

**Traduzione Brevetto Europeo N. 2954524 a nome QUALCOMM Incorporated,  
dal titolo: “SISTEMI E METODI PER ESEGUIRE IL CONTROLLO DI  
GUADAGNO”**

## **Descrizione**

### **RIFERIMENTO INCROCIATO ALLE DOMANDE CORRELATE**

[0001] La presente domanda rivendica la priorità dalla domanda di brevetto provvisoria statunitense in comproprietà n. 61/762,803 depositata l'8 febbraio 2013 e dalla domanda di brevetto non provvisoria statunitense n. 13/959,090 depositata il 5 agosto 2013.

### **AMBITO**

[0002] La presente divulgazione si riferisce in generale all'elaborazione di segnali.

### **DESCRIZIONE DELLA TECNICA CORRELATA**

[0003] I progressi della tecnologia hanno portato a dispositivi di calcolo più piccoli e più potenti. Ad esempio, attualmente esistono una pluralità di dispositivi di calcolo personali portatili, inclusi dispositivi di calcolo wireless, come i telefoni wireless portatili, palmari “PDA”), e dispositivi cercapersone che sono piccoli, leggeri, e facilmente trasportati dagli utilizzatori. Più specificamente, i telefoni wireless portatili, come i telefoni cellulari e i telefoni Internet Protocol (IP), possono comunicare pacchetti vocali e di dati sulle reti wireless. Inoltre, molti di tali telefoni wireless includono altri tipi di dispositivi che sono incorporati in essi. Ad esempio, un telefono wireless può anche includere una fotocamera digitale, una videocamera digitale, un registratore digitale, e un lettore di file audio.

[0004] Nei sistemi telefonici tradizionali (ad esempio, le reti telefoniche pubbliche commutate (PSTN)), la larghezza di banda del segnale è limitata all'intervallo di frequenze da 300 Hertz (Hz) a 3,4 chiloHertz (kHz). Nelle applicazioni a banda larga

(WB), come la telefonia cellulare e la voce tramite protocollo Internet (VoIP), la larghezza di banda del segnale può estendere l'intervallo di frequenze da 50 Hz a 7 kHz. Le tecniche di codifica a banda super larga (SWB) supportano la larghezza di banda che si estende fino a circa 16 kHz. Estendere la larghezza di banda del segnale dalla telefonia a banda stretta a 3,4 kHz alla telefonia SWB di 16 kHz può migliorare la qualità della ricostruzione di segnale, l'intelligibilità, e la naturalezza.

[0005] Le tecniche di codifica SWB prevedono tipicamente codificare e trasmettere la porzione di frequenza più bassa del segnale (ad esempio, da 50 Hz a 7 kHz, chiamata anche "banda bassa"). Ad esempio, la banda bassa può essere rappresentata utilizzando parametri di filtro e/o un segnale di eccitazione a banda bassa. Tuttavia, al fine di migliorare l'efficienza di codifica, la porzione di frequenza più alta del segnale (ad esempio, da 7 kHz a 16 kHz, chiamata anche "banda alta") può non essere completamente codificata e trasmessa. Invece, un ricevitore può utilizzare la modellazione del segnale per prevedere la banda alta. In alcune implementazioni, i dati associati alla banda alta possono essere forniti al ricevitore per contribuire alla previsione. Tali dati possono essere denominati "side information", e possono includere informazioni di guadagno, frequenze spettrali di linea (LSF, denominate anche coppie spettrali lineari (LPS), eccetera. La previsione di banda alta che utilizza un modello di segnale può essere abbastanza precisa quando il segnale a banda bassa è sufficientemente correlato al segnale a banda alta. Tuttavia, in presenza di rumore, la correlazione tra la banda bassa e la banda alta può essere debole, e il modello di segnale non può più essere in grado di rappresentare con precisione la banda alta. Questo può portare ad artifici (ad esempio, un parlato distorto) nel ricevitore.

[0006] US 2011/099004 descrive un metodo per determinare un segnale vocale a banda larga da un segnale vocale a banda stretta.

## SOMMARIO

[0007] Sono divulgati sistemi e metodi per eseguire il controllo di guadagno. Le tecniche descritte includono determinare se un segnale audio da codificare per la trasmissione include un componente (ad esempio, rumore) che può portare ad artifici udibili durante la ricostruzione del segnale audio. Ad esempio, il modello di segnale può interpretare il rumore come dati vocali, il che può portare all'utilizzo di informazioni di guadagno errate per rappresentare il segnale audio. Secondo le tecniche descritte, in presenza di condizioni di rumore, l'attenuazione di guadagno e/o il lisciamiento di guadagno possono essere eseguiti per regolare i parametri di guadagno utilizzati per rappresentare il segnale da trasmettere. Tali regolazioni possono portare a una ricostruzione più precisa del segnale nel ricevitore, riducendo così gli artifici udibili.

[0008] In una forma di realizzazione particolare, un metodo include determinare, in base a uno spazio inter-coppia spettrale lineare (LSP) corrispondente a una porzione a banda alta di un segnale audio, che il segnale audio include un componente corrispondente a una condizione di generazione di artificio. Il metodo include anche, in risposta alla determinazione che il segnale audio include il componente, regolare un parametro di guadagno corrispondente al segnale audio.

[0009] In un'altra forma di realizzazione particolare, il metodo include confrontare uno spazio inter-coppia spettrale lineare (LSP) associato a un frame di una porzione a banda larga di un segnale audio con almeno una soglia. Il metodo include anche regolare un parametro di guadagno di codifica vocale corrispondente al segnale audio (ad esempio, un parametro di guadagno codec per un guadagno digitale utilizzato in un sistema di codifica vocale) almeno parzialmente in base a un risultato del confronto.

[0010] In un'altra forma di realizzazione particolare, un apparecchio include un circuito di rilevazione di rumore configurato per determinare, in base a uno spazio inter-coppia spettrale lineare (LSP) corrispondente a una porzione a banda alta di un segnale audio, che il segnale audio include un componente corrispondente a una condizione di generazione di artificio. L'apparecchio include anche un'attenuazione di guadagno e un circuito di lisciamiento sensibile al circuito di rilevazione di rumore e configurato per, in risposta alla determinazione che il segnale audio include il componente, regolare un parametro di guadagno corrispondente al segnale audio.

[0011] In un'altra forma di realizzazione particolare, un apparecchio include mezzi per determinare, in base a uno spazio inter-coppia spettrale lineare (LSP) corrispondente a una porzione a banda alta di un segnale audio, che il segnale audio include un componente corrispondente a una condizione di generazione di artificio. L'apparecchio include anche mezzi per regolare un parametro di guadagno corrispondente al segnale audio in risposta alla determinazione che il segnale audio include il componente.

[0012] In un'altra forma di realizzazione particolare, un supporto leggibile da computer non transitorio include istruzioni che, quando eseguite da un computer, fanno in modo che il computer determini, in base a uno spazio inter-coppia spettrale lineare (LSP) corrispondente a una porzione a banda larga di un segnale audio, che il segnale audio include un componente corrispondente a una condizione di generazione di artificio. Le istruzioni sono anche eseguibili per fare in modo che il computer regoli un parametro di guadagno corrispondente al segnale audio in risposta alla determinazione che il segnale audio include il componente.

[0013] Vantaggi particolari forniti da almeno una delle forme di realizzazione divulgate includono una capacità di rilevare componenti che inducono artifici (ad

esempio, rumore) e di eseguire selettivamente il controllo di guadagno (ad esempio, attenuazione di guadagno e/o lisciamiento di guadagno) in risposta alla rilevazione di tali componenti che inducono artifici, che può portare a una ricostruzione del segnale più precisa in un ricevitore e a meno artifici udibili. Altri aspetti, vantaggi, e caratteristiche della presente divulgazione risulteranno evidenti dopo l'esame dell'intera domanda, incluse le seguenti sezioni: Breve descrizione dei disegni, Descrizione dettagliata, e Rivendicazioni.

### **BREVE DESCRIZIONE DEI DISEGNI**

[0014] La FIG. 1 è un diagramma per illustrare una forma di realizzazione particolare di un sistema che è azionabile per eseguire il controllo di guadagno;

La FIG. 2 è un diagramma per illustrare esempi di componente che induce artifici, un segnale ricostruito corrispondente che include artifici, e un segnale ricostruito corrispondente che non include gli artifici;

La FIG. 3 è un diagramma di flusso per illustrare una forma di realizzazione particolare di un metodo per eseguire il controllo di guadagno;

La FIG. 4 è un diagramma di flusso per illustrare un'altra forma di realizzazione particolare di un metodo per eseguire il controllo di guadagno;

La FIG. 5 è un diagramma di flusso per illustrare un'altra forma di realizzazione particolare di un metodo per eseguire il controllo di guadagno; e

La FIG. 6 è un diagramma a blocchi di un dispositivo wireless azionabile per eseguire operazioni di elaborazione di segnale secondo i sistemi e i metodi delle FIGG. da 1 a 5.

### **DESCRIZIONE DETTAGLIATA**

[0015] Con riferimento alla FIG. 1 una forma di realizzazione particolare di un sistema che è azionabile per eseguire un controllo di guadagno è mostrata e

generalmente indicata con 100. In una forma di realizzazione particolare, il sistema 100 può essere integrato in un sistema o apparecchio di codifica (ad esempio, in un telefono wireless o codificatore/decodificatore (CODEC)).

**[0016]** Si noti che nella seguente descrizione, varie funzioni eseguite dal sistema 100 di FIG. 1 sono descritte come eseguite da certi componenti o moduli. Tuttavia, questa divisione di componenti e moduli è soltanto a scopo illustrativo. In una forma di realizzazione alternativa, una funzione eseguita da un particolare componente o modulo può invece essere divisa tra molteplici componenti o moduli. Tuttavia, in una forma di realizzazione alternativa, due o più componenti o moduli di FIG. 1 possono essere integrati in un singolo componente o modulo. Ciascun componente o modulo illustrato in FIG. 1 può essere implementato utilizzando un dispositivo hardware (ad esempio, un field-programmable gate array (FPGA), un circuito integrato per applicazioni specifiche (ASIC), un processore di segnale digitale (DSP), un controllore, ecc.), software (ad esempio, istruzioni eseguibili da un processore), o qualsiasi combinazione relativa.

**[0017]** Il sistema 100 include un banco di filtri di analisi 110 che è configurato per ricevere un segnale audio di entrata 102. Ad esempio, il segnale audio di entrata 102 può essere fornito da un microfono o da un altro dispositivo di entrata. In una forma di realizzazione particolare, il segnale audio di entrata 102 può includere il parlato. Il segnale audio di entrata può essere un segnale di banda super larga (SWB) che include dati nell'intervallo di frequenze da approssimativamente 50 Hertz (Hz) ad approssimativamente 16 Chilohertz (kHz). Il banco di filtri di analisi 110 può filtrare il segnale audio di entrata 102 in molteplici porzioni in base alla frequenza. Ad esempio, il banco di filtri di analisi 110 può generare un segnale a banda bassa 122 e un segnale a banda alta 124. Il segnale a banda bassa 122 e il segnale a banda alta

124 possono avere larghezze di banda uguali o diverse, e possono essere sovrapposti o non sovrapposti. In una forma di realizzazione alternativa, il banco di filtri di analisi 110 può generare più di due uscite.

**[0018]** Nell'esempio di FIG. 1, il segnale a banda bassa 122 e il segnale a banda alta 124 occupano bande di frequenze non sovrapposte. Ad esempio, il segnale a banda bassa 122 e il segnale a banda alta 124 possono occupare frequenze non sovrapposte di 50 Hz-7 kHz e 7 kHz-16 kHz. In una forma di realizzazione alternativa, il segnale a banda bassa 122 e il segnale a banda alta 124 possono occupare frequenze non sovrapposte di 50 Hz-8 kHz e 8 kHz-16 kHz. In ancora un'altra forma di realizzazione alternativa, il segnale a banda bassa 122 e il segnale a banda alta 124 possono sovrapporsi (ad esempio, 50 Hz-8 kHz e 7 kHz-16 kHz), il che può consentire a un filtro passa-basso e un filtro passa-alto del banco di filtri di analisi 110 di avere un rolloff graduale, che può semplificare la realizzazione e ridurre i costi del filtro passa-basso e del filtro passa-alto. La sovrapposizione del segnale a banda bassa 122 e del segnale a banda alta 124 può anche consentire la miscelazione graduale dei segnali a banda bassa e a banda alta in un ricevitore, che può portare a un numero inferiore di artifici udibili.

