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

UIBM

DOMANDA NUMERO	101995900450867
Data Deposito	28/06/1995
Data Pubblicazione	28/12/1996

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
G	10	L		

Titolo

METODO E RELATIVI APPARATI DI CODIFICA E DI DECODIFICA DI UN SEGNALE VOCALE CAMPIONATO

MI 95 A 001379

28 OTT. 1995 ALCATEL ITALIA SpA

RICHIEDENTE: Alcatel Italia SpA

A: Milano

D E S C R I Z I O N E:

La presente invenzione si riferisce ad un metodo ed ai relativi apparati di codifica e di decodifica di un segnale vocale periodico campionato. Esso fa parte dei sistemi utilizzati per l'elaborazione del parlato in particolare per la compressione dell'informazione.

Si tratta quindi di un metodo per la codifica di forme d'onda periodiche costituenti la componente 'vocalizzata' dei segnali vocali. E' noto che tale componente vocalizzata e' costituita dalla ripetizione periodica (o semi-periodica) di una forma d'onda fondamentale, che in letteratura (si veda ad esempio l'articolo di W. B. Kleijn "Methods for waveform interpolation in speech coding", Digital Signal Processing, pp. 215-230, Sept. 1991) viene sovente chiamata 'prototipo'.

Dalla letteratura, i metodi di rappresentazione, parametrizzazione e codifica della componente vocalizzata vengono generalmente divisi in due classi:

1) - Rappresentazione e codifica nel dominio del tempo.

2) - Rappresentazione e codifica nel dominio della frequenza.

1) - I codificatori operanti nel dominio del tempo sono basati generalmente su strutture di tipo 'Linear Predictive Coding' (LPC). In questo caso, le componenti spettrali della forma d'onda vengono determinate sulla base di segmenti di segnale di lunghezza generalmente fissa, tale lunghezza non essendo vincolata in alcun

modo alla lunghezza del prototipo. Le componenti spettrali vengono univocamente rappresentate da un insieme di coefficienti di un opportuno filtro digitale, detto filtro di sintesi LPC. La periodicita' della forma d'onda viene introdotta generalmente mediante la ripetizione periodica di una forma d'onda detta 'di eccitazione'; tale forma d'onda costituisce il segnale di ingresso per il filtro di sintesi. Una descrizione dettagliata del principio di funzionamento di tali codificatori puo' essere trovata nell'articolo di M. R. Schroeder e B. S. Atal, "Code-Excited Linear Prediction (CELP): High Quality Speech at Very Low Bit Rates", Proceedings of the International Conference on Acoustic, Speech and Signal Processing, 1985, pp. 937-940.

2) - Nei codificatori operanti nel dominio della frequenza, le componenti spettrali del segnale vengono determinate con opportune analisi di Fourier. La periodicita' della forma d'onda viene introdotta mediante la somma di componenti sinusoidali di ampiezza e fase opportune. La frequenza fondamentale di tale insieme di sinusoidi e' evidentemente legata alla lunghezza del prototipo. Similmente ai codificatori operanti nel dominio del tempo, la forma d'onda vocalizzata viene analizzata e ri-sintetizzata secondo segmenti di lunghezza fissa, tale lunghezza non essendo vincolata in alcun modo alla lunghezza del prototipo. Per una descrizione dettagliata di tali codificatori si veda, ad esempio, l'articolo di D. W. Griffin e J. S. Lim "Multiband Excitation Vocoder", IEEE Transactions on Acoustic, Speech and Signal processing, pp.

1223-1235, Aug. 1988.

