



STEROWANE PROSTOWNIKI TYRYSTOROWE (TCR)

MIEJSKI TRANSPORT ELEKTRYCZNY ■
KOLEJE ■ METRO

STEROWANE PROSTOWNIKI TYRYSTOROWE (TCR)

Sterowane 12-pulsowe prostowniki tyrystorowe (TCRs, Thyristor Controlled Rectifiers) produkcji firmy „Pluton” to nowoczesne rozwiązania do modernizacji sieci trakcyjnych metra, lekkich kolei oraz miejskiego transportu elektrycznego i kolei.

Sterowane tyrystorowe prostowniki są w stanie utrzymać stabilne napięcie na szynach podstacji w szerokim zakresie obciążeń trakcyjnych, uwzględniając wahania sieci prądu przemiennego.

Efektywność zastosowania tyrystorowych prostowników w zasilaniu sieci trakcyjnych o regulowanym napięciu pozwala na opracowywanie nowych elastycznych rozwiązań, które mogą dostosować się do różnorodnych potrzeb Klientów.

Wdrożenie TCR w celu zapewnienia zasilania sieci trakcyjnych transportu elektrycznego niesie szereg korzyści w porównaniu ze standardowymi systemami diodowymi.



▲ Sterowany prostownik tyrystorowy produkcji „Pluton” na podstacji Arninge (Sztokholm, Szwecja)

ZALETY



Stabilizacja napięcia sieci trakcyjnej prądu stałego, a dzięki temu oszczędność energii (zmniejszenie strat) w sieci trakcyjnej



Podczas projektowania nowej linii pozwala na zmniejszenie ilości podstacji trakcyjnych, co redukuje koszty budowy



Zastosowanie elektronicznego zabezpieczenia prądowego prowadzi do zmniejszenia prądów uderowych na wyjściu prostownika



Przy modernizacji istniejących podstacji z prostownikami diodowymi daje możliwość zwiększenia przepustowości linii lub eksploatacji pociągów o większej mocy



Możliwość wdrożenia systemu zarządzania energią i obciążeniem z funkcją ustawiania parametrów online w systemie zdalnego sterowania

ZALETY TYRYSTOROWYCH PROSTOWNIKÓW

Adaptacja do wymagań Klienta

- / wykonanie w wersji stacjonarnej lub wysuwnej;
- / wykonanie według 12-pulsowego oraz 6-pulsowego schematu mostkowego prostownika;
- / prostownik jest wykonany w schemacie „tyrystor – bezpiecznik”;
- / podłączenie zasilania prądu przemiennego w górnej lub dolnej części prostownika;
- / zastosowanie we wszystkich typach sieci trakcyjnych, z następującymi, standardowymi napięciami wyjściowymi: 600, 750, 825, 1500, 1650, 3000, 3300 V oraz mocami znamionowymi: 800 - 4000 kW.

Wygoda obsługi

- / łatwy dostęp do komponentów układu w celu uproszczenia obsługi technicznej;
- / w prostownikach zastosowano technologie bezobsługowych połączeń stykowych;
- / kontrolowana siła docisku tyrystorów dzięki zastosowaniu kalibrowanych elementów kompresyjnych w układzie „tyrystor – chłodnica”.

Niezawodność i bezpieczeństwo

- / innowacyjne, schematyczne i technologiczne rozwiązania;
- / mikroprocesorowy system sterowania, zabezpieczeń i diagnostyki;
- / wysoka zdolność przeciążeniowa;
- / efektywny, wielopoziomowy system zabezpieczeń przed wewnętrznymi przepięciami łączeniowymi oraz przepięciami zewnętrznymi;
- / prostowniki są wykonywane dla różnych trybów awarii elementów półprzewodnikowych (tryby T, F, R) zgodnie z normą EN 50328
- / długi cykl życia oraz wysoki poziom technicznych i eksploatacyjnych charakterystyk dzięki zastosowaniu nowoczesnych, wysokiej jakości, niezawodnych i bezpiecznych komponentów;
- / gwarancja bezpieczeństwa dzięki elektrycznym i mechanicznym blokadom.

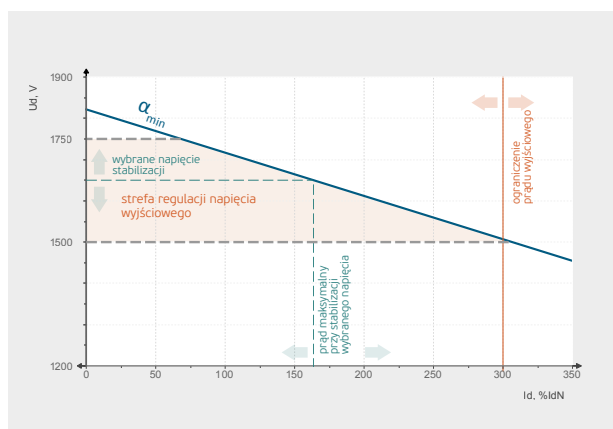
Zgodność z międzynarodowymi normami

Prostowniki spełniają wymagania międzynarodowych norm IEC 60146-1-1:2009, EN 50328:2003

Zastosowanie

	600 V	750 V	825 V	1500 V	1650 V	3000 V	3300 V
Tramwaj	■	■	■	■			
Trolejbus	■	■					
Lekka kolej	■	■	■	■			
Metro		■	■	■			
Koleje				■	■	■	■

ZALETY TYRYSTOROWYCH PROSTOWNIKÓW



▲ Przykład zewnętrznej charakterystyki sterowanego prostownika tyrystorowego z $U_{dN} = 1500$ V DC

