



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

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102019000008424
Data Deposito	10/06/2019
Data Pubblicazione	10/12/2020

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
A	61	B	5	113

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
A	61	B	5	0408

Titolo

Indumento perfezionato

DESCRIZIONE

La presente invenzione riguarda un indumento perfezionato per monitorare uno o più parametri biofisici dell'indossatore, preferibilmente durante l'attività motoria e sportiva.

5 Sono attualmente noti vari apparati applicati su magliette, o altri capi di vestiario, per rilevare parametri biofisici e di performance, quali ad esempio reggiseni (cfr. ad esempio proposti dalla Jabil) per monitorare le attività muscolari, pantaloncini o magliette (cfr. ad esempio quelli proposti da Athos e Hexoskin) adatte a misurare l'attività muscolare e in particolare la forza e
10 frequenza di contrazione del muscolo.

Questi noti indumenti non sono completamente soddisfacenti in quanto risultano spesso scomodi, in particolare perché forniscono vestibilità troppo compressive date dalla necessità di ottenere una misura accurata delle contrazioni muscolari.

15 Inoltre, detti indumenti non risultano adatti a sport fisici e/o di contatto in quanto i sensori utilizzati risultano facilmente danneggiabili a seguito di urti o scontri.

Inoltre, la rilevazione dei parametri non risulta precisa, soprattutto considerando il target a cui generalmente si rivolgono questi prodotti, e cioè a
20 quello degli atleti professionisti, in cui appunto l'attendibilità della misura risulta estremamente importante, e sono richieste tolleranze sugli errori di misura particolarmente ridotte.

Inoltre, nelle note soluzioni la trasmissione e l'elaborazione dei dati è lenta e laboriosa, comportando l'impossibilità di ottenere delle misurazioni in
25 tempo reale della performance.

Oltre a questo, le caratteristiche delle note soluzioni in termini di ottimizzazione dei consumi non sono pienamente soddisfacenti in quanto, ad esempio, la durata media delle batterie è generalmente di circa 3,5 ore e, pertanto, non risulta sufficiente a coprire una seduta di allenamento
5 prolungata, o una serie di sedute di allenamento, richiedendo quindi l'interruzione della stessa per permettere il cambio delle batterie e/o la loro ricarica.

Non ultimo il fatto che il costo di produzione – e quindi anche di vendita – delle note soluzioni risulta particolarmente elevato, ostacolando
10 pertanto la loro diffusione sul mercato.

In particolare, ad esempio, è attualmente noto il prodotto Polo Tech, proposto dalla Ralph Lauren®, che comprende un'unità centrale e un sensore, entrambi integrati nell'indumento (in particolare una T-shirt).

Inoltre, è noto il prodotto Zephyr, proposto dalla Medtronic®, che è un
15 indumento ottimizzato per la misurazione di parametri vitali relativi a soggetti allettati, in particolare in ambito medico, e non risulta adatto ad essere impiegata da soggetti in movimento.

Scopo dell'invenzione è quello di proporre un indumento perfezionato, per rilevare i parametri biofisici dell'indossatore, che superi i
20 suddetti inconvenienti presenti nelle note soluzioni.

Altro scopo dell'invenzione è quello di proporre un indumento in grado di effettuare una misurazione in tempo reale dei parametri biofisici dell'indossatore durante una performance.

Altro scopo dell'invenzione è quello di proporre un indumento che consenta un suo utilizzo prolungato, riducendo così la sua frequenza di ricarica.

Altro scopo dell'invenzione è quello di proporre un indumento che sia
5 altamente integrato.

Altro scopo dell'invenzione è quello di proporre un indumento che fornisca una misura precisa, accurata e robusta dei parametri biofisici dell'indossatore.

Altro scopo dell'invenzione è quello di proporre un indumento che
10 possa essere lavato.

Altro scopo dell'invenzione è quello di proporre un indumento che sia facilmente adattabile ad indossatori di differenti corporature.

Altro scopo dell'invenzione è quello di proporre un indumento che risulti adatto ad essere indossato anche durante lo svolgimento di sport di
15 contatto.

Altro scopo dell'invenzione è quello di proporre un indumento che sia confortevole da indossare anche per periodi di tempo prolungati.

Altro scopo dell'invenzione è quello di proporre un indumento che sia migliorativo e/o alternativo rispetto a quelle tradizionali.

20 Altro scopo dell'invenzione è di proporre un indumento con una caratterizzazione alternativa, sia in termini costruttivi che funzionali, rispetto a quelle tradizionali.

Altro scopo dell'invenzione è di proporre un indumento che siano ottenibile in modo semplice, rapido e con bassi costi.

Tutti questi scopi, sia singolarmente che in una loro qualsiasi combinazione, ed altri che risulteranno dalla descrizione che segue sono raggiunti, secondo l'invenzione, con un indumento perfezionato secondo la rivendicazione 1.

5 La presente invenzione viene qui di seguito ulteriormente chiarita in alcune sue preferite forme di pratica realizzazione riportate a scopo puramente esemplificativo e non limitativo con riferimento alle allegate tavole di disegni, in cui:

la figura 1 mostra un'immagine fotografica dell'indumento secondo
10 l'invenzione,

le figure 2 a-b mostrano in vista prospettica e in vista laterale un primo sensore montato sull'indumento secondo l'invenzione,

la figura 3 mostra uno schema del posizionamento dei sensori montati
15 sull'indumento secondo l'invenzione sulla figura di un corpo umano esemplificato,

la figura 4 mostra in vista schematica un secondo sensore montato
sull'indumento secondo l'invenzione,

la figura 5 mostra uno schema a blocchi del circuito montato e associato
all'indumento secondo l'invenzione,

20 la figura 6 mostra in vista schematica il posizionamento dei primi sensori sovrapposti a un torso maschile esemplifico, con evidenziate le linee LEAD.

 Come risulta dalle figure l'invenzione ha per oggetto un indumento perfezionato 1 per monitorare uno o più parametri biofisici dell'indossatore,
25 preferibilmente durante l'attività motoria e sportiva.

Si precisa che di seguito con indumento si intende un qualsiasi indumento che è destinato ad essere indossato sulla parte superiore del corpo, in modo da coprire almeno la cavità toracica, quali ad esempio una maglietta, una canotta o un top.

5 Preferibilmente, l'indumento1 è configurato per essere indossato durante lo svolgimento di una qualsiasi attività sportiva.

Inoltre, opportunamente, l'indumento1 è del tipo destinato ad essere indossato a contatto con la pelle.

10 In particolare, l'indumento 1 può essere realizzato in differenti materiali, preferibilmente materiali ad alta traspirabilità, per permettere così un suo utilizzo confortevole anche durante l'attività fisica, e ad elevata elasticità, in modo da poter risultare aderente al corpo dell'indossatore e assecondarne i movimenti. Opportunamente, ciò assicura un comfort ottimale durante l'utilizzo, in particolare durante l'attività sportiva.

15 Opportunamente all'indumento 1 sono applicati uno o più mezzi di rilevazione, indicati globalmente con 2, che permettono la rilevazione di uno o più parametri biofisici dell'indossatore, e in particolare parametri cardiaci e pneumologici.