Piu' recentemente, una nuova tecnica di codifica e' stata introdotta, al fine di ottenere una forma d'onda vocalizzata ricostruita di alta qualita'. Tale tecnica e' incentrata sulla rappresentazione, parametrizzazione e codifica di un singolo prototipo (e quindi su un segmento di voce di lunghezza variabile). Un segmento vocalizzato puo' essere ricostruito mediante la concatenazione di tale prototipo, rigenerando cosi' la necessaria periodicita'. Piu' precisamente, dati due prototipi separati temporalmente secondo una certa distanza, la forma d'onda periodica tra i due prototipi puo' essere ricostruita mediante tecniche di interpolazione opportuna tra i due prototipi. In sede di decodifica, l'informazione che descrive un prototipo e i parametri di interpolazione e' quindi sufficiente a ricostruire un segmento vocalizzato: il decodificatore e' in grado di ricostruire il segmento vocalizzato per interpolazione, avendo in memoria la descrizione del prototipo 'passato' e ricevendo dal canale di trasmissione la descrizione del prototipo 'presente' e i parametri di interpolazione. Questa tecnica di codifica e' nota con il nome di 'Prototype Waveform Interpolation' (PWI) ed e' descritta, ad esempio, nell'articolo di W. B. Kleijn "Methods for waveform interpolation in speech coding", Digital Signal Processing, pp. 215-230, Sept. 1991.

Scopo della presente invenzione è quello di provvedere ad un nuovo metodo di codifica dei segnali vocali più efficiente dei sovraesposti metodi; tale metodo utilizza la tecnica di codifica di tipo PWI e si

propone di ottenere un metodo efficace ed efficiente per rappresentare, parametrizzare e trasmettere un prototipo.

Con tale tecnica di codifica è possibile ottenere una buona qualità del segnale ricostruito a bassi bit rates (ad esempio attorno ai 2400 bit/s).

Un ulteriore vantaggio è costituito dal fatto che la bit rate di codifica può essere facilmente variata in funzione del numero di parametri tempo/frequenza usati per la descrizione del segnale di eccitazione e della frequenza di estrazione del prototipo.

In accordo all'invenzione tale scopo viene raggiunto mediante un metodo di codifica, ad un codificatore, ad un metodo di decodifica, e ad un codificatore aventi le caratteristiche esposte rispettivamente nelle rivendicazioni 1, 9, 10, 11.

Ulteriori caratteristiche dell'invenzione sono descritte nelle rivendicazioni dipendenti.

L'invenzione verrà ora illustrata in maggior dettaglio con l'ausilio del disegno allegato in cui è rappresentato un segnale periodico campionato in cui in a) il periodo di campionamento non è un multiplo del periodo del segnale, mentre in b) il periodo di campionamento è un multiplo del periodo del segnale.

Il metodo introdotto si basa su una descrizione tempo/frequenza ed e' basato sui punti seguenti: rappresentazione di tipo LPC del prototipo; eccitazione mediante singolo impulso adattato in fase; e l'algoritmo di adattamento in fase.

Nel seguito è presente una descrizione dettagliata di tali punti.

E' noto che la rappresentazione LPC di una forma d'onda consente di ottenere una stima ai minimi quadrati dell'inviluppo spettrale del segnale. In particolare, i coefficienti LPC di un filtro di sintesi generano una funzione di trasferimento che offre, generalmente, una buona rappresentazione spettrale delle risonanze presenti nel segnale. I metodi classici di estrazione dei coefficienti LPC lavorano su segmenti di segnale di lunghezza fissa. Specificamente, essi lavorano lungo delle 'finestre' temporali al di fuori delle quali il segnale e' supposto essere nullo. Questo approccio genera degli effetti di bordo che possono implicare delle distorsioni indesiderate nella rappresentazione spettrale del segnale.

Nell'impostare una rappresentazione di tipo LPC di un prototipo si puo' sfruttare l'ipotesi che il prototipo sia esattamente il periodo fondamentale della forma d'onda periodica che rappresenta il segmento vocalizzato. Sotto tale ipotesi, la 'finestra' temporale per il calcolo dei coefficienti LPC ha una lunghezza pari alla lunghezza del prototipo stesso. Inoltre, si puo' evitare di supporre che il segnale sia nullo al di fuori di tale finestra di analisi: una estensione periodica del segnale al di fuori della finestra di analisi permette di evitare i suddetti effetti di bordo. In particolare, i coefficienti di correlazione (necessari per il calcolo dei coefficienti del filtro) sono calcolati sulla estensione periodica del segnale, garantendo comunque la stabilita' del filtro di sintesi LPC. I coefficienti LPC che risultano da tale metodo di calcolo permettono una piu' efficace rappresentazione spettrale del prototipo, non essendo

presente la suddetta polarizzazione dovuta agli effetti di bordo.