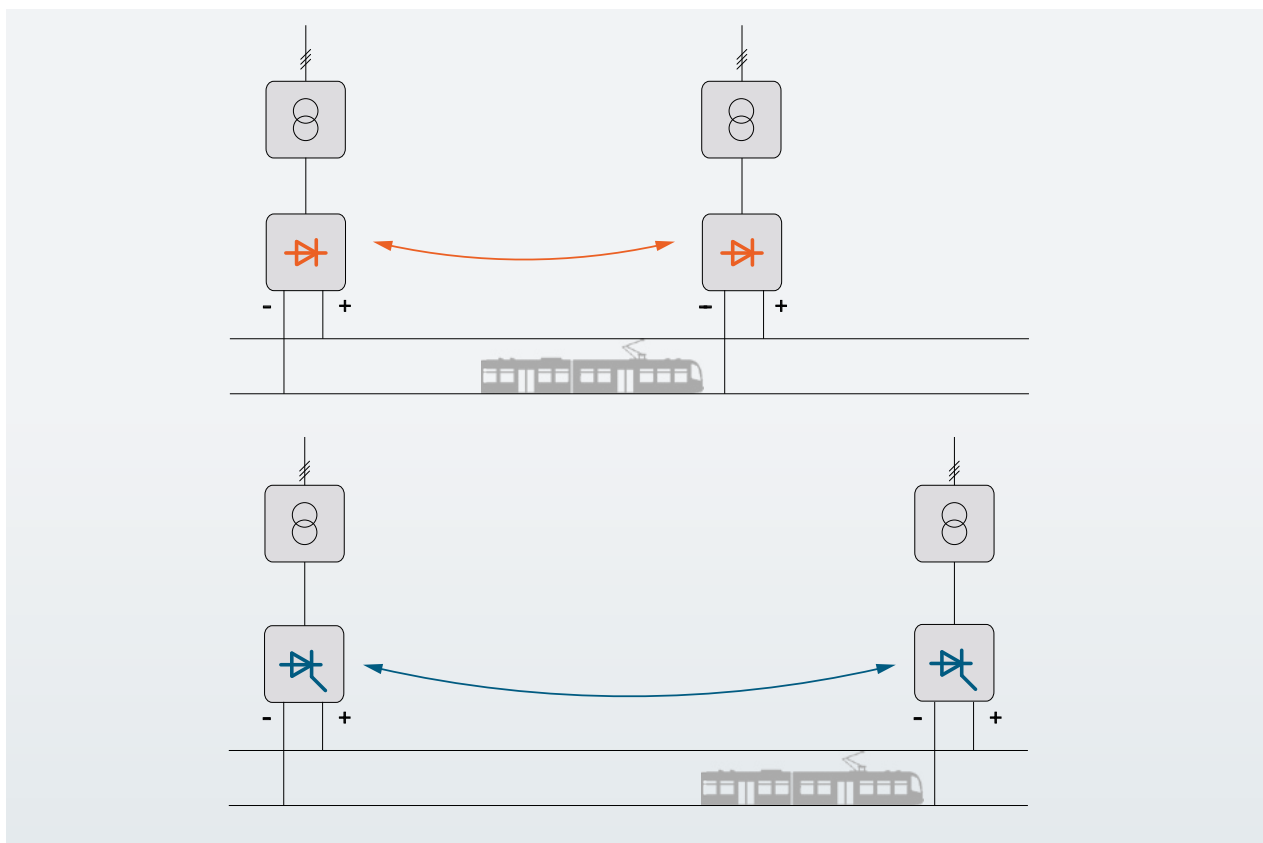
Zakres regulacji napięcia wyjściowego jest określony dopuszczalnymi parametrami dla sieci trakcyjnej i ograniczony minimalnym kątem otwarcia tyrystorów α_{min} .

Przewidziano tryb ograniczenia prądu (od 100 do 350% I_{dN}), co pozwala na ograniczenie prądu wyjściowego prostownika na zadanym poziomie.

W sterowanym prostowniku tyrystorowym podstawowo realizowana jest następująca funkcja regulacji: $U_d = U_{ref} + k \cdot I_d\%$

Przy zadaniu współczynnika k większego od 0 charakterystyka zewnętrzna przyjmuje dodatnie nachylenie, co prowadzi do kompensacji części rezystancyjnego spadku napięcia w sieci trakcyjnej oraz szynach jezdnych.

Taka regulacja napięcia zmniejsza straty w sieci trakcyjnej prądu stałego, co pozwala na zwiększenie odległości między stacjami zasilania.



▲ Systemy elektrycznego zasilania z zastosowaniem TCR umożliwiają zwiększenie odległości między podstacjami, co prowadzi do istotnego zmniejszenia ich ilości na linii oraz znacznej oszczędności kosztów budowy.

KONSTRUKCJA

(prostowniki stacyjne)

Konstrukcyjnie, sterowany prostownik tyrystorowy, w zależności od mocy, składa się z jednej lub dwóch szaf z tyrystorami mocy, bezpiecznikami, elementami zabezpieczeń, sterowania i kontroli. Jego zasilanie odbywa się z suchego 3-uzwojeniowego transformatora przekształtnikowego.

W prostowniku zastosowano pastylkowe tyrystory, a szeregowo z każdym tyrystorem zamontowano szybkie bezpieczniki mocy, które

zapewniają ochronę przed wewnętrznymi zwarciami. Chłodzenie – naturalne, powietrzne.

Ponadto, w prostowniku zrealizowano ochronę półprzewodnikowych elementów mocy przed wewnętrznymi i zewnętrznymi przepięciami łączeniowymi. Ochrona przed wewnętrznymi przepięciami łączeniowymi jest zapewniona przez układy RC, natomiast przed zewnętrznymi – w sposób kombinowany: przez układy RC oraz warystory.

GŁÓWNE KOMPONENTY



Pastylkowe
tyrystory mocy

Warystory

Szybkie
bezpieczniki
mocy

Indywidualne
układy RC

ZABEZPIECZENIA

**Zabezpieczenie
przed przepięciami
zewnętrznymi**

**Zabezpieczenie
przed zwarciami
wewnętrznymi**

**Zabezpieczenie
przed przepięciami
wewnętrznymi**

SYSTEM STEROWANIA

Prostowniki wyposażone są w mikroprocesorowy system sterowania i diagnostyki oparty na sterowniku SOTA®, zgodnym z serią norm PLC – IEC 61131, który zapewnia obsługę protokołu IEC 61850.

W celu sterowania tyrystorowym mostkiem do sterownika SOTA® podłączany jest moduł MC-POWER.

Funkcje modułu MC-POWER:

- generowanie impulsów sterujących do otwierania tyrystorów;
- realizacja trybów regulacji (stabilizacja napięcia wyjściowego, ograniczenie prądu obciążenia, kontrola zwarcia przy włączeniu);
- przesunięcie kąta sterowania w obszar pracy inwertorowej oraz późniejsze zdjęcie impulsów otwierających tyrystory poprzez zewnętrzny szybki sygnał lub poprzez wewnętrzne zabezpieczenie nadprądowe.

SOTA® z modułem MC-POWER umożliwia realizację wszystkich wymagań dotyczących sterowania, regulacji i zabezpieczeń prostowników, a także spełnia wymagania technologicznych algorytmów zapewniających elektryczne zasilanie sieci trakcyjnej.

