



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

# UIBM

|                           |                        |
|---------------------------|------------------------|
| <b>DOMANDA NUMERO</b>     | <b>102000900875837</b> |
| <b>Data Deposito</b>      | <b>21/09/2000</b>      |
| <b>Data Pubblicazione</b> | <b>21/03/2002</b>      |

|                |               |                    |               |                    |
|----------------|---------------|--------------------|---------------|--------------------|
| <b>Sezione</b> | <b>Classe</b> | <b>Sottoclasse</b> | <b>Gruppo</b> | <b>Sottogruppo</b> |
| G              | 10            | K                  |               |                    |

Titolo

|                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------|
| DISPOSITIVO PER LA GENERAZIONE DI IMMAGINI ASTRATTE SULLA BASE DI SUONI |
|-------------------------------------------------------------------------|

DESCRIZIONE

del brevetto per invenzione industriale  
di DMC VILLA TOSCA S.R.L.,  
di nazionalità italiana,  
con sede a 20122 - MILANO, VIA DELLA GUASTALLA, 2  
Inventori: GRILLO Augusto, BRECCIA Stefano

PLEBANI  
Ufficio  
Brevetti  
nr 358/BM  
Iscrizione

\*\*\* \*\*

MI 2000 A002061

La presente invenzione si riferisce a un dispositivo per la generazione di immagini astratte sulla base di suoni.

Sono noti alcuni dispositivi che permettono di correlare eventi di tipo ottico a eventi di tipo sonoro. Ad esempio, in alcuni dispositivi per sale da ballo, un segnale di ingresso, rappresentativo di un evento sonoro (ad esempio un brano musicale che viene riprodotto), viene elaborato e utilizzato per determinare alternativamente l'accensione e lo spegnimento di una pluralità di lampade di colori diversi. Ad esempio, il numero di lampade che vengono accese può essere determinato dall'ampiezza del segnale di ingresso. In alternativa, il segnale di ingresso può essere filtrato in modo da generare una pluralità di segnali filtrati corrispondenti a rispettive componenti di spettro e associati a una rispettiva lampada. A seconda che un segnale filtrato sia superiore o inferiore rispetto a una prefissata soglia la corrispondente lampada viene



alternativamente accesa e spenta.

I dispositivi noti, tuttavia, permettono di ottenere soltanto una ridotta varietà di effetti semplici e poco differenziati, mentre non è ancora stata proposta una soluzione soddisfacente al problema di generare, in modo deterministico, immagini complesse sulla base di suoni.

Scopo della presente invenzione è fornire un dispositivo per la generazione di immagini sulla base di suoni che permetta di superare il problema descritto.

Secondo la presente invenzione viene realizzato un dispositivo per la generazione di immagini astratte sulla base di suoni, comprendente almeno un ingresso, collegato a una sorgente di segnale, per ricevere un primo segnale elettrico, rappresentativo di un evento sonoro, e almeno un'uscita, collegata a mezzi di visualizzazione, caratterizzato dal fatto di comprendere mezzi di transcodifica, collegati a detto ingresso, per ricevere detto primo segnale elettrico, e a detta uscita e fornenti su detta uscita un secondo segnale elettrico, correlato a detto primo segnale elettrico e rappresentativo di un'immagine visualizzabile su detti mezzi di visualizzazione.

Per una migliore comprensione dell'invenzione, ne verranno di seguito descritte alcune forme di realizzazione, a puro titolo di esempio non limitativo e con riferimento ai disegni allegati, in cui:

FILED IN  
(Iscrizione Albo) 358/BW)

- le figura 1-3 mostrano schematicamente un dispositivo di transcodifica in rispettive configurazioni di utilizzo;

- la figura 4 mostra uno schema a blocchi di un dispositivo di transcodifica secondo la presente invenzione;

- la figura 5 è uno schema a blocchi più dettagliato di un particolare del dispositivo di figura 4; e

- la figura 6 mostra un diagramma di flusso relativo alla presente invenzione.

Con riferimento alla figura 1, un dispositivo di transcodifica 1 secondo l'invenzione presenta un ingresso audio 2, un'uscita audio 3 e un'uscita video 4.

L'ingresso audio 2 è collegato con una sorgente audio 5, che fornisce un segnale audio  $S_A$ , di tipo elettrico, rappresentativo di un evento sonoro, quale ad esempio l'esecuzione di un brano musicale o un insieme di suoni caratteristici di un particolare ambiente naturale. In particolare, la sorgente audio 5 può essere costituita da un dispositivo di riproduzione, come un registratore a nastro o un lettore ottico di dischi (compact-disc), oppure da un microfono; il segnale audio  $S_A$  è ottenuto in modo noto mediante trasduzione e codifica di eventi sonori.

L'uscita audio 3 è collegata con un sistema di casse acustiche 6 per riprodurre e diffondere in un ambiente circostante gli eventi sonori codificati dal segnale audio  $S_A$ .

PIEBANI Rinaldo  
Iscrizione Albo n. 358/BMI

L'uscita video 4 è collegata con un dispositivo di visualizzazione 8 (ad esempio uno schermo televisivo o di un elaboratore elettronico, o un videoproiettore) e fornisce un segnale video  $S_v$ , anch'esso di tipo elettrico e correlato al segnale audio  $S_a$  e rappresentativo di un'immagine visualizzabile sul dispositivo di visualizzazione 8. Il segnale video  $S_v$  è, inoltre, un segnale di tipo standard, preferibilmente un segnale PAL, NTSC, SECAM, Standard VGA o Standard Super VGA.

In alternativa, il dispositivo di transcodifica 1 può essere collegato, con il proprio ingresso audio 2, a un amplificatore 9 di un impianto ad alta fedeltà 10, come mostrato in figura 2, oppure incluso in un sistema integrato 11 (figura 3). In quest'ultimo caso, il dispositivo di visualizzazione 8 è preferibilmente uno schermo al plasma o a cristalli liquidi, contornato sui lati da altoparlanti lineari 6a, in modo che la riproduzione di suoni e la visualizzazione di immagini possano essere effettuate per mezzo di un unico oggetto. Inoltre, il dispositivo di transcodifica 1 può comprendere parti di un elaboratore elettronico, di per sé note (ad esempio un microprocessore, banchi di memoria), e porzioni di codice di programma.

Con riferimento alla figura 4, il dispositivo di transcodifica 1 comprende uno stadio di pre-elaborazione 15, un'unità di elaborazione 16 e una memoria di massa 17,

PLEBANI Ripoldo  
A/B n° 358/BM  
Iscrizione

preferibilmente un disco rigido del tipo normalmente utilizzato negli elaboratori elettronici. Inoltre, in figura 4 sono mostrati l'ingresso audio 2 e l'uscita audio 3, direttamente collegati fra di loro per permettere la trasmissione del segnale audio  $S_A$  al sistema di casse acustiche 6.

