



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

UIBM

DOMANDA NUMERO	101997900578170
Data Deposito	26/02/1997
Data Pubblicazione	26/08/1998

Priorità	08/608451
Nazione Priorità	US
Data Deposito Priorità	

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	04	B		

Titolo

DISPOSITIVO DI COMUNICAZIONE CON MODULAZIONE DI CADENZAMENTO A
DISTRIBUZIONE DI FREQUENZA.

DESCRIZIONE**RM 97 A 000 105**

a corredo di una domanda di Brevetto d'Invenzione,
avente per titolo:

"Dispositivo di comunicazioni con modulazione di cadenzamento a distribuzione di frequenza"

a nome: MOTOROLA, INC.

Campo dell'Invenzione

La presente invenzione si riferisce alla modulazione di clock o di cadenzamento e, più particolarmente, alla distribuzione di frequenza per ridurre il rumore.

Precedenti dell'Invenzione

Un sistema di comunicazioni a radio frequenza (RF) comprende dispositivi che comunicano attraverso un allacciamento di comunicazione condiviso. Gli allacciamenti di comunicazione nei sistemi di comunicazioni senza filo a radio frequenza vengono tipicamente riferiti come canali. Il canale è definito dalla sua frequenza centrale e cade entro una predeterminata larghezza di banda. Per trasmettere l'informazione, un segnale di informazione viene modulato con un segnale portante avente la frequenza centrale del canale.

Nei sistemi cablati, l'allacciamento di comunicazione è definito da una coppia di fili ritorti, da un cavo coassiale o simili. I segnali di informazione ven-

gono trasmessi attraverso l'allacciamento cablato per mezzo di un segnale portante avente una particolare frequenza comune ai dispositivi che si trovano alle diverse estremità dell'allacciamento di comunicazione.

Sia nei sistemi cablati sia nei sistemi senza fili, un trasmettitore ed un ricevitore vengono impiegati per comunicare attraverso l'allacciamento di comunicazione. Un trasmettitore comprende un modulatore ed un ricevitore comprende un demodulatore. Il modulatore viene usato per modulare un segnale di informazione con un segnale portante per la trasmissione attraverso l'allacc*ia*mento di comunicazione. Il demodulatore viene usato per demodulare i segnali ricevuti provenienti dall'allacciamento di comunicazione mediante la rimozione del segnale portante e la emissione del segnale di informazione in uscita.

In aggiunta al demodulatore, i ricevitori a radio frequenza tipicamente utilizzano filtri per rimuovere il rumore all'esterno di una desiderata larghezza di banda ed un rivelatore per convertire il segnale demodulato in un segnale utilizzabile dalla circuiteria digitale del dispositivo di comunicazione. La circuiteria digitale viene pilotata da un segnale di clock o di cadenzamento ad alta frequenza. Questo segnale di cadenzamento ad alta frequenza contiene una significativa ener

gia spettrale che produce delle componenti a frequenze armoniche oppure delle armoniche. Queste armoniche hanno frequenze che sono multipli della frequenza del segnale di cadenzamento che pilota la circuiteria digitale.

L'energia irradiata sulle armoniche della frequenza di cadenzamento può interferire significativamente con i segnali di informazione nelle frequenze che vengono fatte passare dai filtri del ricevitore se la frequenza del canale e la frequenza del segnale armonico sono uguali oppure molto ravvicinate. Se questa energia è significativa relativamente al segnale ricevuto, l'energia irradiata può mascherare il segnale di informazione, comportando una scadente ricezione dell'informazione. La degradazione della sensibilità del rivelatore in questa maniera che si traduce in una scadente ricezione di informazioni è nota come desensibilizzazione.

Un circuito particolarmente vantaggioso per superare la desensibilizzazione utilizza un generatore di segnali di distribuzione di frequenza ed un modulatore di segnali. Il modulatore modula il segnale di cadenzamento con un segnale di distribuzione di frequenza per produrre un segnale risultante. Il livello di potenza delle armoniche del segnale risultante è distribuito at

traverso una larghezza di banda di frequenza superiore alla larghezza di banda dei filtri di ricezione, per cui la desensibilizzazione dovuta alle armoniche può essere ridotta. Sebbene questo circuito perfezioni significativamente le prestazioni del ricevitore, è desiderabile fornire ulteriori perfezionamenti nello stesso ricevitore.

Breve Descrizione dei Disegni

La Figura 1 rappresenta uno schema circuitale che illustra un sistema di radiotelefono,

la Figura 2 rappresenta uno schema circuitale che illustra un circuito di distribuzione di frequenza,

la Figura 3 rappresenta uno schema circuitale che illustra un circuito di distribuzione di frequenza per il circuito della Figura 1,

la Figura 4 illustra i segnali nel circuito della Figura 3.

Descrizione dettagliata delle preferite forme di realizzazione

Un dispositivo per comunicazioni comprende un circuito ricevitore che riceve un segnale di ricezione modulato entro una prima larghezza di banda. Un oscillatore di riferimento genera un primo segnale di cadenzamento con una prima frequenza, il primo segnale di cadenzamento avendo delle armoniche. Un circuito sintetizzatore collegato al generatore dei segnali di riferimen

to ed al ricevitore agisce in risposta al primo segnale di cadenzamento per demodulare il segnale di ricezione modulato. Un circuito di distribuzione di frequenza è anche collegato all'oscillatore di riferimento per modulare selettivamente il primo segnale di cadenzamento con un segnale di distribuzione di frequenza, in modo da produrre un segnale di cadenzamento modulato avente delle componenti a frequenze armoniche modulate distribuite. Il circuito di distribuzione di frequenza combina selettivamente il segnale di distribuzione di frequenza con il primo segnale di cadenzamento in modo da distribuire le armoniche del primo segnale di cadenzamento su una larghezza di banda di frequenze superiore alla prima larghezza di banda. Un circuito di controllo viene collegato al circuito di distribuzione di frequenza per ricevere il segnale di cadenzamento modulato ed opera alla frequenza del segnale di cadenzamento modulato. Il circuito perciò genera selettivamente un segnale di cadenzamento modulato, tale che i segnali alle frequenze armoniche non siano distribuiti in una molteplicità di canali quando le armoniche del segnale di cadenzamento principale non si trovano nel canale ricevitore presentemente selezionato.

Un sistema di radiotelefono 100 (Figura 1) comprende i dispositivi di comunicazione 102 e 104 che co-

municano attraverso un allacciamento di comunicazione 106. I dispositivi di comunicazione possono essere due qualsiasi o più dispositivi compatibili, per esempio dei MODEM (un dispositivo avente sia un modulatore, sia un demodulatore), telefoni, un radiotelefono senza filo oppure un radiotelefono cellulare, apparecchi radio a due vie, una radio, una stazione di base, una base telefonica senza filo, un centro di smistamento radio, una stazione di trasmissione radio o simili. Come usato nella presente descrizione, il termine "dispositivo di comunicazione" si riferisce a ciascuno di questi dispositivi ed ai loro equivalenti. Gli illustrati dispositivi di comunicazione 102 e 104 scambiano le informazioni attraverso un allacciamento di comunicazione senza filo 106. Tuttavia, l'allacciamento di comunicazione 106 può essere costituito da una coppia di fili ritorti, un cavo coassiale, un allacciamento per via satellite o simili. Quindi, il termine di "allacciamento di comunicazione", come usato nella presente descrizione, si riferisce a ciascuno di questi dispositivi ed ai loro equivalenti.

