



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0027020

(51)⁷ G10L 19/02; G10L 21/038; G10L 19/028

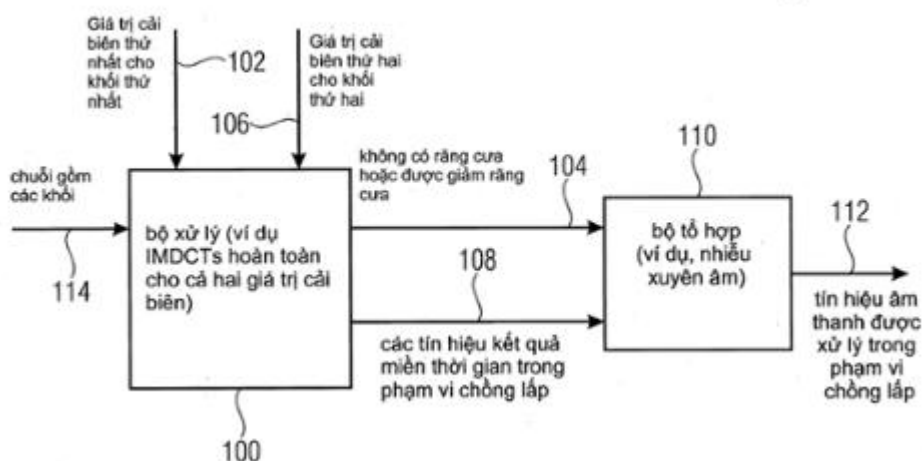
(13) B

- (21) 1-2016-01013 (22) 22/08/2014
(86) PCT/EP2014/067944 22/08/2014 (87) WO 2015/025051 A1 26/02/2015
(30) EP13181507.8 23/08/2013 EP
(45) 25/01/2021 394 (43) 27/06/2016 339A
(73) Fraunhofer-Gesellschaft zur Foerderung der angewandten Forschung e.V. (DE)
Hansastrasse 27c, 80686 Muenchen, Germany
(72) DISCH, Sascha (DE); NAGEL, Frederik (DE); GEIGER, Ralf (DE); NEUKAM,
Christian (DE); EDLER, Bernd (DE).
(74) CÔNG TY LUẬT TRÁCH NHIỆM HỮU HẠN AMBYS HÀ NỘI (AMBYS
HANOI)

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

(57) Sáng chế đề xuất thiết bị và phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh. Thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh bao gồm chuỗi các khối (114) của các giá trị phổ bao gồm: bộ xử lý (100) để xử lý chuỗi các khối sử dụng ít nhất một giá trị cải biên (102) cho khối thứ nhất để thu được tín hiệu kết quả thứ nhất được giảm răng cưa hoặc không có răng cưa trong phạm vi chồng lấp (170) và sử dụng ít nhất một giá trị cải biên thứ hai khác (106) cho khối thứ hai trong số chuỗi các khối để thu được tín hiệu kết quả thứ hai được giảm răng cưa hoặc không có răng cưa (108) trong phạm vi chồng lấp (170); và bộ tổ hợp (110) để tổ hợp tín hiệu kết quả thứ nhất (104) và tín hiệu kết quả thứ hai (108) trong phạm vi chồng lấp (170) để thu được tín hiệu được xử lý (112) cho phạm vi chồng lấp (170).

KHÍA CẠNH THỨ NHẤT



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến việc xử lý âm thanh, và cụ thể là xử lý âm thanh trong bối cảnh xử lý bị ảnh hưởng răng cưa của các tín hiệu âm thanh.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong vận hành bình thường, phép biến đổi cosin rời rạc cải biên (Modified Discrete Cosine Transform - MDCT) có các dấu hiệu khiến chúng trở thành công cụ rất thích hợp cho các ứng dụng lập mã âm thanh. Nó tạo ra sự biểu diễn tín hiệu phổ được lấy mẫu giới hạn từ các khung chồng lấp và đưa ra sự khôi phục hoàn hảo. Điều này có nghĩa là các tín hiệu đầu vào có thể được khôi phục từ các hệ số phổ của sự biến đổi xuôi chiều bằng cách áp dụng sự biến đổi nghịch và hoạt động chồng lấp cộng trong các vùng chồng lấp. Tuy nhiên, nếu việc xử lý bổ sung được áp dụng trên các hệ số phổ, MDCT có một số hạn chế khi so sánh với các biểu diễn được lấy mẫu quá như DFT dựa trên xử lý bị chồng lấp. Thậm chí sự điều khiển độ khuếch đại phụ thuộc thời gian và tần số đơn giản tương ứng, như được sử dụng để điều khiển phạm vi động hoặc hạn chế cắt xén có thể gây ra những hiệu ứng phụ không mong muốn. Do vậy, xử lý trước riêng biệt dựa trên DFT để giải mã âm thanh được áp dụng trong một vài ứng dụng mà yêu cầu loại cải biên tín hiệu này, mặc dù MDCT dựa trên sự biểu diễn phổ có thể khả dụng bên trong bộ giải mã. Một hạn chế bên cạnh sự phức tạp tính toán là độ trễ bổ sung được đưa ra bởi sự xử lý trước như vậy.

Phương thức thông thường cho việc giảm răng cưa miền thời gian MDCT là tạo lại biến đổi chồng phức tạp được điều biến được lấy mẫu quá (modulated complex lapped transform - MCLT). MCLT là kết quả từ việc tổ hợp MDCT với phần đối xứng phức của nó, biến đổi sin rời rạc cải biên (Modified Discrete Sine Transform - MDST). MCLT cung cấp các dấu hiệu tương tự như sự biểu diễn DFT của tín hiệu và do đó độ cứng của nó chống lại việc tạo răng cưa miền thời gian (time domain aliasing - TDA) do sự thao tác có thể so sánh được với sự biểu diễn DFT. Nhưng không may việc tính toán phổ MDST ra khỏi phổ MDCT là tính toán rất phức tạp và gây ra độ trễ tín hiệu đáng kể. Do đó, tình trạng kỹ thuật đề xuất các kỹ thuật để giảm cả hai, độ trễ và sự phức tạp [2-3]. Trong những phương pháp này biến đổi thực thành phức (real-to-complex - R2C) được sử dụng để làm gần đúng các giá trị MDST được yêu cầu. Sau

đó trong miền MCLT thao tác của các hệ số phổ được áp dụng. Sau đó, các giá trị phức được biến đổi thành miền MDCT một lần nữa sử dụng biến đổi phức thành thực (complex-to-real - C2R). Mặc dù phương pháp này mang lại các kết quả tốt hơn xét về độ chịu đựng răng cưa, nó có vài nhược điểm. Thứ nhất, các hệ số MDST được ước tính và độ chính xác được định rõ bởi lượng phức tạp tính toán. Thứ hai, dây chuyền biến đổi R2C-C2R vẫn gây ra độ trễ.

Tài liệu tham khảo

[1] H. S. Malvar, “A modulated complex lapped transform and its applications to audio processing”, in Proc. IEEE Int. Conf. on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP), Phoenix, March 1999.

[2] Kuech, F.; Edler, B., “Aliasing Reduction for Modified Discrete Cosine Transform Domain Filtering and its Application to Speech Enhancement”, in IEEE Workshop on Applications of Signal Processing to Audio and Acoustics, 21-24 Oct. 2007.

[3] Edler, B., “Aliasing Reduction for Gain Control with Critically Sampled Filter Banks”, in First International Conference on Communications and Electronics, ICCE '06, 10-11 Oct. 2006.

[4] E. Larsen and R. M. Aarts. Audio Bandwidth Extension - Application to psychoacoustics, Signal Processing and Loudspeaker Design. John Wiley & Sons, Ltd, 2004.

[5] Dietz, L. Liljeryd, K. Kjörning and O. Kunz, “Spectral Band Replication, a novel approach in audio coding,” in 112th AES Convention, Munich, May 2002.

[6] P. Ekstrand, “Bandwidth Extension of Audio Signals by Spectral Band Replication”, in Proceedings of 1st IEEE Benelux Workshop on MPCA, Leuven, November 2002.

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 để xử lý tín hiệu âm thanh theo điểm 1, phương pháp để xử lý tín hiệu âm thanh theo điểm 15 hoặc chương trình máy tính theo điểm 16.

Trong khía cạnh của sáng chế, thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh bao gồm chuỗi các khối của các giá trị phổ bao gồm bộ xử lý để xử lý chuỗi các khối của các giá trị phổ sử dụng ít nhất một giá trị cải biên cho khối thứ nhất để thu được tín hiệu kết quả thứ nhất được giảm răng cưa hoặc không có răng cưa trong phạm vi chồng lấp và sử dụng ít nhất một giá trị cải biên khác thứ hai từ khối thứ hai của chuỗi các khối của các giá trị phổ để thu được tín hiệu kết quả thứ hai được giảm răng cưa hoặc không có răng cưa trong phạm vi chồng lấp. Sau đó, cả hai tín hiệu trong phạm vi chồng lấp, cả hai tín hiệu mà tạo thành sự biểu diễn nhất định của một trong phần tín hiệu tương tự, được tổ hợp để thu tín hiệu được xử lý cho phạm vi chồng lấp.

Tốt hơn là, tổ hợp này dựa trên sự nhiễu xuyên kênh từ một tín hiệu kết quả tới tín hiệu kết quả khác, nghĩa là sự giảm dần cường độ của tín hiệu kết quả thứ nhất và sự tăng dần cường độ hiện thời của tín hiệu kết quả thứ hai.

Tốt hơn là, bộ xử lý bao gồm bộ cải biên để cải biên khối thứ nhất của chuỗi sử dụng ít nhất một giá trị cải biên thứ nhất để thu được khối được cải biên thứ nhất, để cải biên khối thứ hai của chuỗi sử dụng ít nhất một giá trị cải biên thứ hai để thu khối được cải biên thứ hai, để cải biên khối thứ hai sử dụng ít nhất một giá trị cải biên thứ nhất để thu khối được cải biên thứ ba và để cải biên khối thứ nhất sử dụng ít nhất một giá trị cải biên thứ hai để thu được khối được cải biên thứ tư. Bộ chuyển đổi phổ-thời gian được tạo cấu hình để chuyển đổi các khối được cải biên thứ nhất đến thứ tư vào các biểu diễn thời gian của nó và bộ cộng chồng lấp để cộng chồng lấp các khối được cải biên thứ nhất và thứ ba để thu được tín hiệu kết quả và các biểu diễn thời gian cộng chồng lấp của các khối được cải biên thứ hai và thứ tư để thu được tín hiệu kết quả thứ hai được đề xuất. Do đó, hai hoạt động biến đổi nghịch đảo song song về cơ bản được thực hiện, một hoạt động với giá trị cải biên độ khuếch đại thứ nhất và một hoạt động với giá trị cải biên độ khuếch đại thứ hai.

