

(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ
 (19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11) 
 CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ 1-0029923
 (51)⁷ G10L 19/26; G10L 21/02 (13) B

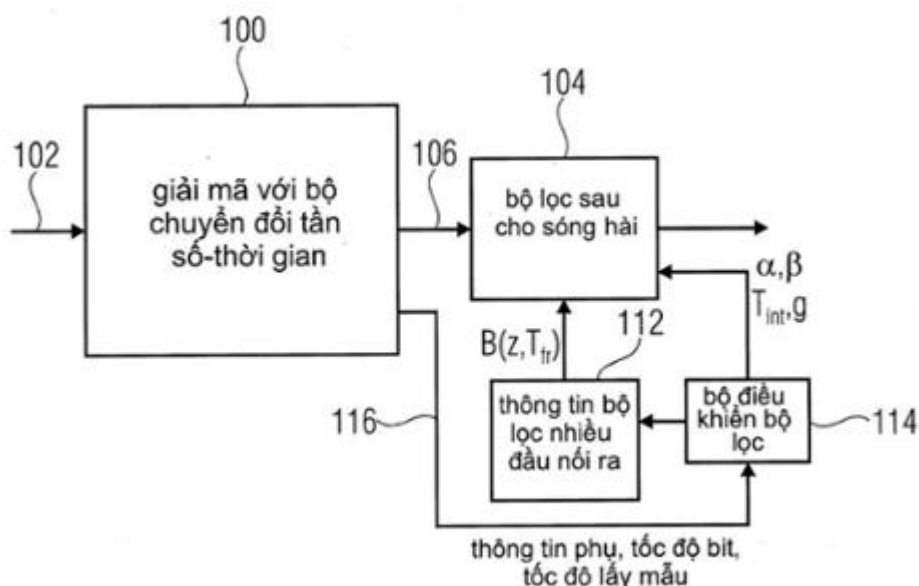


1-0029923

- | | |
|---|--------------------------------|
| (21) 1-2017-00626 | (22) 24/07/2015 |
| (86) PCT/EP2015/066998 24/07/2015 | (87) WO 2016/016121 04/02/2016 |
| (30) 14178820.8 28/07/2014 EP | |
| (45) 25/11/2021 404 | (43) 25/05/2017 350A |
| (73) FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V. (DE)
Hansastraße 27c, 80686 München, Germany | |
| (72) RAVELLI, Emmanuel (FR); HELMRICH, Christian (DE); MARKOVIC, Goran
(RS); NEUSINGER, Matthias (DE); DISCH, Sascha (DE); JANDER, Manuel (DE);
DIETZ, Martin (DE). | |
| (74) CÔNG TY LUẬT TRÁCH NHIỆM HỮU HẠN AMBYS HÀ NỘI (AMBYS
HANOI) | |

(54) THIẾT BỊ, PHƯƠNG PHÁP VÀ HỆ THỐNG XỬ LÝ TÍN HIỆU ÂM THANH

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị, phương pháp và hệ thống xử lý tín hiệu âm thanh. Thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh đã được kết hợp với nó thông tin độ trễ tần số cơ bản và thông tin độ khuếch đại, bao gồm bộ chuyển đổi miền (100) để chuyển đổi sự biểu diễn miền thứ nhất của tín hiệu âm thanh thành sự biểu diễn miền thứ hai của tín hiệu âm thanh; và bộ lọc sau cho sóng hài (104) để lọc sự biểu diễn miền thứ hai của tín hiệu âm thanh, trong đó bộ lọc sau được dựa trên hàm truyền bao gồm tử số và mẫu số, trong đó tử số bao gồm trị số độ khuếch đại được biểu thị bởi thông tin độ khuếch đại, và trong đó mẫu số bao gồm phần nguyên của độ trễ tần số cơ bản được biểu thị bởi thông tin độ trễ tần số cơ bản và bộ lọc nhiều đầu nối ra phụ thuộc vào phần thập phân của độ trễ tần số cơ bản.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực xử lý âm thanh và, cụ thể là, đề cập đến lĩnh vực xử lý âm thanh sử dụng bộ lọc sau cho sóng hài.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các bộ mã hóa-giải mã âm thanh dựa trên biến đổi thường đưa vào nhiều âm liên sóng hài khi xử lý các tín hiệu âm thanh sóng hài, cụ thể là ở các tốc độ bit thấp.

Tác động này trở nên xấu hơn nữa khi bộ mã hóa-giải mã âm thanh trên cơ sở biến đổi hoạt động tại độ trễ thấp, do độ phân giải tần số kém hơn và/hoặc tính chọn lọc được đưa vào bởi kích thước biến đổi ngắn hơn và/hoặc đáp ứng tần số của nó kém hơn.

Nhiều âm liên sóng hài này thường được nhận biết như thành phần lạ rất khó chịu, làm giảm đáng kể hiệu suất của bộ mã hóa-giải mã âm thanh trên cơ sở biến đổi khi được ước lượng một cách chủ quan trên vật liệu âm thanh có âm cao.

Một số giải pháp hiện có để cải thiện chất lượng chủ quan của các bộ mã hóa-giải mã âm thanh trên cơ sở biến đổi trên các tín hiệu âm thanh sóng hài. Tất cả trong số chúng được dựa trên các kỹ thuật trên cơ sở dự báo, hoặc trong miền biến đổi hoặc trong miền thời gian.

Các ví dụ về các phương thức tiếp cận miền biến đổi là:

- [1] H. Fuchs, “Improving MPEG Audio Coding by Backward Adaptive Linear Stereo Prediction”, 99th AES Convention, New York 1995, Bản in gốc 4086.
- [2] L. Yin, M. Suonio, M. Väinänen, “A New Backward Predictor for MPEG Audio Coding”, 103rd AES Convention, New York 1997, Bản in gốc 4521
- [3] Juha Ojanperä, Mauri Väinänen, Lin Yin, “Long Term Predictor for Transform Domain Perceptual Audio Coding”, 107th AES Convention, New York 1999, Bản in gốc 5036.

Các ví dụ về các phương thức tiếp cận miền thời gian là:

- [4] Philip J. Wilson, Harprit Chhatwal, “Adaptive transform coder having long term predictor”, U.S. Patent 5,012,517, 30 tháng 4 năm 1991.
- [5] Jeongook Song, Chang-Heon Lee, Hyen-O Oh, Hong-Goo Kang, “Harmonic Enhancement in Low Bitrate Audio Coding Using and Efficient

Long-Term Predictor”, EURASIP Journal on Advances in Signal Processing 2010.

- [6] Juin-Hwey Chen, “Pitch-based pre-filtering and post-filtering for compression of audio signals”, U.S. Patent 8,738,385, May 27, 2014.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất khái niệm được cải thiện để xử lý tín hiệu âm thanh.

Mục đích này đạt được bởi thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh theo điểm 1, phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh theo điểm 12, hệ thống theo điểm 13, phương pháp vận hành hệ thống theo điểm 17 hoặc chương trình máy tính theo điểm 18.

Sáng chế được dựa trên việc tìm ra rằng chất lượng chủ quan của tín hiệu âm thanh có thể được cải thiện đáng kể bằng cách sử dụng bộ lọc sau cho sóng hài có hàm truyền bao gồm tử số và mẫu số. Tử số của hàm truyền bao gồm trị số độ khuếch đại được biểu thị bởi thông tin độ khuếch đại được truyền và mẫu số bao gồm phần nguyên của độ trễ tần số cơ bản được biểu thị bởi thông tin độ trễ tần số cơ bản và bộ lọc nhiều đầu nối ra phụ thuộc vào phần thập phân của độ trễ tần số cơ bản.

Do đó, có khả năng để loại bỏ nhiễu âm liên sóng hài được đưa vào bởi bộ giải mã âm thanh thay đổi miền đặc trưng như thành phần lạ. Bộ lọc sau cho sóng hài này là đặc biệt hữu ích ở chỗ nó dựa trên thông tin được truyền, tức là, độ khuếch đại tần số cơ bản và độ trễ tần số cơ bản mà khả dụng trong bộ giải mã, vì thông tin này được nhận từ bộ mã hóa tương ứng thông qua tín hiệu đầu vào bộ giải mã. Hơn nữa, bộ lọc sau có độ chính xác cụ thể do thực tế là không chỉ phần nguyên của độ trễ tần số cơ bản được tính đến, mà, ngoài ra, phần thập phân của độ trễ tần số cơ bản cũng được tính đến. Phần thập phân của độ trễ tần số cơ bản có thể được đưa một cách cụ thể vào trong bộ lọc sau thông qua bộ lọc nhiều đầu nối ra mà có các hệ số bộ lọc thực sự phụ thuộc vào phần thập phân của độ trễ tần số cơ bản. Bộ lọc này có thể được thực hiện như bộ lọc đáp ứng xung hữu hạn (Finite Impulse Response - FIR) hoặc cũng có thể được thực hiện như bộ lọc khác bất kỳ ví dụ như bộ lọc đáp ứng xung vô hạn (Infinite Impulse Response – IIR) hoặc sự thực hiện bộ lọc khác. Sự thay đổi miền bất kỳ như sự thay đổi miền thời gian sang tần số hoặc sự thay đổi LPC sang thời gian hoặc sự thay đổi thời gian sang LPC hoặc sự thay đổi tần số sang thời gian có thể được cải

thiện một cách có lợi bởi khái niệm bộ lọc sau của sáng chế. Tuy nhiên, tốt hơn là, sự thay đổi miền là sự thay đổi miền tần số sang thời gian.

Do đó, các phương án của sáng chế làm giảm nhiễu âm liên sóng hài được đưa vào bởi bộ mã hóa-giải mã âm thanh biến đổi dựa trên bộ dự báo dài hạn làm việc trong miền thời gian. Trái lại với [04] - [6], trong đó cả bộ lọc trước trước khi mã hóa biến đổi và bộ lọc sau sau khi giải mã biến đổi được sử dụng, sáng chế tốt hơn là chỉ áp dụng bộ lọc sau.

Hơn nữa, đã được lưu ý rằng bộ lọc trước được sử dụng trong [04] - [6] có xu hướng đưa vào sự không ổn định trong tín hiệu đầu vào đã cho tới bộ mã hóa biến đổi. Sự không ổn định này là do các thay đổi trong độ khuếch đại và/hoặc độ trễ tần số cơ bản từ khung sang khung. Bộ mã hóa biến đổi có các khó khăn trong việc mã hóa sự không ổn định này, cụ thể tại các tốc độ bit thấp, và sự không ổn định đôi khi đưa vào thậm chí nhiều nhiễu âm hơn trong tín hiệu được giải mã so với trạng thái mà không có bất kỳ bộ lọc sau hoặc bộ lọc trước nào.

Tốt hơn là, sáng chế không sử dụng bất kỳ bộ lọc trước nào, do đó, hoàn toàn tránh được các vấn đề kéo theo bộ lọc trước.