20 In particolare, i mezzi di rilevazione 2 possono comprendere uno o più primi sensori configurati per rilevare l'attività cardiaca 4, e preferibilmente almeno tre primi sensori 4. Preferibilmente i primi sensori 4 possono essere degli elettrodi per elettrocardiogramma (ECG), e cioè configurati per misurare le differenze di potenziale che si instaurano in differenti zone del corpo, in particolare in zone superficiali (cioè in prossimità della pelle) del corpo

dell'indossatore dell'indumento 1, a seguito del processo di depolarizzazione delle cellule del cuore durante il battito cardiaco.

Opportunamente o alternativamente, i primi sensori 4 possono essere configurati anche per ottenere misure di spirometria mediante la misurazione
5 della variazione dell'impedenza polmonare, in particolare effettuando sostanzialmente una pletismografia a impedenza.

I primi sensori 4 possono comprendere un elettrodo con un corpo centrale 41, sostanzialmente laminare, ed avente una delle due facce sostanzialmente rivolta verso la pelle dell'indossatore. In particolare, i primi
10 sensori 4 possono avere forma poligonale o,preferibilmente,rotonda.

Preferibilmente, il corpo centrale 41 di ciascun elettrodo 4 può essere realizzato in materiale plastico rigido, in modo da mantenere la sua forma esposizione anche a seguito di sollecitazioni derivanti dallo svolgimento dell'attività fisica da parte del soggetto che indossa l'indumento
15 1.Alternativamente, il corpo centrale 41 di ciascun elettrodo4 può essere realizzato in materiale morbido in modo da assorbire le sollecitazioni derivanti dagli eventuali contatti fisici che si possono verificano durante lo svolgimento di un'attività fisica di contatto.

Ciascun elettrodo 4 è dotato, sul corpo centrale 41, e in particolare
20 sulla faccia destinata ad essere affacciata ed a contatto con il corpo dell'indossatore dell'indumento 1, di una pluralità di pin sporgenti 42 di forma sostanzialmente piramidale o conica o aghiforme, configurati per entrare in contatto con il corpo dell'indossatore stesso, ed effettuare così le rilevazioni del potenziale superficiale.

Opportunamente, i pin di rilevazione 42 sono conduttori e sono realizzati in materiale polimerico conduttore, in materiale metallico conduttore, oppure possono essere in materiale plastico e contenere un'anima in materiale conduttore che arriva a contatto con la pelle dell'indossatore.

5 Ciascun elettrodo 4 comprende altresì una guaina che lo avvolge, almeno parzialmente, e ciò al fine di conferire maggior comfort all'indossatore. Preferibilmente, la guaina avvolge completamente il corpo centrale 41 del primo sensore 4. Opportunamente, detta guaina contribuisce a mantenere in posizione il primo sensore 4.

10 Ciascun primo sensore 4 è dotato inoltre di un connettore 43 che è configurato per essere connesso con un'unità di acquisizione 5 e che è posizionato preferibilmente sulla faccia del corpo centrale 41 opposta a quella in cui sono previsti i pin di rilevazione 42. Preferibilmente il connettore 43 ha dimensioni ridotte in modo da non sporgere eccessivamente verso l'esterno, e
15 risultare quindi meno vulnerabile in caso di impatti, oltre a creare minore ingombro per l'indossatore. Vantaggiosamente, il connettore 43 può sporgere e fuoriuscire dalla guaina che avvolge il corpo 41 di ciascun elettrodo 4.

Opportunamente, i primi sensori 4 possono inseriti in apposite prime tasche 11 ricavate nella porzione interna dell'indumento 1, cioè quella
20 destinata ad andare a contatto con la pelle dell'indossatore. Opportunamente, il tessuto dell'indumento 1 che delimita dette prime tasche 11 dal lato interno, cioè il tessuto che sostanzialmente è frapposto fra i primi sensori 4 e la pelle dell'indossatore, ha uno spessore piuttosto sottile, e in particolare abbastanza sottile da permettere ai pin di rilevazione 42 di essere
25 sostanzialmente a contatto con la pelle dell'indossatore stesso.

Preferibilmente, le prime tasche 11 possono essere realizzate in tessuto microforato in modo che i pin di rilevazione 42 passino attraverso i microfori di detto tessuto; opportunamente, in questo modo, i microfori delle prime tasche 11 ed i pin 42 svolgono anche un'azione stabilizzante dei primi sensori 4.

5 Preferibilmente, le prime tasche 11 hanno forma circolare, o comunque di forma e dimensioni sostanzialmente corrispondenti a quelle dei primi sensori 4. Opportunamente, le prime tasche 11 possono prevedere sulla porzione esterna dell'indumento 1 (cioè quella porzione che separa i primi sensori 4 dall'esterno), un rivestimento in tessuto morbido, preferibilmente più
10 spesso rispetto al tessuto che definisce internamente dette prime tasche 11, e preferibilmente più spesso anche rispetto al tessuto che compone il resto dell'indumento 1, in modo da permettere di ridurre l'intensità degli urti a cui può essere sottoposto l'indossatore, proteggendo così i primi sensori 4 senza ridurre il comfort dell'indumento 1. Alternativamente, il suddetto rivestimento
15 può essere realizzato in tessuto spugnoso.

Opportunamente, le prime tasche 11, e quindi i primi sensori 4, possono essere posizionate nell'indumento 1 in modo che, una volta che quest'ultimo è stato indossato, si trovino posizionate in corrispondenza dei punti in cui è solitamente previsto il posizionamento degli elettrodi per la
20 rilevazione ECG. In particolare, detti punti possono essere in corrispondenza delle clavicole 44 e 44', della zona pericardiale mediana sinistra 45, e una, opzionale, in corrispondenza della zona addominale destra 46, così come mostrato in figura 3.

In aggiunta, i mezzi di rilevazione 2 possono comprendere uno o più
25 secondi sensori 3, e preferibilmente due secondi sensori 3 associati

all'indumento 1 (e supportati da quest'ultimo) in modo da misurare la deformazione (in particolare l'estensione) della cassa toracica del soggetto che indossa l'indumento stesso, in particolare la deformazione derivante dai movimenti (anche involontari) dell'indossatore, e più in dettaglio quelli dovuti
5 dai movimenti della gabbia toracica durante la respirazione. Opportunamente, in questo modo è possibile ottenere dati sull'attività respiratoria dell'indossatore, dati che possono essere successivamente integrati e/o comparati con quelli ottenuti a partire dalle rilevazioni effettuate dai primi sensori 4, così come risulterà più chiaro di seguito.

10 Vantaggiosamente quando l'indumento 1 viene indossato da un nuovo soggetto, quest'ultimo può eseguire una serie di movimenti predefiniti in modo da ottenere una calibrazione personalizzata dei parametri dei primi e/o dei secondi sensori 4, 3.

Opportunamente, i secondi sensori 3 possono essere estensimetri o
15 sensori piezoelettrici o piezoelettrici, o comunque qualsiasi tipo di sensore che sia adatto a misurare una deformazione – e preferibilmente una variazione dimensionale e/o di forma - e convertirla in un corrispondente segnale elettrico.

Più in dettaglio, i secondi sensori 3 sono configurati per trasformare
20 una variazione dimensionale, in particolare di lunghezza, in un segnale elettrico gestibile ed elaborabile dal circuito elettronico dell'unità di acquisizione 5 (quale ad esempio una variazione di resistenza o una variazione di potenziale).

Vantaggiosamente, i secondi sensori 3 potrebbero rilevare anche le
25 torsioni o altre opportune variazioni angolari. Opportunamente, il secondo

sensore 3 può comprendere altresì un giroscopio per rilevare le variazioni di velocità angolare.

