

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **236528**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **428696**

(22) Data zgłoszenia: **28.01.2019**

(51) Int. Cl.

H02G 7/20 (2006.01)

H02G 7/22 (2006.01)

(54)

**Linia elektroenergetyczna niskiej częstotliwości z kompensacją
szkodliwego pola elektromagnetycznego**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

10.08.2020 BUP 17/20

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

25.01.2021 WUP 02/21

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA WROCŁAWSKA, Wrocław, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:

DARIUSZ SZTAFROWSKI, Wrocław, PL

JACEK GUMIELA, Rudna, PL

PL 236528 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest linia elektroenergetyczna niskiej częstotliwości z kompensacją szkodliwego pola elektromagnetycznego, eliminująca częściowo lub całkowicie pole elektromagnetyczne, które może stanowić zagrożenie dla zdrowia publicznego, znajdująca zastosowanie w liniach i stacjach elektroenergetycznych, głównych punktach zasilania (GPZ) oraz rozdzielniach elektrycznych.

Linia przesyłu energii o bardzo niskiej częstotliwości znana z opisu patentowego USA nr US5068543, redukuje natężenie pola magnetycznego generowane przez napowietrzną linię elektroenergetyczną z wykorzystaniem dodatkowych przewodów, których odpowiednio zaplanowana konfiguracja geometryczna pozwala na wzajemną kompensację pól magnetycznych pochodzących od prądów fazowych oraz pól magnetycznych pochodzących od dodatkowych przewodów kompensujących. Liczba oraz wzajemne odległości wszystkich tych elementów układu są zrealizowane poprzez podzielenie dostarczanego prądu na obciążenie między co najmniej trzema przewodami oraz przez zachowanie określonej relacji przestrzennej pomiędzy poszczególnymi przewodami. Przekładnia jednofazowa o zmniejszonym napromienianiu może występować przy użyciu trzech lub czterech przewodników ustawionych przestrzennie, patrząc w płaszczyźnie przekroju, odpowiednio w linii poziomej lub w układzie prostokątnym. Transmisja trójfazowa przy zredukowanym napromienianiu może wystąpić przy użyciu pięciu lub sześciu przewodów rozmieszczonych przestrzennie w narożach prostokątnego układu, z jednym przewodem odpowiednio w środku lub układem sześciokątnym.

Napowietrzna trójfazowa linia energetyczna eliminująca drobne pola elektryczne i magnetyczne znana jest z opisu patentowego USA nr US5218507. Redukcja natężenia pola elektrycznego oraz magnetycznego realizowana jest poprzez zastosowanie koncentrycznych przewodów zbudowanych z żyły roboczej oraz płaszcza, którym płynie prąd powrotny. Poprzez odpowiednią konfigurację połączeń: na wejściu kabla układ połączeń w gwiazdę, na wyjściu w trójkąt uzyskuje się wzajemną kompensację prądów płynących żyłami roboczymi oraz w płaszczech ochronnych przewodów koncentrycznych. Podając prąd o odpowiedniej amplitudzie i częstotliwości eliminuje się znaczną część generowanego podczas przesyłu pola elektromagnetycznego w otoczeniu przewodów linii przesyłowej, przez zastosowanie ulepszanego kabla zasilającego i układu przewodów, który wykorzystuje współosiowe linie przesyłowe skonfigurowane tak, że prąd powrotny przepływa w zewnętrznym przewodzie. Kabel zapewnia odpowiednie ekranowanie i zapewnia ochronę przed uderzeniami piorunów. Współosiowe linie transmisyjne eliminują promieniowanie fal elektromagnetycznych o częstotliwości 50–60 Hz.

Minimalizacja pola magnetycznego w przesyle mocy znana jest z opisu patentowego USA nr US5360998. Pole magnetyczne pochodzącego od torów prądowych linii napowietrznej redukuje się poprzez zastosowanie rozległej konstrukcji zlokalizowanej na dodatkowych słupach poniżej dolnych przewodów linii elektroenergetycznej. Konstrukcja ta ma charakter poziomo umieszczonej uziemionej pętli przewodzącej, przy czym płaszczyzna wyznaczona przez tę pętlę jest równoległa do płaszczyzny ziemi, z włączoną dodatkowo szeregową pojemnością. Dzięki tej pojemności indukowany w pętli prąd zostaje przesunięty w fazie w stosunku do wywołującego go prądu torów roboczych. Przy odpowiednim doborze parametrów układu poprzez wzajemną interakcję obu pól składowych uzyskuje się obniżenie wartości natężenia pola magnetycznego.