Hơn nữa, sáng chế dựa trên bộ lọc sau mà được áp dụng lên tín hiệu được giải mã sau khi mã hóa biến đổi. Bộ lọc sau này được dựa trên bộ lọc dự báo dài hạn tính đến phần nguyên và phần thập phân của độ trễ tần số cơ bản mà làm giảm nhiễu âm liên sóng hài được đưa vào bởi bộ mã hóa-giải mã âm thanh biến đổi.

Để khả năng hoạt động tốt hơn, độ trễ tần số cơ bản và độ khuếch đại tần số cơ bản của các tham số bộ lọc sau được ước lượng tại phía bộ mã hóa và được truyền trong dòng bit. Tuy nhiên, trong các phương án thực hiện khác, độ trễ tần số cơ bản và độ khuếch đại tần số cơ bản cũng có thể được ước lượng trên phía bộ giải mã dựa trên tín hiệu âm thanh được giải mã thu được bởi bộ giải mã âm thanh bao gồm bộ chuyển đổi tần số-thời gian để chuyển đổi sự biểu diễn tần số của tín hiệu âm thanh thành sự biểu diễn miền thời gian của tín hiệu âm thanh.

Trong phương án được ưu tiên, tử số còn bao gồm bộ lọc nhiễu đầu nổi ra cho phần thập phân bằng không của độ trễ tần số cơ bản để bù cho độ dốc phổ được đưa vào bởi bộ lọc nhiễu đầu nổi ra trong mẫu số, mà phụ thuộc vào phần thập phân của độ trễ tần số cơ bản.

Tốt hơn là, bộ lọc sau được tạo cấu hình để triệt một lượng năng lượng giữa các sóng hài trong khung, trong đó lượng năng lượng được triệt nhỏ hơn 20% trong tổng năng lượng của sự biểu diễn miền thời gian trong khung.

Trong phương án nữa, mẫu số bao gồm sản phẩm giữa bộ lọc nhiều đầu nổi ra và trị số độ khuếch đại.

Trong phương án nữa, tử số bộ lọc còn bao gồm sản phẩm của trị số vô hướng thứ nhất và trị số vô hướng thứ hai, trong đó mẫu số chỉ bao gồm trị số vô hướng thứ hai hơn là trị số vô hướng thứ nhất. Các trị số vô hướng này được thiết lập để xác định trước các trị số và có trị số lớn hơn 0 và nhỏ hơn 1; và, ngoài ra, trị số vô hướng thứ hai nhỏ hơn trị số vô hướng thứ nhất. Do đó, có khả năng theo cách rất hiệu quả để thiết lập các đặc tính loại bỏ năng lượng mà thường không mong muốn và để thiết lập thêm cường độ bộ lọc, tức là, bộ lọc làm suy yếu các thành phần lạ liên sóng hài trong tín hiệu đầu ra bộ giải mã miền biến đổi mạnh như thế nào.

Trong phương án được ưu tiên, thiết bị còn bao gồm bộ điều khiển bộ lọc để thiết lập ít nhất là trị số vô hướng thứ hai phụ thuộc vào tốc độ bit sao cho trị số cao hơn được thiết lập cho tốc độ bit thấp hơn và ngược lại.

Hơn nữa, bộ điều khiển bộ lọc được tạo cấu hình để lựa chọn, phụ thuộc vào phần thập phân của độ trễ tần số cơ bản, bộ lọc nhiều đầu nổi ra tương ứng theo cách phụ thuộc tín hiệu để thiết lập tín hiệu bộ lọc sau cho sóng hài một cách thích ứng, tức là, phụ thuộc vào trị số phần thập phân được cung cấp thực tế của độ trễ tần số cơ bản.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sau đây, các phương án ưu tiên của sáng chế được thảo luận trong phạm vi của các hình vẽ đi kèm, trong đó:

Fig.1 minh họa phương án của thiết bị theo sáng chế để xử lý tín hiệu âm thanh;

Fig.2 minh họa phương án thực hiện được ưu tiên của bộ lọc sau cho sóng hài được biểu diễn như các hàm truyền trong miền z ;

Fig.3 minh họa phương án được ưu tiên nữa cho bộ lọc sau cho sóng hài được biểu diễn bởi hàm truyền trong miền z ;

Fig.4 minh họa phương án thực hiện được ưu tiên của bộ mã hóa để tạo ra tín hiệu được mã hóa để được giải mã bởi bộ giải mã âm thanh miền biến đổi được minh họa trên Fig.1;

Fig.5 minh họa phương án thực hiện được ưu tiên của bộ lọc nhiễu đầu nổi ra như bộ lọc FIR được điều khiển bởi bộ điều khiển bộ lọc;

Fig.6 minh họa sự kết hợp giữa bộ điều khiển bộ lọc và bộ nhớ có các trọng số đầu nổi ra được lưu trữ trước phụ thuộc vào phần thập phân;

Fig.7a minh họa đáp ứng tần số của bộ lọc có trị số α bằng không,

Fig.7b minh họa đáp ứng tần số của bộ lọc sau cho sóng hài được ưu tiên có trị số α bằng 1;

Fig.7c minh họa đáp ứng tần số của bộ lọc sau cho sóng hài được ưu tiên có trị số α bằng 0,8;

Fig.8a minh họa phương án được ưu tiên của của bộ lọc sau cho sóng hài có trị số β bằng 0,4; và

Fig.8b minh họa đáp ứng tần số của bộ lọc sau cho sóng hài được ưu tiên có trị số β bằng 0,2.

Mô tả chi tiết sáng chế

Fig.1 minh họa thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh đã được kết hợp với nó thông tin độ trễ tần số cơ bản và thông tin độ khuếch đại. Thông tin độ khuếch đại này có thể được truyền đến bộ giải mã 100 thông qua đầu vào bộ giải mã 102 nhận tín hiệu được mã hóa, hoặc, theo cách khác, thông tin này có thể được tự tính toán trong bộ giải mã, khi thông tin này không khả dụng. Tuy nhiên, đối với thao tác mạnh hơn, nó được ưu tiên để tính toán thông tin độ trễ tần số cơ bản và thông tin độ khuếch đại tần số cơ bản trên phía bộ mã hóa.

Bộ giải mã 100 bao gồm, ví dụ bộ chuyển đổi tần số-thời gian để chuyển đổi sự biểu diễn tần số-thời gian của tín hiệu âm thanh thành sự biểu diễn miền thời gian của tín hiệu âm thanh. Do đó, bộ giải mã không phải là bộ mã hóa-giải mã tiếng nói miền thời gian thuần túy, mà bao gồm bộ giải mã miền biến đổi thuần túy hoặc bộ giải mã miền biến đổi hỗn hợp hoặc bộ mã hóa khác bất kỳ hoạt động trong miền khác miền thời gian. Hơn nữa, được ưu tiên là miền thứ hai là miền thời gian.

Thiết bị còn bao gồm bộ lọc sau cho sóng hài 104 để lọc sự biểu diễn miền thời gian của tín hiệu âm thanh, và bộ lọc sau cho sóng hài này được dựa trên hàm truyền bao gồm tử số và mẫu số. Cụ thể, tử số bao gồm trị số độ khuếch đại được biểu thị bởi thông tin độ khuếch đại và mẫu số bao gồm phần nguyên của độ trễ tần số cơ bản được

biểu thị bởi thông tin độ trễ tần số cơ bản và, quan trọng là, còn bao gồm bộ lọc nhiễu đầu nổi ra phụ thuộc vào phần thập phân của độ trễ tần số cơ bản.

Phương án thực hiện được ưu tiên của bộ lọc sau cho sóng hài này với hàm truyền $H(z)$ được minh họa trên Fig.2. Bộ lọc này nhận tín hiệu đầu ra bộ giải mã 106 và đưa tín hiệu đầu ra được giải mã này đến thao tác lọc sau để thu được tín hiệu đầu ra được lọc sau 108. Tín hiệu đầu ra được lọc sau này có thể được xuất ra như tín hiệu được xử lý hoặc có thể được xử lý thêm bởi bất kỳ phương thức nào để loại bỏ các gián đoạn được đưa vào bởi thao tác lọc sau mà, tất nhiên, là phụ thuộc tín hiệu, tức là, có thể biến thiên từ khung sang khung. Thao tác loại bỏ sự gián đoạn này có thể là thao tác bất kỳ trong số thao tác loại bỏ sự gián đoạn đã biết như nhiễu xuyên kênh, mà có nghĩa là các khung sớm hơn được giảm dần cường độ và, cùng lúc, khung mới được tăng dần cường độ và, tốt hơn là, các đặc tính thay đổi cường độ là để các thừa số thay đổi cường độ cộng lên đến đến một trong suốt thao tác nhiễu xuyên kênh. Tuy nhiên, việc loại bỏ sự gián đoạn khác như lọc thông thấp hoặc lọc LPC cũng có thể được áp dụng.

Thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh được minh họa trên Fig.1 còn bao gồm lưu trữ thông tin bộ lọc nhiễu đầu nổi ra 112 và bộ điều khiển bộ lọc 114. Cụ thể, bộ điều khiển bộ lọc 114 nhận thông tin phụ 116 từ bộ giải mã 100, và thông tin phụ này có thể, ví dụ, là thông tin độ khuếch đại tần số cơ bản g và thông tin độ trễ tần số cơ bản, tức là, thông tin trên phần nguyên T_{int} của độ trễ tần số cơ bản và phần thập phân T_{fr} của độ trễ tần số cơ bản. Thông tin này là hữu ích để thiết lập bộ lọc sau cho sóng hài từ khung sang khung, và, ngoài ra, để lựa chọn thông tin bộ lọc nhiễu đầu nổi ra $B(z, T_{fr})$. Hơn nữa, thông tin bổ sung như tốc độ bit được áp dụng bởi bộ giải mã hoặc tốc độ lấy mẫu nằm dưới tín hiệu được giải mã cũng có thể được sử dụng bởi sự điều khiển bộ lọc 114 để thiết lập một cách cụ thể các trị số vô hướng α , β để bộ mã hóa và/hoặc bộ giải mã nhất định thiết lập đối với tốc độ bit và tốc độ lấy mẫu.

Fig.2 minh họa sự biểu diễn cực điểm/không của hàm truyền bộ lọc $H(z)$ trong miền z như được biết trong tình trạng kỹ thuật đã biết. Một cách tự nhiên, nhiều sự biểu diễn khác của bộ lọc sau cho sóng hài, mà là tất cả các sự biểu diễn bộ lọc, mà có thể được chuyển đổi thành loại sự biểu diễn cực điểm/không trong miền z . Do đó, sáng chế có thể áp dụng cho từng bộ lọc mà có thể mô tả theo cách bất kỳ bởi hàm truyền này như được minh họa trong bản mô tả.

Fig.3 minh họa phương án được ưu tiên của độ khuếch đại bộ lọc sau cho sóng hài được mô tả lại như hàm truyền trong ký hiệu cực điểm/không trong miền z .

Bộ lọc có thể được mô tả như sau:

$$H(z) = \frac{1 - \alpha \beta g B(z, 0)}{1 - \beta g B(z, T_{fr}) z^{-T_{int}}}$$

với g là độ khuếch đại được giải mã, T_{int} và T_{fr} là phần nguyên và phần thập phân của độ trễ tần số cơ bản được giải mã, α và β là hai trị số vô hướng mà lấy trọng số độ khuếch đại, và $B(z, T_{fr})$ là bộ lọc FIR thông thấp mà các hệ số của nó phụ thuộc vào phần thập phân của độ trễ tần số cơ bản được giải mã.

