



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETÀ INDUSTRIALE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

UIBM

DOMANDA NUMERO	101997900592463
Data Deposito	24/04/1997
Data Pubblicazione	24/10/1998

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
A	61	B		

Titolo

DISPOSITIVO DI MISURA AD ULTRASUONI PER LA RILEVAZIONE DELLA DENSITA' E STRUTTURA OSSEA.

DESCRIZIONE

dell'invenzione industriale di

di IGEA S.R.L.

di nazionalità Italiana,

a 41012 CARPI (MODENA), VIA DELLA CHIMICA 21

Inventori: CADOSSÌ Ruggero

BATTISTA Stefano

CORSI Alessandro

DORATI Antonio

TO 97A 000362

*** **

La presente invenzione è relativa ad un dispositivo di misura ad ultrasuoni per la rilevazione della densità e struttura ossea.

Sono noti dispositivi elettronici per l'esame del tessuto osseo e della struttura ossea comprendenti un trasduttore ultrasonico atto ad inviare una pluralità di impulsi in un segmento osseo soggetto ad esame (ad esempio un dito della mano) ed un ricevitore atto a rilevare gli impulsi che hanno attraversato tale segmento osseo. I dispositivi noti sono inoltre provvisti di circuiti di elaborazione i quali rappresentano la forma d'onda del segnale ultrasonico che ha attraversato il segmento osseo calcolando, nota la distanza tra il trasduttore ed il ricevitore, la velocità degli ultrasuoni attraverso il segmento osseo

BONGIOVANNI Simone
(iscrittione 7.50 lit. 615/BM)

esaminato. La velocità di trasmissione degli ultrasuoni è fortemente influenzata dalle caratteristiche del segmento osseo interposto tra il trasduttore ed il ricevitore e varia al variare della struttura e densità ossea. I dispositivi noti confrontano pertanto il valore di velocità misurato con un valore di riferimento per rilevare una variazione della struttura e densità ossea che è normalmente indice di una demineralizzazione del tessuto osseo stesso (dovuta ad esempio ad osteoporosi). La forma d'onda rappresentata può inoltre essere esaminata visivamente da un tecnico esperto, il quale può ricavare alcune informazioni, sebbene approssimative e talvolta ambigue, sulle caratteristiche del segmento osseo sottoposto ad esame. Per tale motivo i dispositivi noti non consentono di effettuare una analisi precisa e correlabile alle caratteristiche del tessuto osseo. In particolare, se il segmento osseo sottoposto ad esame comprende una parte distale di un osso possono essere presenti ulteriori ambiguità. E' infatti noto che nella parte distale di un osso è compresa una prima porzione di estremità A (figura 8), metafisi, sostanzialmente piena formata da un guscio di un sottile osso corticale che contiene una parte principale formata da trabecole ossee ed una seconda

BONGIOVANNI Simone
Iscrizione Albo nr. 615/BM

porzione B più prossimale (diafisaria) sostanzialmente tubolare e comprendente una porzione tubolare esterna (porzione corticale) delimitante un canale interno che alloggia poche trabecole ossee; è inoltre noto che il canale della seconda porzione si svuota, per il riassorbimento delle trabecole ossee, nell'individuo adulto.

Nel caso in cui venga effettuata una misura mediante un dispositivo noto nella suddetta parte distale dell'osso si ottiene la rappresentazione di una forma d'onda ed il calcolo di una velocità ultrasonica relativa ad un segnale ultrasonico che ha attraversato indifferentemente la prima e la seconda porzione che, come detto precedentemente, presentano caratteristiche strutturali estremamente diverse tra di loro. L'analisi separata delle caratteristiche strutturali della prima e della seconda porzione (metafisaria e diafisaria rispettivamente) sarebbe invece estremamente utile in quanto alcune patologie ossee influenzano e modificano in modo estremamente diverso la prima e la seconda porzione.

Scopo della presente invenzione è quello di realizzare un dispositivo di misura ad ultrasuoni per la rilevazione dalla struttura e densità ossea il quale superi gli inconvenienti dei dispositivi noti

BONGIOVANNI Simone
Iscrizione Albo nr. 615/BW

consentendo di discriminare, tra l'altro, le caratteristiche della prima porzione da quelle della seconda porzione.

Il precedente scopo è raggiunto dalla presente invenzione in quanto essa è relativa ad un dispositivo di misura ad ultrasuoni per la rilevazione della densità e struttura ossea come descritto nella rivendicazione 1.

La presente invenzione è inoltre relativa ad un metodo per la rilevazione della densità e struttura ossea come descritto nella rivendicazione 12.

L'invenzione verrà ora illustrata con particolare riferimento alle figure allegate che ne rappresentano una preferita forma di realizzazione non limitativa in cui:

- la figura 1 illustra, in modo schematico, un dispositivo di misura ad ultrasuoni per la rilevazione della densità e struttura ossea realizzato secondo i dettami della presente invenzione;

- le figure 2a, 2b e 2c illustrano diagrammi logici a blocchi di funzionamento del dispositivo di figura 1;

- la figura 3 illustra, in sezione longitudinale, un calibro ad ultrasuoni del dispositivo di misura oggetto della presente invenzione;

BONGIOVANNI Simone
(iscrizione Albo nr. 615/BM)

- la figura 4 illustra una sezione del calibro realizzata secondo il piano IV-IV di figura 3;

- la figura 5 illustra una sezione del calibro realizzata secondo il piano V-V di figura 3;

- le figure 6a, 6b, 6c rappresentano segnali acquisiti dal dispositivo della presente invenzione;

- la figura 7 illustra, in modo schematico, una variante al dispositivo di misura di figura 1; e

- la figura 8 illustra, in vista prospettica, una porzione di tessuto osseo.

Nella figura 1 è indicato con 1, nel suo insieme, un dispositivo elettronico di misura ad ultrasuoni per la rilevazione della densità e struttura ossea comprendente una unità centrale 3 alloggiata in un involucro parallelepipedo (non illustrato) accoppiata con un calibro posizionatore 5 (rappresentato schematicamente in figura 1) e provvista di una tastiera 7 ed un terminale video 9.

L'unità centrale comprende un circuito generatore di segnale 11, il quale è atto a generare in uscita un segnale periodico frequenza determinata ed ampiezza sensibilmente costante. In particolare, nell'esempio di realizzazione illustrato, il circuito 11 è atto a generare in uscita un segnale impulsivo periodico con frequenza compresa tra 0,8 e 15 MHz, ad esempio pari a

BONGIOVANNI Simone
(iscrizione Albo nr. 615/BM)

1,25 MHz. L'uscita del circuito 11 comunica con l'ingresso 13a di un circuito de-multiplexer 13 il quale presenta due uscite 13b, 13c comunicanti rispettivamente con un primo ed un secondo trasduttore piezoelettrico 16, 17 portati dal calibro posizionario 5 ed atti a generare in uscita, in risposta al segnale impulsivo periodico di ingresso, un segnale ultrasonico alimentato verso una porzione di corpo umano 20 (rappresentata schematicamente) disposta (con le modalità che saranno chiarite in seguito) nel calibro 5. I trasduttori 16 e 17 sono inoltre spazati tra di loro di un passo h costante in modo tale che i segnali ultrasonici da essi generati si propaghino lungo direzioni di propagazione rettilinee S1, S2 parallele tra di loro e distanti il passo h. I trasduttori 16 e 17 possono generare segnali ultrasonici sincronizzati oppure gli impulsi ultrasonici possono essere generati dai trasduttori 16,17 in istanti diversi.

Il primo trasduttore 16 è inoltre accoppiato con un primo ricevitore di ultrasuoni 22 portato dal calibro 5 e disposto affacciato al primo trasduttore 16 lungo la direzione S1, mentre il secondo trasduttore 17 è accoppiato con un secondo ricevitore di ultrasuoni 23 portato dal calibro 5 e disposto affacciato al secondo trasduttore 17 lungo la direzione S2. Le superfici

BONGIOVANNI Simone
(iscrizione Albo nr. 615/BM)

affacciate, rispettivamente emettenti e riceventi, del traduttore 16 e del ricevitore 22 e del traduttore 17 e del ricevitore 23 distano tra di loro una distanza D regolabile manualmente. In particolare, la distanza D è misurata da un trasduttore di posizione 24 portato dal calibro posizionatore 5 ed atto a generare in uscita un segnale Dpos proporzionale al valore misurato di tale distanza.

Il primo ed il secondo ricevitore di ultrasuoni 22,23 comunicano in uscita rispettivamente con primi e secondi ingressi 25b, 25c di un circuito multiplexer 25 presentante una uscita 25a comunicante con l'ingresso di un amplificatore di segnale 28. I circuiti demultiplexer 13 e multiplexer 25 sono comandati in sincronismo, mediante un comando remoto SYNC, in modo tale da realizzare, alternativamente, il collegamento dell'ingresso 13a con l'uscita 13b e l'ingresso 25b con l'uscita 25a oppure il collegamento dell'ingresso 13a con l'uscita 13c e l'ingresso 25c con l'uscita 25a. L'amplificatore di segnale 28 presenta una uscita collegata con l'ingresso di un filtro 30 (in particolare un filtro passa-basso) presentante un uscita collegata con un circuito di trattamento segnale 32 (ad esempio un altro filtro). Il circuito 32 presenta un uscita collegata con un primo ingresso di

BONGIOVANNI Simone
(iscrizione Albo nr. 615/BM)

un circuito multiplexer 34 presentante una uscita collegata con un circuito convertitore analogico digitale 36. Il circuito multiplexer 34 presenta inoltre altri ingressi, tra cui un ingresso a cui è alimentato il segnale di posizione Dpos proveniente dal calibro 5. Il circuito convertitore 36 presenta inoltre una uscita comunicante con un ingresso di un circuito elaborazione e comando a microprocessore 40 il quale controlla, tra l'altro, il circuito de-multiplexer 13, il circuito multiplexer 25 ed il circuito multiplexer 34. Il circuito a microprocessore 40 comunica inoltre con la tastiera 7 attraverso un circuito di interfaccia 42 e invia segnali di comando verso una scheda video 44 che pilota il terminale video 9.

