

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **237078**
(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **428234**

(51) Int.Cl.
H01H 47/18 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **18.12.2018**

(54)

Iskrobezpieczny elektroniczny przekaźnik bezpieczeństwa

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

29.06.2020 BUP 14/20

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

08.03.2021 WUP 05/21

(73) Uprawniony z patentu:

**MDJ ELECTRONIC SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Mikołów, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**KRZYSZTOF GRALEWSKI, Mysłowice, PL
PIOTR DZIERŻAK, Katowice, PL
LESZEK DREWNIOK, Stanica, PL
PAWEŁ SZWEJKOWSKI, Katowice, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Marian Małachowski

PL 237078 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest iskrobezpieczny elektroniczny przekaźnik bezpieczeństwa stosowany do sterowania urządzeń zlokalizowanych w strefie zagrożonej wybuchem gazu lub pyłu, w szczególności w górnictwie.

Znane i stosowane są powszechnie przekaźniki bezpieczeństwa oparte na przekaźnikach elektromechanicznych o specjalnej konstrukcji. Przekaźniki te używane są w układach sterowania urządzeń, w których w przypadku nieprawidłowego zadziałania, narażeniu ulega zdrowie lub życie ludzkie lub mienie znacznej wartości. Zastosowanie tych przekaźników w strefie zagrożonej wybuchem gazu lub pyłu jest utrudnione ze względu na znaczne indukcyjności cewek przekaźników elektromechanicznych, znaczny pobór mocy oraz wymagane przez normy na zabezpieczenia za pomocą iskrobezpieczeństwa znaczne odstępy izolacyjne pomiędzy elementami stykowymi a cewkami. Niektóre z nich posiadają jedynie możliwość zastosowania ich zestyków w strefie zagrożonej wybuchem podczas, gdy sam przekaźnik musi zostać zlokalizowany poza strefą.

Znane są przekaźniki półprzewodnikowe SSR, które są urządzeniami załączającymi zbudowanymi wyłącznie z elementów elektronicznych. Sterowaniem obciążeniem prądowym jest realizowane przy wykorzystaniu układu z elementem optoelektronicznym. Dzięki temu obwód sterujący jest odseparowany galwanicznie od obwodu głównego. Stosowanie sprzężenia optycznego powoduje także niska pojemność pomiędzy wyjściem a wejściem przekaźnika i w konsekwencji niska wartość prądu upływu co ma duże znaczenie w wielu aplikacjach.

Znany jest przekaźnik półprzewodnikowy, który wykorzystuje tranzystory MOSFET. Prąd sterujący wynoszący tylko kilka mA w obwodzie wejściowym PhotoMOS zaświeca diodę LED wykonaną z arsenku galu, emitującą światło podczerwone. Po przejściu przez półprzezroczystą żywicę pełniącą rolę izolatora, podczerwień oświetla fotoogniwa zintegrowane w obudowie PhotoMOS, które przetwarzają światło na napięcie. Zapewnia to izolację galwaniczną pomiędzy obwodami wejściowymi a wyjściowymi. Napięcie z fotoogniw jest podawane na obwód sterujący połączonymi bramkami dwóch sprzężonych tranzystorów DMOSFET dołączonymi do styków wyjściowych.

Znany jest z opisu patentowego PL 315389 B1 układ przekaźnika bezstykowego z wyjściem kontrolnym o bardzo małej rezystancji wewnętrznej, przeznaczony do stosowania w bezpiecznych systemach automatyki, zwłaszcza w układach sterowania urządzeniami zewnętrznymi sygnalizacji przejazdowej. Układ przekaźnika bezstykowego według wynalazku charakteryzuje się tym, że bramka klucza tranzystorowego trzeciego wyprowadzona jest poprzez rezystor drugi na wejście drugie układu i połączona jest z kolektorem pierwszego tranzystora, katodą diody czwartej i poprzez rezystor ósmy z ujemnym biegunem zasilania. Źródło klucza tranzystorowego trzeciego połączone jest z anodami diod, trzeciej i czwartej, z odwracającym wejściem komparatora i poprzez dziewiąty rezystor z ujemnym biegunem źródła zasilania. Dren klucza tranzystorowego trzeciego wyprowadzony jest na wyjście pierwsze układu i połączony jest z katodą diody trzeciej oraz z katodą diody pierwszej, której anoda połączona jest z rezystorem szóstym przyłączonym do dodatniego bieguna źródła zasilania. Układ sterowania ma możliwość kontroli przekaźnika i jest w stanie wykryć każde jego dowolne uszkodzenia w obwodzie głównym. Układ przekaźnika ma dwa obwody sygnalizacji: włączenia przekaźnika prądu. Przepływ prądu płynącego przez przekaźnik, powyżej zadanej wartości, jest sygnalizowany optycznie i elektrycznie. Sygnalizacja optyczna pozwala na łatwą diagnostykę. Możliwość włączania układu sygnałem niskim lub wysokim umożliwia sprowadzenie obiektu sterowanego przez układ do zadanego stanu w przypadku awarii sterowania.

