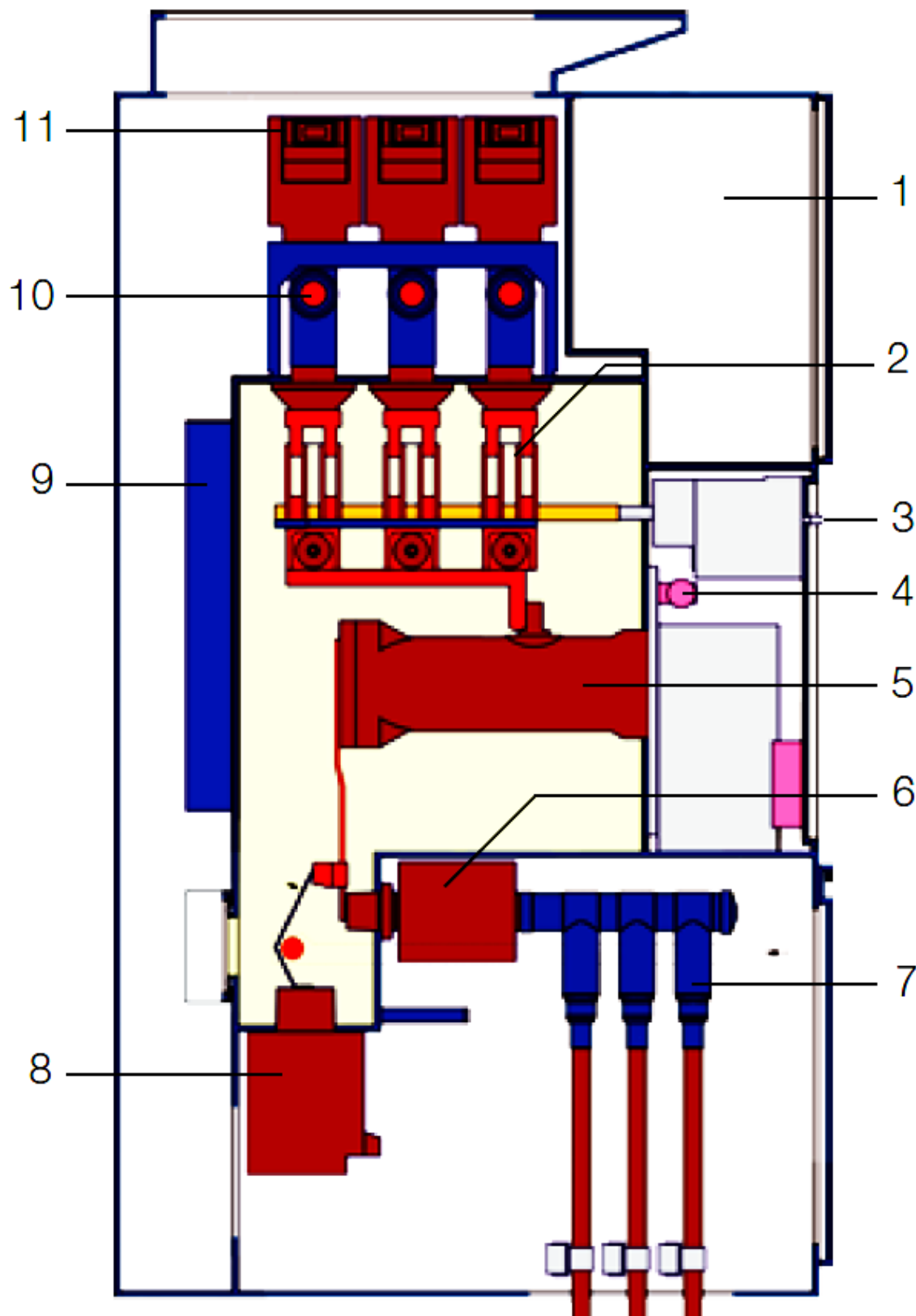
Pole pomiarowe rozdzielni RD-2.



Człon ruchomy połączony.



Człon ruchomy odłączony.



1. Zdemowalny przedział niskiego napięcia
2. Odłącznik
3. Obszar obsługi, przedział napędów
4. Czujnik gęstości gazu i zawór do napełniania
5. Wyłącznik próżniowy
6. Przekładnik prądowy
7. Głowica kablowa na izolatorze przepustowym
8. Przekładniki napięciowe od strony kabli z odłącznikiem
9. Radiator
10. Szyny zbiorcze z izolacją stałą
11. Wtykowe przekładniki napięciowe na szynach zbiorczych

Rozdzielnice niskiego napięcia:

- duża różnorodność rozwiązań konstrukcyjnych,
- w kraju kilkanaście różnych konstrukcji rozdzielnic jedno- i dwuczłonowych, wolnostojących i przyściennych.