Khi giá trị cải biên độ khuếch đại chỉ biến thiên theo thời gian, nghĩa là không đổi trên toàn bộ phạm vi tần số, sau đó chỉ giá trị cải biên độ khuếch đại đơn được sử dụng cho việc cải biên khối. Tuy nhiên, nếu giá trị cải biên độ khuếch đại biến đổi theo tần số, và mỗi khối của các giá trị phổ được cải biên với nhiều giá trị cải biên độ khuếch đại. Giá trị cải biên độ khuếch đại có thể áp dụng với từng giá trị phổ riêng lẻ hoặc tới nhóm các giá trị phổ, như 2, 3, 4 hoặc 5 giá trị phổ tần số liên kề. Tuy nhiên,

trong trường hợp thông thường, giá trị cải biên độ khuếch đại đơn có thể tồn tại cho từng và mỗi vạch phổ, khối của các giá trị phổ được cải biên với số lượng các giá trị cải biên độ khuếch đại trong đó số lượng này bằng với số lượng các giá trị phổ trong khối của các giá trị phổ.

Do đó, tương ứng với khía cạnh này, hai tín hiệu đầu ra được giảm răng cưa hoặc không có răng cưa được tạo ra cho vùng chồng lấp và sau đó nhiễu xuyên kênh được thực hiện giữa hai tín hiệu đầu ra hoặc tín hiệu kết quả.

Tương ứng với khía cạnh nữa của sáng chế, thiết bị để xử lý tín hiệu âm thanh bao gồm bộ xử lý để tín toán tín hiệu bị ảnh hưởng răng cưa sử dụng ít nhất một giá trị cải biên thứ nhất cho khối thứ nhất của chuỗi và ít nhất một giá trị cải biên thứ hai cho khối thứ hai của chuỗi các khối của các giá trị phổ. Sau đó, tín hiệu lỗi răng cưa được ước tính trong đó tín hiệu lỗi răng cưa này được bao gồm trong tín hiệu âm thanh bị ảnh hưởng răng cưa hoặc phải chịu răng cưa. Sau đó, tín hiệu bị ảnh hưởng răng cưa và tín hiệu lỗi răng cưa được tổ hợp sao cho tín hiệu được thu bởi sự tổ hợp là tín hiệu được giảm răng cưa hoặc không có răng cưa.

Nói cách khác, khía cạnh khác dựa trên sự tính toán tín hiệu bị ảnh hưởng răng cưa và tín hiệu lỗi răng cưa và sự tổ hợp tiếp theo của cả hai tín hiệu để thu được tín hiệu được giảm răng cưa hoặc không có răng cưa. Tốt hơn là, răng cưa bị xóa bằng cách khôi phục tín hiệu đầu vào trong vùng chồng lấp bởi biến đổi tần số thời gian với các độ khuếch đại bằng nhau cho cả hai khối, phép nhân với hàm tạo cửa sổ hoặc hàm liên quan, thời gian đảo ngược, phép nhân với độ chênh lệch độ khuếch đại giữa hai giá trị độ khuếch đại hoặc cải biên và phép trừ từ đầu ra của việc xử lý với độ khuếch đại khác.

Tốt hơn là, thuật toán biến đổi được sử dụng là phép biến đổi cosin rời rạc cải biên MDCT và hoạt động biến đổi nghịch đảo là phép biến đổi cosin rời rạc nghịch đảo. Ngoài ra, các biến đổi đưa răng cưa vào có thể được sử dụng như MDST (biến đổi sin rời rạc cải biên) hoặc biến đổi sin rời rạc cải biên nghịch đảo (inverse modified discrete sine transform - MDST) hoặc bất kì phép biến đổi nào khác, trong đó ở phía phân tích số lượng các mẫu trong phần thời gian lớn hơn số lượng các giá trị phổ hoặc nói cách khác, trong đó có vùng chồng lấp giữa hai phần thời gian tiếp theo dẫn đến hai khối giá trị phổ tiếp theo, nghĩa là trong khối của các giá trị phổ tiếp theo theo thời

gian. Ở đây, cả hai khối giá trị phổ đề cập đến ít nhất một phần tới một vùng và vùng chồng lấp tương tự, nghĩa là vùng chồng lấp giữa hai phần thời gian này cuối cùng dẫn đến hai khối thời gian tiếp theo của các giá trị phổ. Điều này có nghĩa là ở phía phân tích số lượng các mẫu miền thời gian trong khối các mẫu hoặc các khung là lớn hơn số lượng của các giá trị miền tần số trong khối biểu diễn miền tần số, và trên phía tổng hợp số lượng các mẫu miền thời gian được tổng hợp là lớn hơn số lượng các giá trị phổ trong khối được sử dụng để tổng hợp các khối chồng lấp của các mẫu miền thời gian.

Tuy nhiên, giai đoạn cuối cùng trên phía tổng hợp, sự xử lý chồng lấp cộng được thực hiện sao cho, cuối cùng, số lượng của các mẫu trong phạm vi chồng lấp là thấp hơn so với số lượng các mẫu miền thời gian trong khung được tổng hợp và tốt hơn là bằng số lượng của các giá trị phổ của khối của các giá trị phổ. Trong trường hợp sau, sự biến đổi được lấy mẫu giới hạn được thu và các biến đổi này được nói tới trong sáng chế, nhưng sáng chế có thể cũng được áp dụng cho các biến đổi được lấy mẫu không giới hạn mặc dù các biến đổi này có một số loại trên cao bổ sung so với các biến đổi lấy mẫu giới hạn.

Các khía cạnh sáng chế không chỉ hữu dụng để bù răng cưa do cải biên độ khuếch đại biến thiên thời gian - tần số, mà còn cho việc mở rộng băng thông (bandwidth extension - BWE). Trong trường hợp sử dụng này, phổ được chép lại được tạo bởi giai đoạn sao chép của thuật toán BWE được tạo hình với đường bao phổ để khớp với đường bao phổ gần nhất có thể [4-6]. Đường bao phổ này thường đều phụ thuộc vào thời gian và tần số. Mặc dù trong hầu hết các tình trạng kỹ thuật BWE sơ đồ sao chép là không đổi, nó có thể thực hiện sự sao chép biến thiên thời gian mà dẫn tới răng cưa bổ sung. Kỹ thuật hủy bỏ răng cưa mới được đề xuất cũng có thể xử lý các thành phần lạ BWE.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các phương án ưu tiên của sáng chế được thảo luận sau với việc tham chiếu đến các hình vẽ đi kèm, trong đó:

Fig.1 là phương án được ưu tiên của khía cạnh thứ nhất;

Fig.1b là phương án được ưu tiên của khía cạnh thứ hai;

Fig.1c là sự biểu diễn dưới dạng sơ đồ của chuỗi các khối của các giá trị phổ;

Fig.1d là sự biểu diễn dưới dạng sơ đồ của chuỗi gồm các phần thời gian chồng lấp dẫn đến chuỗi các khối của Fig.1c;

Fig.2a minh họa sự thực hiện biến đổi thuận đưa răng cưa vào;

Fig.2b minh họa sự thực hiện biến đổi đảo ngược giảm răng cưa;

Fig.3a minh họa phương án tiếp theo của khía cạnh thứ hai;

Fig.3b minh họa phương án tiếp theo của khía cạnh thứ hai;

Fig.3c minh họa biểu đồ dưới dạng giản đồ của ứng dụng mở rộng băng thông cho khía cạnh thứ nhất và thứ hai;

Fig.4 minh họa thành phần lỗi răng cưa cho khía cạnh thứ hai;

Fig.5a minh họa phương án của khía cạnh thứ nhất;

Fig.5b minh họa phương án của khía cạnh thứ hai;

Fig.6 minh họa kì răng cưa được tạo bởi sự khôi phục, sự đảo chiều thời gian và việc tạo cửa sổ liên quan đến khía cạnh thứ hai;

Fig.7 minh họa các thừa số khuếch đại biến thiên trong khung;

Fig.8 minh họa ứng dụng các thừa số khuếch đại trước sự xử lý MDCT nghịch đảo; và

Fig. 9 minh họa các tín hiệu liên quan đến việc xử lý trên Fig.8.

Mô tả chi tiết sáng chế

Fig.1a minh họa thiết bị để xử lý tín hiệu âm thanh bao gồm chuỗi các khối của các giá trị phổ tương ứng với khía cạnh thứ nhất. Thiết bị để xử lý bao gồm bộ xử lý 100 để xử lý chuỗi các khối của các giá trị phổ sử dụng ít nhất một giá trị cải biên 102 cho khối thứ nhất để thu được tín hiệu kết quả thứ nhất được giảm răng cưa hoặc không có răng cưa 104. Bộ xử lý còn xử lý khối thứ hai trong số chuỗi các khối, mà theo sau khối thứ nhất trong thời gian hoặc trước khối thứ nhất trong thời gian mà liền kề ngay cạnh khối thứ nhất sử dụng ít nhất một giá trị cải biên khác thứ hai, nghĩa là các giá trị cải biên thứ hai 106, mà khác với giá trị cải biên thứ nhất để thu tín hiệu kết quả thứ hai được giảm răng cưa hoặc không có răng cưa 108 trong phạm vi chồng lấp. Do đó, bộ xử lý tạo ra hai tín hiệu miền thời gian không có răng cưa hoặc ít nhất được giảm răng cưa cho phạm vi chồng lấp tương tự. Các tín hiệu 108 này được nhập vào bộ tổ hợp 110 để tổ hợp các tín hiệu kết quả thứ nhất và thứ hai trong phạm vi chồng lấp để thu tín hiệu được xử lý 112 cho phạm vi chồng lấp. Tốt hơn là, bộ xử lý được

tạo cấu hình để tạo hai tín hiệu đầu ra không có răng cưa cho vùng chồng lấp và sau đó thực hiện ưu tiên nhiễu xuyên âm giữa hai tín hiệu đầu ra không có răng cưa đó. Một sự thực hiện để bộ xử lý để đạt được điều này là việc cung cấp xử lý biến đổi nghịch đảo hoàn chỉnh, chẳng hạn như xử lý IMDCT cho cả hai khối hoặc cả hai giá trị cải biên khác nhau cho các khối. Nói cách khác, bộ xử lý tạo ra sự xử lý IMDCT hoàn chỉnh cho phạm vi chồng lấp của khối thứ nhất, một và các giá trị cải biên tương tự cho khối thứ nhất và khối thứ hai. Hơn nữa, bộ xử lý thực hiện xử lý IMDCT hoàn chỉnh cho khối thứ nhất và khối thứ hai, nhưng hiện tại sử dụng các giá trị cải biên thứ hai. Cả hai hoạt động xử lý IMDCT hoàn chỉnh này đều dẫn đến hai tín hiệu kết quả miền thời gian không có răng cưa hoặc ít nhất được giảm răng cưa trong phạm vi chồng lấp, mà sau đó được tổ hợp bởi bộ tổ hợp.

