

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **216829**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **396673**

(51) Int.Cl.
A61N 1/372 (2006.01)
H04B 10/00 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **17.10.2011**

(54) **Sposób przezskórnej transmisji informacji i układ przezskórnej transmisji informacji**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
29.04.2013 BUP 09/13

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
30.05.2014 WUP 05/14

(73) Uprawniony z patentu:

**INSTYTUT TECHNIKI I APARATURY
MEDYCZNEJ ITAM, Zabrze, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

JACEK BRANDT, Zabrze, PL
ANDRZEJ MICHNIK, Piekary Śląskie, PL
ZBIGNIEW SZCZUREK, Zabrze, PL
KATARZYNA ŚWIDA, Chorzów, PL
BOGUSŁAW GRZESIK, Gliwice, PL
**ZBIGNIEW KACZMARCZYK,
Dąbrowa Górnicza, PL**
MARIUSZ STĘPIEŃ, Gliwice, PL

PL 216829 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób przezskórnej transmisji informacji i układ przezskórnej transmisji informacji, zwłaszcza na potrzeby implantowanej protezy serca i układu przezskórnej transmisji energii do zasilania protezy serca.

Znane jest z brytyjskiego zgłoszenia patentowego o numerze GB 2297037 urządzenie do przezskórnej transmisji energii i informacji. Urządzenie to składa się z jednostki zewnętrznej i jednostki wewnętrznej, pomiędzy którymi przekazywana jest energia i informacja do urządzenia implantowanego np. sztucznego serca.

Układ według wynalazku nie jest przewidziany do pracy samodzielnej lecz jest przewidziany do pracy z układem przezskórnej transmisji energii, gdyż wymaga zewnętrznego zasilania i wyposażony jest w funkcje umożliwiające monitorowanie i regulację przezskórnego układu przesyłu energii. Układ przezskórnej transmisji energii nie jest przedmiotem niniejszego zgłoszenia.

Układ według wynalazku składa się z dwóch podukładów Z i W o podobnej budowie sprzętowej i ze współpracującym ze sobą oprogramowaniem.

Podukład Z znajduje się po zewnętrznej stronie skóry i prowadzi transmisję informacji z zewnętrznym monitorem/zadajnikiem parametrów pracy protezy serca oraz monitoruje/steruje zewnętrzną stronę układu transmisji energii (falownik, magazyn zewnętrzny energii, cewka pierwotna transformatora mocy). Podukład ten jest zasilany przez zewnętrzną część układu transmisji energii.

Podukład W jest układem implantowanym pod skórę pacjenta (razem z wewnętrzną częścią układu transmisji energii) i wymienia informację z implantowaną protezą serca oraz monitoruje/steruje wewnętrznym układem transmisji energii (cewka wtórna transformatora mocy, prostowanie, ładowanie wewnętrznego magazynu energii). Podukład ten jest zasilany z wewnętrznego układu transmisji mocy (magazynu energii). Zgodnie z wynalazkiem sposób przezskórnej transmisji informacji, charakteryzuje się tym, że transmisja jest synchronizowana przez jeden z układów sterownika transmisji danych, pełniącego rolę układu nadrzędnego „master”, który inicjuje transmisję blokiem informacji, natomiast układ podrzędny „slave” odpowiada odpowiednim blokiem danych. Informacja poprzez skórę nadawana jest szeregowo nadajnikiem wyposażonym w zestaw podczerwonych diod LED o krótkim czasie przełączania, a transmisja odbierana jest następnie przez odbiornik transmisji podczerwonej przetwarzający impuls świetlny na napięcie poprzez układ zawierający fotodiody PIN i wzmacniacz transimpedancyjny, dodatkowo odbiornik zawiera układ zapewniający właściwą amplitudę odbieranych sygnałów i wykorzystujący w swoim działaniu impulsowe kodowanie transmisji. Odebrana transmisja jest dekodowana przez układy sterowników i buforowana w ich pamięci, ponadto w razie konieczności układy sterowania transmisją, wykorzystując swoje mikrokontrolery dokonują szyfrowania i deszyfracji przekazywanych sygnałów.