Lo stadio di pre-elaborazione 15 comprende una pluralità di canali di acquisizione 19, ad esempio otto o sedici, ciascuno dei quali include un filtro 20, un circuito di equalizzazione 21 e un convertitore analogico-digitale 22, disposti in cascata, rispettivamente nell'ordine.

In dettaglio, i filtri 20 sono preferibilmente filtri analogici di tipo passabanda selettivi, aventi rispettive distinte frequenze centrali  $F_1, F_2, \dots, F_M$ , dove  $M$  è pari al numero di canali di acquisizione 19, e presentanti rispettivi ingressi collegati con l'ingresso audio 2.

Nella preferita forma di realizzazione descritta, i circuiti di equalizzazione 21 includono circuiti a rivelatore di picco, e forniscono in uscita rispettivi segnali di inviluppo  $S_{11}, S_{12}, \dots, S_{1M}$ , correlati alle ampiezze di componenti di spettro del segnale audio  $S_A$  corrispondenti rispettivamente alle frequenze centrali  $F_1, F_2, \dots, F_M$ .

I convertitori analogico-digitale 22 ricevono in ingresso un rispettivo segnale di inviluppo  $S_{11}, S_{12}, \dots, S_{1M}$  e presentano su rispettive uscite, collegate a un multiplexer

PLEBANI Rindl  
658/BM  
Iscrizione Albo n°

25, rispettivi valori di ampiezza  $A_{1T}$ ,  $A_{2T}$ , ...,  $A_{MT}$  campionati (T indica un generico istante di campionamento).

In pratica, ogni canale di acquisizione 19 ha una rispettiva frequenza centrale  $F_1$ ,  $F_2$ , ...,  $F_M$  associata e fornisce un rispettivo valore di ampiezza  $A_{1T}$ ,  $A_{2T}$ , ...,  $A_{MT}$  campionato.

Il multiplexer 25 è a sua volta collegato con l'unità di elaborazione 16, alla quale fornisce i valori di ampiezza  $A_{1T}$ ,  $A_{2T}$ , ...,  $A_{MT}$  presenti sui propri ingressi.

L'unità di elaborazione 16 è inoltre collegata con la memoria di massa 17, con l'uscita video 4, alla quale fornisce il segnale video  $S_v$ , e con un sensore di controllo remoto 26, che riceve da un dispositivo di controllo remoto, di tipo noto e non mostrato, una pluralità di segnali di comando, per consentire a un utente di interagire con l'unità di elaborazione 16 stessa.

Come mostrato in dettaglio in figura 5, l'unità di controllo 15 comprende una memoria di lavoro 27, collegata con il multiplexer 25, una pluralità di linee di calcolo 28 e un blocco codificatore 30. Inoltre, un blocco di selezione 31, collegato con il sensore di controllo remoto 26, fornisce un segnale di abilitazione, per attivare selettivamente una delle linee di calcolo 28 ed escludere le altre.

Le linee di calcolo 28, disposte fra la memoria di

PLEBANI Rinaldo  
Iscrizione Albo n° 358/BMI

lavoro 27 e il blocco codificatore 30, comprendono rispettivi blocchi di determinazione parametri 32 e di determinazione punti 33, collegati fra loro in cascata. In particolare, i blocchi di determinazione parametri 32 ricevono, quando la rispettiva linea di calcolo 28 è attivata, i valori di ampiezza  $A_{1T}$ ,  $A_{2T}$ , ...,  $A_{MT}$  e determinano, in base a tali valori, rispettivi insiemi di parametri operativi  $PS_1$ ,  $PS_2$ , ...,  $PS_N$  ( $N$  è pari al numero di linee di calcolo 28 presenti). In dettaglio, ogni insieme di parametri operativi  $PS_1$ ,  $PS_2$ , ...,  $PS_N$  comprende almeno  $M$  parametri operativi, ciascuno correlato ad almeno un rispettivo valore di ampiezza campionato  $A_{1T}$ ,  $A_{2T}$ , ...,  $A_{MT}$ .

I blocchi di determinazione punti 33 ricevono in ingresso un rispettivo insieme di parametri operativi  $PS_1$ ,  $PS_2$ , ...,  $PS_N$  e generano, secondo rispettive distinte funzioni di generazione di immagine, una rispettiva matrice di punti immagine  $P_{ij}$ , ciascuno dei quali è definito almeno da una rispettiva posizione e da una rispettiva tonalità di colore, scelta in una prefissata scala di tonalità. In particolare, la tonalità di colore è determinata, in modo di per sé noto, come combinazione di rispettivi livelli di tre colori fondamentali.

La matrice di punti immagine  $P_{ij}$ , rappresentativa di un'immagine da visualizzare, viene fornita in ingresso al blocco codificatore 30, che codifica i valori contenuti

nella matrice stessa secondo un sistema di codifica standard (PAL, NTSC, SECAM, Standard VGA, Standard Super VGA), per generare il segnale video  $S_v$ . Tale viene segnale video  $S_v$  fornito sull'uscita video 4 del dispositivo di transcodifica 1, al quale il blocco codificatore 30 è collegato.

Inoltre, in seguito a rispettivi comandi forniti dall'utente per mezzo del dispositivo di controllo remoto, è possibile richiedere un fermo immagine del dispositivo di visualizzazione 8 (in modo che l'immagine correntemente visualizzata venga temporaneamente "bloccata") e memorizzare un'immagine nella memoria di massa 17. In alternativa, è possibile richiamare alla memoria di massa 17 un'immagine precedentemente memorizzata e visualizzarla sullo schermo, indipendentemente dall'andamento del segnale audio  $S_a$ .

Preferibilmente, le funzioni di generazione immagine sono determinate a partire da famiglie di funzioni generatrici di insiemi frattali, e sono definite, in ciascuno dei blocchi di determinazione punti 33, per mezzo dei rispettivi insiemi di parametri operativi  $PS_1, PS_2, \dots, PS_N$ . In dettaglio, i blocchi di determinazione punti 33 utilizzano rispettive distinte famiglie di funzioni generatrici di insiemi frattali (ad esempio, le ben note famiglie di funzioni generatrici di insiemi di Mandelbrot, di Julia e di Lorenz). Ad ogni intervallo di campionamento  $T$ , il

PIEBANI Rinaldo  
Iscrizione Albo n. 158/BMI

blocco di determinazione parametri 32 della linea di calcolo 28 attiva genera un rispettivo fra gli insiemi di parametri operativi  $PS_1, PS_2, \dots, PS_N$ . Tale insieme di parametri operativi viene quindi impiegato dal rispettivo blocco di determinazione punti 33 attivo per selezionare, nella famiglia di funzioni generatrici di insiemi frattali utilizzata dal blocco di determinazione punti 33 stesso, M funzioni di generazione immagine. In pratica, ogni funzione è definita da uno o più rispettivi parametri operativi appartenenti all'insieme di parametri operativi  $PS_1, PS_2, \dots, PS_N$  generato all'istante di campionamento T nella linea di calcolo 28 attiva. Di conseguenza, ogni funzione di generazione immagini selezionata è correlata almeno a un rispettivo valore di ampiezza campionato  $A_{1T}, A_{2T}, \dots, A_{MT}$  e quindi a una rispettiva componente di spettro del segnale audio  $S_v$ .