Sau đó, khía cạnh thứ hai được thảo luận trong phạm vi của Fig.1b. Fig.1b minh họa thiết bị để xử lý tín hiệu âm thanh bao gồm chuỗi các khối của các giá trị phổ tương ứng với phương án của sáng chế theo khía cạnh thứ hai. Thiết bị bao gồm bộ xử lý 150 để tính toán tín hiệu bị ảnh hưởng răng cưa 154 sử dụng ít nhất một giá trị cải biên thứ nhất 102 cho khối thứ nhất của chuỗi 114 của các khối của các giá trị phổ và sử dụng ít nhất một giá trị cải biên thứ hai 106 khác cho khối thứ hai của chuỗi 114 của các khối của các giá trị phổ. Bộ xử lý được tạo cấu hình để ước tính, ngoài tín hiệu bị ảnh hưởng răng cưa 154, tín hiệu lỗi răng cưa 158. Hơn nữa, thiết bị bao gồm bộ tổ hợp 152 để tổ hợp tín hiệu bị ảnh hưởng răng cưa và tín hiệu lỗi răng cưa sao cho tín hiệu âm thanh được xử lý 112 được thu bằng sự tổ hợp bởi bộ tổ hợp 152 là tín hiệu được giảm răng cưa hoặc không có răng cưa.

Cụ thể là, tương ứng với khía cạnh thứ hai được minh họa trên Fig.1b, việc xử lý được thực hiện sử dụng các giá trị cải biên khác nhau cho các khối liên quan đến phạm vi chồng lấp tương tự mà dẫn đến tín hiệu bị ảnh hưởng răng cưa 154. Tuy nhiên, trái với tình trạng kỹ thuật trước đó, khi tín hiệu bị ảnh hưởng răng cưa được sử dụng cho việc xử lý tiếp theo và lỗi gây ra răng cưa là chịu được, điều này không được thực hiện trong sáng chế. Thay vào đó, bộ xử lý 150 tính toán bổ sung tín hiệu lỗi răng cưa 158, tín hiệu lỗi răng cưa sau đó được tổ hợp với tín hiệu bị ảnh hưởng răng cưa thông thường bằng cách trừ hoặc nói chung là tổ hợp tuyến tính được gán trọng số sao cho tín hiệu âm thanh được xử lý ưu tiên không có răng cưa, nhưng thậm chí khi sự tổ

hợp hoặc tín hiệu lỗi răng cưa cụ thể không được tính toán chính xác một cách hoàn toàn, tuy nhiên sự tổ hợp dẫn đến tín hiệu âm thanh được xử lý có ít lỗi răng cưa hơn tín hiệu bị ảnh hưởng răng cưa 154.

Trong nhiều ứng dụng mong muốn cải biên các hệ số phổ bằng cách áp dụng các thừa số khuếch đại tới chúng trước khi nhập chúng vào IMDCT, sao cho:

$$Y_j(k) = g_j(k) \cdot X_j(k)$$

với $X_j(k)$ là phổ MDCT của khung thứ j , k là chỉ số tần số, $g_j(k)$ là hàm trọng số phổ phụ thuộc thời gian và tần số và $Y_j(k)$ là phổ MDCT được lọc. Ứng dụng này của các thừa số khuếch đại cũng được thể hiện trên Fig.8.

Cụ thể, Fig.8 minh họa hệ thống tổng hợp MDCT của tình trạng kỹ thuật thông thường trước đây, trong đó các giá trị phổ của khối đứng trước 800 có chỉ số thời gian $j-1$ được nhân bởi ít nhất một thừa số khuếch đại g_{j-1} bởi bộ nhân 802. Ngoài ra, khối hiện thời 804 với chỉ số thời gian j được nhân hoặc được cải biên bởi thừa số khuếch đại g_j cho khối hiện thời được biểu thị là 805. Cụ thể, thừa số khuếch đại 801 cho khối đứng trước với chỉ số thời gian $j-1$ biểu thị bởi 801 và thừa số khuếch đại g_j cho khối hiện thời 805 khác với mỗi thừa số khuếch đại khác. Ngoài ra, như được thể hiện trên Fig.8, thừa số khuếch đại có thể phụ thuộc tần số. Điều này được minh họa bằng chỉ số tần số k . Do đó, mỗi giá trị phổ với chỉ số k được nhân bằng thừa số khuếch đại thứ nhất và thứ hai tương ứng 801, 805 phụ thuộc vào khối 800 hoặc 804 mà thừa số khuếch đại thuộc về. Do đó, do các thừa số khuếch đại cho hai khối đều biến thiên theo thời gian và/hoặc biến thiên theo tần số, lỗi răng cưa dẫn đến việc xử lý khi việc xử lý trên Fig.8 được áp dụng. Việc xử lý gồm hoạt động IMDCT 807 cho khối đứng trước 800 và hoạt động IMDCT 808 tiếp theo cho khối hiện thời 804. Hoạt động IMDCT gồm sự biến đổi thời gian tần số và hoạt động mở ra tiếp theo sẽ được thảo luận thêm trong phạm vi của Fig.2b. Sau đó, sự xử lý chồng lấp-cộng mà bao gồm bổ sung, trước khi việc cộng thực cùng với bộ tạo cửa sổ tổng hợp được thực hiện bởi khối 809 để cuối cùng thu được tín hiệu bị ảnh hưởng răng cưa $y(n)$ được biểu thị bởi 810. Do đó, tín hiệu bị ảnh hưởng răng cưa 810 thường có thể giống hệt tín hiệu bị ảnh hưởng răng cưa được minh họa bởi 154 trên Fig.154.

Nếu các độ khuếch đại trong hai khung tiếp theo là khác nhau, các kì răng cưa không hủy bỏ lẫn nhau, như có thể thấy trên Fig.9 (bên phải), trong đó các thừa số

khuếch đại không đổi theo tần số, không theo thời gian. Trong ví dụ này chúng là $g_0(k) = 1$ và $g_1(k) = 0,7$, do đó thành phần răng cưa còn lại là răng cưa từ khung 0 được nhân với thừa số 0,3.

Cần lưu ý rằng đối với trường hợp đơn giản này, mà chủ yếu được chọn để minh họa, sự xử lý miền tần số là không cần thiết do hiệu ứng tương tự có thể đạt được mà không có các vấn đề răng cưa bằng cách áp dụng đường bao thời gian phù hợp. Tuy nhiên, ví dụ này giúp giải thích ý tưởng cơ bản của sơ đồ giảm răng cưa. Tại đây, thành phần răng cưa còn lại là tín hiệu đầu vào được đảo ngược thời gian và được tạo cửa sổ được nhân với độ chênh lệch của hai thừa số khuếch đại, trong ví dụ bằng 0,3. Do đó, răng cưa có thể bị hủy bỏ bởi các bước sau:

- việc khôi phục của tín hiệu đầu vào trong vùng chồng lấp bằng IMDCT bổ sung với các độ khuếch đại bằng nhau cho hai khối
- nhân với hàm $w(n) \cdot w(N + n)$
- nghịch đảo thời gian
- phép nhân với độ chênh lệch độ khuếch đại 0,3
- phép trừ từ đầu ra của việc xử lý với độ khuếch đại khác nhau.

Đầu ra của ba bước đầu tiên được minh họa trên Fig.6.

Trong khía cạnh thứ nhất, hai tín hiệu đầu ra không có răng cưa cho vùng chồng lấp được tính toán và sau đó nhiễu xuyên âm được thực hiện giữa chúng. Fig.5a thể hiện biểu đồ khối của phương án.

Tín hiệu thứ nhất $p_{1,j}(n)$ thu được từ việc xử lý IMDCT của hai khung bị ảnh hưởng với các hệ số phổ $X_{j-1}(k)$ và $X_j(k)$ với các tập hợp bằng nhau của các thừa số khuếch đại $g_{j-1}(k)$. Các thành phần răng cưa miền thời gian của hai khung hủy bỏ lẫn nhau, do không có các chênh lệch độ khuếch đại. Tín hiệu thứ hai $p_{2,j}(n)$ được tạo ra từ $X_{j-1}(k)$ và $X_j(k)$, nhưng hiện tại sử dụng thừa số khuếch đại $g_j(k)$. Sự biến thiên của hình dạng phổ hiện tại có thể thu được nhờ thực hiện nhiễu xuyên âm từ $p_{1,j}(n)$ về phía $p_{2,j}(n)$ trong vùng chồng lấp:

$$y(jN + n) = f(n) \cdot p_{1,j}(n) + (1 - f(n)) \cdot p_{2,j}(n)$$

với $f(n)$ thường giảm đều từ 1 về 0 trong khoảng $0 \leq n < N$. Trong trường hợp $f(n) = 1 - w^2(n)$, nó có thể thể hiện rằng cả hai phương pháp đưa ra một cách

chính xác cùng một đầu ra (xem phụ lục để biết thêm chi tiết). Việc tự do chọn các hàm nhiễu xuyên âm không phụ thuộc vào cửa sổ MDCT, tuy nhiên, lại mang đến lợi ích cho phương pháp này, mà được minh họa trên Fig.5a.

Đối với sự biến thiên độ khuếch đại đơn thuần, quy trình thứ hai có thể giảm các thành phần răng cưa bằng cách tạo hai tín hiệu không có răng cưa và thực hiện nhiễu xuyên âm. Tại đây, mỗi tín hiệu trong hai tín hiệu thu được bằng cách sử dụng sự ráp nối bằng nhau và các thừa số khuếch đại bằng nhau trong hai khung tương ứng (xem Fig.5b). Không cần sự phân biệt cụ thể nào cho sự ráp nối không đổi và cố định. Sự ráp nối không đổi suy ra sự ánh xạ bằng nhau $P_j(k) = P(k)$ cho tất cả các khung.

Việc xử lý này trở nên phức tạp hơn, nếu các thừa số khuếch đại không chỉ biến thiên theo thời gian, mà còn biến thiên theo tần số. Trong trường hợp này, việc thay thế bởi đường bao theo thời gian không còn khả thi, và việc tạo tín hiệu đầu vào được đảo ngược thời gian cũng không đưa ra tín hiệu phù hợp cho việc giảm thành phần răng cưa. Điều này được minh họa trong ví dụ sau, trong đó các độ khuếch đại trong khung thứ nhất là không đổi theo tần số một lần nữa ($g_0(k) = 1$), nhưng trong khung thứ hai $g_1(k)$ biến thiên như thể hiện trên Fig.7.

Điều này dẫn đến thành phần răng cưa không thể hủy bỏ, tuy nhiên, nó có hình dạng khác so với hình dạng được thể hiện trên Fig.9 (bên phải). Như có thể thấy trên ví dụ thứ nhất, các chênh lệch độ khuếch đại gây ra các thành phần răng cưa không thể hủy bỏ. Do đó, quy trình được thể hiện trên Fig.3a.

Việc giảm răng cưa được thực hiện bởi các bước sau đây được minh họa trên Fig.3a:

- tạo ra các thừa số phổ bổ sung bằng cách gán trọng số (307, 308) các thừa số ban đầu bằng các chênh lệch độ khuếch đại:

$$U_{j-1}(k) = (g_j(k) - g_{j-1}(k)) \cdot X_{j-1}(k)$$

$$U_j(k) = (g_j(k) - g_{j-1}(k)) \cdot X_j(k)$$

- việc khôi phục (303, 304, 306) của tín hiệu đầu vào trong vùng chồng lấp bằng IMDCT bổ sung với $U_{j-1}(k)$ và $U_j(k)$
- phép nhân (330) với hàm $w(n) \cdot w(N + n)$
- sự nghịch đảo thời gian (340)

- sự tổ hợp chẳng hạn như phép cộng hoặc phép trừ tới đầu ra của việc xử lý với độ khuếch đại khác nhau

Thứ tự của kì chênh lệch độ khuếch đại $(g_j(k) - g_{j-1}(k))$ quyết định nếu đầu ra của sự đảo ngược thời gian phải được cộng hoặc trừ từ đầu ra IMDCT thường cho việc thực hiện MDCT được minh họa một cách cụ thể. Đối với những sự thực hiện MDCT khác, các tín hiệu có thể khác nhau:

$(g_j(k) - g_{j-1}(k))$: cộng đầu ra của sự đảo ngược thời gian tới đầu ra IMDCT thường.

