



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

UIBM

DOMANDA NUMERO	101994900391091
Data Deposito	20/09/1994
Data Pubblicazione	20/03/1996

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
G	10	K		

Titolo

SISTEMA PER LA VARIAZIONE DINAMICA DELLA CONFIGURAZIONE DI UN DISPOSITIVO DI CONTROLLO ATTIVO DELLE VIBRAZIONI PERIODICHE

D E S C R I Z I O N E

del brevetto per invenzione industriale

di ELECTRONIC SOUND ATTENUATION S.p.A.

di nazionalità Italiana,

a 10154 TORINO - Corso Giulio Cesare 294-300

Inventore: CACCHERANO Pierluigi

TO 94A000728

*** *** ***

La presente invenzione è relativa ad un sistema per la variazione dinamica della configurazione di un dispositivo di controllo attivo delle vibrazioni periodiche.

Sono noti sistemi elettronici di controllo attivo delle vibrazioni periodiche in cui una unità elettronica riceve in ingresso segnali di reazione generati da una pluralità di rilevatori di vibrazioni (convenientemente realizzati da microfoni) e genera in uscita segnali di comando per una pluralità di trasduttori (convenientemente realizzati da altoparlanti). I rilevatori di vibrazioni ed i trasduttori di vibrazioni sono disposti in uno spazio delimitato (ad esempio l'abitacolo di un autoveicolo) in cui perviene una vibrazione (vibrazione primaria) generata da una sorgente di rumore (ad esempio il motore di un autoveicolo).

I trasduttori di vibrazioni generano, in base ai

PRATO Roberto
(iscrizione Albo nr. 252)

segnali di reazione elaborati dall'unità elettronica, una antivibrazione che sommata alla vibrazione primaria ottiene l'elisione, almeno parziale, della vibrazione primaria stessa.

Tali sistemi elettronici utilizzano una pluralità di tabelle elettroniche che descrivono la configurazione (funzione di trasferimento) del sistema fisico altoparlanti, percorsi acustici altoparlanti-microfoni, e microfoni.

Tali tabelle sono definite in fase di configurazione del sistema e non sono modificabili.

Scopo della presente invenzione è quello di realizzare un sistema elettronico che permetta l'aggiornamento e la modifica di tali tabelle elettroniche, cioè la modifica della configurazione del sistema.

Il precedente scopo è raggiunto dalla presente invenzione in quanto essa è relativa ad un sistema per la variazione dinamica della configurazione di un dispositivo di controllo attivo delle vibrazioni periodiche comprendente:

- una pluralità di mezzi rilevatori (Mi) ciascuno dei quali è atto a rilevare una vibrazione in un rispettivo punto di uno spazio almeno parzialmente delimitato;

PRATO Roberto
(iscrizione Albo nr. 252)

- una pluralità di mezzi trasduttori (L_j) disposti almeno parzialmente in detto spazio delimitato;

- mezzi elettronici di calcolo ricevanti in ingresso segnali di reazione generati da detti mezzi rilevatori (M_i) e generanti segnali di comando per detti mezzi trasduttori (L_j);

detti mezzi trasduttori (L_j) essendo atti a produrre antivibrazioni atte a sommarsi ad una vibrazione primaria ($N(t)$) proveniente da una sorgente di rumore verso detto spazio delimitato;

dette antivibrazioni essendo atte ad ottenere l'elisione, almeno parziale, della detta vibrazione primaria in almeno parte di detto spazio delimitato;

detti mezzi elettronici definendo una pluralità di matrici elettroniche ($TF_{i,j,f}$) che descrivono la funzione di trasferimento del sistema fisico mezzi rilevatori, percorso acustico mezzi trasduttori-mezi rilevatori e mezzi rilevatori,

caratterizzato dal fatto che i detti mezzi elettronici comprendono mezzi di aggiornamento atti a modificare almeno parte di almeno una detta matrice elettronica ($TF_{i,j,f}$).