L'illustrato dispositivo di comunicazione 104, un radiotelefono, comprende un circuito ricevitore 108 che include un rivelatore 112, un trasmettitore 110 ed un controllore 114. Il ricevitore riceve i segnali modu

lati dall'allacciamento di comunicazione 106 attraverso l'antenna 116 ed emette in uscita segnali aventi una frequenza demoltiplicata al rivelatore 112. Il rivelatore 112 demodula i segnali demoltiplicati per generare segnali che vengono applicati in ingresso al controllore 114. Il controllore 114 può essere implementato impiegando un elaboratore di segnali digitali, un microprocessore come il dispositivo HC-11 reperibile presso la Motorola, Inc., o simili, ed associata circuiteria nota disponibile in commercio.

Il controllore 114 risponde ai segnali audio ricevuti provenienti dal rivelatore 112 per generare segnali analogici che pilotano l'altoparlante 115. Il controllore 114 agisce in risposta ai segnali audio provenienti dal microfono 117 per emettere in uscita i segnali al trasmettitore 110. Il trasmettitore 110 genera segnali modulati dai segnali emessi in uscita dal controllore 114 ed i segnali modulati sono applicati in ingresso all'antenna 116 per la comunicazione attraverso lo allacciamento di comunicazione 106.

L'illustrato circuito ricevitore 108 è un ricevitore a doppia eterodina, ma potrebbe alternativamente essere un qualsiasi convenzionale circuito ricevitore. Il ricevitore illustrato comprende un filtro 120, un miscelatore 122, un filtro 124, un miscelatore 126 ed un

rivelatore 112. Un circuito sintetizzatore 130 viene collegato al circuito ricevitore 108 per fornire un segnale di selezione di canale al miscelatore 122 ed un segnale oscillante al miscelatore 126.

Un oscillatore di riferimento 132 viene collegato al circuito sintetizzatore 130 e ad un circuito di distribuzione di frequenza 134. L'oscillatore di riferimento 132 genera un segnale di riferimento oppure un segnale di clock o cadenzamento. Il segnale di cadenzamento viene applicato all'ingresso del circuito sintetizzatore 130 in qualità di segnale di riferimento ed al circuito di distribuzione di frequenza 134 in qualità di segnale di cadenzamento. Il circuito di distribuzione di frequenza 134 combina il segnale di cadenzamento con il segnale di distribuzione di frequenza per generare un segnale di cadenzamento modulato.

Il funzionamento del dispositivo di comunicazione 104 verrà ora descritto con riferimento all'illustrato sistema radiotelefonico 100. L'allacciamento di comunicazione 106 nei sistemi senza filo a radio frequenza è definito da un predeterminato intervallo di frequenze che comprende una pluralità di diversi canali nei quali i segnali vengono comunicati. Questo intervallo di frequenze viene fatto passare dal filtro a più ampia larghezza di banda 120. Per esempio, i canali di allaccia-

mento in salita (da una stazione di base ad una stazione mobile) nel sistema globale per comunicazioni mobili (GSM) sono tutti compresi nella banda di frequenze da 925 MHz a 960 MHz e questa banda di frequenze viene fatta passare dal filtro 120. I segnali che sono al di fuori della banda passante del filtro 120 sono segnali di rumore per il ricevitore e vengono attenuati dal filtro 120 per rimuoverli dal segnale che viene applicato allo ingresso del rivelatore 112.

Il miscelatore 122 scala la frequenza di uno dei canali fatti passare dal filtro 120 per portarla ad una particolare frequenza intermedia associata al filtro 124. La larghezza di banda del filtro 124 è più stretta di quella del filtro 120 ed è preferibilmente uguale alla larghezza di banda di un canale. Il filtro 124 perciò lascia passare soltanto quel canale dal filtro 120 la cui frequenza centrale è la frequenza centrale del filtro 124. Per esempio, i canali nel sistema GSM hanno frequenze centrali distanziate ad intervalli di 200 KHz e sono comprese entro una banda passante approssimativamente di 200 KHz. In accordo con ciò, il filtro 124 per il sistema GSM presenta una larghezza di banda approssimativamente di 200 KHz.

Il miscelatore 122 seleziona il canale che viene fatto passare dal filtro 124 in risposta ad un segna

le di selezione di canale dal circuito sintetizzatore 130. Ciascun canale nella banda di frequenze che viene fatta passare dal filtro 120 presenta una univoca frequenza centrale. Il segnale di selezione del canale applicato all'ingresso del miscelatore 122 dal circuito sintetizzatore 130 è un segnale oscillante che viene combinato con i segnali provenienti dal filtro 120 per ridurre o scalare la frequenza dei segnali emessi in uscita dal filtro 120. L'ammontare di cui i segnali vengono ridotti è determinato dalla frequenza del segnale fornito dal circuito sintetizzatore 130. Variando la frequenza del segnale di selezione di canale applicato all'ingresso del miscelatore 122, una frequenza centrale di un diverso canale viene ridotta per essere fatta passare dal filtro 124. E' importante che la frequenza del segnale di selezione del canale sia accurata, in modo tale che la frequenza centrale del canale desiderato sia ridotta per essere portata al centro dell'intervallo di frequenze del filtro 124 e tutte le informazioni in questo canale vengono fatte passare al rivelatore 112.

L'uscita del filtro 124 viene applicata all'ingresso del miscelatore 126 che combina il segnale filtrato con un altro segnale proveniente dal circuito sintetizzatore 130. Il miscelatore 126 riduce o demoltiplica

ca il segnale a frequenza intermedia uscente dal filtro 124 per portarlo ad una frequenza in banda di base alla quale opera il rivelatore 112. E' importante che il miscelatore 126 demoltiplichi affidabilmente il segnale di informazione per il rivelatore 112, in modo tale che l'informazione non vada perduta dal circuito ricevitore 108.

Un oscillatore di riferimento 132 avente un cristallo viene usato per generare un segnale di riferimento locale. Il circuito sintetizzatore 130 viene collegato all'oscillatore di riferimento 132 ed al controllore 114. Il sintetizzatore risponde al segnale di riferimento locale e ad un numero di canali dal controllore 114 per generare i segnali per i miscelatori 122 e 126. Il circuito di distribuzione di frequenza 134 viene anche collegato all'oscillatore di riferimento 132 ed al controllore 114. Il circuito di distribuzione di frequenza 134 risponde al segnale di riferimento locale per generare un segnale di cadenzamento per il controllore 114 e per distribuire selettivamente le armoniche di questo segnale di cadenzamento. Poichè il circuito di distribuzione di frequenza ed il sintetizzatore sono collegati allo stesso oscillatore di riferimento, ambedue i circuiti possono utilizzare un cristallo comune, riducendo così il numero degli oscillatori richiesti per il dispo

sitivo di comunicazione 104. Ciò permette di realizzare una riduzione di costo e di peso per il dispositivo.