Con riferimento alla figura 3, con 5 è indicato nel suo insieme il calibro ultrasonico 5 comprendente un primo corpo tubolare esterno 50 accoppiato telescopicamente con un secondo corpo tubolare interno 51 coassiale al corpo 50 e scorrevole rispetto a questo lungo un asse 52.

Il primo corpo tubolare 50 presenta una prima estremità libera filettata 50a dalla quale si sviluppa una prima appendice radiale 53 comprendente una porzione di base sostanzialmente parallelepipedica 53a provvista di un foro passante filettato 54 impegnato

dall'estremità 50a ed una porzione rettilinea 53b estendentesi radialmente dalla porzione di base 53a. La porzione rettilinea 53b, inoltre, presenta ad una sua estremità libera un foro passante 55 impegnato da un contenitore parallelepipedo che alloggia il primo ed il secondo trasduttore piezoelettrico 16,17.

Il secondo corpo tubolare 51 fuoriesce per un tratto dal corpo 50 e termina con una porzione di estremità 51a che porta una seconda appendice radiale 56 affacciata alla prima appendice 53 e comprendente una porzione di base sostanzialmente parallelepipeda 56a solidale all'estremità 51a ed una porzione rettilinea 56b estendentesi radialmente dalla porzione di base 56a. La porzione rettilinea 56b presenta ad una sua estremità libera un foro passante 57 impegnato da un contenitore tubolare cilindrico alloggiante il primo ed il secondo ricevitore di ultrasuoni 22,23.

La seconda appendice 56 presenta una coppia di fori passanti 58 sviluppantesi in prossimità di un bordo di estremità del foro 57; in particolare i fori passanti 58 sono disposti lungo una direzione d1 perpendicolare all'asse longitudinale centrale d2 dell'appendice e sono simmetrici a tale asse d2.

Ciascun foro 58 alloggia una porzione di estremità di una asta cilindrica 60 che si estende tra la seconda

BONGIOVANNI Simone
(iscrizione Albo nr. 615/BM)

e la prima appendice 56,53 parallelamente all'asse 52. Le aste 58 si estendono pertanto parallele tra di loro spaziate di una distanza sostanzialmente uguale alla distanza, misurata lungo la direzione d1, tra i fori 58. Le aste 60 realizzano un elemento di riscontro per permettere il corretto posizionamento (con le modalità che saranno chiarite in seguito) di una porzione di corpo umano, in particolare un dito, rispetto alle appendici 53,56 ed ai trasduttori 16,17 e 22, 23. La porzione del corpo umano utilizzata come sede di misura può comprendere, nel caso di misure svolte su neonati o su nati prematuri, il femore distale, mentre, nel caso in cui vengano effettuate misure al fine di rilevare patologie correlate con l'artrite reumatoide, l'epifisi del primo dito. La zona sottoposta ad esame comprende comunque una porzione metafisaria e diafisaria.

I fori 58 sono posizionati in modo tale che, quando un dito viene disposto nel calibro con una porzione in battuta su entrambe le aste 60, una porzione ossea di estremità del dito viene centrata tra i trasduttori 16,17 e i ricevitori 21, 22.

Il calibro 5 è inoltre provvisto di un dispositivo manuale di regolazione 61 della distanza D tra i trasduttori 16,17 ed i ricevitori 22,23.

Il dispositivo 61 comprende una lamina

BONGIOVANNI Simone
Iscrizione Albo nr. 615/BM

rettangolare 62 presentante una prima estremità libera 62a stabilmente fissata alla porzione di base 56a mediante viti ed una seconda estremità libera 62b che è alloggiata in una scanalatura rettangolare 64 realizzata nella porzione di base 53a. La lamina 62 presenta forma leggermente arcuata e preme sulla porzione di fondo (non rappresentata) della scanalatura 64.

La lamina 62 è inoltre provvista di una porzione mediana 62c dentellata. Il calibro 5 è provvisto di un tubo 65 portato dal corpo 50 ed estendentesi lungo un asse 66 parallelo all'asse 52. In particolare, il tubo 65 presenta una prima porzione di estremità 65a portata da un corpo di estremità 67 solidale ad una seconda estremità 50b del corpo tubolare 50 ed una porzione intermedia che impegna un foro passante 68 realizzato nell'appendice 53 e coassiale all'asse 66. Il tubo 65 presenta inoltre una seconda porzione di estremità 65b accostata alla porzione 51a del corpo 51 e terminante con una apertura chiusa da un tappo forato 69. La porzione di estremità 65b è inoltre atta ad impegnare un foro passante 70 realizzato nell'appendice 56 e coassiale all'asse 66.

Il tubo 35 è atto ad alloggiare i cavi che alimentano il segnale di eccitazione ai trasduttori

16,17 ed i cavi che alimentano il segnale di uscita ai ricevitori 22,23.

Il trasduttore 24 è realizzato da un potenziometro lineare (non illustrato) alloggiato all'interno dei corpi tubolari 50,51 ed atto a rilevare la posizione relativa di questi al fine di misurare la distanza D e generare il suddetto segnale di posizione Dpos.

Tra i corpi 50,51 è inoltre interposto un elemento elastico 80 (rappresentato schematicamente) atto a mantenere il tubo 51 all'interno del tubo 50 spingendo le appendici 53,56 a contatto tra di loro; la forza elastica applicata dall'elemento elastico 80 potrebbe inoltre essere di tipo regolabile.

Il funzionamento generale del dispositivo 1 verrà ora illustrato con l'ausilio del diagramma a blocchi di figura 2a che illustra una serie di fasi operative comandate dal circuito a microprocessore 40.

Inizialmente si perviene ad un blocco 90 che richiede, e tale richiesta viene presentata sul terminale video 9, se si desidera procedere alla calibrazione del dispositivo 1 o se si desidera svolgere una sessione di misura.

Nel primo caso, dal blocco 90 si passa ad un blocco 91 che avvia in modo noto le procedure di calibrazione del dispositivo, altrimenti si passa ad un

BONGIOVANNI Simone
Iscrizione Albo nr. 615/BM

blocco 92 che svolge un insieme di operazioni atte a realizzare la misura della densità e struttura ossea. Terminate le operazioni di calibrazione, dal blocco 91 si passa al blocco 92.

Per svolgere le misure del blocco 92 le appendici 53,56 vengono allontanate agendo manualmente sul dispositivo 61 contro l'azione dell'elemento elastico 80.

Viene quindi disposta tra i trasduttori 16,17 ed i ricevitori 22, 23 una prima falange delle ultime quattro dita della mano con il dorso della falange disposto in battuta su entrambe le aste 60. In tale posizione l'asse del dito è approssimativamente perpendicolare all'asse 52 del calibro ed alle direzioni di propagazione S1 e S2. In tale posizione, inoltre, la falange viene posizionata in modo tale che la propria metafisi distale sia disposta tra i trasduttori 16,17 ed i ricevitori 22, 23.

E' inoltre noto che la parte distale della falange comprende una prima porzione di estremità A (metafisi) sostanzialmente piena formata da un guscio di un sottile osso corticale che contiene una parte principale formata da trabecole ossee ed una seconda zona più prossimale B (diafisaria) sostanzialmente tubolare e comprendente una porzione tubolare esterna

BONGIOVANNI Simone
(iscrizione Albo nr. 615/BM)

(porzione corticale) delimitante un canale interno che alloggia poche trabecole ossee; è inoltre noto che il canale della zona B si svuota, per il ri-assorbimento delle trabecole ossee, nell'individuo adulto e più tardivamente si svuota anche la zona A anche se mai completamente.

Nella disposizione sopra detta, inoltre, la prima zona A è attraversata dalla direzione di propagazione S1 e la seconda zona B, contigua alla zona A, è attraversata dalla direzione di propagazione S2, cioè gli ultrasuoni prodotti dal traduttore 16 attraversano principalmente la zona dell'osso ricca di trabecole, mentre gli ultrasuoni prodotti dal trasduttore 17 attraversano principalmente il canale interno circondato dalla zona corticale.

Il dispositivo 61 viene rilasciato e le appendici 53,56, spinte da un elemento elastico (non illustrato), si dispongono su porzioni laterali opposte del dito con i trasduttori 16,17 ed i ricevitori 22,23 disposti da parti opposte del dito. In tali posizione la parte distale del dito (e quindi il tessuto osseo) è stabilmente posizionata rispetto al calibro 5 poiché non si può muovere lateralmente a causa del vincolo stabilito dalle appendici 53,56 che premono ai lati del dito stesso. Il calibro 5 non può traslare in basso

BONGIOVANNI Simone
Iscrizione Albo nr. 615/BM

verso il lato palmare della mano a causa del vincolo stabilito dalle aste 60 e non può traslare distalmente per la presenza dei condili. Inoltre i trasduttori 16,17 e 22,23 si posizionano su piano paralleli affacciati tra di loro.

Il posizionamento del dito realizzato nel modo sopra descritto consente di ottenere, per ogni misura effettuata, un corretto posizionamento delle porzioni A e B del tessuto osseo rispetto ai trasduttori 16,17.

Con particolare riferimento alla figura 2a, il blocco 92 comprende un blocco 100 che provvede ad effettuare l'acquisizione automatica dalla distanza D tra i trasduttori 16,17 ed i ricevitori 22,23. In particolare il segnale (analogico) generato dal potenziometro 24 viene, alimentato attraverso il multiplexer 34, al convertitore 36 che fornisce al microprocessore 40 il valore digitale della distanza D. Il valore di distanza D può essere visualizzato sul video 9 ed utilizzato successivamente per il calcolo di altri parametri.

