



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA NUMERO	102007901578029
Data Deposito	28/11/2007
Data Pubblicazione	28/05/2009

Titolo

SISTEMA PER IL MONITORAGGIO DI SEGNALI VITALI ATTRAVERSO UNA RETE DI SENSORI WIRELESS RIPROGRAMMABILI.

Descrizione a corredo della domanda di brevetto per invenzione industriale dal titolo

“Sistema per il monitoraggio di segnali vitali attraverso una rete di sensori wireless riprogrammabili”

5 a nome di Roberto Cozzani, nato a La Spezia il 14.08.1973 e residente in 56028 San Miniato (PI), via Aleandro Aleardi n. 6, C.F. CZZRRT73M14E463P, e di Lorenzo Mucchi, nato a Roma il 15.04.1971, e residente in 50053 Empoli (FI), via Dogali n. 16/A, C.F. MCCLNZ71D15H501K, rappresentati dall’Avv. Laura Turini con studio legale in 50121 Firenze, via Lamarmora 55, come da lettera di
10 incarico allegata.

Inventori designati: Cozzani Roberto e Mucchi Lorenzo

Descrizione

Campo d’applicazione

L’invenzione riguarda il settore tecnico relativo ai sistemi di monitoraggio
15 continuo dei segnali vitali dei pazienti per mezzo di dispositivi senza fili. In particolare si fa riferimento ad una rete di dispositivi wireless usati per misurare e trasmettere, in banda base, segnali vitali bio-potenziati di natura elettromagnetica, generati dal corpo umano. Ciascun sensore è accoppiato con dei normali elettrodi a cerotto e collegato via radio ad una unità base la quale
20 riceve ed elabora i segnali vitali, provenienti da più sensori, e li invia ad un monitor convenzionale per la visualizzazione dei dati.

Stato dell’arte

E’ molto comune che nei reparti di degenza vengano utilizzate strumentazioni elettroniche per la misurazione e il monitoraggio dei parametri vitali (LPs) dei
25 pazienti. I monitor ECG permettono al personale sanitario di controllare i parametri vitali dei pazienti (frequenza cardiaca, saturazione dell’ossigeno,

pressione arteriosa non invasiva, frequenza respiratoria, tracciato ECG a 3 o 5 derivazioni, ecc.).

In particolare, nelle unità di terapia intensiva, ogni paziente viene collegato ad un monitor ECG, così da poter permettere una stretta sorveglianza da parte del personale sanitario ed un intervento immediato in caso di necessità.

Ogni monitor è dotato di una serie di cavi che lo collegano al paziente al fine di misurare i parametri vitali. La tipologia standard si può ricondurre alla seguente:

- cavi a 3 o 5 derivazioni per la traccia elettrocardiografica (ECG), collegati al torace del paziente da specifici cerotti con un elettrodo al loro interno;
- cavo per la misurazione della saturazione dell'ossigeno, collegato ad un dito del paziente;
- cavo collegato ad un bracciale per la misurazione della pressione arteriosa, che viene applicato al braccio del paziente;
- cavo collegato ad un catetere arterioso per la misurazione della pressione arteriosa.

È di facile comprensione come la presenza di un tale sistema di cablaggi sia fortemente limitante per la mobilità, talora anche involontaria, del malato stesso.

Di conseguenza, il personale sanitario è obbligato ad un continuo controllo del posizionamento dei cavi, nonché ad una continua pulizia e manutenzione degli stessi.

I sistemi telemetrici per il monitoraggio ECG senza fili dei pazienti ospedalizzati sono già esistenti. Questi sistemi però non sono efficienti dal punto di vista dei costi e della complessità di implementazione ed inoltre non tengono conto delle possibili interferenze da parte di dispositivi esterni o da altri sistemi

wireless. In più i sistemi esistenti non sono ottimizzati per un monitoraggio continuo dei pazienti. Alcuni di questi sistemi già esistenti non sono pienamente mobili (wireless), difatti gli elettrodi non sono composti da un ricetrasmittitore, ma sono collegati attraverso fili ad un trasmettitore che deve essere trasportato
5 dal paziente stesso.

Un sistema di elettrodi wireless programmabili per il monitoraggio dei parametri bio-elettrici è stato proposto in un precedente brevetto US pat. No. 2006/0058017A1 (Mohammad et al.). Tale brevetto tratta un sistema wireless programmabile per l'acquisizione di segnali bio-elettrici (ECG). Il sistema è
10 inteso per l'acquisizione una tantum di segnali bio-elettrici del paziente, ma non è adatto per una misura continua di tali parametri.

Il sistema proposto da Mohammad et al. include una unità base connessa ad un monitor standard ed un insieme di ricetrasmittitori programmabili da remoto, connessi a degli elettrodi con cerotto. Il ricetrasmittitore wireless invia i segnali
15 bio-potenziali all'unità base per la visualizzazione. I segnali provenienti da ricetrasmittitori differenti vengono inviati attraverso una portante (in frequenza) comune, ma in un differente intervallo di tempo. Una diversa portante in frequenza può essere selezionata per visualizzare l'ECG di un altro paziente contemporaneamente. A causa della presenza di una portante lo stadio a radio-
20 frequenza è assolutamente necessario, sia nel sensore che nell'unità base. Questo stadio comporta una maggiore complessità dei dispositivi nonché un maggior dispendio di potenza ed inoltre, è necessaria la sincronizzazione e l'inseguimento della portante.

Descrizione dell'invenzione

25 Oggetto della presente invenzione è una rete di dispositivi wireless programmabili e riprogrammabili, utilizzati ai fini di un monitoraggio continuo

dei segnali vitali di uno o più pazienti, ciascuno accoppiato con dei normali elettrodi a cerotto e collegati ad una unità base (BU). L'unità base riceve ed elabora i segnali vitali, provenienti dai sensori, e li invia ad un monitor convenzionale per la visualizzazione dei dati. Per la trasmissione delle
5 informazioni è utilizzato un segnale radio impulsivo in banda base, tecnica che offre alcune caratteristiche non presenti nei brevetti precedenti.

Scopo della presente invenzione non è la sostituzione dei sistemi di telemetria già esistenti, ma la possibilità di effettuare un monitoraggio continuo dei parametri vitali, in particolare di pazienti che non possono lasciare il letto, con
10 un sistema più conveniente, più flessibile e meno costoso, utilizzabile in un reparto di terapia intensiva o in altro reparto di un ospedale o similare struttura sanitaria.

Il sistema che utilizza segnali impulsivi in banda base presenta i seguenti vantaggi:

- 15 • trasmissione senza portante, che assicura un dispositivo poco complesso e poco costoso;
- le trasmissioni radio impulsive a banda ultra larga non soffrono normalmente delle interferenze di altri sistemi wireless preesistenti (medicali e non, per esempio Wi-Fi, UMTS, GSM, tutto ciò che è
20 presente ad esempio in banda ISM, etc.);
- il sistema proposto non prevede l'utilizzo di bande di frequenza riservate (e costose da affittare) per il corretto funzionamento in sicurezza (sistema *licence-free*);
 - il sistema proposto da Mohammad et al. o prevede l'affitto di una
25 porzione di spettro di frequenze esclusivo per il funzionamento corretto (privo di interferenze) oppure prevede l'uso del sistema,

ad es., in banda ISM (libera), ma in questo caso è soggetto a interferenze di altri sistemi di telecomunicazione (non auspicabile in quanto si tratta di parametri vitali di esseri umani);

- 5 • il numero di sensori attivi contemporaneamente su più pazienti diversi può essere programmato. Questo comporta una maggiore efficienza e flessibilità, nel caso che sia necessaria la simultanea monitorizzazione di più pazienti nella stessa stanza;
 - 10 • l'ampiezza del raggio di operatività della rete di sensori wireless può essere programmata: questo comporta una maggiore potenzialità di applicazione, nel caso che sia necessaria la monitorizzazione di più pazienti nella stessa stanza, anche molto ampia, contemporaneamente;
 - 15 • basso consumo di energia da parte delle batterie, rendendo il sistema stesso adatto ad una monitorizzazione molto prolungata nel tempo dei segni vitali;
 - 20 • l'uso dei segnali impulsivi in banda base permette la localizzazione nello spazio di ogni singolo sensore con approssimazione dell'ordine del centimetro.
 - I sensori wireless sono sempre riprogrammabili: ad esempio, ogni sensore può essere riprogrammato per occupare posizioni differenti sul torace del singolo paziente; questo implica una maggiore flessibilità del sistema e diminuisce sensibilmente le interruzioni di monitoraggio per la sostituzione di elettrodi durante il funzionamento;
 - 25 • Più unità base, ciascuna dotata dei relativi sensori, possono coesistere contemporaneamente, senza alcun conflitto
- 25 L'invenzione proposta è particolarmente adatta per il monitoraggio permanente (wireless) di segnali bio-elettrici di pazienti ricoverati in unità ospedaliera

(reparto) o simili, in particolare nelle unità di terapia intensiva, dove i pazienti, a causa delle condizioni critiche, sono costretti a letto e necessitano di continuo monitoraggio ECG.

La soluzione proposta mira a ridurre lo stress percepito dal paziente a causa dei
5 numerosi cavi che dal corpo si uniscono al monitor dando la sensazione di essere “più malati”, e , allo stesso tempo, mira a ridurre il tempo che l’operatore sanitario impiega per riposizionare e pulire in continuazione i cavi. Il tempo così risparmiato può essere impiegato più proficuamente per altre attività.