Per quanto riguarda l'eccitazione mediante singolo impulso adattato in fase, i vocoders LPC tradizionali (si veda, ad esempio: T. Tremain, "The Government Standard Linear Predictive Coding Algorithm: LPC-10", Speech Technology, pp. 40- 49, Apr. 82) sono basati su un semplice modello di produzione della voce: ogni segmento vocalizzato è ricostruito mediante un sequenza di impulsi di ampiezza costante e a distanza fissa; tale sequenza costituisce l'ingresso del filtro LPC di sintesi opportuno. Il treno di impulsi cosi' definito ricostruisce la periodicita' necessaria. E' quindi evidente che, in linea di principio, un singolo impulso (di ampiezza e posizione opportune) potrebbe costituire l'eccitazione al filtro LPC descritto nel paragrafo 2b. Il prototipo, infatti, non è altro che un periodo fondamentale della forma d'onda vocalizzata. La determinazione di tale impulso deve pero' tenere conto del fatto che il prototipo viene idealmente periodicizzato, cosi' come viene fatto per il calcolo dei coefficienti LPC. L'insieme (coefficienti LPC, singolo impulso) viene quindi a costituire il modello di sintesi di una forma d'onda (prototipo) che definisce il periodo fondamentale di un segmento vocalizzato. L'ampiezza e la posizione del singolo impulso devono quindi essere calcolate 'a regime': un treno di infiniti impulsi, separati fra loro da una distanza (periodo) fissa e pari alla lunghezza del prototipo vengono inviati all'ingresso del filtro di sintesi LPC, consentendo di ricostruire, dopo un numero infinito di periodi, la forma d'onda fondamentale (prototipo). In

pratica, e' stato osservato che poche ripetizioni (3 o 4) dell'impulso sono sufficienti per portare a regime lo stato del filtro di sintesi. Un modello siffatto di ricostruzione del prototipo, combinato con una opportuna tecnica PWI consente di ricostruire un segmento vocalizzato con una accuratezza molto maggiore rispetto a metodi basati sul modello classico di sintesi LPC-10 descritto sopra.

Il modello di sintesi descritto, pur migliorando sostanzialmente lo stato dell'arte, si presta facilmente ad ulteriori miglioramenti, al fine di ottenere una ricostruzione del prototipo di alta qualita'. E' noto infatti che il filtro LPC di sintesi e' a fase minima, mentre il prototipo non lo è, in generale. Un sistema di sintesi del prototipo (basato su impulso singolo, filtro LPC) puo' garantire una buona ricostruzione del MODULO dello spettro del prototipo, ma non della sua FASE.

Un modo per ovviare a questo problema e quindi migliorare ulteriormente la qualita' puo' essere quello di variare in modo opportuno lo spettro di fase del singolo impulso (un singolo impulso e' caratterizzato da una trasformata di Fourier avente modulo costante e fase lineare). Dato quindi uno spettro costante (rappresentativo di un singolo impulso in posizione zero), si tratta di trovare dei valori opportuni dello spettro di fase, in modo tale che il prototipo ricostruito sia 'vicino' al prototipo originale, secondo un certo criterio di errore. Le considerazioni fatte precedentemente sulla ricostruzione del prototipo (ripetizione periodica di una opportuna eccitazione, filtro di sintesi LPC calcolato sul prototipo

periodicizzato) sono ancora valide; il segnale di eccitazione viene pero' parametrizzato in modo piu' completo, descrivendolo in termini di una forma d'onda opportuna, ottenuta mediante variazioni appropriate dello spettro di fase di un singolo impulso. La descrizione del segnale di eccitazione viene quindi fatta mediante un opportuno spettro di fase, una posizione e una ampiezza.