Podstawowe rodzaje rozdzielnic prefabrykowanych:

- skrzynkowe,
- szkieletowe,
- bezszkieletowe.

Rozdzielnice skrzynkowe:

- montuje się z pojedynczych skrzynek żeliwnych, blaszanych lub izolacyjnych,
- skrzynki są znormalizowane i mają określone przeznaczenie:
 - szynowe,
 - bezpiecznikowe,
 - wyłącznikowe.

Napięcie znamionowe do 500 V i prąd znamionowy do 600 A.

Zalety:

- niewielkie wymiary,
- łatwość montażu i rozbudowy,
- odporne na narażenia mechaniczne i środowiskowe,
- możliwość instalowania w pomieszczeniach ogólnodostępnych,
- bezpieczna obsługa.

Rozdzielnice szkieletowe jednoczłonowe

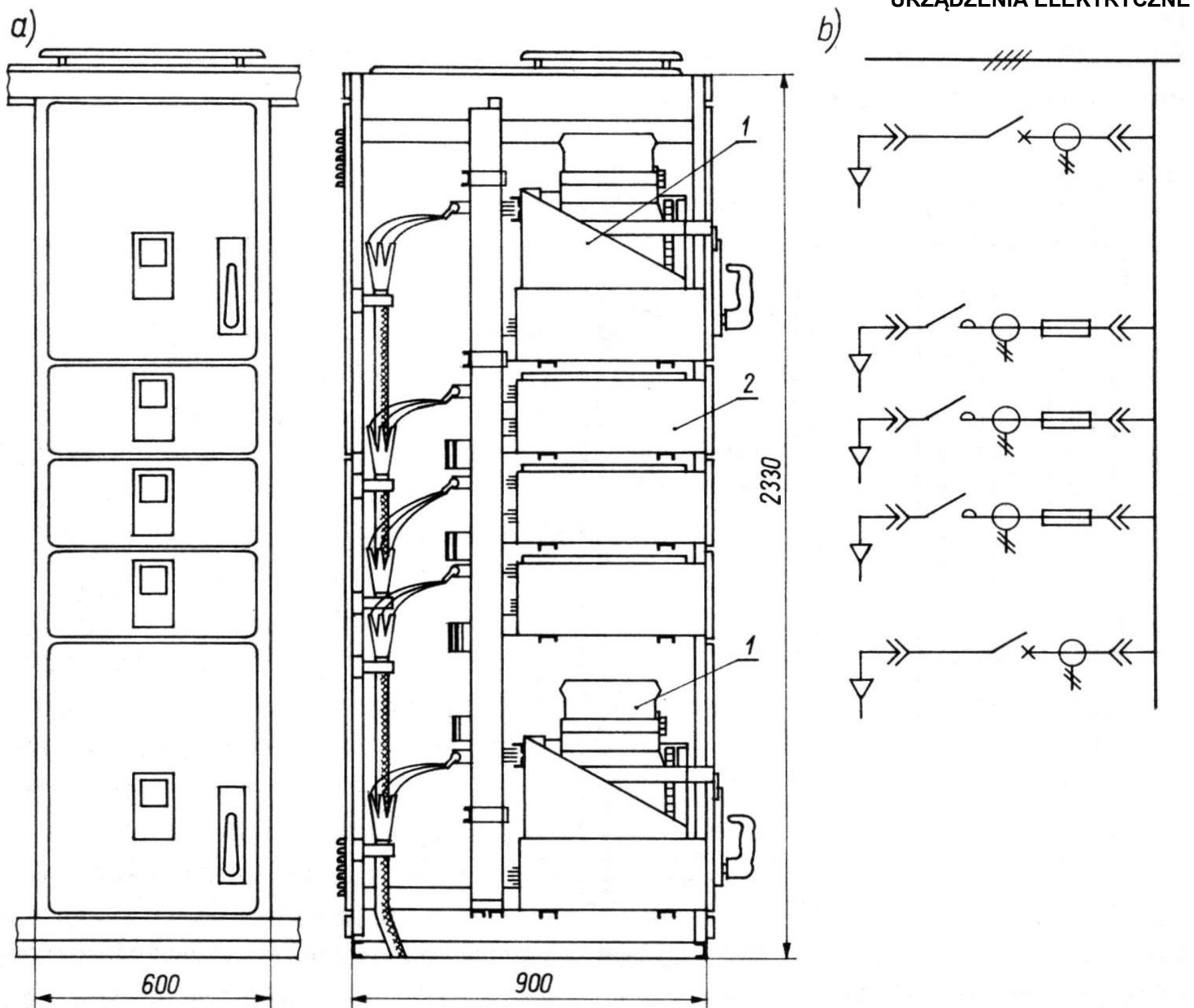
- z kształtowników stalowych spawanych lub skręcanych śrubami,
- wewnątrz pola rozdzielnicy montuje się ciężkie urządzenia rozdzielcze (wyłączniki, przekładniki, bezpieczniki),
- na czołowej płycie osłonowej napędy łączników, przyciski sterownicze, przyrządy pomiarowe itp.

