

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **230964**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **422876**

(51) Int.Cl.

H02J 3/32 (2006.01)

H01M 10/42 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **15.09.2017**

(54)

Układ i sposób wspomagania zasobnika energii elektrycznej

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

09.04.2018 BUP 08/18

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

31.01.2019 WUP 01/19

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA LUBELSKA, Lublin, PL
MROCZEK BARTŁOMIEJ, Lublin, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:

DARIUSZ ZIELIŃSKI, Nowogród, PL
BARTŁOMIEJ MROCZEK, Lublin, PL
KAROL FATYGA, Garbów, PL
ŁUKASZ KWAŚNY, Lublin, PL
WOJCIECH JARZYNA, Lublin, PL
KATARZYNA ZIELIŃSKA, Łęczna, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Maciej Nowicki

PL 230964 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób i układ wspomagania zasobnika energii elektrycznej wspomagającego sieć elektroenergetyczną, zwłaszcza z zastosowaniem wyeksploatowanych akumulatorów pochodzących z pojazdów elektrycznych.

Z upływem czasu baterie litowo-jonowe ulegają degradacji, przestają nadawać się do użycia w pojeździe elektrycznym, ale posiadają jednocześnie parametry pozwalające na jej wykorzystanie w innym celu. Utylizacja tych baterii jest nieekonomiczna.

Dotychczas z dokumentu patentowego nr US5602481A znany jest równoległy system baterii z rynku wtórnego połączonych szeregowo wraz z systemem sterowania zależnym od pojemności baterii. System zawiera środki do wykrywania napięcia końcowego wspomnianych baterii wtórnych w celu obliczenia odpowiednich wartości głębokości rozładowania. Posiada również układy tranzystorowe pozwalające na niezależne rozładowywanie baterii, układ ładowania baterii oraz kontroler sterujący rozładowywaniem baterii w zależności od obliczonych wartości głębokości rozładowania. Dzięki temu układ ten pozwala na wyeliminowanie problemu różnych głębokości rozładowania baterii przy zachowaniu stałej możliwej do wykorzystania energii zgromadzonej w bateriach.

Znany jest również z dokumentu patentowego nr US5916699A zasobnik energii składający się z dwóch elementów gromadzących energię w postaci baterii oraz zasobnika kinetycznego ogniwa paliwowego lub kondensatora. Układ ten wykorzystuje dodatkowe źródła do wspomagania baterii w przypadku jej przeciążenia.

Znany jest z opisu patentowego nr US6441581B1 układ zasobnika energii składającego się z baterii i kół zamachowych, gromadzący energię podczas doliny energetycznej i oddający podczas szczytu energetycznego.

Znany jest z opisu patentowego nr US9285433B2 system zarządzania bateriami wraz z metodą ponownego użycia baterii. System ten zbiera informacje oraz kierujące baterie do ponownego użycia lub utylizacji.

Znany jest również z dokumentu patentowego nr JP2005302337A system wtórnego obiegu baterii, wykorzystujący odzyskane baterie w rozproszonym układzie generacyjnym.

W dokumencie patentowym CN105977553A opisany jest zasobnik energii składający się z sieci używanych baterii z pojazdów elektrycznych połączonych do sieci elektroenergetycznej poprzez dwukierunkowe przetwornice. W rozwiązaniu tym znajduje się sieć przetwornic łączących się z baterii bezpośrednio do sieci elektroenergetycznej.

Celem wynalazku jest wykorzystanie baterii pochodzących z rynku wtórnego w procesie wspomagania i stabilizacji lokalnej sieci elektroenergetycznej.

Istotą układu wspomagania zasobnika energii elektrycznej posiadającego: przetwornicę główną, moduł zarządzania baterią główną, baterię główną, przetwornice pomocnicze, moduły zarządzania bateriami, oraz baterie pomocnicze, według wynalazku, jest to że przetwornica główna połączona jest wejściem trójfazowym do sieci elektroenergetycznej, oraz podłączona jest pierwszym przewodem dwużyłowym prądu stałego do węzła. Węzeł podłączony jest poprzez układ pomiaru prądu pierwszym wyjściem z drugim przewodem dwużyłowym prądu stałego do baterii głównej. Do węzła połączony jest równoległe co najmniej jednym wyjściem poprzez drugi układ pomiaru prądu przetwornicy pomocniczej, do której podłączona jest bateria pomocnicza o innej rezystancji i pojemności od baterii głównej, korzystnie pochodzącej z rynku wtórnego.

