

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 247154 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **434234**

(22) Data zgłoszenia: **2020.06.08**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2021.12.13 BUP 37/2021**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2025.05.19 WUP 20/2025**

(51) MKP:

H02M 7/06 (2006.01)

H02J 7/02 (2016.01)

H02J 9/00 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**BIŁYK TYMOTEUSZ PPHU KORBANK,
Wrocław, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

TYMOTEUSZ BIŁYK, Wrocław, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Barbara Suszczewicz, Poznań, PL

(54) Tytuł:

Układ zasilania

PL 247154 B1

Opis wynalazku

Dziedzina techniki

Przedmiotem wynalazku jest układ zasilania urządzeń wyposażonych w zasilacze impulsowe jednofazowe przystosowane do zasilania z sieci energetycznej.

Opis stanu techniki

Obecnie urządzenia wyposażone w zasilacze sieciowe impulsowe zasilane są bezpośrednio prądem zmiennym z sieci energetycznej. Taki sposób zasilania posiada jednak pewne mankamenty.

Prąd zmienny z sieci energetycznej ma chwilową wartość napięcia równą 0V. Oznacza to, że w tym momencie zasilacz nie może pobrać żadnej energii z sieci, a ponieważ urządzenia przeważnie potrzebują jej w sposób ciągły, zasilacz musi ją magazynować w kondensatorach, aby móc ją dostarczyć do odbiorników w momencie gdy chwilowa wartość napięcia będzie równa 0V.

W momencie gdy napięcie chwilowe na wejściu zasilacza wzrośnie, zasilacz zaczyna uzupełniać braki ładunku powodując względnie duże chwilowe prądy, co powoduje zwiększenie strat przesyłowych. Im większe prądy przy określonej impedancji przewodów sieci elektrycznej, tym większe występują straty przesyłowe.

W znanych ze stanu techniki układach zasilających, zasilanych napięciem o częstotliwości 50 Hz, po wyprostowaniu prądu jednofazowego w zasilaczu występuje tętnienie o częstotliwości 100 Hz, co jest częstotliwością względnie małą. Przy częstotliwościach tego rzędu występują duże trudności stabilizacji napięcia.

Ponadto, jeśli na torze zasilania prądem zmiennym chcemy zastosować zasilacze bezprzerwowe (UPS), to muszą one posiadać falownik, aby przekształcić prąd stały z akumulatorów w prąd zmienny. Taka operacja transformacji jest okupiona dużymi stratami energii.

W przypadku zapotrzebowania na dużą moc, tj. taką której nie może zapewnić jeden zasilacz bezprzerwowo, należy połączyć więcej takich zasilaczy, a wszystkie one muszą pracować w trybie synchronicznym w taki sposób, że jeden wzorcowy zasilacz generuje fazę wzorcową, a pozostałe muszą dostosować się do fazy narzucanej przez wzorzec. Problematycznym jest wykonywanie prac serwisowych tak pracujących zasilaczy awaryjnych, np. wymiany akumulatorów, w szczególności, gdy trzeba wyłączyć wzorzec. Znane są ze stanu techniki układy elektroniki nadzorczej wspomagającej proces serwisowania, ale za każdym razem ten proces niesie ryzyko niepowodzenia operacji. Jest to szczególnie problematyczne, gdy dotyczy niewralgicznego miejsca sieci elektrycznej, gdzie nie jest dopuszczona przerwa w zasilaniu. Dodatkowo ryzyko awarii mogą spowodować występujące podczas przełączania duże prądy, które muszą się zreorganizować w ułamku sekundy, co może skutkować przepięciami.

W znanych ze stanu techniki układach zasilania jedną z częstych usterek elektrycznych jest zanik jednej fazy. Urządzenia jednofazowe, korzystające z tej fazy, nie działają wtedy.