Il blocco 100 è seguito da un primo blocco di misura 120 in cui viene comandata l'acquisizione e la visualizzazione sul video 9 della forma d'onda del segnale ultrasonico ricevuto dal ricevitore 22.

In particolare, secondo le operazioni del blocco

120, il circuito a microprocessore 40 comanda la disposizione del de-multiplexer 13 e del multiplexer 25 in una prima posizione secondo la quale l'ingresso 13a è collegato alla uscita 13b e l'ingresso 25b è collegato alla uscita 25a; secondo tale disposizione il segnale alternato alimentato dal circuito 11 al trasduttore 16 provoca un flusso di onde ultrasoniche che si propagano lungo la direzione S1 attraversando la porzione A (porzione trabecolare) dell'osso e raggiungendo così il ricevitore 22. Il segnale generato dal ricevitore 22 è amplificato in tensione dall'amplificatore 28, filtrato dal filtro 30, eventualmente condizionato dal circuito 32, digitalizzato dal convertitore 36 ed alimentato al circuito a microprocessore 40.

Il circuito microprocessore 40 opera (in modo noto) una ricostruzione cartesiana della forma d'onda FO1 (figura 6a) del segnale ultrasonico ricevuto dal ricevitore 22 secondo la quale l'asse delle ascisse rappresenta una scala dei tempi con valori temporali crescenti allontanandosi dall'origine e l'asse delle ordinate rappresenta una scala di ampiezze con valori di ampiezza crescenti allontanandosi dall'origine.

E' stato osservato dagli inventori della presente domanda di brevetto che la forma d'onda FO1

s rappresentativa del segnale che ha attraversato la zona
A della metafisi distale comprende, nella sua
rappresentazione cartesiana, un primo tratto I
(rappresentato racchiuso in un rettangolo) comprendente
una pluralità di picchi successivi Ptr (normalmente tre
-quattro picchi), un secondo tratto II (rappresentato
racchiuso in un rettangolo) adiacente al primo tratto e
comprendente pochi picchi aventi ampiezza
sostanzialmente trascurabile ed un terzo tratto III
(rappresentato racchiuso in un rettangolo) adiacente al
secondo tratto II e comprendente molti picchi aventi
ampiezza generalmente superiore alla ampiezza dei
picchi della prima zona I.

E' stato ipotizzato dagli inventori della presente
invenzione che il primo tratto I della forma d'onda FO1
sia relativo alla porzione di segnale trasmessa
attraverso la porzione trabecolare dell'osso mentre il
secondo tratto II della forma d'onda sia relativo alla
porzione di segnale trasmesso attraverso la porzione
corticale dell'osso; dal momento che il segnale
ricevuto è transitato nella zona A formata
principalmente da trabecole ossee, il primo tratto I
comprende un elevato contenuto di energia (picchi Ptr
significativi) mentre il secondo tratto comprende un
basso contenuto di energia (picchi quasi non

BONGIOVANNI Simone
(iscrizione Albo nr. 615/BM)

rilevabili). Il terzo tratto III della forma d'onda comprende principalmente rumore dovuto a rimbalzi e riflessioni del segnale di eccitazione. Il blocco 120 provvede inoltre a memorizzare la forma d'onda FO1 sopra illustrata. La forma d'onda FO1 (digitalizzata) viene inoltre memorizzata in una memoria tampone 41 comunicante con il circuito a microprocessore 40.

Il primo blocco di misura 120 è seguito da un secondo blocco di misura 130 in cui viene comandata l'acquisizione e la visualizzazione sul video 9 della forma d'onda FO2 (figura 6b) del segnale ultrasonico ricevuto dal ricevitore 23.

In particolare, il circuito a microprocessore 40 comanda la disposizione del de-multiplexer 13 e del multiplexer 25 in una seconda posizione secondo la quale l'ingresso 13a è collegato alla uscita 13c e l'ingresso 25c è collegato alla uscita 25a; secondo tale disposizione il segnale alternato alimentato dal circuito 11 al trasduttore 17 provoca un flusso di onde ultrasoniche che si propagano lungo la direzione S2 attraversando la porzione B (porzione corticale e canale osseo) dell'osso e raggiungendo così il ricevitore 23. Il segnale generato in uscita dal ricevitore 23 è amplificato in tensione dall'amplificatore 28, filtrato dal filtro 30,

eventualmente condizionato dal circuito 32, digitalizzato dal convertitore 36 ed alimentato al circuito a microprocessore 40.

Il circuito microprocessore 40 opera (in modo noto) una ricostruzione cartesiana della forma d'onda del segnale ultrasonico ricevuto dal ricevitore 23 con le modalità precedentemente dette per il segnale ricevuto dal ricevitore 22.

E' stato osservato dagli inventori della presente domanda di brevetto che la forma d'onda FO2 rappresentativa del segnale che ha attraversato la zona diafisaria B comprende, nella sua rappresentazione cartesiana (figura 6b), un primo tratto I' (rappresentato racchiuso in un rettangolo) comprendente pochi picchi successivi aventi ampiezza trascurabile, un secondo tratto II' (rappresentato racchiuso in un rettangolo) adiacente al primo tratto e comprendente una pluralità di picchi Pco ed un terzo tratto III' (rappresentato racchiuso in un rettangolo) adiacente al secondo tratto II' e comprendente molti picchi aventi ampiezza generalmente superiore alla ampiezza dei picchi del secondo tratto.

E' stato ipotizzato dagli inventori della presente invenzione che il primo tratto I' della forma d'onda FO2 sia relativo alla porzione di segnale trasmesso

BONGIOVANNI Simone
(iscrizione Albo nr. 615/BM)

attraverso la porzione trabecolare dell'osso mentre il secondo tratto II' della forma d'onda sia relativa alla porzione di segnale trasmesso attraverso la porzione corticale dell'osso; dal momento che il segnale ricevuto ha transitato nella zona B che comprende principalmente una porzione corticale, il secondo tratto II comprende un elevato contenuto di energia (picchi Pco significativi) mentre il primo tratto comprende un basso contenuto di energia (picchi quasi non rilevabili). Il terzo tratto III' della forma d'onda comprende principalmente rumore dovuto a rimbalzi e riflessioni del segnale di eccitazione. Il blocco 130 provvede inoltre a memorizzare la forma FO2 d'onda sopra illustrata nella memoria tampone 41.

Il blocco 130 è seguito da un blocco 140 che provvede alla presentazione delle forme d'onda FO1 e FO2 precedentemente rilevate e memorizzate. In particolare, il blocco 140 può realizzare:

- la presentazione alternata della forma d'onda FO1 e della forma d'onda FO2;
- la presentazione della forma d'onda FO1 e della forma d'onda FO2 in due porzioni diverse del video 9 in modo tale che un operatore possa vedere entrambe le forme d'onda separate; e
- la presentazione della forma d'onda FO1 e della forma

d'onda FO2 nella stessa porzione del video 9 con colori diversi e con lo stesso sistema di riferimento in modo tale che un operatore possa vedere entrambe le forme d'onda sovrapposte.

Il blocco 140 fornisce pertanto ad un utilizzatore del dispositivo 1 una elevata informazione sulla porzione ossea esaminata in quanto vengono rappresentate le forme d'onda relative a due zone adiacenti (le zone A e B) aventi caratteristiche molto diverse tra di loro. La presenza di una zona caratteristica (tratto I) facilmente identificabile sulla forma d'onda FO1 permette di ricavare informazioni sulla struttura ossea della porzione trabecolare di tessuto osseo mentre la presenza di una zona caratteristica (tratto II') facilmente identificabile sulla forma d'onda FO2 permette di ricavare informazioni sulle caratteristiche ossee della porzione corticale di osso.

Secondo la presente invenzione, inoltre, vengono svolte una serie di operazioni automatiche sulle forme d'onda FO1 e FO2 (blocco 150 successivo al blocco 140) prima di terminare le operazioni di analisi.

Il blocco 150 comprende un primo blocco 200 il quale sottopone la forma d'onda FO1 ad un processo di riconoscimento forme caratteristiche secondo il quale viene definita una finestra F1 (ad esempio

BONGIOVANNI Simone
Iscrizione Albo III. 015/BM

rettangolare) inglobante il primo tratto I della forma d'onda FO1 e rilevando inoltre gli estremi temporali tI1 e tI2 (definiti come intersezioni della finestra con l'asse dei tempi) di tale finestra F1. Il processo di riconoscimento forma può essere svolto, in modo noto, rilevando sulla prima forma d'onda FO1 il primo gruppo di picchi adiacenti che presentano lateralmente della zone di segnale di ampiezza determinata avente valore sostanzialmente nullo.

Il blocco 200 è seguito da un blocco 210 il quale sottopone la forma d'onda FO2 ad un processo di riconoscimento forme caratteristiche secondo il quale viene definita una finestra F2 (ad esempio rettangolare) inglobante il secondo tratto II' della forma d'onda FO2 rilevando inoltre gli estremi temporali tII1 e tII2 (definiti come intersezioni della finestra con l'asse dei tempi) di tale finestra F2. Il processo di riconoscimento forma può essere svolto, in modo noto, rilevando sulla seconda forma d'onda FO2 il primo gruppo di picchi adiacenti che presentano da un lato della zone di segnale di ampiezza determinata avente valore sostanzialmente inferiore e dall'altro delle zone di segnale avente ampiezza maggiore.