W prostowniku realizowana jest komunikacja z urządzeniami zabezpieczeń rozdzielnic średniego napięcia oraz z systemem poziomu nadrzędnego SCADA.

Interfejs HMI jest realizowany za pomocą panelu operatorskiego w postaci 7-calowego, dotykowego ekranu TFT, co pozwala użytkownikowi na wymianę informacji z systemem sterowania.

Informacje o stanie prostownika i jego komponentach można przeglądać na panelu wizualizacji, urządzeniach mobilnych (smartfon, tablet) lub na monitorze komputera za pomocą interfejsu Web lub specjalistycznej aplikacji.



Funkcje systemu (dla prostowników stacyjnych):

Kontrola:

temperatura, 2 stopnie
nagrzewanie transformatora według 2 stopni (maksymalne nagrzanie i przegrzanie)
zadziałanie bezpieczników:
- na wejściowych panelach zabezpieczeń
- na tyrystorach mocy
- na wyjściowych panelach zabezpieczeń
temperatura wewnątrz szafy (na zamówienie)
stan drzwi szafy

Wizualizacja:

stan prostownika (włączony/wyłączony)
schemat jednokreskowy prostownika
stan wyłącznika SN i wyłącznika szybkiego
wartość wyprostowanego prądu i napięcia

Sterowanie:

ustawianie, zmiana i zapisywanie parametrów nastaw
wybór trybu sterowania prostownikiem

Funkcje dodatkowe:

wyświetlanie ostrzegawczych i awaryjnych komunikatów
prowadzenie dziennika zdarzeń
testowanie poszczególnych modułów prostownika
komunikacja z systemem nadrzędnym (systemem SCADA)
obsługa protokołów IEC 61131, IEC 61850

CHARAKTERYSTYKI TECHNICZNE (prostowniki stacjonarne)

Nazwa parametru	Jedn. miary	Wartość		
Napięcie znamionowe	V	600, 750, 825	1500, 1650	3000, 3300
Prąd znamionowy	A	1330...2670*	1250...2500*	
Napięcie sieci potrzeb własnych	V	=110/220*; ~230		
Układ prostowania	-	mostkowy (6-pulsowy, 12-pulsowy)		
Numer schematu połączeń (zgodnie z EN 50328)	-	8, 9 (rys. 1-2, str. 9)		12 (rys. 3 str.10)
Typ chłodzenia prostownika (zgodnie z EN 50328)	-	naturalne, powietrzne (AN)*		
Klasa obciążenia (zgodnie z EN 50328)	-	VI*		
Przeciążenie	-	1,0 — praca ciągła 1,5 — 7200 s 3,0 — 60 s		
Tryb awarii elementów półprzewodnikowych (zgodnie z EN 50328)	-	tryby T, F, R		
Maksymalna temperatura otoczenia	°C	40*		
Wysokość nad poziomem morza, maksymalna, bez obniżenia mocy znamionowej	m	1000		
Klasa ochrony IP (zgodnie z IEC 60529)	-	IP20, IP21*		

* inne wartości – na zamówienie

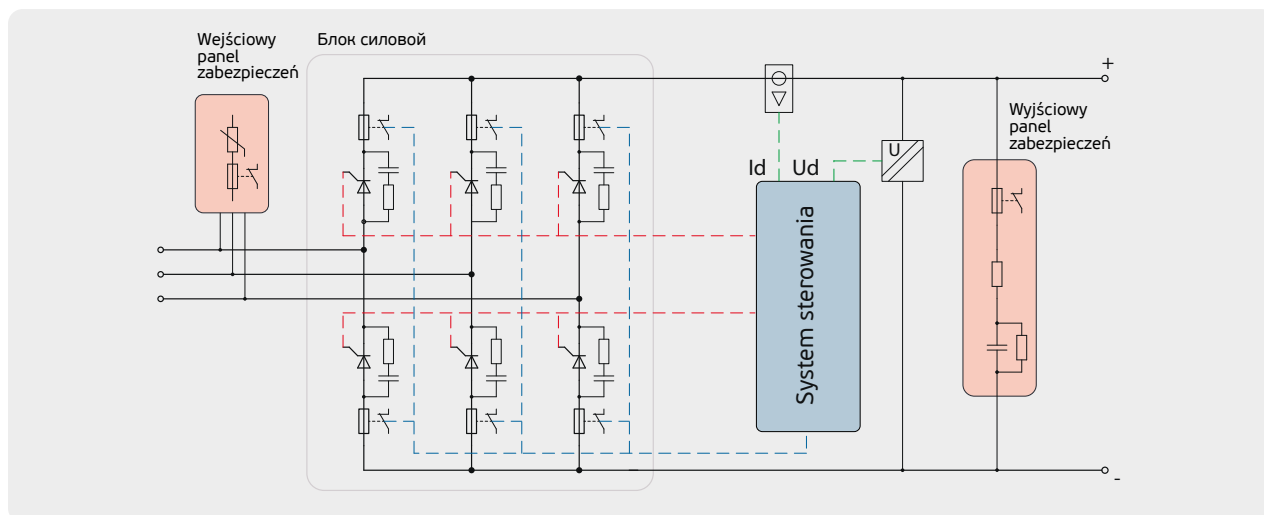


SCHEMAT PROSTOWNIKA (prostowniki stacjonarne)