Istota wynalazku

Istotą wynalazku jest układ zasilania urządzeń wyposażonych w zasilacze impulsowe zawierający mostek prostowniczy zasilany napięciem sieciowym z sieci trójfazowej, oraz co najmniej jedno urządzenie odbiorcze wyposażone w zasilacz impulsowy. W układzie tym pierwszy biegun wejścia urządzenia odbiorczego jest połączony z jednym z biegunów wyjścia mostka prostowniczego, a drugi biegun wejścia urządzenia odbiorczego jest połączony z przewodem neutralnym N sieci.

Korzystnie układ zawiera co najmniej jeden zasilacz awaryjny włączony pomiędzy wyjście mostka prostowniczego a wejście urządzenia odbiorczego wyposażony w co najmniej jeden moduł ładowania, co najmniej jedno ogniwo elektryczne i przystosowany do ładowania wspomnianego ogniwa napięciem pulsującym przetworzonym przez mostek prostowniczy.

Korzystnie zasilacz awaryjny zawiera co najmniej jeden kondensator magazynujący.

Korzystnie zasilacz awaryjny zawiera dodatkowy moduł optymalizacyjny podwyższający napięcie podawane na wejście urządzenia odbiorczego.

Korzystnie, układ jest przystosowany do pracy podczas zaniku jednej fazy zasilania trójfazowego.

Zalety wynalazku

W układzie zasilania według wynalazku jednofazowe urządzenia odbiorcze otrzymują napięcie, które nigdy nie jest mniejsze niż 160 V, co oznacza, że ich zasilacze nie muszą magazynować energii i zawsze mogą pobrać ją z sieci.

Przy zastosowaniu układu zasilania według wynalazku znacznie maleją, w porównaniu do znanych rozwiązań, wahania pobieranego przez urządzenia odbiorcze prądu, ponieważ dotyczą tylko części pulsującej, a nie składowej stałej występującej w układzie. Jednocześnie zasilacz urządzenia odbiorczego nigdy nie rozładowuje swoich kondensatorów, jak to ma miejsce przy prądzie zmiennym. Mniejsze wahania napięcia powodują mniejsze wartości szczytowe prądu, a co za tym idzie mniejsze straty na przesyle.

Występujący w układzie według wynalazku wyprostowany prąd trójfazowy, przy założeniu częstotliwości sieci 50 Hz, ma tętnienie o częstotliwości 200 Hz względem linii neutralnej. Napięcie o takiej częstotliwości jest łatwiejsze w stabilizacji i nie wymaga tak dużych pojemności kondensatorów, jak ma to miejsce przy częstotliwości 100 Hz.

W układzie według wynalazku zasilacze bezprzerwowe mogą zasilac linię „+” i „-” mostka prostowniczego prądem stałym o napięciu względnym nie większym niż 325 V, bezpośrednio podłączonym do akumulatorów. Prąd stały, w momencie zaniku prądu pulsującego, prawidłowo zasilac urządzenia odbiorcze wyposażone w jednofazowe zasilacze impulsowe. Zaletą takiego rozwiązania jest to, że w torze zasilania nie występują elementy z istotną konsumpcją własną energii, jak np. falowniki, co sprawia, że rozwiązanie jest wyjątkowo ekonomiczne.

W przedstawionym rozwiązaniu zasilacze bezprzerwowe podłącza się równolegle do linii wyjściowych mostka prostowniczego. Można je w każdym momencie odłączyć i załączyć. Nie występuje konieczność synchronizacji fazy między nimi. Ryzyko niepowodzenia operacji odłączania bądź dołączenia jest minimalne, gdyż procesy dzieją się na obwodach oddzielonych bezpiecznikiem od głównego toru, czego nie da się osiągnąć w wersji z zasilaniem jednofazowym prądem zmiennym.

W układzie według wynalazku zanik jednej fazy nie powoduje pogorszenia zasilania zasilacza impulsowego urządzenia odbiorczego do parametrów gorszych, niż gdy pracuje na jednej prawidłowo działającej fazie i zasilany jest w sposób klasyczny, znany ze stanu techniki.