Il blocco 210 è seguito da un blocco 220 nel quale viene operato un confronto tra le finestre F1 e F2

BONGIOVANNI Simone
Iscrizione Albo nr. 615/BMI

precedentemente definite al fine di controllare in modo automatico la correttezza delle misure svolte. In particolare, nel caso in cui la prima finestra F1 sia sostanzialmente adiacente alla seconda finestra F2 in un sistema cartesiano avente come origine la stessa origine dei sistemi cartesiani delle forme FO1 e FO2, cioè nel caso in cui t_{I2} sia sostanzialmente uguale a t_{II1} , viene rilevata la correttezza della misura ed il blocco 220 è seguito da un blocco 230, altrimenti il blocco 220 è seguito da un blocco 240 che presenta a video l'indicazione che la misura deve essere ripetuta; dal blocco 240 si ritorna al blocco 92 per lo svolgimento di un nuovo ciclo di misure.

Il blocco 230 effettua una serie di operazioni sui tratti di forme d'onda FO1, FO2 contenuti nelle finestre F1 e/o F2 al fine di ricavare informazioni sulla struttura e densità ossea. Secondo tali operazioni, il blocco 230 effettua il calcolo (per le finestre F1 ed F2):

- dell'energia E del segnale contenuto nella finestra calcolando l'integrale del tratto di forma d'onda racchiuso nella finestra stessa;
- del numero di picchi N_p del tratto di forma d'onda contenuto nella finestra;
- della larghezza W, misurata lungo l'asse delle

ascisse, della finestra;

- della pendenza SLP dell'inviluppo di picchi del tratto di segnale contenuto nella finestra;
- dell'acutezza SH dei picchi del tratto di forma d'onda contenuto nella finestra;
- del valore del massimo picco Vpm del tratto di forma d'onda contenuto nella finestra.

I valori calcolati nel blocco 230 possono essere composti tra di loro al fine di ottenere uno o più indici rappresentativi delle condizioni del tessuto osseo.

Con particolare riferimento alla figura 2c, sono illustrate una serie di operazioni di "pulizia" della forma d'onda FO1 e FO2 svolte, ad esempio, al fine di rendere più efficaci le operazioni del blocco 150. Tali operazioni possono essere convenientemente svolte prima dell'analisi delle forme d'onda del blocco 150.

In particolare, le operazioni di "pulizia" delle forme d'onda comprendono un primo blocco 300 nel quale viene richiamata dalla memoria 41 la forma d'onda digitalizzata FO1. Il blocco 300 è seguito da un blocco 310 nel quale viene richiamata dalla memoria 41 la forma d'onda digitalizzata FO2.

Il blocco 310 è seguito da un blocco 320 nel quale, per ciascun valore di ascissa i del sistema di

3 riferimento della forma d'onda FO1, viene rilevato il corrispondente valore di ampiezza VFO1i della forma FO1 d'onda stessa; viene inoltre rilevato, per un corrispondente valore di ascissa i del sistema di riferimento della forma d'onda FO2, il corrispondente valore di ampiezza VFO2i della forma d'onda FO2 ed i valori di ampiezza VFO1i, VFO2i così rilevati sono sottratti tra di loro, cioè $VFODi = VFO1i - VFO2i$. Il valore risultante VFODi della differenza viene assunto, per quel punto di ascissa i, come rappresentativo di una nuova forma d'onda FOD detta forma d'onda differenza. Le operazioni sopra dette vengono ripetute per tutti i punti i a cui corrisponde un valore di ordinata della forma d'onda FO1 e FO2 in modo tale che la forma d'onda FO2 viene sottratta dalla forma d'onda FO1 generando la forma d'onda differenza FOD (figura 6c).

Il blocco 320 è inoltre seguito da un blocco 330 che provvede a porre uguale a zero ciascun valore di ascissa della forma d'onda differenza FOD avente valore negativo. Viene così generata una forma d'onda differenza corretta che viene utilizzata per le successive operazioni di analisi di forme d'onda del blocco 150.

Le operazioni sopra dette sono spiegabili

BONCIOVANNI Simone
(iscrizione Albo nr. 615/BM)

osservando che, sebbene il tratto II della forma d'onda FO1 comprende picchi aventi ampiezza limitata, tali picchi potrebbero comunque disturbare le operazioni di definizione della finestra del blocco 200. In seguito alle operazioni sopra dette ai picchi della zona II vengono sottratti i picchi della corrispondente zona II' realizzando un segnale differenza avente evidentemente valore negativo; pertanto il blocco 330 trasforma tale segnale negativo in un segnale nullo realizzando, in sostanza, una porzione ad ampiezza nulla al lato destro del gruppo di picchi Ptr del segnale differenza. La creazione di tale zona ad ampiezza nulla permette di meglio realizzare la selezione del gruppo di picchi Ptr. A tale proposito notiamo come le operazioni sopra dette non modificano in modo sostanziale l'ampiezza dei picchi Ptr del segnale differenza in quanto alla zona I della forma d'onda FO1 corrisponde una zona I' comprendente picchi con ampiezza estremamente limitata. Analogamente dalla forma d'onda F02 potrebbe essere sottratta la forma d'onda FO1 e la forma d'onda differenza FOD potrebbe essere sottoposta alla stessa elaborazione del blocco 330.

Da quanto detto sopra risulta chiaro come il sistema della presente invenzione risolva gli

BONGIOVANNI Simone
[iscrizione Albo nr. 615/BM]

inconvenienti dei sistemi noti.

Il dispositivo descritto permette infatti di effettuare contemporaneamente una misura su due porzioni contigue di osso (la metafisi di estremità e la zona prossimale diafisaria ad essa adiacente) aventi caratteristiche anatomico strutturali estremamente diverse tra di loro ma che appartengono al medesimo segmento scheletrico. Le forme d'onda F01 e F02 rilevate permettono inoltre di discernere tra le due porzioni rilevando in modo separato informazioni sulla metafisi di estremità e sulla zona prossimale diafisaria. Il dispositivo 1 permette infatti di visualizzare ed elaborare due diverse forma d'onda, rispettivamente la forma d'onda F01 e F02, sulle quali sono chiaramente visibili i tratti I e II' dalla cui analisi e comparazione, anche puramente visiva, possono essere ricavate una pluralità di informazioni sulle caratteristiche della metafisi di estremità e della zona prossimale diafisaria.

Le operazioni automatiche dei blocchi 200, 210, 220 permettono inoltre di verificare la corretta disposizione dei trasduttori 16,17, la correttezza delle misure svolte e realizzano la ripetizione della misura qualora i dati raccolti siano ritenuti non accettabili. La definizione automatica di finestre che

BONGIOVANNI Simone
[iscrizione Albo nr. 615/BM]

inglobano i tratti caratteristici della forma d'onda permette inoltre di applicare gli algoritmi di analisi segnale (blocco 230) su parti caratteristiche della forma d'onda stessa ottenendo dati più rappresentativi delle condizioni del tessuto osseo. Le operazioni dei blocchi 300-330 concorrono alla migliore definizione delle finestre sopra dette.

Risulta infine chiaro che modifiche e varianti possono essere apportate al dispositivo descritto senza peraltro uscire dall'ambito protettivo dell'invenzione stessa.

Il dispositivo 1a illustrato in figura 7 differisce dal dispositivo di figura 1 in quanto il primo ricevitore di ultrasuoni 22 comunica in uscita direttamente con l'ingresso di un amplificatore di segnale 28a presentante una uscita comunicante con l'ingresso di un filtro 30a (in particolare un filtro passa-basso) presentante a sua volta un'uscita collegata con l'ingresso di un amplificatore 28b avente guadagno regolabile. Il secondo ricevitore di ultrasuoni 23 comunica in uscita direttamente con l'ingresso di un amplificatore di segnale 29a presentante una uscita comunicante con l'ingresso di un filtro 31a (in particolare un filtro passa-basso) presentante a sua volta un'uscita collegata con

BONGIOVANNI Simone
(iscrizione Albo nr. 615/BM)

l'ingresso di un amplificatore 31b avente guadagno regolabile. Le uscite degli amplificatori 28b e 31b comunicano rispettivamente con primi e secondi ingressi 26a, 26b di un circuito multiplexer 26 presentante una unica uscita collegata con l'ingresso del circuito multiplexer 34. La rimanente parte del circuito del dispositivo 1a non viene descritta in quanto del tutto uguale a quanto detto con riferimento alla figura 1. Il funzionamento del dispositivo 1a è analogo al funzionamento del dispositivo 1 sopra descritto e differisce principalmente per il fatto che il segnale generato da ciascun ricevitore di ultrasuoni 22, 23 viene amplificato da una specifica catena di amplificazione (rispettivamente comprendente gli amplificatori 28a, 28b e 29a, 31b) avente guadagno regolabile in modo tale che il fattore di amplificazione della forma d'onda F01 può essere variato in modo indipendente dal fattore di amplificazione della forma d'onda F02. Il circuito multiplexer 26 provvede inoltre a selezionare alternativamente il segnale generato dai ricevitori 22 e 23.