1

600 V, 750 V, 825 V, 1500 V, 1650 V

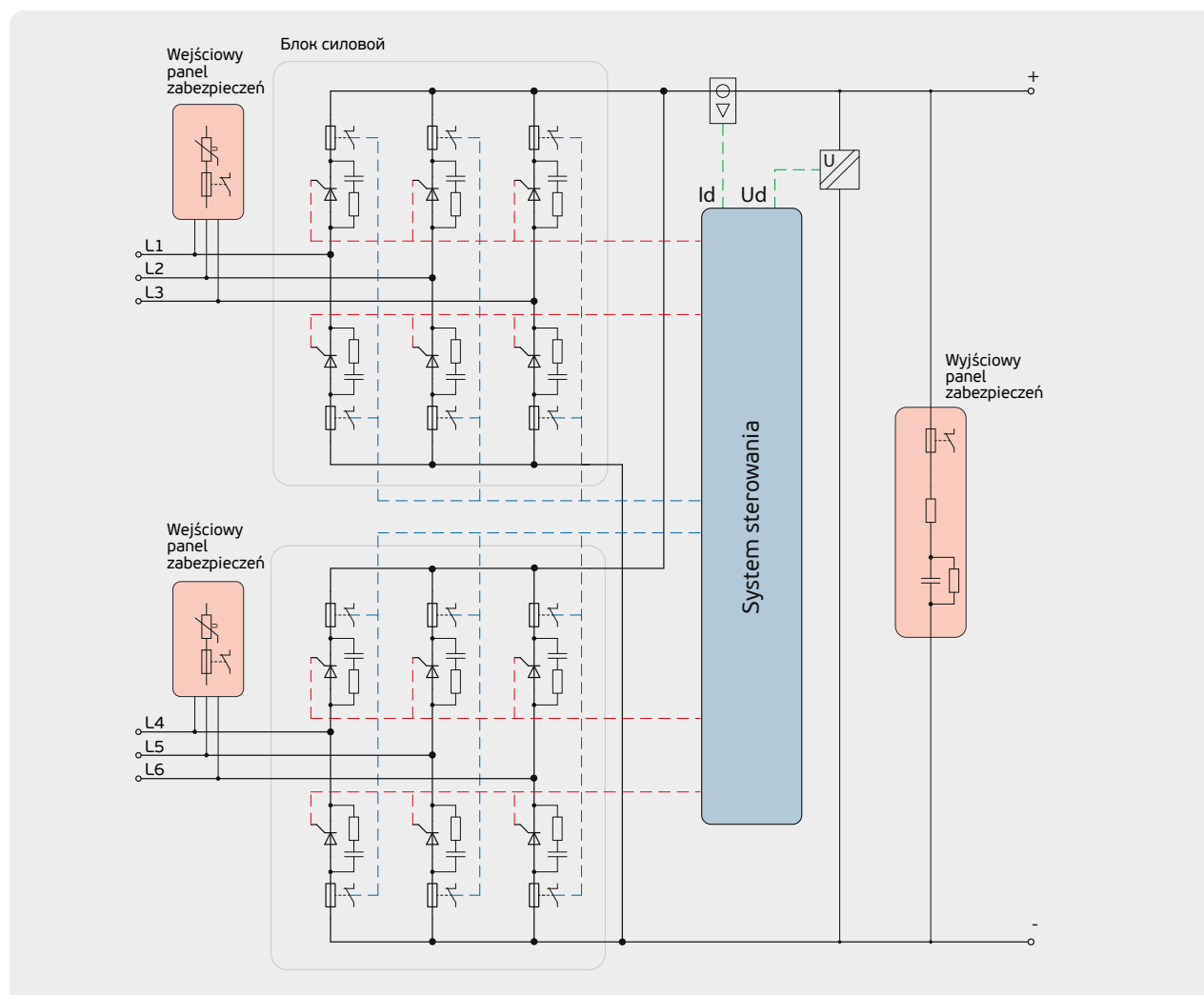
6-pulsowy układ prostowania



2

600 V, 750 V, 825 V, 1500 V, 1650 V

12-pulsowy układ prostowania

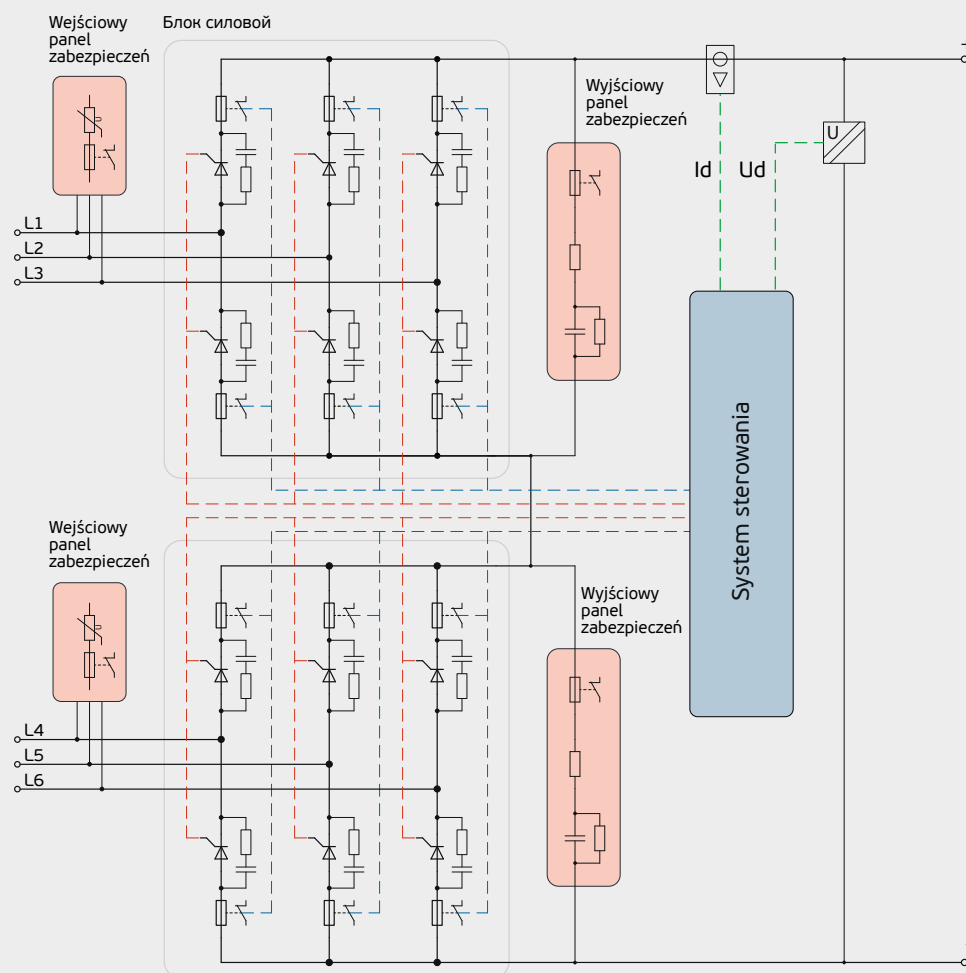


SCHEMAT PROSTOWNIKA (prostowniki stacjonarne)