La matrice di punti immagine  $P_{ij}$  viene determinata mediante un processo iterativo, avente un prefissato numero di passi di iterazione, a partire dalle funzioni di generazione immagine selezionate, come illustrato con un esempio più avanti, in particolare con riferimento alla figura 6.

In pratica, il segnale audio  $S_A$ , alimentato dalla sorgente audio 5 al dispositivo di transcodifica 1, viene inizialmente scomposto nelle componenti di spettro corri-

PIEBANI Rinaldo  
 (iscrittione Albo nr 358/BM)

spondenti rispettivamente alle frequenze centrali  $F_1, F_2, \dots, F_M$  dei filtri 20. Quindi, le ampiezze di tali componenti di spettro vengono rilevate e campionate, per mezzo dei circuiti di equalizzazione 21 e dei convertitori analogico-digitale 22, in modo da ottenere i valori di ampiezza campionati  $A_{1T}, A_{2T}, \dots, A_{MT}$ , rispettivamente corrispondenti alle frequenze centrali  $F_1, F_2, \dots, F_M$ ; i valori di ampiezza campionati  $A_{1T}, A_{2T}, \dots, A_{MT}$  vengono poi temporaneamente memorizzati nella memoria di lavoro 27. Una delle linee di calcolo 28, preventivamente selezionata dall'utente per mezzo di un dispositivo di controllo remoto (che agisce in modo di per sé noto sul sensore di controllo remoto 26 e sul blocco di selezione 31), è attiva e riceve i valori di ampiezza campionati  $A_{1T}, A_{2T}, \dots, A_{MT}$ . Il blocco di determinazione parametri 32 della linea di calcolo 28 attiva determina i parametri operativi che devono essere forniti al rispettivo blocco di determinazione punti 33 per selezionare M funzioni di generazione immagine nella rispettiva famiglia di generazione di insiemi frattali. Successivamente, il blocco di determinazione punti 33 della linea di calcolo 28 attiva impiega le M funzioni di generazione immagine selezionate per calcolare la matrice di punti immagine  $P_{IJ}$ .

Di conseguenza, ogni funzione di generazione immagini selezionata è correlata a un rispettivo valore di ampiezza

PIEBANI Rinaldo  
Iscrizione Albo nr 358/BMI

campionato  $A_{1T}, A_{2T}, \dots, A_{MT}$  e quindi a una rispettiva componente di spettro del segnale audio  $S_A$  all'istante di campionamento  $T$ .

Anche la matrice di punti immagine  $P_{IJ}$ , generata mediante tali funzioni di generazione immagini e rappresentativa di un'immagine da visualizzare, è perciò determinata dall'andamento del segnale audio  $S_A$  (in particolare dall'ampiezza, all'istante di campionamento  $T$ , delle componenti di spettro corrispondenti alle frequenze centrali  $F_1, F_2, \dots, F_M$  dei filtri 20). Il segnale audio  $S_A$  è a sua volta correlato a un evento sonoro, a partire dal quale viene generato, attraverso un procedimento noto di trasduzione e codifica: è dunque chiaro che le immagini di volta in volta visualizzate sullo schermo 8 sono correlate, secondo algoritmi prefissati e ripetitivi, agli eventi sonori di cui il segnale audio  $S_A$  è rappresentativo.

Con riferimento alla figura 6, verrà di seguito descritto in maggior dettaglio, a titolo di esempio, un procedimento per la generazione e la visualizzazione di immagini. In particolare, lo schema a blocchi di figura 6 è relativo a una linea di calcolo 28 in cui il rispettivo blocco di determinazione punti 33 impiega una famiglia di funzioni generatrici dell'insieme di Mandelbrot. Come è noto, tale famiglia di funzioni generatrici è definita dalle equazioni:

PLEBANI Rinaldo  
Albo 358/BMW  
iscrizione

$$Z_K = Z_{K-1}^2 + C \quad (1a)$$

$$Z_0 = 0 \quad (1b)$$

dove  $Z$  è una variabile complessa,  $C$  è un coefficiente complesso costante e  $K$  è un generico passo di iterazione. In particolare, a ogni intervallo di campionamento  $T$  vengono selezionate  $M$  funzione di generazione immagine, ciascuna definita da un rispettivo valore  $C_1, C_2, \dots, C_M$  del coefficiente  $C$ . Tali valori rappresentano pertanto i parametri operativi per selezionare le funzioni di generazione immagine a partire dalla funzione generatrici dell'insieme di Mandelbrot. Inoltre, ogni punto immagine  $P_{LT}$  da visualizzare è associato a un rispettivo numero complesso: coordinate cartesiane dei punti immagine  $P_{LT}$  sono date dalle parti reali e, rispettivamente, dalle parti immaginarie dei numeri complessi ad essi associati.

Dopo che è stata attivata una delle linee di calcolo 28, viene effettuata un'inizializzazione (blocco 100), in cui viene definita un'origine di un piano contenente i punti immagine  $P_{LT}$  e i coefficienti  $C_1, C_2, \dots, C_M$  vengono posti ai rispettivi valori iniziali (ad esempio pari a zero); inoltre, il passo di iterazione  $K$  viene posto pari a zero (blocco 105).

Successivamente, i valori di ampiezza campionati  $A_{1T}, A_{2T}, \dots, A_{MT}$  vengono acquisiti, memorizzati all'interno della memoria di lavoro 27 e forniti in ingresso al blocco

PLEBANI Rinaldo  
Iscrizione Albo nr 358/BMW

determinazione parametri 32 attivo (blocco 110), che determina valori correnti dei coefficienti  $C_1, C_2, \dots, C_M$  (blocco 120), ad esempio mediante le equazioni:

$$\begin{cases} C_{1T} = A_{1T} + iA_{1T-1} \\ C_{2T} = A_{2T} + iA_{2T-1} \\ \dots \\ C_{MT} = A_{MT} + iA_{MT-1} \end{cases} \quad (2)$$

in cui  $T-1$  è un intervallo di campionamento immediatamente precedente l'intervallo di campionamento  $T$  e  $i$  è l'unità immaginaria.