Nel seguito vengono descritte tecniche opportune per variare opportunamente lo spettro di fase del singolo impulso (problema dell' "adattamento in fase").

Sono stati fatti di recente dei tentativi per adattare in fase lo spettro di un generico segnale di eccitazione del filtro LPC. In particolare, nell'articolo di P. Lupini e V. Cuperman "Excitation Modeling Based on Speech Residual Information", Proc. International Conference on Acoustic, Speech and Signal Processing, pp. 333-336, 1992, viene mostrato un algoritmo di adattamento in fase in cui i campioni di fase utilizzati sono quelli del residuo di predizione e l'eccitazione al filtro LPC deriva da segmenti di rumore casuale a densita' di probabilita' gaussiana (come nei classici codificatori di tipo CELP).

Tale algoritmo, pur portando a buoni risultati, deriva da considerazioni puramente sperimentali: in generale, non e' detto che sia corretto utilizzare come informazione di fase quella derivante dal residuo di predizione; piu' specificatamente, i campioni di fase per l'adattamento dovrebbero essere determinati secondo la ben nota procedura della 'Analisi-per-Sintesi': ovvero, i valori dei

campioni di fase dovrebbero essere determinati in modo tale che il prototipo ricostruito sia 'vicino' (secondo un opportuno criterio di errore) al prototipo originale.

Nel nostro caso, come visto, l'eccitazione 'di partenza' e' costituita da un singolo impulso, ovvero da una forma d'onda avente spettro costante e spettro di fase lineare (eventualmente nullo, se l'impulso e' in posizione 0). Per ottenere l'adattamento in fase desiderato, la forma d'onda di eccitazione deve essere ottenuta antitrasformata di un segnale in frequenza avente spettro costante e spettro di fase non-lineare. Lo spettro di fase va quindi adattato opportunamente, secondo un pre-definito criterio di errore (ad esempio, l'errore quadratico minimo) rispetto al prototipo originale.

L'adattamento dello spettro di fase viene ottenuto variando opportunamente i campioni di fase; in particolare, si puo' variare:

1) - Un solo campione di fase, a una frequenza pre-stabilita.
2) - Tutti i campioni di fase (l'intero spettro di fase).
3) - Un gruppo di campioni di fase, a frequenze contigue.
4) - Un gruppo di campioni di fase opportunamente separati per sottogruppi di frequenza.

Nel caso 4), le frequenze alle quali si effettua l'adattamento in fase possono essere scelte secondo opportuni criteri: ad esempio, si potrebbe decidere di adattare i valori dei campioni di fase alle frequenze in cui lo spettro di potenza del filtro di sintesi LPC assume i valori massimi relativi, oppure valori oltre una certa soglia, etc.

A titolo di esempio, si supponga che il periodo del prototipo sia pari a 30 (campioni); si avranno quindi 30 righe spettrali (soggette ai noti legami della Discrete Fourier Transform) e si considerino quindi le frequenze f1 ... f15. Nel caso 1), si potrebbe variare la fase ad esempio alla frequenza discreta f3. Nel caso 2), tutti i campioni di fase (dalla frequenza f1 alla f15) verrebbero variati. Nel caso 3), si potrebbe variare la fase dei campioni ad esempio alle frequenze f1 ... f4. Infine, nel caso 4), si potrebbero variare le fasi dei campioni ad esempio alle frequenze f1, f2, f3, f5, f6, f9. In particolare, nel caso 4), i campioni di fase potrebbero essere quelli corrispondenti a valori "significativi" dello spettro di potenza del filtro LPC di sintesi (ad esempio, corrispondenti a massimi assoluti o relativi).