3

3000 V, 3300 V

12-pulsowy układ prostowania

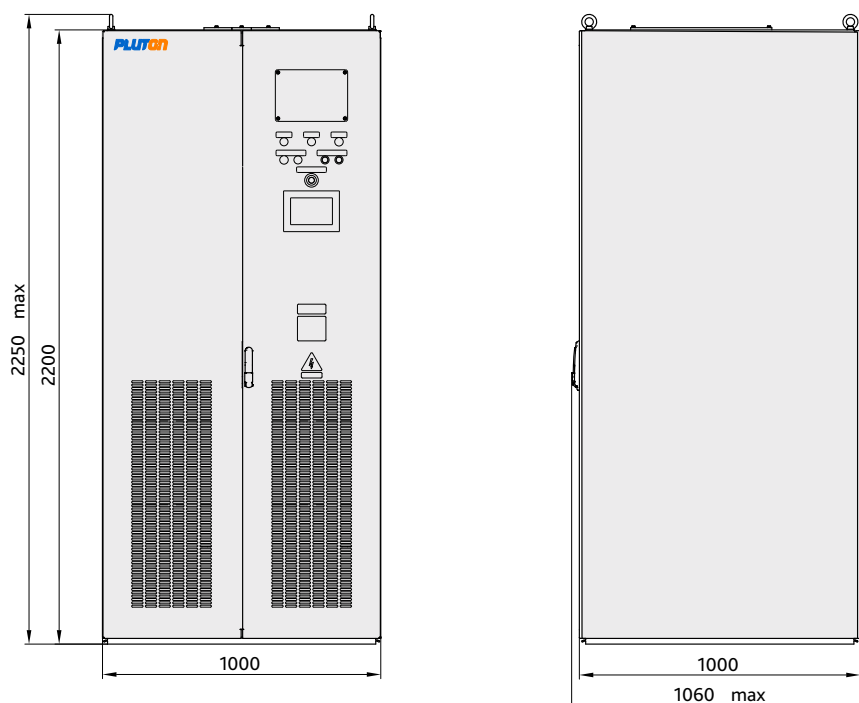


WYMIARY GABARYTOWE (prostowniki stacjonarne)

Znamionowe napięcie wyjściowe, V	Znamionowy prąd, A	Schemat prostowania zgodnie z EN 50328	S (Szerokość), mm	W (Wysokość), mm	G (Głębokość), mm	Rysunek gabarytowy
600, 750, 825	1330	8, 9	1000	2200	1000	(rys. 4 str.11)
1500, 1650	1250					
600, 750, 825	2670	8, 9	2000	2200	1000	(rys. 5 str.12)
1500, 1650	2500					
3000, 3300	1250	12	2000	2200	1000	(rys. 5 str.12)
	2500		4000	2200	1000	(rys. 6 str.12)

4

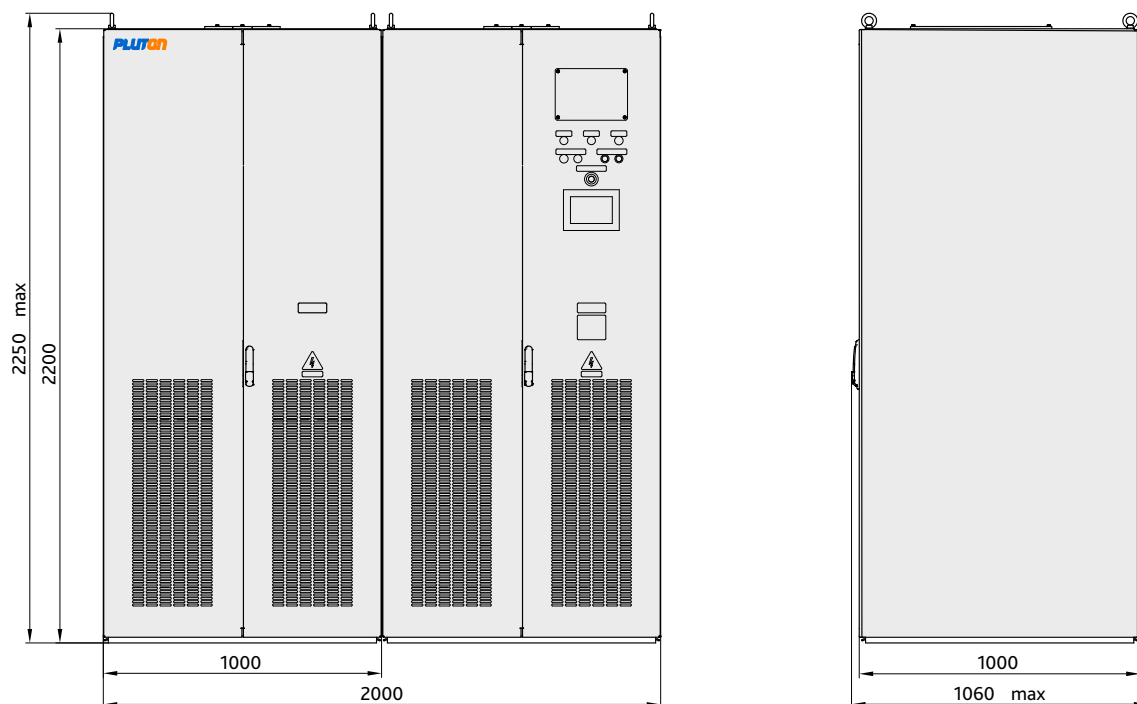
6-, 12- pulsowy układ prostowania



WYMIARY GABARYTOWE (prostowniki stacjonarne)