**[0019]** Si noti che, anche se l'esempio di FIG. 1 illustra l'elaborazione di un segnale SWB, questo è soltanto a scopo illustrativo. In una forma di realizzazione alternativa, il segnale audio di entrata 102 può essere un segnale a banda larga (WB) avente un intervallo di frequenze da approssimativamente 50 Hz ad approssimativamente 8 kHz. In una tale forma di realizzazione, il segnale a banda bassa 122 può corrispondere a un intervallo di frequenze da approssimativamente 50 Hz ad approssimativamente 6,4 kHz e il segnale a banda alta 124 può corrispondere a un intervallo di frequenze da approssimativamente 6,4 kHz ad approssimativamente 8

kHz. Si noti anche che i vari sistemi metodi nella presente sono descritti come rilevanti il rumore a banda alta ed eseguenti varie operazioni in risposta al rumore a banda alta. Tuttavia, questo è soltanto a scopo esemplificativo. Le tecniche illustrate con riferimento alle FIGG. da 1 a 6 possono anche essere eseguite nel contesto del rumore a banda bassa.

[0020] Il sistema 100 può includere un modulo di analisi a banda bassa 130 configurato per ricevere il segnale a banda bassa 122. In una forma di realizzazione particolare, il modulo di analisi a banda bassa 130 può rappresentare una forma di realizzazione di un codificatore code-excited linear prediction (CELP). Il modulo di analisi a banda bassa 130 può includere un'analisi di previsione lineare (LP) e un modulo di codifica 132, un modulo di trasformata 134 da coefficiente di previsione lineare (LPC) a coppia spettrale lineare (LSP), e un quantizzatore 136. Le LSP possono anche essere denominate frequenze spettrali lineari (LSF), e i due termini possono essere utilizzati nella presente in modo intercambiabile. L'analisi LP e il modulo di codifica 132 possono codificare un involuppo spettrale del segnale a banda bassa 122 come insieme di LPC. Gli LPC possono essere generati per ciascun frame di audio (ad esempio, 20 millisecondi (ms) di audio, corrispondenti a 320 campioni a una velocità di campionamento di 16 kHz), ciascun sotto-frame di audio (ad esempio, 5 ms di audio), o qualsiasi combinazione relativa. Il numero di LPC generati per ciascun frame o sotto-frame può essere determinato dall' "ordine" dell'analisi LP eseguita. In una forma di realizzazione particolare, l'analisi LP e il modulo di codifica 132 possono generare un insieme di undici LPC corrispondenti a un'analisi LP di decimo ordine.

[0021] Il modulo di trasformata 134 da LPC a LSP può trasformare l'insieme di LPC generati dall'analisi LP e il modulo di codifica 132 in un insieme corrispondente di

LSP (ad esempio, utilizzando una trasformata one-to-one). In alternativa, l'insieme di LPC possono essere trasformati uno ad uno in un insieme corrispondente di coefficienti parcor, valori log-area-ratio, coppie spettrali di immettenza (ISP) o frequenze spettrali di immettenza (ISF). La trasformata tra l'insieme di LPC e l'insieme di LSP può essere reversibile senza errore.

[0022] Il quantizzatore 136 può quantizzare l'insieme di LSP generate dal modulo di trasformata 134. Ad esempio, il quantizzatore 136 può includere o essere accoppiato a molteplici codebook che includono molteplici ingressi (ad esempio, vettori). Per quantizzare l'insieme di LSP, il quantizzatore 136 può identificare ingressi di codebook che sono "i più vicini all'" insieme di LSP (ad esempio, basati su una misurazione di distorsione come i minimi quadrati o l'errore quadratico medio). Il quantizzatore 136 può emettere un valore di indice o serie di valori di indice corrispondenti alla posizione degli ingressi identificati nei codebook. L'emissione del quantizzatore 136 può quindi rappresentare parametri di filtro a banda bassa che sono inclusi in un bitstream a banda bassa 142.

[0023] Il modulo di analisi a banda bassa 130 può anche generare un segnale di eccitazione a banda bassa 144. Ad esempio, il segnale di eccitazione a banda bassa 144 può essere un segnale codificato che è generato quantizzando un segnale residuo LP che è generato durante il processo LP eseguito dal modulo di analisi a banda bassa 130. Il segnale LP residuo può rappresentare un errore di previsione.

[0024] Il sistema 100 può inoltre includere un modulo di analisi a banda alta 150 configurato per ricevere il segnale a banda alta 124 dal banco di filtri di analisi 110 e il segnale di eccitazione a banda bassa 144 dal modulo di analisi a banda bassa 130. Il modulo di analisi a banda alta 150 può generare informazioni di lato a banda alta 172 in base al segnale a banda alta 124 e al segnale di eccitazione a banda bassa 144.

Ad esempio, le informazioni di lato a banda alta 172 possono includere LSP a banda alta e/o informazioni di guadagno (ad esempio, in base ad almeno un rapporto tra l'energia a banda alta e l'energia a banda bassa), come descritto ulteriormente nella presente.

[0025] Il modulo di analisi a banda alta 150 può includere un generatore di eccitazione a banda alta 160. Il generatore di eccitazione a banda alta 160 può generare un segnale di eccitazione a banda alta estendendo uno spettro del segnale di eccitazione a banda bassa 144 nell'intervallo di frequenze a banda alta (ad esempio, 7 kHz-16 kHz). A scopo illustrativo, il generatore di eccitazione a banda alta 160 può applicare una trasformata al segnale di eccitazione a banda bassa (ad esempio, una trasformata non lineare come un'operazione al quadrato o valore assoluto) e può mescolare il segnale di eccitazione a banda bassa trasformato con un segnale di rumore (ad esempio, un rumore bianco modulato secondo un involuppo corrispondente al segnale di eccitazione a banda bassa 144) per generare il segnale di eccitazione a banda alta. Il segnale di eccitazione a banda alta può essere utilizzato per determinare uno o più parametri di guadagno a banda alta che sono inclusi nelle informazioni di lato a banda alta 172.

[0026] Il modulo di analisi a banda alta 150 può anche includere un modulo di codifica e analisi LP 152, un modulo di trasformata da LPC a LSP 154, e un quantizzatore 156. Ciascuno dei modulo di codifica e analisi LP 152, modulo di trasformata 154, e quantizzatore 156 possono funzionare come descritto sopra con riferimento ai componenti corrispondenti del modulo di analisi a banda bassa 130, ma a una risoluzione comparativamente ridotta (ad esempio, utilizzando meno bit per ciascun coefficiente, LSP, ecc.). In un'altra forma di realizzazione esemplificativa, il quantizzatore a banda alta 156 può utilizzare la quantizzazione scalare in cui un

sottoinsieme di coefficienti LSP sono quantizzati individualmente utilizzando un numero predefinito di bit. Ad esempio, il modulo di codifica e analisi LP 152, il modulo di trasformata 154, e il quantizzatore 156 possono utilizzare il segnale a banda alta 124 per determinare informazioni di filtro a banda alta (ad esempio, LSP a banda alta) che sono incluse nelle informazioni di lato a banda alta 172. In una forma di realizzazione particolare, le informazioni di lato a banda alta 172 possono includere LSP a banda alta nonché parametri di guadagno a banda alta. In presenza di certi tipi di rumore, i parametri di guadagno a banda alta possono essere generati come risultato dell'attenuazione di guadagno e/o del lisciamiento di guadagno eseguiti da un modulo di attenuazione e lisciamiento di guadagno 162, come descritto ulteriormente nella presente.

[0027] Il bitstream a banda bassa 142 e le informazioni di lato a banda alta 172 possono essere multiplate mediante un moltiplicatore (MUX) 180 per generare un bitstream di uscita 192. Il bitstream di uscita 192 può rappresentare un segnale audio codificato corrispondente al segnale audio di entrata 102. Ad esempio, il bitstream di uscita 192 può essere trasmesso (ad esempio, su un canale cablato, wireless, o ottico) e/o memorizzato. In un ricevitore, le operazioni inverse possono essere eseguite da un demoltiplicatore (DEMUX), un decodificatore a banda bassa, un decodificatore a banda alta, e un banco di filtri per generare un segnale audio (ad esempio, una versione ricostruita del segnale audio di entrata 102 che è fornito a un altoparlante o a un altro dispositivo di uscita). Il numero di bit utilizzati per rappresentare il bitstream a banda bassa 142 può essere sostanzialmente più grande rispetto al numero di bit utilizzati per rappresentare le informazioni di lato a banda alta 172. Pertanto, la maggior parte dei bit nel bitstream di uscita 192 rappresenta dati a banda bassa. Le informazioni di lato a banda alta 172 possono essere utilizzate in un

ricevitore per rigenerare il segnale a banda alta dai dati a banda bassa secondo un modello di segnale. Ad esempio, il modello di segnale può rappresentare un insieme previsto di rapporti o correlazioni tra dati a banda bassa (ad esempio, il segnale a banda bassa 122) e dati a banda alta (ad esempio, il segnale a banda alta 124). Pertanto, modelli di segnale diversi possono essere utilizzati per tipi diversi di dati audio (ad esempio, vocali, musica, ecc.), e il modello di segnale particolare che è in uso può essere negoziato da un trasmettitore e da un ricevitore (o definito da uno standard industriale) prima della comunicazione di dati audio codificati. Utilizzando il modello di segnale, il modulo di analisi a banda alta 150 in un trasmettitore può essere in grado di generare le informazioni di lato a banda alta 172 in modo tale che un modulo di analisi a banda alta corrispondente in un ricevitore sia in grado di utilizzare il modello di segnale per ricostruire il segnale a banda alta 124 dal bitstream di uscita 192.

**[0028]** In presenza di rumore di fondo, tuttavia, la sintesi a banda alta nel ricevitore può portare ad artifici importanti, perché una correlazione insufficiente tra la banda bassa e la banda alta può fare in modo che il modello di segnale sottostante operi in modo subottimale nella ricostruzione di segnale affidabile. Ad esempio, il modello di segnale può interpretare erroneamente i componenti di rumore nella banda alta come il parlato, e può pertanto causare la generazione di parametri di guadagno che tentano di replicare il rumore in modo impreciso in un ricevitore, portando ad artifici importanti. Esempi di tali condizioni di generazione di artificio includono, ma non si limitano a, rumori ad alta frequenza come clacson e freni striduli. A scopo illustrativo, un primo spettrogramma 210 in FIG. 2 illustra un segnale audio avente due componenti corrispondenti a condizioni di generazione di artificio, illustrato come rumore a banda alta avente un'energia di segnale relativamente grande. Un secondo

spettrogramma 220 illustra gli artifici risultanti nel segnale ricostruito dovuti alla sovrastima dei parametri di guadagno a banda alta.

**[0029]** Per ridurre tali artifici, il modulo di analisi a banda alta 150 può eseguire un controllo di guadagno a banda alta. Ad esempio, il modulo di analisi a banda alta 150 può includere un modulo di rilevazione di componente che induce un artificio 158 che è configurato per rilevare componenti di segnale (ad esempio, le condizioni di generazione di artificio mostrate nel primo spettrogramma 210 di FIG. 2) che probabilmente porteranno ad artifici udibili, durante la riproduzione. In presenza di tali componenti, il modulo di analisi a banda alta 150 può causare la generazione di un segnale di codifica che riduce almeno parzialmente un effetto udibile di tali artifici. Ad esempio, il modulo di attenuazione e lisciamiento di guadagno 162 può eseguire l'attenuazione di guadagno e/o il lisciamiento di guadagno per modificare le informazioni o i parametri di guadagno inclusi nelle informazioni di lato a banda alta 172.