Nella moderna concezione di Unità Ospedaliera il paziente deve essere motivato
10 ed aiutato a guarire il più presto possibile rendendo la degenza più confortevole e meno traumatica. Inoltre ogni giorno in meno che il paziente non soggiorna in ospedale si traduce in un notevole risparmio finanziario per la struttura sanitaria. L’aspetto innovativo principale dell’invenzione si sostanzia in una rete di sensori wireless utilizzati per il monitoraggio continuo dei parametri vitali dei
15 malati che trasmettono tali informazioni per mezzo di segnali radio impulsivi a banda ultra larga.

Il sistema è composto da una pluralità di singoli sensori wireless riprogrammabili, ognuno dei quali viene posizionato sopra o implementato dentro convenzionali ausili medicali che permettono la conduzione del segnale
20 elettrico dal corpo al sensore (elettrodi a cerotto, aghi per elettromiografia, calotte metalliche per EEG, ecc.), normalmente utilizzati per il monitoraggio dei parametri vitali (ECG, EEG, Elettromiografia, ecc.) e da una unità base che comprende un ricetrasmittitore wireless, utilizzato per la trasmissione e la ricezione di segnali in banda base dai sensori.

25 L’unità base trasmette un segnale di temporizzazione globale (global time) a tutti i sensori. Il segnale di temporizzazione globale è necessario per la

sincronizzazione tra l'unità base e tutti i sensori. Una volta che la sincronizzazione è avvenuta, l'unità base e tutti i sensori condividono i medesimi intervalli di tempo (inizio e fine di ogni time-slot).

I messaggi in banda base inviati dall'unità base ai sensori comprendono tutti i
5 parametri di settaggio, come ad esempio il codice di time-hopping e altri
parametri per configurare la comunicazione (potenza di trasmissione, numero di
impulsi per bit, segnale di temporizzazione globale, ecc.). L'unità base e i
sensori possono comunicare tra di loro i parametri di controllo, utilizzando un
canale di controllo temporalmente diviso (time-divided) dal canale dati.

10 L'unità base, durante una procedura di configurazione, invia ad ogni sensore un
unico codice di time-hopping (lo specifico time-slot in cui lo specifico sensore è
programmato per trasmettere), in modo tale da non avere interferenza tra un
sensore ed un altro. Questo multiplexing a divisione temporale permette ad ogni
sensore di trasmettere i suoi dati all'unità base in differenti time-slot,
15 condividendo un canale in banda base comune.

L'unità base è provvista di un'interfaccia che la collega ad un ECG-monitor, per
la visualizzazione dei segnali bio-elettrici provenienti dal paziente. Essa può
essere quindi collegata ad un ECG-monitor normale, oppure essere
implementata dentro monitor appositamente creati. Nel caso in cui venga
20 utilizzato uno standard ECG-monitor, l'unità base ha un'interfaccia che formatta
i dati provenienti dai sensori, in modo che il monitor non distingue tra i dati
trasmessi attraverso i cavi convenzionali e quelli trasmessi dai sensori wireless.

I sensori sono progettati per essere collegati a elettrodi a cerotto, a loro volta
applicati in particolari locazioni sulla superficie del corpo del paziente. Durante
25 la procedura di programmazione dei sensori essi vengono installati
dall'operatore sanitario uno per uno. Al momento dell'accensione del sensore,

esso trasmette nel canale di controllo un impulso di start-up. L'unità base riceve il suddetto segnale e chiede all'operatore, attraverso un display, la locazione di quel sensore sul corpo del paziente (come normalmente avviene in una procedura per eseguire l'ECG). L'unità base è in grado di eseguire una
5 scannerizzazione dell'asse temporale in modo da acquisire tutte le locazioni temporali (time-slots) occupate da altri sensori già funzionanti che trasmettono ad altre unità base. L'unità base assegna quindi un codice di time-hopping al sensore specifico, il quale smette di trasmettere nel canale di controllo e comincia a trasmettere le informazioni nel time-slot appena assegnatogli
10 dall'unità base (il canale di controllo, come precedentemente specificato, è temporalmente diviso dal canale dati). Il sensore successivo può quindi essere acceso dall'operatore che seguirà la stessa procedura di configurazione fino al raggiungimento del numero di sensori desiderato per l'esame da eseguire sul paziente. Una volta raggiunto il numero di sensori desiderato, sullo stesso
15 paziente, l'operatore comunica all'unità base, sempre attraverso un display, il termine della procedura di configurazione dei sensori. A questo punto la monitorizzazione dei parametri vitali del paziente può cominciare.

L'unità base e i sensori trasmettono attraverso impulsi radio in banda base. Un impulso singolo è molto corto nel tempo ed ha una densità spettrale di potenza
20 in accordo con le specifiche imposte da FCC. Più di un impulso può rappresentare un bit informativo, cosicché l'energia totale trasmessa (e conseguentemente il raggio di operatività) può essere modificato. Anche la potenza di un singolo impulso può essere modificata per ottenere lo stesso obiettivo.

25 Il dispositivo elettronico che costituisce il sensore wireless include un amplificatore a bassa cifra di rumore, un convertitore analogico/digitale, un

microcontrollore, un DSP, una memoria, un buffer, un encoder/decoder, una batteria di alimentazione, un ricetrasmittitore in banda base ed infine un'antenna ricetrasmittente. Il ricetrasmittitore wireless è composto da un correlatore (contenente una copia dell'impulso trasmesso), un oscillatore locale, un
5 generatore di ritardi programmabile, un modulatore, un generatore di codici ed infine un generatore di impulsi.

L'unità base include un'antenna ricetrasmittente, un ricetrasmittitore in banda base, un codificatore/decodificatore, un microcontrollore accoppiato con un DSP (connesso all'interfaccia utente e all'interfaccia I/O e alla memoria), un
10 demultiplexer, un banco di buffer, una piattaforma di convertitori digitale/analogico (uno per sensore), una batteria di alimentazione e un'interfaccia verso il monitor ECG standard.

Il trasmettitore include un generatore di impulsi, un generatore di ritardi programmabile, un oscillatore locale, un generatore di codici ed un modulatore.
15 I dati vengono inviati al modulatore che crea il treno di impulsi, in accordo al codice di time-hopping spedito al sensore dalla unità base durante la fase di configurazione. I dati vengono modulati attraverso diversi impulsi radio in banda base, come specificato dal codice di time-hopping dello specifico sensore. Il segnale modulato viene convertito da digitale in analogico, amplificato e
20 spedito all'antenna per la trasmissione.

Il ricevitore all'interno dell'unità base include un correlatore composto da un moltiplicatore, un integratore e un rivelatore a soglia, un elaboratore di segnali in banda base composto da un DSP, una memoria, un microcontrollore, un unità di controllo di acquisizione/inseguimento, un generatore di impulsi, un
25 generatore di ritardi programmabile e un oscillatore locale. Il segnale proveniente da un sensore viene dapprima convertito da analogico a digitale e

correlato con una copia del treno di impulsi, in accordo con il codice di time-hopping, relativo a quel sensore. Il segnale d'uscita viene poi spedito al processore in banda base, che estrae ed elabora i dati. I dati vengono quindi spediti al monitor per la visualizzazione. L'unità base mantiene in memoria il
5 codice di time-hopping e la locazione del sensore trasmittente.

Il sistema di sensori wireless proposto non necessita di una coordinazione centralizzata. Ogni unità può essere utilizzata da sola senza preoccuparsi se altre sono già attive. L'invenzione proposta ha una specifica procedura per evitare le collisioni tra differenti unità base. Inoltre l'invenzione prevede una specifica
10 procedura per evitare possibili errori da parte dell'operatore nella programmazione dei sensori.

Un possibile soluzione alternativa è rappresentata dall'uso di una "super-unità base" che gestisca più monitor (quindi più pazienti) contemporaneamente. In tal caso le proprietà di precisa localizzazione offerte dalle comunicazioni a banda
15 ultra larga risultano di estrema utilità al fine di determinare con certezza ulteriore l'appartenenza dei sensori ad un paziente piuttosto che ad un altro.

Gli elettrodi con cerotto, a cui sono collegati i sensori, trasmettono in continuazione i segnali bio-elettrici del paziente. Per questo motivo è importante che il sensore venga protetto contro possibili shock voltaici (ad esempio per una
20 procedura di defibrillazione), che potrebbero danneggiare il sensore stesso.

L'invenzione riguarda un sistema per il monitoraggio permanente di parametri vitali comprende:

- a. uno o più sensori wireless per il monitoraggio di parametri vitali;
ciascun sensore equipaggiato con un ricetrasmittitore per ricevere
25 e trasmettere segnali impulsivi in banda base;

b. almeno una unità base (UNITÀ BASE) equipaggiata con un ricetrasmittitore per ricevere e trasmettere segnali impulsivi in banda base verso uno o più detti sensori e collegata ad almeno un monitor,

5 ed in cui almeno un sensore ed una unità base comunicano utilizzando segnali impulsivi a banda ultra larga con una tecnica di multiplazione in banda base.

Secondo l'invenzione un detto sensore wireless e una detta unità base comunicano per mezzo di segnali impulsivi a banda larga trasmessi in distinti intervalli di tempo assegnati a ciascun dispositivo, in una comunicazione
10 multiplata a divisione di tempo o a divisione di codice.

Secondo l'invenzione una unità base trasmette un segnale di temporizzazione globale a tutti i sensori allo scopo di sincronizzare le sequenze temporali della unità base e di ciascun sensore

Secondo l'invenzione l'unità base durante una fase di configurazione ricerca un
15 eventuale segnale di temporizzazione globale trasmesso da un altro dispositivo wireless dello stesso tipo e, se lo trova, si allinea con esso.