L'invenzione verrà ora illustrata con particolare riferimento ai disegni allegati in cui:

la figura 1 illustra, in modo schematico, un

sistema per la variazione dinamica della configurazione di un dispositivo di controllo attivo delle vibrazioni periodiche realizzato secondo i dettami della presente invenzione; e

la figura 2 illustra un diagramma a blocchi del sistema dalla presente invenzione.

Nella figura 1 è indicato con 1, nel suo insieme, un sistema per la variazione dinamica della configurazione di un dispositivo 2 di controllo attivo delle vibrazioni periodiche in cui una centralina elettronica 3 riceve in ingresso segnali elettrici di reazione generati da una pluralità di sensori di vibrazione $M_1, M_2, M_i, \dots, M_m$ (convenientemente realizzati da microfoni) e genera in uscita segnali di comando per una pluralità di trasduttori di vibrazioni $L_1, L_2, L_j, \dots, L_n$ (convenientemente realizzati da altoparlanti). In particolare, i microfoni M_i e gli altoparlanti L_j sono disposti ai lati di uno spazio tridimensionale 5, ad esempio l'abitacolo di un autoveicolo (indicato schematicamente), a cui affluisce una vibrazione $N(t)$ (rumore) generata da una sorgente di rumore 7, ad esempio un motore a scoppio (rappresentato schematicamente).

Gli altoparlanti L_j sono atti a generare rispettive vibrazioni (antirumore) che realizzano la soppressione

PRATO Roberto
(iscrizione Albo nr. 252)

(almeno parziale), all'interno dello spazio 5, della vibrazione $N(t)$.

Ciascun microfono M_i è atto a rilevare un segnale residuo $R_n(t)_i$ che è dato dalla interferenza tra il rumore $N(t)$ e le vibrazioni generate degli altoparlanti L_j .

Con particolare riferimento alla figura 2 è illustrata in dettaglio la centralina elettronica 3.

La centralina elettronica 3 comprende un filtro di condizionamento 10 a cui provengono i segnali di residuo $R_n(t)_i$ generati dai microfoni M_i . Il filtro 10 è convenientemente un filtro passa basso ed è collegato in uscita con un circuito campionatore 14 che effettua la conversione analogico/digitale dei segnali di residuo $R_n(t)_i$.

In particolare, il circuito 14 campiona i segnali analogici $R_n(t)_i$ in base ad un segnale di sincronismo F_{sync} , generato da un sensore angolare 15 accoppiato ad una ruota fonica 17 (figura 1) calettata sull'albero di uscita 7a del motore 7. Il sensore angolare 15 fornisce N impulsi per ogni giro completo (360°) dell'albero motore 7a e fornisce $2N$ impulsi per ogni ciclo motore k .

In questo modo, per ogni microfono M_i , vengono acquisiti $2N$ campioni del segnale residuo ogni ciclo motore k .

PRATO Roberto
(iscrizione Albo nr. 252)

I segnali $R_n(t)$ così campionati vengono alimentati all'ingresso di un circuito 20 che effettua la trasformata di Fourier discreta (DFT - Discrete Fourier Transform), oppure la trasformato di Fourier rapida (FFT - Fast Fourier Transform) dei segnali digitali di residuo generando in uscita delle grandezze complesse $R_{fi,f}$ (dove f rappresenta la frequenza).

La centralina 3 comprende inoltre un circuito di calcolo 22 che riceve in ingresso il segnale di sincronismo F_{sync} e che genera in uscita un segnale che esprime la velocità angolare w del motore 7. Il circuito 22 coopera con un circuito 25 in cui sono memorizzate una pluralità di matrici elettroniche G^{-1} (una per ogni frequenza f). Ciascuna matrice G^{-1} è l'inversa di una matrice G che comprende le funzioni di trasferimento $TF_{i,j,f}$ che definiscono il sistema fisico altoparlanti L_j , percorsi acustici altoparlanti-microfoni, e microfoni M_i . Ciascuna matrice G è relativa ad una rispettiva frequenza f ed ha la forma:

$$G(f) = \begin{bmatrix} TF_{1,1} & TF_{2,1} & \dots & TF_{i,1} & \dots & TF_{m,1} \\ TF_{1,2} & TF_{2,2} & \dots & TF_{i,2} & \dots & TF_{m,2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ TF_{1,j} & TF_{2,j} & \dots & TF_{i,j} & \dots & TF_{m,2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ TF_{1,n} & TF_{2,n} & \dots & TF_{i,n} & \dots & TF_{m,n} \end{bmatrix}$$

Le matrici G sono memorizzate in un circuito 27 che coopera con un circuito invertitore 26 a cui sono fornite le matrici G da invertire. Il circuito invertitore 26 fornisce le matrici G^{-1} al circuito 25.

Secondo la presente invenzione, il circuito 27 è provvisto di un dispositivo modellizzatore 25a atto a modificare una riga e/o una colonna di una (o più) matrici G.

In particolare, la riga o la colonna della matrice G può essere moltiplicata per un coefficiente di guadagno K. Tale coefficiente di guadagno K può assumere valore pari a zero; in tale caso si ottiene l'annullamento della riga o della colonna a cui il coefficiente è applicato. Il valore del coefficiente di guadagno K può essere impostato mediante una tastiera alfanumerica 25b cooperante con il circuito 25; mediante tale tastiera 25b è inoltre possibile selezionare la colonna o la riga a cui il coefficiente di guadagno K deve essere applicato e selezionare la frequenza della matrice G.

In particolare, annullando una colonna della matrice G si ottiene l'annullamento del contributo generato da un microfono Mi, mentre con l'annullamento di una riga della matrice G si ottiene l'annullamento del contributo generato da un altoparlante Lj.

PRATO Roberto
(iscrizione Albo nr. 252)

Le matrici G^{-1} sono alimentate dal circuito 25 ad un circuito di calcolo 30 al quale affluiscono inoltre le grandezze complesse $RF_{i,f}$; tale circuito di calcolo genera in uscita grandezze complesse $UF_{j,f}$.

Il particolare, il circuito 30 genera, al $K+1$ esimo-ciclo motore, una grandezza complessa $UF_{j,f, K+1}$ secondo l'espressione:

$$UF_{j,f,k+1} = -(MU) * G^{-1} * RF_{i,f,k+1} + LM * UF_{j,f,k} \quad [1]$$

dove G^{-1} è la funzione di trasferimento inversa a G , MU e LM sono fattori di convergenza e $RF_{i,j,k}$ sono le grandezze complesse generate dal circuito 20.

Le grandezze complesse $UF_{j,f}$ sono alimentate ad un circuito antitrasformatore 33 che genera in uscita segnali digitali UT_j che sono successivamente alimentati ad un circuito convertitore digitale-analogico 36 e quindi ad un filtro di ricostruzione 40 complementare al filtro 10. L'uscita del filtro di ricostruzione 40 comunica inoltre con gli altoparlanti L_j .

In uso, il segnale generato dai microfoni M_i viene filtrato dal filtro 10 ed alimentato al circuito 14 che lo campiona e lo invia al circuito 15. Il circuito 15 trasforma dal dominio del tempo a quello della frequenza il segnale di uscita al circuito 14 generando la grandezza $RF_{i,f}$ inviata al circuito 30 che calcola, in base al modello inverso del sistema fisico descritto

PRATO Roberto
(iscrizione Albo nr. 252)

dalla matrice G^{-1} fornita al circuito 25, il segnale di pilotaggio $UF_{j,f}$ che, dopo essere stato antitrasformato dal circuito 33 e riconvertito nel dominio del tempo dal convertitore 36, genera, mediante gli altoparlanti L_j , l'antivibrazione che ottiene l'elisione della vibrazione $N(t)$ generata dal motore.

Secondo la presente invenzione, il dispositivo 25a permette la modifica di una riga e/o una colonna di una (o più) matrici G .