**[0030]** L'attenuazione di guadagno può includere ridurre un valore di guadagno modellato tramite l'applicazione di un'operazione esponenziale o lineare, come esempi illustrativi. Il lisciamiento di guadagno può includere calcolare una somma ponderata di guadagni modellati di un frame/sotto-frame corrente e uno o più frame/sotto-frame precedenti. Le informazioni di guadagno modificate possono portare a un segnale ricostruito secondo un terzo spettrogramma di FIG. 2, che è privo di (o ha un livello ridotto di) artifici mostrati nel secondo spettrogramma 220 di FIG. 2.

**[0031]** Uno o più test possono essere eseguiti per valutare se un segnale audio include una condizione di generazione di artifici. Ad esempio, un primo test può includere confrontare uno spazio inter-LSP minimo che è rilevato in un insieme di

LSP (ad esempio, LSP per un particolare frame del segnale audio) con una prima soglia. Un piccolo spazio tra LSP corrisponde a un segnale relativamente forte a un intervallo di frequenze relativamente ridotto. In una forma di realizzazione particolare, quando si determina che il segnale a banda alta 124 porta a un frame avente uno spazio inter-LSP minimo che è inferiore rispetto alla prima soglia, si determina la presenza di una condizione di generazione di artificio nel segnale audio e un'attenuazione di guadagno può essere attivata per il frame.

**[0032]** Come altro esempio, un secondo test può includere confrontare uno spazio inter-LSP minimo medio per frame consecutivi molteplici con una seconda soglia. Ad esempio, quando un frame particolare di un segnale audio ha uno spazio LSP minimo che è superiore rispetto alla prima soglia, ma inferiore rispetto a una seconda soglia, la presenza di una condizione di generazione di artificio può ancora essere determinata se uno spazio inter-LSP minimo medio per frame molteplici (ad esempio, una media ponderata dello spazio inter-LSP minimo per i quattro frame più recenti incluso il frame particolare) è inferiore rispetto a una prima soglia. Come risultato, l'attenuazione di guadagno può essere attivata per il frame particolare.

**[0033]** Come altro esempio, un terzo test può includere determinare se un frame particolare segue un frame ad attenuazione di guadagno del segnale audio. Se il frame particolare segue un frame ad attenuazione di guadagno, l'attenuazione di guadagno può essere attivata per il frame particolare in base allo spazio inter-LSP minimo del frame particolare essendo inferiore rispetto alla seconda soglia.

**[0034]** Sono descritti tre test a scopi illustrativi. L'attenuazione di guadagno per un frame può essere attivata in risposta a uno qualsiasi o più dei test (o combinazioni dei test) soddisfatti o in risposta a uno o più altri test o condizioni soddisfatti. Ad esempio, una forma di realizzazione particolare può includere determinare se attivare

o meno l'attenuazione di guadagno in base a un singolo test, come il primo test descritto sopra, senza applicare né il secondo né il terzo test. Forme di realizzazione alternative possono includere determinare se attivare o meno l'attenuazione di guadagno in base al secondo test senza applicare né il primo test né il terzo test, o in base al terzo test senza applicare né il primo test né il secondo test. Come altro esempio, una forma di realizzazione particolare può includere determinare se attivare o meno l'attenuazione di guadagno in base a due test, come il primo test e il secondo test, senza applicare il terzo test. Forme di realizzazione alternative possono includere determinare se attivare o meno l'attenuazione di guadagno in base al primo test e al terzo test senza applicare il secondo test, o in base al secondo test e al terzo test senza applicare il terzo test.

**[0035]** Quando l'attenuazione di guadagno è stata attivata per un frame particolare, anche il lisciamiento di guadagno può essere attivato per il frame particolare. Ad esempio, il lisciamiento di guadagno può essere eseguito determinando una media (ad esempio, una media ponderata) di un valore di guadagno per il frame particolare e un valore di guadagno per un frame precedente del segnale audio. La media determinata può essere utilizzata come il valore di guadagno per il frame particolare, riducendo una quantità di cambiamento dei valori di guadagno tra frame sequenziali del segnale audio.

**[0036]** Il lisciamiento di guadagno può essere attivato per un frame particolare in risposta alla determinazione che i valori LSP per il frame particolare deviano da una stima di evoluzione "lenta" dei valori LSP di meno di una quarta soglia e deviano da una stima di evoluzione "rapida" dei valori LSP di meno di una quinta soglia. Una quantità di deviazione dalla stima di evoluzione lenta può essere denominata velocità di evoluzione di LSP lenta. Una quantità di deviazione dalla stima di evoluzione

rapida può essere denominata velocità di evoluzione di LSP rapida e può corrispondere a una velocità di adattamento più rapida rispetto alla velocità di evoluzione di LSP lenta.

**[0037]** La velocità di evoluzione di LSP lenta può essere basata sulla deviazione da una media ponderale di valori LSP per frame sequenziali molteplici che pesa i valori LSP di uno o più frame precedenti in modo più pesante rispetto ai valori LSP di un frame corrente. La velocità di evoluzione di LSP lenta che ha un valore relativamente grande indica che i valori LSP cambiano a una velocità che non è indicativa di una condizione di generazione di artifici. Tuttavia, la velocità di evoluzione di LSP lenta avente un valore relativamente ridotto (ad esempio, inferiore alla quarta soglia) corrisponde al movimento lento delle LSP su frame molteplici, che può essere indicativo di una condizione di generazione di artificio in corso.

**[0038]** La velocità di evoluzione di LSP rapida può essere basata sulla deviazione da una media ponderata di valori LSP per frame sequenziali molteplici che pesa i valori LSP per un frame corrente in modo più pesante rispetto alla media ponderata per la velocità di evoluzione di LSP lenta. La velocità di evoluzione di LSP rapida avente un valore relativamente grande può indicare che i valori LSP cambiano a una velocità che non è indicativa di una condizione di generazione di artificio, e la velocità di evoluzione di LSP rapida avente un valore relativamente ridotto (ad esempio, inferiore alla quinta soglia) può corrispondere a cambiamento relativamente ridotto delle LSP su frame molteplici, che può essere indicativo di una condizione di generazione di artifici.

**[0039]** Anche se la velocità di evoluzione di LSP lenta può essere utilizzata per indicare quando è iniziata una condizione di generazione di artificio multi-frame, la velocità di evoluzione di LSP lenta può causare un ritardo nella rilevazione quando la

condizione di generazione di artificio multi-frame è terminata. Analogamente, anche se la velocità di evoluzione di LSP rapida può essere meno affidabile rispetto alla velocità di evoluzione di LSP lenta per rilevare quando è iniziata una condizione di generazione di artificio multi-frame, la velocità di evoluzione di LSP rapida può essere utilizzata per rilevare in modo più preciso quando una condizione di generazione di artificio multi-frame è terminata. Si può determinare che un evento di generazione di artificio multi-frame è in corso mentre la velocità di evoluzione di LSP lenta è inferiore alla quarta soglia e la velocità di evoluzione di LSP rapida è inferiore alla quinta soglia. Come risultato, il lisciamiento di guadagno può essere attivato per impedire aumenti improvvisi o fittizi dei valori di guadagno di frame mentre l'evento di generazione di artificio è in corso.

[0040] In una forma di realizzazione particolare, il modulo di rilevazione di componente che induce artifici 158 può determinare quattro parametri dal segnale audio per determinare se un segnale audio include un componente che porterà a artifici udibili-spazio inter-LSP minimo, una velocità di evoluzione di LSP lenta, una velocità di evoluzione di LSP rapida, e uno spazio inter-LSP minimo. Ad esempio, un processo LP di decimo ordine può generare un insieme di undici LPC che sono trasformati in dieci LSP. Il modulo di rilevazione di componente che induce artifici 158 può determinare, per un frame particolare di audio, uno spazio minimo (ad esempio, il più piccolo) tra due qualsiasi delle dieci LSP. Tipicamente, rumori improvvisi e acuti, come clacson e freni striduli, portano a LSP strettamente distanziati (ad esempio, il componente di rumore di 13 kHz "forte" nel primo spettrogramma 210 può essere strettamente circondato da LSP a 12,95 kHz e 13,05 kHz). Il modulo di rilevazione di componente che induce artifici 158 può anche determinare una velocità di evoluzione di LSP lenta e una velocità di evoluzione

rapida, come mostrato nel seguente pseudocodice di stile C++ che può essere eseguito da o implementato dal modulo di rilevazione di componente che induce artifici 158.

```

lsp_spacing = 0,5; //spazio LSP minimo di default
gammal = 0,7; //fattore di lisciamiento per velocità do evoluzione lenta
gamma2 = 0,3; // fattore di lisciamiento per velocità do evoluzione rapida
LPC_ORDER = 10; //ordine di codifica predittiva lineare eseguito
lsp_slow_evol_rate = 0;
lsp_fast_evol_rate = 0;
per (i = 0; i < LPC_ORDER; i++)
{ /* Stimare lo spazio inter-LSP, vale a dire, la distanza LSP tra il coefficiente i-th e
il coefficiente LSP (i-1)-th secondo quanto segue below */
lsp_spacing = min(lsp_spazio, ( i == 0 ? lsp_shb[0] : (lsp_shb[i] - lsp_shb[i -1]))); /*
Stimare l'errore nelle LSP da frame attuale a frame precedenti */
lsp_slow_evol_rate = lsp_slow_evol_rate + (lsp_shb[i] -
lsp_shb_slow_interpl[i])^2; lsp_fast_evol_rate = lsp_fast_evol_rate + (lsp_shb[i] -
lsp_shb_fast_interpl[i])^2;
/* Aggiornare le velocità di evoluzione di LSP, (LSP di interpolazione lenta/rapida
per il frame successivo) */
lsp_shb_slow_interpl[i] = gammal *
lsp_shb_slow_interpl[i] +
(1-gammal) * lsp_shb[i];
lsp_shb_fast_interpl[i] = gamma2
*lsp_shb_fast_interpl[i] +
(1-gamma2) * lsp_shb[i]; }

```

[0041] Il modulo di rilevazione di componente che induce artifici 158 può anche determinare uno spazio inter-LSP minimo medio ponderato secondo il seguente pseudocodice. Il seguente pseudocodice include anche reimpostare lo spazio inter-LSP in risposta a una transizione di modalità. Tali transizioni di modalità possono verificarsi in dispositivi che supportano molteplici modalità di codifica per la musica e/o il parlato. Ad esempio, il dispositivo può utilizzare una modalità CELT algebrica (ACELP) per il parlato e una modalità di codifica audio, vale a dire una codifica di segnale generico (GSC) per segnali di tipo musicale. In alternativa, in certe situazioni a velocità bassa, il dispositivo può determinare in base a parametri di caratteristiche (ad esempio, tonalità, movimento di passo, voicing, ecc.) che può essere utilizzata una modalità di trasformata discreta coseno modificata (MD-CT)/ACEP/GSC.

/\* reimpostare lo spazio LSP durante le transizioni di modalità, vale a dire, quando la modalità di codifica dell'ultimo frame è diversa dalla modalità di codifica del frame corrente \*/ THR1 = 0,008;

se(ultima modalità != modalità\_corrente && lsp\_spazio < THR1)

{

lsp\_shb\_spacing[0] = lsp\_spacing;

lsp\_shb\_spacing[1] = lsp\_spacing;

lsp\_shb\_spacing[2] = lsp\_spacing;

prevGainAttenuate = VERO;

}

/\* Calcolare lo spazio LSP medio ponderale rispetto al frame corrente e ai tre frame precedenti

\*/

WGHT1 = 0,1; WGHT2 = 0,2; WGHT3 = 0,3; WGHT4 = 0,4;

```

Average_lsp_shb_spacing = WGHT1 *
lsp_shb_spacing[0] +
WGHT2 * lsp_shb_spacing[1] +
WGHT3 * lsp_shb_spacing[2] +
WGHT4 * lsp_spacing;
/* Aggiornare l'ultimo buffer di spazio lsp */
lsp_shb_spacing[0]
= lsp_shb_spacing[1];
lsp_shb_spacing[1] = lsp_shb_spacing[2];
lsp_shb_spacing[2]
= lsp_spacing;

```

**[0042]** Dopo aver determinato lo spazio inter-LSP minimo, le velocità di evoluzione di LSP, e la distanza inter-LSP minima media, il modulo di rilevazione di componente che induce artifici 158 può confrontare i valori determinati con una o più soglie secondo il seguente pseudocodice per determinare se il rumore che induce artifici esiste nel frame di audio. Quando il rumore che induce artifici esiste, il modulo di rilevazione di componente che induce artifici 158 può attivare il modulo di attenuazione e lisciamiento di guadagno 162 affinché esegua l'attenuazione di guadagno e/o il lisciamiento di guadagno se applicabile.