Sposób i urządzenie do redukcji pól magnetycznych ze źródeł pola magnetycznego o niskiej częstotliwości znane są z opisu patentowego USA nr US5365115, polega na zastosowaniu osłon wykonanych z materiału przewodzącego lub o strukturze warstwowej z zawartością materiałów ferromagnetycznych. Osłony przymocowane są do konstrukcji wsporczych lub posiadają własne zamocowanie posadowione na ziemi. Urządzenie składa się z korpusu z materiału magnetycznego umieszczonego w sąsiedztwie co najmniej jednego przewodnika wieloliniowego układu przenoszenia energii elektrycznej. Elementy magnetyczne są umieszczone pomiędzy przewodami a kierunkiem usytuowanym wzdłuż linii przesyłowych mocy, tak że leżą w polu magnetycznym wytwarzanym przez energetyczną linię przesyłową, przez co zmniejszają wielkość pola magnetycznego. W jednym z przykładów zbadanych dla linii elektroenergetycznej w konfiguracji X, została osiągnięta redukcja o 84%, na brzegu prawej strony drogi przesyłu z łukowatym elementem magnetycznym umieszczonym w sąsiedztwie jednego z najniższych przewodników.

Układ przesyłu energii elektrycznej i sposób asymetrycznego przesyłania mocy w celu złagodzenia pól magnetycznych znane są z opisu patentowego USA nr US5391929. Redukcję natężenia pola magnetycznego pochodzącego od torów prądowych linii napowietrznej w określonym obszarze przestrzeni, osiąga się poprzez zastosowanie elementów dodatkowych, rozmieszczonych asymetrycznie

względem osi linii elektroenergetycznej elementów. Linie transmisyjne i dystrybucyjne wykorzystują różne parametry linii, poprzez umiejscowienie przewodów wokół osi symetrii linii, wielkości prądu i kąty fazowe prądów płynących w przewodnikach w optymalny asymetryczny sposób. Asymetrię wg rozwiązania można uzyskać poprzez: asymetrię wymiarów geometrycznych, sterowanie wartością prądu płynącego w elementach dodatkowych, kąt przesunięcia fazowego prądu płynącego w dodatkowych elementach względem prądów płynących w torach prądowych.

Dla wielofazowych układów przesyłowych jakie powszechnie występują w elektroenergetyce, pole elektromagnetyczne stanowi uboczny efekt podczas transportu i przetwarzania energii elektrycznej. Wartość natężenia składowej elektrycznej pola jest uzależniona przede wszystkim od: wartości napięcia, międzyprzewodowych przesunięć faz napięcia przemiennego, odległości przewód-ziemia, odległości międzyprzewodowych, liczby przewodów w wiązce oraz jej konstrukcji w przypadku przewodów wiązkowych. Ze względów bezpieczeństwa oraz konieczności zapewnienia kompatybilności elektromagnetycznej urządzeń dąży się do obniżenia natężenia pola elektromagnetycznego wytwarzanego podczas ich pracy oraz zabezpieczenia przed szkodliwym wpływem zewnętrznych obcych pól elektromagnetycznym na ich funkcjonowanie. Dotychczas powszechnie stosowanym sposobem na obniżenie emisji pola elektromagnetycznego niskiej częstotliwości przez linie elektroenergetyczne jest tworzenie uziemionych osłon lub barier wykonanych z metalowych blach lub siatek. Wykonanie takiej konstrukcji pozwala na znaczące ograniczenie natężenia pola elektrycznego (w mniejszym stopniu pola magnetycznego) niskiej częstotliwości w obszarze znajdującym się za taką konstrukcją patrząc od przewodów znajdujących się na wysokim potencjale względem ziemi. Wykorzystuje się tutaj efekt ekranowania elektromagnetycznego. Zmienne pole elektromagnetyczne, które występuje w otoczeniu większości linii oraz urządzeń elektroenergetycznych charakteryzuje się określonym działaniem dla pewnych przedziałów częstotliwości. Ponadto składowa elektryczna oraz magnetyczna tworzą odmienne interakcje w spotkaniu z elementami obcymi, niezwiązanymi z daną konstrukcją elektroenergetyczną.