Il controllore 114 comprende la circuiteria digitale nel dispositivo di comunicazione 104. Il controllore 114 è costituito da una circuiteria che opera sincronicamente con i segnali di cadenzamento principali uscenti dal circuito di distribuzione di frequenza 134.

Il circuito di distribuzione di frequenza 134 comprende un tampone di ingresso 202 (Figura 2), un sommatore 206, un circuito di commutazione 208 ed un tampone o buffer di uscita 210. Il tampone di ingresso 202 isola il segnale di riferimento ovvero il segnale di cadenzamento applicato all'ingresso del circuito sintetizzatore 130, creando un segnale di cadenzamento tamponato che viene applicato all'ingresso del sommatore 206. Il segnale dal circuito tampone di ingresso 202 è illustrato applicato al circuito sommatore 206 attraverso un resistore 204 il quale imposta il livello del segnale di cadenzamento tamponato applicato all'ingresso del sommatore. Un filo da solo, un filtro o simili possono essere usati al posto del resistore.

Il circuito interruttore 208 riceve un segnale di distribuzione di frequenza dal circuito sintetizzatore 130 ed un segnale di polarizzazione dal controllore 114. Il segnale di polarizzazione chiude o apre il cir-

cuito interruttore 208. Quando il circuito interruttore è chiuso ovvero si trova nello stato ON, il segnale di distribuzione di frequenza viene applicato all'ingresso del sommatore 206 e viene sommato con il segnale di cadenzamento contenuto nel circuito tampone, il risultante segnale essendo fatto passare al circuito tampone di uscita 210. Quando il circuito interruttore 208 è aperto ovvero si trova nello stato OFF, soltanto il segnale di cadenzamento contenuto nel circuito tampone viene fatto passare nel circuito tampone di uscita 210. Il circuito tampone di uscita 210 può essere implementato impiegando un comparatore, un circuito limitatore, un invertitore logico con il suo ingresso polarizzato in CC a metà del suo livello di soglia logico (per esempio 2,5 volt per un invertitore da 5 volt) o simili.

Quando il circuito interruttore 208 è chiuso, il circuito tampone di uscita 210 riceve il segnale di somma ed emette in uscita un segnale avente una modulazione di fase risultante dalla somma del segnale di distribuzione di frequenza sommato al segnale di cadenzamento contenuto nel circuito tampone. In questa maniera, il segnale di cadenzamento tamponato viene modulato dal segnale di distribuzione di frequenza per produrre un segnale di cadenzamento modulato. Quando il circuito interruttore 208 è aperto, il circuito tampone di uscita

210 non emetterà in uscita un segnale sostanzialmente modulato dato che il segnale di distribuzione di frequenza non altererà il segnale di cadenzamento contenuto nel circuito tampone. Il segnale di cadenzamento con tenuto nel circuito tampone viene così fatto passare at traverso il circuito di distribuzione di frequenza senza essere modulato quando il circuito interruttore 208 è aperto.

Il livello del segnale di polarizzazione regola anche l'indice di modulazione attraverso una variazione dell'ampiezza del segnale di modulazione. Il circuito interruttore può essere implementato utilizzando un qualsiasi conveniente interruttore, per esempio un relè, un transistor ad effetto di campo (FET), un transistor bipolare di tipo npn (negativo-positivo-negativo), un transistor bipolare di tipo pnp (positivo-negativo-positivo), un interruttore ottico comprendente un diodo emettitore di luce (LED) ed un elemento fotosensibile o simili.

Una forma di realizzazione del circuito di distribuzione di frequenza 134 e del circuito sintetizzatore 130 per un radiotelefono è illustrata nella Figura 3. L'oscillatore di riferimento 132 è fornito da un circuito oscillatore 302 collegato ad un cristallo 304. Il circuito oscillatore 302 regola l'uscita dell'oscillato

re di riferimento in modo tale che il segnale di riferimento locale ovvero il segnale di cadenzamento sulla giunzione 305 abbia una predeterminata frequenza fissa. Il segnale di riferimento viene applicato all'ingresso di un divisore 350, di un circuito ad anello sincronizzato in fase 352 e di un circuito ad anello sincronizzato in fase 353, nel circuito sintetizzatore 130. Il divisore 350 produce il segnale di distribuzione di frequenza applicato all'ingresso del circuito di distribuzione di frequenza 134 sul terminale di ingresso 312. Il circuito ad anello sincronizzato in fase 352 genera il segnale oscillante applicato all'ingresso del miscelatore 126. Il circuito ad anello sincronizzato in fase 353 genera il segnale di selezione di canale applicato all'ingresso del miscelatore 122.

Il circuito ad anello sincronizzato in fase 353 comprende un divisore programmabile 356 che risponde ad un segnale di selezione di canale proveniente dalla circuiteria digitale 342 per emettere in uscita un segnale diviso in conformità con il canale che deve essere selezionato. Un rivelatore di fase 360 confronta la fase del divisore programmabile con il segnale di riferimento fornito dall'oscillatore di riferimento 132. Il rivelatore di fase mette a confronto questi segnali ed emette in uscita un segnale indicativo della differenza. Il filtro ad anello 358 filtra questo segnale per produrre

un segnale di controllo per un oscillatore 354. La frequenza dell'oscillatore è stabilita dal suo ingresso di controllo fornito dal filtro 358. Questo segnale viene applicato in retroazione al divisore programmabile. Il circuito ad anello sincronizzato in fase 353 regolerà la frequenza dell'oscillatore controllato fino a che la differenza di fase rivelata dal rivelatore di fase 360 risulta sostanzialmente zero. Il circuito ad anello sincronizzato in fase 352 è simile al circuito ad anello sincronizzato in fase 353, eccetto per il fatto che il circuito ad anello sincronizzato in fase 352 non include un divisore programmabile che riceve il segnale di selezione del canale.

Il segnale di riferimento dal circuito oscillatore 302 viene applicato all'ingresso del circuito tampone di ingresso 202, la cui uscita è il segnale di cadenzamento tamponato, che è un segnale di cadenzamento ad onda quadra avente una predeterminata frequenza fissa. L'uscita del circuito tampone di ingresso 202 viene convertita in un segnale sinusoidale A dal filtro 306. Il filtro 306 comprende un resistore 316 ed un condensatore 318. Il resistore 204 imposta il livello del segnale di cadenzamento tamponato che viene sommato sull'ingresso del circuito tampone di uscita 210. Se il segnale di cadenzamento principale è un segnale sinusoidale,

il condensatore 318 può essere omissso.