Celem wynalazku jest przekaźnik bezpieczeństwa zbudowany wyłącznie z wykorzystaniem elementów elektronicznych umożliwiających uzyskanie poziomu nienaruszalności bezpieczeństwa do SIL3 i możliwości, wykonania przekaźnika w wersji iskrobezpiecznej.

Iskrobezpieczny elektroniczny przekaźnik bezpieczeństwa że składa się z elektronicznego przekaźnika połączonego poprzez układ izolacji galwanicznej sygnałów z dwoma mikrokontrolerami, które połączone są ze sobą co najmniej jednym szeregowym interfejsem komunikacyjnym. Z kolei elektroniczny przekaźnik zawiera co najmniej dwa połączone ze sobą równoległe bliźniacze obwody składające się pierwszej gałęzi i drugiej gałęzi, które z jednej strony połączone są z zaciskiem dodatnim wyjściowym poprzez szeregowy ogranicznik prądu zewnętrznego, natomiast z drugiej strony połączony jest bezpośrednio z ujemnym zaciskiem wyjściowym. Pierwsza gałąź zawiera połączony szeregowo dodatkowy ogranicznik prądu zewnętrznego, z kluczem górnym oraz z kluczem dolnym. Równoległe do styków klucza górnego połączony jest szeregowo ogranicznik napięcia wewnętrznego, górny

układ detektora prądu oraz górny generator napięcia. Przy czym z układem izolacji galwanicznej sygnałów połączony jest kolejno: układ górnego detektora prądu, górny klucz i górny generator napięcia. Z kolei równolegle do styków klucza dolnego połączony jest szeregowo ogranicznik prądu wewnętrznego, układ dolnego detektora prądu oraz dolny generator napięcia. Przy czym z układem izolacji galwanicznej sygnałów połączony jest kolejno: układ dolnego detektora prądu, dolny klucz i dolny generator napięcia.

Poprzez zastosowanie w układzie elektronicznego przekaźnika bezpieczeństwa według wynalazku układu testowania technicznej poprawności działania kluczy **K1.1** i **K1.2**, **K2.1** i **K2.2** oraz sposobu realizacji tej kontroli z wykorzystaniem dwóch niezależnych mikrokontrolerów **MK1** i **MK2** umożliwiono uzyskanie poziomu nienaruszalności bezpieczeństwa do poziomu SIL3. Ponadto zastosowanie ograniczników prądowych zabezpiecza przed przekazaniem energii dostarczonej z zewnątrz do układów detektorów prądu. Użycie w elektronicznym przekaźniku bezpieczeństwa wyłącznie elementów elektronicznych umożliwia hermetyzację układu w celu uniemożliwienia dostępu atmosfery wybuchowej.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania rysunku, na którym **Fig. 1** – przedstawia schemat układu elektronicznego przekaźnika bezpieczeństwa, **Fig. 2** – przedstawia wykres jednego pełnego cyklu sterowania i testowania obwodu wyjściowego w pierwszej gałęzi elektronicznego przekaźnika z oznaczeniem istotnych punktów cyklu oraz wykres jednego pełnego cyklu sterowania i testowania obwodu wyjściowego w drugiej gałęzi elektronicznego przekaźnika bez dodatkowych oznaczeń punktów cyklu, **Fig. 3** – przedstawia ogólny schemat sterowania urządzeniem zlokalizowanym w przestrzeni zagrożonej wybuchem gazu lub pyłu z zastosowaniem elektronicznego przekaźnika bezpieczeństwa.

Układ elektronicznego przekaźnika bezpieczeństwa (Fig. 1) składa się z elektronicznego przekaźnika **EP** połączonego poprzez układ izolacji galwanicznej sygnałów **UIGS** z dwoma mikrokontrolerami **MK1** i **MK2**, przy czym mikrokontrolery **MK1** i **MK2** połączone są ze sobą szeregowym interfejsem komunikacyjnym **SZIK**. Elektroniczny przekaźnik **EP** zawiera dwa połączone ze sobą równolegle bliźniacze obwody w postaci pierwszej gałęzi **G1** i drugiej gałęzi **G2**, które z jednej strony połączone są z zaciskiem dodatnim wyjściowym **A** poprzez szeregowy ogranicznik prądu zewnętrznego **SCL1** zabezpieczający przed zsumowaniem się napięcia z iskrobezpiecznego źródła zasilania zewnętrznego **I_{ZZZ}** (Fig. 3), natomiast z drugiej strony połączony jest bezpośrednio z ujemnym zaciskiem wyjściowym **B**.