Come esempio di applicazione del metodo di adattamento dei campioni di fase, si consideri il caso in cui venga definita una 'griglia' possibile di valori di fase (ad esempio: 0-gradi, 90-gradi, 180-gradi, 270-gradi) e si faccia variare un certo numero N di campioni di fase secondo tale griglia. Viene scelta la combinazione di valori della griglia che consente di minimizzare la distanza tra il prototipo originale e il prototipo sintetico. Inoltre, nel minimizzare tale distanza, bisogna considerare anche il valore della posizione che il singolo impulso adattato in fase puo' avere. La procedura di calcolo puo' essere schematizzata come segue: Dato un certo numero N di campioni di fase, ciascun campione di fase potendo variare secondo una griglia predefinita (ad esempio, una griglia con

passo di 90 gradi), viene implementato il seguente algoritmo:

```
Dmin = Infinito.
for (fase1 = 0 to 270, step 90)
[
    .....
        for (faseN = 0 to 270, step 90)
        [
            Calcolo dell'impulso adattato secondo (fase1, ...,
faseN)
            for (ogni possibile posizione P dell'impulso adattato)
            [
                prototipo sintetico = f(impulso adattato, filtro
LPC)
                D = Distanza(Prototipo originale, prototipo
sintetico)
                if (D < Dmin)
                [
                    Dmin = D
                    Salva: fase1, ..., faseN, P
                ]
            ]
        ]
    ...
]
```

L'algoritmo descritto puo' essere implementato direttamente nel dominio delle frequenze, con conseguente aumento della velocita' di calcolo.

Vediamo ora l'estensione al caso in cui il periodo del prototipo non è multiplo intero del periodo di campionamento.

Poichè l'elaborazione dei segnali è fatta in un dominio tempo-discreto, anche il prototipo è tempo-discreto e viene ottenuto mediante campionamento di un prototipo 'continuo' f(t). Sia P0 il periodo di tale prototipo continuo. Il prototipo continuo sia campionato con periodo di campionamento pari a T. Si possono distinguere due casi:

1) - P0 è multiplo intero di T

2) - P0 non è multiplo intero di T.

Il caso 1) è stato gia' discusso precedentemente.

Nel caso 2) bisogna adottare delle procedure che permettano di pre-elaborare e post-elaborare opportunamente il prototipo campionato, in modo da poter applicare le tecniche descritte precedentemente. Semplici tecniche di pre-elaborazione possono consistere nel trascurare l'ultimo campione del prototipo, o aggiungere un campione al prototipo, secondo criteri opportuni. Tali tecniche possono essere pero' troppo semplificative e portare a una perdita di efficienza nell'algoritmo di codifica. Tecniche di pre-elaborazione piu' sofisticate richiedono una variazione del periodo di campionamento del prototipo. Cio' puo' essere fatto direttamente sul prototipo campionato, usando note tecniche di

conversione della frequenza di campionamento. Si abbia dunque un prototipo continuo con periodo P0. Il corrispondente prototipo discreto sia stato ottenuto mediante campionamento e sia T il periodo di campionamento. Sia M il numero di campioni per periodo P0; se P0 non è multiplo intero del periodo di campionamento T, M è composto da una parte intera I e da una parte frazionaria F. Se il prototipo viene campionato con periodo di campionamento T1, avendo definito:

T1 = P0 / K,

ed essendo K >= I+1, allora P0 diventa multiplo intero del nuovo periodo di campionamento T1.

A titolo di esempio, si consideri la Figura 1. In Figura 1 (a), viene rappresentato un segnale periodico f(t), di periodo fondamentale P0 = 14 (unita' temporali). Se f(t) è stato campionato con periodo di campionamento pari a T = 4, si ha evidentemente:

M = P0 / T = 3.5

E' quindi possibile ri-campionare il segnale, adottando come periodo di campionamento: T1 = P0 / K = 14 / (3+1) = 3.5. In questo caso, si avranno esattamente 4 campioni per periodo e si ritorna al caso in cui il periodo fondamentale è multiplo intero del periodo di campionamento. Nel cambiare la frequenza di campionamento, si puo' utilizzare anche un periodo di campionamento minore di quello necessario (caso in cui: K > I+1). Nell'esempio visto si potrebbe, ad esempio, adottare un periodo di campionamento pari a: T1 = P0 / (I+4) = 14 / 7 = 2.