Korzystnie do baterii głównej podłączony jest moduł zarządzania baterią główną. Wskazane jest również gdy do baterii pomocniczej podłączony jest moduł zarządzania baterią pomocniczą.

Pożądane jest gdy do wyjścia węzła oraz do co najmniej jednego wyjścia podłączony jest moduł sterowania, który steruje podziałem prądu pomiędzy przetwornicami pomocniczymi. Alternatywnie pomiędzy baterią główną a przetwornicą główną umieszczony jest układ tyrystorowy sterujący kierunkiem przepływu prądu.

Istotą sposobu wspomagania zasobnika energii elektrycznej, według wynalazku, jest to, że podczas cyklu rozładowywania albo ładowania baterii głównej do sieci elektroenergetycznej za pośrednictwem przetwornicy głównej, mierzy się prąd na wyjściu do węzła, za pomocą układu pomiaru prądu. Następnie zadaje się za pomocą co najmniej jednej przetwornicy pomocniczej prąd wyjściowy z baterii pomocniczej w ilości minimalizującej prąd baterii głównej.

Korzystnie za pomocą przetwornicy pomocniczej zmienia się napięcie baterii pomocniczej tak aby zminimalizować prąd przetwornicy głównej. Alternatywnie za pomocą układu tyrystorowego odłącza się albo podłącza się baterie główną.

Korzystnym skutkiem wynalazku jest to, że zastosowanie sposobu i układu wykorzystania wyeksploatowanych akumulatorów, na przykład pochodzących z pojazdów elektrycznych typu trolejbus, do wspierania zasobnika energii elektrycznej powoduje redukcję kosztów budowy nowego zasobnika. Kolejnym korzystnym skutkiem jest wydłużenie się czasu użytkowania baterii głównej zasobnika, której obciążenie jest ograniczane przez baterie pomocnicze o gorszych parametrach. Również w przypadku zesterzenia się baterii głównej, może stać się ona baterią pomocniczą i wspierać nową baterię zainstalowaną podczas wymiany.

Wynalazek został przedstawiony w przykładzie wykonania na schematycznym rysunku, na którym fig. 1 przedstawia układ wspomagania zasobnika energii elektrycznej w pierwszym przykładzie wykonania, fig. 2 – układ wspomagania zasobnika energii elektrycznej w drugim przykładzie wykonania, a fig. 3 – układ wspomagania zasobnika energii elektrycznej w trzecim przykładzie wykonania.

Układ wspomagania zasobnika energii elektrycznej w pierwszym przykładzie wykonania, którego schemat przedstawiono na fig. 1 rysunku, składał się z przetwornicy głównej PG będącej dwukierunkowym przekształtnikiem trójfazowym AC/DC o mocy 50 kW połączonej wejściem *a* trójfazowym do sieci elektroenergetycznej. Przetwornica główna PG podłączona była pierwszym przewodem dwużyłowym prądu stałego *b* do węzła *c*. Węzeł *c* podłączony był poprzez układ pomiaru prądu I_k w postaci czujnika Halla LA125-P pierwszym wyjściem z drugim przewodem dwużyłowym prądu stałego *d* do baterii głównej BG będącej baterią litowo-jonową o pojemności nominalnej 50 kWh i napięciu zmieniającym się w zakresie 560 V–850 V DC. Do węzła *c*, połączono równolegle wyjściem *c1* poprzez drugi układ pomiaru prądu I_{k1} w postaci czujnika Halla LA125-P przetwornicę pomocniczą PS1 będącą przetwornicą dwukierunkową typu buck-boost o mocy 30 kW i napięciu wejściowym 500–900 V, oraz wyjściem sterowanym prądowo, do której podłączona była bateria pomocnicza B1 w postaci baterii litowo-jonowej o pojemności 26 kWh o napięciu zmieniającym się w przedziale od 560 V do 750 V DC.