Pierwsza gałąź **G1** zawiera połączony szeregowo dodatkowy ogranicznik prądu zewnętrznego **SCL1'**, z górnym kluczem **K1.1** oraz z dolnym kluczem **K1.2**. Równolegle do styków górnego klucza **K1.1**, połączony jest szeregowo górny ogranicznik napięcia wewnętrznego **SCL2**, górny układ detektora prądu **TO1.1** oraz górny generator napięcia **U1.1**.

Przy czym z układem izolacji galwanicznej sygnałów **UIGS** połączony jest kolejno:

- górny układ detektora prądu **TO1.1** poprzez końcówkę **D_I1.1**,
- górny klucz **K1.1** poprzez końcówkę **C_K1.1**,
- górny generator napięcia **U1.1** poprzez końcówkę **C_U1.1**,

Z kolei równolegle do styków dolnego klucza **K1.2**, połączony jest szeregowo dolny ogranicznik napięcia wewnętrznego **SCL4**, dolny układ detektora prądu **TO1.2** oraz dolny generator napięcia **U1.2**.

Przy czym z układem izolacji galwanicznej sygnałów **UIGS** połączony jest kolejno:

- dolny układ detektora prądu **TO1.2** poprzez końcówkę **D_I1.2**,
- dolny klucz **K1.2** poprzez końcówkę **C_K1.2**,
- dolny generator napięcia **U1.2** poprzez końcówkę **C_U1.2**.

Druga gałąź **G2** ma taki sam bliźniaczy układ poszczególnych elementów oraz połączeń jak pierwsza gałąź **G1** i została uwidoczniona i odpowiednio oznaczona na **Fig. 1**, dlatego pominięto ją w opisie wynalazku.

Górny klucz **K1.1** sterowany jest przez mikrokontroler **MK1**, z kolei dolny klucz **K1.2** jest sterowany przez mikrokontroler **MK2**. Mikrokontrolery **MK1** i **MK2** za pomocą szeregowego interfejsu komunikacyjnego **SZIK** wymieniają się danymi, sprawdzając tym samym poprawność wykonywanych operacji.

Załączenie wyjścia **A B** elektronicznego przekaźnika **EP** wymaga jednoczesnego zwarcia obu kluczy **K1.1** i **K1.2** lub **K2.1** i **K2.2** w pierwszej gałęzi **G1** lub w drugiej gałęzi **G2**, czyli wysterowania ich przez dwa mikrokontrolery **MK1** i **MK2** jednocześnie.

Dwie równoległe gałęzie **G1** i **G2** służą naprzemiennie do realizowania funkcji sterowania i testowania ich stanu technicznego. W fazie cyklu, w którym sterowanie realizuje pierwsza gałąź **G1**, druga gałąź **G2** jest testowana. Następnie druga gałąź **G2**, która została pozytywnie przetestowana, przejmuje funkcję sterowania, a testowana jest pierwsza gałąź **G1**, która do tej pory pełniła funkcję sterującą.

Stan półprzewodnikowych kluczy **K1.1** i **K1.2** lub **K2.1** i **K2.2** w pierwszej gałęzi **G1** lub drugiej gałęzi **G2** jest przemiennie kontrolowany w fazie testów technicznych za pomocą izolowanych galwanicznie od układu elektronicznego przekaźnika **EP** układów generujących napięcie **U1.1**, **U1.2**, **U2.1**, **U2.2**. Napięcie to jest doprowadzane, zgodnie z sekwencją testów, do każdego obwodu z kluczami **K1.1** i **K1.2** lub **K2.1** i **K2.2**, który aktualnie poddawany jest testowaniu. Przepływ prądu przez testowane klucze **K1.1** i **K1.2** lub **K2.1** i **K2.2** jest kontrolowany za pomocą układów poszczególnych detektorów prądu **TO1.1**, **TO1.2**, **TO2.1** i **TO2.2**. Zwarcie poszczególnego klucza **K1.1** i **K1.2** lub **K2.1** i **K2.2** powoduje przepływ prądu, który jest wykrywany przez układ jego detektora prądu **TO_{xx}**. Rozwarcie klucza **K_{xx}** powoduje zanik przepływu prądu. Każdorazowo testowany stan klucza **K_{xx}** jest porównywany przez oba mikrokontrolery **MK1** i **MK2** z sygnałami zwrotnymi generowanymi przez uczestniczące w danym cyklu układy detektorów prądu **TO_{xx}**. Wykrycie jakiegokolwiek niezgodności pomiędzy stanem wymaganym, a rzeczywistym świadczy o awarii klucza **K_{xx}** lub układów jego kontroli i powoduje awaryjne rozwarczenie wszystkich kluczy **K1.1** i **K1.2** **K2.1** i **K2.2** oraz ustawienie układu elektronicznego przekaźnika **EP** w stan bezpieczny. Powyższe testy techniczne są synchronizowane w obu mikrokontrolerach **MK1** i **MK2** za pośrednictwem szeregowego interfejsu komunikacyjnego, którym mikrokontrolery wymieniają dane.

