

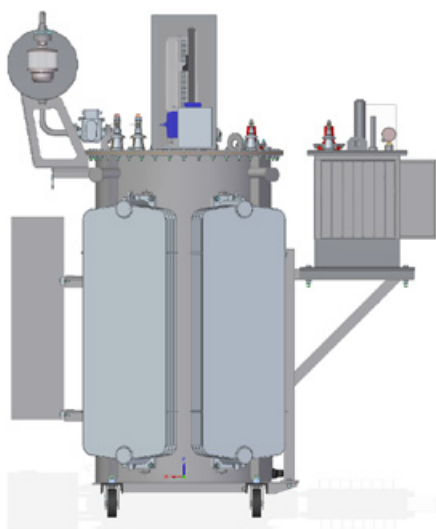
URZĄDZENIA DO POMIARU I KOMPENSACJI PRĄDÓW ZIEMNOZWARCIOWYCH



6

1.	ZINTEGROWANY ZESPÓŁ DO AUTOMATYCZNEJ KOMPENSACJI PRĄDÓW ZIEMNOZWARCIOWYCH TYPU BS KKZ (dla napięcia znamionowego sieci 15 kV, 20 kV)	179
2.	ELEMENTY UKŁADU AUTOMATYCZNEJ KOMPENSACJI PRĄDU ZIEMNOZWARCIOWYCH (dla napięcia znamionowego sieci 15 kV, 20 kV)	183
2.1.	DŁAWIK GASZĄCY OLEJOWY REGULOWANY SZCZELINOWY BDG0Rs	183
2.2.	REGULATOR BS KKZ	185
2.3.	REZYSTOR DO WYMUSZANIA SKŁADOWEJ CZYNNEJ AWSCZ TYP BWR-b	186
2.4.	REZYSTOR DO WYMUSZANIA SKŁADOWEJ CZYNNEJ AWSCZ TYP BWR - b/II 20/30	188

1. ZINTEGROWANY ZESPÓŁ DO AUTOMATYCZNEJ KOMPENSACJI PRĄDÓW ZIEMNOZWARCIOWYCH TYPU BS KKZ (dla napięcia sieci 15kV i 20kV)



Zastosowanie:

Automatyczna kompensacja prądów ziemnozwarciowych w sieciach średnich napięć z punktem neutralnym uziemionym przez dławik.

Zasada działania:

Urządzenie w sposób kompleksowy realizuje zadanie płynnej kompensacji prądów ziemnozwarciowych pełniąc jednocześnie funkcję: pomiarową, regulacyjną oraz automatyki AWSCz. BS KKZ automatycznie, bez wyłączenia sieci i bez emisji szkodliwych zakłóceń dostosowuje wartość indukcyjności niezbędnej do kompensacji prądów ziemnozwarciowych ustalonych na podstawie pomiaru bezpośredniego. Wyznaczenie parametrów ziemnozwarciowych sieci SN następuje po pomiarze prądów i napięć wywołanych wprowadzonym kontrolowanym impulsem (metoda Lorencza). Wymuszenie (tzw. wtrysk prądu) dokonywane jest przez układ sterowania i dodatkowe uzwojenie zwane uzwojeniem wymuszającym. Podczas wymuszenia dokonywane są pomiary napięcia oraz rozptyłu prądów w mierzonym układzie. Wyniki dokonanych pomiarów są podstawą do obliczenia następujących parametrów kompensowanej sieci:

- aktualnej reaktancji i pojemności sieci,
- aktualnej reaktancji indukcyjnej dławika,
- prądu doziemnego dławika (pomiar wykonywany na bieżąco),
- napięcia U_o ,
- prądu pojemnościowego zwarcia,
- prądu indukcyjnego zwarcia,
- prądu resztkowego

Pomiary uzyskane z układu służą do obliczeń parametrów zwarciovych sieci. Obliczenia dokonywane są przez program firmy BEZPOL zaimplementowany w Regulatorze BS KKZ.

Regulator

BS KKZ oparty jest sprzętowo na sterowniku polowym CZIP PRO.

W oparciu o przeprowadzoną analizę program generuje sygnały do sterowania i kontroli pracy dławika gaszącego. Żądana reaktancja dławika jest obliczana i nastawiana tak, aby uzyskać prąd resztkowy zwarcia w nastawionym zakresie. Po uzyskaniu nastawy ponownie jest wykonywany pomiar i obliczenia dla potwierdzenia oczekiwanych parametrów.

Następnie układ sterowania przechodzi w stan oczekiwania sprawdzając następujące kryteria, które uruchamiają ponownie działanie układu:

- Kryterium zmiany prądu dławika w zakresie nastawialnym $I_{dmin} < I_d < I_{dmax}$.
- Kryterium czasowe nastawialne (zwykle przyjmuje się 24h).
- Kryterium układu połączeń stacji (działanie od przetęczeń pól PW i sprzęgła).

Kryteria te muszą być pobudzone przez odpowiednio długi czas (standardowo przyjmuje się 30 s, czas ten jest nastawialny), aby wyeliminować niepotrzebne działanie układu w przypadku zmian krótkotrwałych. Działanie układu może być również wymuszone w każdej chwili z systemu nadrzędnego poprzez dostępne sterowania i nastawy.