Il segnale di polarizzazione sull'uscita 310 della circuiteria digitale 342 viene applicato ad un resistore 320 che viene collegato al collettore di un transistore 322. Il resistore è un resistore di carico per il circuito amplificatore fornito dal transistore 322 e dai suoi componenti associati. L'impedenza di questo resistore può essere modificata per variare il guadagno dell'amplificatore. Selezionando il guadagno dell'amplificatore, viene stabilita l'ampiezza del segnale di modulazione di distribuzione di frequenza. L'ingresso 312 del segnale di distribuzione di frequenza viene collegato attraverso una serie di elementi, comprendenti il condensatore 328 ed il resistore 330, alla base di un transistore 322. Il condensatore 328 rimuove una qualsiasi variazione in CC (corrente continua) da questo segnale di modulazione. Un resistore 324 viene collegato fra il collettore e la base del transistore 322 ed un resistore 326 viene collegato fra la base e lo emettitore del transistore 322. Il collettore del transistore 322 viene collegato ad un resistore 332 che è collegato attraverso un condensatore 334 ad una giunzione sommatrice 308, nel qual punto le tensioni provenienti dal circuito interruttore 208 e dal filtro passa basso 306 vengono sommate. La giunzione sommatrice 308 viene

ne collegata al circuito tampone di uscita 210 avente un livello di soglia V_{th} . Quando il segnale sulla giunzione sommatrice 308 è superiore al valore di soglia V_{th} , l'uscita del circuito tampone di uscita 210 presenta un livello logico alto. Quando il segnale sulla giunzione sommatrice 308 è inferiore al livello di soglia V_{th} , l'uscita del circuito tampone di uscita 210 è un segnale logico basso. Il livello di tensione V_{th} è normalmente scelto in modo tale che il ciclo di lavoro del segnale di uscita dal circuito tampone di uscita 210 sia del 50%. Il risultante segnale di cadenzamento modulato viene applicato all'ingresso della circuiteria digitale 342 come segnale di cadenzamento al quale opera la circuiteria digitale.

Durante il funzionamento e con riferimento alle Figure 1, 3 e 4, il segnale di cadenzamento emesso in uscita dal circuito tampone di ingresso 202 viene filtrato in un filtro 306, mantenuto per una seconda volta nel circuito tampone di uscita 210 e fatto passare alla circuiteria digitale 342 per la maggior parte dei canali. Il segnale di cadenzamento contenuto nel circuito tampone non viene modulato con il segnale di distribuzione di frequenza, poichè il segnale di polarizzazione presenta un livello di tensione di zero, cosa che impedisce al circuito interruttore 208 di far passare il se

gnale di distribuzione di frequenza alla giunzione 308. Tuttavia, per quei canali che includono una armonica del segnale di cadenzamento principale, il circuito interruttore 208 viene commutato allo stato chiuso o di ON applicando un segnale di polarizzazione nell'uscita 310 che polarizza il circuito del transistor in un amplificatore. Il segnale di distribuzione di frequenza sull'ingresso 312 viene quindi combinato con il segnale di cadenzamento contenuto nel circuito tampone nell'ingresso del circuito tampone di uscita 210. Come rappresentato nella Figura 4, il segnale di cadenzamento V_A contenuto nel circuito tampone presenta una frequenza fissa. Il segnale di distribuzione di frequenza V_B presenta una frequenza molto inferiore a quella del segnale di cadenzamento del circuito tampone. Per esempio, il segnale di cadenzamento contenuto nel circuito tampone può avere una frequenza approssimativamente di 13 MHz e la frequenza del segnale di distribuzione di frequenza può essere approssimativamente di 500 KHz, ambedue i segnali essendo derivati dall'oscillatore di riferimento 132. Il segnale combinato V_C viene applicato all'ingresso del circuito tampone di uscita 210, avente un valore di soglia fisso V_{th} , quando il circuito interruttore 208 è chiuso, mentre il segnale di cadenzamento principale oscillante viene applicato in ingresso da so

lo quando il circuito interruttore è aperto.

Il segnale di uscita V_D del circuito tampone di uscita 210 è il segnale di cadenzamento principale per la circuiteria digitale 342. Il segnale di cadenzamento principale è un segnale a frequenza fissa stabilita dal segnale di cadenzamento contenuto nel circuito tampone e dalla tensione di soglia V_{th} quando il circuito interruttore 208 è aperto. Quando il circuito interruttore 208 è chiuso, il segnale di cadenzamento principale è un segnale ad onda quadra che è un segnale modulato in fase sulla fondamentale del segnale di cadenzamento contenuto nel circuito tampone. Questo segnale di cadenzamento modulato produce una modulazione a larga banda sulle armoniche, poichè l'ammontare della modulazione viene moltiplicato per il numero dell'armonica. La frequenza media del segnale modulato in fase sarà prossima alla frequenza del segnale di cadenzamento contenuto nel circuito tampone. Le armoniche superiori del risultante segnale di cadenzamento principale vengono distribuite, per cui esse non interferiranno sostanzialmente con il segnale ricevuto in un singolo canale. Si prevede che l'ampiezza del segnale di modulazione e l'ampiezza del segnale di soglia siano selezionate in modo tale che il ciclo di lavoro degli impulsi del risultante segnale di cadenzamento modulato vari dal 45 al 55 percen

to quando il circuito interruttore è chiuso. Se il ciclo di lavoro discende al disotto del 45 per cento, lo elaboratore digitale può avere difficoltà a seguire il segnale di cadenzamento.

La modulazione verrà ora descritta con riferimento alle forma d'onda V_A , V_B , V_C , V_{th} e V_D nella Figura 4. La forma d'onda V_A è il segnale di cadenzamento contenuto nel circuito tampone operante alla frequenza f_A . La forma d'onda V_B rappresenta il segnale di distribuzione di frequenza il quale è un segnale sinusoidale operante alla frequenza f_B . La forma d'onda V_C è il segnale generato sommando le tensioni V_A e V_B . La tensione V_{th} rappresenta l'ampiezza di taglio del circuito tampone di uscita 210 (Figura 3). La forma d'onda V_D è il segnale di cadenzamento modulato generato facendo passare la forma d'onda V_C attraverso un circuito tampone di uscita 210. Come si può vedere nella Figura 4, la variazione dell'ampiezza del primo segnale di cadenzamento V_A mediante somma con il segnale di distribuzione di frequenza provoca una variazione di fase ovvero una modulazione di fase nel segnale di cadenzamento modulato.

La tensione V_A del primo segnale di cadenzamento avente una ampiezza di picco di A volt, una frequenza di f_A , è descritta nella maniera seguente come fun-

zione del tempo t:

$$V_A = A * \sin\{ (2\pi * f_A) * t \}$$

Similmente, la tensione V_B del segnale di distribuzione di frequenza presenta una ampiezza di picco di B volt ed una frequenza di f_B , ed è descritta come segue, come funzione del tempo t:

$$V_B = B * \sin\{ (2\pi * f_B) * t \}$$

La tensione V_C del segnale di somma rappresenta la somma delle tensioni V_A e V_B . Il segnale di somma è descritto come segue:

$$V_C = A * \sin\{ (2\pi * f_A) * t \} + B * \sin\{ (2\pi * f_B) * t \}$$

Se non è presente alcuna forma d'onda di modulazione, tale che la tensione del segnale di distribuzione di frequenza V_B sia zero, il circuito tampone di uscita 210 emette in uscita una forma d'onda V_E la quale è un'onda quadra senza alcuna modulazione di fase, avente un ciclo di lavoro del 50%. In questo caso, l'ampiezza di uscita D del comparatore è descritta come segue:

$$V_D = (.5 * D) + (2 * D / \pi) * \sum_{n=1}^{\infty} \{ \{ 1 / [(2 * n) - 1] \} * \sin \{ [(2 * n) - 1] * (2 * \pi * f_A) \} \}$$