$(g_{j-1}(k) - g_j(k))$: trừ đầu ra của sự đảo ngược thời gian từ đầu ra IMDCT thường.

Do đó, đối với các phương án được mô tả ở trên và đối với trường hợp được minh họa trên Fig.3a, mà $(g_j(k) - g_{j-1}(k))$ được minh họa, bộ tổ hợp 341 sẽ được thực hiện như bộ cộng để cộng cả hai đầu vào.

Cần lưu ý rằng các tín hiệu được yêu cầu có thể khác nhau cho mỗi việc thực hiện khác nhau của các biến đổi chồng. Ví dụ có ít nhất bốn phương án cho MDCT xếp chồng lẻ. Ngoài ra, các phương án tiếp theo cho MDCT xếp chồng chẵn hoặc ELT với đa chồng lắp. Đối với MDCT xếp chồng lẻ, các tín hiệu cho kì hiệu chỉnh là khác nhau. Do đó, sự tổ hợp thực hiện trong khối 341 có thể bao gồm phép cộng hoặc phép trừ.

Kì hiệu chỉnh răng cưa cho ví dụ hiện thời được thể hiện cùng với đầu ra IMDCT bị răng cưa trên Fig.4.

Giai đoạn sao chép của thuật toán BWE được mô tả bởi hàm ánh xạ $P(k)$. Để sao chép nửa phía dưới của các hệ số phổ tới nửa phía trên, điều này xảy ra như sau:

$$P(k) = \begin{cases} k & \text{với } 0 \leq k < N/2 \\ k - N/2 & \text{với } N/2 \leq k < N \end{cases}$$

Hàm độ khuếch đại sẽ không đổi và bằng 1 trong nửa phía dưới:

$$g_j(k) = 1 \text{ với } 0 \leq k < N/2$$

Nếu các thừa số khuếch đại biến thiên trong nửa phía trên của phổ, răng cưa không bị hủy bỏ sẽ xảy ra một lần nữa. Tuy nhiên, sự giảm răng cưa có thể được thực hiện một cách chính xác theo cách giống như được mô tả trong phương pháp thứ nhất

được mô tả ở trên với độ chênh lệch duy nhất mà sự ráp nối cũng có thể được cân nhắc trong việc tạo tín hiệu bù. Điều này có thể được hoàn thành bằng cách sử dụng các thừa số phổ được ánh xạ như chúng được nạp vào IMDCT và việc gán trọng số chúng một cách thích hợp với các chênh lệch độ khuếch đại. Trong trường hợp này, tất cả các chênh lệch độ khuếch đại trong nửa phía dưới sẽ bằng 0.

Mở rộng băng thông nâng cao hơn có thể áp dụng việc ráp nối mà biến đổi từ khung này tới khung khác. Điều này có thể được mô tả bởi việc định rõ hàm ánh xạ đơn lẻ $P_j(k)$ cho mỗi khung. Trong trường hợp này sự giảm răng cưa phải được xem xét rằng các thành phần khác nhau có thể được sao chép tới cùng một chỉ số tần số trong hai khung ảnh hưởng tới vùng chồng lấp thông thường. Điều này được cân nhắc trong việc tạo thành phần giảm răng cưa. Đối với mục đích này, việc ráp nối trong khung thứ nhất được xử lý như trên có độ khuếch đại bằng $g_{j-1}(k)$ trong khung $j - 1$ và bằng 0 trong khung j , và sự ráp nối trong khung j được cho là có độ khuếch đại bằng 0 trong khung $j - 1$ và $g_j(k)$ trong khung j . Các hệ số phổ kết quả cho việc tạo tín hiệu giảm răng cưa là như sau:

$$U_j(k) = -g_{j-1}(k) \cdot X_{j-1}(P_{j-1}(k)) + g_j(k) \cdot X_{j-1}(P_j(k))$$

$$U_{j-1}(k) = -g_{j-1}(k) \cdot X_j(P_{j-1}(k)) + g_j(k) \cdot X_j(P_j(k))$$

Biểu đồ khối của cấu hình này được thể hiện trên Fig.3b.

Trong phần tiếp theo của hai khía cạnh trên Fig.3a cùng với Fig.5a và Fig.5b được thảo luận chi tiết hơn về sự tương đồng.

MDCT với độ phân giải tần số của N hệ số phổ của khung $x_j(n)$ của $2N$ mẫu bắt đầu tại vị trí mẫu jN được định rõ bởi:

$$X_j(k) = \sqrt{\frac{2}{N}} \sum_{n=0}^{2N-1} w(n)x_j(n) \cos\left(\frac{\pi}{N}\left(n + \frac{N}{2} + \frac{1}{2}\right)\left(k + \frac{1}{2}\right)\right), 0 \leq k < N$$

với $w(n)$ là hàm tạo cửa sổ của độ dài $2N$, k là chỉ số tần số, n là chỉ số mẫu trong miền thời gian. Khung $x_j(n)$ của tín hiệu thời gian $x(n)$ được định rõ như:

$$x_j(n) = x(jN + n), 0 \leq n < 2N$$

Khung đầu ra trung gian $\tilde{y}_j(n)$, $0 \leq n < 2N$ được thu từ các thành phần phổ $Y_j(k)$ với biến đổi lùi:

$$\tilde{y}_j(n) = \sqrt{\frac{2}{N}} w(n) \sum_{k=0}^{N-1} Y_j(k) \cos\left(\frac{\pi}{N} \left(n + \frac{N}{2} + \frac{1}{2}\right) \left(k + \frac{1}{2}\right)\right), 0 \leq n < 2N$$

Đầu ra cuối cùng của sự xử lý MDCT nghịch đảo (IMDCT) được tính toán bởi việc cộng các đoạn chồng lấp:

$$y(jN + n) = \tilde{y}_{j-1}(N + n) + \tilde{y}_j(n)$$

Với viết tắt $c_k(x) = \cos\left(\frac{\pi}{N} \left(k + \frac{1}{2}\right) x\right)$ và với các điều kiện cửa sổ:

$$w(N - 1 - n) = w(N + n)$$

và

$$w^2(n) = 1 - w^2(N + n)$$

đầu ra của IMDCT trong vùng chồng lấp sau việc ứng dụng các thừa số khuếch đại là:

$$y(n) = \sum_{k=0}^{N-1} y_k(n)$$

với

$$\begin{aligned} y_k(n) = & w(N + n) g_{j-1}(k) c_k\left(n + \frac{3N}{2} + \frac{1}{2}\right) X_{j-1}(k) \\ & + w(n) g_j(k) c_k\left(n + \frac{N}{2} + \frac{1}{2}\right) X_j(k) \end{aligned}$$

Kì hiệu chỉnh răng cưa của khía cạnh thứ hai được mô tả trên Fig.1b, Fig.3a sau việc cộng chồng lấp, tạo cửa sổ và đảo ngược thời gian là:

$$r(n) = \sum_{k=0}^{N-1} r_k(n)$$

với

$$\begin{aligned} r_k(n) = & w(n) w(N + n) \left[w(n) \left(g_{j-1}(k) - g_j(k) \right) c_k\left(\frac{5N}{2} - n - \frac{1}{2}\right) X_{j-1}(k) \right. \\ & \left. + w(N + n) \left(g_{j-1}(k) - g_j(k) \right) c_k\left(\frac{3N}{2} - n - \frac{1}{2}\right) X_j(k) \right] \end{aligned}$$

Các kỳ cosin có các tính đối xứng sau đây:

$$\begin{aligned} c_k\left(\frac{5N}{2} - n - \frac{1}{2}\right) &= c_k\left(\frac{3N}{2} + n + \frac{1}{2}\right) \\ c_k\left(\frac{3N}{2} - n - \frac{1}{2}\right) &= -c_k\left(\frac{N}{2} + n + \frac{1}{2}\right) \end{aligned}$$

Các thay thế này dẫn tới:

$$\begin{aligned} r_k(n) = & w(n)w(N+n) \left[w(n)g_{j-1}(k)c_k \left(\frac{3N}{2} + n + \frac{1}{2} \right) X_{j-1}(k) \right. \\ & - w(N+n)g_{j-1}(k)c_k \left(\frac{N}{2} + n + \frac{1}{2} \right) X_j(k) \\ & - w(n)g_j(k)c_k \left(\frac{3N}{2} + n + \frac{1}{2} \right) X_{j-1}(k) \\ & \left. + w(N+n)g_j(k)c_k \left(\frac{N}{2} + n + \frac{1}{2} \right) X_j(k) \right] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} r_k(n) = & w^2(n)w(N+n)g_{j-1}(k)c_k \left(\frac{3N}{2} + n + \frac{1}{2} \right) X_{j-1}(k) \\ & - w(n)w^2(N+n)g_{j-1}(k)c_k \left(\frac{N}{2} + n + \frac{1}{2} \right) X_j(k) \\ & - w^2(n)w(N+n)g_j(k)c_k \left(\frac{3N}{2} + n + \frac{1}{2} \right) X_{j-1}(k) \\ & + w(n)w^2(N+n)g_j(k)c_k \left(\frac{N}{2} + n + \frac{1}{2} \right) X_j(k) \end{aligned}$$

Trừ $r_k(n)$ từ $y_k(n)$ đưa ra các kì tạo thành đầu ra của sự giảm răng cưa:

$$\begin{aligned} y_k(n) - r_k(n) = & (1 - w^2(n)) \left[w(N+n)g_{j-1}(k)c_k \left(\frac{3N}{2} + n + \frac{1}{2} \right) X_{j-1}(k) \right. \\ & \left. + w(n)g_{j-1}(k)c_k \left(\frac{N}{2} + n + \frac{1}{2} \right) X_j(k) \right] \\ & + w^2(n) \left[w(N+n)g_j(k)c_k \left(\frac{3N}{2} + n + \frac{1}{2} \right) X_{j-1}(k) \right. \\ & \left. + w(n)g_j(k)c_k \left(\frac{N}{2} + n + \frac{1}{2} \right) X_j(k) \right] \end{aligned}$$

Mà tương ứng với nhiễu xuyên âm giữa các tín hiệu được khôi phục với các độ khuếch đại $g_{j-1}(k)$ và $g_j(k)$ theo khía cạnh thứ nhất được minh họa và được mô tả với sự tham chiếu tới Fig.1a, Fig.5a và Fig.5b.

Tiếp đó, tham chiếu tới Fig.1c và Fig.1d để minh họa mối quan hệ của các phần và các khối thời gian trên bộ mã hóa hoặc phía phân tích hoặc trên bộ giải mã hoặc phía tổng hợp.