Innym sposobem redukcji natężenia pola elektrycznego możliwym do zastosowania jedynie w przypadku wielotorowych układów wielofazowych jest wykorzystanie wzajemnej kompensacji pól składowych tworzących wspólnie, zgodnie z zasadą superpozycji, wypadkowe pole elektryczne. Jeśli w odpowiedni sposób dobierze się sposób przestrzennej lokalizacji poszczególnych torów prądowych względem siebie oraz każdego z przewodów roboczych, którego napięcie jest przesunięte w fazie w stosunku do pozostałych przewodów można uzyskać efekt wzajemnego znoszenia się poszczególnych pól składowych pochodzących od pojedynczych przewodów, a w konsekwencji ograniczenie wypadkowego pola elektrycznego. Wadą tego rozwiązania jest wzrost natężenia wypadkowego pola elektrycznego generowanego przez taki układ przesyłowy w przypadku wyłączenia jednego z torów składowych lub stanu awaryjnego choćby jednej z faz. Kolejnym sposobem ograniczenia natężenia pola elektrycznego jest umieszczenie poniżej przewodu fazowego napowietrznej linii elektroenergetycznej dodatkowego przewodu galwanicznie połączanego z uziemieniem. Poprzez wzajemny wpływ składowych pól obu tych przewodów uzyskuje się obniżone natężenie pola elektrycznego w obszarze znajdującym się poniżej dolnego przewodu. Za wadę powyższego rozwiązania można uznać nierównomierne ograniczenie natężenia pola elektrycznego w poszczególnych kierunkach. Najlepsze efekty uzyskuje się w kierunku pionowym, podczas gdy w innych kierunkach to zabezpieczenie może okazać się niewystarczające.

Linia elektroenergetyczna niskiej częstotliwości z kompensacją szkodliwego pola elektromagnetycznego zgodnie z wynalazkiem, pozwala na ograniczenie składowej elektrycznej pola elektromagnetycznego, dla której linie sił pola ulegają znaczącej deformacji na granicy ośrodków o różnych parametrach elektrycznych takich jak m.in. przenikalność elektryczna, przenikalność magnetyczna oraz przewodność ośrodka. W związku z deformacją linii sił pola elektrycznego na granicy ośrodków zmianie ulega natężenie pola elektrycznego. Bariera lub osłona jest wykonana z metalu i dodatkowo jest uziemiona to natężenie pola elektrycznego za osłoną zostaje znacznie obniżone.

Istota linii elektroenergetycznej według wynalazku polega na tym, że do co najmniej jednego przewodu toru prądowego w odległości zachowującej bezpieczny odstęp izolacyjny, zamocowany jest na konstrukcji wsporczej wykonanej z izolatorów, co najmniej jeden przewód ekranujący, przy czym przewody ekranujące rozmieszczone, korzystnie symetrycznie na okręgu, którego oś leży w osi przewodu toru prądowego.

Korzystnie, przewód ekranujący w postaci spirali nawinięty jest na konstrukcję wsporczą.

Korzystnie, co najmniej jeden, korzystnie cztery przewody ekranujące w postaci prętów rozmieszczone są symetrycznie wokół przewodu toru prądowego na konstrukcji wsporczej.

Korzystnie, przewód ekranujący w postaci walca osadzony jest na konstrukcji wsporczej.

Korzystnie, przewód ekranujący wykonany jest w postaci metalowego walca, najkorzystniej perforowanego walca lub siatki.

Korzystnie, przewód ekranujący połączony jest galwanicznie z uziomem.

Korzystnie, pomiędzy przewód ekranujący i uziom włączony jest szeregowo rezystor, najkorzystniej regulowany o zmiennej rezystancji/impedancji.