THR1 = 0,008,

THR2 = 0,0032,

THR3 = 0,005,

THR4 = 0,001,

THR5 = 0,001,

Attenuazione di guadagno = FALSO,

Lisciamento di guadagno = FALSO

/\* Controllare le condizioni di seguito e attivare i parametri di attenuazione/lisciamento di guadagno.

Se lo spazio LSP è molto ridotto, allora è molto probabile che il rumore che induce artifici esista. \*/

se (lsp\_spacing <= THR2 ||

(lsp\_spacing < THR1 &&

(Average\_lsp\_shb\_spacing < THR3 ||

prevGainAttenuate = VERO))) )

{

Attenuazione di guadagno= VERO;

/\* Attivare il lisciamento di guadagno a seconda delle velocità di evoluzione \*/

se( lsp\_slow\_evol\_rate < THR4 && lsp\_fast\_evol\_rate < THR5) {

Lisciamento di guadagno = VERO;

}

}

/\* Aggiornare il flag di attenuazione di guadagno di frame precedente da usare nel frame successivo \*/

Attenuazione di guadagno precedente = Attenuazione di guadagno;

**[0043]** In una forma di realizzazione particolare, il modulo di attenuazione e lisciamento di guadagno 162 può eseguire selettivamente l'attenuazione e/o il lisciamento di guadagno secondo il seguente pseudocodice.

/\* Eseguire il lisciamento di guadagno se sono soddisfatte le seguenti condizioni\*/

gamma3 = 0,5;

se(GainSmooth == VERO && prevframe\_gain\_SHB < currentframe\_gain\_SHB)

```

{
Gain_SHB = gamma3 * prevframe_gain_SHB +
(1-gamma3) * currentframe_gain_SHB;
}

/* Eseguire l'attenuazione di guadagno se sono soddisfatte le seguenti condizioni*/
THR6 = 0,0024
K1 = 3;
alpha 1 = 0,8;
se( GainAttenuate = VERO && Average_lsp_shb_spacing <= THR6)
{
/* Se lo spazio LSP medio è inferiore a THR6, che è molto ridotta, il frame contiene
un componente di rumore molto importante, quindi utilizzare la ponderazione
esponenziale */
Gain_SHB = currentframe_gain_SHB^alpha1;
}
se (prevGainAttenuate == VERO && currentframe_gain_SHB >
K1 * prevframe_gain_SHB)
{
Gain_SHB = currentframe_gain_SHB * ALPHA1;
}
/* Aggiornare il frame di guadagno precedente da utilizzare nel frame successivo */
prevframe_gain_SHB = Gain_SHB;

```

**[0044]** Il sistema 100 di FIG. 1 può quindi eseguire il controllo di guadagno (ad esempio, l'attenuazione di guadagno e/o il lisciamiento di guadagno) per ridurre o prevenire artifici udibili dovuti al rumore in un segnale di entrata. Il sistema 100 di

FIG. 1 può quindi attivare una riproduzione più precisa di un segnale audio (ad esempio, un segnale vocale) in presenza di rumore che non è considerata dai modelli di segnale di codifica vocale.

[0045] Con riferimento alla FIG. 3, un diagramma di flusso di una forma di realizzazione particolare di un metodo per eseguire il controllo di guadagno è mostrata e generalmente indicata con 300. In una forma di realizzazione illustrativa, il metodo 300 può essere eseguito nel sistema 100 di FIG. 1.

[0046] Il metodo 300 può includere ricevere un segnale audio da codificare (ad esempio, tramite un modello di segnale di codifica vocale) in 302. In una forma di realizzazione particolare, il segnale audio può avere una larghezza di banda da approssimativamente 50 Hz ad approssimativamente 16 kHz e può includere il parlato. Ad esempio, in FIG. 1, il banco di filtri di analisi 110 può ricevere il segnale audio di entrata 102 che è codificato per essere riprodotto in un ricevitore.

[0047] Il metodo 300 può anche includere determinare, in base alle informazioni spettrali (ad esempio, distanza inter-LSP, velocità di evoluzione di LSP) corrispondenti al segnale audio, che il segnale audio include un componente corrispondente a una condizione di generazione di artifici, in 304. In una forma di realizzazione particolare, il componente che induce gli artifici può essere rumore, come il rumore ad alta frequenza mostrato nel primo spettrogramma 210 di FIG. 2. Ad esempio, in FIG. 1, il modulo di rilevazione di componente che induce artifici 158 può determinare in base alle informazioni spettrali che la porzione a banda alta del segnale audio 102 include tale rumore.

[0048] Determinare che il segnale audio include il componente può includere determinare uno spazio inter-LSP associato a un frame del segnale audio. Lo spazio inter-LSP può essere quello più piccolo di una pluralità di spazi inter-LSP

corrispondente a una pluralità di LSP generate durante la codifica predittiva lineare (LPC) di una porzione a banda alta del frame del segnale audio. Ad esempio, il segnale audio può essere determinato per includere il componente in risposta allo spazio inter-LSP essendo inferiore rispetto a una prima soglia. Come altro esempio, il segnale audio può essere determinato per includere il componente in risposta allo spazio inter-LSP essendo inferiore rispetto a una seconda soglia e uno spazio inter-LSP medio di frame molteplici essendo inferiore rispetto a una terza soglia. Come descritto in maggior dettaglio rispetto alla FIG. 5, il segnale audio può essere determinato per includere il componente in risposta a (1) lo spazio inter-LSP essendo inferiore a una seconda soglia, e (2) almeno uno tra: uno spazio inter-LSP medio essendo inferiore a una terza soglia o un'attenuazione di guadagno corrispondente a un altro frame del segnale audio essendo attivata, l'altro frame precedendo il frame del segnale audio. Anche se le condizioni per determinare se il segnale audio include il componente sono indicate con (1) e (2), tali indicazioni sono soltanto come riferimento e non impongono un ordine sequenziale di funzionamento. Invece, le condizioni (1) e (2) possono essere determinate in qualsiasi ordine l'una rispetto all'altra, o contemporaneamente (almeno parzialmente sovrapposte nel tempo).

**[0049]** Il metodo 300 può includere inoltre in risposta alla determinazione che il segnale audio include il componente, regolare un parametro di guadagno corrispondente al segnale audio, in 306. Ad esempio, in FIG. 1, il modulo di attenuazione e lisciamiento di guadagno 162 può modificare le informazioni di guadagno da includere nelle informazioni di lato a banda alta 172, che portano al bitstream di uscita codificato 192 a deviare dal modello di segnale. Il metodo 300 può terminare in 308.

**[0050]** Regolare il parametro di guadagno può includere attivare il lisciamiento di

guadagno per ridurre un valore di guadagno corrispondente a un frame del segnale audio. In una forma di realizzazione particolare, il lisciamiento di guadagno include determinare una media ponderata dei valori di guadagno che includono il valore di guadagno e un altro valore di guadagno corrispondente a un altro frame del segnale audio. Il lisciamiento di guadagno può essere attivato in risposta a una prima velocità di evoluzione di coppia spettrale lineare (LSP) associata al frame essendo inferiore rispetto a una quarta soglia e a una seconda velocità di evoluzione di LSP associata al frame essendo inferiore a una quinta soglia. La prima velocità di evoluzione di LSP (ad esempio, una velocità di evoluzione di LSP “lenta”) può corrispondere a una velocità di adattamento più lenta rispetto alla seconda velocità di evoluzione di LSP (ad esempio, una velocità di evoluzione di LSP “rapida”).

**[0051]** Regolare il parametro di guadagno può includere attivare l’attenuazione di guadagno per ridurre un valore di guadagno corrispondente a un frame del segnale audio. In una forma di realizzazione particolare, l’attenuazione di guadagno include applicare un’operazione esponenziale al valore di guadagno o applicare un’operazione lineare al valore di guadagno. Ad esempio, in risposta a una prima condizione di guadagno soddisfatta (ad esempio, il frame include uno spazio inter-LSP medio inferiore a una sesta soglia), un’operazione esponenziale può essere applicata al valore di guadagno. In risposta a una seconda condizione di guadagno soddisfatta (ad esempio, un’attenuazione di guadagno corrispondente a un altro frame del segnale audio attivato, l’altro frame precedendo il frame del segnale audio), un’operazione lineare può essere applicata al valore di guadagno. In forme di realizzazione particolari, il metodo 300 di FIG. 3 può essere implementato tramite dispositivo hardware (ad esempio, un field-programmable gate array (FPGA), un circuito integrato per applicazioni specifiche (ASIC) ecc.) di un’unità di elaborazione

come un'unità centrale di elaborazione(CPU), un processore di segnale digitale (DSP), o un controllore tramite un dispositivo firmware, o qualsiasi combinazione relativa. Come esempio, il metodo 300 di FIG. 3 può essere eseguito da un processore che esegue istruzioni, come descritto rispetto alla FIG. 6.

[0052] Con riferimento alla FIG. 4, un diagramma di flusso di una forma di realizzazione particolare di un metodo per eseguire il controllo di guadagno è mostrato e indicato generalmente con 400. In una forma di realizzazione illustrativa, il metodo 400 può essere eseguito nel sistema 100 di FIG. 1.

[0053] Uno spazio inter-coppia spettrale lineare (LSP) associato a un frame di un segnale audio è confrontato con almeno una soglia, in 402, e un parametro di guadagno corrispondente al segnale audio è regolato almeno parzialmente in base a un risultato del confronto, in 404. Anche se il confronto dello spazio inter-LSP con almeno una soglia può indicare la presenza di un componente di generazione di artificio nel segnale audio, il confronto non deve indicare la presenza effettiva di un componente di generazione di artifici. Ad esempio, una o più soglie utilizzate nel confronto possono essere impostate per fornire una probabilità maggiore che il controllo di guadagno sia eseguito quando un componente di generazione di artificio è presente nel segnale audio fornendo anche al contempo una probabilità maggiore che il controllo di guadagno sia eseguito senza un componente di generazione di artificio essendo presente nel segnale audio (ad esempio, un "falso positivo"). Pertanto, il metodo 400 può eseguire il controllo di guadagno senza determinare se un componente di generazione di artificio è presente nel segnale audio.

[0054] In una forma di realizzazione particolare, lo spazio inter-LSP è quello più piccolo di una pluralità di spazi inter-LSP corrispondente a una pluralità di LSP di una porzione a banda alta del frame del segnale audio. Regolare il parametro di

guadagno può includere attivare l'attenuazione di guadagno in risposta allo spazio inter-LSP essendo inferiore rispetto a una prima soglia. In alternativa, o in aggiunta, regolare il parametro di guadagno include attivare l'attenuazione di guadagno in risposta allo spazio inter-LSP essendo inferiore rispetto a una seconda soglia e uno spazio inter-LSP medio essendo inferiore rispetto a una terza soglia, in cui lo spazio inter-LSP medio è basato sullo spazio inter-LSP associato al frame e almeno un altro spazio inter-LSP associato ad almeno un altro frame del segnale audio.

**[0055]** Quando l'attenuazione di segnale è attivata, regolare il parametro di guadagno può includere applicare un'operazione esponenziale a un valore del parametro di guadagno in risposta a una prima condizione di guadagno essendo soddisfatta e applicare un'operazione lineare al valore del parametro di guadagno in risposta a una seconda condizione di guadagno essendo soddisfatta.