Oprócz sterowania automatycznego możliwe jest sterowanie ręczne poprzez przyciski sterujące znajdujące się na szafie BSW lub w innym miejscu w pobliżu dławika. Regulacja odbywa się według wartości podanych na skali. Regulator posiada opcjonalnie możliwość sterowania rezystorem AWSCz.

Wyniki pomiarów, stanu systemu, alarmów są wysłane poprzez protokół komunikacyjny (zależny od typu, jaki zastosowany jest w danej stacji) do systemu stacji. Jako standardowy stosowany jest protokół DNP 3.0.

Regulator sterujący układem może znajdować się w polu PW stacji elektroenergetycznej lub być umiejscowiony w szafie przy dławiku. Układ sterowania może współpracować również z układem dławika stałego. Przy pracy równoległej w stacji SN zamontowane są dwa systemy BS KKZ, które komunikują się ze sobą w celu odpowiedniego dostrajania dławików.

Elementy składowe zespołu BS KKZ:

1. Transformator uziemiający typ BTUO.
2. Dławik gaszący olejowy regulowany szczelinowo typ BDGORs wraz z rezystorem olejowym do wymuszania składowej czynnej BWR-b (pierwotny) lub opcjonalnie z rezystorem suchym.
2. Moduł wykonawczy w szafie BSW.
3. Regulator BS KKZ.

Tabela systemów BS KKZ dla napięcia 15kV

Lp.	Typ	Moc [kVA]	Zakres regulacji [A]	Dławik gaszący regulowany szczelinowo z rezystorem wiszącym	Rezystor do wymuszania składowej czynnej 20 [A]	Transformator uziemiający
1.	BS KKZ 546/15	546	6-60	BDGORs 546/15N	BWR-b	BTUO 546/15
2.	BS KKZ 1091/15	1091	12-120	BDGORs 1091/15N	BWR-b	BTUO 1091/15
3.	BS KKZ 1273/15	1273	14-140	BDGORs 1273/15N	BWR-b	BTUO 1273/15
4.	BS KKZ 1455/15	1455	16-160	BDGORs 1455/15N	BWR-b	BTUO 1455/15
5.	BS KKZ 1637/15	1637	18-180	BDGORs 1637/15N	BWR-b	BTUO 1637/15
6.	BS KKZ 2000/15	2000	22-200	BDGORs 2000/15N	BWR-b	BTUO 2000/15
7.	BS KKZ 2182/15	2182	24-240	BDGORs 2182/15N	BWR-b	BTUO 2182/15
8.	BS KKZ 2364/15	2364	26-260	BDGORs 2364/15N	BWR-b	BTUO 2364/15
9.	BS KKZ 2546/15	2546	28-280	BDGORs 2546/15N	BWR-b	BTUO 2546/15
10.	BS KKZ 2728/15	2728	30-300	BDGORs 2728/15N	BWR-b	BTUO 2728/15
11.	BS KKZ 3637/15	3637	40-400	BDGORs 3637/15N	BWR-b	BTUO 3637/15

Tabela systemów BS KKZ dla napięcia 20 kV

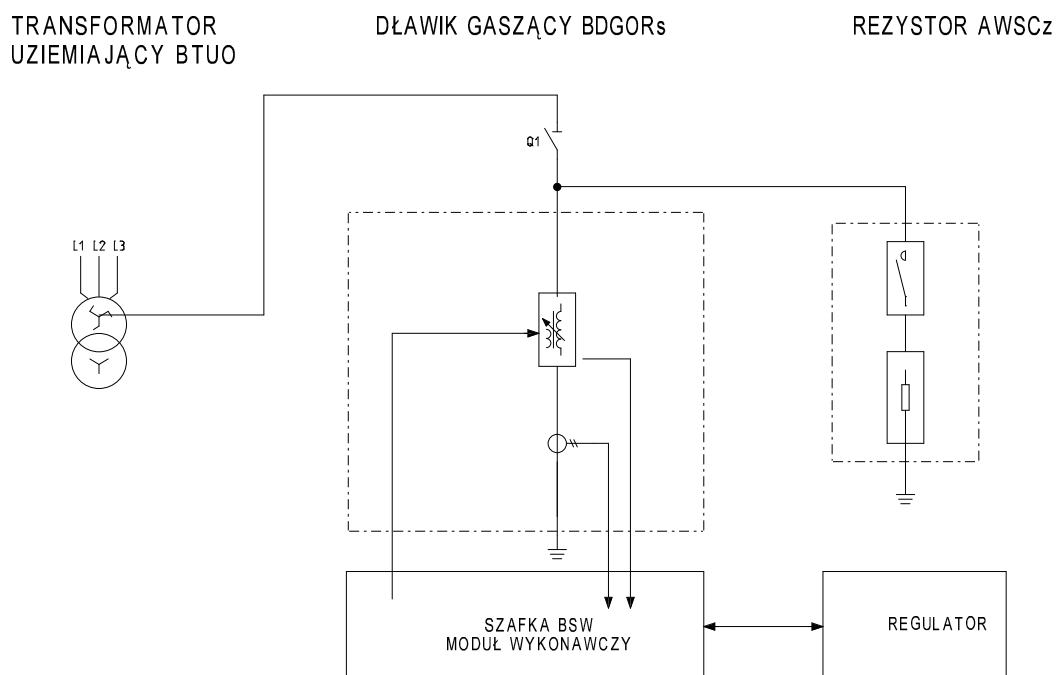
Lp.	Typ	Moc [kVA]	Zakres regulacji [A]	Dławik gaszący regulowany szczelinowo z rezystorem wiszącym	Rezystor do wymuszania składowej czynnej 20 [A]	Transformator uziemiający
1.	BS KKZ 1455/20	1455	12-120	BDGORs 1455/20N	BWR-b	BTUO 1455/15
2.	BS KKZ 1940/20	1940	16-160	BDGORs 1940/20N	BWR-b	BTUO 1940/20
3.	BS KKZ 2425/20	2425	20-200	BDGORs 2425/20N	BWR-b	BTUO 2425/20
4.	BS KKZ 2667/20	2667	22-220	BDGORs 2667/20N	BWR-b	BTUO 2667/20
5.	BS KKZ 3031/20	3031	25-250	BDGORs 3031/20N	BWR-b	BTUO 3031/20
6.	BS KKZ 3640/20	3637	30-300	BDGORs 3640/20N	BWR-b	BTUO 3640/20
7.	BS KKZ 4850/20	4850	40-400	BDGORs 4850/20N	BWR-b	BTUO 4850/20