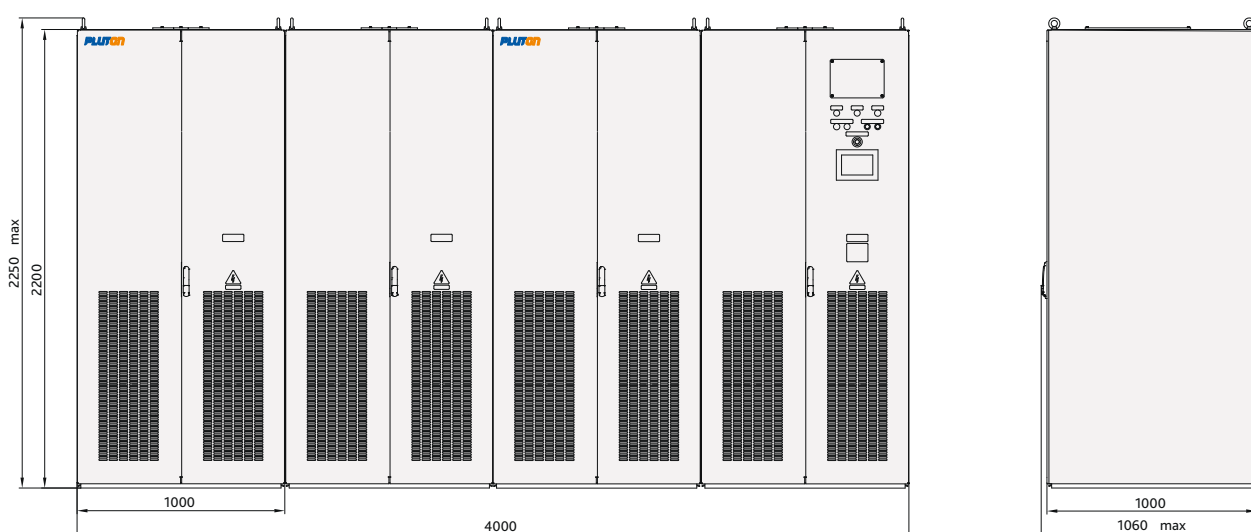
5

6-, 12- pulsowy układ prostowania



6

12- pulsowy układ prostowania



WYSUWNE PROSTOWNIKI TYRYSTOROWE

Wysuwne prostowniki tyrystorowe są przeznaczone do budowy podstawic trakcyjnych miejskiego transportu elektrycznego z elektroniczną komutacją prądu obciążenia. Urządzenia te łączą **funkcje prostownika i rozdzielnicę**.

Prostowniki tyrystorowe zapewniają komutację szerokiego zakresu prądów obciążenia bez zastosowania systemu elektromechanicznego i bez łuku, co oznacza, że komutacja elektroniczna odbywa się poprzez zdjęcie impulsów otwarcia tyrystorów.



ZALETY



Doprowadzenie energii z prostownika do obciążenia jest w pełni kontrolowane we wszystkich trybach pracy



Realizacja funkcji próby linii w sieci trakcyjnej bez potrzeby stosowania dodatkowego sprzętu



Wygoda podczas przeglądów i konserwacji dzięki zastosowaniu wysuwne go elementu

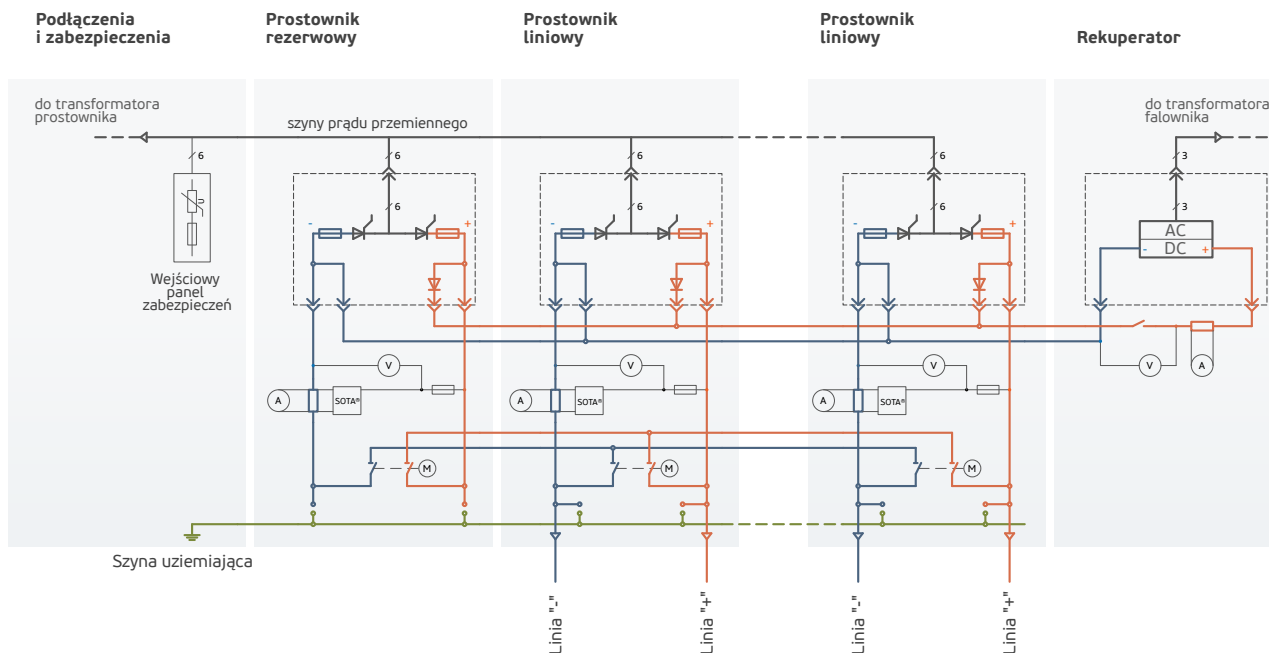


Brak wyrzutów plazmy przy wyłączaniu prądów zwarciovych, ponieważ komutacja odbywa się za pomocą tyrystorów, w wyniku czego brak produktów spalania oraz ich osadów



Zmniejszenie ryzyka powstania pożaru dzięki temu, iż brak otwartych ognisk tworzenia plazmy

KONCEPCJA BUDOWY STACJI TRAKCYJNEJ Z WYSUWNymi PROSTOWNIKAMI



Sprzęt do zasilania stacji trakcyjnej obejmuje:

- Transformator przekształtnikowy dla prostowników (w razie potrzeby podłączenia więcej niż jednego transformatora zakłada się sekcjonowanie szyny zbiorczej prądu przemiennego);
- Prostowniki liniowe – główne urządzenia zapewniające zasilanie i ochronę odcinka sieci trakcyjnej;
- Prostowniki liniowe – główne urządzenia zapewniające zasilanie i ochronę odcinka sieci trakcyjnej;
- Prostownik rezerwowy. Poprzez system odłączników zapewnia niezawodne zasilanie obciążenia podczas awarii jednego z prostowników liniowych lub może być podłączony równolegle do najbardziej obciążonego prostownika (opcjonalnie);
- Rekuperator. Przeznaczony jest do przekazywania energii hamowania taboru do sieci napięcia przemiennego i składa się z falownika z urządzeniem łączeniowym oraz dopasowującego transformatora przekształtnikowego.

W ten sposób, proponuje się nowe podejście do organizacji składu wyposażenia przy budowie lub kompleksowej modernizacji podstacji trakcyjnych.