Questo è il caso del sovracampionamento ed è, in generale, sconsigliabile, dato che l'analisi LPC puo' perdere efficienza. Inoltre, se la banda del segnale continuo lo permette, e' anche possibile effettuare un sottocampionamento, adottando come periodo di campionamento: T1 = P0 / K, con K <= I.

In sintesi, nel caso in cui la lunghezza del prototipo non sia un numero multiplo intero del periodo di campionamento si puo' procedere come segue:

1) - Conversione del periodo di campionamento del prototipo, da T a T1 (pre-elaborazione).

2) - Applicazione delle tecniche di codifica viste al paragrafo 2.

3) - Ri-conversione del periodo di campionamento del prototipo sintetico, da T1 a T (post-elaborazione).

Vediamo a questo punto la decodifica.

Il decodificatore riceve in ingresso i seguenti parametri:

- parametri rappresentativi del filtro LPC,
- valori dei campioni di fase,
- posizione della forma d'onda,
- ampiezza (energia) della forma d'onda,
- lunghezza del prototipo.

Quindi, partendo da una descrizione del segnale di eccitazione nel dominio della frequenza (spettro costante e campioni di fase della trasformata ricevuti) opera una antitrasformata, ottenendo la forma d'onda di eccitazione. Tale forma d'onda viene quindi traslata di

una quantita' pari al valore ricevuto della posizione e scalata rispetto al valore desiderato di ampiezza (energia).

Il prototipo sintetico viene calcolato previa periodicizzazione della forma d'onda di eccitazione (avente come lunghezza del periodo fondamentale la lunghezza ricevuta) e quindi filtraggio, secondo i coefficienti del filtro LPC, della forma d'onda periodicizzata.

La periodicizzazione della forma d'onda di eccitazione consente di portare a regime lo stato del filtro di sintesi; sebbene, a rigore, un infinito numero di ripetizioni periodiche sia necessario, è stato osservato che, in pratica, poche ripetizioni (3 o 4) periodiche sono sufficienti. Una volta ricostruito il prototipo 'corrente' e dato il prototipo ricostruito precedentemente, la forma d'onda vocalizzata di sintesi viene ottenuta mediante tecniche di interpolazione opportune, come spiegato nel precedentemente (è evidente che anche i parametri di interpolazione devono essere ricevuti dal decodificatore).

La presente invenzione può essere implementata mediante un processore di segnali digitali con un appropriato programma di controllo che provvede alle operazioni funzionali quì descritte.

Benchè l'invenzione sia stata descritta con riferimento ad una sua specifica forma di attuazione, si deve tener presente che essa non è limitata alla forma di attuazione descritta essendo suscettibile di numerose varianti che si presenteranno agli esperti del ramo e che devono essere intese come rientranti nell'ambito protettivo delle rivendicazioni allegate.

RIVENDICAZIONI

1. Metodo di codifica di un segnale vocale campionato comprendente le fasi di: prelevare un segmento di detto segnale vocale campionato; calcolare una serie di coefficienti di autocorrelazione di detto segmento di segnale vocale campionato; calcolare da detta serie di coefficienti di autocorrelazione una serie di coefficienti LPC, relativi ad un filtro di sintesi; determinare una forma d'onda di eccitazione di detto filtro di sintesi, in modo che il segnale all'uscita di detto filtro minimizzi le distorsioni rispetto detto segmento di segnale vocale campionato; quantizzare detta serie di coefficienti LPC e detta forma d'onda di eccitazione; caratterizzato dal fatto che detto segmento di detto segnale vocale campionato ha lunghezza pari a quella del prototipo di detto segnale vocale campionato.