Przedstawiony układ zasilania może zasilac urządzenia odbiorcze w których zasilacze impulsowe mają uszkodzone kondensatory lub częściowo uszkodzony mostek prostowniczy. Takie zasilacze nie działałyby już prawidłowo przy zasilaniu prądem zmiennym, a mogą prawidłowo działać w omawianym układzie zasilania. Oznacza to, że średni czas bezusterkowego działania zasilacza impulsowego urządzenia odbiorczego w układzie zasilania według wynalazku będzie znacznie dłuższy. Jest to dużą zaletą biorąc pod uwagę fakt, że uszkodzenie kondensatorów elektrolitycznych jest najczęstszą przyczyną usterek zasilaczy impulsowych.

Opis figur rysunku

Przedmiot wynalazku przedstawiono na rysunku, na którym:

- Fig. 1 przedstawia układ zasilania według wynalazku w pierwszym przykładzie wykonania;
- Fig. 2 przedstawia układ zasilania według wynalazku w drugim przykładzie wykonania z zastosowaniem zasilaczy awaryjnych;
- Fig. 3 przedstawia układ zasilania według wynalazku w trzecim przykładzie wykonania z zastosowaniem zasilaczy awaryjnych wyposażonych w układy podwyższające napięcie;
- Fig. 4 przedstawia układ zasilania według wynalazku w czwartym przykładzie wykonania z zastosowaniem zasilaczy awaryjnych wyposażonych w dodatkowe kondensatory magazynujące.

Przykłady wykonania wynalazku

Przykład 1

Fig. 1 przedstawia realizację układu zasilania według wynalazku, gdzie użyto prądu trójfazowego do zasilania jednofazowych urządzeń odbiorczych (2A, 2B) wyposażonych w zasilacze impulsowe. Układ zawiera mostek prostowniczy 1 przystosowany do prostowania napięcia pochodzącego z sieci trójfazowej.

Pierwszy biegun wejścia urządzenia odbiorczego 2A jest połączony z biegunem „+” wyjścia mostka prostowniczego, a drugi biegun wejścia urządzenia odbiorczego 2A jest połączony z przewodem neutralnym N sieci. Podobnie pierwszy biegun wejścia urządzenia odbiorczego 2B jest połączony z biegunem „-” wyjścia mostka prostowniczego, a drugi biegun wejścia urządzenia odbiorczego 2B jest połączony z przewodem neutralnym N sieci.

Rozwiązanie nie zawiera przetwornika DC-DC ani falownika, które istotnie zmniejszyłyby sprawność zasilania.

Napięcie pulsujące za mostkiem ma podwójnie za wysoką wartość względem dopuszczalnych parametrów wejściowych urządzenia odbiorczego 2A i 2B wyposażonych w jednofazowe zasilacze impulsowe. W przedstawionym przykładzie wykonania napięcie to ulega jednak stabilizacji. Dla sieci 230 V przy podłączonych urządzeniach odbiorczych 2A i 2B wyposażonych w zasilacze impulsowe, za mostkiem otrzymujemy napięcie szczytowe $U(+/-) = 650 \text{ V} = 2 \cdot 325 \text{ V}$. Wartość 325 V jest napięciem szczytowym dla prądu zmiennego, jednofazowego skutecznego o napięciu 230 V. Dzięki temu napięcia szczytowe na podłączonych do mostka urządzeniach odbiorczych 2A i 2B wyposażonych w zasilacze impulsowe rozłożą się następująco: + mostka $U(+) = 325 \text{ V}$, punkt Z łączący zasilacze równy $U(0) = 0 \text{ V}$, powrót do mostka $U(-) = -325 \text{ V}$. Zatem możemy ustabilizować układ łącząc punkt Z z przewodem neutralnym N. W tym układzie różne zasilacze lub różnie obciążone nie spowodują zmiany rozkładu napięć, a jedynie wymuszenie prądów wyrównawczych w przewodzie neutralnym N, co jest zgodne z jego naturalną funkcją.