W drugim przykładzie wykonania, którego schemat przedstawiono na fig. 2 rysunku do układu opisanego w pierwszym przykładzie wykonania podłączono pomiędzy węzeł *c* oraz baterię główną BG przetwornicę baterii głównej PSG będącą przetwornicą dwukierunkową typu buck-boost o mocy 30 kW i napięciu wejściowym 500–900 V oraz moduł zarządzania baterią główną BMSG w postaci układu elektronicznego BQ76PL536. Dodatkowo pomiędzy pierwszą przetwornicę pomocniczą PS1 a pierwszą baterię pomocniczą B1 podłączono moduł zarządzania baterią pomocniczą BMS1 w postaci układu elektronicznego BQ76PL536. Dodatkowo do węzła *c* podłączono poprzez układ pomiaru prądu I_{k2} w postaci czujnika Halla LA125-P drugą przetwornicę pomocniczą PS2 w postaci przetwornicy dwukierunkowej typu buck-boost o mocy 30 kW i napięciu wejściowym 500–900 V, do której podłączono moduł zarządzania baterią pomocniczą BMS2 w postaci układu elektronicznego BQ76PL536, do którego podłączono baterię pomocniczą B2 będącą baterią litowo-jonową o pojemności 25 kWh o napięciu zmieniającym się w przedziale 560–750 V DC. Jako moduł sterujący MS wykorzystano procesor TMS320F28035.

W trzecim przykładzie wykonania, którego schemat przedstawiono na fig. 3 rysunku, do układu opisanego w drugim przykładzie wykonania w miejscu przetwornicy baterii głównej PSG podłączono układ tyrystorowy T złożony z tyrystorów typu T63-300-12.

Sposób wspomagania zasobnika energii elektrycznej w pierwszym przykładzie wykonania przeprowadzono z wykorzystaniem układu opisanego w pierwszym przykładzie wykonania i polegał on na tym, że podczas cyklu rozładowywania baterii głównej BG do sieci elektroenergetycznej za pośrednictwem przetwornicy głównej PG, zmierzono prąd na wyjściu do węzła *c*, który wynosił 20 A. Następnie zadano za pomocą pierwszej przetwornicy pomocniczej PS1 prąd wyjściowy z baterii pomocniczej B1 w ilości minimalizującej prąd baterii głównej BG. Za pomocą pierwszej przetwornicy pomocniczej PS1 zmieniano napięcie baterii pomocniczej B1, tak aby zminimalizować prąd przetwornicy głównej PSG, zmierzona za pomocą pomiaru prądu I_k wartość prądu wyniosła 0 A. Stan ten utrzymywano aż do rozładowania baterii pomocniczej B1. Po rozładowaniu baterii pomocniczej prąd baterii głównej zmierzony za pomocą pomiaru prądu I_k wyniósł 20 A. Stan ten podtrzymano 20 min, po czym przełączono urządzenie w tryb ładowania. Za pomocą pierwszej przetwornicy pomocniczej PS1 ustawiono prąd ładowania baterii pomocniczej B1 na 20 A. Z przetwornicy głównej PG pobierano prąd 20 A. Prąd ładowania baterii głównej zmierzony za pomocą pomiaru prądu I_k wynosił 0 A. Po naładowaniu się baterii pomocniczej B1 przestawiono przetwornicę pomocniczą PS1 tak, aby nie pobierała prądu i w ten sposób prąd z przetwornicy głównej PG skierowano do baterii głównej BG. Stan ten podtrzymano aż do naładowania baterii głównej.

Sposób wspomaganie zasobnika energii elektrycznej w drugim przykładzie wykonania przeprowadzono z zastosowaniem układu opisanego w drugim przykładzie wykonania układu. Polegał na tym, że podczas cyklu rozładowywania baterii głównej BG do sieci elektroenergetycznej za pośrednictwem przetwornicy głównej PG, zmierzono prąd na wyjściu do węzła c , który wynosił 20 A. Następnie moduł sterowania MS zadał za pomocą przetwornic pomocniczych PS1 oraz PS2 prąd wyjściowy z baterii pomocniczych B1 i B2 w ilości minimalizującej prąd baterii głównej BG. Moduł sterowania ustawił przetwornicę baterii głównej PSG na nie oddawanie i nie przyjmowanie energii. Stan ten utrzymano do rozładowania baterii pomocniczych B1 oraz B2. Po rozładowaniu baterii pomocniczych B1 oraz B2 zatrzymano przetwornice pomocnicze PS1 oraz PS2 i włączono przetwornicę baterii głównej PSG, z której pobierano prąd 20 A zmierzony za pomocą pomiaru prądu I_k . Stan ten podtrzymano przez 20 minut, po czym przełączono urządzenie w tryb ładowania. Wyłączona została przetwornica baterii głównej PSG, natomiast włączone zostały przetwornice pomocnicze PS1 oraz PS2. Na wyjściu przetwornicy głównej zadano prąd wartości 20 A. Pierwszą przetwornicę pomocniczą PS1 ustawiono aby pobierała 10 A, przetwornicę pomocniczą drugą ustawiono aby pobierała 10 A. Stan ten podtrzymano aż do naładowania baterii pomocniczych B1 i B2, po czym wyłączono przetwornice pomocnicze PS1 oraz PS2. Następnie włączono przetwornicę baterii głównej PSG w trybie ładowania i cały prąd skierowano do baterii głównej BG. Stan ten podtrzymano do naładowania baterii głównej BG, po czym wyłączono układ.

