

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **240430**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **432227**

(22) Data zgłoszenia: **16.12.2019**

(51) Int.Cl.

B60M 5/00 (2006.01)

G01R 31/50 (2020.01)

(54) **Sposób redukcji zjawisk elektrochemicznych wywołanych przepływem prądu**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

28.06.2021 BUP 13/21

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

04.04.2022 WUP 14/22

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA ŚLĄSKA, Gliwice, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:

GRZEGORZ WIECZOREK, Mikołów, PL

WOJCIECH OLIWA, Gliwice, PL

KRZYSZTOF BERNACKI, Katowice, PL

ZBIGNIEW RYMARSKI, Sosnowiec, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Justyna Duda

PL 240430 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób redukcji zjawisk elektrochemicznych wywołanych przepływem prądu. Sposób może znaleźć zastosowanie w urządzeniach pozyskujących energię ze źródeł niekonwencjonalnych, w których jedna z elektrod jest uziemiona, a przepływ prądu ma charakter bipolarny.

Problem korozji elektrochemicznej pojawia się w wielu urządzeniach, w których występuje przepływ prądu pomiędzy metalowymi elementami umieszczonymi w gruncie. Zjawisko potęguje się w przypadku zasilania prądem stałym, wykorzystywanym na przykład w kolejowej trakcji elektrycznej. W przypadku infrastruktury kolejowej zjawiska elektrochemiczne wywołane są przez przepływ prądów błądzących towarzyszących trakcji elektrycznej. Problem ten został opisany na przykład przez M. Niasati i A. Gholami w artykule „Overview Of Stray Current Control In DC Railway Systems”, przez A. Dolara et al. w artykule „Stray Current Effects Mitigation in Subway Tunnels” i przez M. Siranec et al. w materiałach konferencyjnych „Measurement and Analysis of Stray Currents”.

W artykule „Estimation of Stray Current From a DC-Electrified Railway and Impressed Potential on a Buried Pipe” A. Ogunsola et al. autorzy wskazali, że natężenie prądu błądzącego zależy między innymi od: natężenia prądu trakcyjnego, jakości izolacji szyn, rezystancji masy betonowej i rezystancji filarów. W artykule tym został zaproponowany model parametrów rozproszonych uwzględniający powyższe czynniki do prognozowania zjawisk prądów błądzących w zelektryfikowanych systemach kolejowych prądu stałego. Inny model został zaproponowany przez A. Zaboli w artykule „Evaluation and Control of Stray Current in DC-Electrified Railway Systems”.

Z kolei I. Cotton et al. w artykule „Stray current control in DC mass transit systems” wykazali, że zastosowanie pływających szyn powrotnych zmniejsza poziom prądu błądzącego w porównaniu z uziemionym systemem torów, co znacznie zmniejsza poziom korozji szyn jezdnych systemu trakcyjnego. Wykazali również, że wzrost przewodności układu zbierającego prąd błądzący lub zmniejszenie rezystywności gruntu otaczającej układ trakcyjny zmniejsza ryzyko korozji infrastruktury nośnej i zewnętrznej.

Znany jest sposób odzyskiwania energii elektrycznej z prądów błądzących płynących w warstwie ziemi pod torami kolejowymi, wykorzystujący zakopane w torowisku dwie warstwy siatek metalowych, opisany w patencie CN102501785B. W rozwiązaniu tym wymóg umieszczenia siatek metalowych pod torowiskiem wiąże się z koniecznością jego całkowitej przebudowy, co wymaga wstrzymania ruchu kolejowego na czas prac budowlanych. Siatki nie są galwanicznie połączone z szynami kolejowymi i między warstwami siatek pojawia się mała różnica potencjałów wynikająca z występujących lokalnie w gruncie spadków napięcia spowodowanych przepływem prądów błądzących.

Znany jest z opisu patentowego RU2406907C1 sposób ładowania akumulatora w miejscu przejścia rurociągu przez zelektryfikowaną linię kolejową, wykorzystujący różnicę potencjałów pomiędzy rurociągiem i szynami kolejowymi. Proponowane tam urządzenie wykorzystuje tylko dodatnią różnicę potencjałów, co wynika z zastosowania prostowania jednopółprzewodnikowego do wytworzenia napięcia stałego ładującego akumulator. Zakres stosowalności opisanego rozwiązania jest ograniczony jedynie do niewielkiej liczby miejsc, w których rurociągi przecinają linię kolejową.

