RZECZPOSPOLITA POLSKA

Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **228588** (13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **420374**

(22) Data zgłoszenia: **19.12.2012**

(62) Numer zgłoszenia, z którego nastąpiło wydzielenie: **402134**

(51) Int.Cl.
G01R 19/00 (2006.01)
G01R 35/00 (2006.01)

(54) **Sposób kalibracji oraz układ kalibracji układu przetwarzania sygnałów w układzie do bezdotykowego pomiaru napięcia szyny fazowej**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
23.06.2014 BUP 13/14

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
30.04.2018 WUP 04/18

(73) Uprawniony z patentu:
AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE, Kraków, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
ANDRZEJ BIEŃ, Kraków, PL
DARIUSZ BORKOWSKI, Kraków, PL
ANDRZEJ WETULA, Kraków, PL

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Patrycja Rosół

PL 228588 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób kalibracji układu przetwarzania sygnałów w układzie do bezdotykowego pomiaru napięcia szyny fazowej oraz układ do kalibracji układu przetwarzania sygnałów w układzie do bezdotykowego pomiaru napięcia szyny fazowej zwłaszcza w zamkniętych szafkowych rozdzielnicach elektrycznych.

Znany jest system do bezdotykowego pomiaru napięć napowietrznych wysokonapięciowych linii energetycznych wykorzystujący wiele czujników pola elektrycznego umieszczonych w jednej linii, prostopadłej do wysokonapięciowych przewodów fazowych. Wspomniany system wykorzystuje uśrednione dane pomiarowe z czujników pola elektrycznego oraz nominalne wartości napięć jakie mają występować na mierzonej wysokonapięciowej linii przesyłowej. Wspomniane dane są wykorzystywane do wyznaczania referencyjnego poziomu normalnego stanu pracy linii przesyłowej. Następnie dane pomiarowe z czujników pola elektrycznego porównuje się z danymi zapisanymi w bazie danych wartości referencyjnych w celu wyznaczenia danych wyjściowych reprezentujących napięcia na poszczególnych przewodach linii przesyłowej. Baza danych składa się z wartości obliczonych przez model matematyczny opisujący układ systemu napowietrznej linii przesyłowej. Ponadto wspomniany system wykorzystuje uśrednianie wartości chwilowych z czujników pola elektrycznego, co daje jedynie uśredniony obraz zmian napięcia na poszczególnych przewodach napowietrznej linii przesyłowej.

Dokument WO0163580A1 opisuje system oraz sposób monitorowania linii elektrycznej w rozdzielnicy elektrycznej. Wartość binarna stanu przewodu elektrycznego w rozdzielnicy jest określana za pomocą czujników nie będących w kontakcie z monitorowaną linią elektryczną.

Sposób kalibracji układu przetwarzania sygnałów odnosi się do układu pomiarowego do bezdotykowego pomiaru napięcia szyny fazowej, w którym mierzy się sygnały napięciowe na czujniku potencjału pola elektrycznego szyny fazowej we wnętrzu rozdzielnicy elektrycznej. Następnie te sygnały napięciowe przesyła się na wejście układu przetwarzania sygnałów, a następnie, w uprzednio skalibrowanym układzie przetwarzania sygnałów, przelicza się wejściowe sygnały napięciowe z czujnika potencjału pola elektrycznego na wyjściowe sygnały napięciowe. Istotą sposobu kalibracji jest to, że do co najmniej jednej szyny fazowej rozdzielnicy elektrycznej podłącza się co najmniej jeden przetwornik napięcia, i mierzy się sygnały napięciowe na wspomnianym przetworniku napięcia. Następnie mierzy się sygnały napięciowe na co najmniej jednym czujniku potencjału pola elektrycznego, we wnętrzu rozdzielnicy elektrycznej. Sygnały napięciowe ze wspomnianego co najmniej jednego czujnika potencjału pola elektrycznego, przesyła się na wejście układu przetwarzania sygnałów. Sygnały napięciowe ze wspomnianego co najmniej jednego przetwornika napięcia przesyła się na co najmniej jedno wejście/wyjście kalibrowanego układu przetwarzania sygnałów. Następnie określa się w układzie przetwarzania sygnałów wartości współczynników zależności sygnałów napięciowych z wejścia/wyjścia od sygnałów napięciowych z wejścia układu przetwarzania. Po z góry określonym czasie mierzenia sygnałów napięciowych na wspomnianym co najmniej jednym czujniku potencjału pola elektrycznego oraz co najmniej jednym przetworniku napięcia odłącza się wszystkie wspomniane przetworniki napięcia od szyny fazowej rozdzielnicy elektrycznej oraz od wejścia/wyjścia układu przetwarzania sygnałów.