Pełny cykl sterowania i testowania obwodu wyjściowego w pierwszej gałęzi **G1** został przedstawiony na wykresach **G1** – Fig. 2. Opis działania układu elektronicznego przekaźnika **EP** został przedstawiony przy założeniu, że funkcje sterujące w tym czasie spełnia druga gałąź **G2**, a pierwsza gałąź **G1** poddawana jest testom technicznym. Przy czym sygnały z mikrokontrolerów **M1** i **M1** podawane są do poszczególnych styków układów pierwszej gałęzi **G1** poprzez układ izolacji galwanicznej sygnałów **UIGS**.

Mikrokontroler **MK1** podaje sygnał **M1_C_K1.1** do styku **C_K1.1** załączając górny klucz **K1.1**, a mikrokontroler **M2** podaje sygnał **M2_C_K1.2** do styku **C_K1.2** wyłączając dolny klucz **K1.2** (punkt 1 na wykresie Fig. 2). Sygnały te podawane są zwrotnie na mikrokontroler **MK2** sygnałem **M2_D_K1.1** i na mikrokontroler **MK1** sygnałem **M1_D_K1.2**. Następnie mikrokontroler **MK1** włącza górny generator napięcia **U1.1** sygnałem **M1_C_U1.1** oraz generator dolny **U1.2** sygnałem **M1_C_U1.1** (punkt 2 na wykresie Fig. 2). Mikrokontroler **MK2** zostaje o tym poinformowany za pomocą sygnałów **M2_D_U1.1** i **M2_D_U1.2**. Po ustaleniu się poziomów napięć mikrokontrolery **MK1** i **MK2** sprawdzają stan sygnałów odpowiednio **M1_D_I1.1**, **M2_D_I1.1**, **M1_D_I1.1** oraz **M2_D_I1.2** (punkt 3 na wykresie Fig. 2). Sygnały te wykazują przepływ prądu przez górny klucz **K1.1** i brak przepływu prądu przez dolny klucz **K1.2**. Po ustalonym czasie następuje zmiana stanu kluczy: górny klucz **K1.1** zostaje wyłączony, a dolny klucz **K1.2** zostaje włączony (punkt 4 na wykresie Fig. 2). Następuje powtórne sprawdzenie sygnałów **M1_D_I1.1**, **M2_D_I1.1**, **M1_D_I1.1** oraz **M2_D_I1.2** przez oba mikrokontrolery **MK1** i **MK2** (punkt 5 na wykresie Fig. 2). Sygnały **M1_D_I1.1**, **M2_D_I1.1** powinny teraz wykazywać brak przepływu prądu przez górny klucz **K1.1** i przepływ prądu przez dolny klucz **K1.2**. Mikrokontrolery **MK1** i **MK2**, korzystając z łącza szeregowego interfejsu komunikacyjnego **SZIK** porównują uzyskane testowe dane i na ich podstawie, stwierdzają stan techniczny testowanych kluczy **K1.1** i **K1.2**. Jeśli wyniki testów technicznych są pozytywne górny klucz **K1.1** i dolny klucz **K1.2** pierwszej gałęzi **G1** zostają ustawione w stan odpowiadający aktualnie realizowanej funkcji przekaźnika (punkt 6 na wykresie Fig. 2), a mikrokontrolery **MK1** i **MK2** przechodzą do testowania drugiej gałęzi **G2**. Jeśli w trakcie testów wykryto jakikolwiek błąd wszystkie klucze **K1.1**, **K1.2**, **K2.1** i **K2.2** zostają rozwarce i iskrobezpieczny elektroniczny przekaźnik bezpieczeństwa przechodzi w tryb awaryjny. Testowanie drugiej gałęzi **G2** odbywa się wg identycznego trybu postępowania jak testowanie pierwszej gałęzi **G1** (Fig. 2 – wykresy **G2**).

Iskrobezpieczeństwo elektronicznego przekaźnika bezpieczeństwa według wynalazku zostało uzyskane poprzez szeregowo ograniczniki prądu **SCL1**, które razem z ogranicznikami prądu zewnętrznego **SCL1'** tworzą łącznie jeden układ zabezpieczenia zgodny z zasadami iskrobezpieczeństwa ogranicznik prądu dla pierwszej gałęzi **G1**, a razem z ogranicznikami prądu zewnętrznego **SCL1''** dla drugiej gałęzi **G2**. Z kolei ograniczniki prądowe **SCL2**, **SCL3**, **SCL4** i **SCL5** zabezpieczają przed przekazaniem energii dostarczonej z zewnątrz do układów detektorów prądu **TO1.1**, **TO1.2**, **TO2.1** i **TO2.2**.