TRYBY PRACY

Przewidziano dwa tryby pracy prostownika:

- tryb ze stabilizacją napięcia wyjściowego – optymalne rozwiązanie dla nowych stacji trakcyjnych;
- tryb pracy analogiczny do prostownika diodowego (praca z minimalnym kątem otwarcia tyrystorów) – rozwiązanie dla modernizowanych stacji trakcyjnych bez wymiany transformatora przekształtnikowego.

KONSTRUKCJA (prostowniki wysuwne)

Wysuwny tyrystorowy prostownik wykonany jest w typowej dla wielu rozdzielnic konfiguracji z wydzielonymi przedziałami:

- przedział automatyki i sterowania - niskonapięciowy przedział z elementami systemu sterowania i diagnostyki;
- przedział wózka – wysuwna część tyrystorowego prostownika;
- przedział szyn – zawiera szyny prądu przemiennego i stałego. Przedział podzielony jest na kilka izolowanych sekcji, co umożliwia bezpieczny dostęp podczas konserwacji kabli zasilających, nawet przy obecności napięcia na zbiorczych szynach zasilania.

Podział na przedziały pozwala również na bezpieczną obsługę obwodów pomiarowych wysokiego napięcia oraz zapasowego odłącznika znajdującego się w przedziale szynowym.

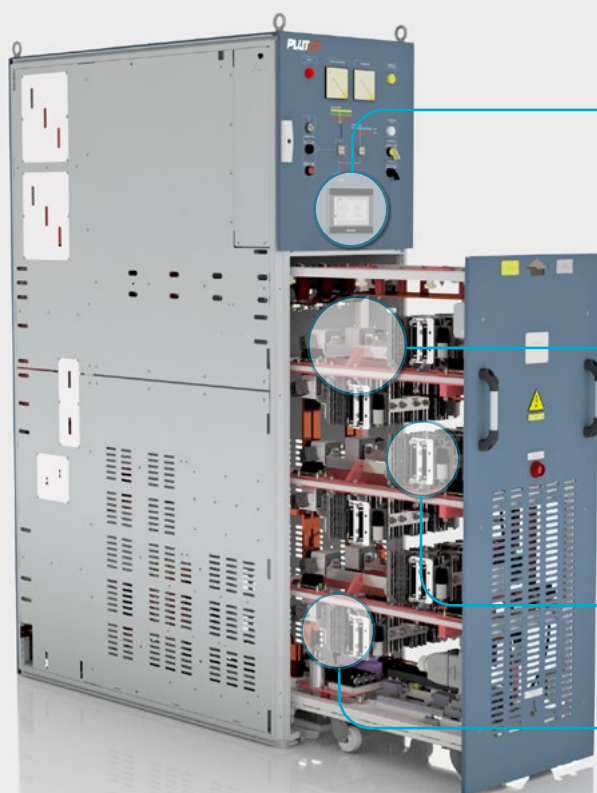
Element wysuwny ma trzy pozycje:

- pozycja „praca”;
- pozycja „próba”;
- pozycja „remont”.

Przemieszczenie wysuwne elementu z pozycji „praca” do pozycji „remont” odbywa się automatycznie za pomocą napędu elektrycznego o niskim zużyciu energii, bez wysiłku ze strony personelu obsługującego. Jednocześnie zapewnione jest bezpieczeństwo eksploatacji, dzięki systemowi elektromechanicznych blokad i środków organizacyjnych.

GŁÓWNE KOMPONENTY

ZABEZPIECZENIA



System sterowania

➔ **Zabezpieczenie sieci trakcyjnej**

Szybki bezpieczniki mocy

➔ **Zabezpieczenie przed wewnętrznymi zwarciami**

Indywidualne obwody RC

➔ **Zabezpieczenie przed wewnętrznymi przepięciami**

Pastylkowe tyrystory mocy

SYSTEM STEROWANIA (prostowniki wysuwne)

Prostowniki wysuwne wyposażone są w procesorowy system sterowania i diagnostyki na bazie sterownika SOTA® i modułu MC-POWER.

Funkcje systemu

Kontrola:

temperatura, 2 stopnie

zadziałanie bezpieczników:

- na tyrystorach mocy
- na wyjściowym panelu zabezpieczeń

położenie wózka

Wizualizacja:

stan prostownika (włączony/wyłączony)

schemat jednokreskowy prostownika

wartości wyprostowanego prądu i napięcia

Sterowanie:

wsuwanie/wysuwanie wózka

ustawianie, zmiana i zapisywanie parametrów nastaw

wybór trybu sterowania prostownikiem

Funkcje dodatkowe:

wyświetlanie ostrzegawczych i awaryjnych komunikatów

prowadzenie dziennika zdarzeń

testowanie poszczególnych modułów prostownika

łącność z poziomem nadrzędnym (systemem SCADA)

obsługa protokołów IEC 61131, IEC 61850

Zabezpieczenie sieci trakcyjnej:

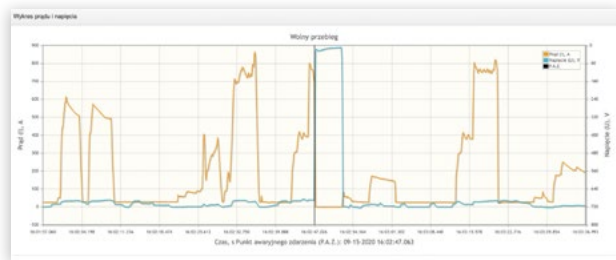
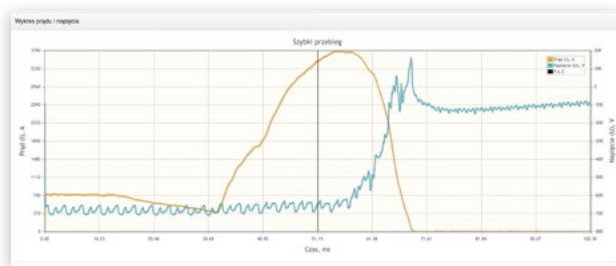
Rodzaje zabezpieczeń elektronicznych (kod ANSI):

- zabezpieczenie nadprądowe (50);
- zabezpieczenie prądowe ze zwłoką czasową (76);
- zabezpieczenie przed szybkim narastaniem prądu;
- kierunkowe zabezpieczenie przyrostu prądu;
- zabezpieczenie nadnapięciowe (59);
- zabezpieczenie podnapięciowe (27);
- zabezpieczenie czasowo-prądowe (49);
- lokalna rezerwa prostownika;
- zabezpieczenie DDL;
- zabezpieczenie impedancyjne.