Korzystnie sygnały napięciowe mierzone na co najmniej jednym czujniku potencjału pola elektrycznego przekształca się na postać cyfrową za pomocą pierwszego systemu akwizycji danych, oraz przesyła się je na wejście układu przetwarzania sygnałów.

Korzystnie sygnały napięciowe mierzone na co najmniej jednym przetworniku napięcia przekształca się na postać cyfrową za pomocą drugiego systemu akwizycji danych, oraz przesyła się je na wejście/wyjście układu przetwarzania sygnałów.

Wynalazek obejmuje układ do kalibracji układu przetwarzania sygnałów w układzie do bezdotykowego pomiaru napięcia szyny fazowej zwłaszcza w rozdzielnicy elektrycznej. Charakteryzujący się tym, że posiada co najmniej jeden czujnik potencjału pola elektrycznego podłączony za pomocą co najmniej jednego przewodu elektrycznego do wejścia pierwszego systemu akwizycji danych. Wyjście pierwszego systemu akwizycji danych jest podłączone do wejścia układu przetwarzania sygnałów, zaś wyjście wspomnianego przetwornika napięcia podłączone jest do co najmniej jednego wejścia/wyjścia układu przetwarzania sygnałów.

Korzystnie między wyjściem przetwornika napięcia a wyjściem/wejściem układu przetwarzania sygnałów znajduje się drugi system akwizycji danych.

Korzystnie przetwornikiem napięcia jest rezystancyjny dzielnik napięcia.

Korzystnie czujnik potencjału pola elektrycznego składa się z górnej płytki metalowej i dolnej płytki metalowej, które to płytki są usytuowane równolegle względem siebie jedna nad drugą i nie stykają się ze sobą.

Korzystnie górna płytka metalowa oraz dolna płytka metalowa są oddzielone od siebie tulejami izolacyjnymi.

Korzystnie wspomniany układ posiada co najmniej dwa czujniki potencjału pola elektrycznego, przy czym wszystkie dolne płytki metalowe wspomnianych czujników potencjału pola elektrycznego stanowi jedna wspólna dolna płytka metalowa dla wszystkich odrębnych górnych płytek metalowych.

Korzystnie wspomniane co najmniej dwa czujniki potencjału pola elektrycznego są umieszczone w jednej linii prostopadłej do linii przebiegu co najmniej jednej szyny fazowej.

Korzystnie dolną płytkę metalową czujnika potencjału pola elektrycznego stanowi podłoga przedziału szynowego rozdzielnicy elektrycznej.

Korzystnie na wyjściu pierwszego systemu akwizycji danych znajduje się karta akwizycji danych, której wyjście jest podłączone do układu przetwarzania danych.

Wspomniany układ może być instalowany bezpośrednio w przedziale szynowym rozdzielnicy i nie wymaga dodatkowego pola pomiarowego. Zamknięcie układu czujników we wnętrzu rozdzielnicy pozwala na wyeliminowanie zakłóceń wynikających z konstrukcji rozdzielnicy elektrycznej.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania jest uwidoczniony na rysunku na którym: fig. 1 przedstawia schemat blokowy układu do kalibracji układu przetwarzania sygnałów w układzie do bezdotykowego pomiaru napięcia według wynalazku; fig. 2 – schematyczny przekrój poprzeczny rozdzielnicy elektrycznej według wynalazku; fig. 3 – schematyczny widok z góry pokazujący rozmieszczenie czujników potencjału pola elektrycznego względem szyn fazowych; fig. 4 – widok z boku czujników potencjału pola elektrycznego.

Poniżej opisano szczegółowo przedmiot niniejszego wynalazku w odniesieniu do załączonych rysunków oraz przykładów wykonania. Wynalazek obejmuje sposób kalibracji układu 3 przetwarzania sygnałów w układzie do bezdotykowego pomiaru napięcia rozdzielnicy elektrycznej 11. Kalibracja jest przeprowadzana w trakcie wytwarzania rozdzielnicy elektrycznej 11 albo po każdorazowej zmianie konfiguracji budowy rozdzielnicy elektrycznej 11.