Fig.1d minh họa sự biểu diễn được sơ đồ hóa của phần thời gian 0 tới phần thời gian thứ ba và mỗi phần thời gian của các phần thời gian tiếp sau này có phạm vi chồng lấp nhất định 170. Dựa trên các phần thời gian này, các khối của chuỗi các khối biểu diễn các phần thời gian chồng lấp được tạo ra bởi quá trình xử lý được thảo luận chi tiết trên Fig.2a thể hiện phía phân tích của hoạt động biến đổi đưa răng cưa vào.

Cụ thể, tín hiệu miền thời gian được minh họa trên Fig.1d, khi Fig.1d áp dụng tới phần phân tích được tạo cửa sổ bởi bộ tạo cửa sổ 201 áp dụng cửa sổ phân tích. Do đó, để thu được phần thời gian thứ 0, ví dụ, bộ tạo cửa sổ áp dụng cửa sổ phân tích tới, ví dụ 2048 mẫu, và cụ thể từ mẫu 1 đến mẫu 2048. Do đó, N bằng 1024 và cửa sổ có chiều dài là $2N$ mẫu, mà trong ví dụ này bằng 2048. Sau đó, bộ tạo cửa sổ áp dụng hoạt động phân tích nữa, nhưng không cho mẫu 2049 như mẫu thứ nhất của khối, nhưng cho mẫu 1025 như mẫu thứ nhất trong khối để thu được phần thời gian thứ nhất. Do đó, phạm vi chồng lấp thứ nhất 170, mà 1024 mẫu chiếm 50% sự chồng lấp, được thu. Quy trình này còn được áp dụng bổ sung cho các phần thời gian thứ hai và thứ ba, nhưng luôn cùng với sự chồng lấp để thu được phạm vi chồng lấp nhất định 170.

Nhấn mạnh rằng sự chồng lấp không nhất thiết bằng 50% chồng lấp, nhưng sự chồng lấp có thể cao hơn hoặc thấp hơn và thậm chí có thể là đa chồng lấp, nghĩa là sự chồng lấp của nhiều hơn hai cửa sổ sao cho mẫu tín hiệu âm thanh miền thời gian không chỉ góp cho hai cửa sổ và các khối tiếp theo của các giá trị phổ, mà mẫu sau đó đóng góp cho hơn hai cửa sổ/khối của các giá trị phổ. Mặt khác, những người có trình độ kỹ thuật trung bình trong lĩnh vực tương ứng hiểu thêm rằng các hình dạng cửa sổ khác tồn tại mà có thể được áp dụng bởi bộ tạo cửa sổ 201 của Fig.2a mà có 0 phần và/hoặc các phần có các giá trị hợp nhất. Đối với các phần có các giá trị hợp nhất, những phần này thường chồng lấp với 0 phần cửa sổ đứng trước hoặc tiếp sau và do đó mẫu âm thanh nhất định được định vị trong phần không đổi của cửa sổ có các giá trị hợp nhất chỉ đóng góp cho khối đơn của các giá trị phổ.

Các phần thời gian được tạo cửa sổ như được thu bởi Fig.1d sau đó được chuyển tới bộ gấp 202 để thực hiện hoạt động đóng vào. Hoạt động đóng vào này ví dụ có thể thực hiện sự đóng vào sao cho đầu ra của bộ gấp 202, chỉ các khối của các giá trị lấy mẫu có N mẫu cho mỗi khối tồn tại. Sau đó, tiếp sau hoạt động gấp được thực hiện bởi bộ gấp 202, bộ chuyển đổi thời gian - tần số được áp dụng mà, ví dụ, bộ chuyển đổi DCT-IV chuyển đổi N mẫu cho mỗi khối tại đầu vào vào N giá trị phổ tại đầu ra của bộ chuyển đổi thời gian - tần số 203.

Do đó, chuỗi các khối của các giá trị phổ được thu tại đầu ra của khối 203 được minh họa trên Fig.1c, thể hiện cụ thể khối thứ nhất 191 kết hợp với giá trị cải biên thứ

nhất được minh họa bởi 102 trên Fig.1a và Fig.1b và khối thứ hai 192 kết hợp với giá trị cải biên thứ hai chẳng hạn như 106 được minh họa trên Fig.1a và Fig.1b. Tất nhiên, các chuỗi có nhiều khối 193 hoặc 194, đứng trước khối thứ hai hoặc thậm chí dẫn đầu khối thứ nhất như được minh họa. Các khối thứ nhất và thứ hai 191, 192, ví dụ, được thu bởi sự biến đổi phần thời gian thứ nhất được tạo cửa sổ của Fig.1d để thu được khối thứ nhất và khối thứ hai được thu bởi sự biến đổi phần thời gian thứ hai được tạo cửa sổ của Fig.1d bởi bộ chuyển đổi thời gian - tần số 203 của Fig.2a. Do đó, cả hai khối giá trị phổ liên kề trong thời gian trong chuỗi các khối của các giá trị phổ biểu diễn phạm vi chồng lấp che phần thời gian thứ nhất và phần thời gian thứ hai.

Tiếp đó, Fig.2b được thảo luận để minh họa sự xử lý phía tổng hợp hoặc phía bộ giải mã của kết quả của bộ mã hóa hoặc sự xử lý phía phân tích của Fig.2a. Chuỗi các khối của các giá trị phổ xuất ra bởi bộ chuyển đổi tần số 203 của Fig.2a được nhập vào bộ cải biên 211. Như được phác họa, mỗi khối của các giá trị phổ có N giá trị phổ cho ví dụ được minh họa trên các hình vẽ từ Fig.1c tới Fig.2b. Mỗi khối kết hợp các giá trị cải biên của nó chẳng hạn như 102, 104 được minh họa trên Fig.1a và Fig.1b. Sau đó, trong hoạt động IMDCT điển hình hoặc biến đổi tổng hợp giảm phần dư điển hình, các hoạt động được minh họa bởi bộ chuyển đổi tần số-thời gian 212, bộ gấp 213 để mở ra, bộ tạo cửa sổ 214 để áp dụng cửa sổ tổng hợp và hoạt động chồng lấp/cộng được minh họa bởi khối 215 được thực hiện để thu tín hiệu miền thời gian trong phạm vi chồng lấp. Tương tự, trong ví dụ, có 2N giá trị mỗi khối, sao cho sau mỗi hoạt động chồng lấp và cộng, N mẫu miền thời gian không có răng cưa mới được thu đưa ra rằng các giá trị cải biên 102, 104 không biến thiên theo thời gian hoặc tần số. Tuy nhiên, nếu các giá trị này biến thiên theo thời gian và tần số, sau đó tín hiệu đầu ra của khối 215 là không phải không có răng cưa, nhưng vấn đề này được giải quyết theo khía cạnh thứ nhất và thứ hai của sáng chế như được thảo luận trong phạm vi của Fig.1b và Fig.1a và như được thảo luận trong phạm vi của các hình vẽ trong bản mô tả.

Sau đó, minh họa tiếp theo của các quy trình được thực hiện bởi các khối trên Fig.2a và Fig.2b được đưa ra.

Sự minh họa được tạo ví dụ bằng cách tham chiếu tới MDCT, nhưng các biến đổi đưa răng cưa vào khác có thể được xử lý theo cách giống và tương tự. Như biến đổi chồng, MDCT có một chút khác thường so với các biến đổi liên quan đến Fourier

khác trong đó có một nửa đầu ra và đầu vào (thay vì cùng một số). Cụ thể, đó là hàm tuyến tính $F: \mathbf{R}^{2N} \rightarrow \mathbf{R}^N$ (trong đó $\mathbf{R}$ chỉ tập hợp các số thực). $2N$ số thực $x_0, \dots, x_{2N-1}$ được biến đổi thành N số thực $X_0, \dots, X_{N-1}$ theo công thức:

$$X_k = \sum_{n=0}^{2N-1} x_n \cos \left[\frac{\pi}{N} \left(n + \frac{1}{2} + \frac{N}{2} \right) \left(k + \frac{1}{2} \right) \right]$$

(Thừa số chuẩn hóa trước biến đổi này, ở đây thống nhất, là quy ước tùy ý và khác nhau giữa các nghiệm thức. Chỉ có sản phẩm của các chuẩn hóa MDCT và IMDCT, dưới đây, bị hạn chế.)

MDCT nghịch đảo được biết đến là IMDCT. Do số lượng khác nhau của các đầu vào và đầu ra, ban đầu dường như rằng MDCT không thể nghịch đảo. Tuy nhiên, khả năng nghịch đảo hoàn hảo thu được bằng cách cộng các IMDCT được chồng lấp của các khối chồng lấp thời gian liên tiếp, dẫn tới các lỗi để hủy bỏ và dữ liệu ban đầu được truy hồi lại, kỹ thuật này được biết đến là sự hủy bỏ răng cưa miền thời gian (time-domain aliasing cancellation - TDAC).

IMDCT biến đổi N số thực $X_0, \dots, X_{N-1}$ thành $2N$ số thực $y_0, \dots, y_{2N-1}$ theo công thức:

$$y_n = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X_k \cos \left[\frac{\pi}{N} \left(n + \frac{1}{2} + \frac{N}{2} \right) \left(k + \frac{1}{2} \right) \right]$$

(Giống như cho DCT-IV, biến đổi vuông góc, nghịch đảo có hình dạng như phép biến đổi thuận.)

Trong trường hợp MDCT được tạo cửa sổ với sự chuẩn hóa cửa sổ thường (xem bên dưới), thừa số chuẩn hóa trước IMDCT cần được nhân với 2 (nghĩa là thành $2/N$).

Trong các ứng dụng tín hiệu nén, các đặc tính biến đổi được cải thiện thêm bằng cách sử dụng hàm cửa sổ w_n ($n = 0, \dots, 2N-1$) mà được nhân với x_n và y_n trong các công thức MDCT và IMDCT, ở trên, để tránh sự gián đoạn tại $n=0$ và $2N$ đường biên bằng cách tạo hàm chạy trơn từ 0 tới các điểm này. (Nghĩa là, người ta tạo cửa sổ dữ liệu trước MDCT và sau IMDCT.) Về nguyên tắc, x và y có thể có các hàm tạo cửa sổ khác nhau, và hàm tạo cửa sổ có thể cũng thay đổi từ một khối sang khối khác (đặc biệt trong trường hợp trong đó các khối dữ liệu có kích thước khác nhau được tổ hợp), đơn giản hơn, người ta xem xét trường hợp thông thường của các hàm tạo cửa sổ đồng nhất cho các khối có kích thước bằng nhau.

Sự biến đổi vẫn có thể đảo ngược (đó là các hoạt động TDAC), đối với cửa sổ đối xứng $w_n = w_{2N-1-n}$, miễn là w thỏa mã điều kiện Princen-Bradley:

$$w_n^2 + w_{n+N}^2 = 1$$

các hàm cửa sổ khác nhau được sử dụng. Cửa sổ mà tạo ra hình dạng được biết đến như phép biến đổi được chồng lấp được cải biên được đưa ra bởi:

$$w_n = \sin \left[\frac{\pi}{2N} \left(n + \frac{1}{2} \right) \right]$$

và được sử dụng cho MP3 và MPEG-2 AAC, và

$$w_n = \sin \left(\frac{\pi}{2} \sin^2 \left[\frac{\pi}{2N} \left(n + \frac{1}{2} \right) \right] \right)$$

cho Vorbis. AC-3 sử dụng cửa sổ được suy ra từ Kaiser-Bessel (Kaiser-Bessel derived - KBD), và MPEG-4 AAC có thể cũng có thể sử dụng cửa sổ KBD.