Opportunamente, i secondi sensori 3 sono associati all'indumento 1, e in particolare ad una o più porzioni di quest'ultimo, in modo che ad una
5 estensione/contrazione – o in generale deformazione - di una di dette porzioni dell'indumento corrisponda altresì un'estensione/contrazione – o in generale deformazione - del secondo sensore 3 ad essa associato. I secondi sensori 3 ad esempio possono essere cuciti al tessuto dell'indumento 1. Alternativamente, i secondi sensori 3 possono essere inseriti in corrispondenti
10 prime tasche 11, del tutto analoghe alle tasche all'interno delle quali sono inseriti i primi sensori 4, salvo che per la forma, che in questo caso riprende sostanzialmente quella dei secondi sensori 3, e per il fatto che non prevedono fori, dato che i secondi sensori 3 non hanno necessità di essere a contatto diretto con il corpo dell'utilizzatore.

15 Preferibilmente, detti secondi sensori 3 sono montati sull'indumento 1 in modo che, una volta che quest'ultimo è stato indossato, detti secondi sensori 3 risultino posizionati in corrispondenza della gabbia toracica dell'indossatore, ed in particolare – come rappresentato in figura 3- al di sotto dei due muscoli pettorali.

20 Opportunamente, i secondi sensori 3 sono flessibili in modo da poter essere deformati a seguito di corrispondenti deformazioni dell'indumento 1 derivanti dalle sollecitazioni provocate dai movimenti dell'indossatore.

Preferibilmente, i secondi sensori 3 sono in materiale morbido e/o elastico e/o deformabile, per permettere una migliore aderenza degli stessi ai

movimenti dell'indossatore senza per questo ridurre il comfort dell'indumento stesso.

Opportunamente i secondi sensori 3 hanno forma sostanzialmente allungata in modo da permettere una migliore accuratezza della misura; in particolare, tale conformazione rende detti sensori meno dipendenti da
5 eventuali dilatazioni o contrazioni localizzate dell'indumento 1.

Preferibilmente, i secondi sensori 3, così come i primi sensori 4, hanno una forma sostanzialmente laminare, e in particolare hanno uno spessore ridotto in modo da non sporgere eccessivamente verso l'esterno e
10 ciò per non evitare di ingombrare i movimenti dell'indossatore, o di essere accidentalmente colpiti, e quindi spostati o addirittura rotti durante la pratica dell'attività sportiva. Preferibilmente, i secondi sensori 3 hanno uno spessore inferiore a circa 0.4-0.5mm.

In particolare, i secondi sensori 3 possono avere una componente
15 sensibile (di rilevazione)31, che è quella che effettivamente esegue la misura, ed un involucro 32 adatto a contenere detta componente sensibile 31 ed a garantirne la sua stabilità e migliorarne le proprietà meccaniche. Opportunamente, l'involucro 32 può essere in materiale morbido e/o elastico e/o deformabile. Opportunamente l'involucro 32 può essere cucito
20 all'indumento 1.

Opportunamente, i secondi sensori 3 possono essere progettati per resistere ad un ampio range di temperature, per potersi così adattare a condizioni climatiche differenti. Ciò risulta particolarmente utile dato che in ambienti estremi, e in particolare in presenza di condizioni climatiche estreme,

risulta importante avere un monitoraggio continuo e accurato dei parametri di salute del soggetto che indossa l'indumento 1.

Opportunamente i secondi sensori 3 sono collegati, tramite dei secondi connettori 39, all'unità di acquisizione 5 alla quale – come detto -
5 sono collegati, tramite i connettori 43, i primi sensori 4.

Opportunamente, il collegamento tra i mezzi di rilevazione 2 (cioè tra i primi sensori 4 ed i secondi sensori 3) e l'unità di acquisizione 5 avviene tramite mezzi di collegamento elettrico 51.

Preferibilmente, questi mezzi di collegamento elettrico 51
10 comprendono fili conduttori 13 che partono da ciascuno dei mezzi di rilevazione 2, in particolare dai primi connettori 43 dei primi sensori 4 e dai secondi connettori 39 dei secondi sensori 3, e si congiungono, in corrispondenza della zona addominale superiore laterale 69, in un unico cavo che giunge fino all'unità di acquisizione 5. Vantaggiosamente, l'unità di
15 acquisizione è rimovibilmente collegabile ai mezzi di collegamento elettrico 51 integrati sull'indumento 1, permettendo così di rimuovere e poi riconnettere facilmente l'unità di acquisizione 5 qualora fosse necessario effettuare delle sue riparazioni, oppure al fine di poter effettuare il lavaggio dell'indumento stesso, o ancora al fine di scaricare dati, aggiornamenti software e firmware
20 e/o caricare i mezzi di alimentazione (batteria). Opportunamente, è inteso che i primi sensori 4, i secondi sensori 3 ed i mezzi di collegamento elettrico 51 sono montati/alloggiati nell'indumento 1 in modo da poter essere lavati assieme a quest'ultimo.

Preferibilmente, i mezzi di collegamento elettrico 51 sia per i primi sensori 4 che per i secondi sensori 3 possono essere pre-assemblati in modo da rendere più rapida la produzione in serie.

Vantaggiosamente, i mezzi di collegamento elettrico 51 vengono associati in modo permanente – ad esempio mediante cucitura - all'indumento 1.

Preferibilmente, i mezzi di collegamento elettrico 51 sono inseriti e/o coperti all'interno di piste o tracce di tessuto 68, definite o predisposte sulla superficie interna e/o esterna dell'indumento 1 per proteggere meccanicamente ed isolare elettricamente detti mezzi. Preferibilmente, le piste/tracce 68 sono cucite sull'indumento 1.

Preferibilmente, i mezzi di collegamento elettrico 51 sono del tipo che consentono di ridurre le fonti di rumore esterno. Ad esempio, i mezzi di collegamento elettrico 51 possono essere di tipo coassiale.

Opportunamente, i mezzi di collegamento elettrico 51 terminano con un connettore per un'agevole connessione rimovibile all'unità di acquisizione 5.

È chiaramente inteso che il dimensionamento e posizionamento dei mezzi di collegamento elettrico 51 e dei mezzi di rilevazione 2 all'interno dell'indumento 1 possono variare a seconda della taglia di quest'ultimo, che può così essere opportunamente adattato ad utilizzatori di differenti corporature. Preferibilmente, i mezzi di rilevazione 2 sono applicati all'indumento 1 in modo da mantenere sostanzialmente la stessa posizione rispetto al corpo dell'indossatore stesso, per garantire così una opportuna coerenza nella raccolta dei dati.

Sostanzialmente, da quanto descritto risulta che l'intero indumento 1 definisce un circuito stampato, i cui componenti (cioè i sensori 3 e 4) sono inseriti ed alloggiati all'interno delle tasche 11, definite nell'indumento stesso, e sono collegati mediante mezzi di collegamento elettrico 51 inseriti o
5 alloggiati nelle piste o tracce di tessuto 68.

L'unità di acquisizione 5 può essere posizionata all'interno di una ulteriore seconda tasca 14 ricavata nell'indumento 1. Preferibilmente, l'unità di acquisizione 5 può essere posizionata in una zona dell'indumento 1 che, una volta indossato, si trova sostanzialmente tra le scapole dell'indossatore
10 secondo disciplina sportiva professionista, in modo da non ingombrarne i movimenti di quest'ultimo ed essere meno soggetta ad urti e scossoni che potrebbero causarne la rottura, o comunque ridurre il comfort di utilizzo da parte dell'indossatore.