- *Częstotliwość znamionowa* 50 Hz,
- *Zasilanie* 3x400 VAC; 1x230 VAC; 1x230 VAC/220 VDC,
- *Protokół komunikacyjny* DNP 3.0, IEC 60870-5-103, (104), CAN-BUS PPM2
- *Łącze inżynierskie (wyposażenie standardowe)* E-LAN, RS485, RS232, OPTO

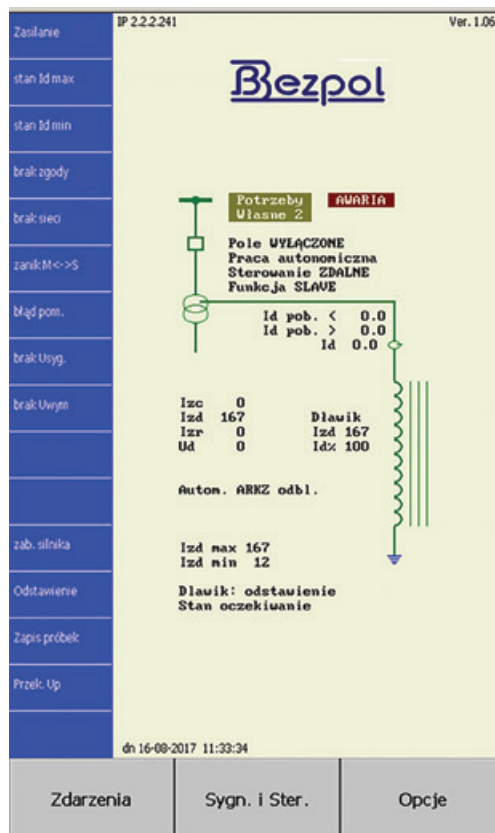
Parametry środowiskowe

- *Temperatura pracy* -25°C do +40°C,
- *Wykonanie* napowietrzne i wewnętrzne,
- *Maks. wys. pracy* 1000m n.p.m.

Schemat zintegrowanego zespołu BS KKZ



Ekran Menu podstawowe modułu sterującego

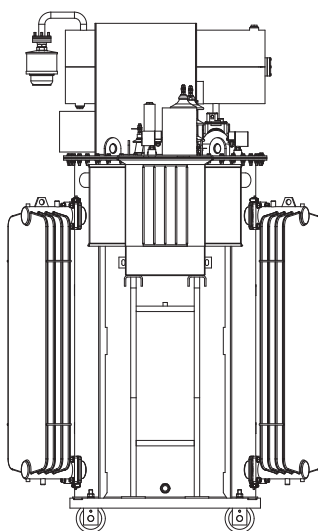
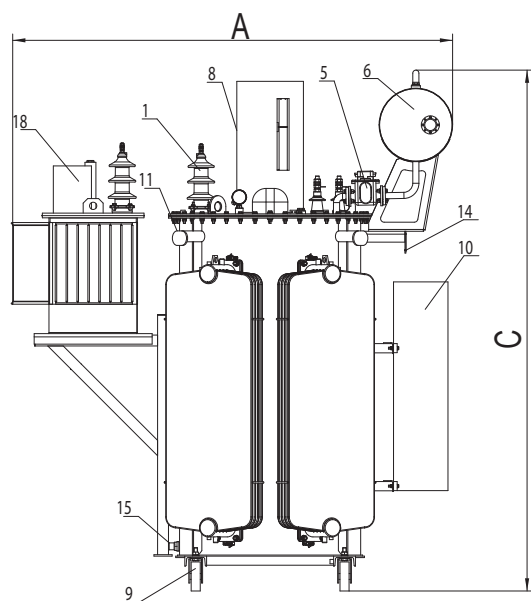


Zalety układu BS KKZ:

- realizacja wszystkich zadań wynikających z kompensacji prądów ziemnozwarciowych w sieciach skompensowanych za pomocą jednego zespołu urządzeń.
- pomiar i kontrola parametrów ziemnozwarciowych bez konieczności przerw w zasilaniu.
- wykonanie pomiarów bez wprowadzania do sieci szkodliwych zakłóceń.
- ograniczenie zabudowanej powierzchni pola potrzeb własnych GPZ-tu.
- znaczne obniżenie czasu wykonania instalacji na GPZ-cie.
- obniżenie kosztów materiałów i robocizny przy wykonaniu, instalacji gdyż:
(wymaga wykonania tylko jednego stanowiska montażowego, nie trzeba ponosić kosztów transportu oddzielnych urządzeń, uniknięcie ewentualnych błędów montażowych).