Linia elektroenergetyczna niskiej częstotliwości częściowo eliminująca szkodliwe pole elektromagnetyczne zgodnie z wynalazkiem, pozwala na ograniczenie składowej elektrycznej pola elektromagnetycznego, dla której linie sił pola ulegają znaczącej deformacji na granicy ośrodków o różnych parametrach elektrycznych takich jak m.in. przenikalność elektryczna, przenikalność magnetyczna oraz przewodność ośrodka. W związku z deformacją linii sił pola elektrycznego na granicy ośrodków zmiana ulega natężenie pola elektrycznego. Bariera lub osłona elektromagnetyczna jest wykonana z metalu i dodatkowo może być uziemiona, to natężenie pola elektrycznego za osłoną zostaje znacznie obniżone. Objęcie indywidualną osłoną elektromagnetyczną każdego z przewodów toru prądowego linii przesyłowej pozwoliło na zaplanowane sterowanie rozkładem pola elektrycznego pochodzącego od linii napowietrznej, przez co możliwym stało się ograniczenie jego wartości w pobliżu ziemi to jest w miejscu przebywania ludzi oraz poprawiło bezpieczeństwo obsługi w zakresie ochrony przeciwporażeniowej. Rozwiązanie to obejmuje zarówno uziemiony jak i nieuziemiony pojedynczy przewód ekranujący umieszczony w pobliżu przewodu toru prądowego linii przesyłowej, gdzie całkowity rozkład pola elektromagnetycznego od źródła pola odbywa się wewnątrz osłony elektromagnetycznej utworzonej przez ekranujące elementy przewodzące. Na pole elektromagnetyczne występujące na zewnątrz osłony elektromagnetycznej wpływ mają jedynie źródła zewnętrzne, a zatem nie związane z linią elektroenergetyczną podlegającą ochronie. Identyfikację rozkładu pola elektrycznego każdorazowo oblicza się w oparciu o numeryczną metodę elementów różnicowych, tak więc ze względu na odmienne parametry linii elektroenergetycznej oraz geometrię jej przewodów toru prądowego każdorazowo należy indywidualnie dokonać analizy i doboru odpowiedniej konstrukcji służącej redukcji natężenia pola elektrycznego w wybranych miejscach w przestrzeni otaczającej dany obiekt elektroenergetyczny.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania uwidoczniony jest na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia słup z kompensacją szkodliwego pola elektromagnetycznego emitowanego przez przewód toru prądowego spiralnym przewodem ekranującym w ujęciu schematycznym, fig. 2 – słup z kompensacją szkodliwego pola elektromagnetycznego emitowanego przez przewód toru prądowego spiralnym przewodem ekranującym naniesionym na perforowany walec w ujęciu schematycznym, fig. 3 – przewód toru prądowego z czterema przewodami ekranującymi w postaci prętów osadzonymi w konstrukcji wsporczej, fig. 4 – przewód toru prądowego ze spiralnym przewodem ekranującym osadzonym w konstrukcji wsporczej, przy czym widok A przedstawia przekrój poprzeczny a B – widok z góry w ujęciu schematycznym, fig. 5 – przewód toru prądowego ze spiralnym przewodem ekranującym połączony z uziomem i osadzonym w konstrukcji wsporczej, przy czym widok A przedstawia przekrój poprzeczny a B – widok z góry w ujęciu schematycznym, fig. 6 – przewód toru prądowego ze spiralnym przewodem ekranującym połączony z uziomem poprzez rezystor i osadzonym w konstrukcji wsporczej, przy czym widok A przedstawia przekrój poprzeczny a B – widok z góry w ujęciu schematycznym, fig. 7 – przewód toru prądowego z czterema przewodami ekranującymi w postaci prętów osadzonymi w konstrukcji wsporczej, przy czym widok A przedstawia przekrój poprzeczny a B – widok z góry w ujęciu schematycznym, a fig. 8 – przewód toru prądowego z przewodem ekranującym w postaci walca osadzonego na konstrukcji wsporczej, przy czym widok A przedstawia przekrój poprzeczny a B – przekrój wzdłużny w ujęciu schematycznym.