Vantaggiosamente, l'unità di acquisizione 5 può essere definita in un
15 circuito stampato 52, che opportunamente comprende una pluralità di pin circolari che permettono il passaggio dell'ago utilizzato per cucire i fili conduttori 13 o i cavi elettrici all'interno dell'indumento 1. Opportunamente, in questo modo può essere agevolmente realizzato il collegamento elettrico tra i mezzi di rilevazione 2 e l'unità di acquisizione 5. Alternativamente, le
20 connessioni dei fili conduttori 13 o dei cavi elettrici all'unità di acquisizione 5 possono essere realizzate mediante un cavo terminante con un connettore dedicato, preferibilmente dotato di un pin per ciascuna connessione da effettuare e ciò al fine di garantire dei contatti più robusti e durevoli.

Opportunamente, l'unità di acquisizione 5 comprende almeno un
25 processore 511 ad alte prestazioni, preferibilmente con architettura ARM a 32

bit, in modo da permettere di eseguire tutte le operazioni per cui è configurata l'unità di acquisizione 5. Opportunamente, l'unità di acquisizione 5 comprende una memoria 61, configurata per memorizzare le informazioni relative e/o necessarie al funzionamento dell'unità di acquisizione stessa e/o i dati rilevati dai mezzi di rilevazione 2.

Opportunamente, l'unità di acquisizione 5 comprende almeno un modulo configurato per il filtraggio dei segnali provenienti da detti mezzi di rilevazione 2 e per la loro conversione in segnali digitali. In particolare, tale modulo è previsto a monte del processore 511 e comprende una o più unità di filtraggio 55 configurate per effettuare un primo filtraggio elettronico dei segnali rilevati dai mezzi di rilevazione 2.

Opportunamente, inoltre, tale modulo comprende – preferibilmente tra le unità di filtraggio 55 ed il processore 511 - una o più unità front-end analogiche (AFE) 56, configurate per effettuare un ulteriore trattamento dei segnali (generalmente analogici) provenienti/rilevati dai mezzi di rilevazione 2, e per effettuare la loro trasformazione in segnali digitali elaborabili ed interpretabili dall'unità di acquisizione 5. Opportunamente nel caso siano presenti più unità front-end analogiche 56, 56' è possibile implementare un collegamento diretto 57 tra le due in modo da permettere un controllo incrociato sui segnali misurati da entrambe.

Opportunamente, una prima unità front end-analogica 56 può ricevere i segnali dai primi sensori 4, mentre l'altra unità front end-analogica 56' può ricevere i segnali dai secondi sensori 3.

Preferibilmente, le unità front-end analogiche 56 possono comprendere ciascuna un multiplexer 510 per poter selezionare

opportunamente i segnali di ingresso provenienti dai mezzi di rilevazione 2. Opportunamente, le unità di filtraggio 55 e/o le unità front-end analogiche 56 possono essere posizionate all'interno della seconda tasca 14 in cui è alloggiata l'unità di acquisizione 5 e, preferibilmente, possono essere
5 integrate nello stesso circuito stampato 52 in cui è definita/alloggiata detta unità di acquisizione5 (e ciò al fine di garantire una maggiore robustezza) o, alternativamente possono essere posizionate in corrispondenza dell'unione dei fili elettrici 13 associati a ciascun sensore. Vantaggiosamente, inoltre, l'unità di acquisizione 5 può comprendere un sensore GPS 58, che permette
10 di tracciare in tempo reale la posizione dell'unità 5 (e quindi dell'indumento 1), ottenendo quindi misure relative alla sua velocità media e istantanea, altitudine, posizione e/o altre misure ricavabili dal sensore GPS, da poter poi correlare opportunamente con le altre misure ottenute.

Vantaggiosamente, inoltre, l'unità di acquisizione 5 può comprendere
15 e/o essere collegata ad un accelerometro 59, configurato per misurare l'accelerazione media e istantanea su tre assi ortogonali/spaziali a cui è sottoposta l'unità 5 (e quindi l'indumento 1).

Vantaggiosamente, l'unità di acquisizione 5 - che è rimovibilmente montata/alloggiata nell'indumento 1- può comprendere dei mezzi di
20 alimentazione elettrici 513, preferibilmente almeno una batteria, per permetterne il funzionamento di detta unità senza necessitare di essere collegata alla corrente di rete. Vantaggiosamente, detta almeno una batteria può essere al litio ad alta capacità e ricaricabile.

Preferibilmente, l'unità di acquisizione 5 può comprendere anche un termometro 514 configurato per misurare la temperatura dell'aria e/o la temperatura corporea.

Opportunamente, l'unità di acquisizione comprende un processore –
5 preferibilmente un DSP – nel quale è caricato ed eseguito un software
configurato per acquisire ed elaborare i segnali provenienti dai mezzi di
rilevazione 2 in modo da ricavare da questi la frequenza cardiaca e
respiratoria dell'indossatore dell'indumento 1 e, vantaggiosamente, altre
informazioni utili per monitorare lo stato biofisico e la performance
10 dell'indossatore stesso.

L'unità di acquisizione 5 è opportunamente provvista di mezzi di
comunicazione 512 con almeno un dispositivo esterno 6 per la trasmissione a
quest'ultimo dei dati acquisiti ed elaborati dall'unità stessa. Opportunamente,
detto dispositivo esterno 6 è configurato per effettuare l'acquisizione,
15 l'elaborazione e memorizzazione dei dati ricevuti dall'unità di acquisizione 5.

Vantaggiosamente, detto dispositivo esterno 6 può comprendere un
computer o un altro dispositivo, preferibilmente portatile, quale uno
smartphone o un tablet.

Opportunamente, i mezzi di comunicazione 512 tra l'unità di
20 acquisizione 5 ed il dispositivo esterno 6 possono essere di tipo via cavo o,
preferibilmente, di tipo wireless, in particolare via radio (ad esempio mediante
Bluetooth® o connessione internet) o anche infrarossi. Vantaggiosamente il
dispositivo esterno 6 può comprendere un display sul quale possono essere
visualizzati - preferibilmente in tempo reale – i dati elaborati dall'unità di
25 acquisizione 5 e/o dal dispositivo esterno 6 a partire dalle rilevazioni effettuate

dai mezzi di rilevazioni 2 montati sull'indumento 1, o in generale altre informazioni sullo stato di funzionamento dei vari componenti (quali lo stato delle batterie, o eventuali guasti ai mezzi di rilevazione 2, ecc.)

Vantaggiosamente, il dispositivo esterno 6 può essere configurato per
5 potere gestire contemporaneamente i dati provenienti da almeno una -
preferibilmente da una pluralità di -unità di acquisizione 5, e quindi può essere
utilizzato per monitorare contemporaneamente una pluralità di soggetti,
ciascuno dei quali indossa un corrispondente indumento 1. Ad esempio, il
dispositivo esterno 6 può essere configurato per poter gestire
10 contemporaneamente fino a quindici unità di acquisizione 5.

Opportunamente, il dispositivo esterno 6 comprende un processore –
preferibilmente un DSP – nel quale è preferibilmente caricato ed eseguito un
software configurato per analizzare i dati ricevuti dall'unità 5 e ricavare da
questi la frequenza cardiaca dell'indossatore e un'altra serie di opportune
15 informazioni utili per monitorare lo stato biofisico e la performance
dell'indossatore stesso.