In particolare, se il coefficiente K è pari a zero si ottiene l'annullamento della colonna o della riga a cui il coefficiente K è applicato. Annullando una colonna della matrice G si ottiene l'annullamento del contributo generato da un microfono M_i , mentre con l'annullamento di una riga della matrice G si ottiene l'annullamento del contributo generato da un altoparlante L_j .

Ad esempio, per annullare il contributo del terzo microfono M_3 la matrice G viene così modificata,

$$G(f) = \begin{vmatrix} TF_{1,1} & TF_{2,1} & 0 & TF_{i,1} & \dots & TF_{m,1} \\ TF_{1,2} & TF_{2,2} & 0 & TF_{i,2} & \dots & TF_{m,2} \\ \dots & \dots & 0 & \dots & \dots & \dots \\ TF_{1,j} & TF_{2,j} & 0 & TF_{i,j} & \dots & TF_{m,j} \\ \dots & \dots & 0 & \dots & \dots & \dots \\ TF_{1,n} & TF_{2,n} & 0 & TF_{i,n} & \dots & TF_{m,n} \end{vmatrix}$$

PRATO Roberto
(iscrizione Albo nr. 252)

mentre per annullare il contributo del terzo altoparlante la matrice G assume la forma:

$$G(f) = \begin{pmatrix} TF_{1,1} & TF_{2,1} & \dots & TF_{i,1} & \dots & TF_{m,1} \\ TF_{1,2} & TF_{2,2} & \dots & TF_{i,2} & \dots & TF_{m,2} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ TF_{1,j} & TF_{2,j} & \dots & TF_{i,j} & \dots & TF_{m,j} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ TF_{1,n} & TF_{2,n} & \dots & TF_{i,n} & \dots & TF_{m,n} \end{pmatrix}$$

Da quanto sopra detto risultano chiari i vantaggi della presente invenzione in quanto mediante il dispositivo 25a è possibile modificare il guadagno delle colonne e delle righe delle matrici G modificando rispettivamente il "peso" dei microfoni M_i e degli altoparlanti L_j .

Nel caso che il coefficiente di guadagno K sia pari a zero è possibile disattivare i microfoni M_i e gli altoparlanti L_j .

Il sistema descritto permette di modificare il sistema in funzione della frequenza modificando le varie matrici G; ciascuna matrice G è infatti relativa ad una determinata frequenza di risposta del sistema.

Annullando una riga/colonna della matrice G si ottiene il disinserimento di un microfono o di un altoparlante. Se questa disattivazione avviene per un determinato "range" di frequenze si ottiene una variazione dinamica del disinserimento dei microfoni e degli altoparlanti. Cioè determinati microfoni/altoparlanti "lavorano" normalmente per certe frequenze e vengono disinseriti per altre frequenze.

Il sistema 1 è vantaggiosamente utilizzabile in certi spazi tridimensionali (ad esempio l'abitacolo di un autoveicolo) in cui è difficile mantenere l'annullamento del rumore a causa delle risonanze che si formano, per determinate frequenze di lavoro, dalla combinazione tra rumore e antirumore.

La modifica delle righe delle colonne è inoltre realizzabile in modo estremamente semplice sia in fase di carico delle matrici nel circuito 25 che quando il sistema 1 è già operante.

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

PRATO Roberto
(iscrizione Albo nr. 252)

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

1.- Sistema per la variazione dinamica della configurazione di un dispositivo di controllo attivo delle vibrazioni periodiche comprendente:

- una pluralità di mezzi rilevatori (M_i) ciascuno dei quali è atto a rilevare una vibrazione in un rispettivo punto di uno spazio (5) almeno parzialmente delimitato;

- una pluralità di mezzi trasduttori (L_j) disposti almeno parzialmente in detto spazio delimitato (5);