Na Fig. 3 przedstawiono ogólny schemat sterowania urządzeniem wykonawczym zlokalizowanym w przestrzeni zagrożonej wybuchem gazu lub pyłu **PZWG**, w którym zastosowano elektroniczny przekaźnik bezpieczeństwa według wynalazku. Z wejściami mikrokontrolerów **MK1** i **MK2** połączony jest mechaniczny przycisk bezpieczeństwa **WB**, z kolei do zacisków wyjściowych **A** i **B** podłączone jest szeregowo iskrobezpieczne źródło zasilania zewnętrznego **I_{ZZ}** i przekaźnik z obwodem sterowania wyłącznikiem mocy **OSWM**.

Wykaz pozycji:

EP – elektroniczny przekaźnik,
G1 – pierwsza gałąź elektronicznego przekaźnika,
G2 – druga gałąź elektronicznego przekaźnika,
K1.1 – górny klucz G1,
K2.1 – górny klucz G2,
K1.2 – dolny klucz G1,
K2.2 – dolny klucz G2,
TO1.1 – układ górnego detektora prądu G1,
TO2.1 – układ górnego detektora prądu G2,
TO1.2 – układ dolnego detektora prądu G1,
TO2.2 – układ dolnego detektora prądu G2,
U1.1 – górny generator napięcia G1,
U2.1 – górny generator napięcia G2,
U1.2 – dolny generator napięcia G1,
U2.2 – dolny generator napięcia G2,
SCL1 – szeregowy ogranicznik prądu zewnętrznego,
SCL1' – ogranicznik prądu zewnętrznego dla gałęzi G1,
SCL1'' – ogranicznik prądu zewnętrznego dla gałęzi G2,
SCL2 – górny ogranicznik detektora prądu TO1.1,
SCL3 – górny ogranicznik detektora prądu TO2.1,
SCL4 – dolny ogranicznik detektora prądu TO1.2,
SCL5 – dolny ogranicznik detektora prądu TO2.2,

D_I1.1 – końcówka obwodu kontrolnego prądu klucza K1.1,
C_K1.1 – końcówka obwodu sterującego kluczem K1.1,
C_U1.1 – końcówka obwodu sterującego generatorem napięcia U 1.1,
D_I1.2 – końcówka obwodu kontrolnego prądu klucza K1.2,
C_K1.2 – końcówka obwodu sterującego kluczem K1.2,
C_U1.2 – końcówka obwodu sterującego generatorem napięcia U 1.2,
D_I2.1 – końcówka obwodu kontrolnego prądu klucza K2.1,
C_K2.1 – końcówka obwodu sterującego kluczem K2.1,
C_U2.1 – końcówka obwodu sterującego generatorem napięcia U2.1,
D_I2.2 – końcówka obwodu kontrolnego prądu klucza K2.2,
C_K2.2 – końcówka obwodu sterującego kluczem K2.2,
C_U2.2 – końcówka obwodu sterującego generatorem napięcia U2.2,

MK1 – mikrokontroler G1,
MK2 – mikrokontroler G2,
SZIK – szeregowy interfejs komunikacyjny,
UGIS – układ galwanicznej izolacji sygnałów,
A – dodatni zacisk wyjściowy,
B – ujemny zacisk wyjściowy,
WB – mechaniczny wyłącznik bezpieczeństwa,
PZWG – przestrzeń zagrożenia wybuchem gazu,
OSWM – obwód sterowania wyłącznikiem mocy,
I_{ZZ} – iskrobezpieczne źródło zasilania zewnętrznego.

Opis sygnałów sterujących i kontrolnych mikroprocesora MK1

1. M1_C_K1.1	sygnał sterujący kluczem K1.1
2. M1_C_K1.2	sygnał sterujący kluczem K1.2
3. M1_C_U1.1	sygnał sterujący generatorem napięcia U1.1
4. M1_C_U1.2	sygnał sterujący generatorem napięcia U1.2
5. M1_C_U2.1	sygnał sterujący generatorem napięcia U2.1
6. M1_C_U2.2	sygnał sterujący generatorem napięcia U2.2
7. M1_D_K1.2	sygnał kontrolny wysterowania klucza K1.2
8. M1_D_K2.2	sygnał kontrolny wysterowania klucza K2.2
9. M1_D_I1.1	sygnał kontrolny prądu klucza K1.1
10. M1_D_I1.2	sygnał kontrolny prądu klucza K1.2
11. M1_D_I2.1	sygnał kontrolny prądu klucza K2.1
12. M1_D_I2.2	sygnał kontrolny prądu klucza K2.2