Kalibracja realizowana w sposób według wynalazku poprzedza bezdotykowy pomiar napięcia, w którym napięcia fazowe szyn 1 rozdzielnicy elektrycznej 11 wyznaczane są poprzez przeliczanie sygnałów pochodzących z czujników 2 potencjału pola elektrycznego umieszczonych w pobliżu wspomnianych szyn fazowych 1. Każdy z czujników 2 potencjału pola elektrycznego reaguje na pola elektryczne wytwarzane przez wszystkie szyny fazowe 1 rozdzielnicy elektrycznej 11. Dlatego konieczne jest przetworzenie sygnałów z wszystkich czujników 2 potencjału pola elektrycznego na faktyczne wartości poszczególnych napięć fazowych na poszczególnych szynach fazowych 1 rozdzielnicy elektrycznej 11, polegające na rozdzieleniu poszczególnych sygnałów z czujników 2 potencjału pola elektrycznego. Do tego celu wykorzystano układ 3 przetwarzania sygnałów, który realizuje sztuczną sieć neuronową.

Kalibracja układu 3 przetwarzania sygnałów, jest przeprowadzeniem etapu uczenia sztucznej sieci neuronowej. Etap ten składa się z wyznaczania odpowiednich parametrów układu 3 przetwarzania sygnałów. Kalibracji, czyli uczenia nie trzeba powtarzać jeśli utrzymuje się stałą geometrię i warunki pracy rozdzielnicy elektrycznej 11 podczas normalnej pracy systemu. Ilość czujników 2 potencjału pola elektrycznego powinna być co najmniej równa liczbie faz szyn 1 rozdzielnicy elektrycznej 11, jednakże korzystne jest, gdy liczba czujników 2 potencjału pola elektrycznego jest większa niż liczba faz szyn 1, ponieważ pozwala to na wykorzystanie w przetwarzaniu sygnałów nadmiarowej informacji o mierzonym obiekcie poprawiając dokładność odtworzenia wartości chwilowych napięć obserwowanych szyn fazowych 1 rozdzielnicy elektrycznej 11. Jeśli utrzymywana będzie niezmienna geometria układu czujników 2 oraz przewodów lub szyn fazowych 1, których napięcie będzie mierzone to nie jest konieczne przeprowadzenie ponownej kalibracji.

Kalibracja układu 3 przetwarzania sygnałów, polegająca na uczeniu systemu pomiarowego, wymaga równoczesnej rejestracji sygnałów z czujników 2 potencjału pola elektrycznego oraz sygnałów napięcia mierzonych za pomocą innych (kalibrowanych) przetworników napięcia 4. W trakcie wspomnianej kalibracji, przetworniki napięcia 4, na przykład, przekładniki napięciowe, szerokopasmowe rezystancyjne dzielniki napięcia lub inne przetworniki pomiarowe działające w oparciu o znane rozwiązania podłączane są bezpośrednio do szyn fazowych 1. Przetworniki napięcia 4 umieszczone są w rozdzielnicy elektrycznej 11 tak, aby nie ograniczały wspomnianej geometrii przedziału szynowego oraz, aby nie

zakłócały pomiaru wykonywanego przez czujniki 2 potencjału pola elektrycznego. Sygnały napięciowe ze wspomnianych przetworników napięcia 4 dostarczają informacji o obserwowanych napięciach fazowych na szynach fazowych 1 z możliwie dużą dokładnością. Wspomniane sygnały z przetworników napięcia 4 przekształcane są na postać cyfrową w drugim systemie 6 akwizycji danych. Sygnały te stanowią referencję niezbędną do skalibrowania tj. nauczenia systemu. Jednocześnie rejestrowane są sygnały napięciowe z czujników 2 potencjału pola elektrycznego. Sygnały te są rejestrowane przez pierwszy system akwizycji danych 5, na przykład, za pomocą szybkiej i precyzyjnej karty akwizycji danych.