Opportunamente, il dispositivo esterno 6 comprende altresì un'unità di
memoria 61 all'interno della quale sono salvati i dati trasmessi dall'unità di
acquisizione 5.

20 Inoltre, il dispositivo esterno 6 può essere provvisto di tradizionali
mezzi di trasmissione dati (preferibilmente di tipo wireless) per comunicare a
sua volta ad un ulteriore dispositivo esterno 7 (ad esempio un computer o un
tradizionale dispositivo portatile, quale uno smartphone o tablet) i dati che
detto dispositivo esterno 6 ha ricevuto dall'unità di acquisizione 5 associata ed
25 incorporata nell'indumento 1. Opportunamente, l'unità di acquisizione 5 può

comunicare direttamente con detto ulteriore dispositivo esterno 7. Preferibilmente, mentre il dispositivo esterno 6 può essere definito da un'unità centrale alla quale sono connesse più unità di acquisizione 5 (e quindi gli indumenti di più utilizzatori), detto ulteriore dispositivo esterno 7 è gestito
5 solamente dal soggetto che indossa l'indumento 1.

Opportunamente, i mezzi di rilevazione 2, l'unità di acquisizione 5 ed i dispositivi esterni 6 o 7 sono configurati per ridurre il consumo energetico richiesto per il loro funzionamento. In particolare, ad esempio, la comunicazione tra l'unità di acquisizione 5 ed il dispositivo esterno 6 o 7 può
10 essere di tipo "semi-passivo", ad esempio mediante l'uso di RFID, e/o fare uso di componentistica elettronica a basso consumo e/o mediante modalità di trasmissione dati usate dalle tradizionali APP per smartphone.

Inoltre, vantaggiosamente, algoritmi di machine learning possono essere implementati nell'unità di acquisizione 5 e/o nel dispositivo esterno 6 o
15 7 per ottimizzare il consumo energetico, e in particolare l'alternanza tra fasi di attivazione e fasi di stand-by dei mezzi di rilevazione 2 e/o di detta unità 5 e/o dei dispositivi esterni 6 o 7.

Ad esempio, la comunicazione tra l'unità di acquisizione 5 e il dispositivo esterno 6 o 7 può essere effettuata secondo lo standard ZigBee®
20 mediante antenne digitali a bassa potenza, o altri metodi adatti a trasferimento di piccole quantità di dati con basso consumo energetico. Alternativamente può essere utilizzata la tecnologia LoRa®.

Opportunamente, in questo modo si inviano dati dall'unità di acquisizione 5 al dispositivo esterno 6 o 7 anche quando questi si trovano a
25 grande distanza, ad esempio superiore ai 10 km, permettendo così ad un

singolo dispositivo esterno 6 o 7 di ricevere dati da molteplici unità 5, e quindi di monitorare i dati relativi a diversi utilizzatori, anche se questi si trovano posizionati in un'area particolarmente estesa.

Preferibilmente, le comunicazioni tra l'unità 5 e il dispositivo esterno 6 o 7 avvengono mediante lo scambio di pacchetti dati contenenti al loro interno un insieme organizzato e strutturato di dati, elaborati dall'unità stessa, e relativi a parametri cardiaci (ottenuti a partire dalle grandezze rilevate dai primi sensori 3) ed a parametri respiratori (ottenuti a partire dai secondi sensori 4) e, preferibilmente, altri dati accessori, quali ad esempio relativi all'accelerazione o alla posizione rilevata dal GPS.

Vantaggiosamente, i dati contenuti nei pacchetti inviati ai dispositivi 6 o 7 risultano essere stati preventivamente ed opportunamente filtrati dalle unità front-end analogiche 56 e dall'unità di raccolta 5, e pertanto risultano più "leggeri" e più semplici/veloci da trasferire e ciò consente di usare tecnologie o standard di comunicazione che non richiedono un consumo di banda particolarmente elevato, limitando altresì il consumo di energia elettrica.

Inoltre, l'ottimizzazione della trasmissione dati tra i mezzi di rilevazione 2 e l'unità di acquisizione 5, e tra questa e il dispositivo esterno 6 o 7, permette un ulteriore risparmio di energia.

Opportunamente, questi accorgimenti, uniti al fatto che l'alimentazione elettrica è effettuata mediante batterie ricaricabili agli ioni di litio, preferibilmente di capacità maggiore di 1000mAh, consentono di avere una durata di utilizzo dell'apparato 10 superiore alle 8 ore.

Il funzionamento dell'indumento 1 risulta chiaramente da quanto detto.

I mezzi di rilevazione 2 montati sull'indumento 1 misurano corrispondenti grandezze relative a parametri cardiaci e respiratori.

In particolare, i primi sensori 4, che sono associati all'indumento 1 e che sono sostanzialmente a diretto contatto con il corpo dell'indossatore, 5 rilevano le differenze di potenziale presenti a livello cutaneo, nonché le loro variazioni nel tempo, e in particolare rilevano dati relativi all'attività cardiaca secondo la tecnica dei "dry electrodes" così come risulta ad esempio nell'articolo di Chen et al., Soft, "Comfortable Polymer Dry Electrodes for High Quality ECG and EEG Recording", *Sensors*, 2014 **14**(12).

10 Opportunamente, a partire dai segnali rilevati dai primi sensori 4, l'unità di acquisizione 5 è configurata per calcolare parametri relativi all'attività respiratoria tramite il principio dell'impedenza toracica, così come spiegato ad esempio nell'articolo di Jekova et al., "Respiration Detection Implemented in Multichannel ECG Front End Module: A Preliminary Study", *Annual Journal of* 15 *Electronics*, 2014. Più in dettaglio, il metodo della misura dell'impedenza toracica prevede che l'unità di acquisizione 5 invii ai primi sensori 4 una corrente alternata a bassa intensità ed alta frequenza (tra circa 46kHz e 64kHz, e preferibilmente 50kHz) attraverso il percorso Lead I, cioè il percorso fra il primo sensore 4' posizionato in corrispondenza della clavicola destra 44 20 ed il primo sensore 4'' posizionato in corrispondenza della clavicola sinistra 44', o il percorso Lead II, cioè il percorso tra il primo sensore 4' posizionato in corrispondenza della clavicola destra 44 e il primo sensore 4''' posizionato in corrispondenza della zona pericardiale mediana sinistra 45; opportunamente, secondo tecniche standard utilizzate per gli elettrodi secchi, l'unità di 25 acquisizione 5 riceve i valori rilevati da detti sensori 4', 4'' e 4''', per calcolare

l'ampiezza della tensione risultante ed per ottenere così il suddetto valore di impedenza toracica.

In particolare, i secondi sensori 3, che sono associati all'indumento 1, vengono deformati assieme a detto indumento, seguendo i movimenti
5 dell'indossatore e in particolare della sua respirazione, e trasformano la deformazione in un segnale elettrico, ad esempio una variazione della resistenza.

In questo modo, pertanto, vengono ottenute due misure indipendenti della frequenza respiratoria (una ottenuta dall'impedenza toracica derivata
10 dalle grandezze rilevate dai primi sensori 4 e l'altra ottenuta dalle deformazioni dell'indumento rilevate dai secondi sensori 3 e provocate dai movimenti della gabbia toracica durante la respirazione), che quindi sono soggette a differenti fonti di rumore, dovute a ragioni strumentali, o al movimento dell'indossatore, o ad altre cause.