Opis sygnałów sterujących i kontrolnych mikroprocesora MK2

1. M2_D_K1.1	sygnał kontrolny wysterowania klucza K1.1
2. M2_D_K2.1	sygnał kontrolny wysterowania klucza K2.1
3. M2_D_U1.1	sygnał kontrolny wysterowania generatora U1.1
4. M2_D_U2.1	sygnał kontrolny wysterowania generatora U2.1
5. M2_C_K1.2	sygnał sterujący kluczem K1.2
6. M2_C_K2.2	sygnał sterujący kluczem K2.2
7. M2_D_U1.2	sygnał kontrolny wysterowania generatora U1.2
8. M2_D_U2.2	sygnał kontrolny wysterowania generatora U2.2
9. M2_D_I1.1	sygnał kontrolny wysterowania generatora U1.1
10. M2_D_I1.2	sygnał kontrolny wysterowania generatora U1.2
11. M2_D_I2.1	sygnał kontrolny wysterowania generatora U2.1
12. M2_D_I2.2	sygnał kontrolny wysterowania generatora U2.2

Zastrzeżenia patentowe

1. Iskrobezpieczny elektroniczny przekaźnik bezpieczeństwa zawierający bramkę klucza tranzystorowego oraz izolację galwaniczną pomiędzy obwodami, **znamienny tym**, że składa się z elektronicznego przekaźnika (EP) połączonego poprzez układ izolacji galwanicznej sygnałów (UIGS) z dwoma mikrokontrolerami (MK1) i (MK2), które połączone są ze sobą co najmniej jednym szeregowym interfejsem komunikacyjnym (SZIK), z kolei elektroniczny przekaźnik (EP) zawiera co najmniej dwa połączone ze sobą równoległe bliźniacze obwody złożone z pierwszej gałęzi (G1) i drugiej gałęzi (G2), które z jednej strony połączone są z zaciskiem dodatnim wyjściowym (A) poprzez szeregowy ogranicznik prądu zewnętrznego (SCL1), natomiast z drugiej strony połączony jest bezpośrednio z ujemnym zaciskiem wyjściowym (B).
2. Iskrobezpieczny elektroniczny przekaźnik według zastrz. 1, **znamienny tym**, że pierwsza gałąź (G1) zawiera połączony szeregowo dodatkowy ogranicznik prądu zewnętrznego (SCL1), z górnym kluczem (K1.1) oraz z dolnym kluczem (K1.2), a równoległe do styków górnego klucza (K1.1) połączony jest szeregowo ogranicznik napięcia wewnętrznego (SCL2), górny układ detektora prądu (TO1.1) oraz górny generator napięcia (U1.1), przy czym z układem izolacji galwanicznej sygnałów (UIGS) połączony jest kolejno:
 - górny układ detektora prądu (TO1.1) poprzez końcówkę (D_I1.1),
 - górny klucz (K1.1) poprzez końcówkę (C_K1.1),
 - górny generator napięcia (U1.1) poprzez końcówkę (C_U1.1).

3. Iskrobezpieczny elektroniczny przekaźnik według zastrz. 2, **znamienny tym**, że równolegle do styków klucza dolnego (**K1.2**) połączony jest szeregowo ogranicznik prądu wewnętrznego (**SCL4**), układ dolnego detektora prądu (**TO1.2**) oraz dolny generator napięcia (**U1.2**), przy czym z układem izolacji galwanicznej sygnałów (**UIGS**) połączony jest kolejno:
- dolny układ detektora prądu (**TO1.2**) poprzez kocówkę (**D_I1.2**),
 - dolny klucz (**K1.2**) poprzez kocówkę (**C_K1.2**),
 - dolny generator napięcia (**U1.2**) poprzez kocówkę (**C_U1.2**).