BONGIOVANNI Simone
(iscrizione Albo nr. 615/BM)

R I V E N D I C A Z I O N I

1.- Dispositivo di misura ad ultrasuoni per la rilevazione della densità e struttura ossea caratterizzato dal fatto di comprendere:

- una unità elettronica di comando e controllo (3) provvista di mezzi generatori di segnale (11) atti a generare un segnale di eccitazione;

- un calibro posizionatore (5) accoppiato con la detta unità (3) e provvisto di almeno un primo ed un secondo trasduttore (16,17) atti a generare ciascuno un segnale ultrasonico in risposta del detto segnale di eccitazione; detto primo e detto secondo trasduttore (16,17) essendo spaziati tra di loro con passo (h) costante ed essendo atti a generare segnali ultrasonici che si propagano lungo rispettive prime e seconde direzioni di propagazione (S1, S2) spaziate (h) tra di loro;

- mezzi ricevitori di segnale ultrasonico (22,23) portati dal detto calibro (3) e disposti affacciati a detto primo e secondo trasduttore (16,17) con distanza (D) regolabile dal primo e secondo trasduttore (16,17);

il detto calibro (5) essendo atto ad essere accoppiato con un segmento osseo del corpo umano, in particolare una porzione distale di una falange della mano, interposta tra il primo (16) ed il secondo (17)

BONGIOVANNI Simone
[iscrizione Albo nr. 615/BM]

trasduttore ed i detti mezzi ricevitori di segnale ultrasonico (22,23); il detto segmento osseo comprendendo almeno una prima porzione metafisaria (A) di estremità sostanzialmente piena formata principalmente da trabecole ossee ed una seconda porzione diafisaria (B) sostanzialmente tubolare, adiacente alla prima porzione (A) e comprendente una porzione corticale delimitante un canale interno sostanzialmente privo di trabecole ossee; il detto calibro (5) comprendendo inoltre mezzi di riscontro (60) per realizzare un posizionamento del detto segmento osseo rispetto al detto calibro e disporre detta prima porzione (A) attraversata dalla detta prima direzione di propagazione (S1) e detta seconda porzione (B) attraversata dalla detta seconda direzione di propagazione (S2);

- la detta unità elettronica (3) comprendendo inoltre mezzi elaboratori di segnale (28,30,32,36,40) accoppiati con detti mezzi ricevitori di segnale ultrasonico (22,23) ed atti a rilevare, rispettivamente, una prima forma d'onda (FO1) rappresentativa del segnale ultrasonico trasmesso attraverso detta prima porzione metafisaria (A) ed una seconda forma d'onda (FO2) rappresentativa del segnale ultrasonico trasmesso attraverso detta seconda porzione

BONGIOVANNI Simone
(iscrizione Albo nr. 615/BM)

diafisaria (B); detti mezzi elaboratori di segnale (28,30,32,36,40) essendo inoltre accoppiati con mezzi di elaborazione e comando visualizzazione (40,44,9) per la presentazione della detta prima (FO1) e della detta seconda forma d'onda (FO2).

2.- Dispositivo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che i detti mezzi elettronici di elaborazione e comando visualizzazione (40,44,9) sono atti fornire una presentazione cartesiana delle dette forma d'onda sui cui assi sono rispettivamente definiti l'asse dei tempi e l'ampiezza del segnale ricevuto.

3.- Dispositivo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che i detti mezzi elettronici di elaborazione e comando visualizzazione (40,44,9) sono atti realizzare una presentazione alternata della prima forma d'onda (FO1) e della seconda forma d'onda (FO2).

4.- Dispositivo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che i detti mezzi elettronici di elaborazione e comando visualizzazione (40,44,9) sono atti realizzare la presentazione della prima forma d'onda (FO1) e della seconda forma d'onda (FO2) in porzioni diverse di mezzi visualizzatori (9).

5.- Dispositivo secondo la rivendicazione 1,

BONGIOVANNI Simone
iscrizione Albo nr. 615/BM

caratterizzato dal fatto che i detti mezzi elettronici di elaborazione e comando visualizzazione (40,44,9) sono atti realizzare la presentazione della prima forma d'onda (FO1) e della seconda forma d'onda (FO2) in una stessa porzione di mezzi visualizzatori (9) e con lo stesso sistema di riferimento al fine di sovrapporre dette forme d'onda.

6.- Dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che i detti mezzi di elaborazione segnale (40) comprendono primi mezzi di riconoscimento automatico (200) atti a rilevare su detta prima forma d'onda (FO1) almeno un primo tratto caratteristico (I) e secondi mezzi di riconoscimento automatico (210) atti a rilevare su detta seconda forma d'onda (FO2) almeno un secondo tratto caratteristico (II'); detti mezzi di elaborazione segnale (40) comprendendo inoltre mezzi di confronto (220) atti ad esaminare la disposizione relativa del detto primo e secondo tratto caratteristico (I, II') per rilevare la correttezza delle operazioni di acquisizione segnale effettuate.

7.- Dispositivo secondo la rivendicazione 6, caratterizzato dal fatto che i detti primi mezzi di riconoscimento automatico (200) sono atti a definire una prima finestra (F1) inglobante detto primo tratto

BONCIOVANTINI Simone
[iscrizione Albo nr. 615/BW]

caratteristico (I) e detti secondi mezzi di riconoscimento automatico (210) sono atti a definire una seconda finestra (F1) inglobante detto secondo tratto caratteristico (II'); detti mezzi di confronto (220) essendo atti ad esaminare la disposizione relativa della detta prima e della detta seconda finestra.

8.- Dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detta prima forma d'onda (FO1), rappresentativa del segnale che ha attraversato la detta prima zona metafisaria (A), comprende un primo tratto (I) comprendente una pluralità di picchi successivi (Ptr), un secondo tratto (II) adiacente alla primo tratto e comprendente pochi picchi aventi ampiezza sostanzialmente trascurabile ed un terzo tratto (III) adiacente al secondo tratto (II) e comprendente molti picchi aventi ampiezza generalmente superiore alla ampiezza dei picchi della prima zona, caratterizzato dal fatto di comprendere mezzi di analisi automatica (200) della detta prima forma d'onda atti a selezionare sulla prima forma d'onda almeno detto primo tratto (I).

9.- Dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detta seconda forma d'onda (FO2), rappresentativa del segnale che ha

attraversato la detta seconda zona diafisaria (B), comprende un primo tratto (I') comprendente pochi picchi successivi aventi ampiezza trascurabile, un secondo tratto (II') adiacente al primo tratto e comprendente una pluralità di picchi (Pco) ed un terzo tratto (III') adiacente al secondo tratto (II') e comprendente molti picchi aventi ampiezza generalmente superiore alla ampiezza dei picchi del secondo tratto, caratterizzato dal fatto di comprendere mezzi di analisi automatica (210) della detta seconda forma d'onda atti a selezionare sulla seconda forma d'onda almeno detto secondo tratto (II').

10.- Dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 2 a 9, caratterizzato dal fatto di comprendere mezzi di trattamento della prima e della seconda forma d'onda (FO1, FO2) comprendenti:

- primi mezzi di richiamo (300) atti a fornire una prima forma d'onda digitalizzata (FO1);

- secondi mezzi di richiamo (310) atti a fornire una seconda forma d'onda digitalizzata (FO2);

- mezzi sottrattori (320) atti a sottrarre ad un valore di ampiezza della prima forma d'onda un valore di ampiezza della seconda forma d'onda (VFO1i, VFO2i) avente lo stesso valore di ascissa; detti mezzi sottrattori essendo ciclicamente selezionati per un

BONGIOVANNI Simone
(iscrizione Albo nr. 615/BM)

pluralità di valori di ascissa successivi (i) per sottrarre la seconda forma d'onda (FO2) dalla prima forma d'onda (FO1) generando una forma d'onda differenza (FOD); e

- mezzi di normalizzazione (330) atti analizzare la forma d'onda differenza (FOD) ponendo pari ad un valore di riferimento ciascun valore della forma d'onda differenza (FOD) avente valore negativo per generare una forma d'onda differenza corretta utilizzata per successive operazioni di analisi di forme d'onda.

11.- Dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che il detto calibro (5) comprende:

- un primo corpo tubolare (50);
- un secondo corpo tubolare (51) coassiale al primo corpo (50) ed assialmente scorrevole rispetto a questo;
- una prima appendice rettilinea (53) estendentesi radialmente da una porzione di estremità (50a) del detto primo corpo tubolare (50);
- una seconda appendice rettilinea (56) estendentesi radialmente da una porzione di estremità (51a) del detto secondo corpo tubolare (51);

le dette appendici (53,56) essendo disposte affacciate tra di loro e portando detto primo e detto

secondo trasduttore (16,17) e, rispettivamente, detti mezzi ricevitori di segnale (22,23) disposti affacciati ad una distanza (D) regolabile in base alla posizione relativa dei detti primo (50) e secondo corpo tubolare (51).

12.- Metodo di misura ad ultrasuoni per la rilevazione della densità e struttura ossea caratterizzato dal fatto di comprendere le fasi di:

- generare un segnale (11) di eccitazione;
- alimentare il detto segnale di eccitazione ad un primo ed un secondo trasduttore (16,17) atti a generare ciascuno un segnale ultrasonico in risposta del segnale di ingresso; detto primo e detto secondo trasduttore (16,17) essendo spaziatati tra di loro con passo (h) costante ed essendo atti a generare segnali ultrasonici che si propagano lungo rispettive prime e seconde direzioni di propagazione (S1, S2) di spaziate (h) tra di loro;

- accoppiare il detto primo trasduttore (16) con una prima porzione (A) di un segmento osseo del corpo umano, in particolare una metafisi distale di una falange della mano; detta prima porzione (A) essendo sostanzialmente piena e formata principalmente da trabecole ossee;

- accoppiare il detto secondo trasduttore (17) con

BONGIOVANNI Simone
(iscrizione Albo nr. 615/BM)

una seconda porzione (B) di un segmento osseo del corpo umano, in particolare una diafisi distale di una falange della mano; detta seconda porzione (B) comprendendo una porzione corticale del segmento osseo delimitante un canale interno sostanzialmente privo di trabecole ossee;

- rilevare il segnale ultrasonico transitato principalmente attraverso la detta prima porzione (A) lungo detta prima direzione di propagazione (S1) generando un primo segnale di ingresso;

- rilevare il segnale ultrasonico transitato principalmente attraverso la detta seconda porzione (B) lungo detta seconda direzione di propagazione (S2) generando un secondo segnale di ingresso; e

- elaborare il detto primo ed il detto secondo segnale di ingresso per visualizzare, rispettivamente, una prima forma d'onda (FO1) rappresentativa del segnale ultrasonico trasmesso attraverso detta prima porzione (A) ed una seconda forma d'onda (FO2) rappresentativa del segnale ultrasonico trasmesso attraverso detta seconda porzione (B).