- mezzi elettronici di calcolo (3) ricevanti in ingresso segnali di reazione generati da detti mezzi rilevatori (M_i) e generanti segnali di comando per detti mezzi trasduttori (L_j);

detti mezzi trasduttori (L_j) essendo atti a produrre antivibrazioni atte a sommarsi ad una vibrazione primaria ($N(t)$) proveniente da una sorgente di rumore (7) verso detto spazio delimitato (5);

dette antivibrazioni essendo atte ad ottenere l'elisione, almeno parziale, della detta vibrazione primaria in almeno parte di detto spazio delimitato (5);

detti mezzi elettronici (3) definendo una pluralità di matrici elettroniche ($TF_{i,j,f}$) che descrivono la funzione di trasferimento del sistema fisico mezzi

PRATO Roberto
(iscrizione Albo nr. 252)

rilevatori, percorso acustico mezzi trasduttori-mezzi rilevatori e mezzi rilevatori,

caratterizzato dal fatto che i detti mezzi elettronici (3) comprendono mezzi di aggiornamento (25a;25b) atti a modificare almeno parte di almeno una detta matrice elettronica ($TF_{i,j,f}$).

2.- Sistema secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che i detti mezzi di aggiornamento (25a) sono atti a modificare le righe di dette matrici elettroniche ($TF_{i,j,f}$).

3.- Sistema secondo la rivendicazione 1 o 2, caratterizzato dal fatto che i detti mezzi di aggiornamento (25a) sono atti a modificare le colonne di dette matrici elettroniche ($TF_{i,j,f}$).

4.- Sistema secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che i detti mezzi di aggiornamento (25a) sono atti a modificare almeno una riga di una matrice elettronica ($TF_{i,j,f}$) moltiplicando detta riga per un coefficiente di guadagno (K).

5.- Sistema secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che i detti mezzi di aggiornamento (25a) sono atti a modificare almeno una colonna di una matrice elettronica ($TF_{i,j,f}$) moltiplicando detta colonna per un

PRATO Roberto
(iscrizione Albo nr. 252)

coefficiente di guadagno (K).

6.- Sistema secondo le rivendicazioni 4 o 5, caratterizzato dal fatto che il detto coefficiente di guadagno è pari a zero.

7.- Sistema secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che le dette matrici sono del tipo:

$$G(f) = \begin{bmatrix} TF_{1,1} & TF_{2,1} & \dots & TF_{i,1} & \dots & TF_{m,1} \\ TF_{1,2} & TF_{2,2} & \dots & TF_{i,2} & \dots & TF_{m,2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ TF_{1,j} & TF_{2,j} & \dots & TF_{i,j} & \dots & TF_{m,2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ TF_{1,n} & TF_{2,n} & \dots & TF_{i,n} & \dots & TF_{m,n} \end{bmatrix}$$

dove il pedice i rappresenta il numero progressivo dei detti mezzi rilevatori (M_i) ed il pedice j rappresenta il numero progressivo dei detti mezzi trasduttori (L_j) m e n rappresentano il massimo numero dei detti mezzi rilevatori (M_i) e trasduttori (L_j);

ciascuna matrice essendo relativa ad una rispettiva frequenza (f) di risposta del detto sistema fisico.

8.- Sistema per la variazione dinamica della configurazione di un dispositivo di controllo attivo delle vibrazioni periodiche sostanzialmente come descritto ed illustrato con riferimento ai disegni allegati.

PRATO Roberto
(iscrizione Albo nr. 252)