Con il segnale di distribuzione di frequenza avente un valore diverso da zero, la modulazione può essere prodotta. Tuttavia, la soppressione dell'ampiezza

dell'armonica deve essere realizzata senza provocare una eccessiva distorsione di fase della fondamentale nel segnale di cadenzamento modulato V_D . La fondamentale di distorsione ∂ è la deviazione percentuale di picco del ciclo di lavoro dell'onda quadra. L'ampiezza del segnale di distribuzione di frequenza V_B viene scelta in modo tale che il ciclo di lavoro del segnale di cadenzamento modulato V_D sia compreso nell'intervallo di $50\% \pm \partial$. Se f_B , la frequenza del segnale di distribuzione di frequenza, è significativamente inferiore a f_A , la frequenza del primo segnale di cadenzamento, allora V_B è determinata nella maniera seguente:

$$V_B = V_A * \sin \{ .5 * (\partial / 100) * \pi \}$$

Tipicamente, è necessario che la deviazione o scarto di fase percentuale di picco, ∂ sia inferiore al 5%. Ciò fornisce un rapporto V_B/V_A che deve necessariamente essere di 0,079 per $\partial = 5\%$.

Il segnale di cadenzamento modulato può essere espresso nella maniera seguente, in cui $J_m()$ indica l' m -simo ordine della funzione di Bessel del primo genere:

$$V_D = (.5 * D) + (2 * D / \pi) * \sum_{n=1}^{\infty} \left\{ \sum_{m=-\infty}^{\infty} \left\{ 1 / [(2 * n) - 1] \right\} * \left\{ J_m[n * .5 * (\partial / 100)] \right\} \right. \\ \left. * \sin \{ [(2 * n) - 1] * (2 * \pi * f_A) + m * (2 * \pi * f_B) \} \right\}$$

Per piccolo valore di ∂ , l'ammontare della soppressione della n-sima armonica del segnale di cadenzamento è approssimativamente uguale a

$$10 \cdot \text{Log} \{ J_0 [n \cdot 0,5 \cdot (\partial / 100)] \} .$$

Per esempio, se $\partial = 5\%$ e $n = 80$, allora la soppressione è $10 \cdot \text{Log}[J_0(2)] = 6,5 \text{ dB}$.

In una riduzione alla pratica per il sistema GSM, il segnale di cadenzamento era approssimativamente di 13 MHz ed il segnale di modulazione era approssimativamente di 500 KHz. Ciò comportava una interferenza con i segnali ricevuti nei canali 5 e 70. Questi canali sono su 936 e 949 MHz, rispettivamente, che sono la 72-sima e la 73-sima armonica del segnale di cadenzamento principale. Il circuito forniva approssimativamente un miglioramento di 7 dB nella desensibilizzazione, valore che rappresenta un significativo perfezionamento nei confronti dei sistemi che non presentano la distribuzione di frequenza. Inoltre, questo perfezionamento è stato realizzato con bassissimo costo supplementare relativamente ai circuiti senza distribuzione di frequenza.

Una difficoltà delle tecniche di modulazione di cadenzamento è costituita dal fatto che la distribuzione delle armoniche in altri canali può provocare il fatto che alcuni canali buoni possano essere desensibilizzati. Se ciò si verifica, può essere fornito il circui-

to interruttore 208. Il circuito interruttore elimina questo problema per il fatto che permette la distribuzione di frequenza soltanto quando il canale selezionato coincide con una armonica del segnale di cadenzamento principale. Nella riduzione alla pratica precedentemente notata, il circuito di distribuzione di frequenza viene abilitato commutando il circuito interruttore 208 nello stato chiuso o di ON soltanto per i canali 5 e 70. Se il circuito interruttore 208 viene rimosso, il segnale di cadenzamento di modulazione sull'ingresso 312 può essere applicato attraverso un resistore ed un condensatore al circuito tampone di uscita 210, attraverso un condensatore da solo oppure attraverso fili di trasmissione accoppiati per via capacitiva o per via induttiva.

Allo scopo di ridurre l'assorbimento di corrente dal circuito interruttore 208, cosa che è desiderabile nei dispositivi alimentati a batteria per migliorare il tempo di funzionamento di una batteria, ulteriori criteri possono essere impiegati per determinare quando il circuito interruttore viene chiuso. Perciò, il circuito interruttore può essere chiuso soltanto quando il canale selezionato coincide con una armonica del segnale di cadenzamento principale ed il ricevitore opera in prossimità del suo limite di sensibilità. Quest'ultima

condizione può essere determinata dall'indice degli errori di bit oppure, come esempio in un radiotelefono operante nel sistema GSM, dai segnali RX_LEV oppure RX_QUAL. Il segnale RX_QUAL viene generato dal radiotelefono e presenta un intervallo da 0 a 4. Il segnale RX_QUAL di valore 0 si riferisce ad un indice di errore di bit fra 0,0 e 0,2%; assume il valore 1 per un indice di errore di bit fra 0,2 e 0,4%; assume un valore 2 per un indice di errore di bit compreso fra 0,4 e 0,8%; assume un valore 3 per un indice di errore di bit compreso fra 0,8 e 1,6% ed assume un valore 4 per un indice di errore di bit compreso fra 1,6 e 3,2%. Il segnale RX_LEV è compreso fra 0 e 100 e corrisponde alla potenza del segnale di ricezione inclusa l'interferenza. Lo intervallo da 0 a 100 corrisponde ad un livello di ingresso da -110 a -10 dB. Un criterio che può essere usato è che il circuito di distribuzione di frequenza 134 venga usato soltanto per modulare il segnale di cadenzamento contenuto nel circuito tampone quando il segnale RX_QUAL è maggiore di 1 ed il canale selezionato è una armonica del primo segnale di cadenzamento. Un altro criterio che può essere usato è che il circuito di distribuzione di frequenza venga usato soltanto per modulare il segnale di cadenzamento contenuto nel circuito tampone quando il segnale RX_QUAL è debole, per esempio

al disotto di 15, ed il canale selezionato comprende una armonica del segnale di cadenzamento contenuto nel circuito tampone. In questa maniera, il circuito interruttore viene chiuso soltanto quando è necessario il miglioramento nel livello dei segnali, riducendo così lo assorbimento di corrente dal circuito interruttore 208.

Perciò, si può vedere che è stato descritto un circuito che fornisce una effettiva distribuzione di frequenza. Il circuito fornisce una distribuzione delle armoniche del segnale di cadenzamento in un circuito che sia facilmente implementato impiegando pochi elementi circuitali e con un costo inferiore in confronto con i circuiti finora utilizzati. Inoltre, modulando selettivamente il segnale di cadenzamento soltanto in quei canali che includono una armonica del segnale di cadenzamento principale, è possibile evitare la desensibilizzazione dei canali buoni per effetto della distribuzione di frequenza.

UN MANDATARIO
per se e per gli altri
Antonio Taliervo
(N° d'iscr. 171)

Taliervo

ING. BARZANO' & ZANARDO ROMA S.p.A.