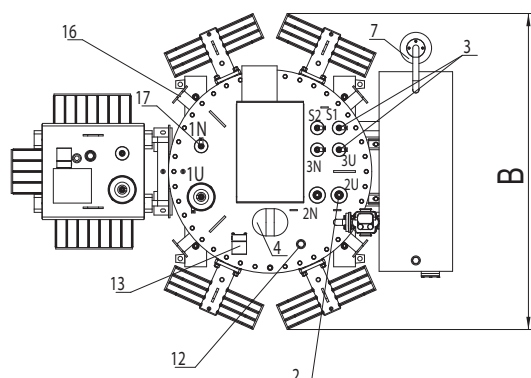
Parametry poszczególnych modułów mogą być dostosowane do wymagań określonych przez klienta.

Na życzenie użytkownika istnieje możliwość wyposażenia urządzeń w inny osprzęt taki jak przepusty konektorowe firmy Euromold oraz odpowiednie głowice kablowe, zaciski transformatorowe, podkładki antywibracyjne, rezystor wtórny AWSCz itd.. Poszczególne moduły systemu można również nabyć jako oddzielne urządzenia w indywidualnych obudowach. Umożliwia to stopniowe kompletowanie całości systemu w miarę posiadanych środków. Producent zapewnia przeszkolenie personelu obsługującego zintegrowany system kompensacji prądów ziemnozwarciowych.



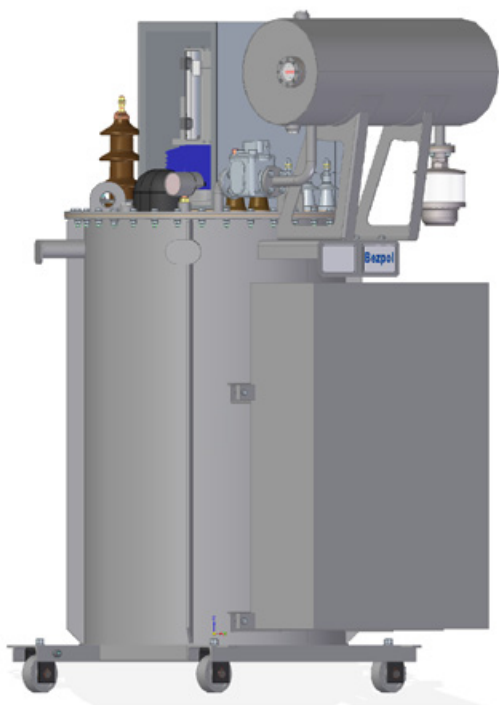
Wyposażenie:

1. Przepust DT 20 Nf 250
2. Przepust DT 3/630
3. Przepust DT 1/250
4. Przepust pomiarowy 6P
5. Przekaźnik Buchholza BF 25/6
6. Konserwator
7. Odwilżacz 1,5L
8. Reduktor napędu
9. Podwozie
10. Szafa sterowania
11. Ucha do mocowania w czasie transp.
12. Wlew oleju na pokrywie
13. Termometr dwukontaktowy
14. Tabliczka znamionowa
15. Zawór spustowy
16. Ucha do podnoszenia
17. Przepust DT 3/630
18. Rezystor



2. ELEMENTY UKŁADU AUTOMATYCZNEJ KOMPENSACJI PRĄDÓW ZIEMNOZWARCIOWYCH (dla napięcia sieci 15kV i 20kV)

2.1. DŁAWIK GASZĄCY OLEJOWY REGULOWANY SZCZELINOWY TYPU BDGORs



Zastosowanie:

Dławiki gaszące szczelinowe typu BDGORs służą do płynnego kompensowania prądu ziemnozwarciowego w skompensowanych sieciach elektroenergetycznych. Włącza się je między punkt gwiazdowy transformatora, a ziemię w przypadku połączenia w gwiazdę.

Urządzenie może być regulowane automatycznie (np. we współpracy z systemem automatycznej kompensacji BS KKZ) lub ręcznie (zdalnie lub miejscowo).