Secondo l'invenzione l'unità base invia, a ciascun sensore in comunicazione con essa, i parametri di configurazione, che garantiscono la comunicazione, per mezzo di un canale di controllo, distinto dal canale dati per mezzo di una
20 divisione di tempo o di codice in una trasmissione in banda base.

Secondo l'invenzione l'unità base assegna ad ogni sensore wireless uno specifico codice e/o uno specifico intervallo di tempo in accordo con il quale il sensore deve trasmettere gli impulsi del segnale rilevato dal paziente, e tale assegnazione avviene durante una specifica procedura di configurazione del sensore posta in

atto prima dell'inizio della trasmissione da parte del sensore delle informazioni relative ai parametri vitali misurati.

Secondo l'invenzione l'unità base dispone di una interfaccia verso un monitor standard il quale visualizza i segnali bio-potenziati provenienti dai sensori wireless esattamente come i segnali provenienti da altri sensori tradizionali
5 oppure una unità base è collegata ad un monitor appositamente dedicato o è direttamente implementata all'interno di un apposito monitor.

Secondo l'invenzione un detto sensore wireless è progettato per essere accoppiato con un elettrodo a cerotto da applicare in specifiche posizioni sulla
10 superficie del corpo del paziente.

Secondo l'invenzione durante una detta fase di configurazione l'operatore posiziona gli elettrodi sul paziente uno per volta e ciascun sensore, una volta acceso, trasmette un impulso di start-up in un detto canale di controllo. L'unità base riceve il suddetto segnale e chiede all'operatore, attraverso un display, la
15 localizzazione del sensore sul corpo del paziente quindi gli assegna un codice, ottenuto il quale il sensore smette di trasmettere nel canale di controllo e comincia a trasmettere le informazioni nel canale appena assegnatogli dalla UNITÀ BASE che contemporaneamente mantiene un registro dei codici e delle posizioni assegnate a ciascun sensore acceso.

20 Secondo l'invenzione l'unità base è in grado di eseguire una analisi di tutti i codici e/o intervalli temporali utilizzabili in modo da acquisire tutte le locazioni occupate da altri sensori già funzionanti che eventualmente comunicano con altre unità base, e assegnare ad un nuovo sensore un codice e o un intervallo di tempo libero su cui trasmettere.

Secondo l'invenzione l'unità base ripete una detta procedura di configurazione finché ci sono codici o intervalli di tempo disponibili o finché un operatore non inserisce un comando di fine configurazione.

5 Secondo l'invenzione un medesimo sensore può essere riconfigurato più volte da una UNITÀ BASE e in maniera diversa a seconda del suo utilizzo.

Secondo l'invenzione una procedura di configurazione può essere in qualsiasi momento riavviata su comando dell'operatore, per sostituire o configurare un nuovo sensore, indipendentemente dal funzionamento degli altri sensori che possono contemporaneamente continuare a funzionare normalmente
10 monitorando i parametri vitali.

Secondo l'invenzione un sensore wireless include un amplificatore a bassa cifra di rumore, un convertitore analogico/digitale, un microcontrollore, un DSP, una memoria, un buffer, un encoder/decoder, una batteria di alimentazione, un ricetrasmittitore in banda base ed un'antenna ricetrasmittente.

15 Secondo l'invenzione una unità base include un'antenna ricetrasmittente, un ricetrasmittitore in banda base, un codificatore/decodificatore, un microcontrollore accoppiato con un DSP connesso ad una interfaccia utente a, una interfaccia I/O e ad una memoria, un demultiplexer, un banco di unità base, una piattaforma di convertitori digitale/analogico (uno per sensore), una
20 batteria di alimentazione e un'interfaccia verso il monitor .

Secondo l'invenzione un detto ricetrasmittitore wireless comprende almeno un generatore di ritardi programmabile, un modulatore, un generatore di codici ed un generatore di impulsi.

Secondo l'invenzione in un detto sensore wireless i dati sono inviati al modulatore che crea il treno di impulsi, in accordo al codice di time-hopping spedito al sensore dalla unità base durante la fase di configurazione. I dati vengono modulati attraverso diversi impulsi radio in banda base, come
5 specificato dal codice di time-hopping dello specifico sensore. Il segnale modulato viene convertito da digitale in analogico, amplificato e spedito all'antenna per la trasmissione.

Secondo l'invenzione un ricevitore all'interno di una unità base include un correlatore composto da un moltiplicatore, un integratore e un rivelatore a soglia,
10 un elaboratore di segnali in banda base composto da un DSP, una memoria, un microcontrollore, un unità di controllo di acquisizione/inseguimento, un generatore di impulsi, un generatore di ritardi programmabile e un oscillatore locale, in modo tale che il segnale proveniente da un sensore sia inizialmente convertito da analogico a digitale e correlato con una copia del treno di impulsi,
15 in accordo con il codice di time-hopping, relativo allo specifico sensore e poi spedito al processore in banda base, che estrae ed elabora i dati che vengono poi spediti al monitor per la visualizzazione.

Secondo l'invenzione una detta procedura di configurazione include specifici passi per evitare l'interferenza dei segnali afferenti a diverse UNITÀ BASE, in
20 modo tale che più di una UNITÀ BASE può essere utilizzata indipendentemente dalla presenza di altre UNITÀ BASE in uno stesso ambiente.

Secondo l'invenzione una detta procedura di configurazione di un sensore prevede la segnalazione di un allarme nel caso che a due sensori venga attribuita
baseita la stessa posizione, per evitare errori di posizionamento dei sensori da
25 parte dell'operatore.

Secondo l'invenzione tutti o parte dei componenti di un sensore wireless sono inclusi in uno o più microprocessori integrati allo scopo di minimizzare le dimensioni del dispositivo.

Secondo l'invenzione una unità base utilizza la caratteristica dei segnali a banda
5 larga di poter localizzare facilmente un trasmettitore per identificare ulteriormente ciascun sensore.

Secondo l'invenzione una unità base è utilizzata per gestire i segnali dei sensori posizionati su un singolo paziente oppure una stessa unità base contiene più moduli in grado di gestire i segnali dei sensori posizionati su più pazienti grazie
10 anche alla possibilità di localizzare il trasmettitore del sensore.

Descrizione dettagliata di un esempio applicativo

Nel seguito è descritta una possibile applicazione dell'invenzione nella quale si è utilizzato a titolo di esempio un multiplexing a divisione di tempo per un monitoraggio permanente dell'ECG.

15 Con riferimento alle figure allegate, il sistema comprende una serie di tre sensori 1.1-1.3 posizionati sul corpo di un paziente 1.6. I sensori 1.1-1.3 acquisiscono i segnali ECG dal corpo e li trasmettono ad una unità base 1.4. L'unità base è connessa al monitor ECG standard 1.5 per la visualizzazione dei segnali I sensori 1.1-1.3 ricevono dei comandi (comandi di configurazione) dall'unità
20 base 1.4, utilizzando un metodo di trasmissione wireless, ed inviano i segnali ECG all'unità base 1.4, utilizzando anche in questo caso lo stesso metodo. Il sistema evita l'uso degli ingombranti e qualche volta pericolosi cavi.

I dispositivi 1.1-1.3 di Fig. 1 sono costituiti da una molteplicità di sensori wireless 3.2 riprogrammabili da remoto. Ogni sensore è progettato per essere
25 accoppiato con un elettrodo a cerotto convenzionale 3.3 (ad esempio 3M red-

dot), utilizzato nel monitoraggio ECG standard. Lo schema dettagliato di un sensore è mostrato in Fig. 4. L'unità base comprende un ricetrasmittitore wireless per spedire e ricevere segnali da una molteplicità di singoli sensori. Lo schema in dettaglio è mostrato in Fig. 6.

- 5 I sensori wireless ricevono un segnale di temporizzazione globale dall'unità base per la sincronizzazione

I sensori wireless e l'unità base utilizzano una procedura comune di configurazione del sensore, di percezione di altre unità base attive e di trasmissione dei dati.

- 10 I sensori wireless trasmettono i segnali bio-elettrici del corpo all'unità base usando impulsi radio in banda base a banda ultra-larga.

I sensori vengono distinti utilizzando una tecnica di multiplexing a divisione di tempo, ovvero ogni sensore ha un differente codice di time-hopping, non sovrapposto in nessuna parte con gli altri. I sensori appartenenti ad un'unità base

- 15 vengono distinti sempre utilizzando differenti codici di time-hopping. Questo rende possibile l'uso di sistemi per il monitoraggio continuo ECG wireless su più pazienti contemporaneamente nello stesso raggio di operatività.

L'unità base riceve il segnale ECG da ogni elettrodo in uno specifico intervallo di tempo (time-slot), lo demodula, lo decodifica (con correzione di errore),
20 elabora i dati digitalmente, applica tutti i necessari condizionamenti al segnale (amplificazione, filtraggio, ecc.) e converte il segnale in forma analogica per la visualizzazione sul monitor ECG standard.

L'unità base ha una specifica interfaccia verso il monitor ECG standard, cosicché il collegamento wireless tra gli elettrodi e l'unità base risulta

- 25 completamente trasparente al monitor ECG.

In una comunicazione wireless tra l'unità base 1.4 e i sensori 3.2 secondo la tecnica di time-hopping (multiplexing a divisione di tempo) utilizzata in un canale a banda ultra-larga a comune senza portante, I dati interscambiati vengono inviati usando un treno di impulsi in banda base molto stretti nel tempo. Ogni sensore wireless 3.2 trasmette il segnale ECG in particolari intervalli di tempo, in accordo con il codice di time-hopping come indicato in Fig. 9. L'unità base 1.4 trasmette i comandi di controllo ai sensori, in un particolare intervallo di tempo riservato (chiamato canale di controllo 8.4.1), su cui si sintonizzano tutti i sensori wireless. L'allocazione dei codici di time-hopping e altre informazioni di controllo della trasmissione vengono gestite e controllate dall'unità base 1.4.