1. Dispositivo di comunicazione comprendente:

un circuito ricevitore (108) che riceve un segnale di ricezione modulato entro una prima larghezza di banda;

un generatore (132) di segnali di riferimento per generare un primo segnale di cadenzamento o di clock su una prima frequenza, il primo segnale di cadenzamento avendo delle armoniche;

una circuiteria (130) collegata al generatore di segnale di riferimento ed al circuito ricevitore e che risponde al primo segnale di cadenzamento per produrre un segnale usato dal circuito ricevitore per ridurre una frequenza del segnale di ricezione modulato;

un circuito di controllo (114);

caratterizzato dal fatto che:

un circuito (134) di distribuzione di frequenza è collegato fra il generatore di segnale di riferimento ed il circuito di controllo per modulare il primo segnale di cadenzamento con un segnale di distribuzione di frequenza per produrre un segnale di cadenzamento modulato comprendente componenti di frequenze armoniche modulate, in cui un livello di potenza delle componenti delle frequenze armoniche del primo segnale di cadenzamento viene distribuito attraverso una larghezza di ban

da di frequenze superiore alla prima larghezza di banda, per cui vengono ridotte le interferenze con il segnale di ricezione modulato all'interno della prima larghezza di banda; e

il circuito di controllo viene collegato al circuito di distribuzione di frequenza per ricevere il segnale di cadenzamento modulato ed operante ad una frequenza in conformità con il segnale di cadenzamento modulato.

2. Dispositivo di comunicazione secondo la rivendicazione 1, ulteriormente caratterizzato dal fatto che un circuito interruttore (208) viene collegato al circuito di distribuzione di frequenza per disabilitare la modulazione con il segnale di distribuzione di frequenza.

3. Dispositivo di comunicazione secondo la rivendicazione 2, ulteriormente caratterizzato dal fatto che il circuito interruttore (208) riceve un segnale di polarizzazione ed un segnale di modulazione di distribuzione, il segnale di polarizzazione commutando il circuito interruttore nello stato chiuso (ON) e nello stato aperto (OFF) per far passare selettivamente il segnale di modulazione di distribuzione.

4. Dispositivo di comunicazione secondo la rivendicazione 3, ulteriormente caratterizzato dal fatto

che il circuito interruttore (208) comprende un transistor (322) polarizzato dal segnale di polarizzazione, l'ampiezza del segnale di polarizzazione essendo regolata in modo da regolare l'ampiezza del segnale di distribuzione di frequenza emesso in uscita dal circuito interruttore.

5. Dispositivo di comunicazione secondo la rivendicazione 3, ulteriormente caratterizzato dal fatto che il circuito di controllo viene collegato al circuito interruttore per fornire il segnale di polarizzazione e viene applicato alla circuiteria di controllo del circuito ricevitore in modo da selezionare un canale da un gruppo di possibili canali ed in cui il segnale di polarizzazione viene selezionato in modo da disabilitare il circuito interruttore in maniera tale che il primo segnale di cadenzamento venga modulato con il segnale di modulazione di distribuzione di frequenza soltanto per un predeterminato sottogruppo del gruppo dei possibili canali.

6. Dispositivo di comunicazione secondo la rivendicazione 2, ulteriormente caratterizzato dal fatto che il circuito di distribuzione di frequenza comprende un sommatore (206) collegato al circuito interruttore ed al generatore di segnali di riferimento per combinare l'uscita del circuito interruttore con il primo se-

gnale di cadenzamento.

7. Dispositivo di comunicazione secondo la rivendicazione 1, ulteriormente caratterizzato dal fatto che il segnale di distribuzione di frequenza è un segnale a frequenza sostanzialmente costante avente una frequenza sostanzialmente inferiore alla frequenza del primo segnale di cadenzamento.

8. Dispositivo di comunicazione secondo la rivendicazione 1, ulteriormente caratterizzato dal fatto che il circuito di controllo controlla il circuito di distribuzione di frequenza in modo da modulare il primo segnale di cadenzamento con il segnale di distribuzione di frequenza quando il segnale di ricezione modulato presenta una frequenza prossima ad una armonica del primo segnale di cadenzamento e controlla il circuito di distribuzione di frequenza in modo da non modulare il primo segnale di cadenzamento con il segnale di distribuzione di frequenza quando il segnale di ricezione modulato presenta una frequenza sostanzialmente diversa da una armonica del primo segnale di cadenzamento.

9. Dispositivo di comunicazione secondo la rivendicazione 8, ulteriormente caratterizzato dal fatto che il circuito di distribuzione di frequenza comprende un circuito interruttore (208) avente un ingresso di controllo di polarizzazione ed un ingresso collegato

per ricevere il segnale di distribuzione di frequenza.

10. Dispositivo di comunicazione secondo la rivendicazione 9, ulteriormente caratterizzato dal fatto che il circuito di controllo è collegato al circuito in terruttore per fornire il segnale di polarizzazione ed è collegato al circuito ricevitore per controllare il circuito ricevitore in modo da selezionare un canale da un gruppo di possibili canali ed in cui il segnale di polarizzazione controlla il circuito interruttore in modo da far passare il segnale di distribuzione di frequenza soltanto per un sottogruppo del gruppo di possibili canali.

Roma, 26 FEB. 1997

P.P. MOTOROLA, INC.

ING. BARZANO' & ZANARDO ROMA S.p.A.

UN MANDATARIO
per se e per gli altri
Antonio Talierno
(N° d'iscr. 171)

TA/cc/ec 14414

Talierno



ING. BARZANO' & ZANARDO ROMA S.p.A.