Budowa:

RDZEŃ

niskostratna blacha transformatorowa zimnowalcowana w izolacji nieorganicznej,

UZWOJENIA

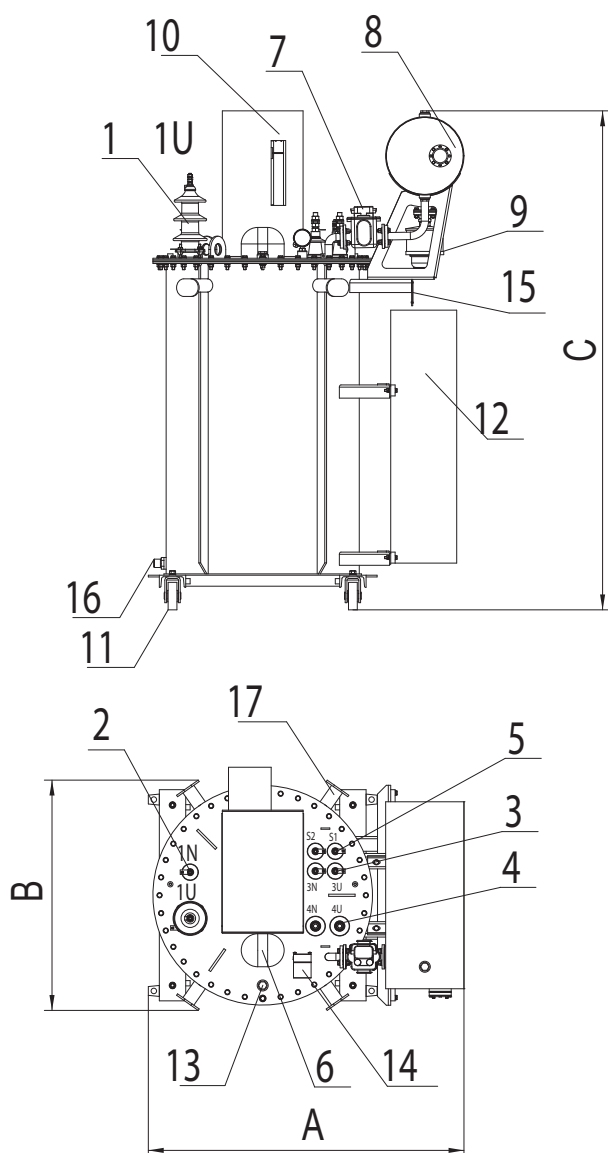
Drut z miedzi elektrolitycznej okrągły emaliowany lub profilowy w izolacji papierowej.

KADŹ

Wykonana z blachy stalowej malowanej proszkowo w kategorii korozyjności C5-I (odporność wysoko korozyjna), wyposażona w podwozie z kołami umożliwiającymi dostosowanie ich położenia do kierunku jazdy. Kadź okrągła, przy wyższych mocach znamionowych radiatory.

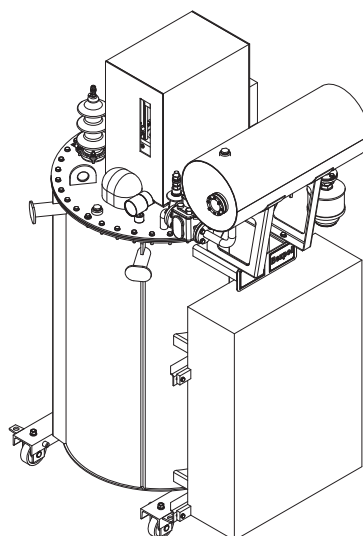
Wyposażenie:

1. Przepusty uzwojenia dławika.
2. Przepusty uzwojenia dodatkowego.
3. Przepusty przekładnika prądowego.
4. Olejowskaz.
5. Napęd ręczny regulacji szczeliny.
6. Przekątnik Buchholza.
7. Zawór spustowy oleju do prób.
8. Zaciski uziemiające.
9. Podwozie.
10. Tabliczka znamionowa.
11. Odwilżacz.
12. Termometr.
13. Spust oleju do konserwatora.
14. Konserwator.
15. Wlew oleju do konserwatora.
16. Wlew oleju na pokrywie.
17. Uszy do unoszenia.



Wposażenie:

1. Przepust DT 20 Nf 250 (podstawowe)
2. Przepust DT 3/250 (podstawowe)
3. Przepust DT 3/250 (wymuszenia)
4. Przepust DT 3/630 (rezystora)
5. Przepust DT 3/250 (przekładnika)
6. Przepust pomiarowy 6P
7. Przekątnik Buchholza BF 25/6
8. Konserwator
9. Odwilżacz 1,5L
10. Odczyt prądu dławika
11. Podwozie dławika
12. Szafa sterowania dławika
13. Wlew oleju na pokrywie
14. Termometr dwukontaktowy
15. Tabliczka znamionowa
16. Zawór spustowy dławika
17. Ucho do podnoszenia



Parametry techniczne:

Typ dławika	Moc znamionowa [kVA]	Napięcie sieci [V]	Napięcie dławika [V]	Zakres regulacji [A]	Przybliżone wymiary gabarytowe (bez rezystora)			Rozstaw kół (mm)	Masa (kg)
					Długość A (mm)	Szerokość B (mm)	Wysokość C (mm)		
BS KKZ 546/15	546	15750	9093	6-60	1440	1050	2270	820	2500
BS KKZ 1091/15	1091	15750	9093	12-120	1440	1050	2270	820	2650
BS KKZ 1273/15	1273	15750	9093	14-140	1440	1050	2270	820	2890
BS KKZ 1455/15	1455	15750	9093	16-160	1610	1690	2630	1070	3600
BS KKZ 1637/15	1637	15750	9093	18-180	1610	1690	2630	1070	3660
BS KKZ 2000/15	2000	15750	9093	22-220	1610	1690	2630	1070	3790
BS KKZ 2182/15	2182	15750	9093	24-240	1590	1750	2870	1070	4520
BS KKZ 2364/15	2364	15750	9093	26-260	1590	1750	2870	1070	4610
BS KKZ 2546/15	2546	15750	9093	28-280	1590	1750	2870	1070	4740
BS KKZ 2728/15	2728	15750	9093	30-300	1590	1750	2870	1070	4680
BS KKZ 3637/15	3637	15750	9093	40-400	1860	1960	3080	1070	6020