Benché il multiplexing a divisione di tempo (time-hopping) sia la tecnica di separazione/divisione preferita dei sensori e delle unità base, altre soluzioni possono essere utilizzate. Un esempio di tecnica di trasmissione alternativa è la ben nota tecnica direct sequence (DS) oppure il multiplexing a divisione di codice (CDMA). La scelta del time hopping è motivata dal fatto che i segnali vitali devono essere preservati il più possibile. Il multiplexing a divisione di codice non impedisce la collisione tra gli impulsi dei diversi sensori, benché li renda ortogonali. Ma la proprietà di ortogonalità può essere persa a causa di errori di sincronizzazione o per particolari degradazioni del canale radio.

L'informazione trasmessa dall'unità base 1.4 include anche comandi di configurazione dei sensori wireless 3.2, come, ad esempio, predisporre o cambiare la posizione del sensore sul corpo del paziente, il livello di potenza in trasmissione, il numero di impulsi per bit, sincronizzazione e temporizzazione del segnale. Preferibilmente durante la procedura di configurazione l'unità base

1.4 invia un segnale di temporizzazione globale per la sincronizzazione di tutti i sensori wireless 3.2 appartenenti all'unità base stessa 1.4 .

La procedura dettagliata di progettazione del collegamento radio per lo scambio di messaggi tra l'unità base 1.4 e i sensori 3.2 può essere implementata in molti
5 modi, all'interno dello spirito di questa invenzione.

Una possibile procedura di configurazione sia per l'unità base che per i sensori viene di seguito descritta con riferimento alle fig. 10 e 11:

L'unità base viene inserita nel monitor ECG standard e accesa; I relativi sensori sono spenti.

10 Inizialmente l'unità base opera una scansione per rilevare la presenza di sensori in trasmissione appartenenti ad altre unità base (100).

Se L'Unità base riceve un segnale da qualche sensore, ciò significa che è presente un'altra unità base nelle vicinanze. Il segnale di temporizzazione globale già usato dall'altra Unità base viene acquisito (110) e l'unità Base si
15 sincronizza con il segnale ricevuto.

Se non è presente nessun altra unità base o questa è fuori dal raggio operativo, il segnale di temporizzazione globale viene generato internamente (120) e la procedura va avanti con il passo successivo (150)

Nel caso siano rilevati segnali trasmessi da sensori l'unità base opera una
20 scansione per rilevare i time-slot occupati (130);

l'unità base crea una lista di time-slot liberi (150), in modo da poter generare correttamente i codici di time-hopping durante la sessione di configurazione dei propri sensori;

Se tutti i time-slot sono occupati l'unità base genera un messaggio di errore (140)
25 sul display. Se ci sono uno o più time-slots liberi la procedura va avanti con il passo successivo (160).

L'unità base opera una scansione continua del canale dati (160) per rilevare segnali di configurazione dai sensori; se un sensore inizia a trasmettere nel canale di controllo, la sua procedura di configurazione ha inizio (170), allo scopo di assegnare al sensore un proprio codice.

- 5 Per la configurazione dei sensori (Fig. 11), l'operatore sanitario posiziona il sensore su una specifica locazione sul corpo del paziente e lo accende(200); il sensore inizia a trasmettere sul canale di controllo (210), cioè inizia a trasmettere un segnale convenzionale con una propria base di tempi. Infatti il sensore non si è ancora sincronizzato con il segnale di temporizzazione globale
- 10 dell'unità base. Questo canale di controllo potrebbe non essere libero.

L'unità base è in ascolto del canale di controllo e riceve il segnale del sensore. Se il canale di controllo è già occupato da una precedente richiesta (230), l'unità base risponde al sensore con un segnale di wait;

- Il sensore aspetterà un tempo casuale (230), dopodiché proverà di nuovo la
- 15 trasmissione sul canale di controllo;

Se il canale di controllo è libero (240), la procedura di sincronizzazione ha inizio e la temporizzazione globale viene acquisita dal sensore (250);

- Una volta conclusa la procedura di sincronizzazione e temporizzazione, l'unità base chiede all'operatore, tramite un display, qual'è la localizzazione del sensore
- 20 (260);

l'operatore inserisce l'esatta posizione del sensore, tramite l'interfaccia I/O (270);

- se la locazione è già stata assegnata, l'unità base mostra sul display un segnale di errore (280) e attende un diverso input per identificare il sensore attraverso la sua
- 25 localizzazione;

l'unità base spedisce al sensore il suo personale e unico codice di time-hopping, associa il codice alla localizzazione del sensore e memorizza localmente la coppia codice di time-hopping-localizzazione (290);

il sensore inizia la trasmissione dati (300);

- 5 l'operatore viene informato che il sensore è stato correttamente configurato (310);

L'operatore accende un altro sensore e ripete la procedura dall'inizio (200) finché tutti i sensori desiderati per lo specifico esame clinico sono stati configurati.

- 10 Quando tutti i sensori sono stati configurati (320) l'operatore preme il pulsante di fine configurazione sull'unità base (330);

Quando viene percepito il comando di fine configurazione, l'unità base non accetta altri segnali provenienti da sensori diversi da quelli configurati;

L'unità base inizia ad elaborare i segnali provenienti dai sensori e li invia al

- 15 monitor ecg standard per la visualizzazione;

Questa procedura di programmazione/configurazione di 1 o più sensori può sempre essere riaperta se un sensore rivela un malfunzionamento e deve essere sostituito, o nel caso in cui si vogliano aggiungere altri sensori.

Ciascun elettrodo a cerotto 3.3 è accoppiato con il suo sensore 3.2.

- 20 Il pin 3.4 conduce gli impulsi elettrici rispetto al potenziale referente di terra in modo da misurare la differenza bio-potenziale tra il segnale nel punto del pin e il referente di terra.

In Fig. 4 è riportato un diagramma a blocchi dei sensori wireless delle Figg. 1-3.

Il sensore wireless si applica sull'elettrodo a cerotto 3.3. Il segnale elettrico

- 25 prodotto dall'elettrodo 3.4 è trasportato ad un amplificatore a bassa cifra di rumore 4.3. Il segnale analogico viene trasformato in digitale nel convertitore

A/D 4.4. Il segnale digitale viene inviato ad un dispositivo/elaboratore in banda base, che è composto da un microcontroller 4.7, un DSP (Digital Signal Processor) 4.5, ed una memoria 4.6. Il microcontroller 4.7 processa anche comandi e messaggi provenienti dall'unità base ed esegue le istruzioni contenute
5 nella memoria 4.6. La memoria successivamente immagazzina il codice di time-hopping assegnato dall'unità base durante la procedura di configurazione. Il segnale ECG processato viene inviato ad un buffer 4.8, poi ad un encoder/decoder 4.9 e trasportato quindi ad un ricetrasmittitore in banda base 4.11, per la trasmissione all'unità di base, attraverso un antenna UWB a bassa
10 potenza. Una batteria 4.10, preferibilmente ricaricabile, con il polo negativo connesso al riferimento di terra provvede all'alimentazione dei componenti. Il microcontroller/DPS 4.5/4.7 elabora il codice di time-hopping assegnato (che invia il codice al generatore di codici 5.4) e controlla i messaggi provenienti dall'unità di base. Quando il sensore 3.2 è acceso, il microcontroller/DSP
15 4.5/4.7 comincia a trasmettere il segnale di configurazione nel canale di controllo, come previsto nella procedura di configurazione memorizzata. Tutti o alcuni dei componenti esposti in Fig. 4 possono essere assemblati in uno o più microchips, allo scopo di miniaturizzare la dimensione del sensore wireless 3.2. La sezione trasmittente del ricetrasmittitore è dettagliata in Fig. 5. Il
20 trasmettitore di Fig. 4 modula 5.2 il segnale d'ingresso 5.1 e lo invia ad un generatore programmabile di ritardo 5.3, che crea il flusso temporizzato (time streaming) in accordo con il codice di time-hopping assegnato. Successivamente il segnale è condotto ad un generatore di impulsi 5.6 e inviato all'antenna 5.7 per la trasmissione. Non è necessario alcuno stadio a Radio frequenza.

25 Con riferimento alla Fig. 6, l'unità di base viene raffigurata in forma di diagramma a blocchi. L'unità di base 1.4 trasmette comandi a tutti i sensori 1.1-

1.3 ed istruisce ciascuno di essi affinché trasmetta i propri dati ECG individualmente (Time-hopping code division multiple access). L'unità di base 1.4 riceve i segnali ECG provenienti dai suoi sensori e demodula, decodifica, corregge gli errori, demultiplexa, immagazzina e riconverte in analogico tutti i
5 dati giunti dai sensori, per interfacciarli verso un monitor ECG standard 1.5. L'unità di base trasmette anche i codici di time-hopping ai sensori, ai fini di una trasmissione continua senza collisioni. L'unità base può anche inviare un comando di controllo ai sensori per programmare cambi di potenza di trasmissione, ai fini di modificare il range operativo o aumentare la qualità dei
10 segnali.

L'unità di base 1.4 è fornita di un'antenna a bassa potenza 6.1 e di un ricetrasmittitore in banda base 6.2.