In seguito, il passo di iterazione  $K$  viene incrementato (blocco 130) e il blocco di determinazione punti 33 determina (blocco 140) un insieme di punti immagine di passo  $K$   $Z_{1K}, Z_{2K}, \dots, Z_{MK}$ , in base alle equazioni (1a), (1b) e ai valori dei coefficienti  $C_1, C_2, \dots, C_M$  ricavati dalle equazioni (2). In pratica, vengono utilizzate le seguenti funzioni di generazione immagine:

$$\begin{cases} Z_{1K} = Z_{1K-1}^2 + C_1 \\ Z_{2K} = Z_{2K-1}^2 + C_2 \\ \dots \\ Z_{MK} = Z_{MK-1}^2 + C_M \end{cases} \quad (3a)$$

$$\begin{cases} Z_{10} = 0 \\ Z_{20} = 0 \\ \dots \\ Z_{M0} = 0 \end{cases} \quad (3b)$$

Ai punti immagine di passo  $K$   $Z_{1K}, Z_{2K}, \dots, Z_{MK}$  così determinati viene quindi associata una rispettiva tonalità di colore (blocco 150). Ad esempio, a tutti i punti imma-

PLEBANI Rinaldo  
(iscrittione Albo Nr. 358/BM)

gine di passo  $K$   $Z_{1K}$ ,  $Z_{2K}$ , ...,  $Z_{MK}$  viene associata una stessa tonalità di colore in base al valore del passo di iterazione  $K$ .

Mediante un test (blocco 160), si controlla poi se il passo di iterazione  $K$  è minore di un prefissato numero massimo di iterazioni  $K_{MAX}$  (pari ad esempio a 500). In caso affermativo, si torna a incrementare il passo di iterazione e a calcolare un nuovo insieme di punti immagine di passo  $K$  (blocchi 130, 140). In caso contrario, si effettua un controllo di persistenza (blocco 170), per selezionare, in base a un prefissato criterio di persistenza, punti immagine di immagini precedentemente visualizzate (cioè fino all'intervallo di campionamento  $T-1$ ) che devono essere nuovamente visualizzati. Secondo un primo criterio di persistenza, solo un prefissato numero di punti immagine precedenti, visualizzati per ultimi, viene visualizzato nuovamente, mentre gli altri vengono eliminati. In alternativa, il tempo di persistenza può dipendere, ad esempio, dalla tonalità di colore di ogni punto immagine, oppure essere nullo (in questo caso nessun punto delle immagini precedenti viene nuovamente visualizzato).

In seguito, viene determinata la matrice di punti immagine  $P_{LT}$  rappresentativa dell'immagine che deve essere visualizzata nell'intervallo di campionamento  $T$  (blocco 180). Tale matrice è formata da tutti i punti immagine di

PLEBANI Rinaldo  
Iscrizione Albo n. 358/BMI

passo  $K$   $Z_{1K}$ ,  $Z_{2K}$ , ...,  $Z_{MK}$  ( $K = 0, 1, \dots, K_{\max}$ ) calcolati durante l'intervallo di campionamento  $T$  e dai punti immagine selezionati da immagini visualizzate fino all'intervallo di campionamento  $T-1$ .

Infine, la matrice di punti immagine  $P_{1j}$  viene fornita al blocco di codifica 30 per essere visualizzata (blocco 190), il passo di iterazione viene azzerato e viene acquisito un nuovo insieme di valori di ampiezza campionati  $A_{1T}$ ,  $A_{2T}$ , ...,  $A_{MT}$  (blocchi 105, 110).

Sempre a titolo di esempi, verranno descritti ulteriori esempi di procedimenti e funzioni di generazione immagini utilizzabili per generare e visualizzare immagini.

#### ESEMPIO 1

Le funzioni di generazione immagini sono ricavate a partire dalle equazioni (3a), (3b) e, inoltre, dalle equazioni:

$$\operatorname{Re} N_A = \frac{\cos \alpha}{2} - \frac{\cos 2\alpha}{4} \quad (4a)$$

$$\operatorname{Im} N_A = \frac{\sin \alpha}{2} - \frac{\sin 2\alpha}{4} \quad (4b)$$

ove  $\alpha$  è un numero reale compreso fra 0 e  $2\pi$  e  $N_A$  è un numero complesso ausiliario.

L'algoritmo comprende i passi seguenti. Ad ogni intervallo di campionamento  $T$ , il valore di  $\alpha$  viene incrementato di un prefissato valore (ad esempio 0.3 radianti) e viene calcolato il numero ausiliario  $N_A$ . Per ciascuno

PLEBANI Rinaldo  
(iscrizione Albo n. 358/BM)

dei valori campionati  $A_{1T}, A_{2T}, \dots, A_{MT}$ , viene quindi calcolato un valore di una rispettiva variabile  $\rho_{1T}, \rho_{2T}, \dots, \rho_{MT}$ . Tali valori sono preferibilmente compresi fra 0,95 ed 1,05; in particolare, essi sono pari a 0,95, quando i rispettivi valori campionati  $A_{1T}, A_{2T}, \dots, A_{MT}$  sono nulli, e pari a 1,05, quando i rispettivi valori campionati  $A_{1T}, A_{2T}, \dots, A_{MT}$  sono massimi. I coefficienti  $C_1, C_2, \dots, C_M$  delle equazioni (3a) vengono rispettivamente posti pari a  $\rho_{1T}N_A, \rho_{2T}N_A, \dots, \rho_{MT}N_A$ . Viene quindi calcolato un prefissato numero di punti immagine, utilizzando iterativamente le equazioni (2a), (2b). Il colore e la luminosità dei punti sono preferibilmente scelti in base alle frequenze centrali  $F_1, F_2, \dots, F_M$  e, rispettivamente, ai valori campionati  $A_{1T}, A_{2T}, \dots, A_{MT}$ .

#### ESEMPIO 2

Si utilizza un algoritmo approssimato per la generazione di insiemi di Julia, in particolare quello descritto in: "The Science of Fractal Images", Peitgen, Saupe, pagg. 152 e segg.

In particolare, vengono utilizzate le equazioni:

$$\begin{cases} Z_{1K-1} = \sqrt{Z_{1K} - C_1} \\ Z_{2K-1} = \sqrt{Z_{2K} - C_2} \\ \dots \\ Z_{MK-1} = \sqrt{Z_{MK} - C_M} \end{cases} \quad (5)$$

ricavate in modo ovvio dalle equazioni (3a). Inoltre, i coefficienti  $C_1, C_2, \dots, C_M$  vengono calcolati per mezzo del-

PLEBANI Rinaldo  
(iscrizione Albo M 358/BMI)

le equazioni (2), come illustrato con riferimento alla figura 6.

In pratica, viene definito un insieme di punti di inizializzazione  $Z_{1s}, Z_{2s}, \dots, Z_{ws}$ , di cui viene calcolata la cosiddetta orbita regressiva, per mezzo delle equazioni (5).

Per risolvere tali equazioni (di secondo grado di variabile complessa), viene utilizzata la rappresentazione in coordinate polari, secondo la quale un numero complesso, avente una parte reale  $X$  e una parte immaginaria  $Y$ , può essere espresso mediante un raggio vettore  $R$  e un'anomalia  $\phi$ , tramite le equazioni:

$$\begin{aligned} X &= R \cdot \cos \phi \\ Y &= R \cdot \sin \phi \end{aligned} \quad (6)$$

In questa rappresentazione, le radici quadrate di un numero complesso, avente raggio vettore  $R$  e anomalia  $\phi$ , sono due numeri aventi raggio vettore pari alla radice quadrata del raggio vettore  $R$  e anomalia rispettivamente pari a  $\phi/2$  e  $\phi/2+\pi$ . Inoltre, dato che gli insiemi di Julia godono della proprietà di autosomiglianza, ad ogni passo di iterazione una delle radici quadrate calcolate può essere scartata.