Rysunki

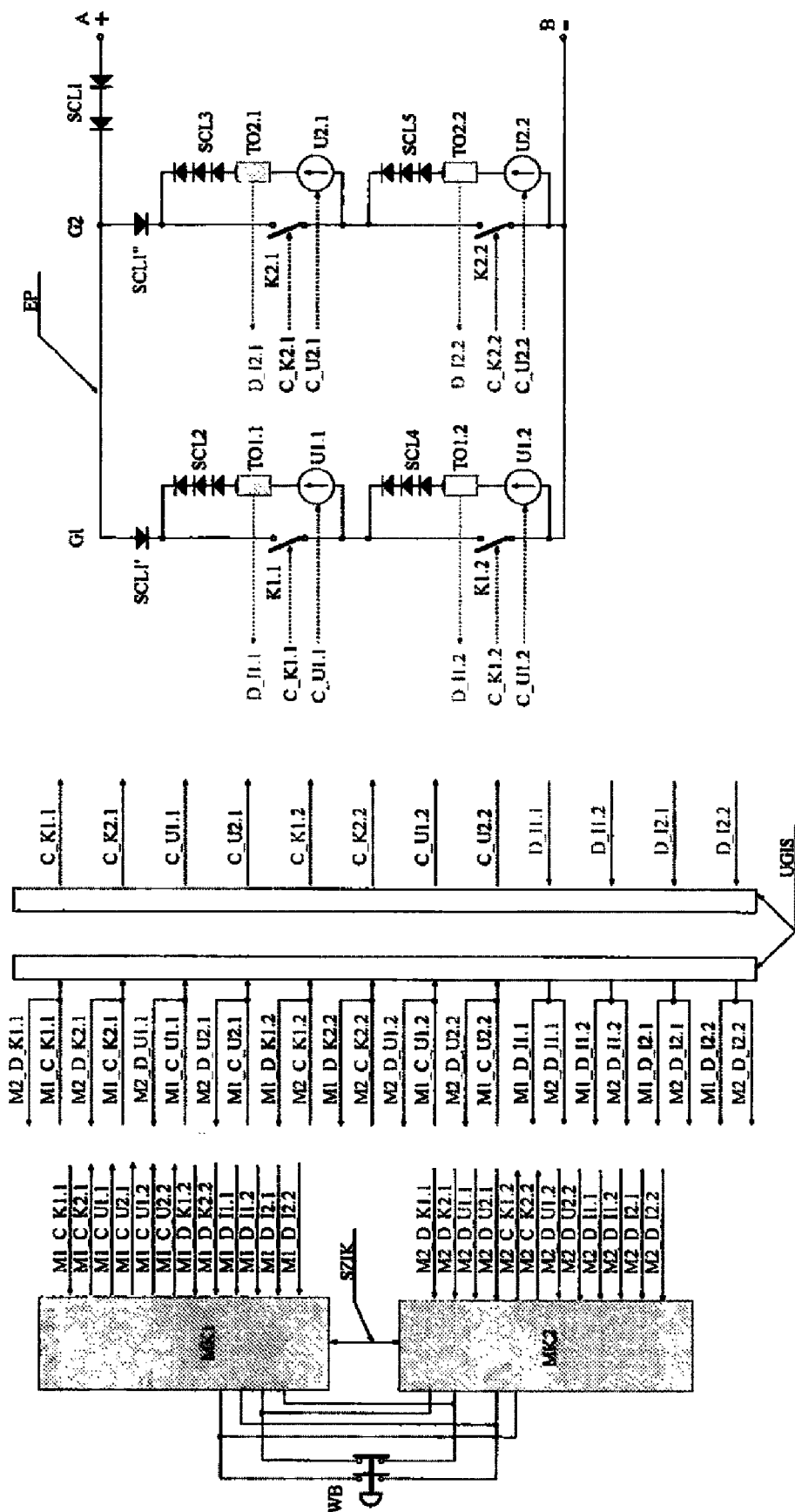


Fig. 1