Zgodnie z wynalazkiem sposób redukcji zjawisk elektrochemicznych wywołanych przepływem prądu, w którym wykorzystuje się zmienną w czasie różnicę potencjałów U_i pomiędzy źródłem pozyskiwanej energii a ziemią i z zacisku przyłączeniowego poprzez układ zabezpieczenia przeciwprzepięciowego zasila się układ przekształcający napięcie polega na tym, że w układzie pomiaru napięcia mierzy się napięcie wejściowe U_i , a jego wartość podaje się do układu wyznaczającego znak napięcia S , którym steruje się synchronicznym prostownikiem, a jednocześnie wprowadza się do układu sterującego US , ponadto wartość napięcia U_i przekazuje się do układu wyznaczającego moc P , jednocześnie w układzie pomiaru prądu mierzy się natężenie prądu wejściowego I_i , którego wartość wprowadza się równocześnie do układu wyznaczającego moc P oraz układu wyznaczającego ładunek Q , a wartość tego ładunku podaje się do układu sterującego US , w którym po zmianie znaku S napięcia U_i generuje się sygnał CLR , którym zeruje się układ wyznaczania ładunku Q , w międzyczasie chwilową wartość mocy P z układu wyznaczającego moc podaje się do układu sterującego US , w którym realizuje się algorytm maksymalizacji mocy i wyznacza się współczynnik wypełnienia impulsów T , którymi taktuje się układ przetwornicy podwyższająco-obniżającej.

Redukcja zjawisk elektrochemicznych wywołanych przepływem prądu możliwa jest przez to, że dla wstępnej polaryzacji, korzystnie dodatniej polaryzacji, wejściowego napięcia U_i zlicza się ładunek Q w układzie wyznaczającym ładunek aż do momentu zmiany polaryzacji napięcia U_i na przeciwną, co sygnalizuje się zmianą znaku S na wyjściu układu wyznaczającego znak napięcia i w tym momencie

zapisuje się wartość ładunku Q w układzie sterującym US, po czym po wyzerowaniu rozpoczyna się zliczanie ładunku Q dla przeciwnej polaryzacji wejściowego napięcia U_i i w momencie osiągnięcia na wyjściu układu wyznaczającego ładunek wartości Q na wartość bezwzględną równej wartości ładunku wcześniej zapisanej w układzie sterującym US wstrzymuje się generację impulsów T taktujących przetwornicę podwyższająco-obniżającą, przez co równoważy się ładunek przepływający pomiędzy zaciskiem przyłączeniowym i układem uziemienia w trakcie jednego cyklu zmiany polaryzacji napięcia wejściowego U_i .

Sposób według wynalazku przedstawiono na rysunku, na którym Fig. 1 przedstawia schemat blokowy przepływu sygnałów w urządzeniu, Fig. 2 pokazuje przebiegi czasowe natężeń prądu zasilającego (II), ładunku (Q) oraz napięcia na wyjściu urządzenia (UO).

Źródła energii wykorzystujące niekonwencjonalne sposoby jej pozyskiwania znajdują coraz szersze zastosowanie. Niektóre z tych urządzeń wykorzystują niezerową różnicę potencjałów pomiędzy źródłem pozyskiwanej energii a uziemieniem. Prądy płynące mają charakter bipolarny o silnie zmiennym w czasie napięciu.

Źródło pozyskiwanej energii (101), jest chaotycznym źródłem prądu, do którego poprzez zacisk przyłączeniowy (102) podłączone jest wejście urządzenia przetwarzającego energię. Układ zabezpieczenia przeciwprzepięciowego (104) dodatkowo chroni urządzenie przed napięciami większymi na wartość bezwzględną niż dopuszczalne napięcie pracy. Układ pomiaru napięcia (105) mierzy napięcie U_i panujące pomiędzy źródłem pozyskiwanej energii (101) a układem uziemianym (103), natomiast układ pomiaru natężenia prądu (106) wyznacza chwilową wartość I_i natężenia prądu wejściowego urządzenia pozyskującego energię. Zadaniem prostownika synchronicznego (107) jest zapewnienie stałej polaryzacji napięcia U_P na wejściu przetwornicy podwyższająco-obniżającej napięcie (108), z której wyjścia jest wyprowadzone napięcie U_o zasilające urządzenia elektroniczne, czy też układy akumulujące energię.

Parametry źródła prądu wykorzystującego chaotyczne źródło energii, takie jak rezystancja wewnętrzna i napięcie, są silnie zależne od warunków środowiskowych, warunków pogodowych i sposobu pozyskiwania energii. Optymalne wykorzystanie źródła wymaga dopasowania się do jego parametrów, w tym celu w układzie wyznaczającym moc (111) przemnaża się wartość napięcia U_i oraz natężenia prądu I_i , a wartość chwilowej mocy P przekazuje się do układu sterującego US (112), do którego zadań między innymi należy realizacja algorytmu maksymalizacji mocy, którego wynikiem jest zmieniające się wypełnienie impulsów taktujących T sterujących przetwornicą podwyższająco-obniżającą napięcie (108).