2. Metodo di codifica in accordo alla rivendicazione 1 caratterizzato dal fatto che per calcolare detta serie di coefficienti di autocorrelazione si considera che detto prototipo sia un periodo di una forma d'onda periodica.

3. Metodo di codifica in accordo alle rivendicazioni precedenti caratterizzato dal fatto che detta forma d'onda di eccitazione consiste di un impulso di ampiezza e posizione opportune.

4. Metodo di codifica in accordo alla rivendicazione 3 caratterizzato dal fatto che nella determinazioni di dette ampiezze e posizione si considera come eccitazione di detto filtro di sintesi, una serie di impulsi in modo da portare a regime la risposta di detto

filtro.

5. Metodo di codifica in accordo alla rivendicazione 3 caratterizzato dal fatto che vengono assegnati valori di fase opportuni ad almeno una frequenza delle righe spettrali di detto impulso.

6. Metodo di codifica in accordo alla rivendicazione 5 caratterizzato dal fatto che detti valori di fase sono discretizzati secondo una griglia di valori opportuni.

7. Metodo di codifica in accordo alla rivendicazione 5 caratterizzato dal fatto che vengono assegnati detti valori di fase a gruppi di frequenze delle righe spettrali di detto impulso secondo opportuni criteri.

8. Metodo di codifica in accordo alle rivendicazioni precedenti caratterizzato dal fatto di comprendere ulteriormente, prima di prelevare detto segmento, la fase di variare il periodo di campionamento, e dopo detta quantizzazione la fase di ripristinare il periodo di campionamento originario.

9. Codificatore di un segnale vocale campionato comprendente: mezzi per prelevare un segmento di detto segnale vocale campionato; mezzi per calcolare una serie di coefficienti di autocorrelazione di detto segmento di segnale vocale campionato; mezzi per calcolare da detta serie di coefficienti di autocorrelazione una serie di coefficienti LPC, relativi ad un filtro di sintesi; mezzi per determinare una forma d'onda di eccitazione di detto filtro di sintesi, in modo che il segnale all'uscita di detto filtro minimizzi le

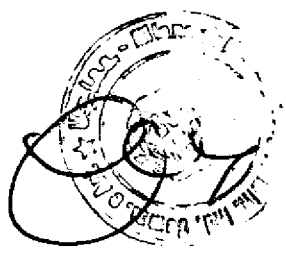
distorsioni rispetto detto segmento di segnale vocale campionato; mezzi per quantizzare detta serie di coefficienti LPC e detta forma d'onda di eccitazione; caratterizzato dal fatto che detti mezzi per prelevare detto segmento di detto segnale vocale campionato prelevano un segmento di segnale di lunghezza pari a quella del prototipo di detto segnale vocale campionato.

10. Metodo di decodifica di un segnale vocale campionato comprendente le fasi di: ricevere i parametri di un filtro LPC; ricevere i parametri di una forma d'onda di eccitazione di detto filtro; ricostruire detta forma d'onda; ricostruire detto segnale vocale; caratterizzato dal fatto di periodicizzare detta forma d'onda.

11. Decodificatore di un segnale vocale campionato comprendente: mezzi per ricevere i parametri di un filtro LPC; mezzi per ricevere i parametri di una forma d'onda di eccitazione di detto filtro; mezzi per ricostruire detta forma d'onda; ricostruire detto segnale vocale; caratterizzato dal fatto che detti mezzi per ricostruire detta forma d'onda periodicizzano detta forma d'onda.