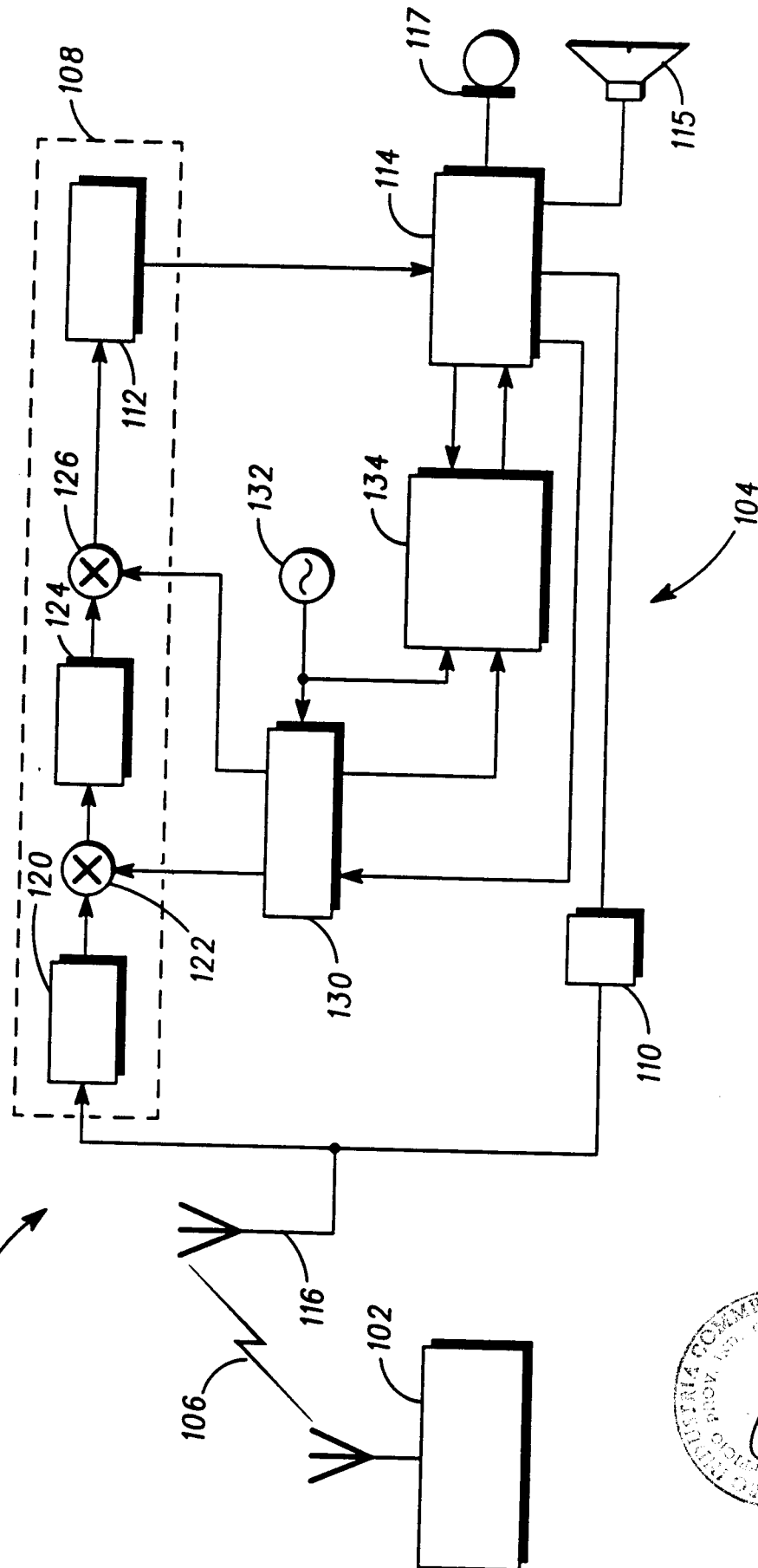
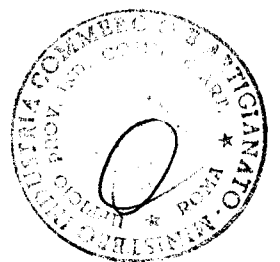


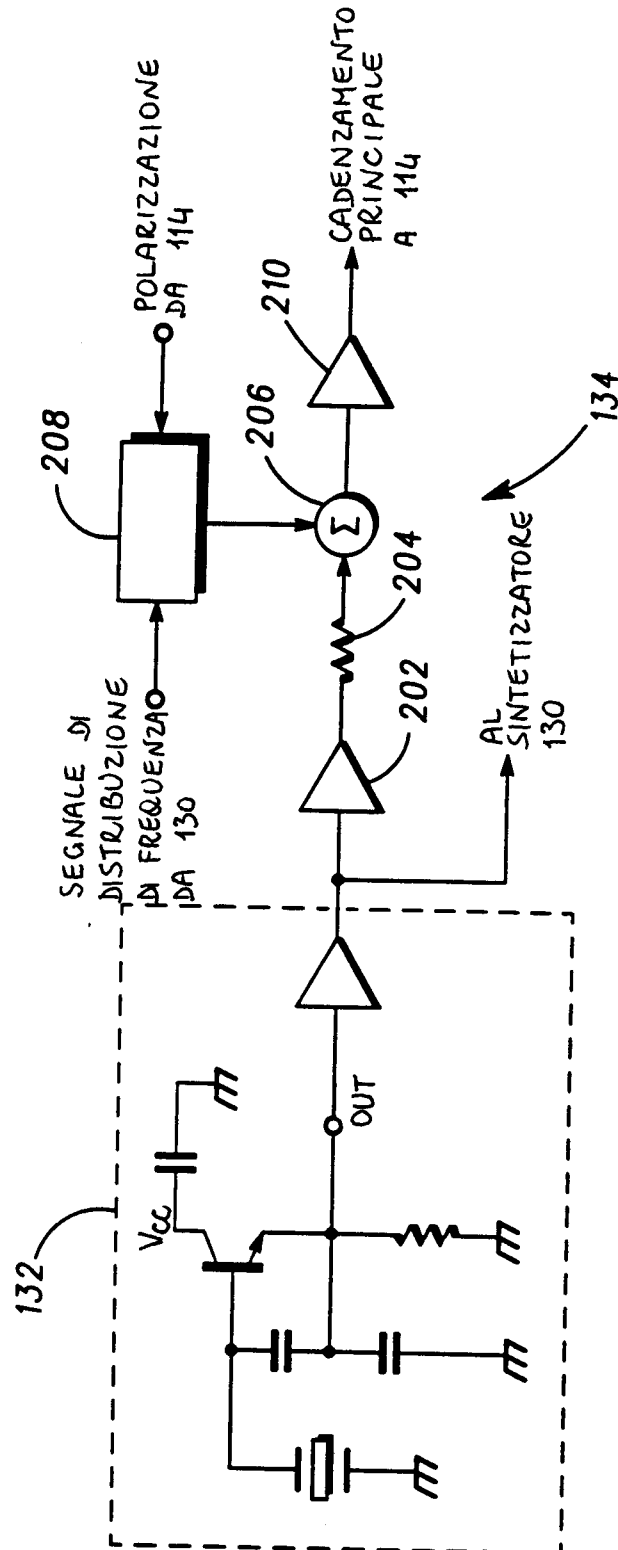
FIG. 1

UN MANDATARIO
per se e per gli altri
Antonio Talierno
(N° d'iscr. 171)

Talierno

p.p.: MOTOROLA, INC.
ING. BARZANO' & ZANARDO ROMA S.p.A.