Podobnie jak w tradycyjnych rozdzielnicach, w wysuwnych prostownikach tyrystorowych **zabezpieczenie sieci trakcyjnej** realizowane jest poprzez ciągłą kontrolę i analizę dynamiki zmian prądu i napięcia w sieci trakcyjnej z wydawaniem poleceń odłączenia prostownika w przypadku przekroczenia zadanych parametrów funkcji zabezpieczeń.

System sterowania SOTA® przy każdym zadziałaniu jednego z zabezpieczeń generuje i zapisuje dwa rodzaje awaryjnych zapisów oscylograficznych (przebiegi prądu i napięcia):

- „Szybki ślad” (czas rejestracji 100 ms),
- „Wolny ślad” (czas rejestracji 100 s).



CHARAKTERYSTYKI TECHNICZNE (prostowniki wysuwne)

Nazwa parametru	Jedn. miary	Wartość	
Schemat budowy prostownika	-	tyrystor-bezpiecznik	
Numer schematu połączeń (zgodnie z EN 50328)	-	№ 9 (12-pulsowy, mostkowy)	
Napięcie znamionowe	V	600	750
Prąd znamionowy	A	1000	
Napięcie sieci potrzeb własnych	V	≈110/220; ~230	
Typ chłodzenia prostownika (zgodnie z EN 50328)	-	chłodzenie naturalne, powietrzne (AN) ¹⁾	
Klasa obciążenia (zgodnie z EN 50328)	-	IV	
Zakres regulacji napięcia wyjściowego	V	500...700 ²⁾	675...825 ²⁾
Tryb awarii elementów półprzewodnikowych (zgodnie z EN 50328)	-	tryb T ³⁾	
Sprawność (obliczeniowa), nie mniej niż	%	99	
Maksymalna temperatura otoczenia	°C	40	
Wysokość nad poziomem morza, nie więcej niż, bez obniżania mocy znamionowej	m	1000	
Wymiary gabarytowe S x W x G	mm	600 x 2200 x 1400 (rys. 7 str. 18)	
Klasa ochrony IP (zgodnie z IEC 60529)	-	IP2X	

1) W zależności od wymagań dotyczących obciążenia prądowego może być stosowane chłodzenie kombinowane ANAF;

2) Parametr jest określany wymaganiami dotyczącymi stabilizacji napięcia wyjściowego.

3) Redundancja odbywa się poprzez prostownik rezerwowy.

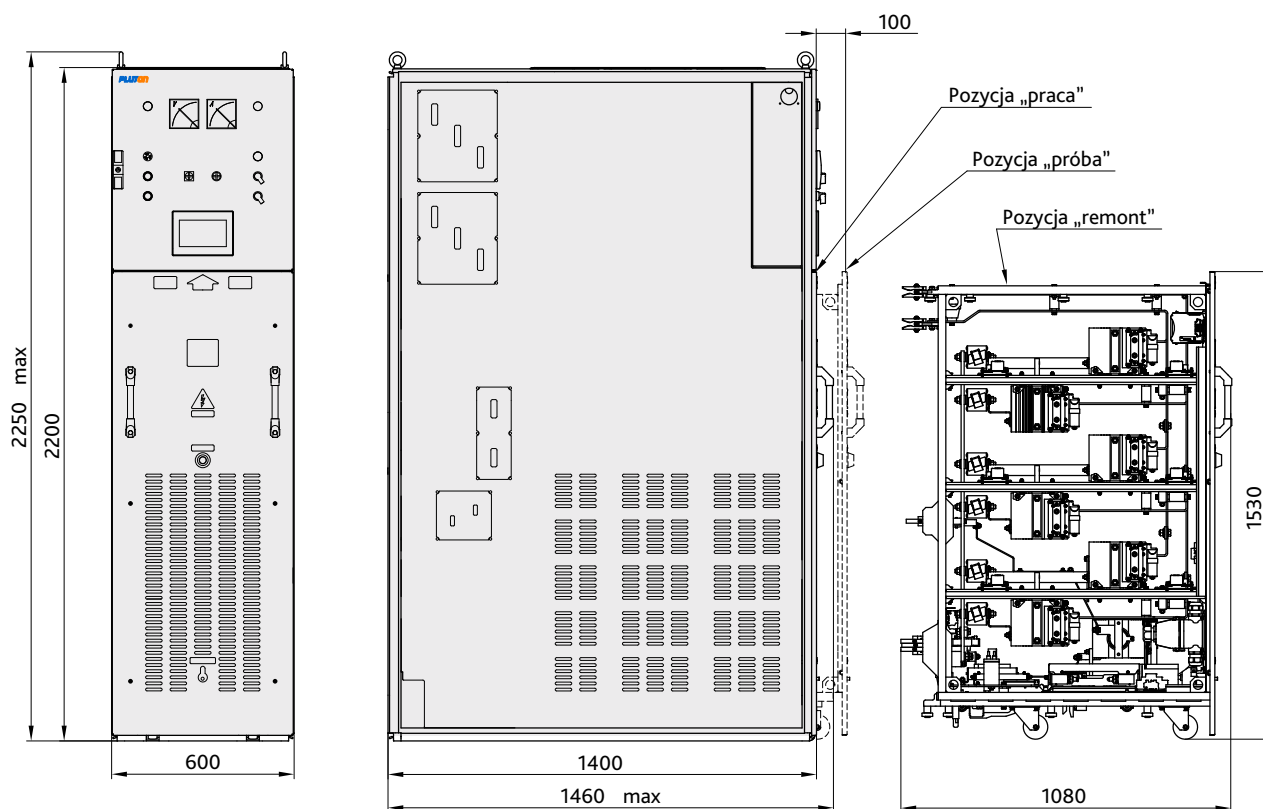


WYMIARY GABARYTOWE (prostowniki wysuwne)

7

600, 750 V

12- pulsowy układ prostowania



PLUTON Polska Sp. z o.o.

ul. Mazura 16
02-830 Warszawa, Polska

Telefon:
+48 22 111 50 31

E-mail: office@pluton-polska.pl

www.pluton-polska.pl



Pluton IC Sp. z o.o.

ul. M. Łukasza 4-B, pokój 1
Lwów, 79026, Ukraina

Telefon/ Faks:
+380 (61) 239-79-00
+380 (61) 239-79-01

E-mail: info@pluton.ua

www.pluton.ua

© 1996-2024. Firma „Pluton”. Wszelkie prawa zastrzeżone