Sposób wspomaganie zasobnika energii elektrycznej w trzecim przykładzie wykonania przeprowadzono z zastosowaniem układu opisanego w trzecim przykładzie wykonania układu. Polegał on na tym, że podczas cyklu rozładowywania baterii głównej BG do sieci elektroenergetycznej za pośrednictwem przetwornicy głównej PG, zmierzono prąd na wyjściu do węzła c , który wynosił 20 A. Następnie moduł sterowania MS zadał do przetwornic pomocniczych PS1 oraz PS2 prąd wyjściowy z baterii pomocniczych B1 i B2 w ilości minimalizującej prąd baterii głównej BG. Układem tyrystorowym odłączyło baterię główną BG. Stan ten utrzymano do rozładowania baterii pomocniczych B1 oraz B2. Po rozładowaniu baterii pomocniczych B1 oraz B2 przetwornice pomocnicze PS1 oraz PS2 zostały zatrzymane, układem tyrystorowym dołączono natomiast baterię główną BG, z której pobierano prąd 20 A. Stan ten podtrzymano przez 20 minut, po czym przełączono urządzenie w tryb ładowania. Bateria główna BG została odłączona poprzez układ tyrystorowy, załączone zaś zostały przetwornice pomocnicze PS1 oraz PS2. Na wyjściu przetwornicy głównej zadano prąd wartości 20 A. Pierwszą przetwornicę pomocniczą PS1 ustawiono aby pobierała 10 A, drugą przetwornicę pomocniczą PS2 ustawiono tak aby pobierała 10 A. Stan ten podtrzymano aż do naładowania baterii pomocniczych B1 i B2, po czym wyłączono przetwornice pomocnicze PS1 oraz PS2. Następnie podłączono poprzez układ tyrystorowy baterię główną BG i cały prąd skierowano do baterii głównej BG. Stan ten podtrzymano do naładowania baterii głównej BG, po czym wyłączono układ.

Wykaz oznaczeń

PG – przetwornica główna,
PS1 PS2 – przetwornice pomocnicze,
BMSG – moduł zarządzania baterią główną,
BMS1 BMS2 – moduły zarządzania bateriami,
BG – bateria główna,
B1, B2 – baterie pomocnicze,
 I_k, I_{k1}, I_{k2} – układ pomiaru prądu,
MS – moduł sterowania,
T – układ tyrystorowy.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ wspomaganie zasobnika energii elektrycznej posiadający: przetwornicę główną (PG), baterię główną (BG), przetwornice pomocnicze (PS1), oraz baterie pomocnicze (B1), **znamienny tym**, że przetwornica główna (PG) połączona jest wejściem (a) trójfazowym do sieci elektroenergetycznej, oraz podłączona jest pierwszym przewodem dwużyłowym prądu stałego (b) do węzła (c), który podłączony jest poprzez układ pomiaru prądu (I_k) pierwszym wyjściem z drugim przewodem dwużyłowym prądu stałego (d) do baterii głównej (BG), oraz do węzła (c), połączony jest równolegle co najmniej jednym wyjściem (c1) poprzez drugi układ