Lưu ý rằng $B(z, 0)$ trong tử số của $H(z)$ được sử dụng để bù cho độ dốc được đưa vào bởi $B(z, T_{fr})$.

β được sử dụng để điều khiển cường độ của bộ lọc sau. β bằng 1 tạo ra hiệu quả đầy đủ, triệt lượng có khả năng cực đại của năng lượng giữa các sóng hài. β bằng 0 làm vô hiệu hóa bộ lọc sau. Nói chung, trị số khá thấp được sử dụng để không triệt quá nhiều năng lượng giữa các sóng hài. Trị số cũng phụ thuộc vào tốc độ bit với trị số cao hơn tại tốc độ bit thấp hơn, ví dụ 0,4 tại tốc độ bit thấp và 0,2 tại tốc độ bit cao.

α được sử dụng để bổ sung độ dốc rất nhỏ cho đáp ứng tần số của $H(z)$, để bù cho tổn thất năng lượng rất nhỏ trong các tần số thấp. Trị số của α thường được chọn gần với 1, ví dụ 0,8.

Ví dụ của $B(z, T_{fr})$ được cho trên Fig.6. Thứ tự và các hệ số của $B(z, T_{fr})$ có thể cũng phụ thuộc vào tốc độ bit và tốc độ lấy mẫu đầu ra. Đáp ứng tần số khác nhau có thể được thiết kế và tinh chỉnh cho mỗi tổ hợp của tốc độ bit và tốc độ lấy mẫu đầu ra.

Cụ thể, các tác giả sáng chế đã tìm ra rằng ngay cả các trị số cho α nằm trong khoảng 0,6 và nhỏ hơn 1,0 là hữu ích và, ngoài ra, các trị số cho β nằm trong khoảng 0,1 và 0,5 đã được xác định cũng là hữu ích.

Hơn nữa, bộ lọc nhiều đầu nối ra có thể có số lượng các đầu nối ra có thể biến thiên. Các tác giả sáng chế đã tìm ra rằng đối với các phương án thực hiện nhất định, bốn đầu nối ra là đủ, trong đó một đầu nối ra là z^{+1} . Tuy nhiên, các bộ lọc nhỏ hơn với chỉ hai đầu nối ra hoặc thậm chí các bộ lọc lớn hơn với nhiều hơn bốn đầu nối ra là hữu ích cho các phương án thực hiện nhất định.

Fig.6 minh họa phương án thực hiện được ưu tiên của các bộ lọc $B(z)$ cho các trị số thập phân khác nhau của độ trễ tần số cơ bản và, cụ thể, cho các độ phân giải độ trễ

tần số cơ bản bằng $\frac{1}{4}$. Đối với phương án thực hiện này, bốn phép mô tả bộ lọc khác nhau cho bộ lọc nhiều đầu nổi ra trong mẫu số của hàm truyền của bộ lọc sau cho sóng hài được minh họa. Tuy nhiên, các tác giả sáng chế đã tìm ra rằng các hệ số bộ lọc không cần thiết phải biểu thị chính xác các trị số được minh họa trên Fig.6, mà các biến số nhất định bằng $\pm 0,05$ có thể cũng hữu ích trong các phương án thực hiện khác.

Cụ thể, như được minh họa trên Fig.1, các trọng số đầu nổi ra được minh họa trên Fig.6 được lưu trữ trong bộ nhớ 112 cho thông tin bộ lọc nhiều đầu nổi ra. Bộ điều khiển bộ lọc 114 nhận phần thập phân T_F từ đường 116 của Fig.1 và, đáp ứng với trị số này, chỉ định đến bộ nhớ 112 để tìm kiếm, thông qua đường tìm kiếm 200 thông tin bộ lọc cụ thể cho phần thập phân cụ thể của độ trễ tần số cơ bản. Thông tin này sau đó được chuyển tiếp thông qua đường đầu ra 202 đến bộ lọc sau cho sóng hài 104 để bộ lọc sau cho sóng hài được thiết lập một cách chính xác. Phương án thực hiện nhất định của bộ lọc FIR nhiều đầu nổi ra được minh họa trên Fig.5. Sự biểu thị trọng số w_1 đến w_4 tương ứng với ký hiệu trên Fig.6 và bộ điều khiển bộ lọc 114 áp dụng, đáp ứng với phần thập phân thực tế của độ trễ tần số cơ bản, các trọng số tương ứng cho khung âm thanh nhất định. Các phần còn lại như các phần độ trễ 501, 502, 503 và bộ tổ hợp 505 có thể được thực hiện như được minh họa. Trong phạm vi này, được nhấn mạnh là trị số độ trễ 501 là, theo ký hiệu z trị số độ trễ âm, vì các tác giả sáng chế đã tìm ra rằng sự biểu diễn bộ lọc FIR có trị số độ trễ âm ngoài trị số độ trễ dương như 503 và 504 là đặc biệt hữu ích.

Sau đó, phương án thực hiện bộ mã hóa được ưu tiên có các khối thập phân nhất định và hoạt động mà không có bất kỳ bộ lọc trước nào được minh họa trên Fig.4. Phần bộ lọc được minh họa trên Fig.4 bao gồm bộ ước lượng tần số cơ bản 402, bộ làm mịn tần số cơ bản 404, bộ ước lượng phần thập phân 406, bộ phát hiện chuyển tiếp 408, bộ ước lượng độ khuếch đại 410 và bộ lượng tử hóa độ khuếch đại 412. Thông tin được cung cấp bởi bộ lượng tử hóa độ khuếch đại 412, bộ ước lượng phần thập phân 406, bộ làm mịn tần số cơ bản 404 và bit quyết định được tạo ra bởi bộ phát hiện chuyển tiếp 408 được nhập vào trong bộ định hình tín hiệu được mã hóa 414. Bộ định hình tín hiệu được mã hóa cung cấp tín hiệu được mã hóa 102, mà sau đó được nhập vào trong bộ giải mã 100 được minh họa trên Fig.1. Tín hiệu được mã hóa 102 sẽ bao gồm thông tin tín hiệu bổ sung không được minh họa trên Fig.4.

Sau đó, chức năng của bộ ước lượng tần số cơ bản 402 được mô tả.

Một độ trễ tần số cơ bản (phần nguyên + phần thập phân) trên mỗi khung được ước lượng (kích thước khung, ví dụ, 20 mili giây). Điều này được thực hiện trong ba bước để giảm độ phức tạp và cải thiện độ chính xác sự ước lượng.

Thuật toán phân tích tần số cơ bản mà tạo ra đường viền phát triển tần số cơ bản nhằm được sử dụng (ví dụ, sự phân tích tần số cơ bản chu trình mở được mô tả trong Rec. ITU-T G.718, sec. 6.6). Sự phân tích này thường được thực hiện trên cơ sở khung con (kích thước khung con, ví dụ, 10 mili giây), và tạo ra một sự ước lượng độ trễ tần số cơ bản trên mỗi khung con. Lưu ý rằng các ước lượng độ trễ tần số cơ bản này không có bất kỳ phần thập phân nào và thường được ước lượng trên tín hiệu được lấy mẫu giảm (tốc độ lấy mẫu, ví dụ 6400Hz). Tín hiệu được sử dụng có thể là tín hiệu âm thanh bất kỳ, ví dụ, tín hiệu âm thanh được gán trọng số LPC như được mô tả trong Rec. ITU-T G.718, sec. 6.5.

Bộ làm mịn tần số cơ bản hoạt động như sau:

Phần nguyên cuối cùng của độ trễ tần số cơ bản được ước lượng trên tín hiệu âm thanh $x[n]$ chạy tại tốc độ lấy mẫu bộ mã hóa lõi, mà thường cao hơn tốc độ lấy mẫu của tín hiệu được lấy mẫu giảm được sử dụng trong a. (ví dụ, 12,8kHz, 16kHz, 32kHz, ...). Tín hiệu $x[n]$ có thể là tín hiệu âm thanh bất kỳ, ví dụ, tín hiệu âm thanh được gán trọng số LPC.

Phần nguyên của độ trễ tần số cơ bản sau đó là độ trễ d_m mà cực đại hóa hàm tự tương quan:

$$C(d) = \sum_{n=0}^N x[n]x[n-d]$$

với d gần độ trễ tần số cơ bản T được ước lượng trong bước 1.a.

$$T - \delta_1 \leq d \leq T + \delta_2$$

Bộ ước lượng phần thập phân 406 hoạt động như sau:

Phần thập phân được tìm ra bằng cách nội suy hàm tự tương quan $C(d)$ được tính trong bước 2.b. và lựa chọn độ trễ tần số cơ bản theo phân số mà cực đại hóa hàm tự tương quan được nội suy. Phép nội suy có thể được thực hiện sử dụng bộ lọc FIR thông thấp như được mô tả trong ví dụ, Rec. ITU-T G.718, sec. 6.6.7.

Bộ phát hiện chuyển tiếp 408 được minh họa trên Fig.4 được tạo cấu hình để tạo ra bit quyết định.

Nếu tín hiệu âm thanh đầu vào không chứa bất kỳ nội dung sóng hài nào, thì không có tham số nào được mã hóa trong dòng bit. Chỉ 1 bit được gửi để bộ giải mã biết liệu có phải giải mã các tham số bộ lọc sau hay không. Quyết định được tạo ra dựa trên một số tham số sau:

a. Sự tương quan chuẩn hóa tại độ trễ tần số cơ bản nguyên được ước lượng trong bước 1.b.

$$\text{norm. corr.} = \frac{\sum_{n=0}^N x[n]x[n-d_m]}{\sqrt{\sum_{n=0}^N x[n]x[n]} \sqrt{\sum_{n=0}^N x[n-d_m]x[n-d_m]}}$$

Sự tương quan được chuẩn hóa là 1 nếu tín hiệu đầu vào có thể dự báo một cách hoàn hảo bởi độ trễ tần số cơ bản nguyên, và là 0 nếu nó không thể dự báo. Trị số cao (gần đến 1) sau đó sẽ biểu thị tín hiệu sóng hài. Đối với quyết định mạnh hơn, sự tương quan được chuẩn hóa của khung đã qua có thể cũng được sử dụng trong quyết định, ví dụ:

Nếu $(\text{norm.corr}(\text{curr.}) * \text{norm.corr}(\text{prev.})) > 0,25$, thì khung hiện thời chứa một số nội dung sóng hài (bit=1)

b. Các dấu hiệu được tính toán bởi bộ phát hiện chuyển tiếp (ví dụ số đo độ phẳng theo thời gian, thay đổi năng lượng cực đại), để tránh kích hoạt bộ lọc sau trên tín hiệu chứa sự chuyển tiếp, ví dụ

Nếu $(\text{tempFlatness} > 3,5 \text{ hoặc } \text{maxEnergychange} > 3,5)$ thì thiết lập bit=0 và không gửi bất kỳ tham số nào.