Układy sterowania transmisją danych prowadzą transmisję informacji do układu sztucznej protezy serca (układ wewnętrzny) i do monitora nadzoru protezy serca na zewnątrz pacjenta (układ zewnętrzny) wykorzystując do tego układy interfejsu szeregowego. Transmisja poprzez skórę pacjenta prowadzona jest naprzemiennie, w danym przedziale czasu tylko w jednym kierunku do wewnątrz lub na zewnątrz ciała pacjenta. Do transmisji poprzez skórę wykorzystuje się promieniowanie podczerwone z kodowaniem impulsowym OOK (on-off keying) o małym wypełnieniu, celem uzyskania oszczędności energii transmisji. Protokół i organizacja transmisji poprzez skórę jest niezależna od protokołów wykorzystywanych do transmisji przez urządzenia peryferyjne - protezę serca i monitor pracy serca dla zapewnienia możliwości elastycznego dostosowania do różnych protokołów transmisji tych urządzeń. Cyfrowa transmisja poprzez skórę jest wykorzystywana również do przekazywania sygnałów analogowych do celów monitorowania, nadzorowania i regulacji układu transmisji energii oraz wpływanie na tryb jego pracy. Poprzez układy sprzęgu sterowniki transmisji danych mierzą istotne dla działania układu transmisji mocy parametry, takie jak temperatura układu implantowanego, temperatura wewnętrznego magazynu energii, napięcie wyjściowe transformatora energii, napięcie wyjściowe wewnętrznej baterii akumulatorów, prąd zasilania protezy serca i prąd wyjściowy transformatora wewnętrznej części układu transmisji energii. Mierzone są również: napięcie baterii akumulatorów wewnętrznego magazynu energii i ich temperatura w części zewnętrznej układu transmisji energii, lecz są transmitowane wyłącznie do monitora protezy serca.

Układ przezskórnej transmisji informacji składający się z jednostki zewnętrznej usytuowanej na zewnątrz ciała pacjenta i jednostki wewnętrznej implantowanej pod skórę pacjenta, charakteryzuje się tym, że jednostka zewnętrzna składa się ze sterownika zewnętrznej transmisji danych, który z jednej

strony połączony jest z układem interfejsu transmisji monitora serca a z drugiej z nadajnikiem IR zewnętrznym i układem zapewniającym właściwą amplitudę odbieranych sygnałów odbiornika IR zewnętrznego, ponadto sterownik zewnętrznej transmisji danych połączony jest z układem sprzęgu ze sterowaniem transmisją mocy, dodatkowo jednostka wewnętrzna składa się ze sterownika wewnętrznej transmisji danych połączonego z jednej strony z układem interfejsu transmisji protezy serca, z drugiej połączonego z nadajnikiem IR wewnętrznym oraz z odbiornikiem IR wewnętrznym poprzez układ zapewniający właściwą amplitudę odbieranych sygnałów, ponadto sterownik wewnętrznej transmisji danych połączony jest z układem sprzęgu ze sterowaniem transmisją mocy.

Sposób działania układu według wynalazku w przykładzie realizacji jest bliżej objaśniony w oparciu o rysunek, na którym przedstawiony jest schemat blokowy układu transmisji informacji.

Zasadniczymi elementami podukładów Z i W są podzespoły służące transmisji informacji poprzez skórę. Transmisja prowadzona jest naprzemiennie, w danym przedziale czasu tylko w jednym kierunku - do wewnątrz lub na zewnątrz ciała pacjenta. Transmisja jest synchronizowana przez jeden z układów sterownika transmisji informacji (zewnętrzny 1 lub wewnętrzny 2), który pełni rolę układu nadrzędnego „master”. Wybrany układ „master” inicjuje transmisję blokiem informacji, układ podrzędny „slave” odpowiada odpowiednim blokiem danych. Informację poprzez skórę nadawana jest szeregowo nadajnikiem wyposażonym w zestaw podczerwonych LED (wewnętrzny 5 i implantowany 6) o krótkim czasie przełączania. Ponieważ strumień światła powinien wystarczyć do prześwietlenia skóry, zaświecenie diody wiąże się z dużymi stratami energii. W układzie zastosowano kodowanie impulsowe OOK sygnału transmisji, tak by włączenie świecenia było krótkotrwałe i nie niosło dużych strat energii na transmisję (impulsowe kodowanie sygnału transmisji Tx). Transmisja odbierana jest przez odbiorniki transmisji podczerwonej odpowiednio 7 i 8 przekształcające impuls świetlny na napięcie (układ fotodiod PIN i wzmacniaczy transimpedancyjnych). Odbiorniki zawierają również układy zapewniające właściwą amplitudę odbieranych sygnałów i wykorzystujące w swoim działaniu impulsowe kodowanie transmisji. Odebrana transmisja jest dekodowana przez układy sterowników i buforowana w ich pamięci. W razie konieczności układy sterowania 1 i 2 dokonują również szyfrowania i deszyfracji przekazywanych sygnałów (układy wyposażone są w mikrokontrolery o odpowiedniej mocy obliczeniowej).