W trakcie kalibracji układu 3 przetwarzania sygnałów podaje się na co najmniej jednym wejściu 8 układu 3 przetwarzania sygnałów, sygnały napięciowe z czujników 2 potencjału pola elektrycznego oraz na co najmniej drugim wejściu/wyjściu 7 układu 3 przetwarzania sygnałów, sygnały napięciowe z przetworników napięcia 4. Kalibracja polega na uczeniu sztucznej sieci neuronowej, której zadaniem będzie przeliczanie sygnałów pochodzących z czujników 2 potencjału pola elektrycznego na wartości napięć fazowych na poszczególnych szynach fazowych 1 rozdzielnicy elektrycznej 11. Kalibracja, to jest uczenie sztucznej sieci neuronowej, wykorzystuje zarejestrowane napięcia z przetworników napięcia 4 jednej lub wielu szyn fazowych 1 jako zadane wartości wyjść sieci, a zarejestrowane wartości napięć z czujników 2 potencjału pola elektrycznego jako wejścia sieci. W układzie 3 przetwarzania sygnałów określa się wartości współczynników zależności sygnałów napięciowych z co najmniej jednego wejścia/wyjścia 7 od sygnałów napięciowych z wejścia 8. Wykorzystano sieć neuronową typu NARX (nieliniowa, autoregresyjna z zewnętrznym wejściem) odpowiednią do modelowania obiektów dynamicznych. Wspomniane sygnały napięciowe z czujników 2 potencjału pola elektrycznego oraz z przetworników napięcia 4 rejestrowane są w ciągu określonego z góry okresu czasu tak, aby zgromadzić oraz przeanalizować odpowiednią liczbę zróżnicowanych sekwencji uczących wymaganych do poprawnego skalibrowania układu 3 przetwarzania sygnałów. Proces kalibracji, to jest, uczenia sztucznej sieci neuronowej kończy się po wyżej wspomnianym z góry określonym czasie lub też po osiągnięciu określonej z góry wartości błędu przeliczania napięć czujników na napięcia szyn fazowych 1 rozdzielnicy elektrycznej 11.

Wynalazek układu do kalibracji układu 3 przetwarzania sygnałów w układzie do bezdotykowego pomiaru napięcia rozdzielnicy elektrycznej 11 zawierającego co najmniej jedną szynę fazową 1 usytuowaną w przedziale szynowym 12 rozdzielnicy elektrycznej 11, do której to szyny 1 podłączony jest przetwornik napięcia 4.

Na Fig. 1 przedstawiono schemat blokowy układu do kalibracji układu 3 przetwarzania sygnałów w układzie do bezdotykowego pomiaru napięcia rozdzielnicy elektrycznej 11.

W układzie do pomiaru napięcia czujniki 2 potencjału pola elektrycznego podłączone są za pomocą przewodów elektrycznych 24 do wejścia pierwszego systemu 5 akwizycji danych, który zawiera odpowiednie układy wzmacniające oraz kształtujące sygnały z czujników potencjału pola elektrycznego. Na wyjściu pierwszego systemu 5 akwizycji danych znajduje się karta akwizycji danych (nie pokazana), która przekształca wzmocnione oraz ukształtowane analogowe sygnały napięciowe na postać cyfrową. Cyfrowe wyjście pierwszego systemu akwizycji danych 5 podłączone jest do wejścia 8 układu 3 przetwarzania sygnałów. Wspomniany układ 3 przetwarzania sygnałów może stanowić dowolny układ przetwarzania sygnałów, który realizuje sztuczną sieć neuronową, może to być specjalizowany układ scalony typu ASIC, cyfrowy procesor sygnałowy DSP, programowalny układ logiczny typu FPGA dowolny inny układ lub system przystosowany do realizacji sztucznej sieci neuronowej. Na wejściu/wyjściu 7 wspomnianego układu 3 przetwarzania sygnałów zapewnione są sygnały reprezentujące zmierzone napięcia szyn fazowych 1.

Układ kalibracji jest utworzony na bazie opisanego wyżej układu do bezdotykowego pomiaru napięcia rozdzielnicy elektrycznej 11. Do wejścia/wyjścia 7 układu 3 przetwarzania sygnałów dodatkowo podłączony jest przetwornik napięcia 4. Wspomniany przetwornik napięcia 4, może stanowić na przykład skalibrowany przekładnik napięciowy, szerokopasmowy rezystancyjny dzielnik napięcia itp. Przetwornik napięcia 4 jest bezpośrednio dołączony do wspomnianej szyny fazowej 1. Sygnały wyjściowe z przetwornika napięcia 4 są podawane bezpośrednio na wejście/wyjście 7 układu 3 przetwarzania sygnałów poprzez odpowiedni drugi system 6 akwizycji danych dostosowujący sygnały wyjściowe z przetworników napięcia 4 do parametrów wejściowych wejścia/wyjścia 7 układu 3 przetwarzania sygnałów.