Hơn nữa, bộ ước lượng độ khuếch đại 410 tính toán độ khuếch đại để được nhập vào bộ lượng tử hóa độ khuếch đại 412.

Độ khuếch đại thường được ước lượng trên tín hiệu âm thanh đầu vào tại tốc độ lấy mẫu bộ mã hóa lõi, nhưng có thể cũng là bất kỳ tín hiệu âm thanh nào như tín hiệu âm thanh được gán trọng số LPC. Tín hiệu này được ghi chú là $y[n]$ và có thể là giống hoặc khác với $x[n]$.

Sự dự báo $y_p[n]$ của $y[n]$ được tìm ra đầu tiên bằng cách lọc $y[n]$ với bộ lọc sau

$$P(z) = B(z, T_{fr})z^{-T_{int}}$$

với T_{int} là phần nguyên của độ trễ tần số cơ bản (được ước lượng trong 1.b.) và $B(z, T_{fr})$ bộ lọc FIR thông thấp mà các hệ số của nó phụ thuộc vào phần thập phân của độ trễ tần số cơ bản T_{fr} (được ước lượng trong 1.c.).

Một ví dụ của $B(z)$ khi độ phân giải độ trễ tần số cơ bản là $\frac{1}{4}$:

$$T_{fr} = \frac{0}{4} \quad B(z) = 0.0000z^{-2} + 0.2325z^{-1} + 0.5349z^0 + 0.2325z^1$$

$$T_{fr} = \frac{1}{4} \quad B(z) = 0.0152z^{-2} + 0.3400z^{-1} + 0.5094z^0 + 0.1353z^1$$

$$T_{fr} = \frac{2}{4} \quad B(z) = 0.0609z^{-2} + 0.4391z^{-1} + 0.4391z^0 + 0.0609z^1$$

$$T_{fr} = \frac{3}{4} \quad B(z) = 0.1353z^{-2} + 0.5094z^{-1} + 0.3400z^0 + 0.0152z^1$$

Độ khuếch đại g sau đó được tính toán như sau:

$$g = \frac{\sum_{n=0}^{N-1} y[n]y_p[n]}{\sum_{n=0}^{N-1} y_p[n]y_p[n]}$$

và được giới hạn giữa 0 và 1.

Cuối cùng, độ khuếch đại được lượng tử hóa, ví dụ, trên 2 bit, sử dụng ví dụ, sự lượng tử hóa đồng đều.

Nếu độ khuếch đại được lượng tử hóa đến 0, thì không có tham số được mã hóa trong dòng bit, chỉ có một bit quyết định (bit=0).

Như được tóm lược ở trên, bộ lọc sau được áp dụng trên tín hiệu âm thanh đầu ra sau bộ giải mã biến đổi. Nó xử lý tín hiệu trên cơ sở khung-cạnh-khung, với cùng kích thước khung như được sử dụng ở phía bộ mã hóa như 20 mili giây. Như được minh họa, nó được dựa trên bộ lọc dự báo dài hạn $H(z)$ mà các tham số của nó được xác định từ các tham số được ước lượng tại phía bộ mã hóa và được giải mã từ dòng bit. Thông tin này bao gồm bit quyết định, độ trễ tần số cơ bản và độ khuếch đại. Nếu bit quyết định là 0, thì độ trễ tần số cơ bản và độ khuếch đại không được giải mã và được giả định sẽ bằng 0 không được ghi thành dòng bit.

Như được mô tả, nếu các tham số bộ lọc khác một khung đến khung tiếp theo, sự gián đoạn có thể được đưa vào tại đường biên giữa hai khung. Để tránh sự gián đoạn, bộ loại bỏ gián đoạn được áp dụng như bộ nhiễu xuyên kênh hoặc phương án thực hiện khác bất kỳ cho mục đích này.

Hơn nữa, một số cách khác nhau để thiết lập bộ lọc sau cho sóng hài được minh họa trên Fig.7a đến 8b. Các đồ thị minh họa hàm truyền miền tần số. Trục nằm ngang được đề cập đến tần số được chuẩn hóa 1 và trục thẳng đứng là độ lớn của đáp ứng bộ lọc theo dB. Được nhấn mạnh là tất cả các hình minh họa ngoại trừ Fig.7b, bộ lọc đưa vào sự khuếch đại cho các tần số thấp, tức là, trị số độ lớn theo dB dương nhất định.

Cụ thể, Fig.7a minh họa hàm truyền, thực hiện bộ lọc trên Fig.3, với các trị số tham số nhất định như được biểu thị ở trên. Hơn nữa, trị số α , tức là, trị số vô hướng thứ nhất được thiết lập đến 0. Fig.7b minh họa trạng thái tương tự, nhưng lúc này với trị số α bằng 1. Các tham số còn lại giống với Fig.7a.

Fig.7c minh họa phương án thực hiện nữa trong đó α bằng 0,8 mà có độ dốc nhỏ và sự tăng của các tần số thấp hơn. Ngoài ra, Fig.7 có các tham số khác giống nhau như được biểu thị trên Fig.7a. Rõ ràng là α bằng 1 loại bỏ độ dốc và các tần số sóng hài có độ khuếch đại bằng 1. Mặt hạn chế của việc thiết lập này là làm mất năng lượng tại các tần số giữa các sóng hài. Do đó, trị số của α bằng 0,8 như trên Fig.7c được ưu tiên. Trị số này bổ sung độ dốc nhỏ được so sánh với trạng thái α bằng 1 của Fig.7b. Để bù tổn thất năng lượng tại các tần số giữa các sóng hài, độ dốc nhỏ này tốt hơn là được sử dụng.

Hơn nữa, Fig.8a và 8b minh họa các thiết lập bộ lọc đối với trị số α bằng 0,8 và các trị số β khác, tức là, trị số β bằng 0,4 trên Fig.8a và trị số β bằng 0,2 trên Fig.8b. Rõ ràng là trị số β bằng 0,4 có hiệu quả lọc sau mạnh hơn được so sánh với trị số β bằng 0,2 và, do đó, trị số β bằng 0,4 được sử dụng tại tốc độ bit thấp hơn để loại bỏ nhiều âm liên sóng hài được đưa vào bởi tốc độ bit thấp này.

Mặt khác, β bằng 0,2 có hiệu quả ít mạnh hơn để triệt năng lượng giữa các sóng hài và, do đó, trị số β này được ưu tiên cho các tốc độ bit cao do thực tế là tại các tốc độ bit cao hơn này, không nhiều nhiều âm liên sóng hài có mặt.

Mặc dù một số khía cạnh đã được mô tả trong phạm vi của thiết bị, rõ ràng rằng các khía cạnh này cũng thể hiện sự mô tả của phương pháp tương ứng, trong đó khối hoặc thiết bị tương ứng với bước phương pháp hoặc dấu hiệu của bước phương pháp. Tương tự, các khía cạnh được mô tả trong phạm vi của bước phương pháp cũng biểu diễn sự mô tả của khối hoặc mục hoặc dấu hiệu tương ứng của thiết bị tương ứng. Một số hoặc tất cả các bước phương pháp có thể được thực hiện bởi (hoặc sử dụng) thiết bị phần cứng, như ví dụ, bộ vi xử lý, máy tính có thể lập trình hoặc mạch điện tử. Theo một số phương án, một số một hoặc nhiều bước phương pháp quan trọng nhất có thể được thực hiện bởi thiết bị như vậy.

Các tín hiệu được truyền hoặc được mã hóa theo sáng chế có thể được lưu trữ trên vật ghi lưu trữ kỹ thuật số hoặc có thể được truyền trong môi trường truyền như môi trường truyền không dây hoặc môi trường truyền có dây như internet.

Phụ thuộc vào các yêu cầu thực hiện nhất định, các phương án của sáng chế có thể được thực hiện trong phần cứng hoặc trong phần mềm. Phương án có thể được thực hiện sử dụng vật lưu trữ số, ví dụ, đĩa mềm, DVD, Blu-ray, CD, ROM, PROM, EPROM, EEPROM hoặc bộ nhớ FLASH, có các tín hiệu điều khiển có thể đọc được bằng điện tử được lưu trữ trên đó, mà kết hợp (hoặc có thể kết hợp) với hệ thống máy tính có thể lập trình sao cho phương pháp tương ứng được thực hiện. Do đó, vật ghi lưu trữ kỹ thuật số có thể đọc được bằng máy tính.

Một số phương án theo sáng chế bao gồm vật mang dữ liệu có các tín hiệu điều khiển có thể đọc được bằng điện tử, mà có khả năng kết hợp với hệ thống máy tính có thể lập trình, sao cho một trong số các phương pháp được mô tả ở đây được thực hiện.

Nói chung, các phương án của sáng chế có thể được thực hiện như sản phẩm chương trình máy tính với mã chương trình, mã chương trình có hiệu lực để thực hiện một trong số các phương pháp khi sản phẩm chương trình máy tính chạy trên máy tính. Mã chương trình có thể ví dụ được lưu trữ trên vật mang có thể đọc được bằng máy.

Các phương án khác bao gồm chương trình máy tính để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây, được lưu trữ trên vật mang có thể đọc được bằng máy.

Do đó, nói cách khác, phương án của phương pháp theo sáng chế là chương trình máy tính có mã chương trình để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây, khi chương trình máy tính chạy trên máy tính.

Do đó, phương án khác của các phương pháp theo sáng chế là, vật mang dữ liệu (hoặc vật khi lưu trữ không tạm thời hoặc vật ghi lưu trữ số, hoặc vật ghi có thể đọc được bằng máy tính) gồm có, đã được ghi lại trên đó, chương trình máy tính để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây. Vật mang dữ liệu, vật ghi lưu trữ số hoặc vật ghi được ghi lại thường là hữu hình và/hoặc không tạm thời.

Do đó, phương án nữa của phương pháp theo sáng chế là, dòng dữ liệu hoặc chuỗi các tín hiệu biểu diễn chương trình máy tính để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây. Ví dụ, dòng dữ liệu hoặc chuỗi các tín hiệu có thể được tạo cấu hình để được truyền tải thông qua sự kết nối truyền thông dữ liệu, ví dụ, thông qua internet.

Phương án khác gồm có phương tiện xử lý, ví dụ máy tính, hoặc thiết bị logic lập trình được, được tạo cấu hình để hoặc được làm thích ứng để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây.

Phương án khác bao gồm máy tính có chương trình máy tính được cài đặt trên máy tính để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây.

Phương án khác theo sáng chế gồm có thiết bị hoặc hệ thống được tạo cấu hình để truyền tải (ví dụ, bằng điện tử hoặc quang học) chương trình máy tính để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây đến bộ nhận. Bộ nhận có thể là, ví dụ, máy tính, thiết bị di động, thiết bị nhớ hoặc tương tự. Thiết bị hoặc hệ thống có thể, ví dụ, bao gồm máy chủ tệp tin để truyền tải chương trình máy tính đến bộ nhận.