P r z y k ł a d 1

Linia elektroenergetyczna niskiej częstotliwości z kompensacją szkodliwego pola elektromagnetycznego zawierająca przewody ekranujące SW1, SW2, SW3, SW4 umieszczone równolegle względem przewodów toru prądowego L linii przesyłowej zamocowane na elementach mocujących ekran EM osadzonych na słupie linii przesyłowej. Każdy przewód toru prądowego L ma w odległości zachowującej bezpieczny odstęp izolacyjny, zamocowany w konstrukcji wsporczej wykonanej z izolatorów I1, I2, I3, I4 przewód ekranujący SW1 w postaci spirali nawinięty jest na konstrukcję wsporczą, przy czym przewód ekranujący SW1 rozmieszczony jest symetrycznie na okręgu, którego oś leży w osi przewodu toru prądowego L.

Przykład 2

Linia elektroenergetyczna niskiej częstotliwości z kompensacją szkodliwego pola elektromagnetycznego wykonana jak w przykładzie pierwszym z tą różnicą, że przewód ekranujący SW1 w postaci spirali naniesiony na perforowany walec dielektryczny zamocowany jest na izolatorach I1, I2, I3, I4.

Przykład 3

Linia elektroenergetyczna niskiej częstotliwości z kompensacją szkodliwego pola elektromagnetycznego wykonana jak w przykładzie pierwszym albo drugim z tą różnicą, że przewód ekranujący SW1 połączony jest galwanicznie z uziomem E.

Przykład 4

Linia elektroenergetyczna niskiej częstotliwości z kompensacją szkodliwego pola elektromagnetycznego wykonana jak w przykładzie pierwszym albo drugim z tą różnicą, że pomiędzy przewód ekranujący SW1 i uziom E włączony jest szeregowo regulowany rezystor Z o zmiennej rezystancji.

Przykład 5

Linia elektroenergetyczna niskiej częstotliwości z kompensacją szkodliwego pola elektromagnetycznego wykonana jak w przykładzie pierwszym albo drugim z tą różnicą, że na czterech izolatorach I1, I2, I3, I4 zamocowane są cztery przewody ekranujące SW1, SW2, SW3, SW4 w postaci prętów rozmieszczone są symetrycznie wokół przewodu toru prądowego L na konstrukcji wsporczej.

Przykład 6

Linia elektroenergetyczna niskiej częstotliwości z kompensacją szkodliwego pola elektromagnetycznego wykonana jak w przykładzie piątym z tą różnicą, że przewody ekranujące SW1, SW2, SW3, SW4 połączone są galwanicznie z uziomem E.

Przykład 7

Linia elektroenergetyczna niskiej częstotliwości z kompensacją szkodliwego pola elektromagnetycznego wykonana jak w przykładzie piątym z tą różnicą, że pomiędzy przewody ekranujące SW1, SW2, SW3, SW4 i uziom E włączone są szeregowo rezystory Z.

Przykład 8

Linia elektroenergetyczna niskiej częstotliwości z kompensacją szkodliwego pola elektromagnetycznego wykonana jak w przykładzie pierwszym albo drugim z tą różnicą, że w konstrukcji wsporczej zamocowany jest przewód ekranujący SW1 wykonany w postaci metalowego walca.

Przykład 9

Linia elektroenergetyczna niskiej częstotliwości z kompensacją szkodliwego pola elektromagnetycznego wykonana jak w przykładzie ósmym z tą różnicą, że przewód ekranujący SW1 wykonany jest w postaci perforowanego metalowego walca, ponadto przewód ekranujący SW1 połączony jest galwanicznie z uziomem E.

Przykład 10

Linia elektroenergetyczna niskiej częstotliwości z kompensacją szkodliwego pola elektromagnetycznego wykonana jak w przykładzie ósmym z tą różnicą, że przewód ekranujący SW1 w postaci metalowego walca wykonany jest z siatki, ponadto pomiędzy przewód ekranujący SW1 uziom E włączony jest szeregowo rezystor Z regulowany o zmiennej impedancji.