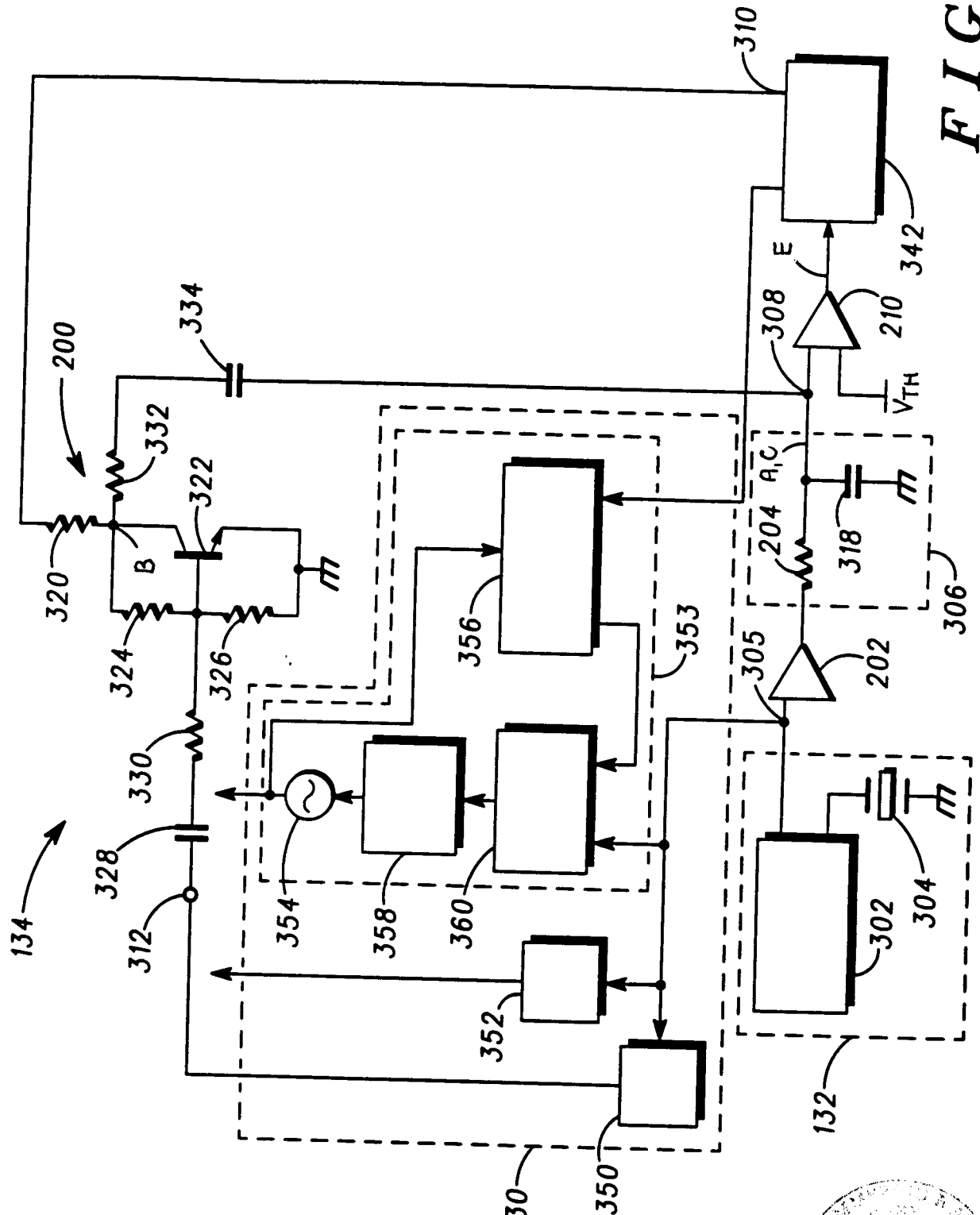
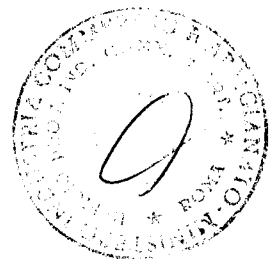


FIG. 3



p.p.: MOTOROLA, INC.
ING. BARZANO' & ZANARDO ROMA S.p.A.

UN MANDATARIO
per se e per gli altri
Antonio Taliervo
(N° d'ispr. 171)

4 / 4

RM 97 A 000 105

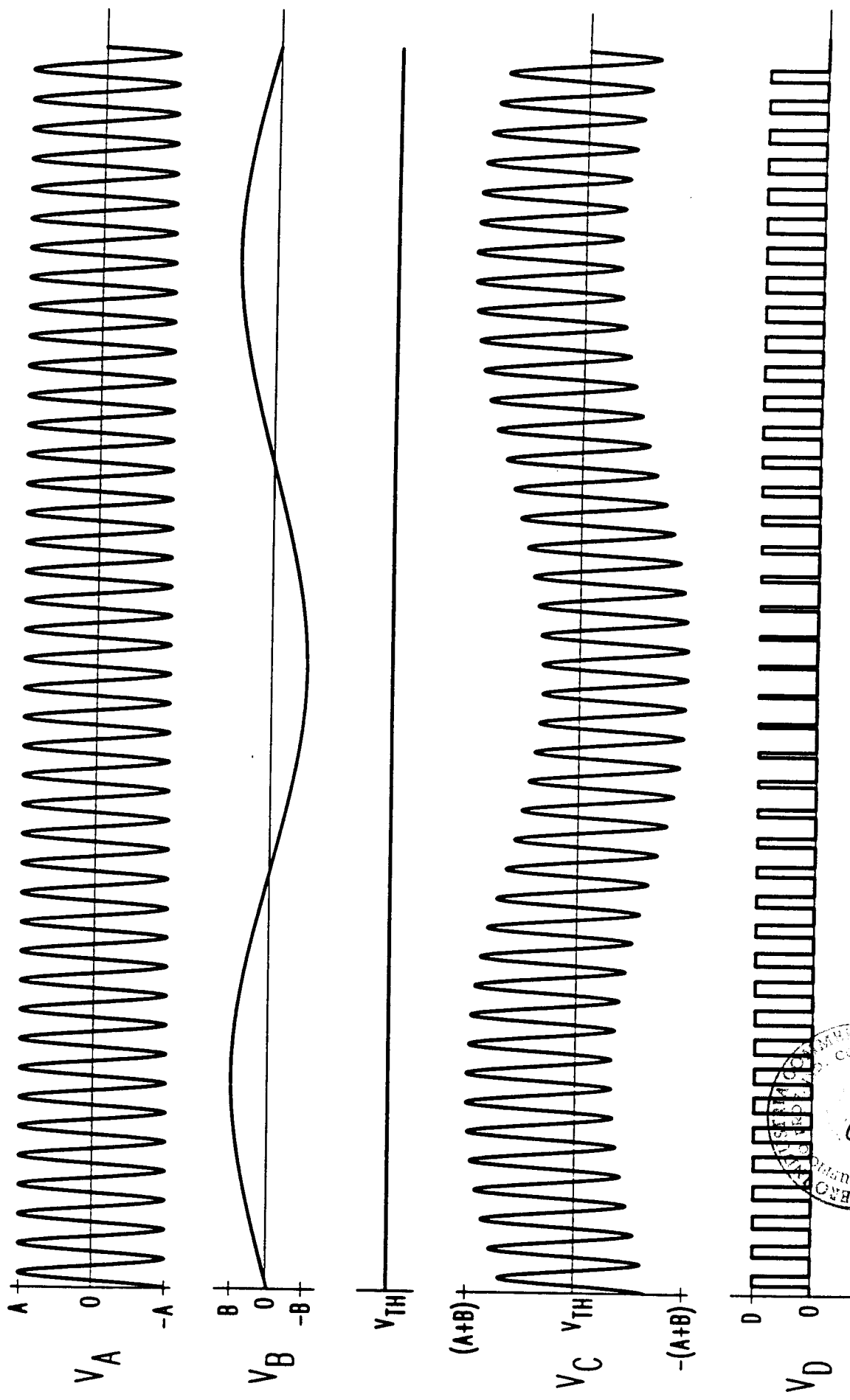


FIG. 4