Theo một số phương án, thiết bị logic lập trình được (ví dụ, mảng công lập trình được dạng trường) có thể được sử dụng để thực hiện một số hoặc tất cả các chức năng của các phương pháp được mô tả ở đây. Trong một số phương án, mảng công lập trình được dạng trường có thể kết hợp với bộ vi xử lý để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây. Thông thường, các phương pháp tốt hơn là được thực hiện bởi thiết bị phần cứng bất kỳ.

Các phương án được mô tả ở trên chỉ mang tính minh họa cho các nguyên lý của sáng chế. Cần hiểu rằng các biến thể và biến đổi của các phương án và các chi tiết được mô tả ở đây sẽ là rõ ràng đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng. Do đó, mục đích của sáng chế chỉ được giới hạn bởi phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ sắp đưa ra dưới đây và không bị giới hạn bởi các chi tiết cụ thể được biểu diễn bằng cách mô tả và giải thích của các phương án ở đây.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh đã được kết hợp với nó thông tin độ trễ tần số cơ bản và thông tin độ khuếch đại, thiết bị bao gồm:

bộ chuyển đổi miền (100) để chuyển đổi sự biểu diễn miền thứ nhất của tín hiệu âm thanh thành sự biểu diễn miền thứ hai của tín hiệu âm thanh; và

bộ lọc sau cho sóng hài (104) để lọc sự biểu diễn miền thứ hai của tín hiệu âm thanh, trong đó bộ lọc sau được dựa trên hàm truyền bao gồm tử số và mẫu số, trong đó tử số bao gồm trị số độ khuếch đại được biểu thị bởi thông tin độ khuếch đại, và trong đó mẫu số bao gồm phần nguyên của độ trễ tần số cơ bản được biểu thị bởi thông tin độ trễ tần số cơ bản và bộ lọc nhiều đầu nối ra phụ thuộc vào phần thập phân của độ trễ tần số cơ bản.

2. Thiết bị theo điểm 1, trong đó hàm truyền của bộ lọc sau bao gồm, trong tử số, bộ lọc đáp ứng xung hữu hạn (Finite Impulse Response - FIR) nhiều đầu nối ra nữa cho phần thập phân bằng không của độ trễ tần số cơ bản.

3. Thiết bị theo điểm 1 hoặc điểm 2, trong đó mẫu số bao gồm sản phẩm giữa bộ lọc nhiều đầu nối ra và trị số độ khuếch đại.

4. Thiết bị theo một trong số các điểm nêu trên, trong đó tử số còn bao gồm sản phẩm của trị số vô hướng thứ nhất và trị số vô hướng thứ hai, trong đó mẫu số bao gồm trị số vô hướng thứ hai và không bao gồm trị số vô hướng thứ nhất, trong đó trị số vô hướng thứ nhất và thứ hai được xác định trước và có các trị số lớn hơn 0 và nhỏ hơn 1, và trong đó trị số vô hướng thứ hai nhỏ hơn trị số vô hướng thứ nhất.

5. Thiết bị theo điểm 4, thiết bị còn bao gồm:

bộ điều khiển bộ lọc (114) được tạo cấu hình để thiết lập trị số vô hướng thứ hai phụ thuộc vào tốc độ bit, mà nhờ bộ chuyển đổi tần số-thời gian (100) được vận hành, trong đó trị số vô hướng thứ hai được thiết lập đến trị số thứ nhất, khi tốc độ bit có trị số thứ nhất, trong đó trị số vô hướng thứ hai được thiết lập đến trị số thứ hai, khi tốc độ bit có trị số thứ hai, trong đó trị số thứ hai của tốc độ bit thấp hơn trị số thứ nhất của tốc độ bit, và trong đó trị số thứ hai của trị số vô hướng thứ hai lớn hơn trị số thứ nhất của trị số vô hướng thứ hai.

6. Thiết bị theo điểm 4 hoặc điểm 5, trong đó trị số vô hướng thứ nhất được thiết lập trong khoảng giữa 0,6 và 1,0 và trong đó trị số vô hướng thứ hai được thiết lập trong khoảng giữa 0,1 và 0,5.

7. Thiết bị theo một điểm bất kì trong số các điểm nêu trên,

trong đó bộ lọc sau có hàm truyền $H(z)$ trong sự biểu diễn cực điểm-không dựa trên phương trình sau:

$$H(z) = \frac{1 - \alpha \beta g B(z, 0)}{1 - \beta g B(z, T_{fr}) z^{-T_{int}}}$$

trong đó α là trị số vô hướng thứ nhất, trong đó β là trị số vô hướng thứ hai, trong đó $B(z, 0)$ là bộ lọc nhiều đầu nối ra cho độ trễ tần số cơ bản phân thập phân bằng không, trong đó $B(z, T_{fr})$ là bộ lọc nhiều đầu nối ra phụ thuộc vào phân thập phân của độ trễ tần số cơ bản, trong đó T_{int} là phần nguyên của độ trễ tần số cơ bản, trong đó T_{fr} là phân thập phân của độ trễ tần số cơ bản, và trong đó g là trị số độ khuếch đại được biểu thị bởi thông tin độ khuếch đại z là biến số trong mặt phẳng z .

8. Thiết bị theo một điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó bộ lọc nhiều đầu nối ra là bộ lọc đáp ứng xung hữu hạn (finite impulse response - FIR) và có ít nhất ba đầu nối ra.

9. Thiết bị theo một điểm bất kì trong số các điểm nêu trên,

trong đó bộ lọc nhiều đầu nối ra trong mẫu số bao gồm bốn đầu nối ra, trong đó, đối với phân thập phân bằng không, đầu nối ra thứ nhất nằm trong khoảng giữa 0,0 và 0,1, đầu nối ra thứ hai nằm trong khoảng giữa 0,2 và 0,3, đầu nối ra thứ ba nằm trong khoảng giữa 0,5 và 0,6, và đầu nối ra thứ tư nằm trong khoảng giữa 0,2 và 0,3,

trong đó bộ lọc nhiều đầu nối ra bao gồm, đối với phân thập phân thứ nhất, bốn đầu nối ra của bộ lọc, trong đó đầu nối ra thứ nhất nằm trong khoảng giữa 0,0 và 0,1, đầu nối ra thứ hai nằm trong khoảng giữa 0,3 và 0,4, đầu nối ra thứ ba nằm trong khoảng giữa 0,45 và 0,55, và đầu nối ra thứ tư nằm trong khoảng giữa 0,1 và 0,2,

trong đó bộ lọc nhiều đầu nối ra bao gồm, đối với phân thập phân thứ hai, bốn đầu nối ra của bộ lọc, trong đó đầu nối ra thứ nhất nằm trong khoảng giữa 0,0 và 0,1, đầu nối ra thứ hai nằm trong khoảng giữa 0,35 và 0,45, đầu nối ra thứ ba nằm trong khoảng giữa 0,35 và 0,45, và đầu nối ra thứ tư nằm trong khoảng giữa 0,0 và 0,1,

trong đó bộ lọc nhiều đầu nối ra bao gồm, đối với phân thập phân thứ ba, bốn đầu nối ra của bộ lọc, trong đó đầu nối ra thứ nhất nằm trong khoảng giữa 0,1 và 0,2, đầu nối ra thứ hai nằm trong khoảng giữa 0,45 và 0,55, đầu nối ra thứ ba nằm trong khoảng giữa 0,3 và 0,4, và đầu nối ra thứ tư nằm trong khoảng giữa 0,0 và 0,1,

trong đó phần thập phân thứ ba lớn hơn phần thập phân thứ hai, và trong đó phần thập phân thứ hai lớn hơn phần thập phân thứ nhất.

10. Thiết bị theo một trong số các điểm nêu trên,

trong đó bộ lọc sau được tạo cấu hình để có độ dốc phổ âm để bù tổn thất năng lượng bởi bộ lọc sau cho sóng hài, hoặc

trong đó, bộ lọc sau được tạo cấu hình để triệt một lượng năng lượng giữa các sóng hài trong khung, trong đó lượng năng lượng được triệt nhỏ hơn 20% trong tổng năng lượng của sự biểu diễn miền thời gian trong khung.

11. Thiết bị theo một trong số các điểm nêu trên,

trong đó bộ chuyển đổi miền là bộ chuyển đổi tần số-thời gian, trong đó miền thứ nhất là miền tần số và miền thứ hai là miền thời gian, hoặc

trong đó bộ chuyển đổi miền là bộ chuyển đổi LPC dư -thời gian, trong đó miền thứ nhất là miền LPC dư và miền thứ hai là miền thời gian.

12. Phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh đã được kết hợp với nó thông tin độ trễ tần số cơ bản và thông tin độ khuếch đại, phương pháp bao gồm:

chuyển đổi (100) sự biểu diễn tần số của tín hiệu âm thanh thành sự biểu diễn miền thời gian của tín hiệu âm thanh; và

lọc sự biểu diễn miền thời gian của tín hiệu âm thanh bằng bộ lọc sau cho sóng hài (104), trong đó bộ lọc sau được dựa trên hàm truyền bao gồm tử số và mẫu số, trong đó tử số bao gồm trị số độ khuếch đại được biểu thị bởi thông tin độ khuếch đại, và trong đó mẫu số bao gồm phần nguyên của độ trễ tần số cơ bản được biểu thị bởi thông tin độ trễ tần số cơ bản và bộ lọc nhiều đầu nổi ra phụ thuộc vào phần thập phân của độ trễ tần số cơ bản.

13. Hệ thống xử lý tín hiệu âm thanh bao gồm bộ mã hóa để mã hóa tín hiệu âm thanh và bộ giải mã bao gồm bộ xử lý, bộ xử lý bao gồm:

bộ chuyển đổi miền (100) để chuyển đổi sự biểu diễn miền tần số của tín hiệu âm thanh thành sự biểu diễn miền thời gian của tín hiệu âm thanh; và

bộ lọc sau cho sóng hài (104) để lọc sự biểu diễn miền thời gian của tín hiệu âm thanh,

trong đó bộ lọc sau được dựa trên hàm truyền bao gồm tử số và mẫu số, trong đó tử số bao gồm trị số độ khuếch đại được biểu thị bởi thông tin độ khuếch đại, và trong đó mẫu số bao gồm phần nguyên của độ trễ tần số cơ bản được biểu thị bởi thông tin

độ trễ tần số cơ bản và bộ lọc nhiễu đầu nổi ra phụ thuộc vào phần thập phân của độ trễ tần số cơ bản.

14. Hệ thống theo điểm 13, trong đó bộ mã hóa bao gồm bộ tính toán độ trễ tần số cơ bản (402, 404, 406) để tính toán phần nguyên và phần thập phân của độ trễ tần số cơ bản và bộ tính toán độ khuếch đại (410, 412) để tính toán trị số độ khuếch đại, và bộ định hình tín hiệu được mã hóa (414) để tạo ra tín hiệu được mã hóa (102) bao gồm thông tin độ trễ tần số cơ bản và thông tin độ khuếch đại.

15. Phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh bao gồm phương pháp mã hóa tín hiệu âm thanh và phương pháp giải mã tín hiệu âm thanh bao gồm:

chuyển đổi (100) sự biểu diễn tần số của tín hiệu âm thanh thành sự biểu diễn miền thời gian của tín hiệu âm thanh; và

lọc sự biểu diễn miền thời gian của tín hiệu âm thanh sử dụng bộ lọc sau cho sóng hài (104), trong đó bộ lọc sau được dựa trên hàm truyền bao gồm tử số và mẫu số, trong đó tử số bao gồm trị số độ khuếch đại được biểu thị bởi thông tin độ khuếch đại, và trong đó mẫu số bao gồm phần nguyên của độ trễ tần số cơ bản được biểu thị bởi thông tin độ trễ tần số cơ bản và bộ lọc nhiễu đầu nổi ra phụ thuộc vào phần thập phân của độ trễ tần số cơ bản.

16. Vật ghi có thể đọc được bằng máy tính bao gồm chương trình máy tính để thực hiện phương pháp theo điểm 12 khi chương trình máy tính chạy trên máy tính hoặc bộ xử lý.

17. Vật ghi có thể đọc được bằng máy tính bao gồm chương trình máy tính để thực hiện phương pháp theo điểm 15 khi chương trình máy tính chạy trên máy tính hoặc bộ xử lý.

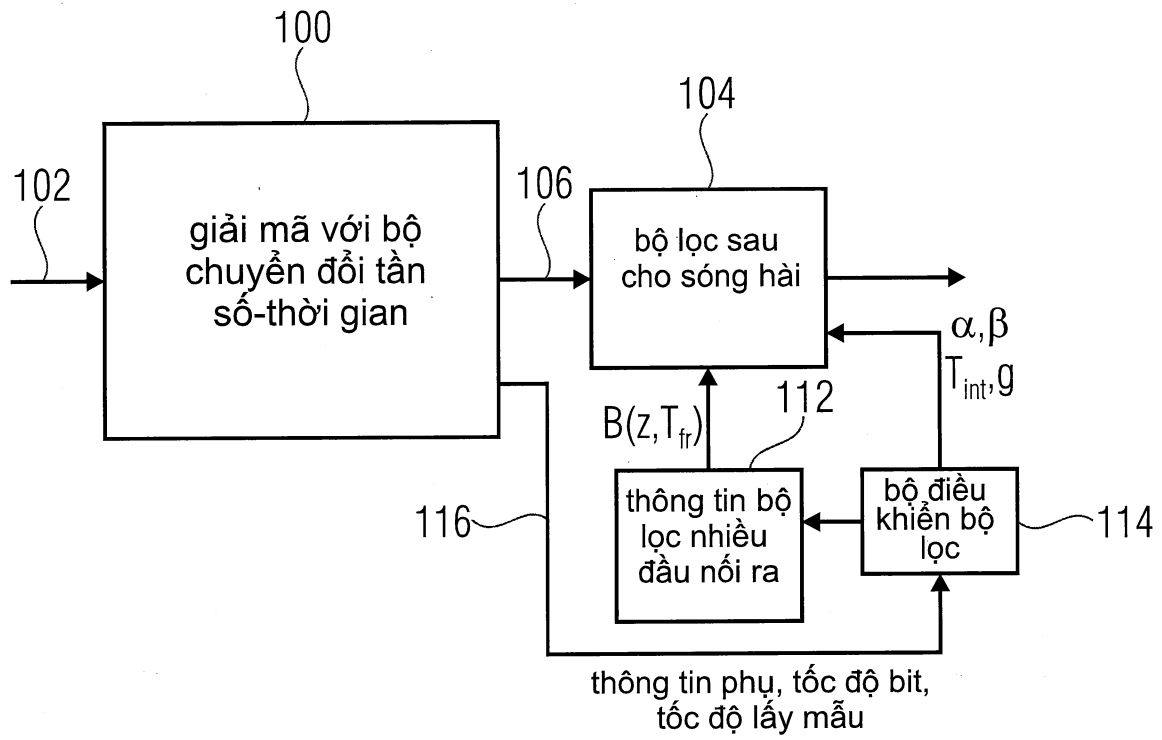


FIG 1

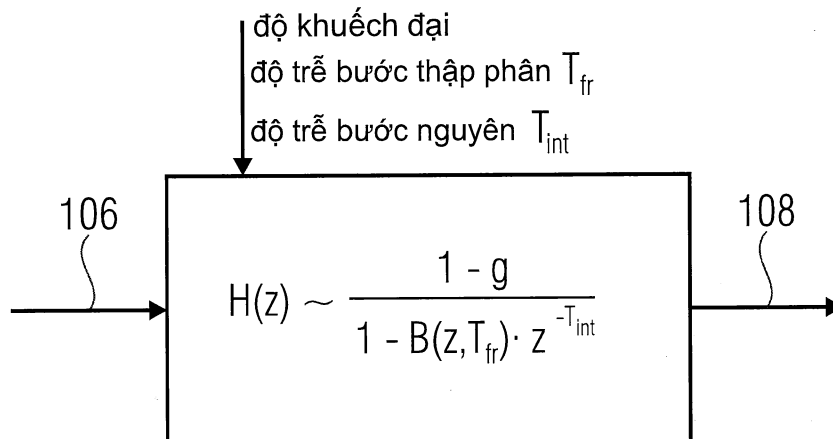


FIG 2

$$H(z) = \frac{1 - \alpha \beta g B(z, 0)}{1 - \beta g B(z, T_{fr}) z^{-T_{int}}}$$