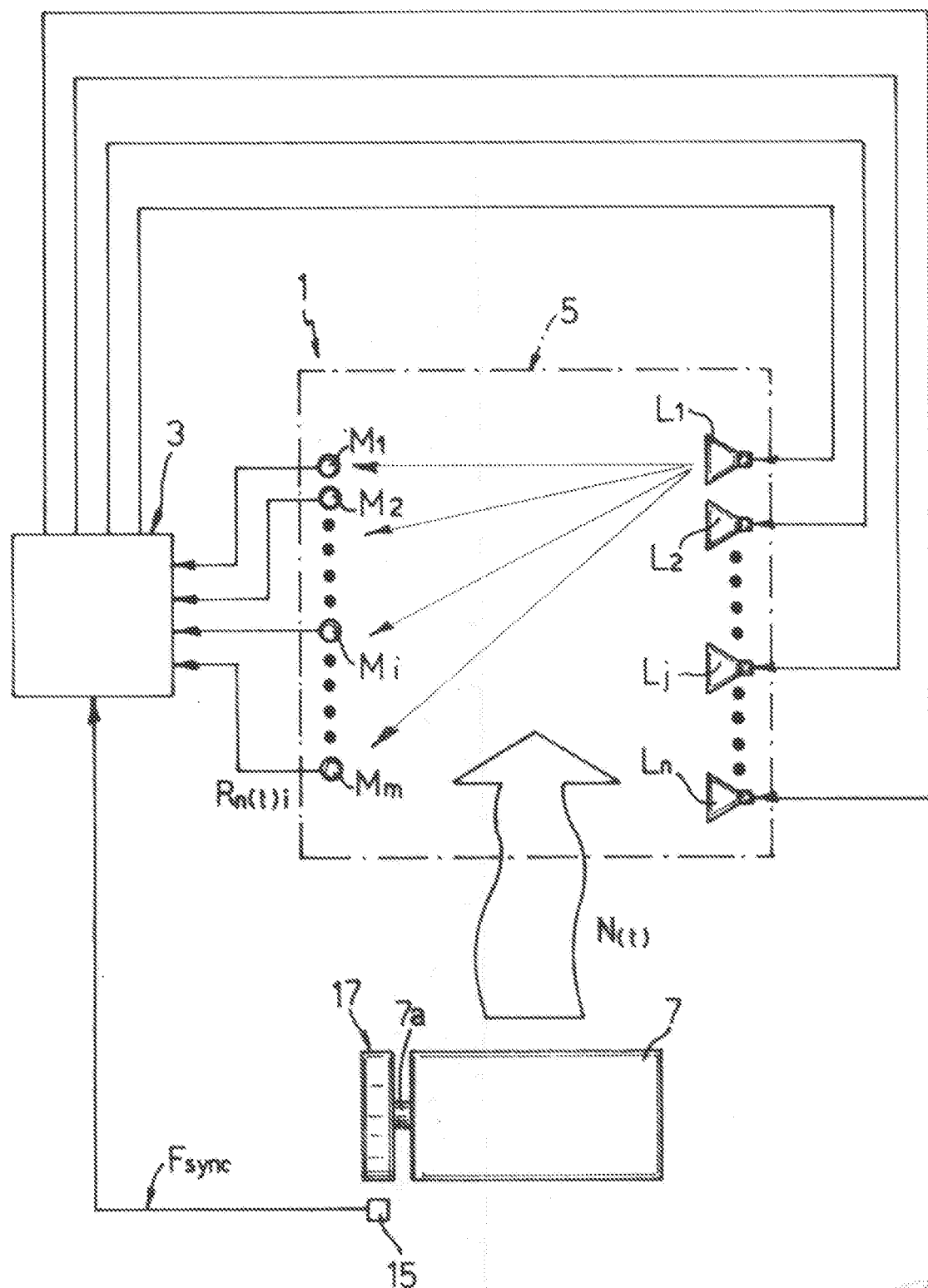


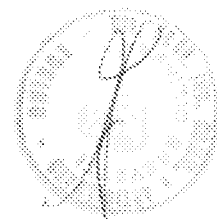
Fig.1

p.i.: ELECTRONIC SOUND ATTENUATION S.p.A.