Dla linii elektroenergetycznej niskiej częstotliwości zamocowanej na słupach 400 kV typu Y52, konfiguracje geometryczne przewodów ekranujących SW1, SW2, SW3, SW4 stanowiących nieziemione przewody na przykład stalowy typu FL 70 mm² poprzez izolator I1, I2, I3, I4 zamocowane do przewodu toru prądowego L, uziemiony aluminiowy z rdzeniem stalowym typu AFL 120 mm² poprzez izolator zamocowany do przewodu toru prądowego L lub przewód wiązkowy typu AFL 350 mm² o odległość pomiędzy przewodami wiązkowymi 0,5 m zawieszony na słupie typu Y52 umiejscowiony od osi przewodu toru prądowego L linii przesyłowej na okręgu, którym przesyłany jest prąd o napięciu 400kV, w odległości 6 m. Przewody ekranujące SW1, SW2, SW3, SW4 poprzez izolator I1, I2, I3, I4 mocuje się do przewodu toru prądowego L. Dla powyższych wariantów wyniki analizy pokazały, że maksymalne natężenie pola elektrycznego rejestrowane na wysokości h=2 m nad poziomem terenu pochodzące od nieekranowanej linii napowietrznej 400 kV wynosi niespełna 2 kV/m. Po analizie rozkładu pola elektrycznego dla układu przewodów toru prądowego L linii przesyłowej otoczonych koncentrycznie przewodami ekranującymi SW1, SW2, SW3, SW4 okazało się, że następuje szczelne zamknięcie źródeł pola w przewodzących obudowach powoduje właściwie 100% redukcję natężenia pola elektrycznego poza tymi konstrukcjami, a cały rozkład pola ma miejsce wewnątrz wyżej wymienionych przewodów ekranujących SW1, SW2, SW3, SW4. Wszystkie opisane wyżej warianty stanowią rozwiązania pośrednie pomiędzy rozkładem pola elektrycznego linii przesyłowej pozbawionej systemu ekranowania oraz

takiej linii, której przewody toru prądowego L otoczone są przewodami ekranującymi SW1, SW2, SW3, SW4 uziemionymi i zamocowanymi trwale do konstrukcji wsporczych, ponadto przewody ekranujące SW1, SW2, SW3, SW4 rozmieszczone symetrycznie są na okręgu, którego oś leży w osi przewodu toru prądowego L. Ilość i rozmieszczenie zastosowanych przewodów ekranujących SW1, SW2, SW3, SW4 oraz ich odległość względem każdego przewodu toru prądowego L linii przesyłowej powinno być każdorazowo poprzedzone analizą zarówno najbliższego otoczenia linii przesyłowej jak i spodziewanych efektów uzyskanych w otoczeniu linii niskiej częstotliwości, w której będzie częściowo eliminowane szkodliwe pole elektromagnetyczne. Zastosowanie przewodów ekranujących SW1, SW2, SW3, SW4 w formie dodatkowych uziemionych przewodów umieszczonych pod linią przesyłową powoduje, że niewielkiemu powiększeniu ulega odległość pomiędzy dwoma maksimami natężenia pola elektrycznego jednakże z powodu ograniczenia wartości maksimów jest to bez znaczenia z punktu widzenia obowiązujących przepisów dotyczących natężenia pola elektrycznego o częstotliwości 50 Hz.

Wykaz oznaczeń na rysunku:

E	– uziom,
I1, ..., I4	– izolator,
L	– przewód toru prądowego,
SW1, ..., SW4	– przewód ekranujący,
EM	– element mocujący ekran,
Z	– rezystor.