15 Opportunamente, secondo questi principi, il posizionamento dei primi sensori 4 risulta cruciale per un'analisi continuativa, in quanto l'impedenza toracica varia proporzionalmente alla distanza degli elettrodi stessi. Inoltre, risulta importante che i primi sensori 4 mantengano le stesse posizioni reciproche durante la misurazione. Vantaggiosamente, a tal fine, l'unità di
20 acquisizione 5 e/o il dispositivo esterno 6 possono essere configurati per rilevare l'eventuale distacco e/o il malfunzionamento di uno o più dei sensori 4 ed inviare così un segnale d'errore e/o interrompere, ad esempio mediante i multiplexer 510, l'acquisizione di tutti o di una parte dei segnali.

Più in dettaglio, i segnali rilevati dai sensori 3 e 4 vengono inviati
25 attraverso i mezzi di collegamento elettrico 51 fino alle unità di filtraggio 55,

dovesono preferibilmente sottoposti ad un primo filtraggio analogico per la rimozione, almeno parziale, del rumore.

Successivamente, i segnali vengono inviati all'unità front-end analogica 56 dove, prima di essere convertiti in segnali digitali, possono
5 essere sottoposti ad una prima elaborazione per la riduzione del rumore.

Quindi, i segnali digitali in uscita dall'unità front-end 56 vengono inviati all'unità di acquisizione 5.

Il processore dell'unità di acquisizione 5 può effettuare ulteriori opportune elaborazioni dei segnali ricevuti, ad esempio effettua un'estensiva
10 rimozione del rumore mediante filtri a trasformata di Fourier, e successivamente li elabora per ottenere – secondo quanto sopra descritto - dati relativi a parametri cardiaci o respiratori. Opportunamente, i dati così ottenuti sono salvati all'interno della memoria dell'unità di acquisizione 5 e/o sono inviati – mediante i mezzi di comunicazione 512 - ai dispositivi esterni 6
15 o 7.

Più in dettaglio, l'unità di acquisizione 5 elabora ed integra i dati calcolati a partire dalle rilevazioni effettuate mediante i sensori 3 e 4, con quelli ricevuti dal GPS 58 e dall'accelerometro 59, e attraverso i mezzi di comunicazione 512 li invia al dispositivo esterno 6 o 7.

20 In particolare, il dispositivo esterno 6 può elaborare ulteriormente le informazioni ricevute dall'unità di acquisizione 5, le visualizza in modo ordinato e organico sul corrispondente display del dispositivo, le memorizza nell'unità di memoria 61, ed eventualmente le invia all'ulteriore dispositivo esterno 7.

Vantaggiosamente in questo modo l'indumento 1 secondo l'invenzione consente di misurare e calcolare i seguenti parametri (così come spiegato nell'articolo di Di Paco et al. "*Ventilatory response to Exercise of Elite Soccer Players*", *Multidisciplinary Respiratory Medicine*):

- 5 – velocità media dell'indossatore dell'indumento 1 (MEV), misurata in [km/h]
- ventilazione/minuto, data dal volume corrente moltiplicato per il numero di atti respiratori al minuto (V_e^{picco}) misurata in [l/min],
- il rapporto fra volume corrente (Tidal volume) e spazio morto anatomico e fisiologico (V_d/V_t) misurata al picco,
- 10 – l'intensità di respirazione (RR_{picco}) misurata in [respiri/min],
- il volume corrente (V_t^{picco}) misurato in [l/min],
- il ritmo cardiaco (HR^{picco}) misurata in [bpm],
- il massimo consumo di ossigeno ($V_{O_2}^{\text{picco}}$) misurata in [ml/min/Kg],
- la riserva respiratoria per respiro (BRR) misurata in [l],
- 15 – la riserva respiratoria per respiro (BRR) misurata in %.

Opportunamente per consentire un quadro di analisi completo, la prima volta che il sistema viene utilizzato vanno inseriti i seguenti dati relativi al soggetto che indosserà l'indumento 1, dato che vengono successivamente memorizzati sull'unità di acquisizione 5 e/o sul dispositivo 6:

- 20 – indice di massa corporea (BMI) misurato in [Kg/m^2],
- altezza misurata in [cm],
- peso, misurato in [kg],
- età, misurata in [anni],
- massima ventilazione volontaria al minuto (MVV), misurata in [l/m],

- volume espiratorio forzato massimo al primo secondo, (FEV1) misurato in [I].

Come risulta chiaramente da quanto detto l'indumento secondo l'invenzione risultano particolarmente vantaggioso in quanto:

- 5 – permette di ottenere un'analisi in tempo reale di diversi parametri biofisici del soggetto che indossa detto indumento,
- permette una misura accurata, precisa e robusta di detti parametri, permettendo di ridurre l'incidenza degli errori,
- garantisce un comfort ottimale per l'indossatore.

10 Opportunamente, il sistema derivante dall'utilizzo di più indumenti 1 secondo l'invenzione, ciascuno dei quali viene indossato da un determinato soggetto, permette di monitorare in contemporanea detti soggetti e ciò anche quando quest'ultimi si trovano a distanza tra loro e/o siano impegnati in differenti attività motorie.

15 La presente invenzione è stata illustrata e descritta in una sua preferita forma di realizzazione, ma si intende che varianti esecutive potranno ad essa in pratica apportarsi, senza peraltro uscire dall'ambito di protezione del presente brevetto per invenzione industriale.

RIVENDICAZIONI

1. Indumento perfezionato (1), preferibilmente conformato a maglietta o simili, per monitorare uno o più parametri biofisici dell'indossatore, preferibilmente durante l'attività motoria e sportiva, caratterizzato dal fatto di
5 comprendere:

- mezzi di rilevazione (2) configurati per rilevare una pluralità di segnali rappresentativi e/o relativi a parametri biofisici dell'indossatore di detto indumento, detti mezzi di rilevazione (2) comprendendo almeno un primo sensore (4) configurato per rilevare segnali rappresentativi dell'attività
10 cardiaca ed almeno un secondo sensore (3) configurato per rilevare segnali rappresentativi dell'attività respiratoria,
- un'unità di acquisizione (5) che è collegata con detti mezzi di rilevazione (2) mediante mezzi di collegamento elettrico (51) e che è configurata per ricevere, elaborare ed analizzare i segnali provenienti da detti mezzi di
15 rilevazione (2), detta unità di acquisizione (5) essendo altresì provvista di mezzi di comunicazione (512) per la trasmissione ad almeno un dispositivo esterno (6, 7) dei segnali ricevuti da detta unità (5) e/o dei dati elaborati da detta unità (5),

e caratterizzato altresì dal fatto che detti mezzi di rilevazione (2) e detti mezzi
20 di collegamento elettrico (51) e detta unità di acquisizione (5) sono montati e/o alloggiati all'interno di detto indumento (1).

2. Indumento perfezionato secondo la rivendicazione 1 caratterizzato dal fatto che:

- detto almeno un primo sensore (4) comprende una pluralità di elettrodi, almeno tre, per rilevare l'attività elettrica del cuore a livello della superficie del corpo dell'indossatore, e/o
- detto almeno un secondo sensore (3) è configurato per misurare la
5 deformazione della gabbia toracica durante la respirazione.