### ESEMPIO 3

In questo caso, viene utilizzato il sistema differenziale non lineare di Lorenz:

$$\dot{X}(\tau) = A(Y(\tau) - X(\tau))$$

PLEBANI Rinaldo  
Iscrizione Albo nr 358/BMJ

$$\dot{Y}(\tau) = BX(\tau) - Y(\tau) - X(\tau)Z(\tau) \quad (7)$$

$$\dot{Z}(\tau) = -CZ(\tau) + X(\tau)Y(\tau)$$

in cui  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  sono funzioni incognite,  $A$ ,  $B$ ,  $C$  sono coefficienti costanti e  $\tau$  è un parametro corrente.

In particolare, viene impiegato un sistema (7) per ciascuno dei canali di acquisizione 19 presenti e i valori di ampiezza campionati  $A_{1T}$ ,  $A_{2T}$ , ...,  $A_{MT}$  vengono utilizzati per determinare le costanti  $B$  dei rispettivi sistemi (7).

I sistemi (7) vengono quindi risolti (ad esempio utilizzando l'algoritmo descritto in: "Dynamical Systems and Fractals", Becker, Dörfler, pagg. 64 e segg.), in modo da determinare, per ciascuno di essi, le rispettive funzioni  $X(\tau)$ ,  $Y(\tau)$ ,  $Z(\tau)$ .

Ovviamente, ciascuna terna di funzioni  $X(\tau)$ ,  $Y(\tau)$ ,  $Z(\tau)$  può essere utilizzata per definire la traiettoria di un punto virtuale nello spazio tridimensionale. Il valore del parametro corrente  $\tau$  viene incrementato e, per ogni canale di acquisizione 19, viene determinata la posizione di un nuovo punto virtuale. Tale punti virtuali vengono poi proiettati su un piano immagine, in modo da definire un insieme di punti immagine, associati ciascuno a un rispettivo canale. Inoltre, per ogni canale, un prefissato numero dei punti immagine più recenti viene memorizzato. A ogni intervallo di campionamento  $T$ , i punti immagine memorizzati da più tempo vengono cancellati, mentre il livello

di luminosità degli altri viene diminuito, in modo che la luminosità sia massima per i punti immagine più recenti.

#### ESEMPIO 4

In questo caso, vengono inizialmente definiti in un piano immagine N poli (ciascuno associato a un rispettivo canale di acquisizione 19), uniformemente distribuiti lungo una circonferenza di raggio prefissato. Ad ogni intervallo di campionamento T, in prossimità di ciascun polo viene visualizzato un rispettivo cerchio, il cui colore ed il cui diametro sono correlati al canale di acquisizione 19 associato al polo; la luminosità di ogni cerchio è invece correlata a un rispettivo dei valori di ampiezza campionati  $A_{1T}$ ,  $A_{2T}$ , ...,  $A_{MT}$ . In intervalli di campionamento T successivi, per ogni cerchio, il centro e un punto disposto sulla circonferenza vengono sottoposti a una trasformazione contrattiva affine, in modo da definire un ulteriore insieme di cerchi. La trasformazione contrattiva è definita dall'espressione matriciale:

$$\begin{bmatrix} X_N \\ Y_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_0 \\ Y_0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} E \\ F \end{bmatrix} \quad (8)$$

in cui  $X_0$ ,  $Y_0$ , e  $X_N$ ,  $Y_N$  sono coordinate di un generico punto prima e, rispettivamente, dopo la trasformazione e A, B, C, D, E, F sono coefficienti costanti prefissati; viene inoltre posta la condizione:

$$\det \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} < 1 \quad (9)$$

Si ottiene come effetto una successione di cerchi di diametri via via decrescenti, disposti a spirale contrattiva attorno al ciascun rispettivo polo.

#### ESEMPIO 5

In questo caso, ad ogni intervallo di campionamento  $T$ , viene visualizzato un numero di cerchi pari al numero di valori campionati  $A_{1T}, A_{2T}, \dots, A_{MT}$  che vengono acquisiti (e quindi al numero di canali di acquisizione 19 presenti). Le coordinate del centro di ciascun cerchio sono generate mediante un algoritmo di generazione di numeri casuali di tipo noto; il colore viene preferibilmente scelto in base alle frequenze centrali  $F_1, F_2, \dots, F_N$  rispettivamente associate ai canali di acquisizione 19; il raggio e la luminosità di ciascun cerchio sono proporzionali a un rispettivo valore di ampiezza campionato  $A_{1T}, A_{2T}, \dots, A_{MT}$ . Il raggio e la luminosità di un cerchio visualizzato all'intervallo di campionamento  $T$  vengono decrementati in intervalli di campionamento successivi, fino a quando il cerchio viene cancellato.

Il dispositivo descritto permette vantaggiosamente di generare, a partire da suoni rappresentati mediante un segnale elettrico di tipo audio, immagini complesse e continuamente variabili in base all'andamento del segnale stesso. In pratica, mediante il dispositivo di transcodifica secondo l'invenzione, è possibile associare immagini a ogni

PLEBANI Rinaldo  
Iscrizione Albo n° 358/BM

sequenza di suoni una rispettiva sequenza di immagini. Ad-  
dirittura, esecuzioni diverse di uno stesso brano musicale  
possono dare origine a sequenze di immagini ben distinte, a  
seguito dell'ergodicità tipica dei fenomeni frattali. Inol-  
tre, il dispositivo di transcodifica permette di generare  
le suddette sequenze di immagini durante la riproduzione e  
diffusione dei suoni, in modo tale che un utente possa as-  
sociare sensazioni visive e uditive fra loro correlate.

Risulta infine evidente che al dispositivo descritto  
possono essere apportate modifiche e varianti, senza usci-  
re dall'ambito della presente invenzione. In particolare è  
chiaro che possono essere utilizzati procedimenti e fun-  
zioni di generazione immagine diversi da quelli citati.

Inoltre, il filtraggio del segnale audio  $S_A$  può esse-  
re realizzato mediante filtri numerici implementati dal-  
l'unità di controllo 16. In questo caso, i convertitori  
analogico-digitale sono disposti a monte dei filtri e i  
circuiti di equalizzazione possono essere sostituiti, ad  
esempio, da blocchi per calcolare la trasformata di  
Fourier veloce (FFT) del segnale audio  $S_A$ , in modo di per  
sé noto. Questa soluzione presenta come ulteriore vantag-  
gio una maggiore semplicità circuitale, in quanto richiede  
un minor numero di componenti, anche se occorre impiegare  
un'unità di controllo dotata di una potenza di calcolo no-  
tevolmente più elevata.