Lưu ý rằng các cửa sổ được áp dụng cho MDCT khác với các cửa sổ được sử dụng cho các loại phân tích tín hiệu khác, do chúng phải thỏa mãn điều kiện Princen-Bradley. Một trong những lý do cho sự chênh lệch này là các cửa sổ MDCT được áp dụng hai lần, cho cả MDCT (phân tích) và IMDCT (tổng hợp).

Như có thể thấy bằng cách kiểm tra các định nghĩa, cho dù N MDCT là về cơ bản tương đương với DCT-IV, trong đó đầu vào được chuyển bởi $N/2$ và hai khối dữ liệu N được biến đổi cùng một lúc. Bằng cách kiểm tra tính tương đương này cẩn thận hơn, các đặc tính quan trọng như TDAC có thể dễ dàng được suy ra.

Để định rõ mối quan hệ chính xác tới DCT-IV, người ta phải nhận ra rằng DCT-IV tương ứng với các điều kiện đường biên chẵn/lẻ thay thế: chẵn tại đường biên trái của nó (khoảng $n=-1/2$), lẻ tại đường biên phải của nó (khoảng $n=N-1/2$), v.v. (thay vì các ranh giới định kỳ như cho DFT). Điều này bắt nguồn từ các đặc điểm và

$$\cos \left[\frac{\pi}{N} \left(-n-1 + \frac{1}{2} \right) \left(k + \frac{1}{2} \right) \right] = \cos \left[\frac{\pi}{N} \left(n + \frac{1}{2} \right) \left(k + \frac{1}{2} \right) \right] \text{ và}$$

$$\cos \left[\frac{\pi}{N} \left(2N-n-1 + \frac{1}{2} \right) \left(k + \frac{1}{2} \right) \right] = -\cos \left[\frac{\pi}{N} \left(n + \frac{1}{2} \right) \left(k + \frac{1}{2} \right) \right].$$

Do đó, nếu các đầu vào của nó là dãy x có chiều dài N , có thể tưởng tượng mở rộng dãy này tới $(x, -xR, -x, xR, \dots)$, v.v., trong đó xR chỉ x theo thứ tự đảo ngược.

Xem xét MDCT với $2N$ đầu vào và N đầu ra, trong đó người ta chia đầu vào thành bốn khối (a, b, c, d) cho mỗi kích thước $N/2$. Nếu người ta chuyển chúng tới bên phải bởi $N/2$ (từ kì $+N/2$ trong định nghĩa MDCT), sau đó (b, c, d) mở rộng qua phần cuối của N đầu vào DCT-IV, vì vậy người ta phải "gấp" chúng lại theo các điều kiện đường biên mô tả ở trên.

Do đó, MDCT của $2N$ đầu ra (a, b, c, d) là tương đương chính xác với DCT-IV của N đầu vào: $(-cR-d, a-bR)$, trong đó R chỉ sự đảo ngược như trên.

Điều này được lấy làm ví dụ cho hàm tạo cửa sổ 202 trên Fig.2a, a là phần 204b, b là phần 205a, c là phần 205b và d là phần 206a.

(Theo cách này, bất kì thuật toán để tính toán DCT-IV có thể áp dụng thông thường cho MDCT.)

Tương tự, công thức IMDCT trên là bằng chính xác $1/2$ của DCT-IV (là nghịch đảo của chính nó), trong đó đầu ra được mở rộng (qua các điều kiện đường biên) tới độ dài $2N$ và quay lại bên trái bởi $N/2$. DCT-IV nghịch đảo sẽ trả lại các đầu vào $(-cR-d, a-bR)$ từ trên. Khi điều này được mở rộng qua các điều kiện đường biên và được chuyển, thu được:

$$\text{IMDCT}(\text{MDCT}(a, b, c, d)) = (a-bR, b-aR, c+dR, d+cR) / 2.$$

Do đó một nửa của các đầu ra IMDCT là phần dư, như $b-aR = -(a-bR)R$, và tương tự cho hai kì cuối cùng. Nếu một nhóm đầu vào thành các khối lớn hơn A, B có kích thước N , trong đó $A=(a, b)$ và $B=(c, d)$, có thể viết kết quả này theo cách đơn giản hơn:

$$\text{IMDCT}(\text{MDCT}(A, B)) = (A-AR, B+BR) / 2$$

Giờ có thể hiểu TDAC hoạt động như thế nào. Giả sử người ta tính toán MDCT của thời gian liên kề, được chồng lấp 50%, $2N$ khối (B, C). IMDCT sau đó được sinh ra, tương tự như trên: $(B-BR, C+CR) / 2$. Khi nó được cộng với kết quả IMDCT trước đó trong nửa chồng lấp, các kì được đảo ngược hủy và người ta đơn giản thu được B, phục hồi dữ liệu ban đầu.

Nguồn gốc của kì "hủy bỏ răng cưa miền thời gian" hiện tại là rõ ràng. Việc sử dụng dữ liệu đầu vào mà mở rộng vượt quá các đường biên của DCT-IV logic khiến dữ liệu bị tạo răng cưa theo cách tương tự mà các tần số vượt quá tần số Nyquist được tạo răng cưa để hạ thấp các tần số, trừ khi răng cưa này xảy ra trong miền thời gian

thay vì miền tần số, không thể phân biệt các phần góp của a hoặc của bR tới MDCT của (a, b, c, d) , hoặc tương đương, tới kết quả của $\text{IMDCT}(\text{MDCT}(a, b, c, d)) = (a - bR, b - aR, c + dR, d + cR) / 2$. Sự tổ hợp $c - dR$, v.v., có chính xác các dấu hiệu phù hợp cho các tổ hợp để hủy bỏ khi chúng được cộng.

Đối với N lẻ (mà hiếm khi được dùng trong thực tế), $N/2$ không phải là số nguyên vì vậy MDCT không phải là một phép hoán vị chuyển của DT-IV. Trong trường hợp này, sự chuyển bổ sung bằng một nửa mẫu nghĩa là MDCT/IMDCT trở thành tương đương với DCT-III/II, và sự phân tích là tương tự với phần trên.

Có thể thấy ở trên rằng MDCT của $2N$ đầu vào (a, b, c, d) tương đương với DCT-IV của N đầu vào $(-cR - d, a - bR)$. DCT-IV chỉ ra trường hợp trong đó hàm tại đường biên bên phải là lẻ, và do đó các giá trị gần đường biên bên phải gần với 0. Nếu tín hiệu đầu vào là trơn tru, đây là trường hợp: các thành phần ở ngoài cùng bên phải của bR là liên tiếp trong chuỗi đầu vào (a, b, c, d) , và do vậy độ chênh lệch là nhỏ. Nhìn vào phần giữa của khoảng cách: nếu viết lại các biểu thức trên như $(-cR - d, a - bR) = (-d, a) - (b, c)R$, kì thứ hai, $(b, c)R$, đưa ra sự chuyển tiếp trơn tru trong phần giữa. Tuy nhiên, trong kì thứ nhất $(-d, a)$, có thể có sự gián đoạn khi đầu bên phải của $-d$ gặp đầu bên trái của a . Đây là lý do để sử dụng hàm tạo cửa sổ mà giảm các thành phần gần các đường biên của chuỗi đầu vào (a, b, c, d) về 0.

Ở trên, đặc tính TDAC được chứng minh cho MDCT thông thường, thể hiện rằng việc cộng các IMDCT của các khối thời gian liên kế trong nửa chồng lấp của chúng phục hồi dữ liệu ban đầu. Đạo hàm của đặc tính nghịch đảo cho MDCT được tạo cửa sổ chỉ phức tạp hơn một chút.

Xem xét để chồng lấp các tập hợp $2N$ đầu vào liên tiếp (A, B) và (B, C) , cho các khối A, B, C có kích thước N . Nhớ lại ở trên rằng khi (A, B) và (B, C) được nhập vào MDCT, IMDCT, và được cộng trong nửa chồng lấp của nó, người ta thu được $(B + B_R) / 2 + (B - B_R) / 2 = B$, dữ liệu ban đầu.

Giờ giả sử rằng người ra nhận cả các đầu vào MDCT và các đầu ra IMDCT bằng hàm cửa sổ có độ dài $2N$. Như trên, giả định rằng hàm tạo cửa sổ đối xứng, mà dạng (W, W_R) trong đó W là véctơ có độ dài N và R chỉ sự đảo ngược như đã nói. Sau đó điều kiện Princen-Bradley có thể viết như $W^2 + W_R^2 = (1, 1, \dots)$, với các căn bậc hai và các phép cộng được thực hiện theo từng phần tử.

Do vậy, thay vì thực hiện MDCT (A,B), giờ các MDCTs (WA, W_RB) với tất cả các phép nhân được thực hiện theo từng phần tử. Khi nó được nhập vào IMDCT và được nhân một lần nữa (theo từng phần tử) bằng hàm tạo cửa sổ, nửa N cuối cùng trở thành:

$$W_R \cdot (W_RB + (W_RB)_R) = W_R \cdot (W_RB + W_RB_R) = W_R^2 B + W W_R B_R$$

(Lưu ý rằng không còn phép nhân với 1/2, do sự chuẩn hóa của IMDCT khác biệt nhờ thừa số 2 trong trường hợp được tạo cửa sổ.)

Tương tự, MDCT và IMDCT được tạo cửa sổ của (B,C)

sinh ra, trong nửa N thứ nhất của nó:

$$W \cdot (WB - W_R B_R) = W^2 B - W W_R B_R$$

Khi cộng hai nửa cửa sổ này với nhau, một nửa cửa sổ phục hồi dữ liệu ban đầu. Sự khôi phục cũng có thể khả thi trong phạm vi của sự chuyển đổi cửa sổ, khi hai nửa cửa sổ chồng lấp thỏa mãn điều kiện Princen-Bradley. Sự giảm răng cửa có thể được thực hiện chính xác trong trường hợp này giống như được mô tả ở trên. Đối với các biến đổi với sự đa chồng lấp, nhiều hơn hai nhánh sẽ được yêu cầu sử dụng tất cả các giá trị độ khuếch đại liên quan.