13.- Metodo secondo la rivendicazione 12, caratterizzato dal fatto che detta fase di elaborare il detto primo ed il detto secondo segnale di ingresso comprende la fase di presentare dette forma d'onda in

BONGIOVANNI Simone
(iscrizione Albo nr. 615/BM)

un sistema di riferimento cartesiano sui cui assi sono rispettivamente definiti l'asse dei tempi e l'ampiezza del segnale ricevuto.

14.- Metodo secondo la rivendicazione 12, caratterizzato dal fatto che detta fase di elaborare il detto primo ed il detto secondo segnale comprende la fase di presentare alternativamente la prima forma d'onda (FO1) e la detta seconda forma d'onda (FO2).

15.- Metodo secondo la rivendicazione 12, caratterizzato dal fatto che detta fase di elaborare il detto primo ed il detto secondo segnale comprende la fase di presentare la prima forma d'onda (FO1) e la seconda forma d'onda (FO2) in porzioni diverse di mezzi visualizzatori (9).

16.- Metodo secondo la rivendicazione 12, caratterizzato dal fatto che detta fase di elaborare il detto primo ed il detto secondo segnale comprende la fase di presentare la prima forma d'onda (FO1) e la seconda forma d'onda (FO2) in una stessa porzione di mezzi visualizzatori (9) e con lo stesso sistema di riferimento al fine di sovrapporre dette forme d'onda.

17.- Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 12 a 16, caratterizzato dal fatto che detta fase di elaborare il detto primo ed il detto secondo segnale comprende le sotto-fasi di:

- riconoscere in modo automatico su detta prima forma d'onda (FO1) almeno un primo tratto caratteristico (I);

- riconoscere in modo automatico su detta seconda forma d'onda (FO2) almeno un secondo tratto caratteristico (II'); e

- confrontare la disposizione relativa del detto primo e secondo tratto caratteristico (I, II') per rilevare la correttezza delle operazioni di acquisizione segnale effettuate.

18.- Metodo secondo la rivendicazione 17, caratterizzato dal fatto che la detta fase di riconoscimento automatico di almeno un primo tratto caratteristico (I) della detta prima forma d'onda (FO1) comprende la fase di definire una prima finestra (F1) inglobante detto primo tratto caratteristico (I); la detta fase di riconoscere in modo automatico su detta seconda forma d'onda (FO2) almeno un secondo tratto caratteristico (II') comprendendo la fase di definire una seconda finestra (F2) inglobante detto secondo tratto caratteristico (II'); detta fase di confronto comprendendo la fase di esaminare la disposizione relativa della detta prima e della detta seconda finestra.

19.- Dispositivo secondo una qualsiasi delle

rivendicazioni da 12 a 18, in cui detta prima forma d'onda (FO1), rappresentativa del segnale che ha attraversato la detta prima zona (A), comprende un primo tratto (I) comprendente una pluralità di picchi successivi (Ptr), un secondo tratto (II) adiacente alla primo tratto e comprendente pochi picchi aventi ampiezza sostanzialmente trascurabile ed un terzo tratto (III) adiacente al secondo tratto (II) e comprendente molti picchi aventi ampiezza generalmente superiore alla ampiezza dei picchi della prima zona, caratterizzato dal fatto di comprendere una fase di analisi automatica (200) della detta prima forma d'onda svolta per discriminare sulla prima forma d'onda almeno detto primo tratto (I).

20.- Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 12 a 19, in cui, detta seconda forma d'onda (FO2), rappresentativa del segnale che ha attraversato la detta seconda zona (B), comprende un primo tratto (I') comprendente pochi picchi successivi aventi ampiezza trascurabile, un secondo tratto (II') adiacente al primo tratto e comprendente una pluralità di picchi (Pco) ed un terzo tratto (III') adiacente al secondo tratto (II') e comprendente molti picchi aventi ampiezza generalmente superiore alla ampiezza dei picchi del secondo tratto, caratterizzato dal fatto di

BONGIOVANNI Simone
Iscrizione 615/BM

comprendere una fase di analisi automatica (210) della detta seconda forma d'onda svolta per discriminare sulla seconda forma d'onda almeno detto secondo tratto (II').

21. - Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 13 a 20, caratterizzato dal fatto di comprendere una fase di trattamento della prima e della seconda forma d'onda (FO1, FO2) comprendente:

- una fase di richiamo (300) di una prima forma d'onda digitalizzata (FO1);

- una fase di richiamo (310) di una seconda forma d'onda digitalizzata (FO2);

- una fase di sottrazione (320) in cui ad un valore di ampiezza della prima forma d'onda viene sottratto un valore di ampiezza della seconda forma d'onda (VFO1i, VFO2i) avente lo stesso valore di ascissa; detta fase di sottrazione essendo ciclicamente ripetuta per un pluralità di valori di ascissa successivi (i) per sottrarre la seconda forma d'onda (FO2) dalla prima forma d'onda (FO1) generando una forma d'onda differenza (FOD); e

- una fase di normalizzazione (330) della forma d'onda differenza in cui viene posto pari a un valore di riferimento ciascun valore di ascissa della forma d'onda differenza (FOD) avente valore negativo per

BONGIOVANNI Simone
[iscrizione Albo nr. 615/BW]

generare una forma d'onda differenza corretta
utilizzata per successive operazioni di analisi di
forme d'onda.

22.- Dispositivo di misura ad ultrasuoni per la
rilevazione della densità e struttura ossea e metodo di
misura ad ultrasuoni per la rilevazione della densità e
struttura ossea sostanzialmente come descritti ed
illustrati con riferimento ai disegni allegati.

p.i.: IGEA S.R.L.

BONGIOVANNI Simone
(iscrizione Albo nr. 615/BM)

Simone Bongiovanni



BONGIOVANNI Simone
(iscrizione Albo nr. 615/BM)

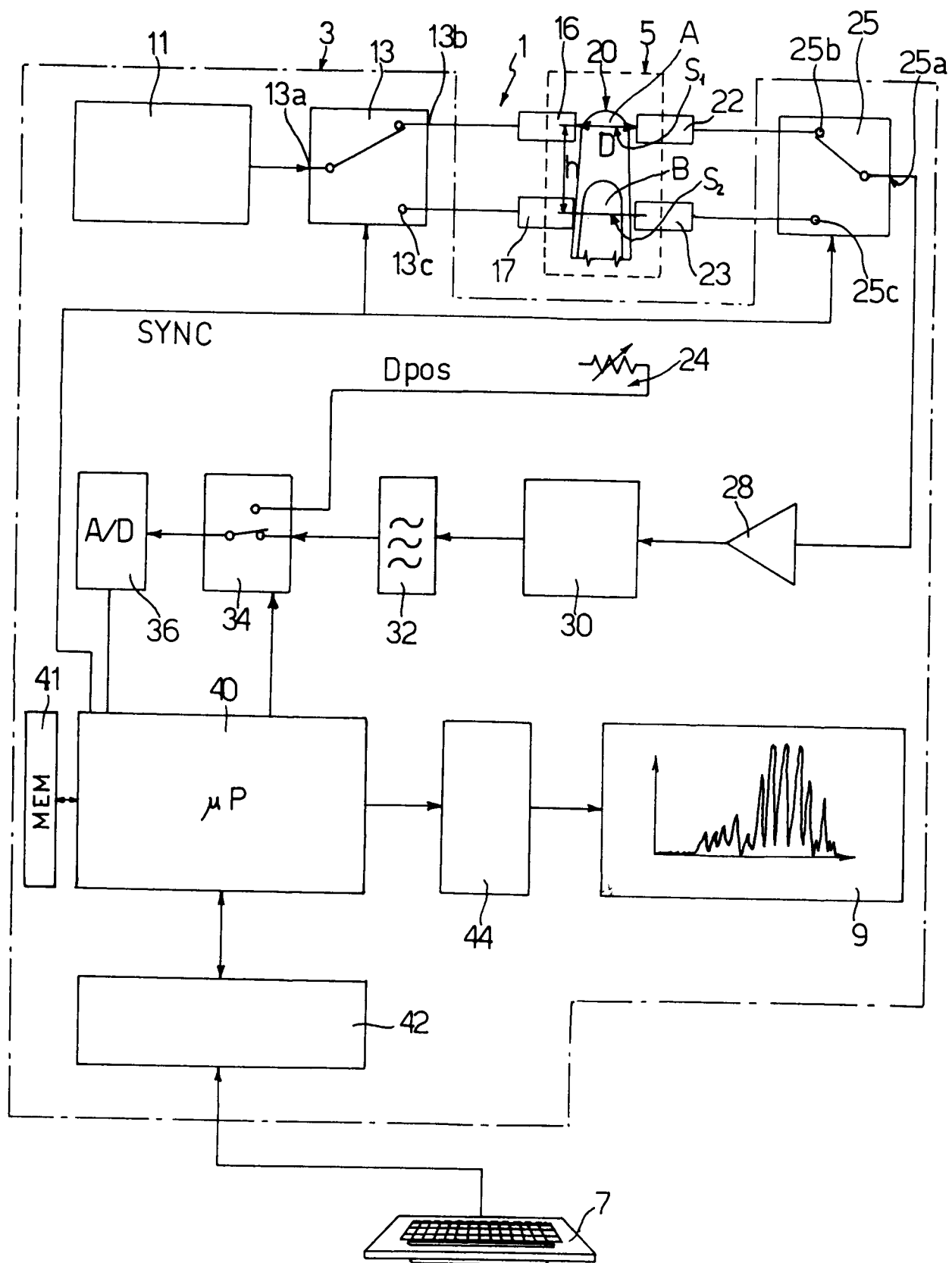


Fig.1

p.i.: IGEA S.R.L.