Układy sterowania 1 i 2 prowadzą również, oprócz wymiany informacji między sobą, transmisję informacji do układu sztucznej protezy serca 2 i do monitora nadzoru protezy serca na zewnątrz pacjenta 1. W tym celu wykorzystują układy interfejsu 4 i 3 dostosowane do sprzęgów tych elementów (np. transmisje szeregowo typu RS-232 lub RS-485). Układy sterowania są wyposażone w oprogramowanie dostosowane do protokołów transmisji specyficznych dla wymienionych układów i protokoły te nie mają wpływu na przebieg transmisji poprzez skórę, o ile łącze przezskórne jest w stanie przesłać żądany strumień informacji. Zastosowanie transmisji promieniowaniem podczerwonym pozwala na stosowanie względnie szybkich i trudnych do zakłócenia przesyłów danych. Podukłady Z i W wyposażone są również w układy sprzęgu do układów systemu transmisji energii (wewnętrzny 10 do nadzoru części wewnętrznej układu transmisji energii i zewnętrzny 9 do zewnętrznej części układu transmisji energii). Poprzez układy sprzęgu sterowniki 1 i 2 mierzą istotne dla działania układu transmisji mocy parametry takie jak temperatura układu implantowanego, temperatura wewnętrznego magazynu energii, napięcie wyjściowe transformatora energii, napięcie wyjściowe baterii akumulatorów wewnętrznych, prąd zasilania protezy serca i prąd wyjściowy transformatora wewnętrznej części układu transmisji energii oraz napięcie baterii akumulatorów zewnętrznego magazynu energii oraz ich temperaturę w części zewnętrznej układu transmisji energii. Zmierzone wartości są transmitowane poprzez skórę (tylko te mierzone wewnątrz), a następnie po zdekodowaniu dołączane do transmisji do monitora lub przekazywane po przetworzeniu na wartości analogowe jako sygnały do odpowiednich części układu sterowania transmisją energii. Układ umożliwia również przekazywanie poleceń z monitora protezy serca bezpośrednio do układów sterowania transmisją energii do celów kalibracyjnych i sterujących, zarówno do części zewnętrznej jak i wewnętrznej.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób przezskórnej transmisji informacji, **znamienny tym**, że informacja poprzez skórę nadawana jest szeregowo nadajnikiem wyposażonym w zestaw podczerwonych diod LED (5, 6) o krótkim czasie przełączania, następnie transmisja odbierana jest przez odbiorniki transmisji pod-

czerwonej (7, 8) przekształcające impuls świetlny na napięcie poprzez układ fotodiod PIN i wzmacniacze transimpedancyjnych, dodatkowo odbiorniki (7, 8) zawierają układy zapewniające właściwą amplitudę odbieranych sygnałów i wykorzystujące w swoim działaniu impulsowe kodowanie transmisji, następnie transmisja jest dekodowana przez układy sterowników (1, 2) i buforowana w ich pamięci, ponadto układy sterowania transmisją danych (1, 2) prowadzą transmisję informacji do układu sztucznej protezy serca i do monitora nadzoru protezy serca na zewnątrz pacjenta wykorzystując do tego układy interfejsu (3, 4).

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że transmisja prowadzona jest naprzemiennie, w danym przedziale czasu tylko w jednym kierunku do wewnątrz lub na zewnątrz ciała pacjenta.

3. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wykorzystuje się do transmisji poprzez skórę promieniowania podczerwonego z kodowaniem impulsowym OOK o małym wypełnieniu celem uzyskania oszczędności energii transmisji.

4. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że cyfrowa transmisja poprzez skórę jest wykorzystywana do przekazywania sygnałów analogowych do celów monitorowania, nadzorowania i regulacji układu transmisji energii oraz wpływania na tryb jego pracy.

5. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że poprzez układy sprzęgu (9, 10) sterowniki transmisji danych (1, 2) mierzą istotne dla działania układu transmisji mocy parametry, takie jak temperatura układu implantowanego, temperatura wewnętrznego magazynu energii, napięcie wyjściowe transformatora energii, napięcie wyjściowe baterii akumulatorów, prąd zasilania protezy serca i prąd wyjściowy transformatora dla wewnętrznej części układu transmisji energii oraz napięcie baterii akumulatorów zewnętrznego magazynu energii oraz ich temperaturę w części zewnętrznej układu transmisji energii.

6. Układ przezskórnej transmisji informacji składający się z jednostki zewnętrznej usytuowanej na zewnątrz ciała pacjenta i jednostki wewnętrznej implantowanej pod skórę pacjenta, **znamienny tym**, że jednostka zewnętrzna składa się ze sterownika zewnętrznej transmisji danych (1), który z jednej strony połączony jest z układem interfejsu transmisji monitora serca (3) a z drugiej z nadajnikiem IR zewnętrznym (5) i układem zapewniającym właściwą amplitudę odbieranych sygnałów odbiornika IR zewnętrznego (7), ponadto sterownik zewnętrznej transmisji danych (1) połączony jest z układem sprzęgu ze sterowaniem transmisją mocy (9), dodatkowo jednostka wewnętrzna składa się ze sterownika wewnętrznej transmisji danych (2) połączonej z jednej strony z układem interfejsu transmisji protezy serca (4), z drugiej połączonej z nadajnikiem IR wewnętrznym (6) oraz z odbiornikiem IR wewnętrznym poprzez układ zapewniający właściwą amplitudę odbieranych sygnałów (8), ponadto sterownik wewnętrznej transmisji danych (2) połączony jest z układem sprzęgu z układem sterowania transmisją mocy (10).

Rysunek