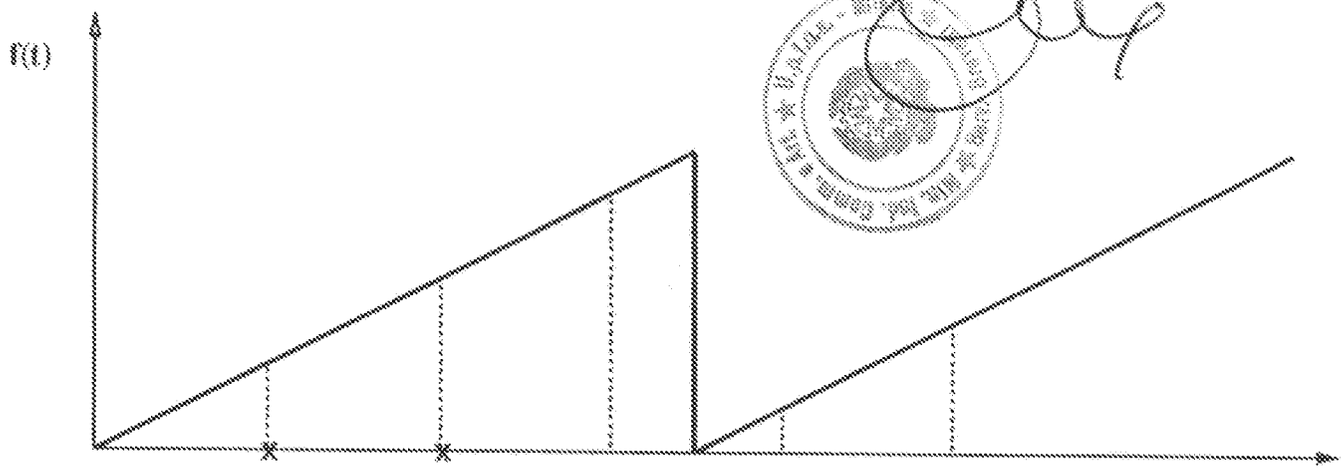
****

LA RICHIEDENTE: **ALCATEL ITALIA SpA**

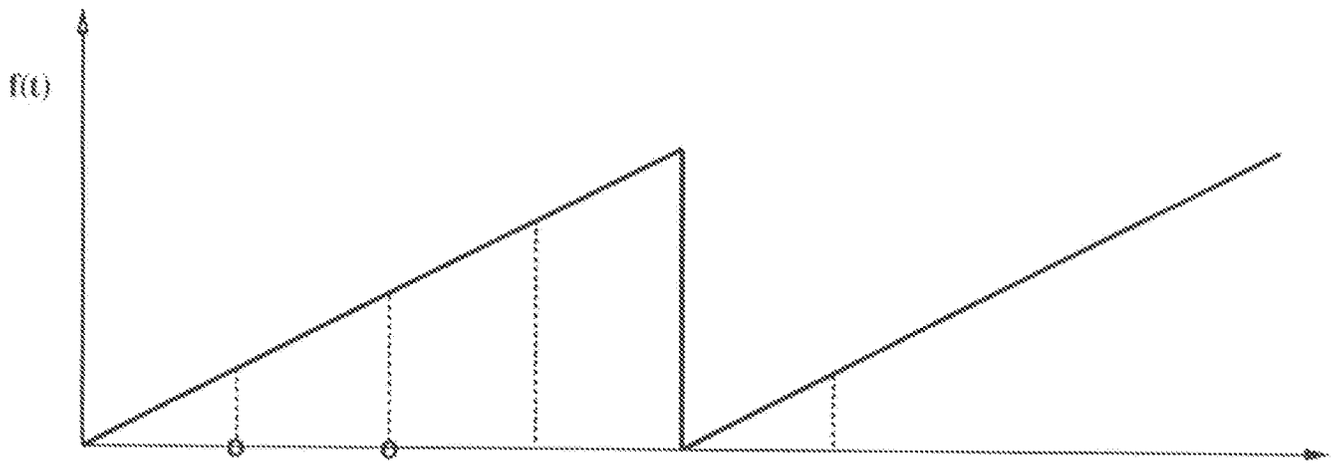


MI 95 A 001379

Tav. I



(a)



(b)

Figura 1

ALCATEL ITALIA SpA