2.2. REGULATOR BS KKZ



Regulator jest oparty sprzętowo na sterowniku polowym CZIP-PRO ze zmodyfikowanymi wejściami. W regulatorze jest zaimplementowane oprogramowanie firmy BEZPOL, umożliwiające wykonywanie pomiarów sieci SN. Na podstawie uzyskanych wyników regulator wylicza parametry sieci np.: pojemność sieci, prąd pojemnościowy, napięcie asymetrii. Na bieżąco wykonywane są pomiary U_0 i I_0 . Regulator umożliwia komunikację z systemem nadrzędnym w protokołach DNP 3.0 oraz IEC 60870-5-103. (104) Łącze inżynierskie jest zrealizowane w oparciu o sieć LAN. Panel dotykowy regulatora pozwala na wykonywanie operacji sterowania układem kompensacji z miejsca zainstalowania regulatora. Na panelu są wyświetlane najważniejsze informacje o parametrach sieci. Lampki sygnalizacyjne informują o stanie pracy dławika. Regulator jest przygotowany do współpracy z drugim bliźniaczym układem kompensacji (praca równoległa) lub dławikiem stałym.

Dane techniczne:

Napięcie zasilania	230 VAC/220 VDC
Interfejsy	LAN, 2xRS485, OPTO,
Protokół transmisji	DNP 3.0, IEC 60870-5-103, -104, CAN-BUS PPM2
Napięcie we-wy	230 VAC/220 VDC
Ilość wyjść	20
Ilość wejść	28
Zakres temperatury pracy	−10°C do +40°C
Wykonanie	Natablicowe lub zatablicowe

2.3. REZYSTOR DO WYMUSZANIA SKŁADOWEJ CZYNNEJ AWSCZ TYP BWR - b

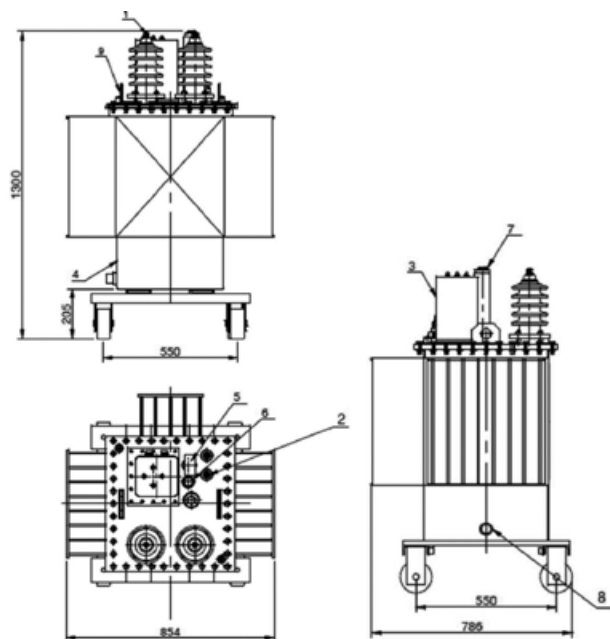


Zastosowanie:

Rezystor pierwotny AWSCz jest przeznaczony do wymuszania składowej czynnej prądu zwarcia z ziemią w skompensowanych sieciach średniego napięcia i wspomaga działanie zabezpieczeń ziemnozwarciowych.

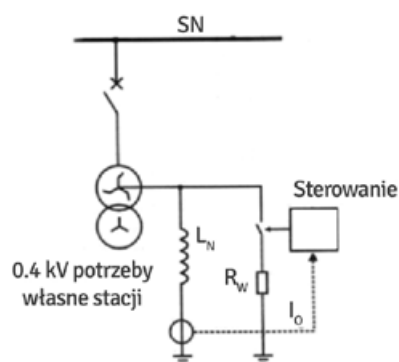
Budowa:

Rezystor o prądzie znamionowym 20 A (na życzenie klienta parametry rezystora mogą być inne), średnionapięciowy łącznik próżniowy.



Zasada działania:

Rezystor AWSCz jest włączany równolegle do dławika kompensującego za pomocą wysokonapięciowego łącznika próżniowego. Załączenie rezystora następuje podczas nie samogasnących zwarc doziemnych w sieci co powoduje zwiększenie składowej czynnej prądu zwarcia z ziemią i znaczną poprawę warunków działania zabezpieczeń ziemnozwarciowych.



Wymiary i wyposażenie rezystora wymuszającego AWSCZ typu BWR:

1. Przepust DT 20 NS/250.
2. Przepust DT V250 przekładnik prądowy (opcja dodatkowa).
3. Obudowa układu sterowania.
4. Kadź.
5. Termometr kontaktowy.
6. Olejowskaz.
7. Zawór nadciśnienia.
8. Zawór spustowy.