Rozdzielnice bezszkieletowe:

- z odpowiednio ukształtowanych blach skręconych śrubami,
- blachy stanowią osłony między polami i między urządzeniami,
- są lżejsze i bardziej estetyczne.

Rozdzielnice dwuczłonowe kostkowe:

- różne odmiany konstrukcyjne,
- umożliwiają szybką wymianę całego uszkodzonego zespołu,
- jedna z pierwszych konstrukcji polskich - rozdzielnice typu UNIBLOK.



Szafa rozdzielnic wolnostojącej UNIBLOK (5 pól odbiorczych):

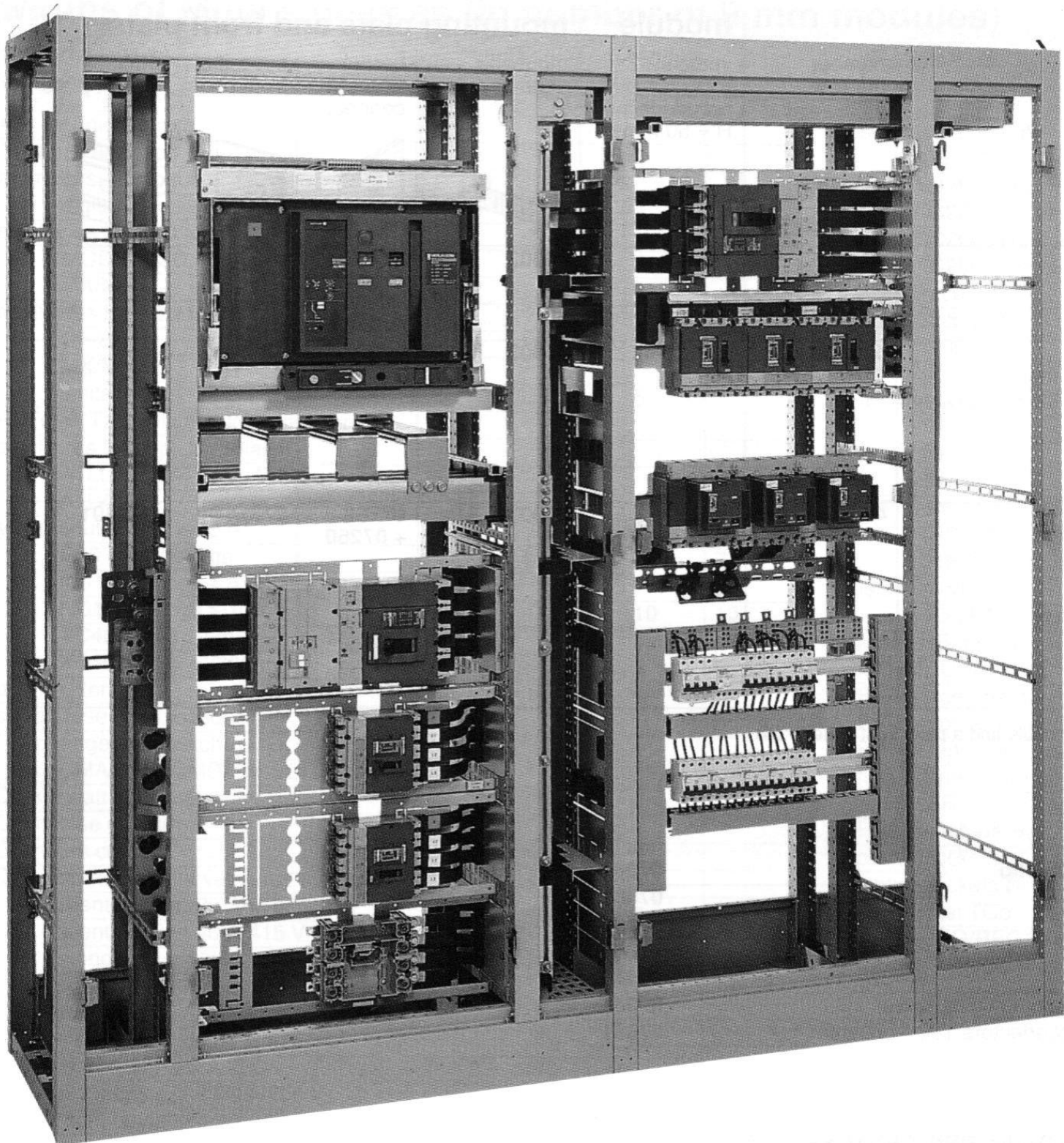
a) widok, b) schemat połączeń;

1 - wózek z wyłącznikiem APU,

2 - wózek z bezpiecznikami i stycznikiem.