**[0056]** Regolare il parametro di guadagno può includere attivare il lisciamiento di guadagno per ridurre un valore di guadagno corrispondente a un frame del segnale audio. Il lisciamiento di guadagno può includere determinare una media ponderata dei valori di guadagno includente il valore di guadagno associato al frame e un altro valore di guadagno corrispondente a un altro frame del segnale audio. Il lisciamiento di guadagno può essere attivato in risposta a una prima velocità di evoluzione di coppia spettrale lineare (LSP) associata al frame essendo inferiore a una quarta soglia e una seconda velocità di evoluzione di LSP associata al frame essendo inferiore rispetto a una quinta soglia. La prima velocità di evoluzione di LSP corrisponde a una velocità di adattamento più lenta rispetto alla seconda velocità di evoluzione di LSP.

**[0057]** In forme di realizzazione particolari, il metodo 400 di FIG. 4 può essere implementato tramite dispositivo hardware (ad esempio, un field-programmable gate

array (FPGA), un circuito integrato per applicazioni specifiche (ASIC) ecc.) di un'unità di elaborazione come un'unità centrale di elaborazione(CPU), un processore di segnale digitale (DSP), o un controllore tramite un dispositivo firmware, o qualsiasi combinazione relativa. Come esempio, il metodo 400 di FIG. 4 può essere eseguito da un processore che esegue istruzioni, come descritto rispetto alla FIG. 6.

**[0058]** Con riferimento alla FIG. 5, un diagramma di flusso di un'altra forma di realizzazione particolare di un metodo per eseguire il controllo di guadagno è mostrato e indicato generalmente con 500. In una forma di realizzazione illustrativa, il metodo 500 può essere eseguito nel sistema 100 di FIG. 1.

**[0059]** Il metodo 500 può includere determinare uno spazio inter-LSP associato a un frame di un segnale audio, in 502. Lo spazio inter-LSP può essere quello più piccolo di una pluralità di spazi inter-LSP corrispondente a una pluralità di LSP generate durante una codifica predittiva lineare del frame. Ad esempio, lo spazio inter-LSP può essere determinato come illustrato con riferimento alla variabile "lsp\_spacing" nello pseudocodice corrispondente alla FIG. 1.

**[0060]** Il metodo 500 può anche includere determinare una prima velocità di evoluzione di LSP (ad esempio, lenta) associata al frame, in 504, e determinare una seconda velocità di evoluzione di LSP (ad esempio, rapida) associata al frame, in 506. Ad esempio, le velocità di evoluzione di LSP possono essere determinate come illustrato con riferimento alle variabili "lsp\_slow\_evolution\_rate" e "lsp\_fast\_evolution\_rate" nello pseudocodice corrispondente alla FIG. 1.

**[0061]** Il metodo 500 può includere inoltre determinare uno spazio inter-LSP medio in base allo spazio inter-LSP associato al frame e almeno un altro spazio inter-LSP associato ad almeno un altro frame del segnale audio, in 508. Ad esempio, lo spazio inter-LSP medio può essere determinato come illustrato con riferimento alla variabile

"Average\_lsp\_shb\_spacing" nello pseudocodice corrispondente alla FIG. 1.

**[0062]** Il metodo 500 può includere determinare se lo spazio inter-LSP è inferiore rispetto a una prima soglia, in 510. Ad esempio, nello pseudocodice di FIG. 1, la prima soglia può essere "THR2" = 0,0032. Quando lo spazio inter-LSP è inferiore rispetto alla prima soglia, il metodo 500 può includere attivare un'attenuazione di guadagno, in 514.

**[0063]** Quando lo spazio inter-LSP non è inferiore rispetto alla prima soglia, il metodo 500 può includere determinare se lo spazio inter-LSP è inferiore rispetto a una seconda soglia, in 512. Ad esempio, nello pseudocodice di FIG. 1, la seconda soglia può essere "THR1" = 0,008. Quando lo spazio inter-LSP non è inferiore rispetto alla seconda soglia, il metodo 500 può terminare, in 522. Quando lo spazio inter-LSP è inferiore rispetto alla seconda soglia, il metodo 500 può includere determinare se lo spazio inter-LSP medio è inferiore rispetto a una terza soglia, se il frame rappresenta (o è invece associato a) una transizione di modalità, e/o se l'attenuazione di guadagno è stata attivata nel frame precedente, in 516. Ad esempio, nello pseudocodice di FIG. 1, la terza soglia può essere "THR3" = 0,005. Quando lo spazio inter-LSP medio è inferiore rispetto alla terza soglia o il frame rappresenta una transizione di modalità o se la variabile prevGainAttenuate = VERA, il metodo 500 può includere attivare l'attenuazione di guadagno, in 514. Quando lo spazio inter-LSP medio non è inferiore rispetto alla terza soglia e il frame non rappresenta una transizione di modalità e la variabile prevGainAttenuate = FALSA, il metodo 500 può terminare, in 522.

**[0064]** Quando l'attenuazione di guadagno è attivata in 514, il metodo 500 può avanzare fino a 518 e determinare se la prima velocità di evoluzione è inferiore rispetto a una quarta soglia e la seconda velocità di evoluzione è inferiore rispetto a

una quinta soglia, in 518. Ad esempio, nello pseudocodice di FIG. 1, la quarta soglia può essere “THR4” = 0,001 e la quinta soglia può essere “THR5” = 0,001. Quando la prima velocità di evoluzione è inferiore rispetto alla quarta soglia e la seconda velocità di evoluzione è inferiore rispetto alla quinta soglia, il metodo 500 può includere attivare un lisciamiento di guadagno, in 520, dopodiché il metodo 500 può terminare, in 522. Quando la prima velocità di evoluzione non è inferiore rispetto alla quarta soglia o la seconda velocità di evoluzione non è inferiore rispetto alla quinta soglia, il metodo 500 può terminare, in 522.

[0065] In forme di realizzazione particolari, il metodo 500 di FIG. 5 può essere implementato tramite dispositivo hardware (ad esempio, un field-programmable gate array (FPGA), un circuito integrato per applicazioni specifiche (ASIC) ecc.) di un'unità di elaborazione come un'unità centrale di elaborazione (CPU), un processore di segnale digitale (DSP), o un controllore tramite un dispositivo firmware, o qualsiasi combinazione relativa. Come esempio, il metodo 500 di FIG. 5 può essere eseguito da un processore che esegue istruzioni, come descritto rispetto alla FIG. 6.

[0066] Le FIGG. da 1 a 5 illustrano sistemi e metodi per determinare se eseguire il controllo di guadagno (ad esempio, nel modulo di attenuazione e lisciamiento di guadagno 162 di FIG. 1) per ridurre gli artifici dovuti al rumore.

[0067] Con riferimento alla FIG. 6, un diagramma a blocchi di una particolare forma di realizzazione illustrativa di un dispositivo di comunicazione wireless è rappresentato e indicato generalmente con 600. Il dispositivo 600 include un processore 610 (ad esempio, un'unità centrale di elaborazione (CPU), un processore di segnale digitale (DSP), ecc.) accoppiato a una memoria 632. La memoria 632 può includere istruzioni 660 eseguibili dal processore 610 e/o un codificatore/decodificatore (CODEC) 634 per eseguire i metodi e i processi divulgati

nella presente, come i metodi delle FIGG. da 3 a 5.

[0068] Il CODEC 634 può includere un sistema di controllo di guadagno 672. In una forma di realizzazione particolare, il sistema di controllo di guadagno 672 può includere uno o più componenti del sistema 100 di FIG. 1. Il sistema di controllo di guadagno 672 può essere implementato tramite hardware dedicato (ad esempio, circuiteria), da un processore che esegue le istruzioni per eseguire una o più funzioni, o una combinazione relativa. Come esempio, la memoria 632 o una memoria nel CODEC 634 può essere un dispositivo di memoria, come una memoria ad accesso casuale (RAM), memoria ad accesso casual magnetoresistiva (MRAM), spin-torque transfer MRAM (STT-MRAM), memoria flash, memoria di sola lettura (ROM), memoria di sola lettura programmabile (PROM), memoria di sola lettura programmabile cancellabile (EPROM), memoria di sola lettura programmabile cancellabile elettronicamente (EEPROM), registri, hard disk, un disco rimovibile, o una memoria di sola lettura di compact disc (CD-ROM). Il dispositivo di memoria può includere istruzioni (ad esempio, le istruzioni 660) che, quando eseguite da un (ad esempio, un processore nel CODEC 634 e/o nel processore 610), possono fare in modo che il computer determini, in base alle informazioni spettrali corrispondenti a un segnale audio, che il segnale audio include un componente corrispondente a una condizione di generazione di artificio e che regoli un parametro di guadagno corrispondente al segnale audio in risposta alla determinazione che il segnale audio include il componente. Come esempio, la memoria 632 o una memoria nel CODEC 634 può essere un supporto leggibile da computer non transitorio che include le istruzioni (ad esempio, le istruzioni 660) che, quando eseguite da un computer (ad esempio, un processore nel CODEC 634 e/o il processore 610) possono fare in modo che il computer confronti un spazio inter-coppia spettrale lineare (LSP) associato a

un frame di un segnale audio con almeno una soglia e regoli un parametro di guadagno di codifica audio corrispondente al segnale audio almeno parzialmente in base a un risultato del confronto.

[0069] La FIG. 6 mostra anche un controllore di visualizzazione 626 che è accoppiato al processore 610 e a un visualizzatore 628. Il CODEC 634 può essere accoppiato al processore 610, come mostrato. Un altoparlante 636 e un microfono 638 possono essere accoppiati al CODEC 634. Ad esempio, il microfono 638 può generare il segnale audio di entrata 102 di FIG. 1, e il CODEC 634 può generare il bitstream di uscita 192 per la trasmissione a un ricevitore in base al segnale audio di entrata 102. Come altro esempio, l'altoparlante 636 può essere utilizzato per emettere un segnale ricostruito dal CODEC 634 dal bitstream di uscita 192 di FIG. 1, dove il bitstream di uscita 192 è ricevuto da un trasmettitore. La FIG. 6 indica anche che un controllore wireless 640 può essere accoppiato al processore 610 e a un'antenna wireless 642.

[0070] In una forma di realizzazione particolare, il processore 619, il controllore di visualizzazione 626, la memoria 632, il CODEC 634, e il controllore wireless sono inclusi in un dispositivo "system in package" o "system on chip" (ad esempio, un modem di stazione mobile (MSM)) 622. In una forma di realizzazione particolare, un dispositivo di entrata 630, come un touchscreen e/o un tastierino numerico, e un alimentatore 644 sono accoppiati al dispositivo "system on chip" 622. Inoltre, in una forma di realizzazione particolare, come illustrato in FIG. 6, il visualizzatore 628, il dispositivo di entrata 630, l'altoparlante 636, il microfono 638, l'antenna wireless 642, e l'alimentatore 644 sono esterni al dispositivo "system on chip" 622. Tuttavia, ciascuno dei visualizzatore 628, dispositivo di entrata 630, altoparlante 636, microfono 638, antenna wireless 642, e alimentatore 644 può essere accoppiato a un

componente del dispositivo “system on chip” 622, come un’interfaccia o un controllore.

**[0071]** Unitamente alle forme di realizzazione descritte, è divulgato un apparecchio che include mezzi per determinare, in base a informazioni spettrali corrispondenti a un segnale audio, che il segnale audio include un componente corrispondente a una condizione di generazione di artifici. Ad esempio, i mezzi per la determinazione possono includere il modulo di rilevazione di componente che induce artifici 158 di FIG. 1, il sistema di controllo di guadagno 672 di FIG. 6 o un componente relativo, uno o più dispositivi configurati per determinare che un segnale audio include un tale componente (ad esempio, un processore che esegue istruzioni in un supporto di memorizzazione leggibile da computer non transitorio), o qualsiasi combinazione relativa.