Na Fig. 2 przedstawiono schematycznie przykład wykonania rozdzielnicy elektrycznej 11, w którym czujniki 2 potencjału pola elektrycznego umieszczone są w przedziale szynowym 12 mieszczącym w sobie trzy szyny fazowe 1, który przebiega przez wszystkie pola rozdzielnicy elektrycznej 11.

Czujniki 2 potencjału pola elektrycznego składają się z górnych płytek metalowych 21 oraz z dolnej jednej płytki metalowej 22 wspólnej dla wszystkich czujników. Zestaw pomiarowy zawiera pięć tak utworzonych czujników, ułożonych wzdłuż linii prostopadłej do szyn fazowych rozdzielni elektrycznej, poniżej szyn.

Fig. 3 przedstawia schematycznie widok z góry pokazujący rozmieszczenie czujników 2 potencjału pola elektrycznego w odniesieniu do szyn fazowych 1, które to czujniki składają się z górnych płytek metalowych 21 oraz z dolnej jednej płytki metalowej 22 wspólnej dla wszystkich czujników.

Na Fig. 4 przedstawiono, w widoku z boku, przykład innego wariantu wykonania czujników 2 potencjału pola elektrycznego, które składają się każdy z dwóch płytek: górnej płytki metalowej 21 oraz dolnej płytki metalowej 22, które są ułożone równolegle względem siebie nie stykając się ze sobą jedna nad drugą. Każdy wspomniany czujnik 2 potencjału pola elektrycznego ma kształt kondensatora płaskiego ze szczeliną powietrzną z okładkami ze wspomnianych równoległych płytek metalowych górnej 21 oraz dolnej 22. Zamiast stosować oddzielne dolne płytki metalowe 22 dla każdego czujnika 2 wykorzystano jedną litą metalową płytę rozciągającą się na całej szerokości wszystkich czujników 2 potencjału pola elektrycznego usytuowaną pod poszczególnymi górnymi płytkami metalowymi 21. Dolna płytka metalowa 22 jest wspólna dla wszystkich tych czujników. W pokazanym wariancie wykonania czujników 2 górne płytki metalowe 21 zamocowane są do dolnej płytki metalowej 22 za pomocą tulei izolacyjnych 23. Wspomniane czujniki 2 potencjału pola elektrycznego mają doprowadzone przewody elektryczne 24 służące do pomiaru wartości potencjału pola elektrycznego.

Przedstawione przykłady wykonania są tylko przykładowe i niniejszy wynalazek nie ogranicza się jedynie do tego przykładu wykonania.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób kalibracji układu przetwarzania sygnałów w układzie do bezdotykowego pomiaru napięcia szyny fazowej, w którym mierzy się sygnały napięciowe na co najmniej jednym czujniku (2) potencjału pola elektrycznego szyny fazowej we wnętrzu rozdzielnicy elektrycznej (11), następnie przesyła się te sygnały napięciowe na wejście (8) układu (3) przetwarzania sygnałów, a następnie, w uprzednio skalibrowanym układzie (3) przetwarzania sygnałów, przelicza się wejściowe sygnały napięciowe z czujnika (2) potencjału pola elektrycznego na wyjściowe sygnały napięciowe, **znamienny tym**, że do co najmniej jednej szyny fazowej (1) rozdzielnicy elektrycznej (11) podłącza się co najmniej jeden przetwornik napięcia (4), następnie

   mierzy się sygnały napięciowe na wspomnianym co najmniej jednym przetworniku napięcia (4), następnie

   mierzy się sygnały napięciowe na co najmniej jednym czujniku (2) potencjału pola elektrycznego, we wnętrzu rozdzielnicy elektrycznej (11), następnie

   przesyła się sygnały napięciowe ze wspomnianego co najmniej jednego czujnika (2) potencjału pola elektrycznego na wejście (8) układu (3) przetwarzania sygnałów oraz przesyła się sygnały napięciowe ze wspomnianego co najmniej jednego przetwornika napięcia (4) na co najmniej jedno wejście/wyjście (7) wspomnianego układu (3) przetwarzania sygnałów, następnie