g : trị số độ khuếch đại

T_{fr} : phần thập phân của độ trễ bước

T_{int} : phần nguyên của độ trễ bước

$B(z, T_{fr})$: bộ lọc FIR nhiều đầu nối ra
phụ thuộc vào phần thập phân

$B(z, 0)$: bộ lọc FIR nhiều đầu nối ra
cho phần thập phân bằng không

α : trị số vô hướng thứ nhất $0,6 \leq \alpha < 1,0$

β : trị số vô hướng thứ hai $0,1 \leq \beta \leq 0,5$

FIG 3

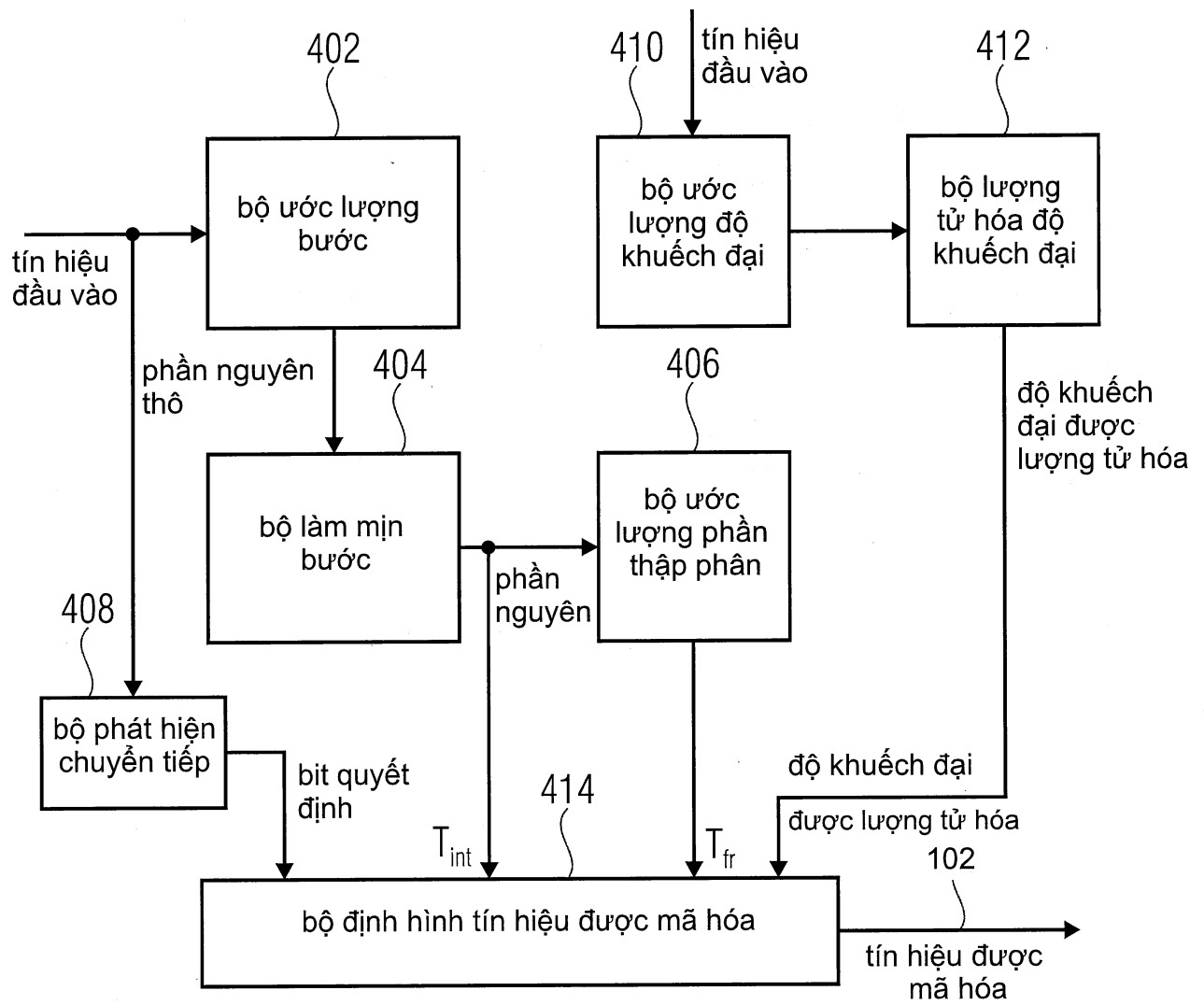


FIG 4