La sezione di ricezione del ricetrasmittitore 6.2 è dettagliata in Fig. 7. Esso comprende un cross-correlator, composto da un moltiplicatore 7.2, un
15 generatore di impulsi 7.3, un generatore programmabile di ritardi 7.4, un generatore di temporizzazione (global time reference generator) 7.5, un generatore di codici 7.6, un integratore 7.7, un filtro passa basso 7.8. Inoltre l'unità base include un encoder/decoder 6.3, una piattaforma di calcolo costituita da un microcontroller 6.5, un DSP 6.4, una memoria 6.8, un'interfaccia utente
20 6.6 e un'interfaccia di ingresso/uscita I/O 6.7.

L'interfaccia utente 6.6 può consistere in un display che indichi le informazioni per la programmazione dei sensori, oppure condizioni di allarme o di errore, un key pad per gli input richiesti all'utente, un'unità di allarme per avvisare acusticamente le possibili condizioni di allarme o di errore (batteria bassa,
25 fallimento nella configurazione dei sensori, ecc.) e led per indicatori visivi di errore, allarme o status della programmazione. I dati ECG ricevuti dal

ricetrasmittitore wireless vengono demultiplexati dal demultiplexer 6.9. I segnali sono poi convertiti in analogico dal convertitore D/A 6.11 ed amplificati da una serie di amplificatori 6.12. Vengono quindi inviati, attraverso un'interfaccia 6.13, ad un monitor ECG standard 6.14. L'interfaccia 6.13 deve tradurre i segnali ECG opportunamente, in modo da renderli corrispondenti a quelli in ingresso verso un monitor ECG convenzionale, in maniera compatibile e trasparente come se questi segnali provenissero direttamente da cavi convenzionali. E' importante sottolineare che l'unità base 1.4 può anche essere direttamente implementata all'interno di un monitor ECG.

10 In Fig. 8 viene riportato un possibile schema di trasmissione tra i sensori wireless 1.1-1.3 e l'unità base 1.4, utilizzando la tecnica di accesso multiplo a divisione di tempo (time-hopping code division multiple access). L'informazione è trasportata da impulsi radio in banda base molto corti (impulse radio ultra wide-band). Tutti i sensori 8.1-8.3 ricevono i comandi di sincronizzazione (il segnale di temporizzazione globale, il comando di aumento/diminuzione di potenza, ecc.) dall'unità base, in un intervallo specifico di tempo 8.4 (canale downlink 8.4.1). I sensori 8.1-8.3 trasmettono i dati e i messaggi sul canale uplink 8.4.2 (temporalmente diviso dal canale downlink). Il canale uplink 8.4.2 è composto da un canale di controllo e un canale dati. Il
15 canale di controllo uplink e il canale dati uplink sono temporalmente divisi 8.4.2.

In Fig. 9 viene mostrata in dettaglio la trasmissione dei segnali dei sensori 8.1-8.3 nel canale dati uplink 8.4.2. La trasmissione è basata su una tecnica di time-hopping. Ogni intervallo di bit 9.4 è diviso in più frames 9.1. Ogni frame è a sua volta diviso in più chips 9.2. Il primo sensore 9.3.1, con codice di time-hopping
25 assegnato [1 2 3] trasmette i suoi impulsi nel primo chip del primo frame, nel

secondo chip del secondo frame e nel terzo chip del terzo frame. Con una strategia simile, gli altri sensori 9.3.2 e 9.3.3 trasmettono i loro impulsi 9.5 senza collisioni. Gli impulsi che appartengono ad uno specifico sensore sono inviati in settori temporali (time slots) diversi all'interno di ogni intervallo di bit

5 9.4. Gli specifici settori temporali dove trasmettere i dati di un sensore sono rappresentati dal codice di time-hopping. L'intervallo di tempo di bit può essere diviso in uno specifico numero di frames 9.1, che indica quanti impulsi vengono utilizzati da ogni sensore all'interno di un tempo di bit. Ogni frame a sua volta può essere diviso in uno specifico numero di tempi di chip 9.2 che

10 indica quanti sensori possono essere attivati contemporaneamente senza interferenza. Solo in termini di esempio, se ogni sensore usasse un numero di impulsi pari a 10 per bit (e questo specificherebbe il raggio di operabilità), 400 codici di time-hopping potrebbero essere allocati all'interno del raggio di operabilità e quindi 400 diversi sensori potrebbero essere attivati

15 contemporaneamente.

E' importante notare che, benché il presente esempio applicativo descriva l'invenzione proposta affinché venga usata per un monitoraggio permanente dell'ECG, essa può essere altresì utilizzata per monitorare altre tipologie di segnali bio-potenziati che provengono dal corpo umano, come ad esempio i

20 segnali EEG, i segnali elettromiografici, ecc. Lo spirito e lo scopo di questa invenzione sono determinati in riferimento alle rivendicazioni allegate.

Breve descrizione dei disegni allegati

Fig. 1 - raffigura una applicazione dell'invenzione per il monitoraggio ECG continuo di un singolo paziente: 3 sensori wireless trasmettono il segnale ECG

25 all'unità base connessa al monitor ecg standard.

- Fig. 2 - rappresenta una molteplicità di pazienti monitorati contemporaneamente come indicato in figura 1. la figura indica che più sensori su più pazienti possono essere attivi allo stesso tempo senza conflitto.
- Fig. 3 - mostra come il sensore viene accoppiato con l'elettrodo a cerotto
5 convenzionale.
- Fig. 4 - mostra lo schema a blocchi della composizione del sensore wireless.
- Fig. 5 - riporta in dettaglio lo schema della sezione di trasmissione del ricetrasmittitore del sensore wireless.
- Fig. 6 - mostra lo schema a blocchi dell'unità base.
- 10 Fig. 7 - riporta in dettaglio lo schema della sezione di ricezione del ricetrasmittitore dell'unità base.
- Fig. 8 - mostra i canali utilizzati dall'unità base e dai sensori wireless per la comunicazione dei dati e dei comandi di controllo. La figura inoltre illustra come il sistema di comunicazione sia a divisione di tempo.
- 15 Fig. 9 - illustra un esempio di allocazione dei codici di time-hopping per i sensori wireless. Gli impulsi appartenenti a sensori differenti sono posizionati su differenti intervalli di chip all'interno del bit.
- Fig. 10 - riporta il diagramma di flusso della procedura di configurazione di un'unità base.
- 20 Fig. 11 - mostra il diagramma di flusso della procedura di configurazione dei sensori wireless appartenenti ad una specifica unità base.

RIVENDICAZIONI

1. Sistema per il monitoraggio permanente di parametri vitali caratterizzato dal fatto che comprende:
 - uno o più sensori wireless per il monitoraggio di parametri vitali;
5 ciascun sensore equipaggiato con un ricetrasmittitore per ricevere e trasmettere segnali impulsivi in banda base;
 - almeno una unità base (UB) equipaggiata con un ricetrasmittitore per ricevere e trasmettere segnali impulsivi in banda base verso uno o più detti sensori e collegata ad almeno un monitor,
10 e caratterizzato dal fatto che almeno un sensore ed una unità base comunicano utilizzando segnali impulsivi a banda ultra larga con una tecnica di multiplazione in banda base.
2. Sistema di cui alla rivendicazione 1 caratterizzato dal fatto che un detto sensore wireless e una detta unità base comunicano per mezzo
15 di segnali impulsivi a banda larga trasmessi in distinti intervalli di tempo assegnati a ciascun dispositivo, in una comunicazione multiplata a divisione di tempo o a divisione di codice.
3. Sistema di cui a una o più delle precedenti rivendicazioni caratterizzato dal fatto che una unità base trasmette un segnale di
20 temporizzazione globale a tutti i sensori allo scopo di sincronizzare le sequenze temporali della unità base e di ciascun sensore
4. Sistema di cui a una o più delle precedenti rivendicazioni caratterizzato dal fatto che una unità base durante una fase di

configurazione ricerca un eventuale segnale di temporizzazione globale trasmesso da un altro dispositivo wireless dello stesso tipo e, se lo trova, si allinea con esso.

5. Sistema di cui a una o più delle precedenti rivendicazioni
5 caratterizzato dal fatto che una unità base invia, a ciascun sensore in comunicazione con essa, i parametri di configurazione, che garantiscono la comunicazione, per mezzo di un canale di controllo, distinto dal canale dati per mezzo di una divisione di tempo o di codice in una trasmissione in banda base.
- 10 6. Sistema di cui a una o più delle precedenti rivendicazioni caratterizzato dal fatto che l'unità base assegna ad ogni sensore wireless uno specifico codice e/o uno specifico intervallo di tempo in accordo con il quale il sensore deve trasmettere gli impulsi del segnale rilevato dal paziente, e tale assegnazione avviene durante una
15 specifica procedura di configurazione del sensore posta in atto prima dell'inizio della trasmissione da parte del sensore delle informazioni relative ai parametri vitali misurati.
7. Sistema di cui a una o più delle precedenti rivendicazioni
20 caratterizzato dal fatto che una unità base dispone di una interfaccia verso un monitor standard il quale visualizza i segnali bio-potenziali provenienti dai sensori wireless esattamente come i segnali provenienti da altri sensori tradizionali oppure una unità base è collegata ad un monitor appositamente dedicato o è direttamente implementata all'interno di un apposito monitor.