**[0072]** L’apparecchio può anche includere mezzi per regolare un parametro di guadagno corrispondente al segnale audio in risposta alla determinazione che il segnale audio include il componente. Ad esempio, i mezzi per la regolazione possono includere il modulo di attenuazione e lisciamiento di guadagno 162 di FIG. 1, il sistema di controllo di guadagno di FIG. 6 o un componente relativo, uno o più dispositivi configurati per generare un segnale codificato (ad esempio, un processore che esegue le istruzioni in un supporto di memorizzazione leggibile da computer non transitorio), o qualsiasi combinazione relativa.

**[0073]** I tecnici del ramo comprenderanno inoltre che i vari blocchi logici illustrativi, configurazioni, modelli, circuiti, e fasi di algoritmo descritti in connessione con le forme di realizzazione divulgate nella presente possono essere implementati come hardware elettronico, software di computer eseguito da un dispositivo di elaborazione come un processore hardware, o una combinazione di entrambi. Vari

componenti illustrativi, configurazioni, moduli, circuiti, e fasi sono stati descritti sopra generalmente in termini di loro funzionalità. Che tale funzionalità sia implementata come hardware o software eseguibile dipende dai particolari limiti di applicazione o realizzazione imposti sul sistema globale. I tecnici del ramo possono implementare la funzionalità descritta in vari modi per ciascuna applicazione particolare, ma tali decisioni di implementazione non devono essere interpretate come responsabili di uno scostamento dalla portata della presente divulgazione.

[0074] Le fasi di un metodo o algoritmo descritte in connessione con le forme di realizzazione divulgate nella presente possono essere realizzate direttamente in un hardware, un modulo di software eseguito da un processore, o in una combinazione dei due. Un modulo di software si può trovare in un dispositivo di memorizzazione, come una memoria ad accesso casuale (RAM), memoria ad accesso casuale magnetoresistiva (MRAM), spin-torque transfer MRAM (STT-MRAM), memoria flash, memoria di sola lettura (ROM), memoria di sola lettura programmabile (PROM), memoria di sola lettura programmabile cancellabile (EPROM), memoria di sola lettura programmabile cancellabile elettronicamente (EEPROM), registri, hard disk, un disco rimovibile, o una memoria di sola lettura di compact disc (CD-ROM). Un dispositivo di memorizzazione esemplificativo è accoppiato al processore in modo tale che il processore possa leggere le informazioni dal, e scrivere le informazioni nel, dispositivo di memorizzazione. In alternativa, il dispositivo di memorizzazione può essere integrato nel processore. Il processore e il supporto di memorizzazione si possono trovare in un circuito integrato per applicazioni specifiche (ASIC). L'ASIC si può trovare in un dispositivo di calcolo o in un terminale utente. In alternativa, il processore e il supporto di memorizzazione si possono trovare come componenti discreti in un dispositivo di calcolo o in un

terminale utente.

[0075] La descrizione precedente delle forme di realizzazione divulgate è fornita per consentire a un tecnico del ramo di realizzare o utilizzare le forme di realizzazione divulgate. Varie modifiche a queste forme di realizzazione saranno facilmente evidenti ai tecnici del ramo, e i principi definiti nella presente possono essere applicati ad altre forme di realizzazione senza discostarsi dalla portata della divulgazione. Pertanto, la presente divulgazione non è destinata a essere limitata alle forme di realizzazione mostrate nella presente, ma le deve essere accordata la portata più ampia possibile coerente con i principi e le nuove caratteristiche definiti dalle seguenti rivendicazioni.

## RIVENDICAZIONI

### 1. Metodo comprendente:

determinare (304), in base a uno spazio inter- coppia spettrale lineare, LSP, associato a un frame di un segnale audio, che il segnale audio include un componente corrispondente a una condizione di generazione di artificio; e

in risposta alla determinazione che il segnale audio include il componente, regolare un parametro di guadagno corrispondente al segnale audio, in cui lo spazio inter-LSP è quello più piccolo di una pluralità di spazi inter-LSP corrispondente a una pluralità di LSP di una porzione a banda alta del frame del segnale audio.

2. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui il segnale audio è determinato per includere il componente in risposta allo spazio inter-LSP essendo inferiore rispetto a una prima soglia, o in cui il segnale audio è determinato per includere il componente in risposta allo spazio inter-LSP essendo inferiore rispetto a una seconda soglia e uno spazio inter-LSP medio essendo inferiore rispetto a una terza soglia, in cui lo spazio inter-LSP medio è basato sullo spazio inter-LSP associato al frame e almeno un altro spazio inter-LSP associato ad almeno un altro frame del segnale audio, o in cui il segnale audio è determinato per includere il componente in risposta a:

1) lo spazio inter-LSP essendo inferiore rispetto a una seconda soglia; e

2) almeno uno tra:

uno spazio inter-LSP medio essendo inferiore rispetto a una terza soglia; o

un'attenuazione di guadagno corrispondente a un altro frame del segnale audio essendo attivato, l'altro frame che precede il frame del segnale audio, o in cui la condizione di generazione di artificio corrisponde a rumore ad alta banda.

3. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui regolare il parametro di guadagno include attivare il lisciamiento di guadagno per ridurre le variazioni più rapide del

valore di guadagno corrispondente a un frame del segnale audio.

4. Metodo secondo la rivendicazione 3, in cui il lisciamiento di guadagno include determinare una media ponderata dei valori di guadagno incluso il valore di guadagno associato al frame e un altro valore di guadagno corrispondente a un altro frame del segnale audio, o in cui il lisciamiento di guadagno è attivato in risposta a una prima velocità di evoluzione di coppia spettrale lineare, LSP, associata al frame essendo inferiore a una quarta soglia e una seconda velocità di evoluzione di LSP associata al frame essendo inferiore a una quinta soglia.

5. Metodo secondo la rivendicazione 4, in cui la prima velocità di evoluzione di LSP corrisponde a una velocità di adattamento più lenta rispetto alla seconda velocità di evoluzione di LSP.

6. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui regolare il parametro di guadagno include attivare l'attenuazione di guadagno per ridurre un valore di guadagno corrispondente a un frame del segnale audio.

7. Metodo secondo la rivendicazione 6, in cui l'attenuazione di guadagno include applicare un'operazione esponenziale al valore di guadagno, o in cui l'attenuazione di guadagno include applicare un'operazione lineare al valore di guadagno.

8. Metodo secondo la rivendicazione 6, in cui l'attenuazione di guadagno include:

in risposta a una prima condizione di guadagno essendo soddisfatta, applicare un'operazione esponenziale al valore di guadagno; e

in risposta a una seconda condizione di guadagno essendo soddisfatta, applicare un'operazione lineare al valore di guadagno.

9. Metodo secondo la rivendicazione 8, in cui la prima condizione di guadagno

include uno spazio inter-LSP medio essendo inferiore rispetto a una sesta soglia, in cui lo spazio inter-LSP medio è basato sullo spazio inter-LSP associato al frame e almeno un altro spazio inter-LSP associato ad almeno un altro frame del segnale audio, o in cui la seconda condizione di guadagno include un'attenuazione di guadagno corrispondente a un altro frame del segnale audio essendo attivato, l'altro frame precedendo il frame del segnale audio.

**10.** Metodo comprendente:

confrontare (402) un spazio inter- coppia spettrale lineare, LSP; associato a un frame di un segnale audio con almeno una soglia; e

regolare (404) un parametro di guadagno di codifica audio corrispondente al segnale audio almeno parzialmente in base a un risultato del confronto, in cui lo spazio inter-LSP è quello più piccolo di una pluralità di spazi inter-LSP corrispondente a una pluralità di LSP di una porzione a banda alta del frame del segnale audio.

**11.** Metodo secondo la rivendicazione 10, in cui regolare il parametro di guadagno include attivare l'attenuazione di guadagno in risposta allo spazio inter-LSP essendo inferiore rispetto a una prima soglia, o in cui regolare il parametro di guadagno include attivare l'attenuazione di guadagno in risposta allo spazio inter-LSP essendo inferiore rispetto a una seconda soglia e uno spazio inter-LSP medio essendo inferiore rispetto a una terza soglia, in cui lo spazio inter-LSP medio è basato sullo spazio inter-LSP associato al frame e almeno un altro spazio inter-LSP associato ad almeno un altro frame del segnale audio, o in cui regolare il parametro di guadagno include, quando l'attenuazione di guadagno è attivata:

in risposta a una prima condizione di guadagno essendo soddisfatta, applicare un'operazione esponenziale a un valore del parametro di guadagno; e

in risposta a una seconda condizione di guadagno essendo soddisfatta, applicare

un'operazione lineare al valore del parametro di guadagno, o in cui regolare il parametro di guadagno include attivare il lisciamiento di guadagno per ridurre le variazioni più rapide del valore di guadagno corrispondente a un frame del segnale audio.

12. Metodo secondo la rivendicazione 11, in cui il lisciamiento di guadagno include determinare una media ponderale di valori di guadagno incluso il valore di guadagno associato al frame e un altro valore di guadagno corrispondente a un altro frame del segnale audio.

13. Metodo secondo la rivendicazione 12, in cui il lisciamiento di guadagno è attivato in risposta a una prima velocità di evoluzione di coppia spettrale lineare (LSP) associata al frame essendo inferiore rispetto a una quarta soglia e una seconda velocità di evoluzione di LSP associata al frame essendo inferiore a una quinta soglia, e in cui la prima velocità di evoluzione di LSP corrisponde a una velocità di adattamento più lenta rispetto alla seconda velocità di evoluzione di LSP.

14. Apparecchio comprendente:

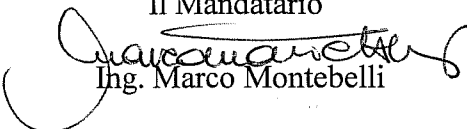
mezzi disposti per eseguire le fasi secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 13.

15. Supporto leggibile da computer non transitorio comprendente istruzioni che, quando eseguite da un computer, fanno in modo che il computer esegua le fasi secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 13.

Dogana, 23/03/2017

In fede

Il Mandatario

  
Ing. Marco Montebelli

USBM CPI 001

**TRADUZIONE DELLE FIGURE****FIG. 1**

Input audio signal (e.g., 50 Hz-16 kHz including speech) = Segnale audio di entrata  
(ad esempio, 50 Hz-16 kHz incluso il parlato)

Analysis filter bank = Banco di filtri di analisi

Low-band-signal = Segnale a banda bassa

High-band-signal = Segnale a banda alta

Low-band analysis = Analisi a banda bassa

LP analysis & Coding = Analisi e codifica LP

Quantizer = Quantizzatore

Low-band excitation signal = Segnale di eccitazione a banda bassa

High-band analysis = Analisi a banda alta

LP analysis & Coding = Analisi e codifica LP

Quantizer = Quantizzatore

Artifact inducing component detection = Rilevazione di componente che induce  
artifici

High-band excitation generator = Generatore di eccitazione a banda alta

Gain attenuation & smoothing = Attenuazione e lisciamiento di guadagno

Low-band bit stream = Bitstream a banda bassa

High-band bit stream = Bitstream a banda alta

Bit stream = Bitstream

**FIG. 3**

Receive an audio signal (e.g., a signal having 50 Hz-16 kHz bandwidth that includes  
speech) to be encoded = Ricevere un segnale audio (ad esempio, un segnale avente  
una larghezza di banda da 50 Hz a 16 kHz che include il parlato) da codificare.

Determine, based on spectral information corresponding to the audio signal, that the audio signal includes a component (e.g., high-frequency noise) corresponding to an artifact-generating condition = Determinare, in base alle informazioni spettrali corrispondenti al segnale audio, che il segnale audio include un componente (ad esempio, un rumore ad alta frequenza) corrispondente a una condizione di generazione di artificio.