Zastrzeżenia patentowe

1. Linia elektroenergetyczna niskiej częstotliwości z kompensacją szkodliwego pola elektromagnetycznego zawierająca elementy ekranujące umieszczone równolegle względem osi przewodów toru prądowego linii przesyłowej, **znamienna tym**, że do co najmniej jednego przewodu toru prądowego (L) w odległości zachowującej bezpieczny odstęp izolacyjny, zamocowany jest w konstrukcji wsporczej wykonanej z izolatorów (I1, I2, I3, I4), co najmniej jeden przewód ekranujący (SW1, SW2, SW3, SW4), przy czym przewody ekranujące (SW1, SW2, SW3, SW4) rozmieszczone, korzystnie symetrycznie na okręgu, którego oś leży w osi przewodu toru prądowego (L).
2. Linia według zastrz. 1, **znamienna tym**, że przewód ekranujący (SW1, SW2, SW3, SW4) w postaci spirali nawinięty jest na konstrukcję wsporczą.
3. Linia według zastrz. 1, **znamienna tym**, że co najmniej jeden, korzystnie cztery przewody ekranujące (SW1, SW2, SW3, SW4) w postaci prętów, rozmieszczone są symetrycznie wokół przewodu toru prądowego (L) na konstrukcji wsporczej.
4. Linia według zastrz. 1, **znamienna tym**, że przewód ekranujący (SW1, SW2, SW3, SW4) w postaci walca osadzony jest na konstrukcji wsporczej.
5. Linia według zastrz. 4, **znamienna tym**, że przewód ekranujący (SW1, SW2, SW3, SW4) wykonany jest w postaci metalowego walca, korzystnie perforowanego walca lub siatki.
6. Linia według zastrz. 1, **znamienna tym**, że przewód ekranujący (SW1, SW2, SW3, SW4) połączony jest galwanicznie z uziomem (E).
7. Linia według zastrz. 6, **znamienna tym**, że pomiędzy przewód ekranujący (SW1, SW2, SW3, SW4) i uziom (E) włączony jest szeregowo rezystor (Z), korzystnie regulowany o zmiennej rezystancji/impedancji.