Rezystancja znamionowa rezystora w temp 273K	450 $\Omega \pm 5\%$	600 $\Omega \pm 5\%$	875 $\Omega \pm 5\%$
Nominalne napięcie sieci	15 kV	20 kV	30 kV
Napięcie znamionowe	9 kV	12 kV	17,5 kV
Znamionowy poziom izolacji			
Napięcie probiercze wg IEC 60076-3 i 4	28 kV	28 kV	38 kV
Napięcie piorunowe wg IEC 60076-3 i 4	75 kV	75 kV	95 kV
Znamionowy prąd wymuszający	20 A *		
Klasa zabrudzeniowa	I do II		
Znamionowy czas obciążenia rezystora	10 s		
Min przerwa w przepływie prądu wymuszającego	30 s		
Ilość cykli	2		
Znamionowe napięcie sterujące	230 VAC/220 VDC		
Chłodzenie	ONAN		
Masa oleju	150 kg		
Masa całkowita	ok. 300 kg		
Maks wysokość pracy	1000 m n.p.m.		
Zakres temp pracy	-25°C do +40°C		
Najwyższa wilgotność względna	100%		
Częstotliwość znamionowa	50 Hz		

* Na zamówienie klienta jesteśmy w stanie wykonać rezystor typu BWR-b o dowolnych parametrach w obudowie indywidualnej jako samodzielne urządzenie.

Przykładowy montaż rezystora AWSCz na obudowie dławika do kompensacji prądów ziemnozwarciowych.



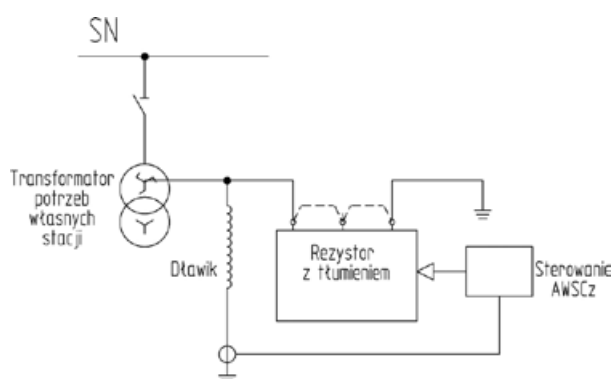
Możliwe jest opcjonalne wyposażenie urządzenia w termometr PT100.

2.4. REZYSTOR DO WYMUSZANIA SKŁADOWEJ CZYNNEJ AWSCZ TYP BWR - b/II 20/30



Zasada działania:

Rezystor AWSCz jest włączany równolegle do dławika kompensującego za pomocą wysokonapięciowego łącznika próżniowego. Załączenie rezystora następuje podczas nie samogasnących zwarć doziemnych w sieci co powoduje zwiększenie składowej czynnej prądu zwarcia z ziemią i znaczną poprawę warunków działania zabezpieczeń ziemnozwarciowych.



Zastosowanie:

Rezystor BWR - b/II 20/30 ma zastosowanie w sieciach kompensowanych SN jako rezystor wymuszający pierwotny. Stosuje się go w celu wymuszenia przepływu składowej czynnej prądu zwarciego.

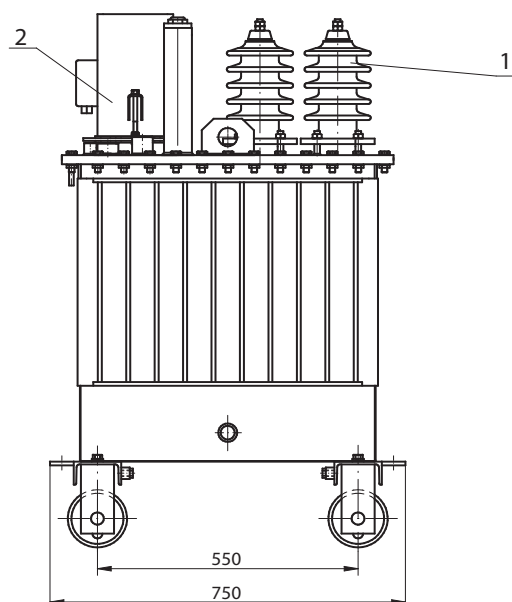
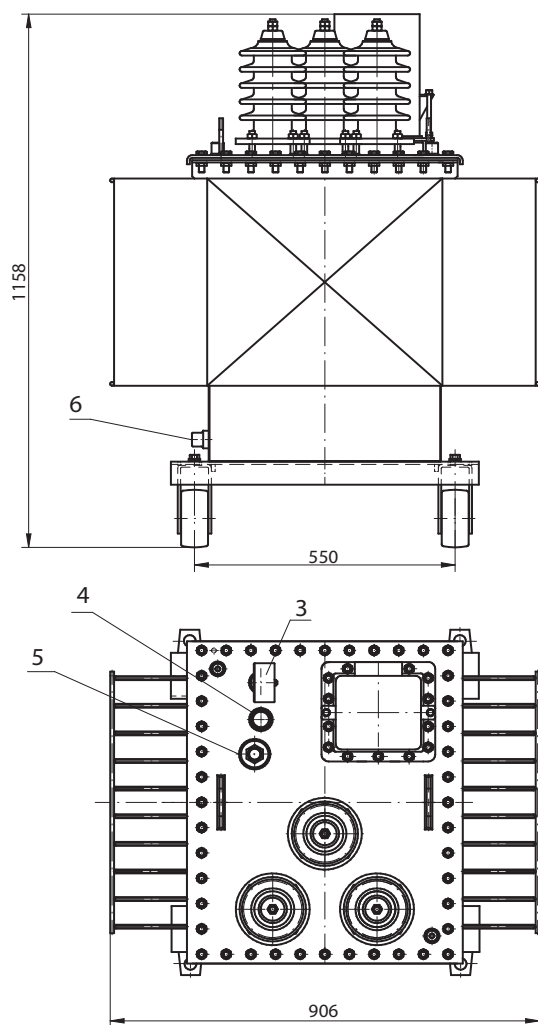
W napowietrznych liniach bardzo często występują zakłócenia doziemne przejściowe, które łatwo przekształcają się w zwarcia nie samogasnące. Kompensacja nadążna ograniczając składową bierną prądu resztkowego sprzyja samoistnemu zanikowi łuku i wygaszeniu takiego zwarcia.