Wartości skuteczne napięć takiego zasilania z punktu widzenia zasilacza jednofazowego znacznie się różnią od wartości nominalnej jednofazowego prądu zmiennego. Dla omawianego przykładu napięcia sieci 230 V wartość skuteczna wyniesie około 265V. Zwiększone napięcie skuteczne przy zachowaniu napięcia szczytowego nie wpływa jednak negatywnie na ich działanie układu.

Po ustabilizowaniu napięć w punkcie Z powstają dwa tory zasilania, które na Fig. 1 symbolizują urządzenia odbiorcze 2A i 2B wyposażone w zasilacze impulsowe. Do tych torów możemy podłączać równolegle z urządzeniami 2A lub 2B różną liczbę innych jednofazowych urządzeń odbiorczych wyposażonych w zasilacze impulsowe prądu zmiennego o różnych mocach, impedancjach i obciążeniach bez obawy o ich uszkodzenie spowodowane przepięciem.

Dla innych napięć sieci energetycznych np. 220 V, 115 V parametry układu zasilania należy przeskalować proporcjonalnie, a zasady wymienione w przykładzie są dla nich odpowiednie.

Przykład 2

Układ przedstawiony na Fig. 2 identyczny jak w przykładzie 1 z tą różnicą, że pomiędzy wyjście „+” mostka prostowniczego w pierwszy biegun wejściowy urządzenia odbiorczego 2A oraz przewód neutralny N sieci włączono zasilacz awaryjny wyposażony w kontroler ładowania 3A, akumulator A1 oraz klucz K1 i diodę D1. Ponadto pomiędzy wyjście „-” mostka prostowniczego w pierwszy biegun wejściowy urządzenia odbiorczego 2B oraz przewód neutralny N sieci włączono drugi zasilacz awaryjny wyposażony w kontroler ładowania 3B, akumulator A2 oraz klucz K2 i diodę D2.

Tak zbudowany układ może zapewnić zasilanie bezprzerwowe on-line w przypadku gdy klucze K1, K2 są normalnie zamknięte. Podaje on wtedy na oba tory zasilania napięcie stałe z akumulatorów A1, A2 o wartości nie przekraczającej 160 V. Zapewnia to prawidłowe zasilanie urządzeń odbiorczych 2A i 2B.

W przypadku gdy klucze K1 i K2 są normalnie otwarte możliwa jest w układzie realizacja zasilania bezprzerwowego, gdzie napięcie z akumulatorów A1 i A2 jest podawane w momencie wykrycia przerwy w zasilaniu sieciowym przez kontrolery ładowania 3A lub 3B.

Przykład 3

Układ przedstawiony na Fig. 3 identyczny jak w przykładzie 2 z tą różnicą, że zawiera dodatkowo układ optymalizacyjny podwyższający napięcie złożony z akumulatora A12, klucza K12 i diody D12 na wejściu urządzenia odbiorczego 2A oraz układ optymalizacyjny podwyższający napięcie złożony z akumulatora A22, klucza K22 i diody D22 na wejściu urządzenia odbiorczego 2B. Dzięki takiej konstrukcji układu możliwa jest dalsza poprawa jakości zasilania bezprzerwowego. Dostarczenie na wejście urządzeń odbiorczych 2A i 2B napięcia z zakresu od 160 V do 325 V DC a co za tym idzie podwyższenie napięcia wejściowego powoduje dalsze zmniejszenie strat przesyłowych w układzie.