3. Indumento secondo la rivendicazione precedente caratterizzato dal fatto che ciascun elettrodo di detto almeno un primo sensore (4) comprende un corpo (41) provvisto di:

- una pluralità di pin (42) sporgenti, realizzati almeno in parte in materiale
10 elettricamente conduttore, che sono rivolti verso l'interno della maglietta e sono destinati ad entrare in contatto con la superficie corporea del soggetto che indossa di detto indumento (1),
- una guaina di copertura che avvolge, almeno parzialmente, detto corpo (41),
- 15 – un connettore con i mezzi di collegamento elettrico (51).

4. Indumento secondo una o più delle rivendicazioni precedenti caratterizzato dal fatto che detti secondi sensori (3) comprendono almeno due estensimetri o sensori piezoelettrici o piezoresistivi.

5. Indumento secondo una o più delle rivendicazioni precedenti
20 caratterizzato dal fatto che detti mezzi di collegamento elettrico (51) comprendono fili conduttori (13) che sono cuciti o incorporati all'interno del tessuto dell'indumento stesso (1).

6. Indumento secondo una o più delle rivendicazioni precedenti caratterizzato dal fatto che:

– detti primi sensori (4) e/o detti secondi sensori (3) sono alloggiati all'interno di corrispondenti prime tasche (11) definite nell'indumento stesso,

– detta unità di acquisizione (5) è alloggiata all'interno di una seconda tasca (14) definita nell'indumento stesso, preferibilmente in corrispondenza di una zona di detto indumento che, una volta indossato, si trova sostanzialmente tra le scapole dell'indossatore.

7. Indumento secondo una o più delle rivendicazioni precedenti caratterizzato dal fatto che detta unità di acquisizione (5) comprende:

– almeno un modulo (55, 56) per il filtraggio dei segnali provenienti da detti mezzi di rilevazione (2) e per la loro conversione in segnali digitali,

– almeno un processore (511) configurato per ricevere, elaborare ed analizzare i segnali provenienti da detti mezzi di rilevazione (2),

– un'unità di memoria (514) configurata per contenere i dati elaborati da detto processore (511) e/o dati utili/necessari a detto processore (511) per effettuare dette elaborazioni,

– mezzi di alimentazione elettrici (513), preferibilmente una o più batterie.

8. Indumento secondo una o più delle rivendicazioni precedenti caratterizzato dal fatto di comprendere, all'interno di detta unità di acquisizione (5) e/o collegati a detta unità, almeno uno o più dei seguenti sensori: un sensore GPS (58), un accelerometro (59), un giroscopio e/o altri sensori di forza, orientamento, movimento e/o temperatura.

9. Indumento secondo una o più delle rivendicazioni precedenti caratterizzato dal fatto che detta unità di acquisizione (5) è configurata per:

- definire una prima misura dei parametri relativi all'attività respiratoria, preferibilmente relativamente alla frequenza respiratoria, a partire dai segnali rilevati da detti primi sensori (3),
 - definire una seconda misura dei parametri relativi all'attività respiratoria, preferibilmente relativamente alla frequenza respiratoria, a partire dai
5 segnali rilevati da detti secondi sensori (4),
 - integrare e/o confrontare detta prima misura e detta seconda misura per fornire così un valore ottimale dei parametri relativi all'attività respiratoria, preferibilmente relativamente alla frequenza respiratoria.
- 10 10. Infrastruttura per il monitoraggio di uno o più parametri biofisici di un soggetto, preferibilmente di una pluralità di soggetti durante l'attività motoria e sportiva, caratterizzata dal fatto di comprendere:
- almeno un indumento (1) secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, ciascun indumento essendo indossato da un corrispondente
15 soggetto da monitorare,
 - almeno un dispositivo esterno (6, 7) che è collegato all'unità di acquisizione (5) di ciascun indumento (1) per ricevere e/o elaborare i dati trasmessi da ciascuna unità (5) e per visualizzarli in modo ordinato su un corrispondente display di cui detto almeno un dispositivo è provvisto.