Średnia wartość chaotycznego napięcia U_i jest niezerowa, więc jego ciągłe przetwarzanie wiązałoby się z pojawieniem się składowej stałej w prądzie wejściowym I_i , a to z kolei mogłoby potęgować efekty korozji elektrochemicznej metalowych podziemnych elementów, takich jak na przykład pręty uziołmowe. Eliminacja składowej stałej prądu I_i jest możliwa poprzez odpowiednie sterowanie poborem prądu. W tym celu wykorzystuje się układ (110) wyznaczający przepływający ładunek Q . Wartość przepływającego ładunku jest zliczana osobno dla dodatniej (Q_1) i ujemnej polaryzacji (Q_2) napięcia wejściowego U_i . Wyniki zliczania ładunku wprowadzone są do układu sterującego US (112). Jeżeli dla jednej polaryzacji, korzystnie dodatniej, przetwornica (108) wraz z układem sterowania (112) dopasowuje się do parametrów źródła energii poprzez realizację algorytmu maksymalizacji mocy, to po zmianie polaryzacji napięcia proces optymalnego przetwarzania energii jest prowadzony tylko do momentu, w którym zliczony ładunek Q_2 na wartość bezwzględną zrówna się z ładunkiem Q_1 zliczonym dla poprzedniej polaryzacji napięcia U_i . Przetwornica (108) przestaje być taktowana przez układ sterujący US (112), prąd wejściowy I_i osiąga wartość zero i stan ten trwa do momentu zmiany znaku napięcia wejściowego U_i , co powoduje rozpoczęcie nowego cyklu równoważenia ładunków, w którym wartości ładunków Q_1 i Q_2 są na nowo zliczane i ponownie wyznacza się moment zaprzestania poboru energii ze źródła E (101). Granice między cyklami określa znak napięcia wejściowego U_i , który jako sygnał S wyprowadzony jest z układu wyznaczającego znak napięcia (109) do układu sterującego US (112). Na rysunku Fig. 2 przedstawiony jest chaotycznie zmienny przebieg napięcia U_i oraz prądu I_i , który jest nieciągły. Poniżej pokazany został sygnał Q z układu (110) wyznaczającego ładunek, a także przebieg wyjściowego napięcia U_o ukazujący jego nieciągły charakter.

Ciągły przepływ prądu o niezerowej wartości stałej sprzyja korozji elektrochemicznej. Nieciągły i ściśle kontrolowany pobór energii, dzięki któremu bilansuje się ładunki o przeciwnych znakach, redukuje efekty elektrochemiczne.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób redukcji zjawisk elektrochemicznych wywołanych przepływem prądu, w którym wykorzystuje się zmienną w czasie różnicę potencjałów U_i pomiędzy źródłem pozyskiwanej energii a ziemią i z zacisku przyłączeniowego poprzez układ zabezpieczenia przeciwpięciowego zasila się układ przekształcający napięcie **znamienny tym**, że w układzie pomiaru, napięcia (105) mierzy się napięcie wejściowe U_i a jego wartość podaje się do układu (109) wyznaczającego znak napięcia S , którym steruje się synchronicznym prostownikiem (107), a jednocześnie wprowadza się do układu sterującego US (112), ponadto wartość, napięcia U_i przekazuje się do układu (111) wyznaczającego moc P , jednocześnie w układzie pomiaru prądu (106) mierzy się natężenie prądu wejściowego I_i , którego wartość wprowadza się równocześnie do układu (111) wyznaczającego moc P oraz do układu (110) wyznaczającego ładunek Q , a wartość tego ładunku podaje się do układu sterującego US (112), w którym po zmianie znaku S napięcia U_i generuje się sygnał CLR, którym zeruje się układ wyznaczania ładunku Q (110), w międzyczasie chwilową wartość mocy P z układu wyznaczającego moc (111) podaje się do układu sterującego US (112), w którym maksymalizuje się moc i wyznacza się współczynnik wypełnienia impulsów T , którymi taktuje się układ przetwornicy podwyższająco-obniżającej (108).
2. Sposób według zastrz. 1 **znamienny tym**, że dla wstępnej polaryzacji, korzystnie dodatniej polaryzacji, wejściowego napięcia U_i określa się ładunek Q w układzie wyznaczającym ładunek (110) aż do momentu zmiany polaryzacji napięcia U_i na przeciwną, co sygnalizuje się zmianą znaku S na wyjściu układu wyznaczającego znak napięcia (109) i w tym momencie zapisuje się wartość ładunku Q w układzie sterującym US (112), po czym po wyzerowaniu określa się ładunek Q dla przeciwnej polaryzacji wejściowego napięcia U_i i w momencie osiągnięcia na wyjściu układu wyznaczającego ładunek (110) wartości Q na wartość bezwzględną równej wartości ładunku wcześniej zapisanej w układzie sterującym US (112) wstrzymuje się generację impulsów T taktujących przetwornicę podwyższająco-obniżającą (108), przez co równoważy się ładunek przepływający pomiędzy zaciskiem przyłączeniowym (102) i układem uziemienia (103) w trakcie jednego cyklu zmiany polaryzacji napięcia wejściowego U_i .