Przykład 4

Układ przedstawiony na Fig. 4 identyczny jak w przykładzie 2 z tą różnicą, że zawiera dodatkowo kondensatory magazynujące C1 i C2, których zastosowanie powoduje dalszą poprawę stabilizacji zasilania urządzeń odbiorczych 2A i 2B. Wartości napięcia na kondensatorach V_{C1} , V_{C2} powinna być tak dobrana aby być odpowiednia do obciążenia danego toru zasilania. Ważne jest aby napięcie nie spadało poniżej założonego napięcia V_{C1} , V_{C2} . Napięcie w tym układzie tętni w przedziale $<V_{cx}$, 325 V), gdzie $x = 1,2$. Bateria akumulatorów powinna dostarczać napięcie $\leq V_{cx}$ i podawać je na szynę wyjściową. V_{cx} powinno być na tyle duże, aby zapewnić odpowiednią energię dla urządzeń podczas pracy z baterii.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ zasilania urządzeń wyposażonych w zasilacze impulsowe zawierający:
 - mostek prostowniczy (1) zasilany napięciem sieciowym z sieci trójfazowej,
 - co najmniej jedno urządzenie odbiorcze (2A, 2B) wyposażone w zasilacz impulsowy,
znamienny tym, że
 - pierwszy biegun wejścia urządzenia odbiorczego jest połączony z jednym z biegunów wyjścia mostka prostowniczego,
 - drugi biegun wejścia urządzenia odbiorczego jest połączony z przewodem neutralnym N sieci.
2. Układ według zastrzeżenia 1, **znamienny tym, że** zawiera co najmniej jeden zasilacz awaryjny włączony pomiędzy wyjście mostka prostowniczego a wejście urządzenia odbiorczego wyposażony w
 - co najmniej jeden moduł ładowania;
 - co najmniej jedno ogniwo elektryczne;przystosowany do ładowania wspomnianego ogniwa napięciem pulsującym przetworzonym przez mostek prostowniczy.
3. Układ według dowolnego z poprzednich zastrzeżeń **znamienny tym, że** zasilacz awaryjny zawiera co najmniej jeden kondensator magazynujący.
4. Układ według dowolnego z poprzednich zastrzeżeń **znamienny tym, że** zasilacz awaryjny zawiera dodatkowy moduł optymalizacyjny podwyższający napięcie podawane na wejście urządzenia odbiorczego.
5. Układ, według dowolnego z poprzednich zastrzeżeń **znamienny tym, że** jest przystosowany do pracy podczas zaniku jednej fazy zasilania trójfazowego.