PLEBANI Rinaldo  
Albo n. 358/BMI  
Iscrizione

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

1. Dispositivo per la generazione di immagini astratte sulla base di suoni, comprendente almeno un ingresso (2), collegato a una sorgente di segnale (5), per ricevere un primo segnale elettrico ( $S_A$ ), rappresentativo di un evento sonoro, e almeno un'uscita (4), collegata a mezzi di visualizzazione (8), caratterizzato dal fatto di comprendere mezzi di transcodifica (15, 16), collegati a detto ingresso (2), per ricevere detto primo segnale elettrico ( $S_A$ ), e a detta uscita (4) e fornenti su detta uscita un secondo segnale elettrico ( $S_V$ ), correlato a detto primo segnale elettrico e rappresentativo di un'immagine visualizzabile su detti mezzi di visualizzazione (8).

2. Dispositivo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detti mezzi di transcodifica (15, 16) comprendono mezzi di pre-elaborazione (15), per rilevare una pluralità di prime grandezze ( $A_{1T}, A_{2T}, \dots, A_{MT}$ ) correlate a detto primo segnale elettrico ( $S_A$ ), e mezzi di elaborazione numerica (16), per determinare, a partire da dette prime grandezze, una pluralità di seconde grandezze ( $P_{1V}$ ) definenti una rispettiva detta immagine.

3. Dispositivo secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che detti mezzi di elaborazione numerica (16) comprendono una pluralità di mezzi di cal-

PLEBANI Rinaldo  
(iscrizione Albo nr 358/BMI)

colo (28, 32, 33) selettivamente attivabili per determinare dette seconde grandezze ( $P_{IV}$ ) in base a rispettive funzioni di generazione.

4. Dispositivo secondo la rivendicazione 2 o 3, caratterizzato dal fatto che detti mezzi di elaborazione numerica (16) comprendono mezzi di codifica (31), collegati a detti mezzi di calcolo (28, 32, 33) e fornenti detto secondo segnale elettrico ( $S_v$ ).

5. Dispositivo secondo una delle rivendicazioni da 2 a 4, caratterizzato dal fatto che detti mezzi di elaborazione numerica (16) comprendono mezzi di memoria di lavoro (27), atti ad acquisire e memorizzare successivi valori di dette prime grandezze ( $A_{1T}, A_{2T}, \dots, A_{MT}$ ); mezzi di determinazione parametri (32), collegati a rispettivi mezzi di determinazione punti (33) e fornenti rispettivi insiemi di parametri operativi ( $PS_1, PS_2, \dots, PS_N$ ), correlati ad almeno alcuni di detti successivi valori di dette grandezze ( $A_{1T}, A_{2T}, \dots, A_{MT}$ ); e mezzi di selezione (31), per selezionare uno fra detti mezzi di calcolo (28, 32, 33).

6. Dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 2 a 5, caratterizzato dal fatto che detti mezzi di pre-elaborazione (15) comprendono una pluralità di mezzi di filtraggio (20), ricevanti in ingresso detto primo segnale elettronico ( $S_A$ ) e aventi rispettive distinte frequenze centrali di filtraggio ( $F_1, F_2, \dots, F_M$ ).

PLEBANI Riccardo  
Iscrizione Albo IN 358/BM

7. Dispositivo secondo la rivendicazione 6, caratterizzato dal fatto che detti mezzi di filtraggio (20) comprendono rispettivi filtri analogici e dal fatto che detti mezzi di pre-elaborazione (15) comprendono mezzi convertitori analogico-digitale (22) disposti a valle di detti filtri analogici (21).

8. Dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 2 a 7, caratterizzato dal fatto di comprendere mezzi di memoria di massa (17), collegati a detti mezzi di elaborazione numerica (16) per memorizzare insiemi di dette seconde grandezze ( $P_{IV}$ ).

9. Metodo per la generazione di immagini astratte sulla base di suoni, comprendente la fase di provvedere un primo segnale elettrico ( $S_A$ ), correlato a un evento sonoro, e mezzi di visualizzazione (8); caratterizzato dal fatto di comprendere, inoltre, la fase di generare un secondo segnale elettrico ( $S_V$ ) correlato a detto primo segnale elettrico e rappresentativo di un'immagine visualizzabile su detti mezzi di visualizzazione (8).

10. Metodo secondo la rivendicazione 9, caratterizzato dal fatto che detta fase di generare detto secondo segnale elettrico ( $S_V$ ) comprende le fasi di:

- pre-elaborare detto primo segnale elettrico ( $S_A$ ), per rilevare una pluralità di prime grandezze ( $A_{1T}$ ,  $A_{2T}$ , ...,  $A_{MT}$ ) correlate a detto primo segnale elet-

PLEBANI Rinaldo  
Iscrizione Albo n. 358/BMI

trico ( $S_v$ ); e

- elaborare numericamente dette prime grandezze ( $A_{1T}, A_{2T}, \dots, A_{MT}$ ), per determinare una pluralità di seconde grandezze ( $P_{1T}$ ) definenti una rispettiva detta immagine.

11. Metodo secondo la rivendicazione 10, caratterizzato dal fatto che detta fase di elaborare numericamente dette prime grandezze comprende le fasi di:

- selezionare una funzione di generazione di dette seconde grandezze ( $P_{1T}$ );

- determinare un insieme di parametri operativi ( $PS_1, PS_2, \dots, PS_N$ ) di detta funzione di generazione, correlati a dette prime grandezze ( $A_{1T}, A_{2T}, \dots, A_{MT}$ ); e

- determinare dette seconde grandezze ( $P_{1T}$ ) in base a detta funzione di generazione e a detti parametri operativi ( $PS_1, PS_2, \dots, PS_N$ ).

12. Metodo secondo la rivendicazione 11, caratterizzato dal fatto che detta funzione di generazione è una funzione generatrice di insiemi frattali.

13. Dispositivo per la generazione di immagini astratte sulla base di suoni, sostanzialmente come descritto con riferimento alle figure annesse.

14. Metodo per la generazione di immagini astratte sulla base di suoni, sostanzialmente come descritto con riferimento alle figure annesse.

p.i.: DMC VILLA BOSCA S.R.L.