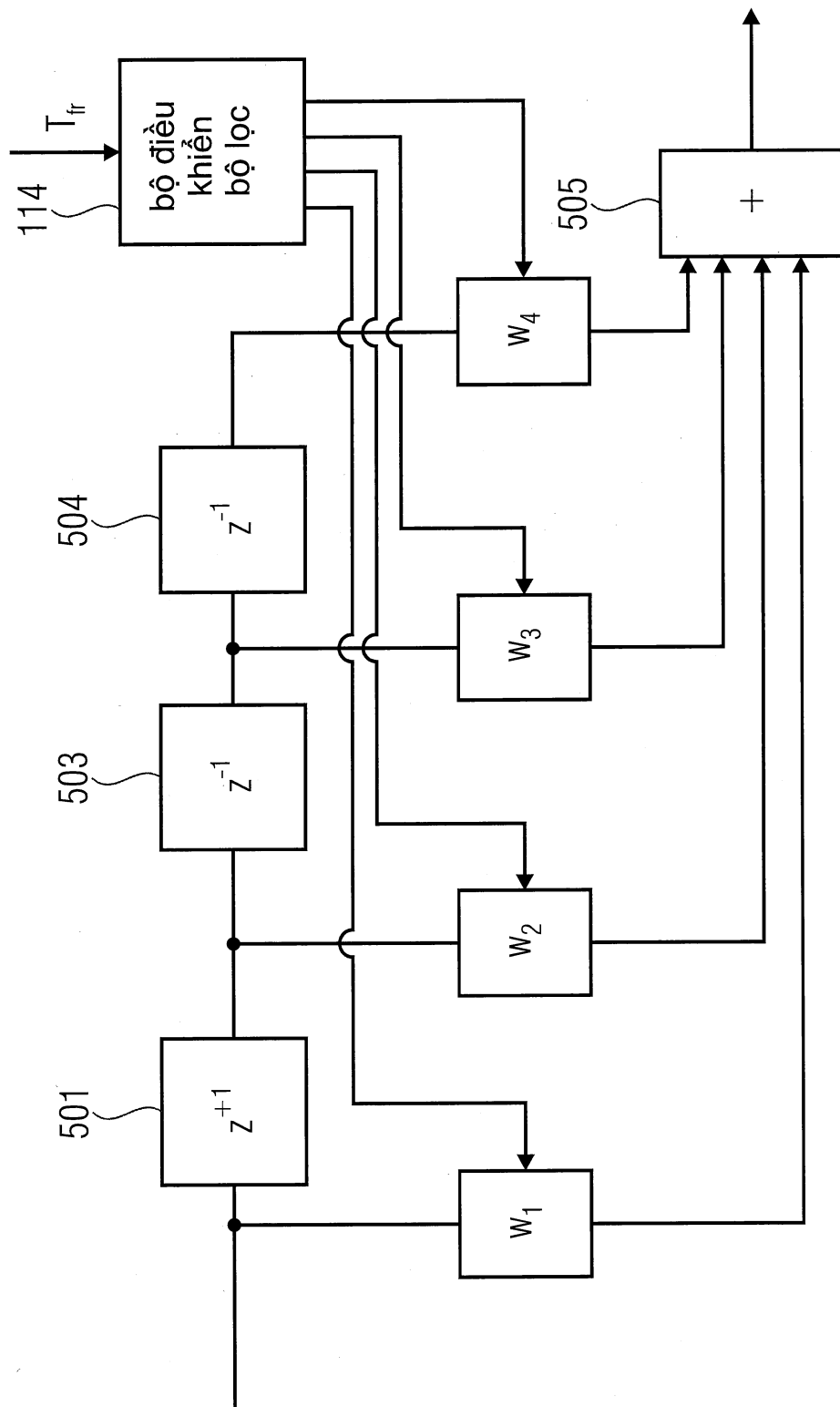


FIG 5

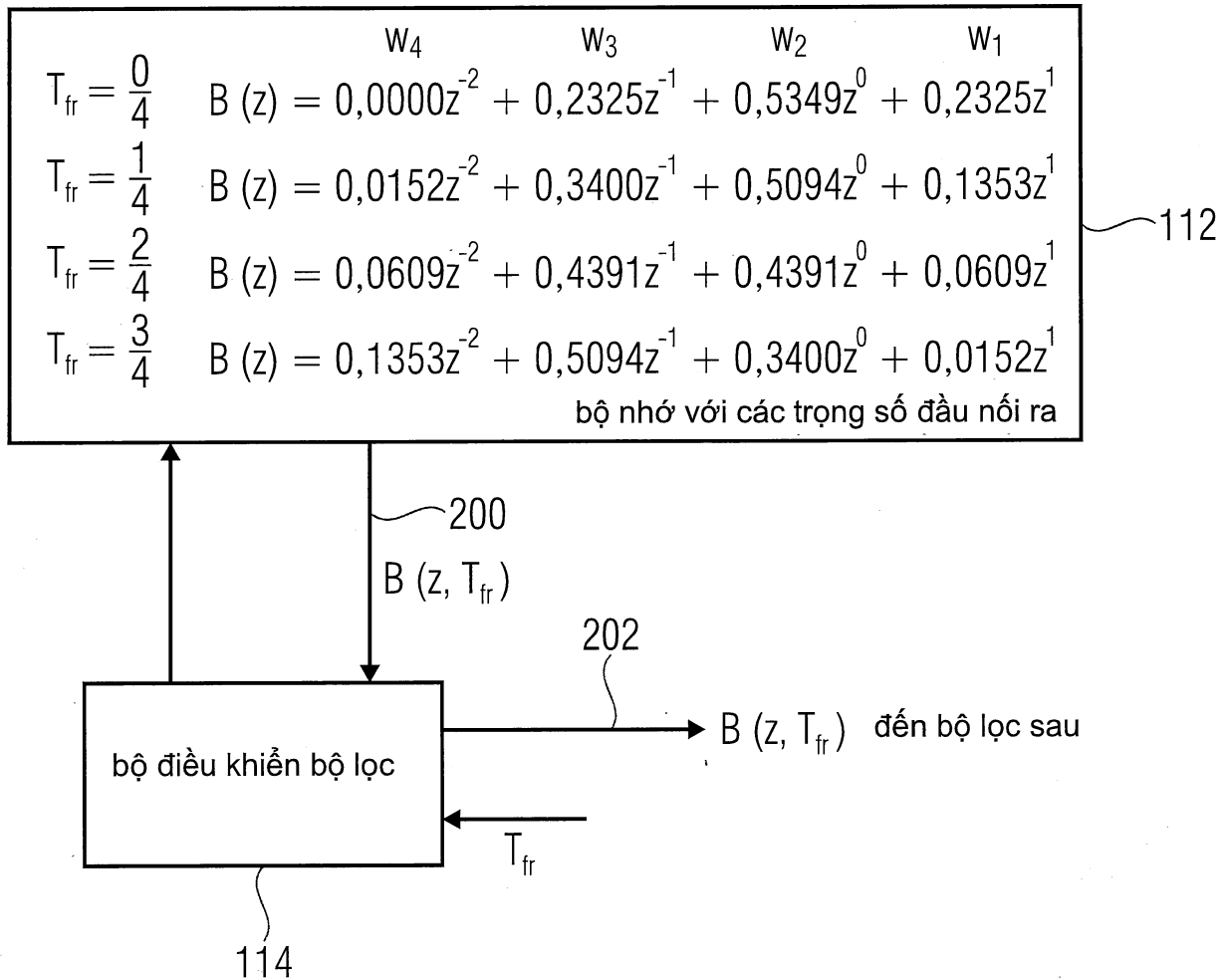


FIG 6

$$g=1; \beta=0,4; T_{fr}=1/4; T_{int}=60$$

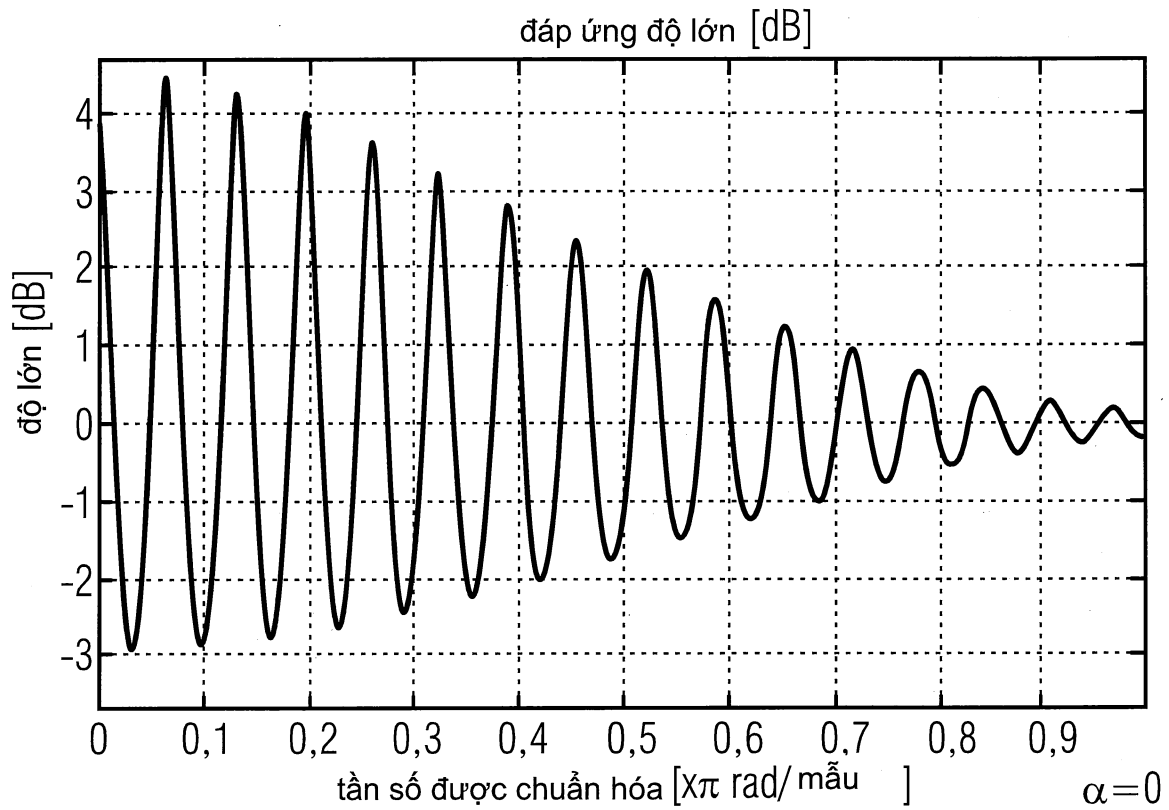


FIG 7A

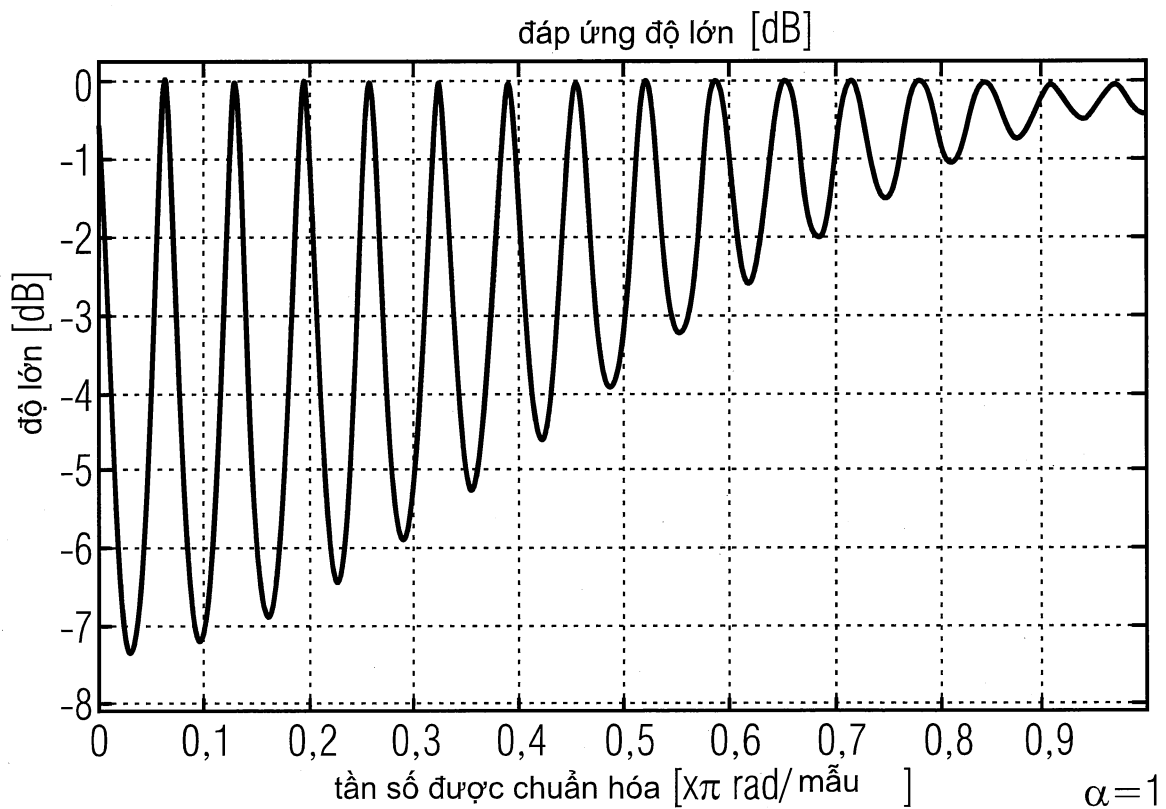


FIG 7B

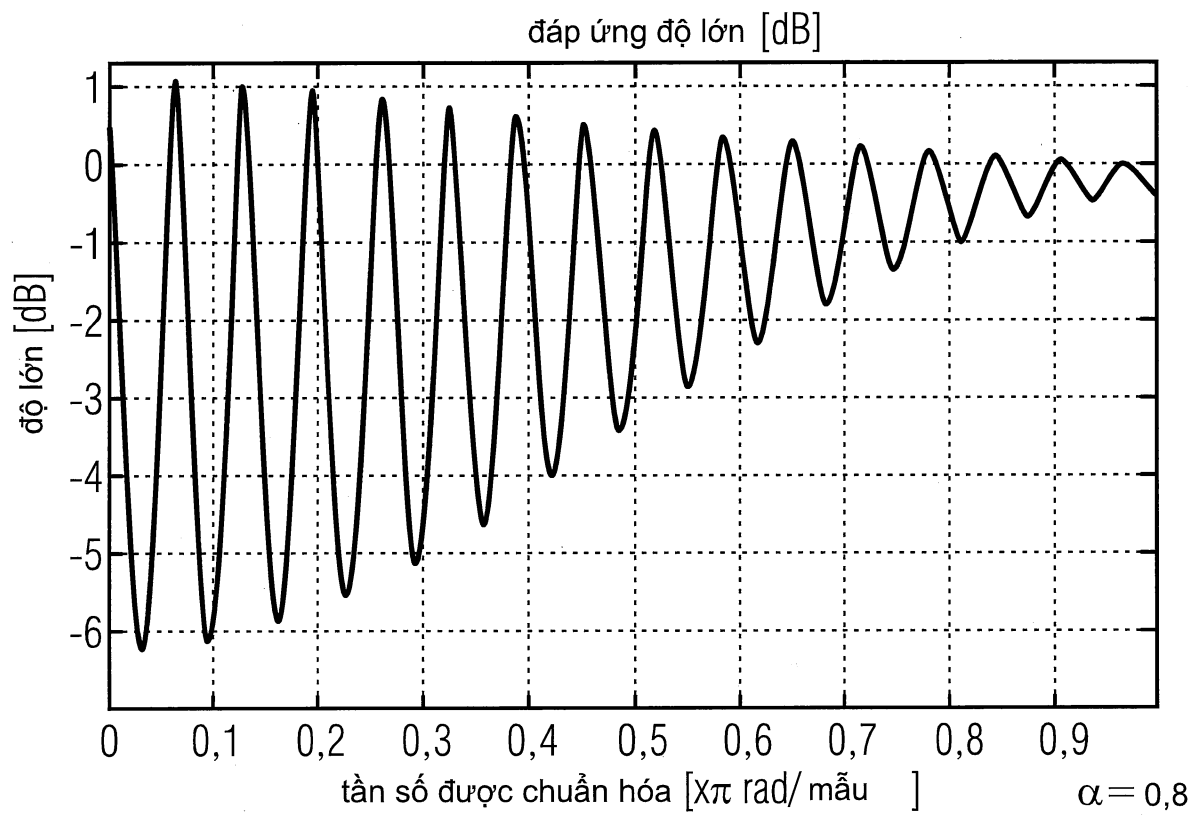


FIG 7C

$$g=1; \alpha=0,8; T_{fr}=1/4; T_{int}=60$$

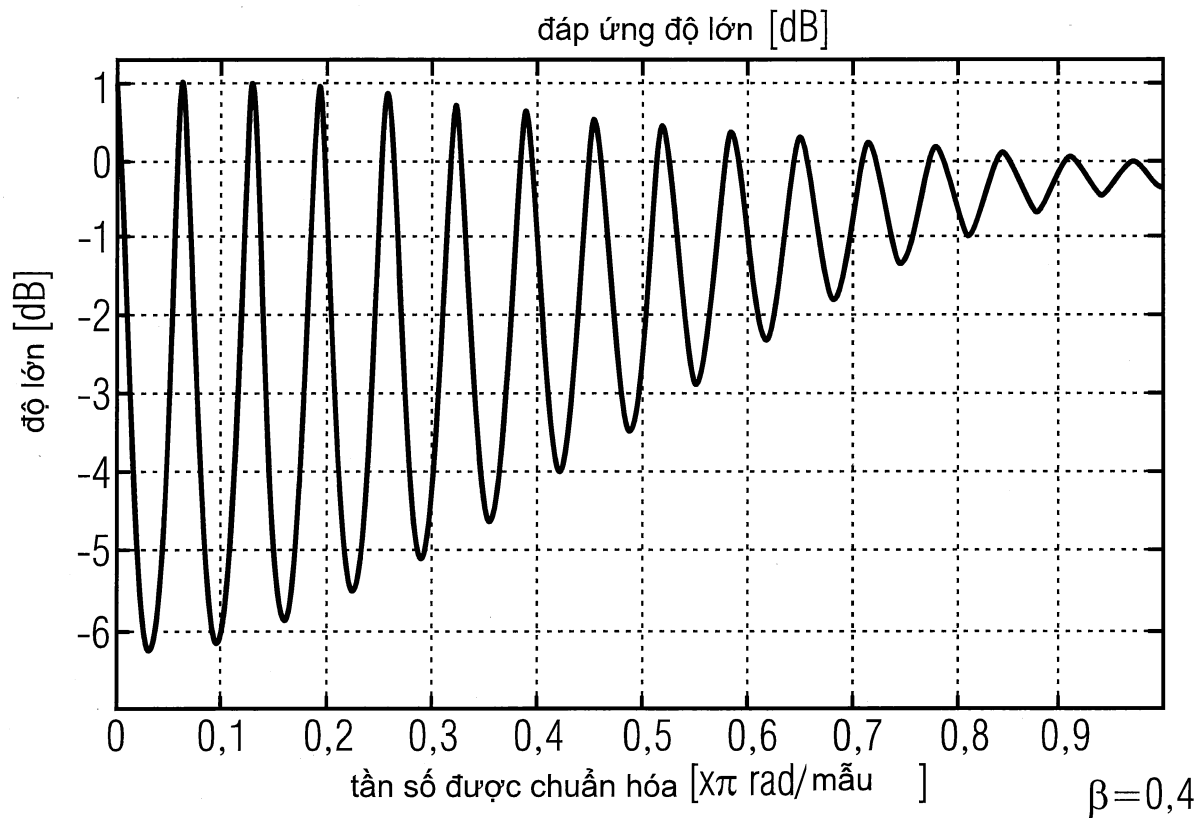


FIG 8A

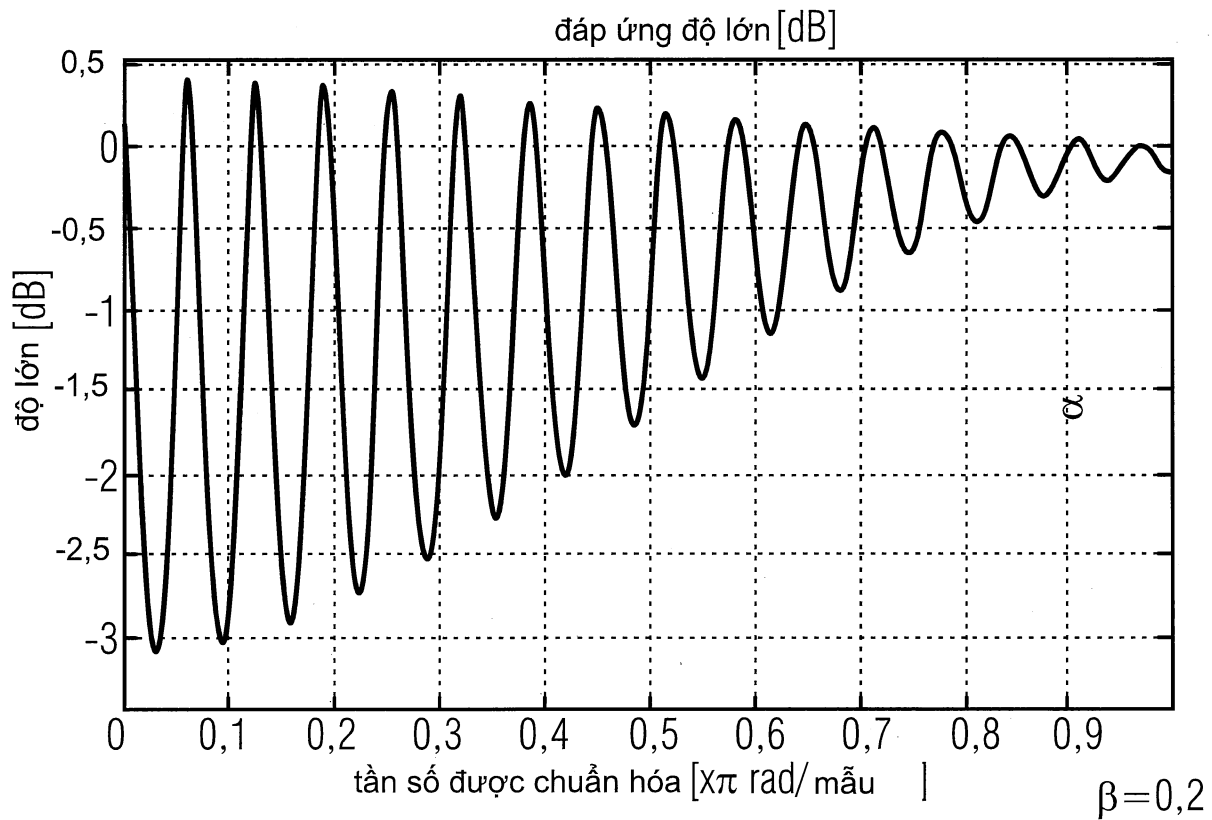


FIG 8B