BONGIOVANNI Simone

discrizione Albo nr. 615/BMI

l'immeuble Bongianni



Fig. 2a

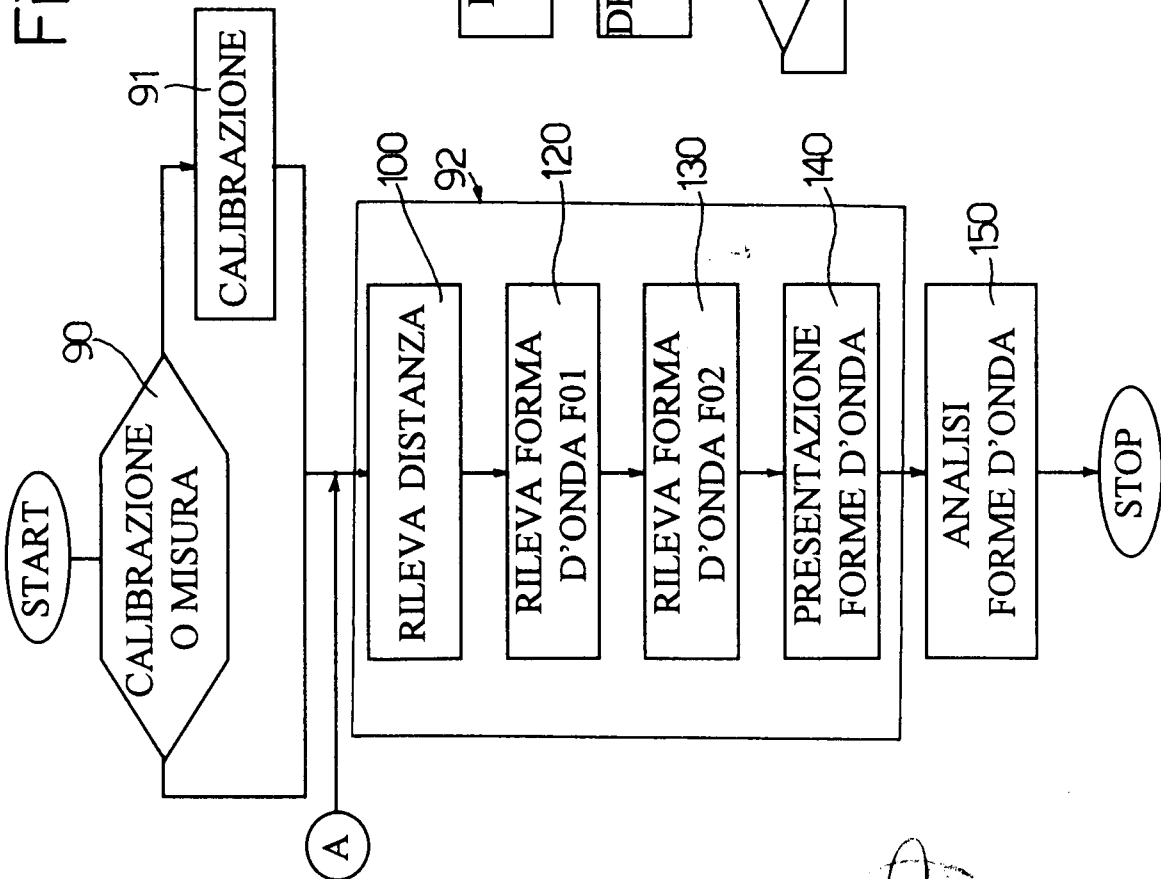


Fig. 2b

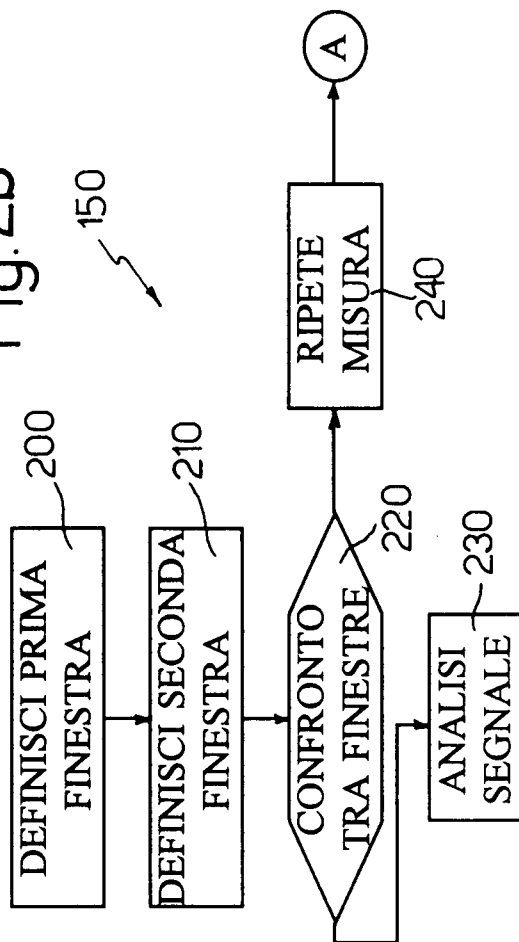


Fig. 2c

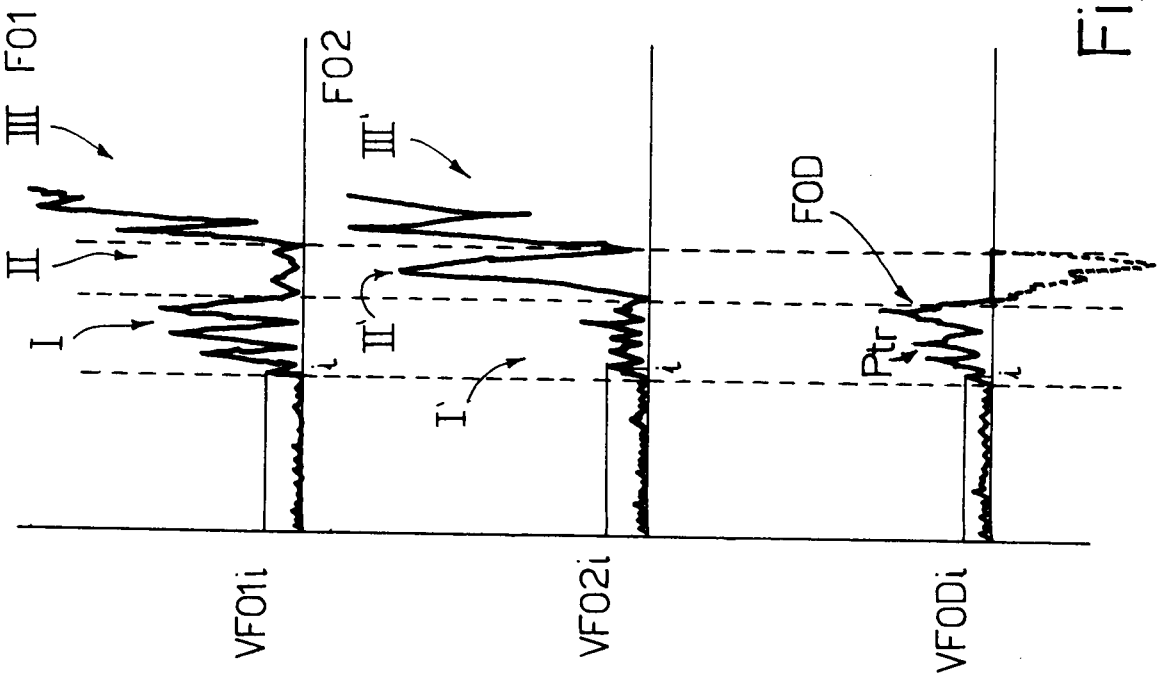
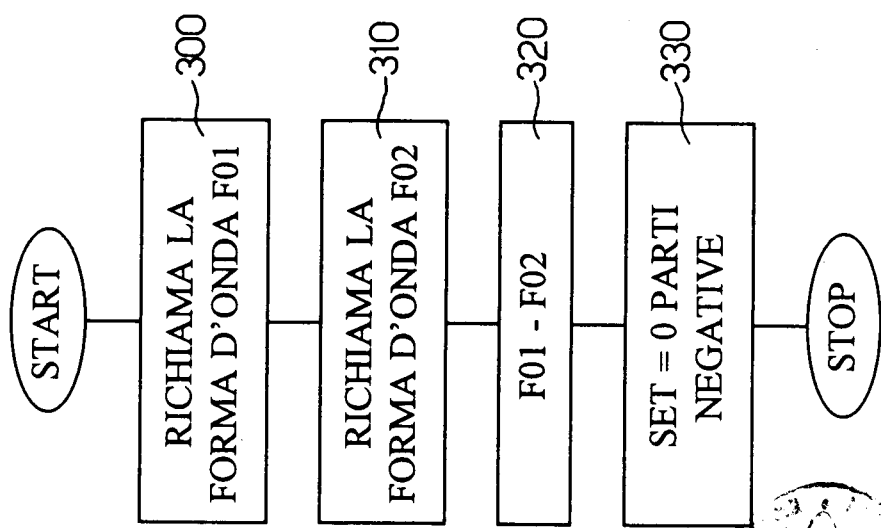