Rysunki

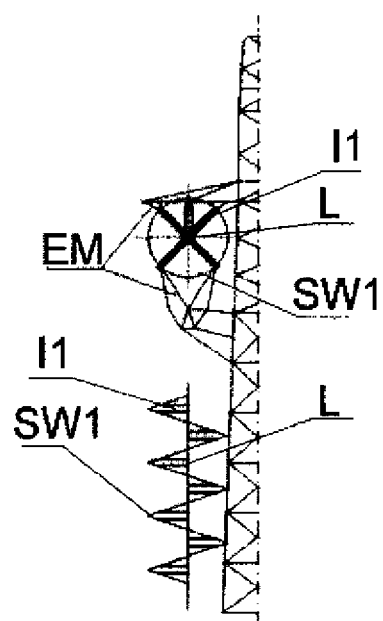


Fig. 1

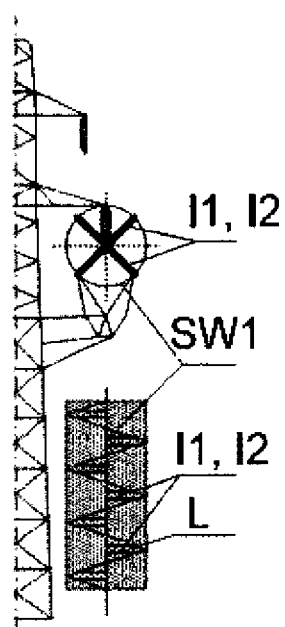


Fig. 2

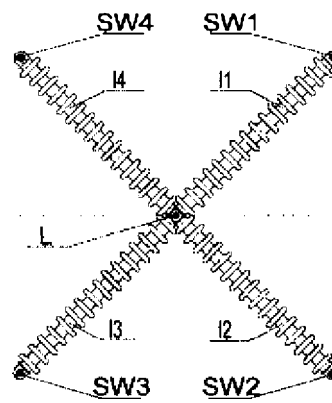


Fig. 3

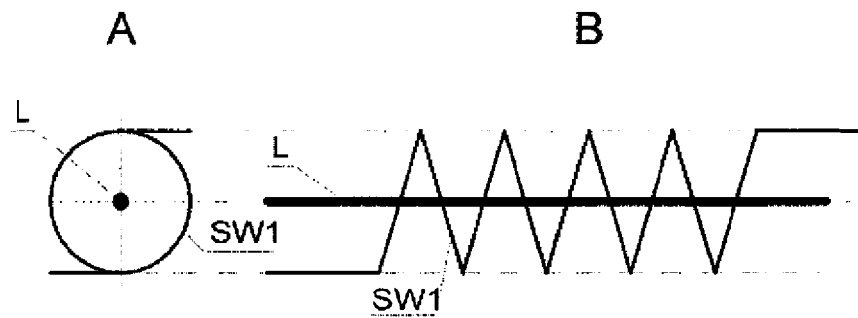


Fig. 4

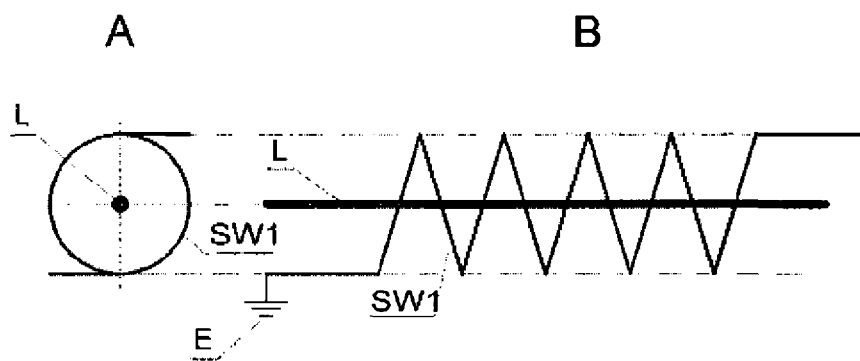


Fig. 5

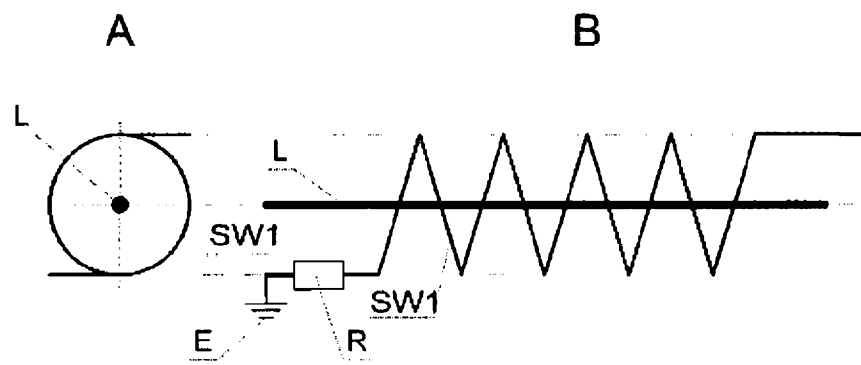


Fig. 6

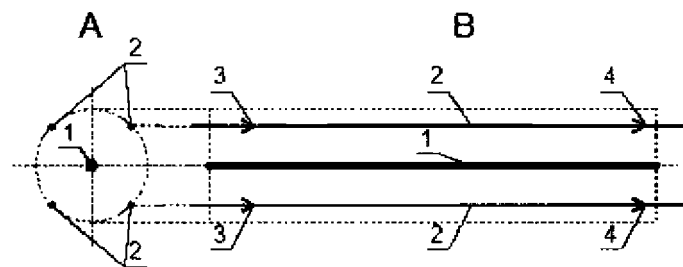


Fig. 7

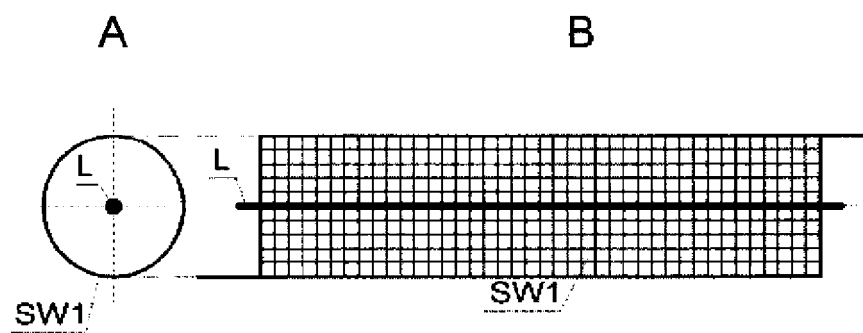


Fig. 8