Rysunki

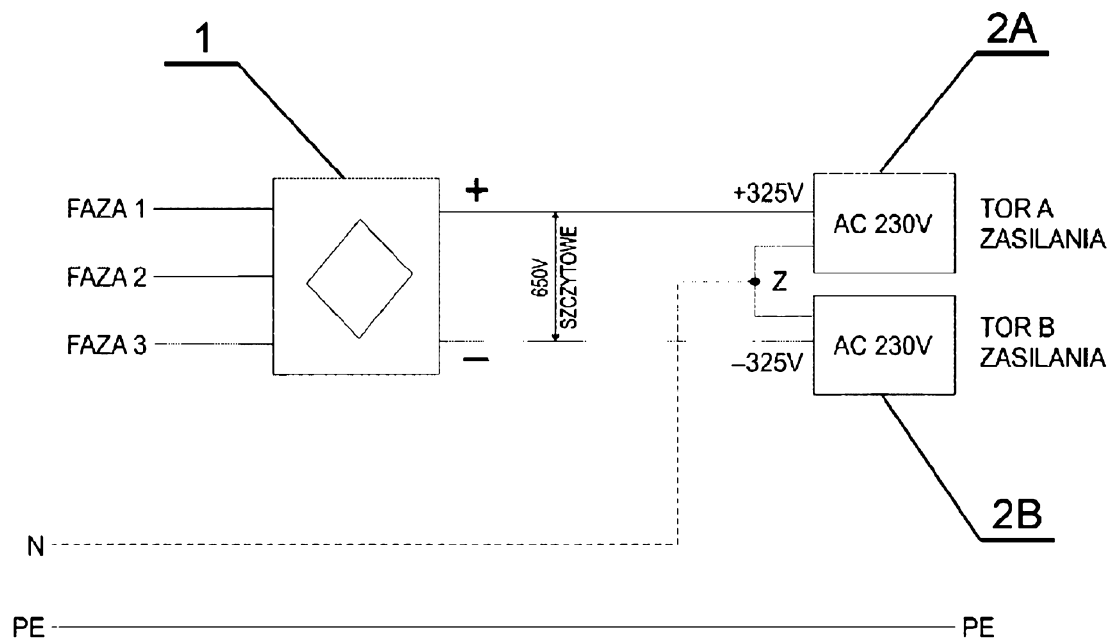


Fig. 1