8. Sistema di cui a una o più delle precedenti rivendicazioni caratterizzato dal fatto che un detto sensore wireless è progettato per essere accoppiato con un elettrodo a cerotto da applicare in specifiche posizioni sulla superficie del corpo del paziente.
- 5 9. Sistema di cui a una o più delle precedenti rivendicazioni caratterizzato dal fatto che durante una detta fase di configurazione l'operatore posiziona gli elettrodi sul paziente uno per volta e ciascun sensore, una volta acceso, trasmette un impulso di start-up in un detto canale di controllo. L'unità base riceve il suddetto segnale e chiede
10 all'operatore, attraverso un display, la localizzazione del sensore sul corpo del paziente quindi gli assegna un codice, ottenuto il quale il sensore smette di trasmettere nel canale di controllo e comincia a trasmettere le informazioni nel canale appena assegnatogli dalla UNITÀ BASE che contemporaneamente mantiene un registro dei
15 codici e delle posizioni assegnate a ciascun sensore acceso.
10. Sistema di cui a una o più delle precedenti rivendicazioni caratterizzato dal fatto che una unità base è in grado di eseguire una analisi di tutti i codici e/o intervalli temporali utilizzabili in modo da acquisire tutte le locazioni occupate da altri sensori già funzionanti
20 che eventualmente comunicano con altre unità base, e assegnare ad un nuovo sensore un codice e o un intervallo di tempo libero su cui trasmettere.
11. Sistema di cui a una o più delle precedenti rivendicazioni caratterizzato dal fatto che una UNITÀ BASE ripete una detta
25 procedura di configurazione finché ci sono codici o intervalli di

tempo disponibili o finché un operatore non inserisce un comando di fine configurazione.

- 5 12. Sistema di cui a una o più delle precedenti rivendicazioni caratterizzato dal fatto che un medesimo sensore può essere riconfigurato più volte da una UNITÀ BASE e in maniera diversa a seconda del suo utilizzo.
- 10 13. Sistema di cui a una o più delle precedenti rivendicazioni caratterizzato dal fatto che una procedura di configurazione può essere in qualsiasi momento riavviata su comando dell'operatore, per sostituire o configurare un nuovo sensore, indipendentemente dal funzionamento degli altri sensori che possono contemporaneamente continuare a funzionare normalmente monitorando i parametri vitali.
- 15 14. Sistema di cui a una o più delle precedenti rivendicazioni caratterizzato dal fatto che un sensore wireless include un amplificatore a bassa cifra di rumore, un convertitore analogico/digitale, un microcontrollore, un DSP, una memoria, un buffer, un encoder/decoder, una batteria di alimentazione, un ricetrasmittitore in banda base ed un'antenna ricetrasmittente.
- 20 15. Sistema di cui a una o più delle precedenti rivendicazioni caratterizzato dal fatto che una unità base include un'antenna ricetrasmittente, un ricetrasmittitore in banda base, un codificatore/decodificatore, un microcontrollore accoppiato con un DSP connesso ad una interfaccia utente a, una interfaccia I/O e ad una memoria, un demultiplexer, un banco di unità baseffer, una

piattaforma di convertitori digitale/analogico (uno per sensore), una batteria di alimentazione e un'interfaccia verso il monitor .

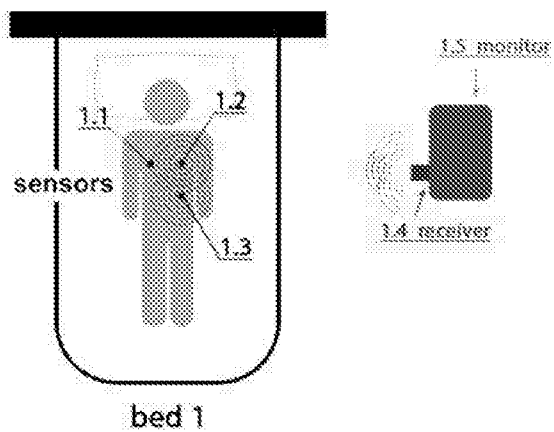
- 5
16. Sistema di cui a una o più delle precedenti rivendicazioni caratterizzato dal fatto che un detto ricetrasmittitore wireless comprende almeno un generatore di ritardi programmabile, un modulatore, un generatore di codici ed un generatore di impulsi.
- 10
17. Sistema di cui a una o più delle precedenti rivendicazioni caratterizzato dal fatto che in un detto sensore wireless i dati sono inviati al modulatore che crea il treno di impulsi, in accordo al codice di time-hopping spedito al sensore dalla unità base durante la fase di configurazione. I dati vengono modulati attraverso diversi impulsi radio in banda base, come specificato dal codice di time-hopping dello specifico sensore. Il segnale modulato viene convertito da digitale in analogico, amplificato e spedito all'antenna per la
- 15
18. Sistema di cui a una o più delle precedenti rivendicazioni caratterizzato dal fatto che un ricevitore all'interno di una unità base include un correlatore composto da un moltiplicatore, un integratore e un rivelatore a soglia, un elaboratore di segnali in banda base composto da un DSP, una memoria, un microcontrollore, un unità di controllo di acquisizione/inseguimento, un generatore di impulsi, un generatore di ritardi programmabile e un oscillatore locale, in modo tale che il segnale proveniente da un sensore sia inizialmente convertito da analogico a digitale e correlato con una copia del treno
- 20
- 25
- di impulsi, in accordo con il codice di time-hopping, relativo allo

specifico sensore e poi spedito al processore in banda base, che estrae ed elabora i dati che vengono poi spediti al monitor per la visualizzazione.

- 5 19. Sistema di cui a una o più delle precedenti rivendicazioni caratterizzato dal fatto che una detta procedura di configurazione include specifici passi per evitare l'interferenza dei segnali afferenti a diverse UNITÀ BASE, in modo tale che più di una UNITÀ BASE può essere utilizzata indipendentemente dalla presenza di altre UNITÀ BASE in uno stesso ambiente.
- 10 20. Sistema di cui a una o più delle precedenti rivendicazioni caratterizzato dal fatto che una detta procedura di configurazione di un sensore prevede la segnalazione di un allarme nel caso che a due sensori venga attribuita baseita la stessa posizione, per evitare errori di posizionamento dei sensori da parte dell'operatore.
- 15 21. Sistema di cui a una o più delle precedenti rivendicazioni caratterizzato dal fatto che tutti o parte dei componenti di un sensore wireless sono inclusi in uno o più microprocessori integrati allo scopo di minimizzare le dimensioni del dispositivo.
- 20 22. Sistema di cui a una o più delle precedenti rivendicazioni caratterizzato dal fatto che una unità base utilizza la caratteristica dei segnali a banda larga di poter localizzare facilmente un trasmettitore per identificare ulteriormente ciascun sensore.
23. Sistema di cui a una o più delle precedenti rivendicazioni caratterizzato dal fatto che una unità base è utilizzata per gestire i

segnali dei sensori posizionati su un singolo paziente oppure una stessa unità base contiene più moduli in grado di gestire i segnali dei sensori posizionati su più pazienti grazie anche alla possibilità di localizzare il trasmettitore del sensore.