Fig. 6c

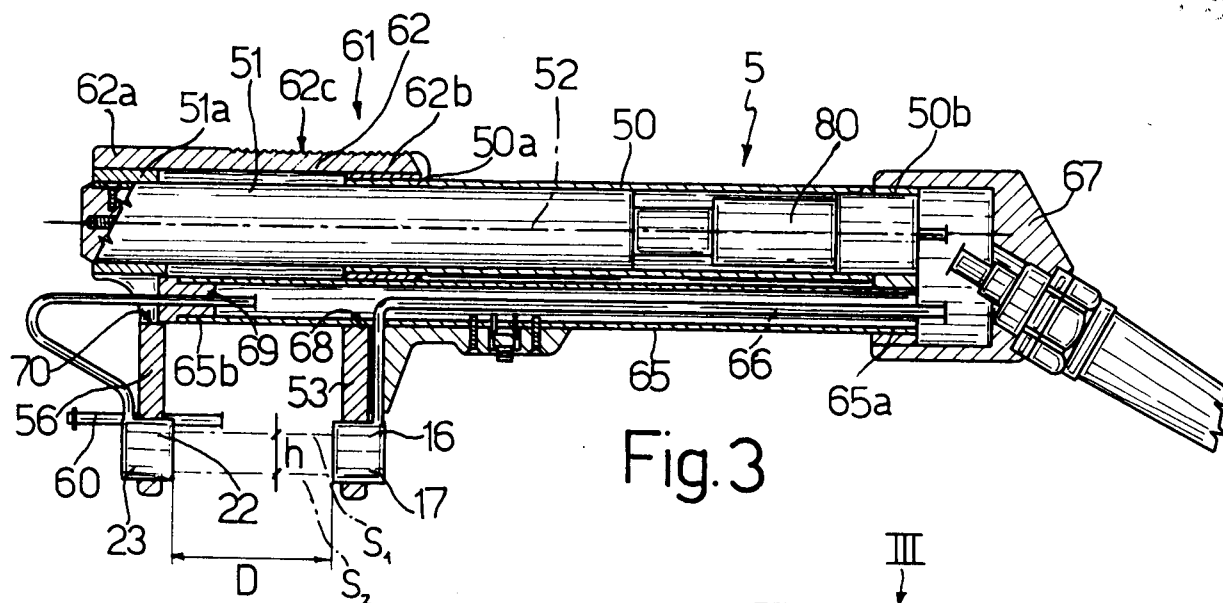


Fig. 3

Fig. 6a

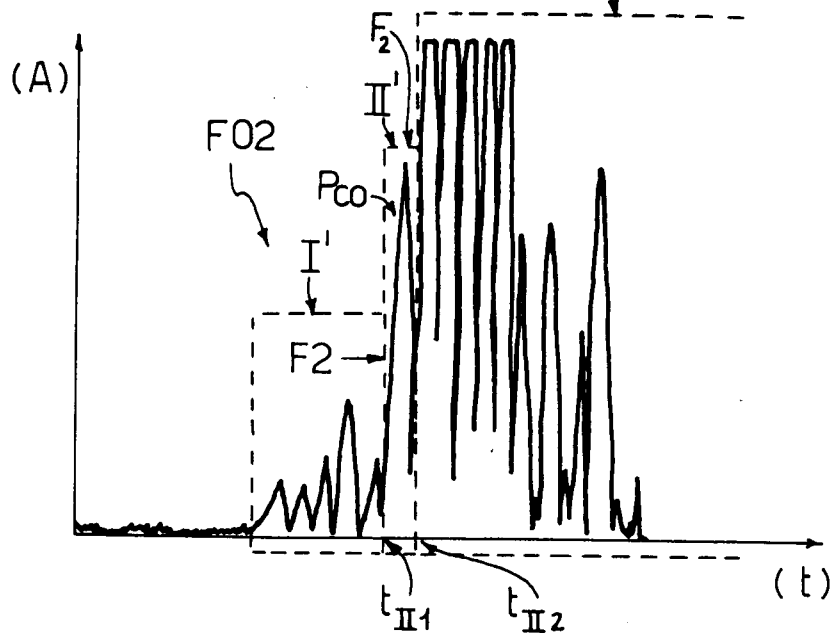
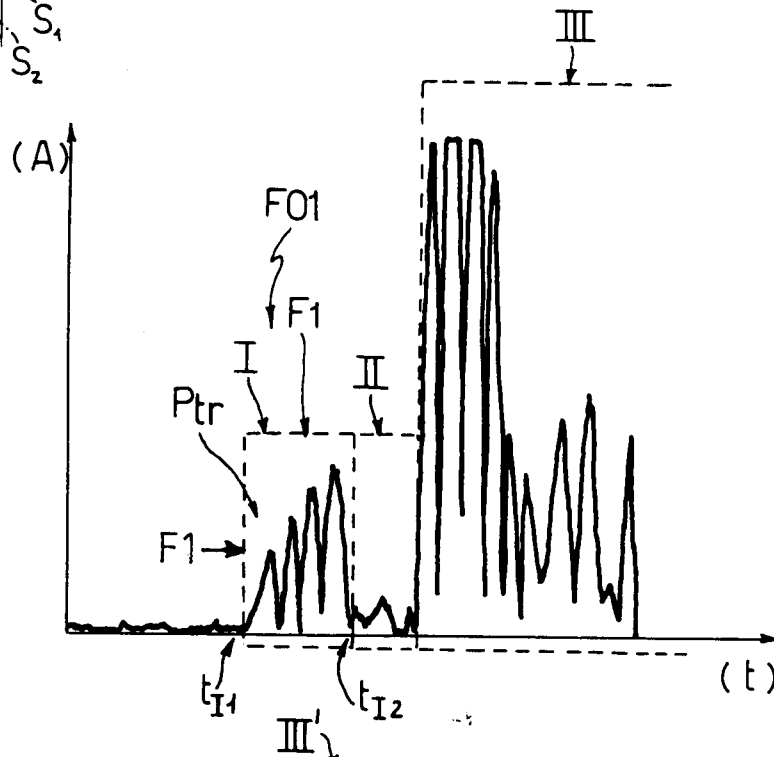


Fig. 6b



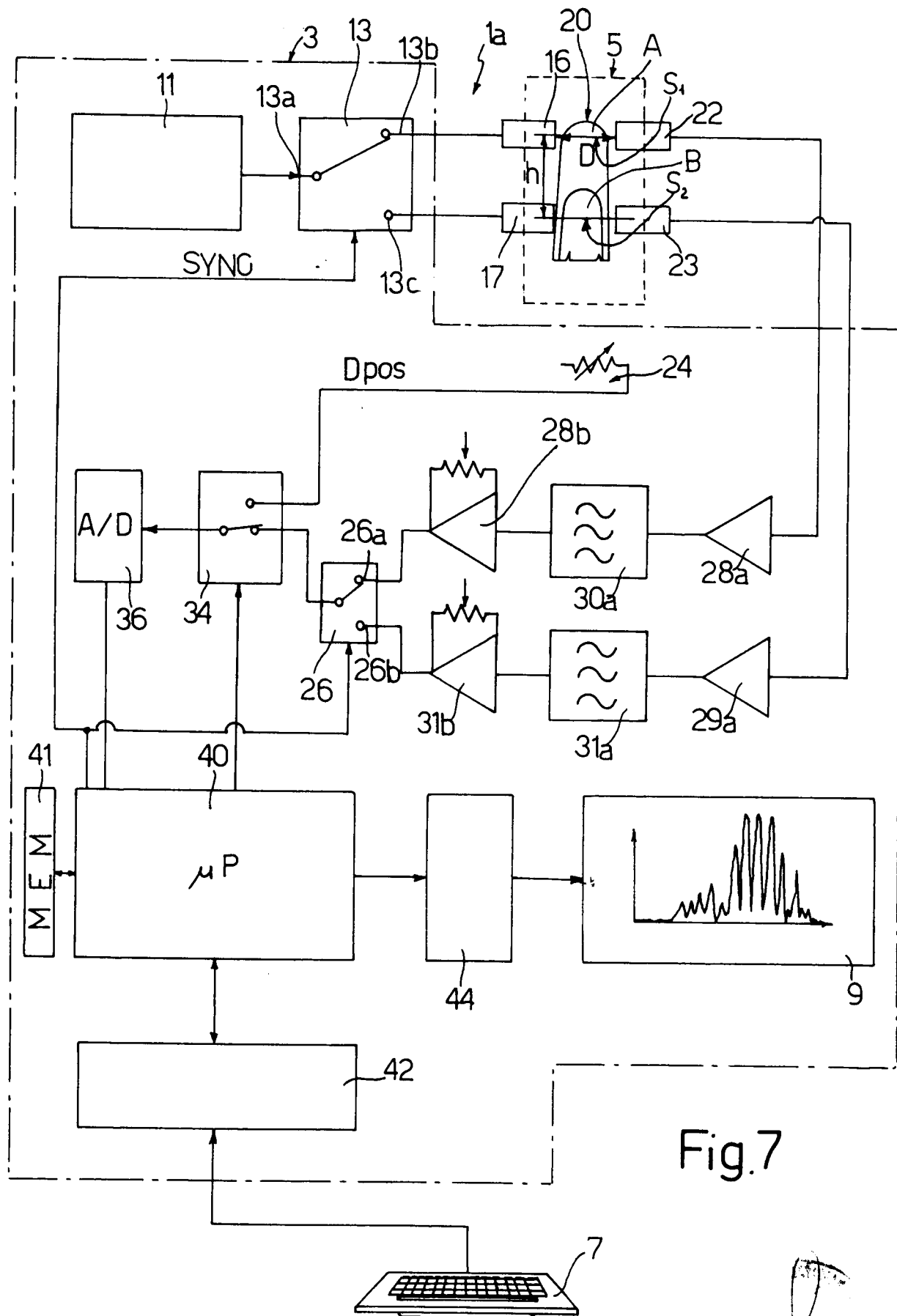


Fig.7

p.i.: IGEA S.R.L.

BONGIORNO Simone
(iscrizione Albo nr. 615/BM)

Simone Bongiorno