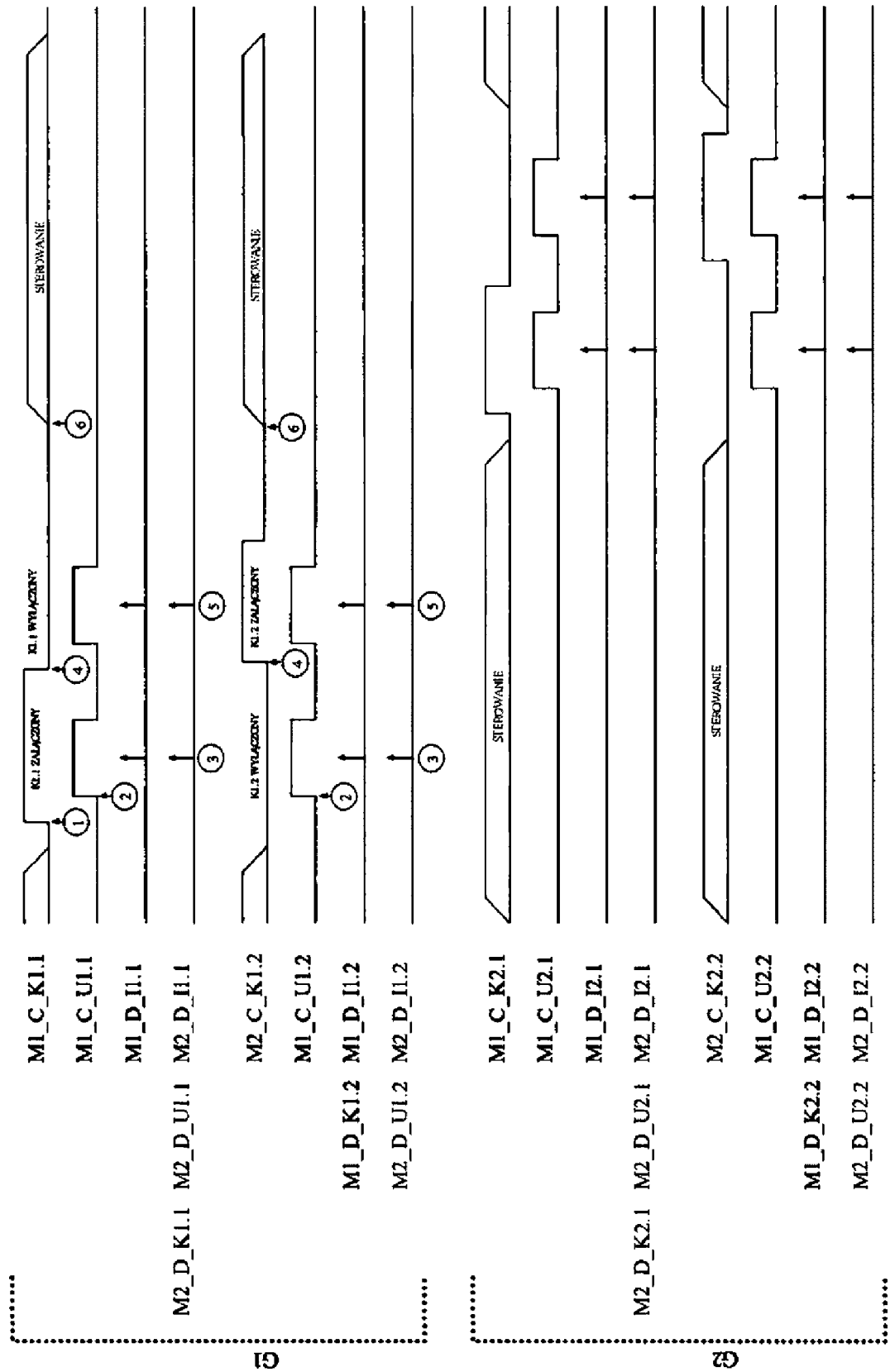


Fig.2

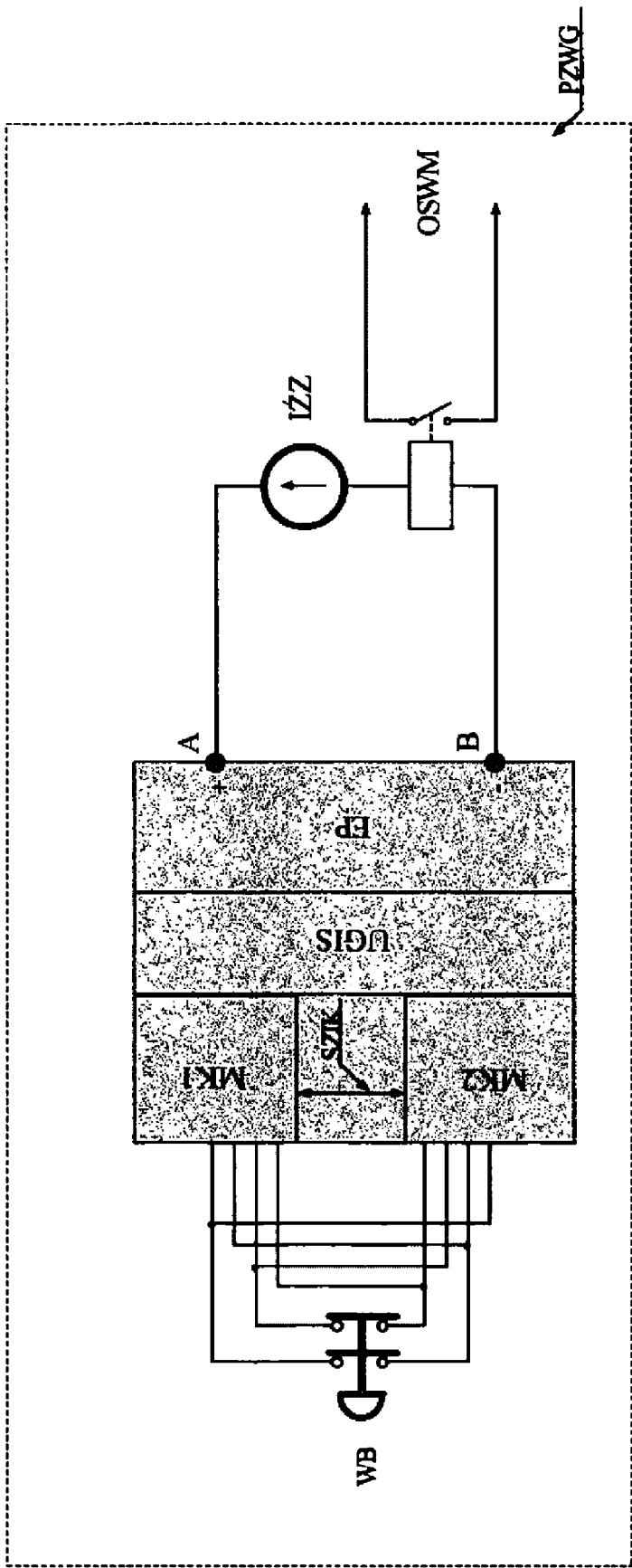


Fig.3