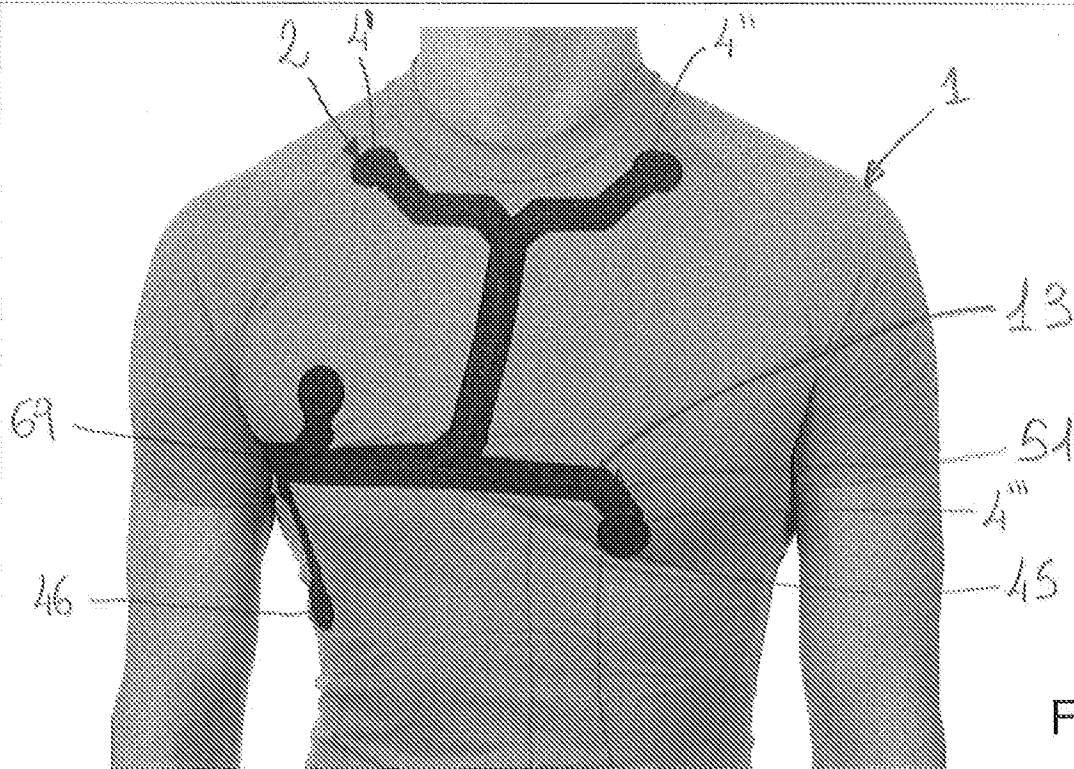


FIG. 1

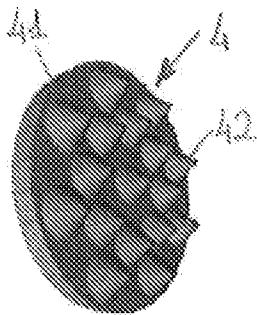


FIG. 2a

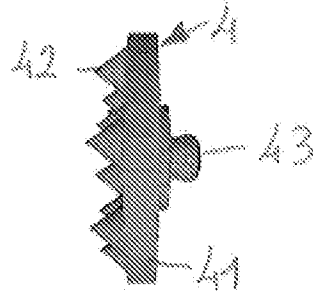


FIG. 2b

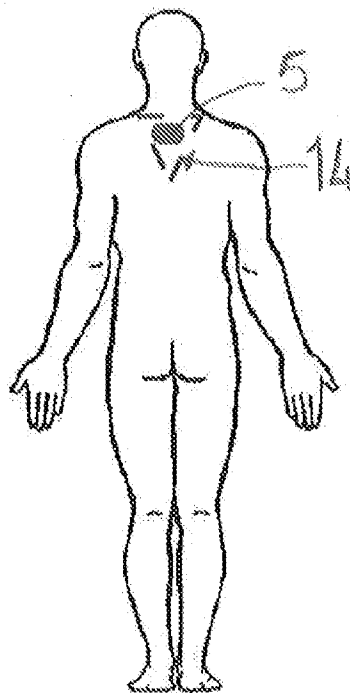
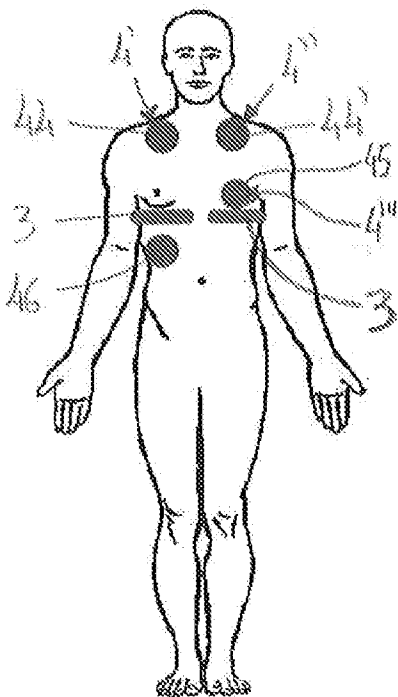


FIG. 3

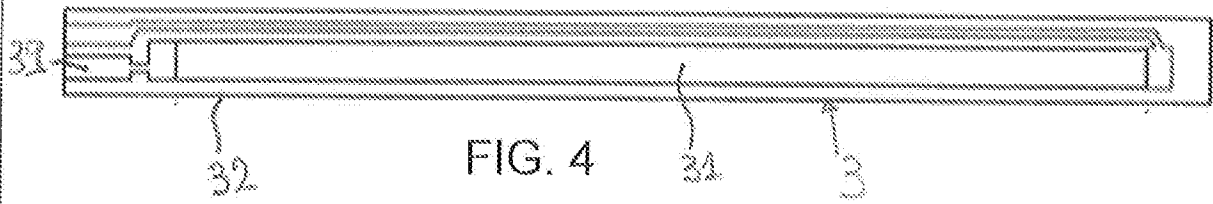


FIG. 4

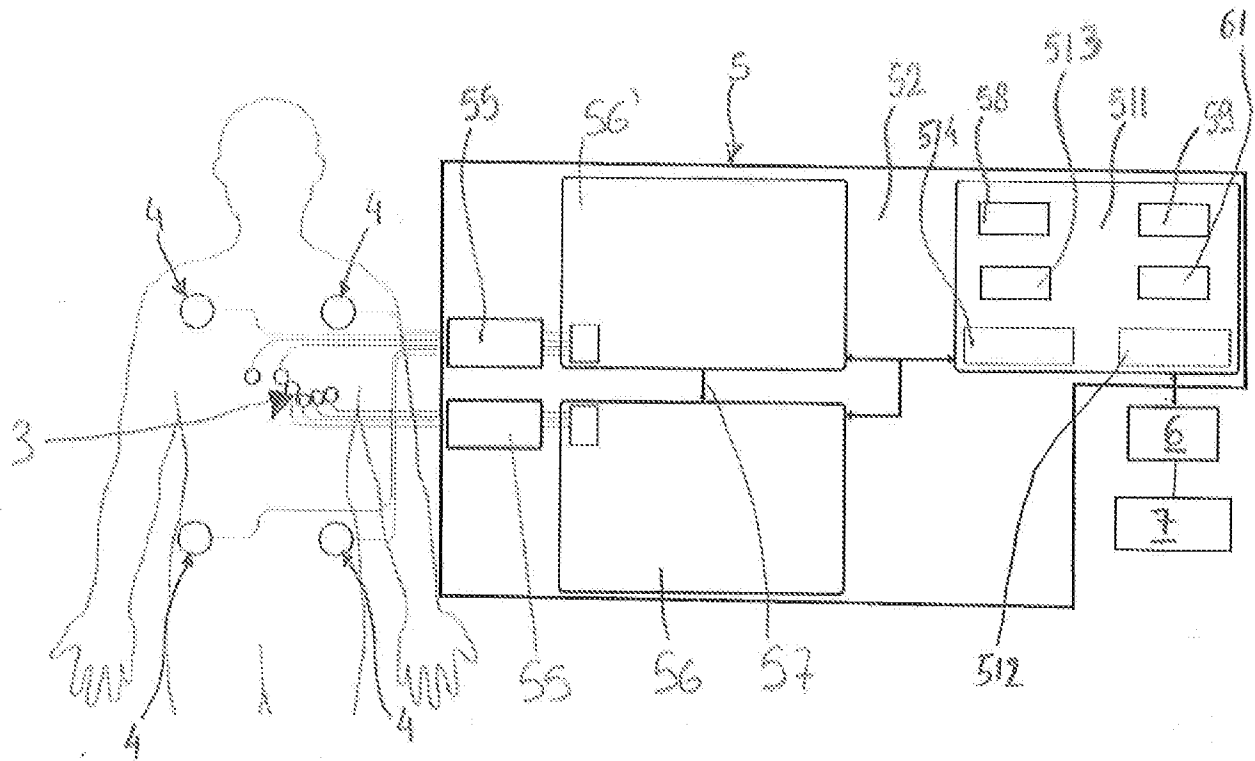


FIG. 5

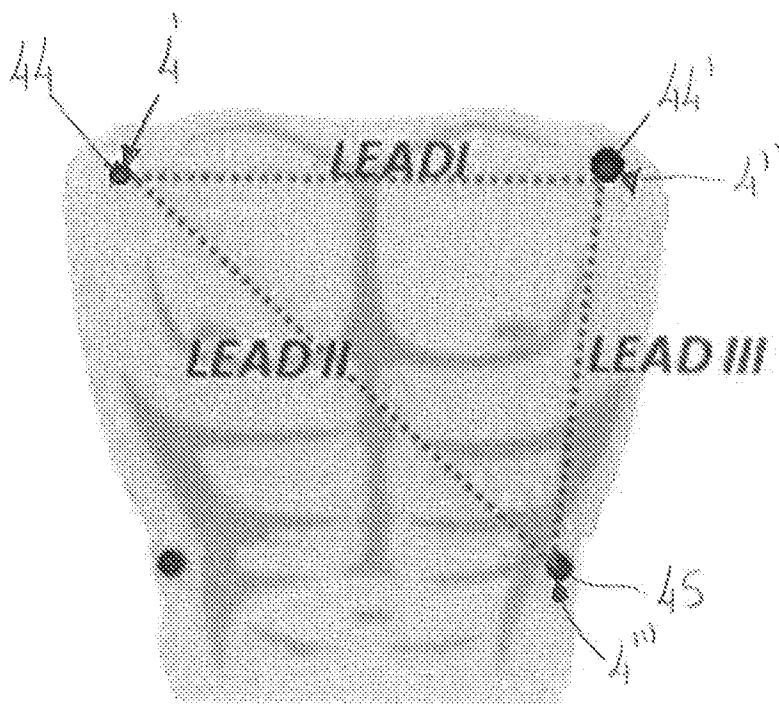


FIG. 6