Theo đó, khía cạnh thứ nhất được thảo luận chi tiết hơn bằng cách viện dẫn đến Fig.5a và Fig.5b. Cụ thể, bộ xử lý 100 được minh họa trên Fig.1a có thể bao gồm tất cả hoặc chỉ một phần của các phần tử 501 đến 506 được minh họa trên Fig.5a trong khung được định rõ bởi số tham chiếu 100. Cụ thể hơn, bộ xử lý 100 bao gồm bộ cải biên để cải biên khối thứ nhất trong số chuỗi được minh họa như X_{j-1} sử dụng ít nhất một giá trị cải biên thứ nhất 102 để thu được khối được cải biên thứ nhất 551. Sự cải biên này được thực hiện nhờ bộ nhân độ khuếch đại 510, mà có thể được thực hiện theo kiểu kỹ thuật số hoặc tương ứng hoặc theo cách thích hợp khác. Hơn nữa, bộ cải biên được tạo cấu hình để cải biên khối thứ hai được biểu thị như $X_j(k)$ sử dụng ít nhất một giá trị cải biên thứ hai 106 để thu được khối được cải biên thứ hai 552. Sự cải biên này một lần nữa được thực hiện ưu tiên bởi bộ nhân 509 mà có thể được thực hiện theo cách tương tự như bộ nhân 510 hoặc bằng cách khác. Hơn nữa, bộ cải biên được tạo cấu hình để cải biên khối thứ hai $X_j(k)$ sử dụng ít nhất một giá trị cải biên thứ nhất 102 để thu được khối được cải biên thứ ba 553, trong đó sự cải biên này một lần nữa có thể

được thực hiện bởi bộ nhân 508 mà được thực hiện theo cùng một cách hoặc theo cách khác nhau đối với nhiều bộ nhân 510 hoặc 509.

Hơn nữa, bộ cải biên được tạo cấu hình để cải biên khối thứ nhất x_{j-1} sử dụng ít nhất một giá trị cải biên thứ hai 106, tức là, $X_j(k)$ để thu được khối được cải biên thứ tư 554. Tốt hơn là, khối được cải biên thứ tư 554 lần nữa được tạo ra bởi bộ nhân 507 mà có thể được thực hiện theo cùng một cách hoặc theo cách khác nhau đối với các bộ nhân 510, 509, 508.

Hơn nữa, bộ xử lý 100 tốt hơn là bao gồm bộ chuyển đổi phổ-thời gian để chuyển đổi các khối được cải biên từ thứ nhất đến thứ tư 551 đến 554 thành các biểu diễn thời gian tương ứng 561, 562, 563, 564. Cụ thể, bộ chuyển đổi phổ-thời gian được thực hiện như bao gồm các khối IMDCT 501, 502, 503, 504 tạo ra các khối được cải biên từ thứ nhất đến thứ tư tương ứng 561 đến 564. Bộ chuyển đổi phổ-thời gian có thể được thực hiện như thuật toán IMDCT bao gồm các phần tử thực 212 (bộ chuyển đổi tần số-thời gian), 213 (bộ gấp cho việc mở ra) và 214 (bộ tạo cửa sổ tổng hợp) của Fig.2b. Tuy nhiên, bộ chuyển đổi phổ-thời gian có thể được thực hiện như bất kì bộ biến đổi giảm răng cưa mà dẫn đến, tại đầu ra, trong khối các giá trị lấy mẫu miền thời gian có số lượng các mẫu cao hơn so với số lượng các mẫu tại đầu vào của nó.

Cách khác, đối với việc thực hiện hiệu quả về tính toán, không phải IMDCT đầy đủ hoặc toàn bộ phép biến đổi nghịch đảo giảm răng cưa có thể được tính toán, nhưng chỉ phần theo thời gian chứa tín hiệu được giảm răng cưa hoặc hủy răng cưa. Dọc theo các đường này, ví dụ, trong trường hợp IMDCT, một hoạt động mở ra và một nửa hoạt động tạo cửa sổ tổng hợp có thể được loại bỏ. Do đó, bộ xử lý có thể được tạo cấu hình để thực hiện các biến đổi chồng lấp có phạm vi chồng lấp, và trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để chỉ thực hiện các hoạt động ảnh hưởng giá trị trong phạm vi chồng lấp và để không thực hiện các hoạt động không ảnh hưởng các giá trị trong phạm vi chồng lấp. Đối với Fig.2b, các hoạt động không ảnh hưởng phạm vi chồng lấp là các hoạt động mở ra của khối 213 ảnh hưởng một nửa thứ nhất của khối đứng trước và một nửa khối thứ hai của khối hiện thời. Hơn nữa, các hoạt động tạo cửa sổ tương ứng cho nửa thứ nhất của khối đứng trước và nửa thứ hai của khối hiện thời cũng không cần thiết cho việc thực hiện hiệu quả này. Điều này do thực tế rằng chỉ

nửa thứ hai của khối đứng trước và nửa thứ nhất của khối hiện thời cho phạm vi chồng lấp.

Trong phương án trên Fig.5a, số lượng các mẫu được nhập vào trong khối IMDCT bằng với N và số lượng các mẫu được xuất ra bởi khối IMDCT là $2N$. Tuy nhiên, các tỉ lệ số khác tương ứng với các thừa số chồng lấp khác có thể được thực hiện miễn là số lượng các mẫu được xuất ra bởi bộ chuyển đổi phổ-thời gian là lớn hơn số lượng các mẫu miền phổ được nhập vào trong bộ chuyển đổi phổ-thời gian tương ứng.

Hơn nữa, bộ chuyển đổi phổ-thời gian có thể được thực hiện như chứa các bộ chuyển đổi thời gian phổ riêng lẻ cho mỗi tín hiệu riêng sẽ được chuyển đổi hoặc có thể bao gồm bộ chuyển đổi thời gian phổ đơn chẳng hạn như chỉ khối 501 của Fig.5a và bộ điều khiển chuỗi tương ứng để biến đổi tuần tự một khối được cải biên sau một khối được cải biên khác.

Hơn nữa, bộ xử lý 100 bao gồm bộ chồng lấp-cộng để chồng lấp-cộng các biểu diễn của các khối được cải biên thứ nhất 561 và thứ ba 563 để thu được tín hiệu kết quả thứ nhất 104 mà không có răng cưa hoặc ít nhất được giảm răng cưa.

Hơn nữa, bộ chồng lấp-cộng được tạo cấu hình cho các biểu diễn thời gian chồng lấp-cộng của các khối được cải biên thứ hai 562 và thứ tư 564 để thu được tín hiệu kết quả thứ hai 108 mà cũng không có răng cưa hoặc ít nhất được giảm răng cưa. Hoạt động chồng lấp-cộng cho các biểu diễn thời gian thứ nhất và thứ ba được thực hiện bởi khối chồng lấp-cộng 505 và hoạt động chồng lấp-cộng cho các biểu diễn thời gian của các khối được cải biên thứ hai và thứ tư, tức là, cho tín hiệu trên đường 562 và 564 được thực hiện bởi khối chồng lấp-cộng 506 khác. Một lần nữa, bộ chồng lấp-cộng có thể tách các khối đó hoặc khối đơn và bộ điều khiển chuỗi tương ứng hoặc có thể được thực hiện theo bất kì cách có thể tưởng tượng ra khác để thu được kết quả được định rõ. Cụ thể hơn, mỗi khối trong số các khối 505, 506 được thực hiện trong khối tương ứng 215 được mô tả trong phạm vi của Fig.2b.

Cụ thể hơn, bộ tổ hợp 110 trên Fig.5a được tạo cấu hình để tổ hợp tín hiệu kết quả thứ nhất 104 và tín hiệu kết quả thứ hai 108 bằng cách giảm dần cường độ tín hiệu kết quả thứ nhất và bằng cách tăng dần cường độ tín hiệu kết quả thứ hai. Để đạt được mục đích này, khối giảm dần cường độ 520 đối với tín hiệu kết quả thứ nhất 104 và

khối tăng dần cường độ 521 cho tín hiệu kết quả thứ hai được cung cấp. Sự tổ hợp thực có thể được thực hiện bởi bộ cộng 522 được minh họa trên Fig.5a như phần tử riêng lẻ. Tuy nhiên, nên nhấn mạnh rằng hoạt động thực của bộ tổ hợp 510 có thể được ưu tiên là tổ hợp tuyến tính được gán trọng số trong đó, đối với mỗi mẫu, hàm giảm dần cường độ 520 cung cấp thừa số gán trọng số nhất định và sau đó mẫu tương ứng được gán trọng số bởi thừa số gán trọng số được cộng vào mẫu tương ứng từ tín hiệu kết quả khác được gán trọng số với thừa số gán trọng số được cung cấp bởi hàm tăng dần cường độ 521 cho mẫu tương ứng.

Như được chỉ rõ, bộ xử lý 100 được tạo cấu hình để thực hiện hoạt động IMDCT trong việc thực hiện sự chuyển đổi phổ-thời gian và hoạt động IMDCT này có thể bao gồm các chức năng của các khối 212, 213, 214, nhưng hoạt động IMDCT có thể được thực hiện bằng bất kì cách nào khác, và số lượng các thuật toán IMDCT hiệu quả thu được một cách căn bản kết quả giống như được thảo luận trong phạm vi của Fig.2a và Fig.2b đã được biết đến rộng rãi.

Hơn nữa, bộ xử lý 100 được tạo cấu hình để thực hiện hoạt động xử lý chồng lấp-cộng 505, 506 trong việc tính toán các tín hiệu kết quả thứ nhất và thứ hai trong phạm vi chồng lấp được minh họa tại 170 trên Fig.1d. Hơn nữa, bộ tổ hợp 104 được tạo cấu hình để tổ hợp các tín hiệu kết quả thứ nhất và thứ hai trong phạm vi tổ hợp, tức là, ví dụ trong phạm vi chồng lấp-cộng trong đó phạm vi tổ hợp bằng với phạm vi chồng lấp.

Do đó, được nhấn mạnh rằng Fig.1d có thể cũng được xem xét để biểu diễn hoạt động chồng lấp-cộng được thực hiện bởi khối 215 trên phía tổng hợp. Sau đó, mỗi “phần thời gian” trên Fig.1d biểu diễn khối được xuất ra bởi bộ tạo cửa sổ tổng hợp 214 của Fig.2b, và các mẫu trong phạm vi chồng lấp của một khối được tạo cửa sổ được cộng vào các mẫu trong phạm vi chồng lấp của khối được tạo cửa sổ tiếp sau. Hơn nữa, các mẫu tương ứng được gán trọng số với các thừa số gán trọng số được cung cấp bởi hàm giảm dần cường độ như 520 và hàm tăng dần cường độ 522 nếu cần. Ví dụ, khi phần thời gian thứ nhất tương ứng với khối được tạo cửa sổ, sau đó, trong phạm vi chồng lấp 170 trên Fig.1d, phần thời gian thứ nhất sẽ được giảm dần cường độ trong suốt phạm vi chồng lấp và tại cùng thời gian, phần thời gian thứ hai sẽ được tăng dần cường độ trong phạm vi chồng lấp. Do đó, hàm tăng dần cường độ sẽ cung

cấp các thừa số giảm từ 1 về 0 tốt hơn là theo cách tuyến tính và được phân bố một cách đồng đều trên số lượng các mẫu từ 1 đến N . Do đó, khi chiều dài của khối được tạo cửa sổ là $2N$, sau đó khoảng trống giữa 1 và 0 sẽ được phân tách thành N khoảng bằng nhau và đối với mỗi khoảng, thừa số giảm dần cường độ sẽ được xác định như trung tâm của mỗi khoảng trống, ví dụ. Tương tự, hàm tăng dần cường độ sẽ là hàm cung cấp một cách tuyến tính các thừa số tăng dần cường độ từ 0 đến 1 một lần nữa với N khoảng bằng nhau.