- pomiaru prądu (I_{K1}) przetwornicy pomocniczej (PS1), do której podłączona jest bateria pomocnicza (B1) o innej rezystancji i pojemności od baterii głównej (BG).
2. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że do baterii głównej (BG) podłączony jest moduł zarządzania baterią główną (BMSG).
 3. Układ według zastrz. od 1 do 2, **znamienny tym**, że do baterii pomocniczej (B1) podłączony jest moduł zarządzania baterią pomocniczą (BMS1).
 4. Układ według zastrz. od 1 do 3, **znamienny tym**, że do wyjścia węzła (c_g) oraz do co najmniej jednego wyjścia (c_1) podłączony jest moduł sterowania (MS), który steruje podziałem prądu pomiędzy przetwornicami pomocniczymi (PS1, PS2).
 5. Układ według zastrz. od 1 do 4, **znamienny tym**, że pomiędzy węzłem (c) a modułem zarządzania baterią główną (BMSG) podłączona jest przetwornica baterii głównej (PSG).
 6. Układ według zastrz. od 1 do 4, **znamienny tym**, że pomiędzy baterią główną a przetwornicą główną umieszczony jest układ tyrystorowy (T) sterujący kierunkiem przepływu prądu.
 7. Sposób wspomaganie zasobnika energii elektrycznej, **znamienny tym**, że podczas cyklu rozładowywania albo ładowania baterii głównej (BG) do sieci elektroenergetycznej za pośrednictwem przetwornicy głównej (PG), mierzy się prąd na wyjściu do węzła (c), za pomocą układu pomiaru prądu (I_K), po czym zadaje się za pomocą co najmniej jednej przetwornicy pomocniczej (PS1) prąd wyjściowy z baterii pomocniczej (B1) w ilości minimalizującej prąd baterii głównej (BG).
 8. Sposób według zastrz. 7, **znamienny tym**, że za pomocą przetwornicy pomocniczej (PS1) zmienia się napięcie baterii pomocniczej (B1), tak aby zminimalizować prąd przetwornicy głównej (PSG).
 9. Sposób według zastrz. 7, **znamienny tym**, że za pomocą układu tyrystorowego odłącza się albo podłącza się baterie główną (BG).