In response to determining that the audio signal includes the component, adjust a gain parameter corresponding to the audio signal = In risposta alla determinazione che il segnale audio include il componente, regolare un parametro di guadagno corrispondente al segnale audio

End = Fine

#### **FIG. 4**

Compare an inter-line spectral pair (LSP) spacing associated with a frame of an audio signal to at least one threshold = Confrontare uno spazio inter-coppia spettrale lineare (LSP) associato a un frame di un segnale audio con almeno una soglia

Adjust a gain parameter corresponding to the audio signal at least partially based on a result of the comparing = Regolare un parametro di guadagno corrispondente al segnale audio almeno parzialmente basato su un risultato del confronto

#### **FIG. 5**

Determine an inter-LSP spacing associated with a frame of an audio signal (e.g., a smallest of a plurality of inter-LSP spacings corresponding to a plurality of LSPs generated during LPC of the frame = Determinare uno spazio inter-LSP associato a un frame di un segnale audio (ad esempio, quello più piccolo di una pluralità di spazi inter-LSP corrispondente a una pluralità di LSP generate durante LPC del frame

Determine a first (e.g., slow) LSP evolution rate associated with the frame =

Determinare una prima velocità di evoluzione di LSP (ad esempio, lenta) associata al frame

Determine a second (e.g., fast) LSP evolution rate associated with the frame =

Determinare una seconda velocità di evoluzione di LSP (ad esempio, rapida) associata al frame

Determine an average inter-LSP spacing based on the inter-LSP spacing associated with the frame and at least one other inter-LSP spacing associated with at least one other frame of the audio signal = Determinare uno spazio inter-LSP medio in base allo spazio inter-LSP associato al frame e almeno un altro spazio inter-LSP associato ad almeno un altro frame del segnale audio

Inter-LSP spacing < 1<sup>st</sup> threshold = Spazio inter-LSP < 1<sup>a</sup> soglia

Yes = Si

Enable gain attenuation = Attivare l'attenuazione di guadagno

No = No

Inter-LSP spacing < 2<sup>nd</sup> threshold = Spazio inter-LSP < 2<sup>a</sup> soglia

Yes = Si

Avg. Spacing < 3rd threshold OR mode transition OR previous frame gain attenuation? = Spazio medio < 3<sup>a</sup> soglia O transizione di modalità O attenuazione di guadagno di frame precedente?

No = No

1<sup>st</sup> evo. Rate < 4th threshold AND 2nd Evo. Rate < 5<sup>th</sup> threshold? = 1<sup>a</sup> velocità di evoluzione < 4<sup>a</sup> soglia E 2<sup>a</sup> velocità di evoluzione < 5<sup>a</sup> soglia?

Yes = Si

Enable gain smoothing = Attivare il lisciamiento di guadagno

No = No

End = Fine

**FIG. 6**

Speaker = Altoparlante

Microphone = Microfono

Display = Visualizzatore

Display controller = Controllore di visualizzazione

Gain control system = Sistema di controllo di guadagno

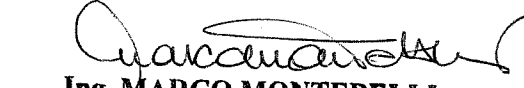
Input device = Dispositivo di entrata

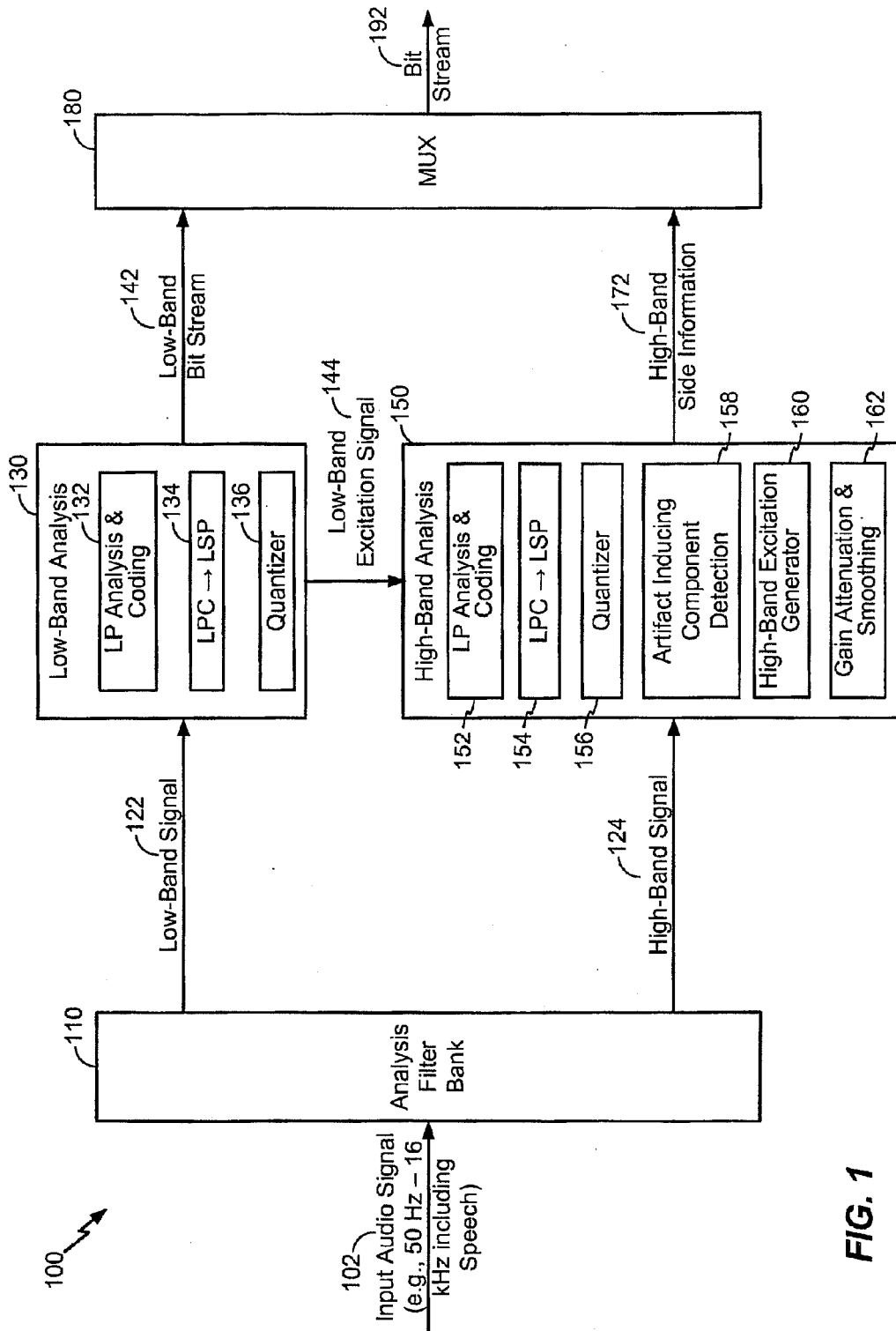
Processor (e.g., DSP) = Processore (ad esempio, DSP)

Memory = Memoria

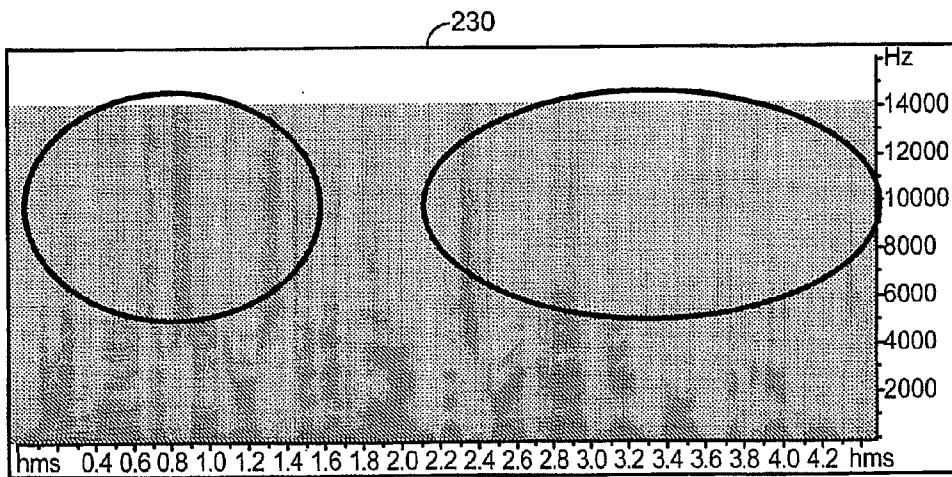
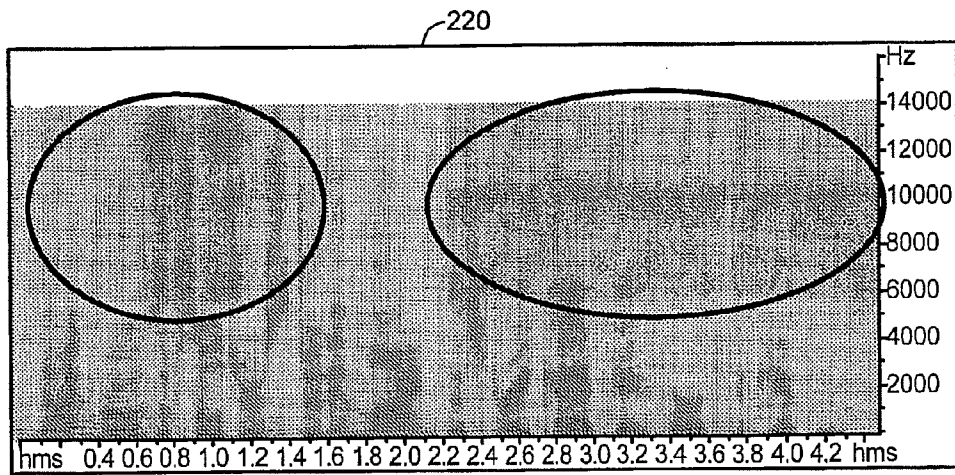
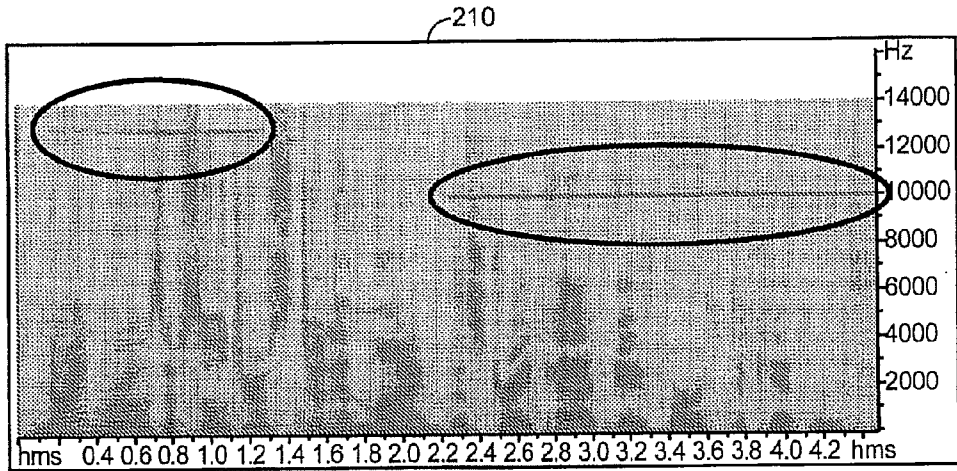
Instructions = Istruzioni