Jednak w rzeczywistych układach sieciowych pełna kompensacja (rozstrojenie równe zero) jest kłopotliwa. Powodem tego jest zjawisko naturalnej asymetrii doziemnej sieci, które działając na szeregowo połączenia dławika i pojemności doziemnej sieci może generować efekt rezonansowy skutkujący znacznym wzrostem napięcia składowej zerowej i pogłębieniem różnic w napięciach fazowych względem ziemi. W związku z tym unika się kompensacji dokładnej wprowadzając rozstrojenie układu nawet o 20%. Tracone są w ten sposób najlepsze możliwości skutecznego gaszenia zwarć łukowych.

Z tego powodu wprowadzono dodatkową funkcję tłumienia obwodu ziemnozwarciowego sieci, która ogranicza znacznie efekty rezonansowe i pozwala na prowadzenie znacznie mniejszego rozstrojenie kompensacji (np. na poziomie nie większym niż 5%). Funkcję tłumienia realizuje rezystor bocznikujący reaktancję dławika. Jego wartość dla sieci 15 kV jest tak dobrana, że współczynnik tłumienia sieci zwiększa od kilku do kilkunastu procent w zależności od parametrów doziemnych sieci i poziomu jej naturalnej asymetrii napięciowej. Tak dobrana tłumienność nie ogranicza skuteczności dławika w gaszeniu zwarć łukowych i nie zmienia układu realizującego automatykę AWSCz.

Budowa:

Rezystor o prądzie znamionowym 20/30 (na życzenie klienta parametry rezystora mogą być inne), średnionapięciowy łącznik próżniowy.

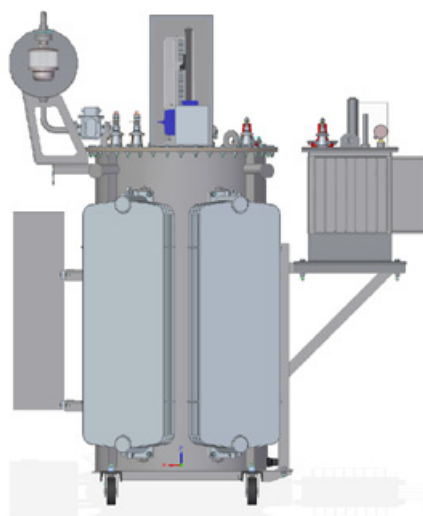


Wymiary i wyposażenie rezystora wymuszającego AWSCZ typu BWR - b/II 20/30/:

1. Przepust DT 20/NF/250.
2. Stycznik.
3. Termometr kontaktowy
4. Olejowskaz.
5. Wlew oleju.
6. Zawór spustowy.

Nominalne napięcie sieci	15750 V
Napięcie znamionowe	9093 V
Napięcie probiercze krótkotrwałe 50Hz 1min	28 kV
Napięcie probiercze piorunowe udarowe 1,2/50 μ s	75 kV
Znamionowy prąd wymuszający	I1=20A; I2=30A
Znamionowy czas obciążenia prądem pracy rezystora	10s
Max ilość cykli zwarciowych następujących bezpośrednio po sobie	1
Rodzaj chłodzenia	ONAN
Znamionowe napięcie sterownicze	230 VAC/220 VDC
Znamionowy prąd obwodów sterowniczych	10A
Przekładnik prądowy	50/5A (opcja dodatkowa)
Masa całkowita	420 kg
Masa oleju	200 kg
Maks wysokość pracy	1000 m n.p.m.
Zakres temp. pracy	-25°C do +40°C
Najwyższa wilgotność względna	100%
Częstotliwość znamionowa	50 Hz

Przykładowy montaż rezystora AWSCz na obudowie dławika do kompensacji prądów ziemnozwarciowych.



Na zamówienie klienta jesteśmy w stanie wykonać rezystor typu BWR o dowolnych parametrach w obudowie indywidualnej jako samodzielne urządzenie.

Możliwe jest opcjonalne wyposażenie urządzenia w osprzęt:

- Przepusty niskiego napięcia – tylko w wersji z przekładnikiem
- Termometr PT100