PLEBANI Rinaldo  
(iscrizione Albo nr 358/BM)

PLEBANI Rinaldo  
(iscrizione Albo nr 358/BM)



Fig. 1

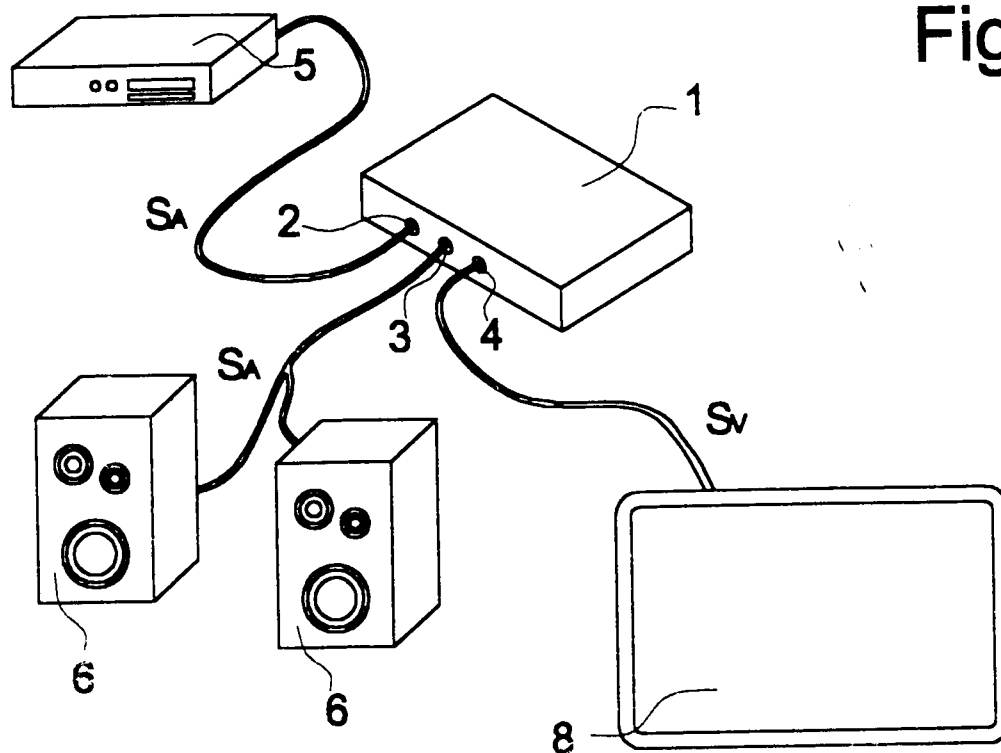
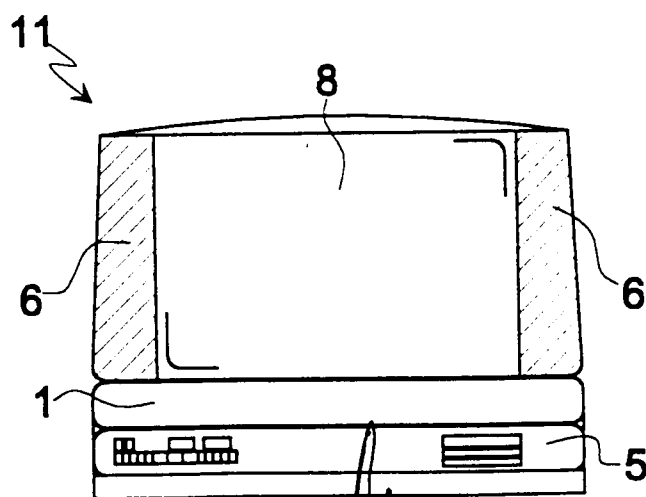


Fig. 3

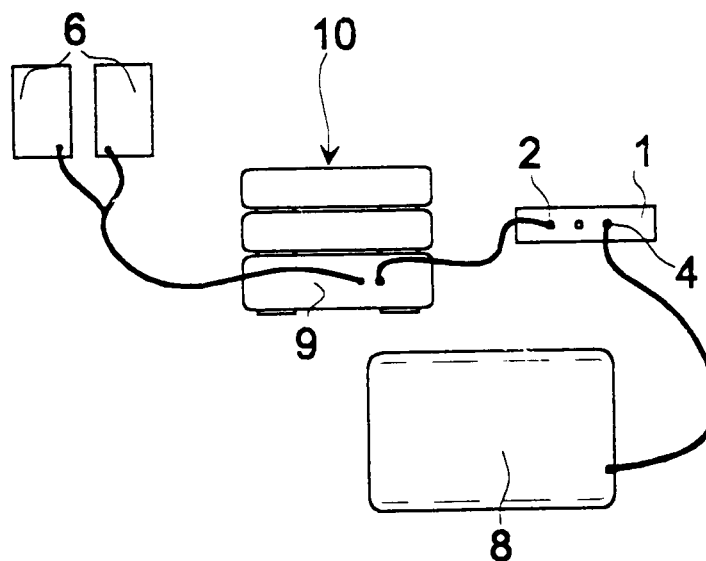


p.i.: DMC VILLA TOSCA S.R.L.

PLEBANI Rinaldo

(iscrizione Albo n. 658/BMI)

Fig. 2



MI 2000 A00 20 6 1



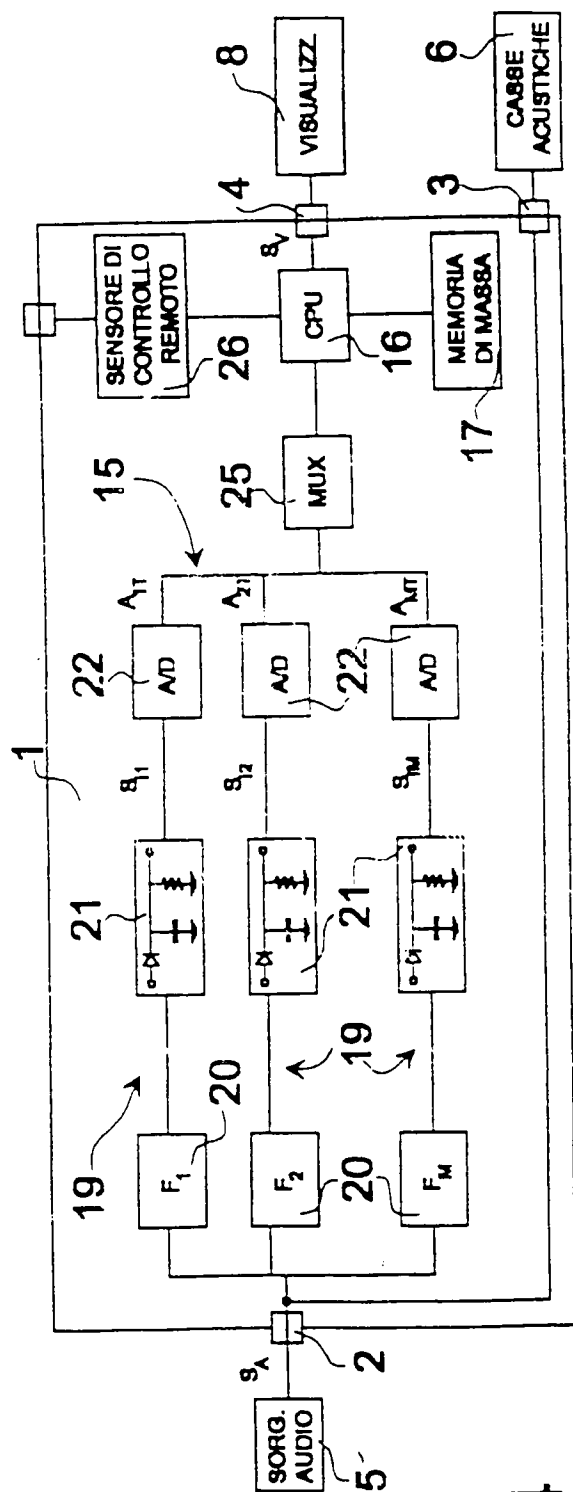


Fig. 4

p.i.: DMC VILLA TOSCA S.R.L.