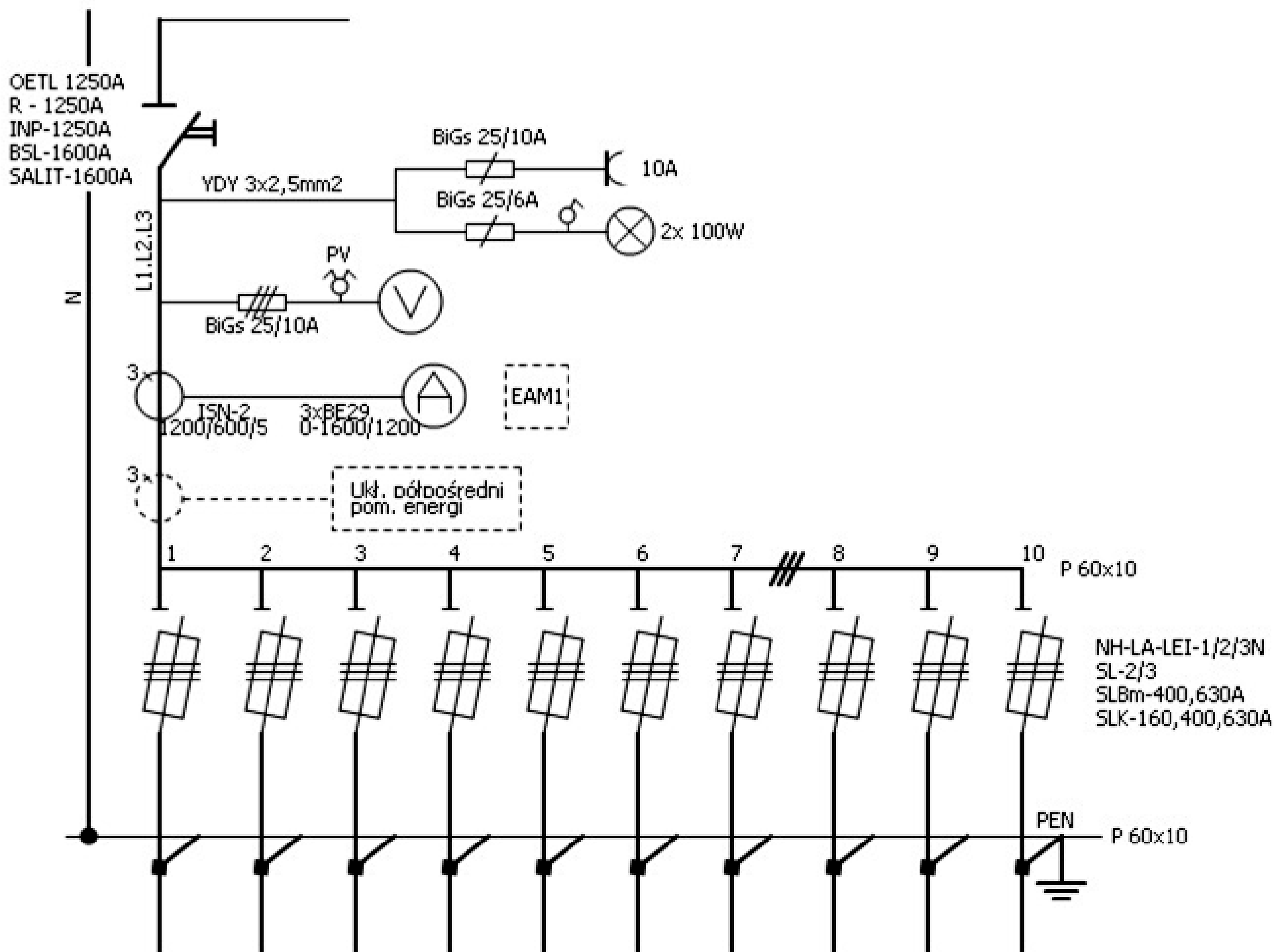
Przykład rozdzielnic niskiego napięcia.



Widok rozdzielnic po zdjęciu osłon.



Nowoczesna rozdzielnica niskiego napięcia.



Schemat elektryczny rozdzielnic.