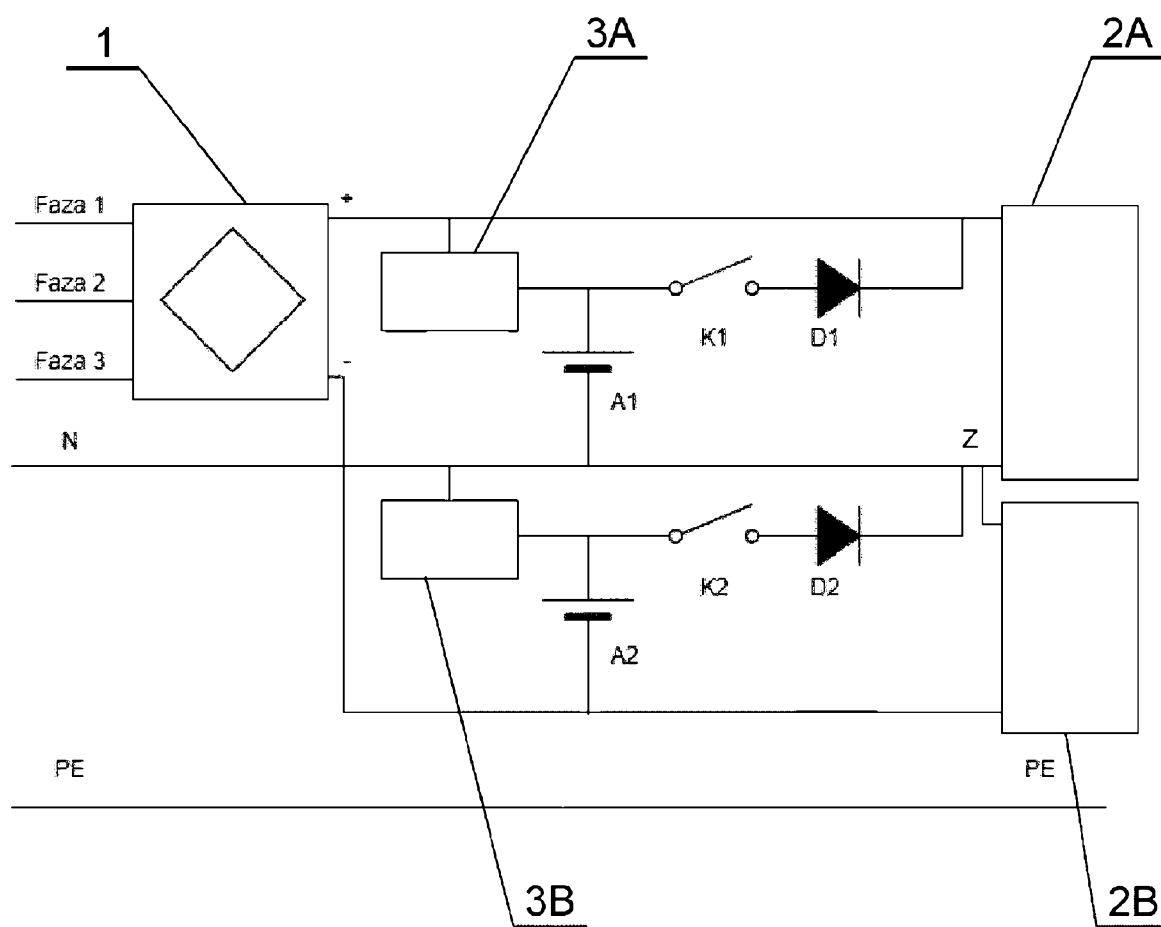
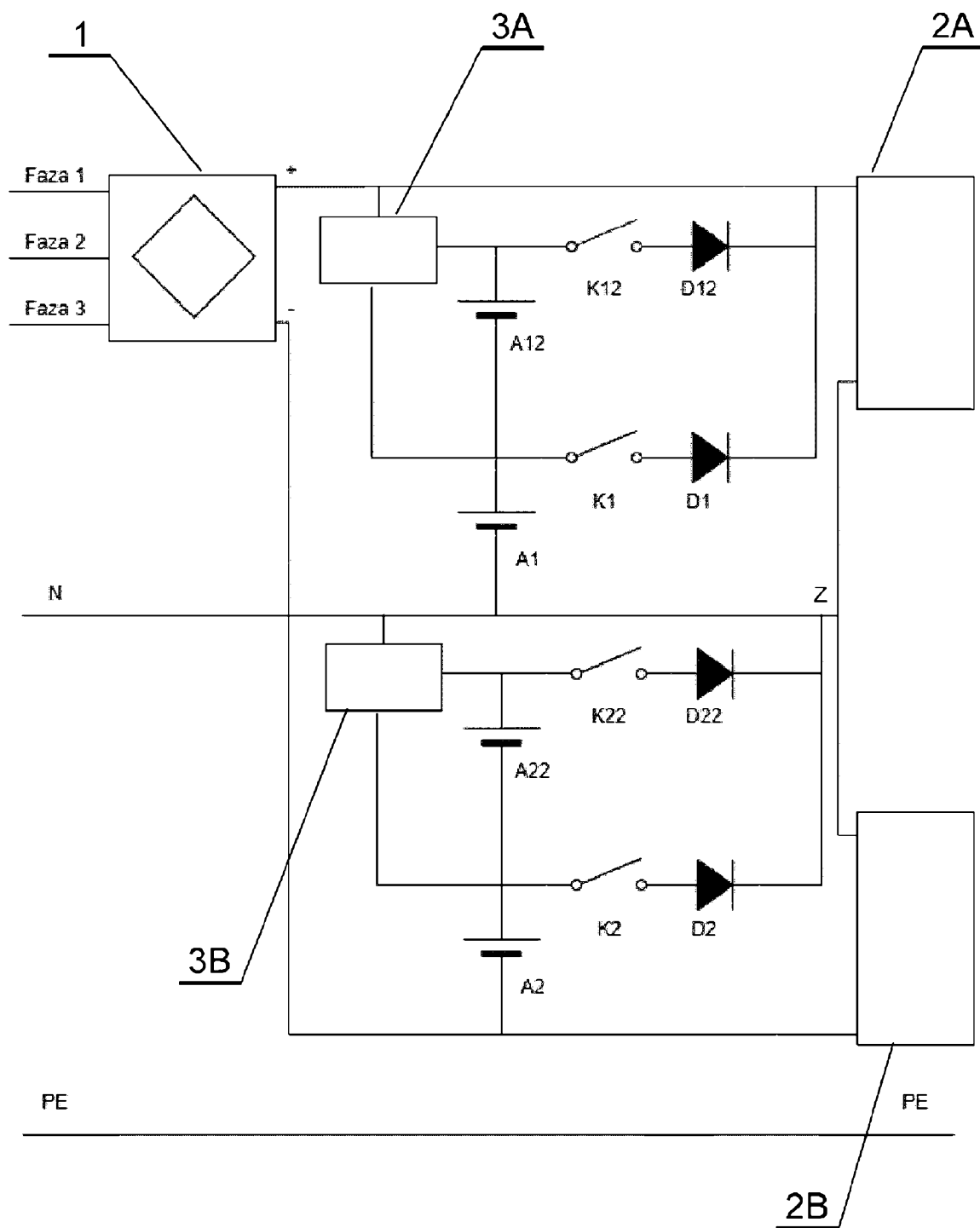