Rysunki

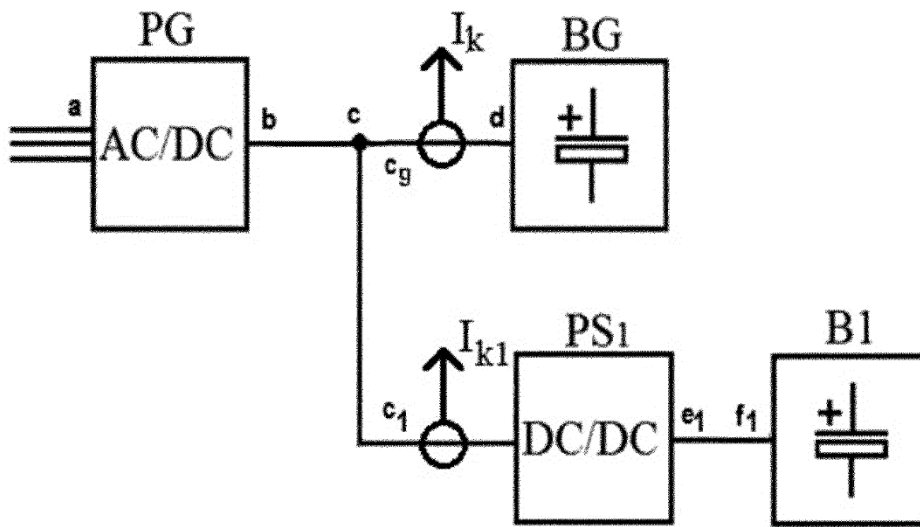


Fig. 1

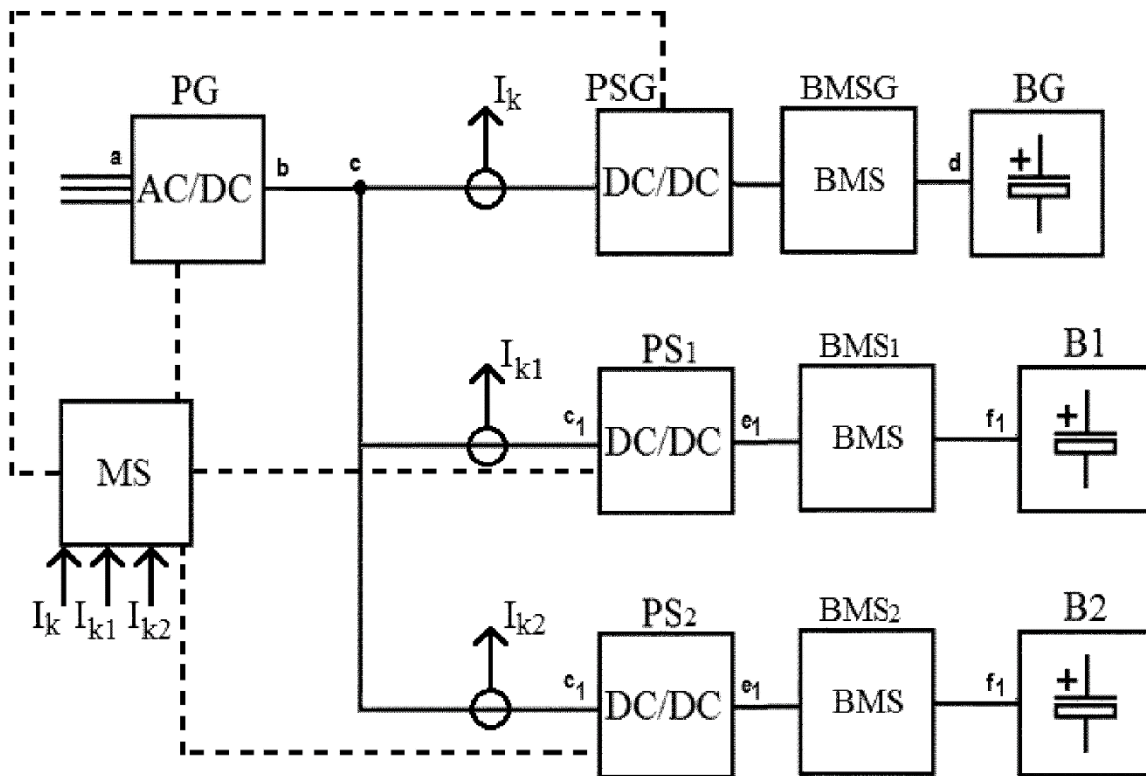


Fig. 2

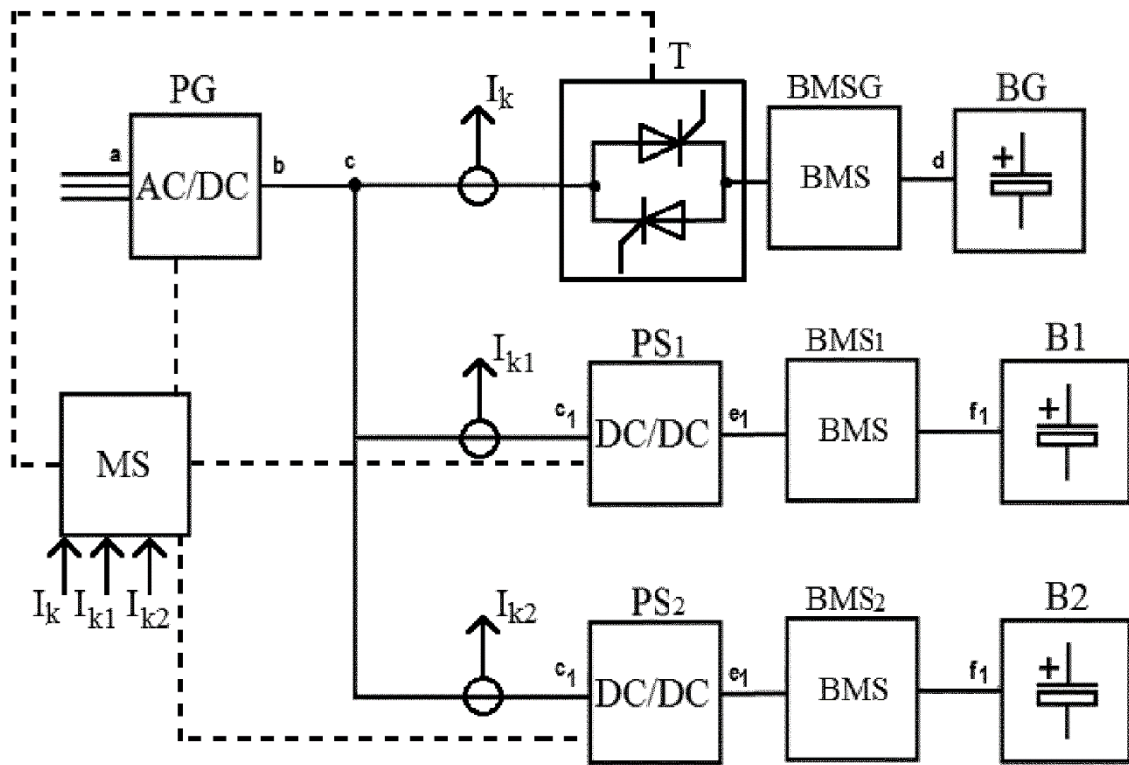


Fig. 3