   określa się w układzie (3) przetwarzania sygnałów wartości współczynników zależności sygnałów napięciowych z co najmniej jednego wejścia/wyjścia (7) od sygnałów napięciowych z wejścia (8), następnie

   po z góry określonym czasie mierzenia sygnałów napięciowych na wspomnianym co najmniej jednym czujniku (2) potencjału pola elektrycznego oraz co najmniej jednym przetworniku napięcia (4) odłącza się wszystkie wspomniane przetworniki napięcia (4) od szyny fazowej (1) rozdzielnicy elektrycznej (11) oraz od wejścia/wyjścia (7) układu (3) przetwarzania sygnałów.
2. Sposób kalibracji, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że sygnały napięciowe mierzone na co najmniej jednym czujniku (2) potencjału pola elektrycznego przekształca się na postać cyfrową za pomocą pierwszego systemu (5) akwizycji danych, oraz przesyła się je na wejście (8) układu (3) przetwarzania sygnałów.

3. Sposób według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że sygnały napięciowe mierzone na co najmniej jednym przetworniku napięcia (4) przekształca się na postać cyfrową za pomocą drugiego systemu (6) akwizycji danych, oraz przesyła się je na wejście/wyjście (7) układu (3) przetwarzania sygnałów.
4. Układ do kalibracji układu przetwarzania sygnałów w układzie do bezdotykowego pomiaru napięcia szyny fazowej, zwłaszcza w rozdzielnicy elektrycznej posiadającej co najmniej jedną szynę fazową usytuowaną w przedziale szynowym tej rozdzielnicy elektrycznej, do której to szyny podłączony jest przetwornik napięcia, **znamienny tym**, że posiada co najmniej jeden czujnik (2) potencjału pola elektrycznego podłączony za pomocą co najmniej jednego przewodu elektrycznego (24) do wejścia pierwszego systemu (5) akwizycji danych, przy czym wyjście pierwszego systemu (5) akwizycji danych jest podłączone do wejścia układu (3) przetwarzania sygnałów, zaś wyjście wspomnianego przetwornika napięcia (4) podłączone jest do co najmniej jednego wejścia/wyjścia (7) układu (3) przetwarzania sygnałów.
5. Układ według zastrz. 4, **znamienny tym**, że między wyjściem przetwornika napięcia (4) a wyjściem/wejściem (7) układu (3) przetwarzania sygnałów znajduje się drugi system (6) akwizycji danych.
6. Układ według zastrz. 4 albo 5, **znamienny tym**, że przetwornikiem napięcia (4) jest rezystancyjny dzielnik napięcia.
7. Układ według zastrz. 4 albo 5, albo 6, **znamienny tym**, że czujnik (2) potencjału pola elektrycznego składa się z górnej płytki metalowej (21) i dolnej płytki metalowej (22), które to płytki są usytuowane równolegle względem siebie jedna nad drugą i nie stykają się ze sobą.
8. Układ według zastrz. 7, **znamienny tym**, że górna płytka metalowa (21) oraz dolna płytka metalowa (22) są oddzielone od siebie tulejami izolacyjnymi (23).
9. Układ według zastrz. 7 albo 8, **znamienny tym**, że posiada co najmniej dwa czujniki (2) potencjału pola elektrycznego, przy czym wszystkie dolne płytki metalowe (22) wspomnianych czujników (2) potencjału pola elektrycznego stanowi jedna wspólna dolna płytka metalowa (22) dla wszystkich odrębnych górnych płytek metalowych (21).
10. Układ według zastrz. 9, **znamienny tym**, że wspomniane co najmniej dwa czujniki (2) potencjału pola elektrycznego są umieszczone w jednej linii prostopadłej do linii przebiegu co najmniej jednej szyny fazowej (1).
11. Układ według zastrz. 7 albo 8, albo 9, albo 10, **znamienny tym**, że dolną płytkę metalową (22) czujnika (2) potencjału pola elektrycznego stanowi podłoga przedziału szynowego (12) rozdzielnicy elektrycznej (11).
12. Układ według dowolnego z zastrz. od 4 do 11, **znamienny tym**, że na wyjściu pierwszego systemu (5) akwizycji danych znajduje się karta akwizycji danych, której wyjście jest podłączone do układu (3) przetwarzania danych.