PIEBANI Rinaldo  
 Iscrizione Albo nr 358/BMI

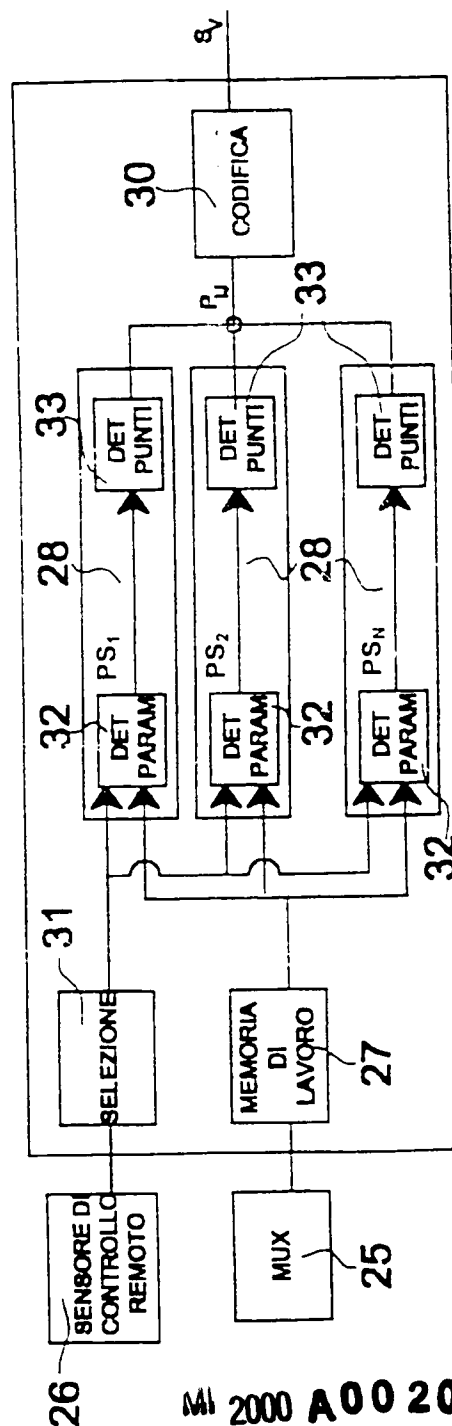
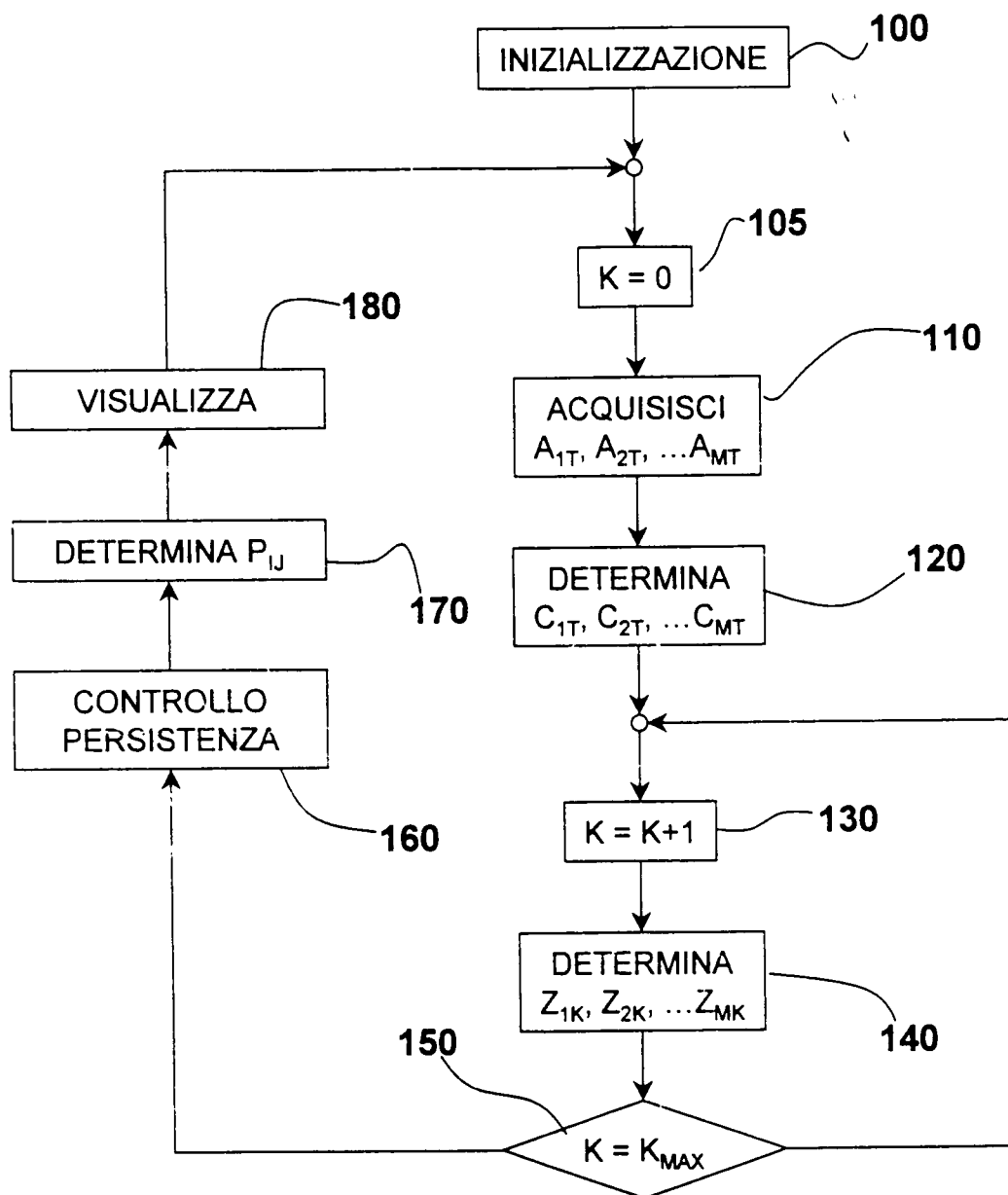


Fig. 5

MI 2000 A002061





**Fig. 6**

MI 2000 A002061

p.i.: DMC VILLA TOSCA S.R.L.

PIERONI Rinaldo  
[iscrizione Albo nr 358/BI]