Wireless controller = Controllore wireless

  
Ing. MARCO MONTEBELLI  
Cod. USBM CPI 001

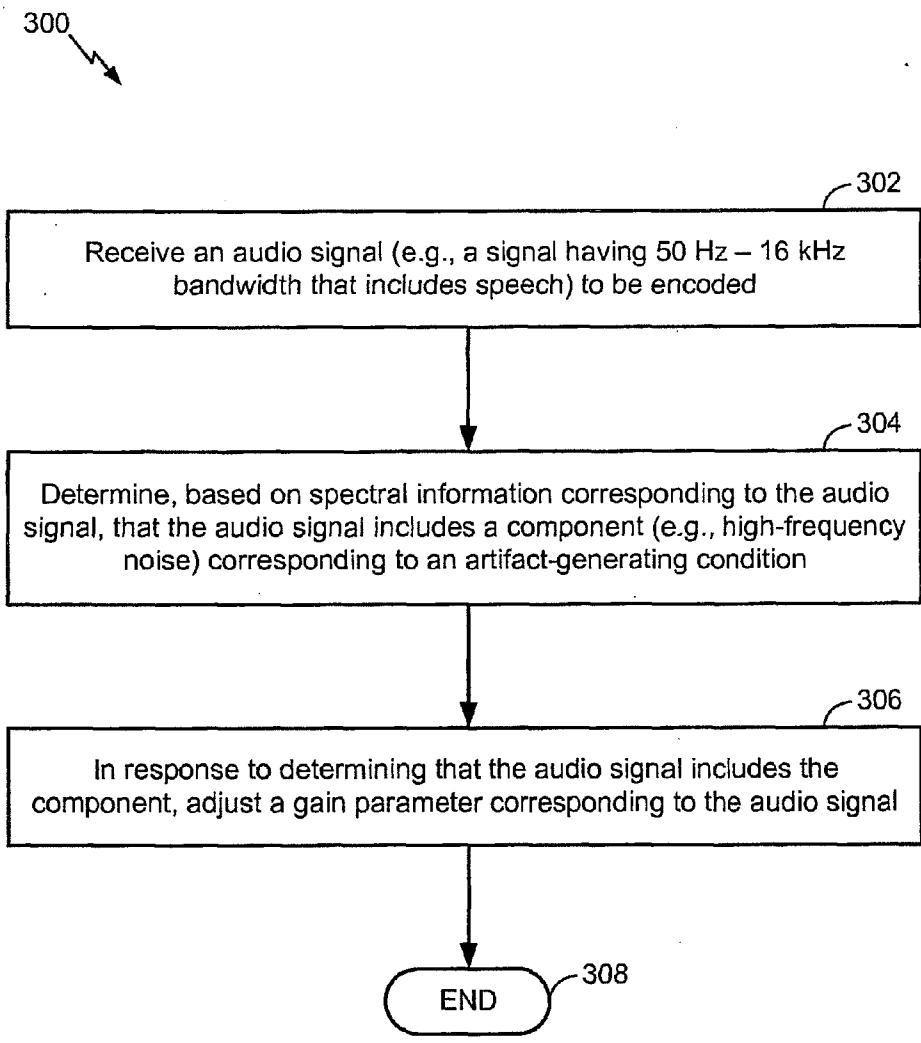


**FIG. 1**



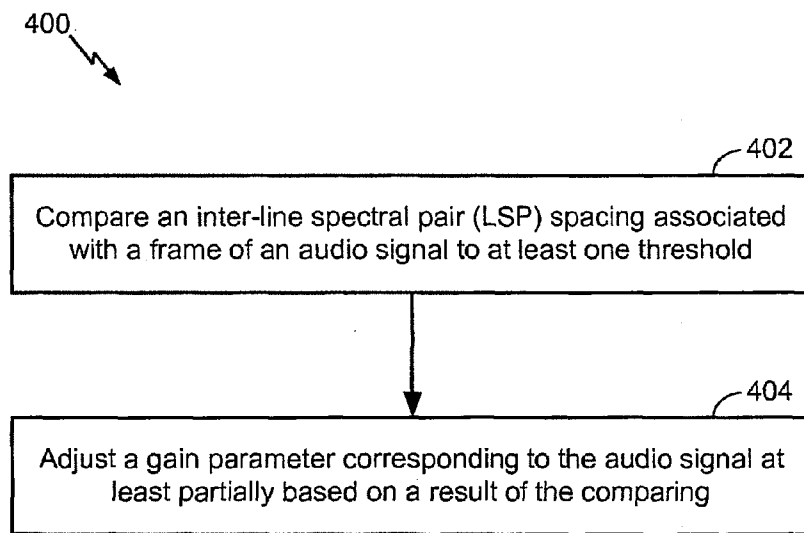
**FIG. 2**

*Ing. Marco Montebelli*  
**Ing. MARCO MONTEBELLI**  
**Cod. USBM.CPI 001**



**FIG. 3**

*Ing. Marco Montebelli*  
**Ing. MARCO MONTEBELLI**  
Cod. USBM CPI 001



**FIG. 4**

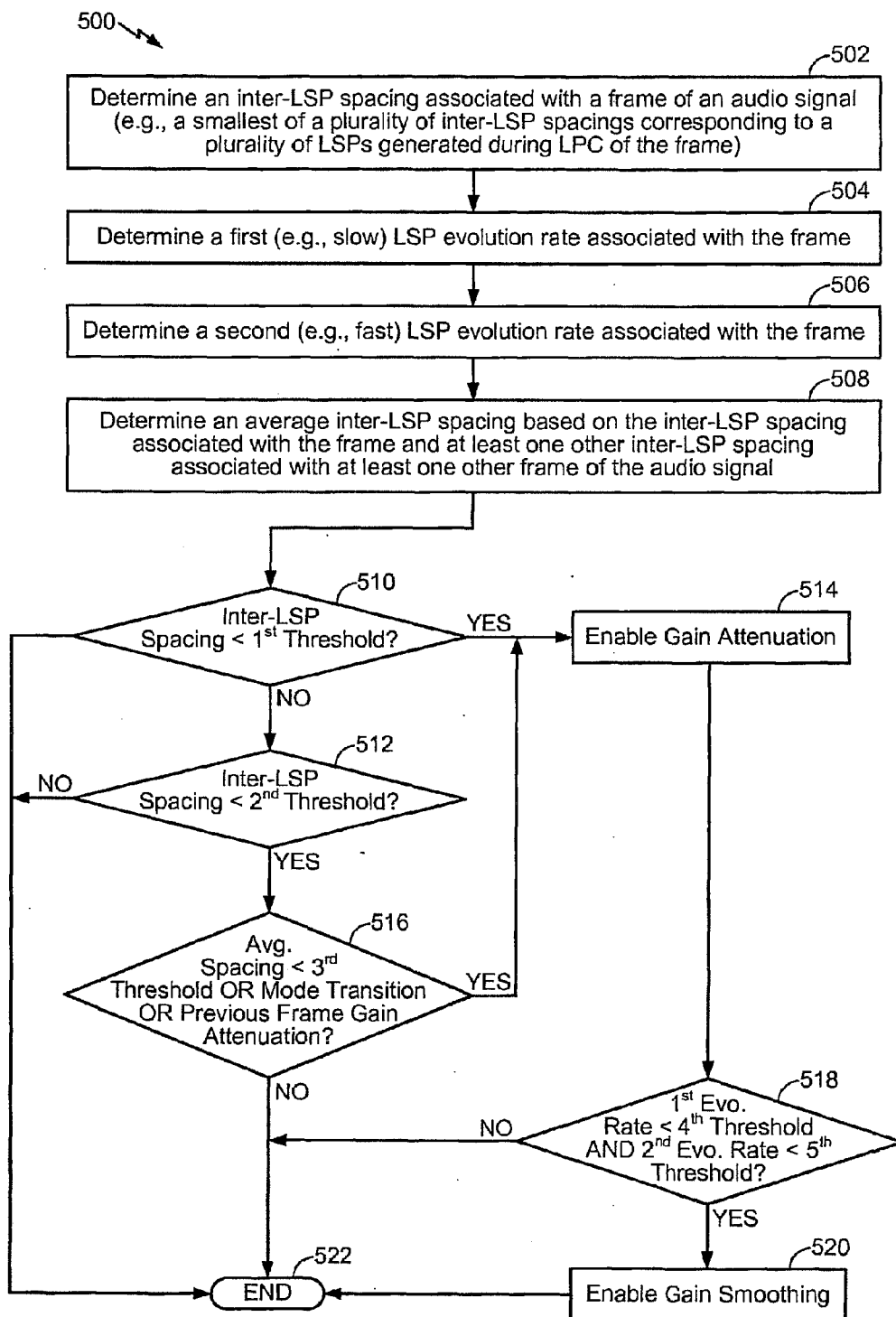


FIG. 5

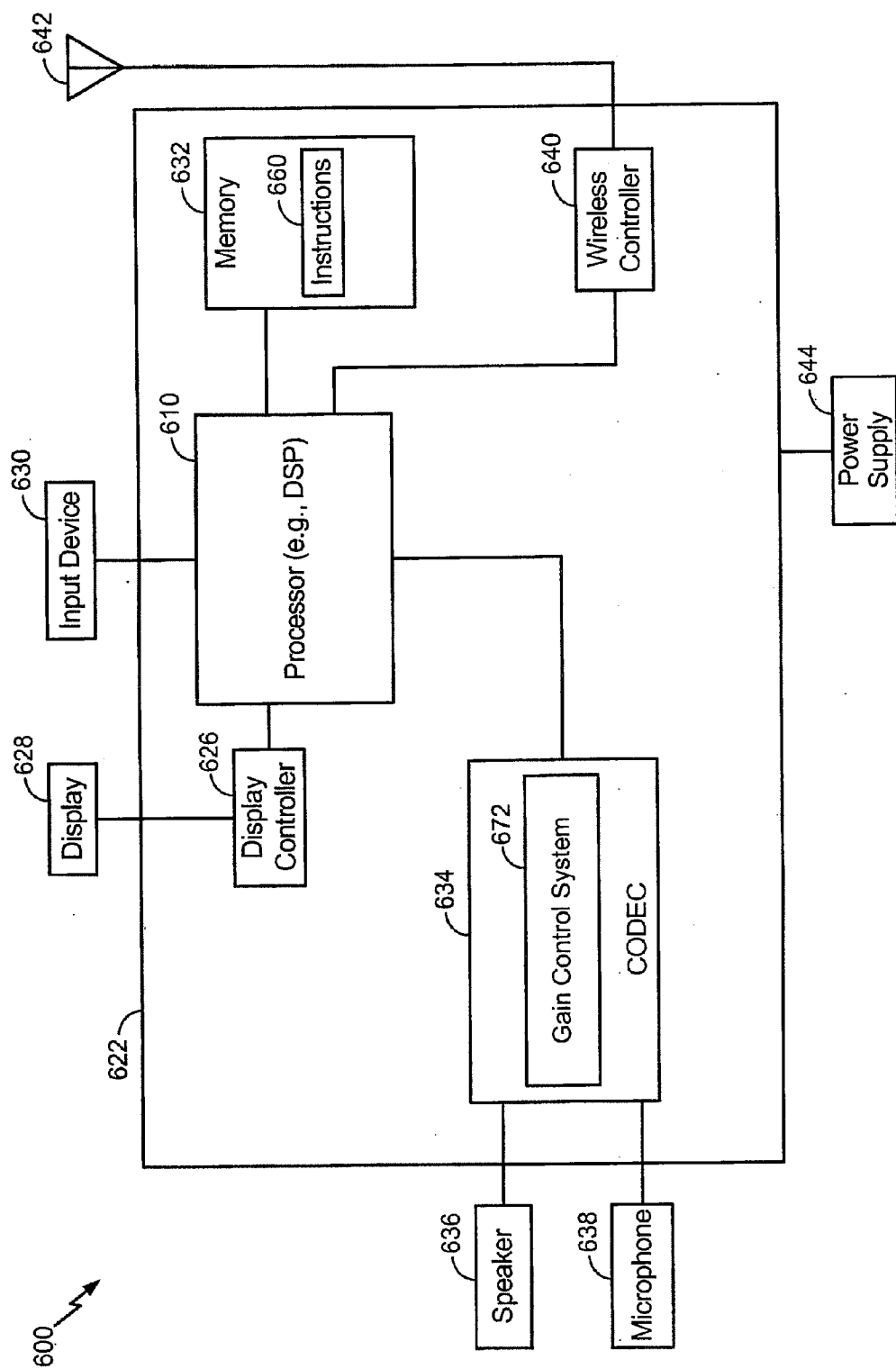


FIG. 6

*Quacquarelli*  
**Ing. MARCO MONTEBELLI**  
 Cod. USBM CPI 001