TAV. 1



DRAW 1

fig. 1

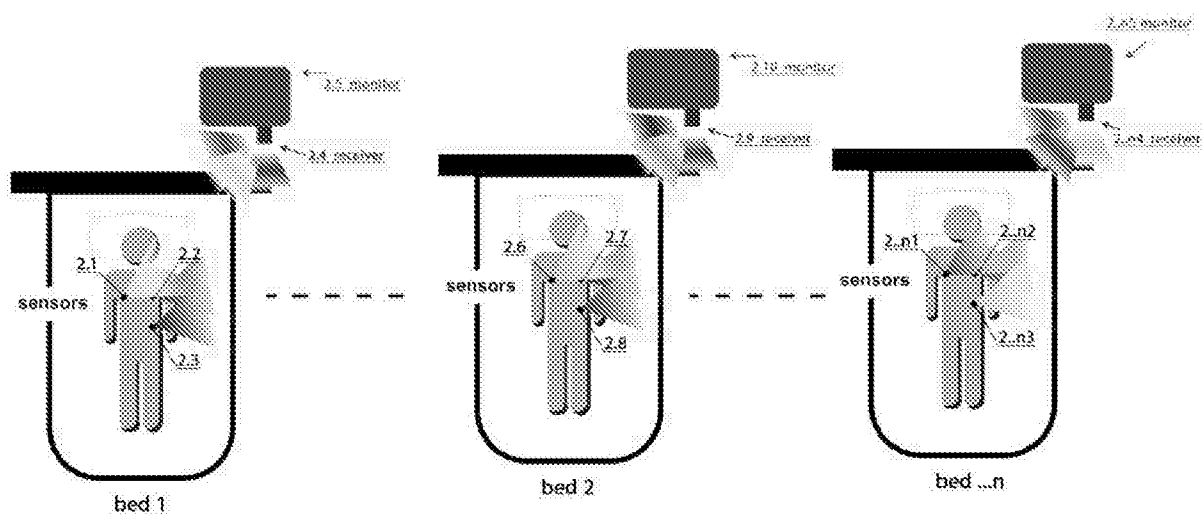


fig. 2

TAV. 2

fig 3

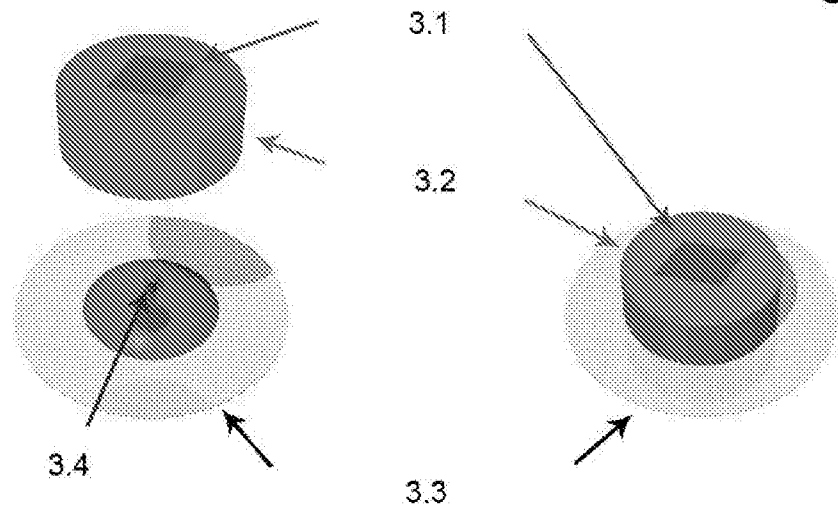


fig 4

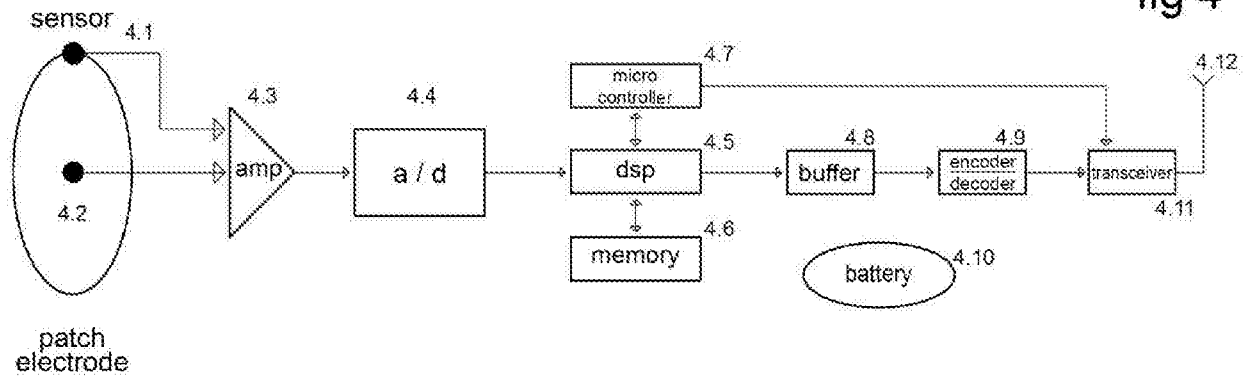
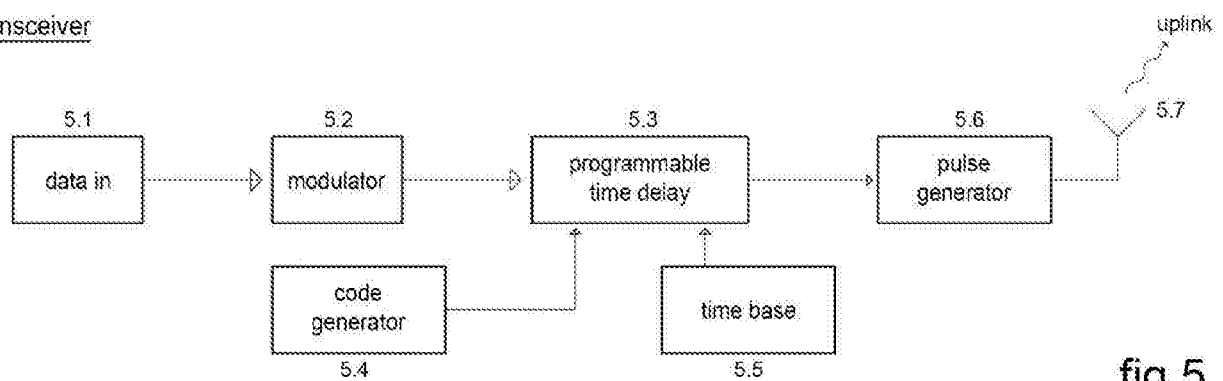
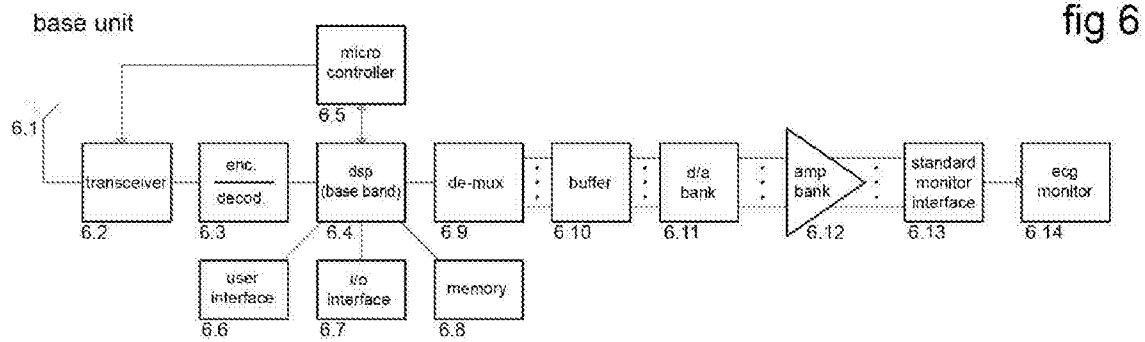
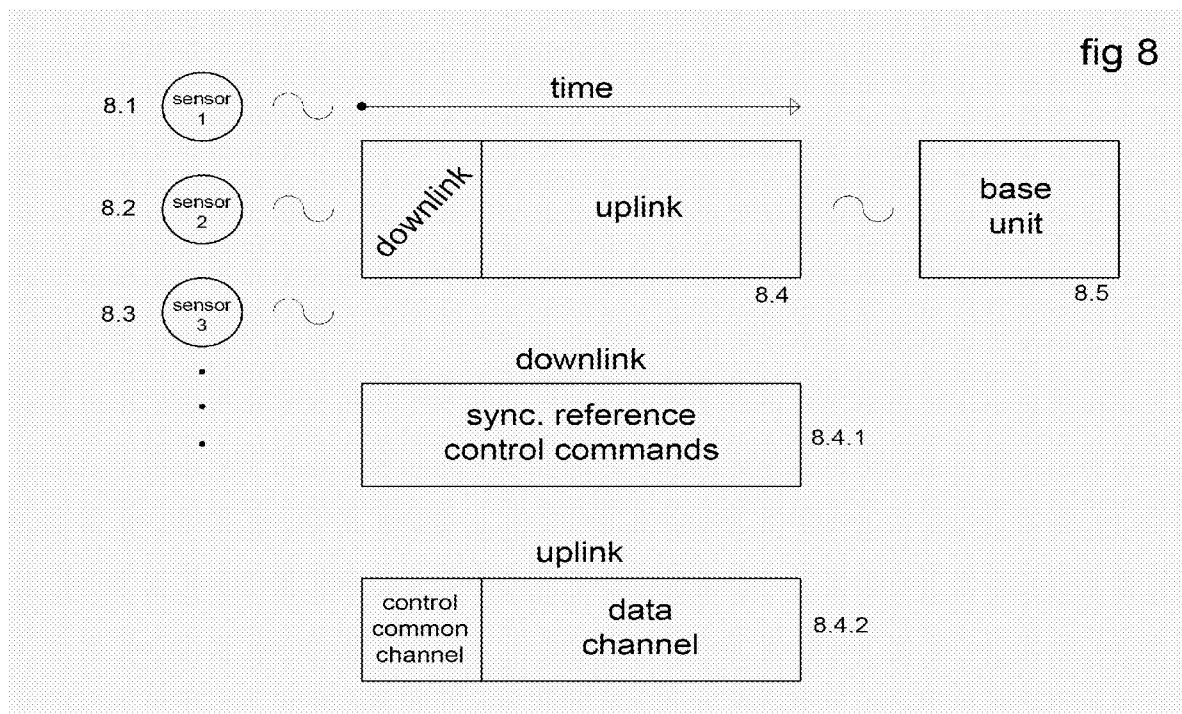
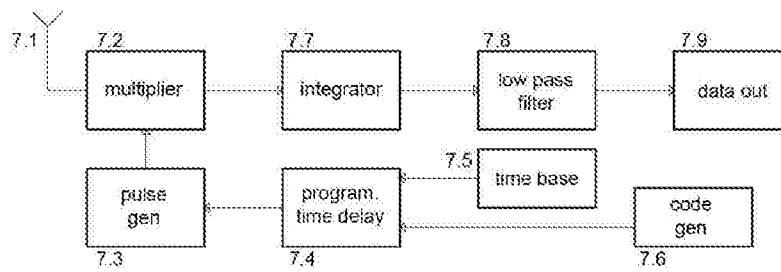
transceiver