Rysunki

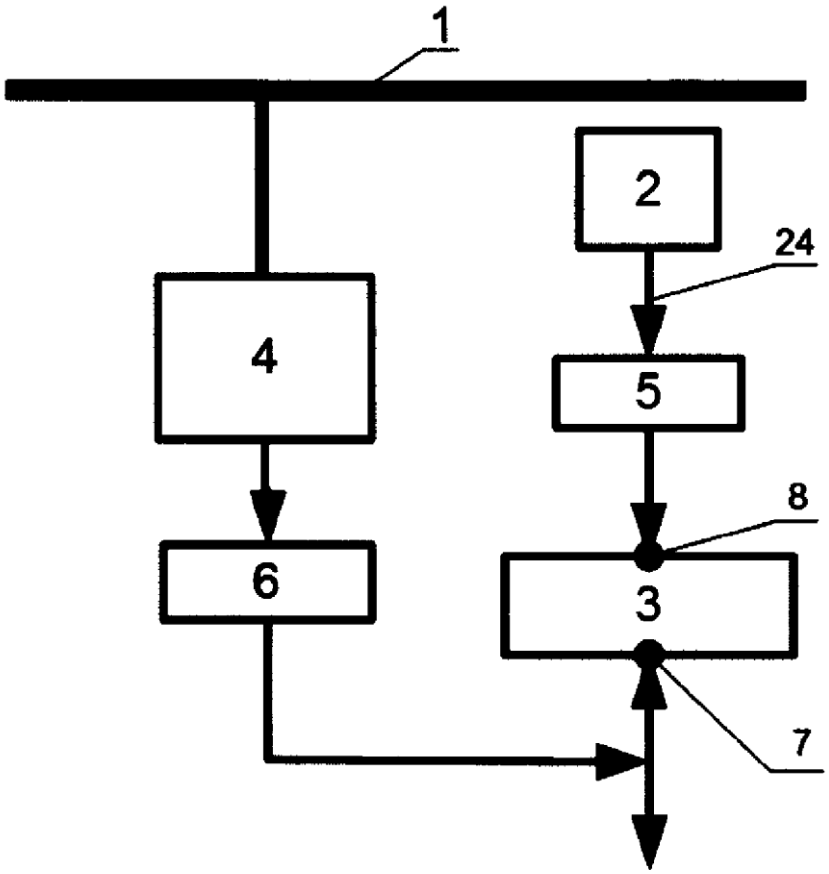

FIG. 1

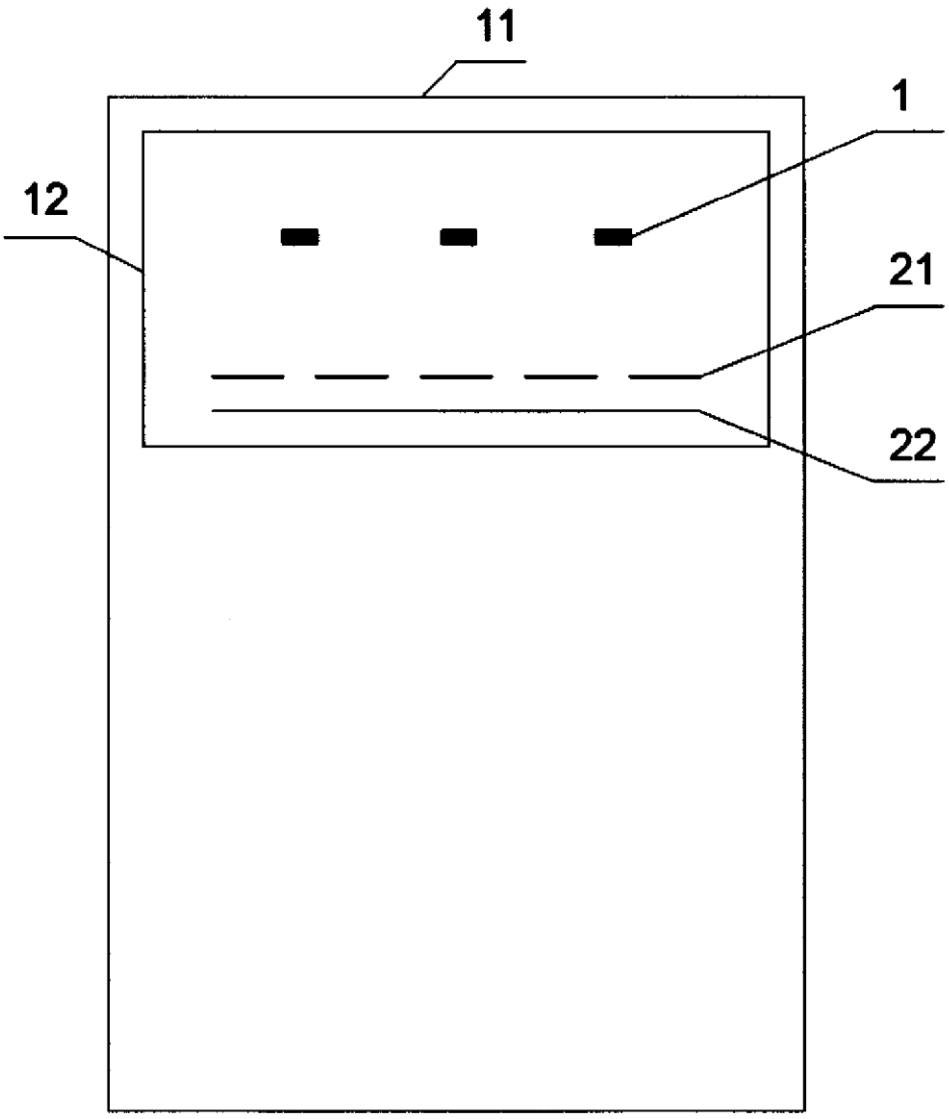

FIG. 2

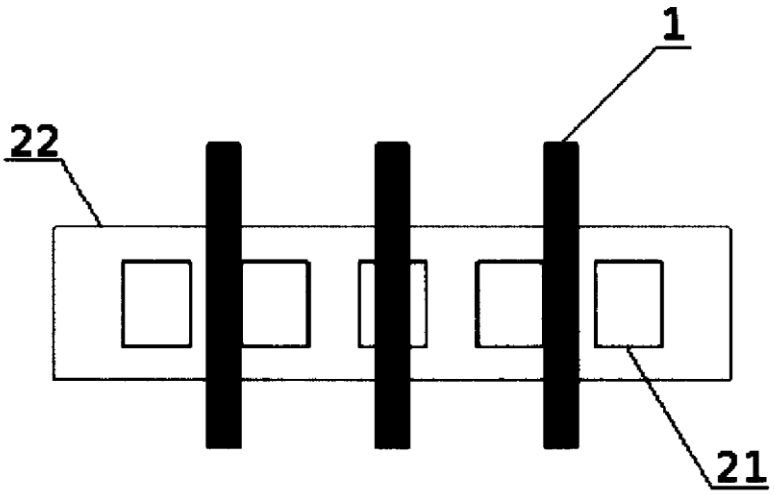

FIG. 3

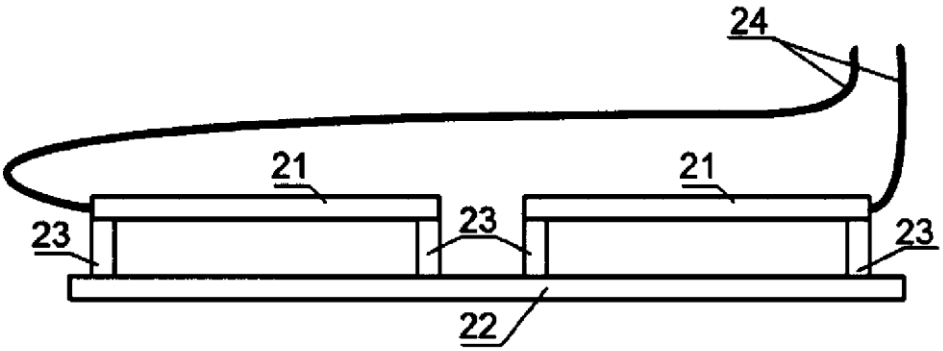

FIG. 4

Departament Wydawnictw UPRP
Cena 2,46 zł (w tym 23% VAT)