PRATO Roberto

(scrittura Albo nr. 252)

[Handwritten signature]



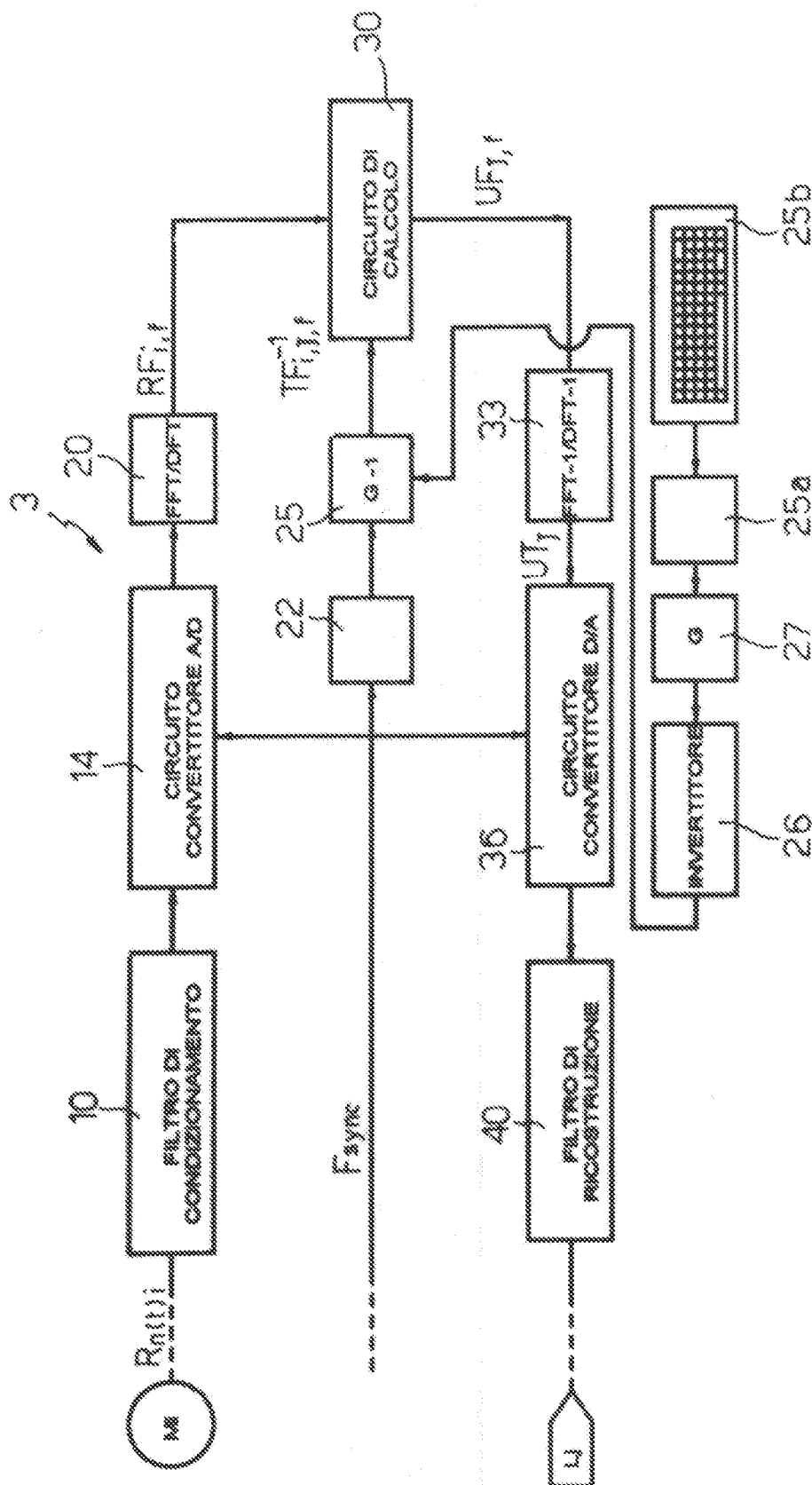


Fig. 2

p.i.: ELECTRONIC SOUND ATTENUATION S.p.A.

PRATO Roberto

(scrittura Albo nr. 252)

[Handwritten signature]