Fig. 2

**Fig. 3**

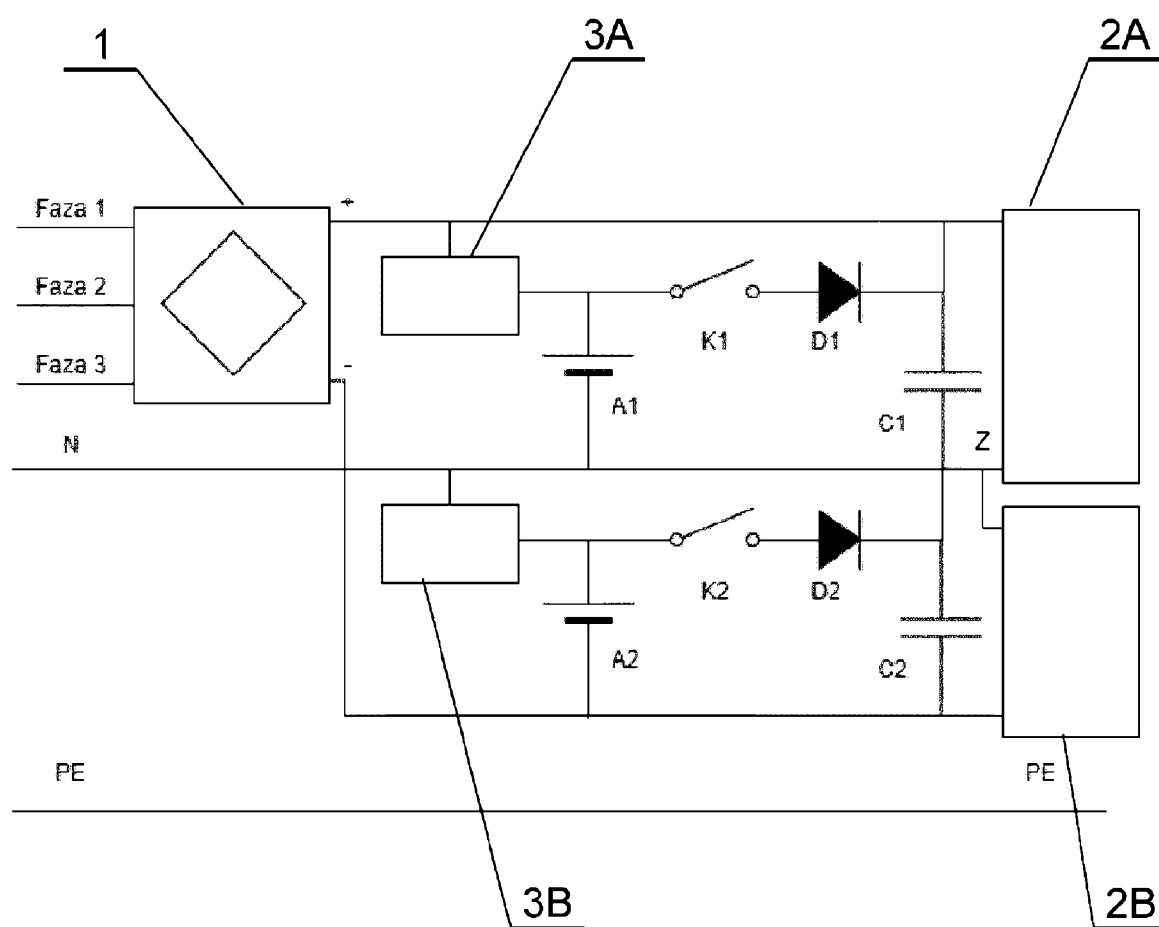


Fig. 4