fig 5

TAV. 3

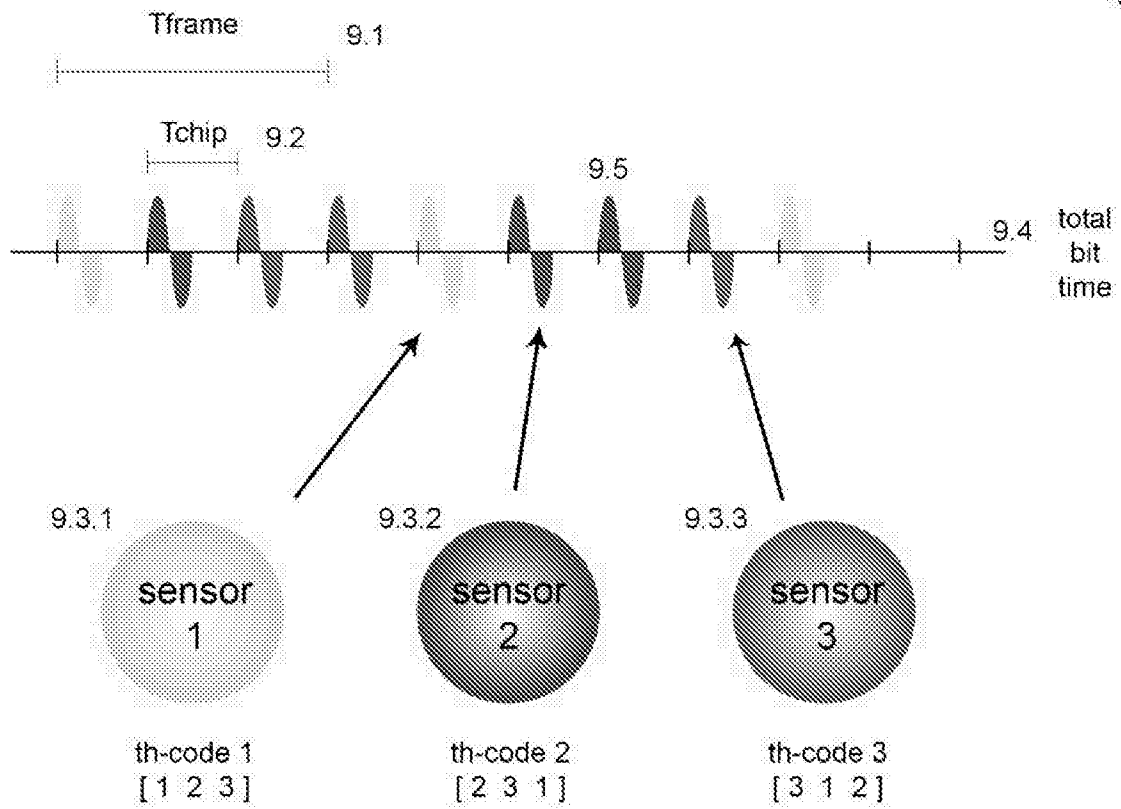


transceiver rx



TAV. 4

fig 9



TAV. 5

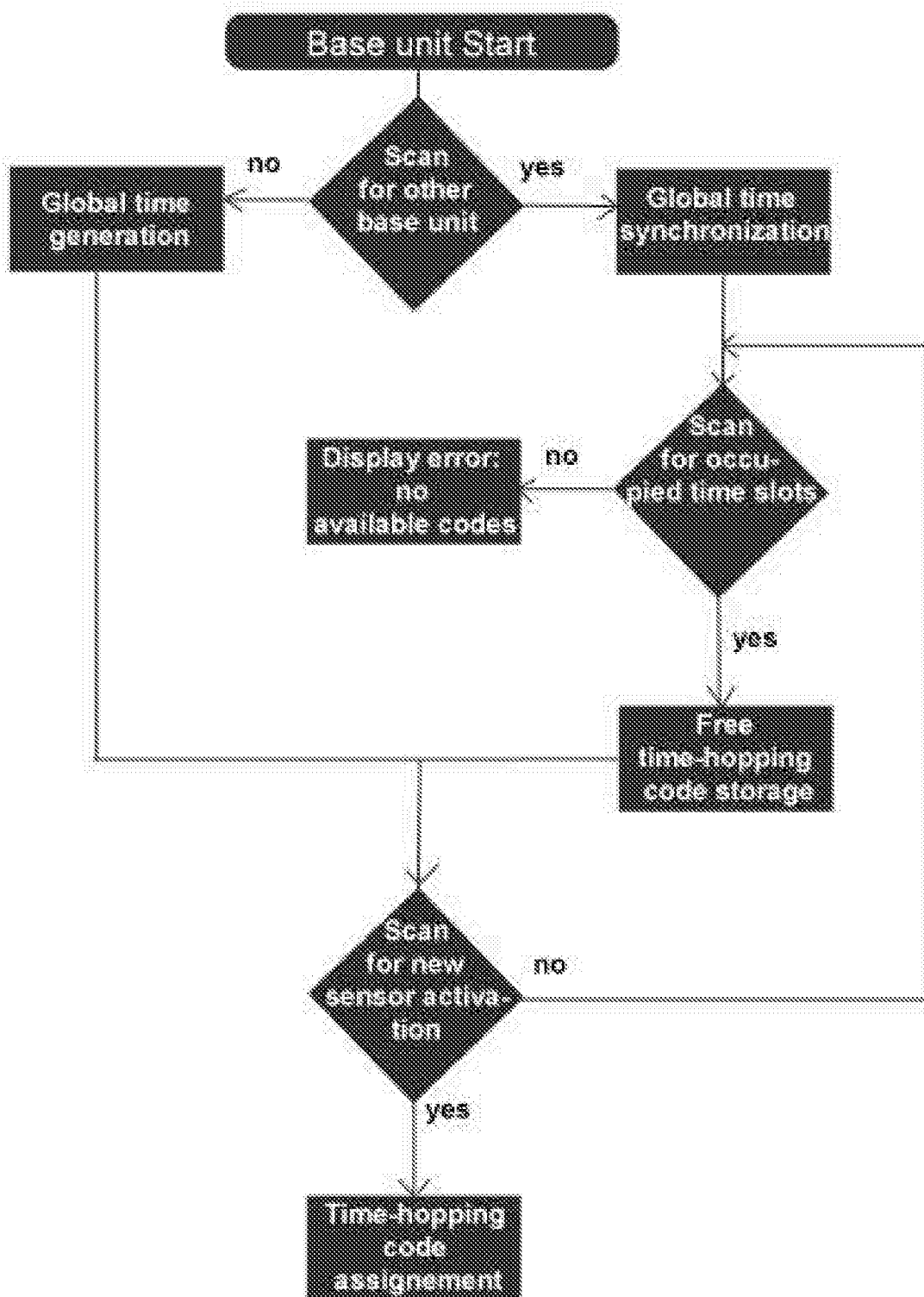


fig. 10

TAV. 6

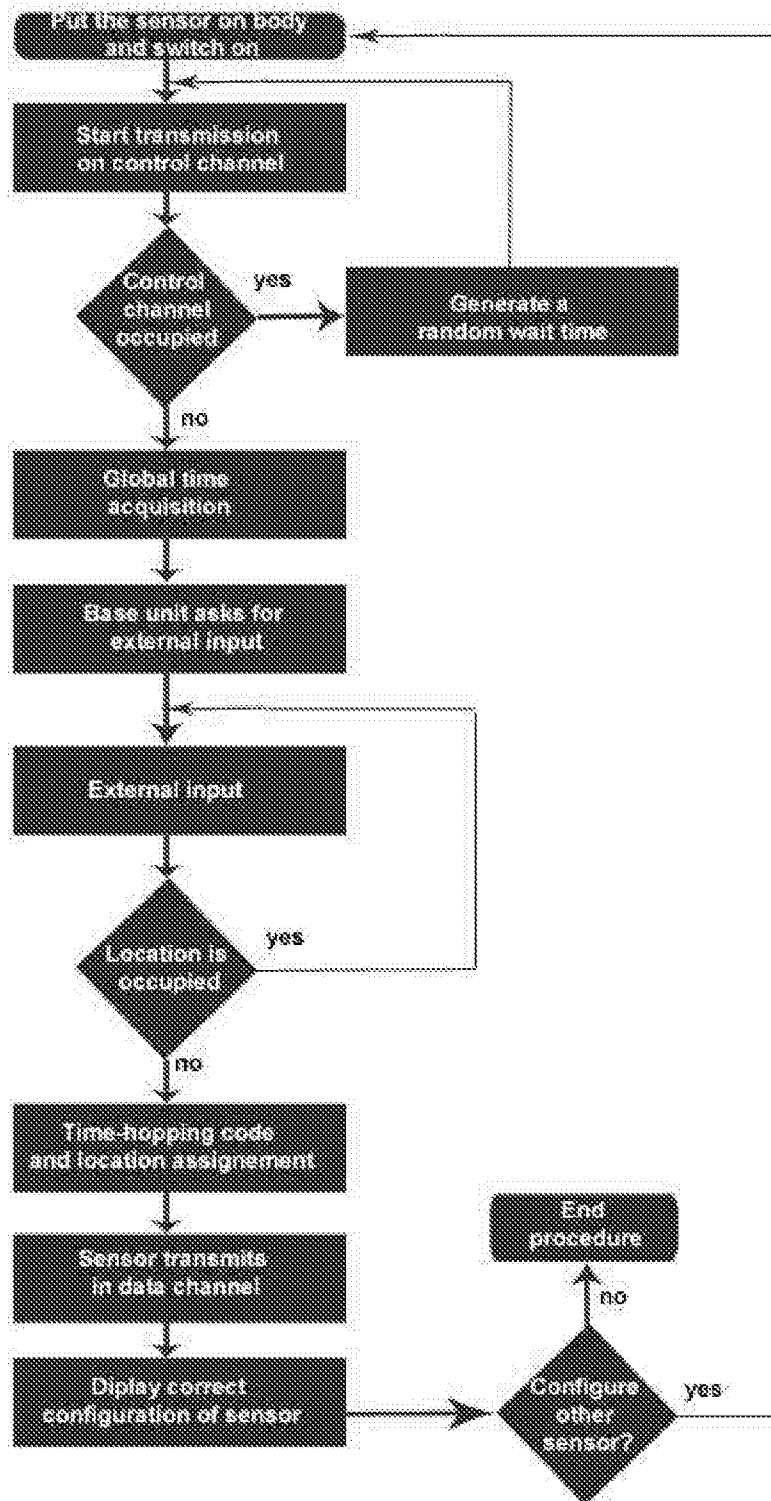


fig. 11