Rysunki

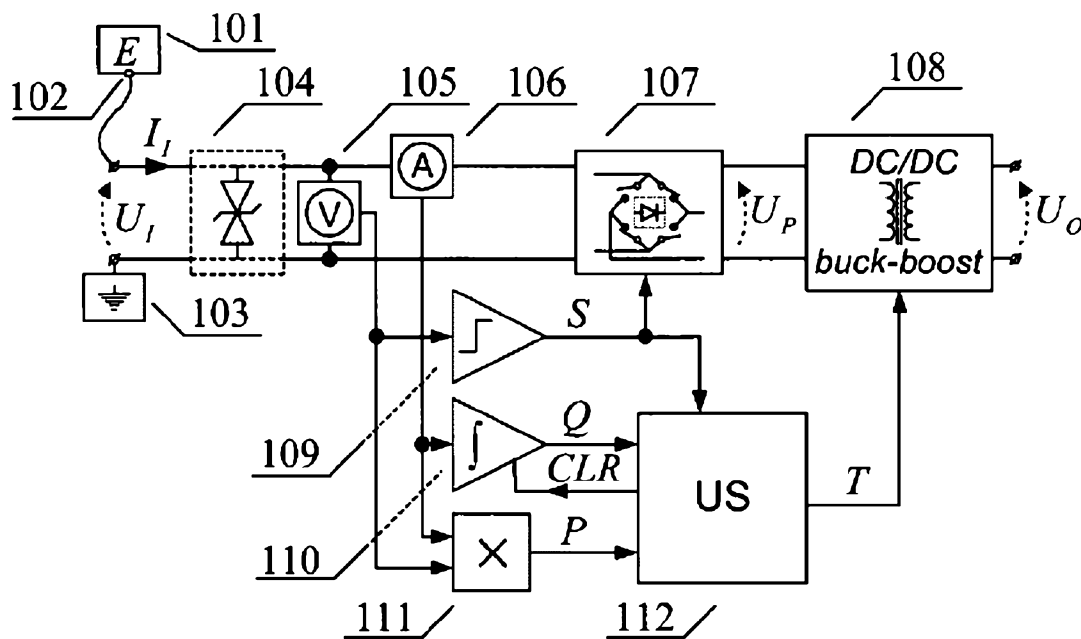


Fig. 1

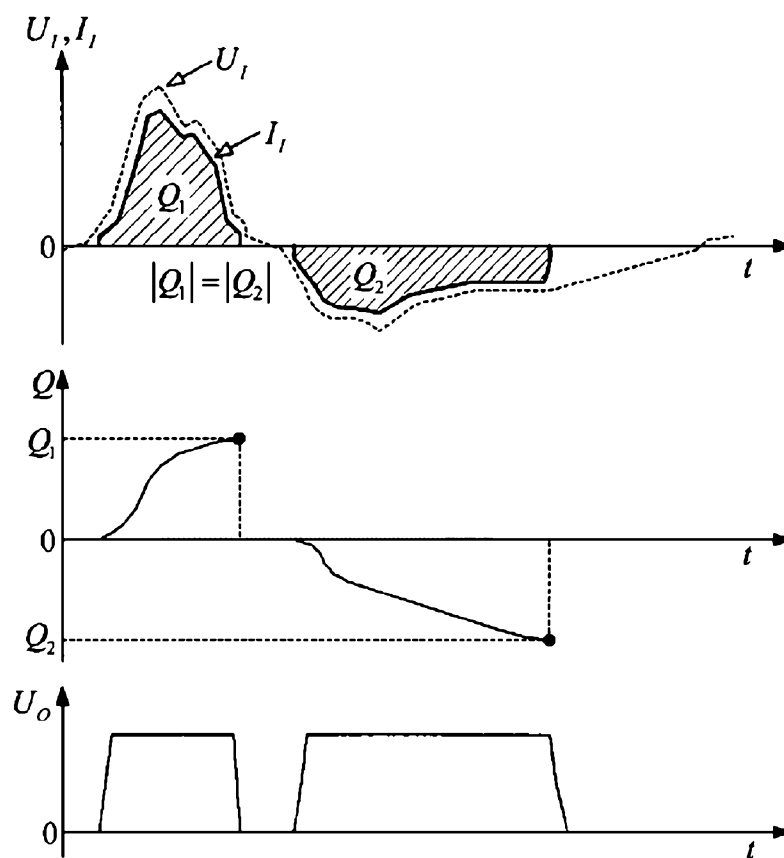


Fig. 2