Tuy nhiên, các hàm khác ngoài các hàm tuyến tính có thể được áp dụng, và ưu tiên rằng, đối với mỗi mẫu, tổng của hàm tăng dần cường độ cho mẫu và thừa số giảm dần cường độ cho mẫu là bằng 1 để sự tăng dần cường độ/giảm dần cường độ hoặc, nói chung, sự nhiễu xuyên âm không dẫn đến sự biến thiên biên độ và độ lớn của tín hiệu âm thanh. Do đó, tổng của phần giảm dần cường độ và phần tăng dần cường độ cho mỗi mẫu trong phạm vi nhiễu xuyên âm là hằng số và ưu tiên bằng 1.

Cụ thể hơn, sáng chế được áp dụng trong phạm vi của các chức năng điền đầy băng thông trong phạm vi của Fig.5b. Sự mở rộng băng thông có nghĩa là băng thông của tín hiệu đầu vào được mở rộng sao cho thông thường tín hiệu đầu ra được tạo ra bởi kỹ thuật mở rộng băng thông có băng thông cao hơn tín hiệu đầu vào. Về mặt khác, tuy nhiên, công nghệ điền đầy băng thông cũng tồn tại, mà không nhất thiết tăng băng thông, nhưng điền đầy các lỗ phổ trong tín hiệu đầu vào. Khi băng tần phía trên được xem như "lỗ phổ", khi đó chức năng điền đầy băng thông tương tự với công nghệ mở rộng băng thông. Tuy nhiên, nếu lỗ phổ của tín hiệu đầu vào mà được định vị, đối với tần số, dưới phạm vi mà các giá trị phổ tồn tại, khi đó chức năng điền đầy băng thông không mở rộng băng thông, nhưng kết quả của kỹ thuật có cùng băng thông như đầu vào. Trong phạm vi này, SBR, ví dụ, là ví dụ của công nghệ mở rộng băng thông và điền đầy khoảng trống thông minh (intelligent gap filling - IGF) là ví dụ cho chức năng điền đầy băng thông chung mà không nhất thiết tăng băng thông của tín hiệu đầu vào.

Tốt hơn là, bộ xử lý 100 được tạo cấu hình để áp dụng chức năng điền đầy băng thông có hàm ráp nối để ráp nối các giá trị phổ từ phạm vi nguồn 300 đến phạm vi đích 334, và bộ xử lý được tạo cấu hình để áp dụng hàm ráp nối trong việc tính toán các tín hiệu kết quả thứ nhất và thứ hai. Để ví dụ, Fig.3c minh họa bộ ráp nối để tạo ra,

từ chuỗi các khối của các giá trị phổ mà có độ phân giải cao hoặc biểu diễn phạm vi nguồn, chuỗi 334 gồm các khối của các giá trị phổ trong phạm vi điền đầy băng thông hoặc phạm vi đích. Bộ ráp nối được biểu thị tại 332 trên Fig.3c và có thể được thực hiện để áp dụng hàm ráp nối $P(k)$ như được minh họa. Một cách tùy chọn, như được minh họa trên Fig.3c và trong trường hợp chức năng điền đầy được áp dụng, việc thiết kế bộ xử lý 100 và bộ tổ hợp 110 giống như khi không áp dụng điền đầy băng thông ngoài thực tế rằng chuỗi các khối của các giá trị phổ được biểu thị tại 334 trên Fig.5b là đầu ra của bộ ráp nối trên Fig.3c và các thừa số khuếch đại 102, 106 hoặc, thông thường, các thừa số cải biên cho mỗi khối, như được định rõ bởi chức năng điền đầy băng thông nhất định như sự sao chép băng phổ, sự điền đầy khoảng trống thông minh hoặc bất kì chức năng điền đầy băng thông nào khác. Do đó, bộ ráp nối 332 có thể là một phần của bộ xử lý hoặc có thể được thực hiện như giai đoạn xử lý trước được áp dụng tại đầu vào của bộ xử lý.

Do đó, thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh bao gồm bộ ráp nối, hoặc như là một phần của bộ xử lý 100 hoặc như là khối được áp dụng theo hướng xử lý tín hiệu, trước bộ xử lý 100 của Fig.1a, trong đó bộ ráp nối này được tạo cấu hình để tạo ra khối thứ nhất trong phạm vi điền đầy băng thông sử dụng các giá trị phổ từ phạm vi tần số khác nhau, tức là, từ phạm vi nguồn phù hợp với hàm ráp nối cho khối thứ nhất và bộ ráp nối ngoài ra được tạo cấu hình để tạo ra khối thứ hai các giá trị phổ trong phạm vi điền đầy băng thông hoặc phạm vi đích sử dụng phạm vi phổ từ vùng tần số khác nhau hoặc vùng nguồn phù hợp với hàm ráp nối cho khối thứ hai, mà có thể là hàm ráp nối giống nhau hoặc hàm ráp nối khác nhau.

Hơn nữa, như đã được thảo luận trong phạm vi của Fig.5a hoặc Fig.5b, bộ xử lý được tạo cấu hình để thực hiện chức năng tương tự phép nhân 510, 509, 508, 507 để cải biên các khối thứ nhất và thứ hai sử dụng các hàm độ khuếch đại hoặc các giá trị độ khuếch đại như các giá trị cải biên.

Các phương án khác của khía cạnh thứ hai của sáng chế được thảo luận trong phạm vi của Fig.3a và Fig.3b.

Fig.3a và Fig.3b đều thể hiện thiết bị để xử lý tín hiệu âm thanh bao gồm chuỗi các khối của các giá trị phổ 114. Mỗi sự thực hiện bao gồm bộ xử lý 150 để tính toán tín hiệu bị ảnh hưởng răng cưa 154 sử dụng ít nhất một giá trị cải biên thứ nhất 102

cho khối thứ nhất trong số chuỗi các khối 114 và ít nhất một giá trị cải biên thứ hai khác cho khối thứ hai trong số chuỗi các khối. Cụ thể hơn, chức năng của bộ xử lý để tính toán tín hiệu bị ảnh hưởng răng cưa bao gồm bộ cải biên độ khuếch đại để cải biên khối thứ nhất sử dụng ít nhất một giá trị cải biên thứ nhất để thu được khối được cải biên thứ nhất 351. Sự cải biên này được thực hiện bởi bộ nhân 310 nhưng có thể được thực hiện như được thảo luận trong phạm vi của bộ nhân 510 tương ứng của Fig.5. Hơn nữa, bộ nhân được tạo cấu hình để thay đổi khối thứ hai $X_i(k)$ sử dụng ít nhất một giá trị cải biên thứ hai 106 để thu được khối được biến đổi thứ hai 352. Sự cải biên này một lần nữa có thể được thực hiện bởi bộ nhân 309, mà một lần nữa có thể được thực hiện như được thảo luận trong phạm vi của bộ nhân 510. Để tạo ra tín hiệu bị ảnh hưởng răng cưa, bộ xử lý 150 bao gồm bộ chuyển đổi phổ-thời gian để chuyển đổi các khối được cải biên thứ nhất và thứ hai vào các biểu diễn miền thời gian 361, 362, và ngoài ra, bộ chồng lấp-cộng được tạo cấu hình để chồng lấp-cộng các biểu diễn miền thời gian của các khối thứ nhất và thứ hai, tức là, 361 và 362, để thu được tín hiệu bị ảnh hưởng răng cưa 154.

Hơn nữa, bộ xử lý cũng được tạo cấu hình để ước tính tín hiệu lỗi răng cưa. Để đạt được mục đích này, bộ xử lý 150 còn bao gồm chức năng của bộ cải biên độ khuếch đại được minh họa bởi bộ nhân 308 và 307 để cải biên khối thứ nhất, và khối thứ hai sử dụng ít nhất một giá trị cải biên thứ nhất 102 hoặc ít nhất một giá trị cải biên thứ hai 106 để thu được khối được cải biên thứ ba 353 và khối được cải biên thứ tư 354.

Hơn nữa, bộ chuyển đổi phổ-thời gian được minh họa tại 303 và 304 để chuyển đổi khối được cải biên thứ ba 353 và khối được cải biên thứ tư 354 lần lượt thành sự biểu diễn miền 363 và 364, và các khối được cải biên thứ ba và thứ tư này sau đó được xử lý bởi bộ chồng lấp-cộng để chồng lấp-cộng các biểu diễn miền thời gian của các khối được cải biên thứ ba và thứ tư để thu được tín hiệu lỗi răng cưa 158.

Để thao tác tín hiệu lỗi răng cưa 158 để thu được tổ hợp tốt với tín hiệu bị ảnh hưởng răng cưa 158, bộ tổ hợp bao gồm bộ tạo cửa sổ 330 để áp dụng hàm tạo cửa sổ, và khối đảo ngược thời gian 340 để đảo ngược thời gian tín hiệu.

Sự chênh lệch giữa các giá trị cải biên độ khuếch đại được áp dụng trong miền tần số, tức là, trong bộ xử lý trước khi thực hiện sự chuyển đổi phổ-thời gian trong các

khối 303 và 304. Để đạt được mục đích này, sự việ dẫn được thực hiện đến Fig.3a. Cụ thể, trong phương án này, bộ xử lý bao gồm bộ cải biên độ biến đổi, mà được tạo cấu hình để cải biên khối thứ nhất x_{j-1} qua bộ nhân 307 sử dụng sự chênh lệch giữa ít nhất một giá trị cải biên thứ nhất và ít nhất một giá trị cải biên thứ hai, trong đó sự chênh lệch này được ưu tiên tính toán mỗi giá trị tần số hoặc giá trị phổ như được biểu thị bởi chỉ số k trên Fig.3a. Hơn nữa, bộ cải biên độ khuếch đại được tạo cấu hình để thay đổi khối thứ hai sử dụng sự chênh lệch 125 trong bộ nhân 308 để thu được khối được cải biên thứ ba 353 và khối được cải biên thứ tư 354. Trong phương án này, mà được minh họa trên Fig.3a, bộ tổ hợp bao gồm cửa sổ 330 và sự nghịch đảo thời gian 340.

Mặc dù chuỗi các hoạt động xử lý nằm trong bộ tổ hợp được biểu thị để bộ tạo cửa sổ 330 được vận hành theo hướng dòng tín hiệu trước sự đảo ngược thời gian 340, rõ ràng rằng thứ tự của các hoạt động của các phần tử có thể cũng được đảo ngược.

Do đó, bộ xử lý 150 trên Fig.3a là để bộ cải biên độ khuếch đại cải biên khối thứ nhất và khối thứ hai sử dụng ít nhất một giá trị cải biên thứ nhất hoặc ít nhất một giá trị cải biên thứ hai. Sự cải biên trên Fig.3a chịu cả hai giá trị cải biên do thực tế rằng sự chênh lệch giữa cả hai giá trị cải biên thực sự được sử dụng cho sự cải biên mà được thực hiện, ví dụ, bởi các bộ nhân 308, 307, trong đó sự chênh lệch độ khuếch đại được biểu thị tại 125 tại Fig.3a.

Hơn nữa, như được chỉ ra, hoạt động tạo cửa sổ 330 và hoạt động đảo ngược thời gian 340 ưu tiên được áp dụng. Tuy nhiên, đối với các sự thực hiện khác, ví dụ, khi phép biến đổi phổ-thời gian được thực hiện bằng cách khác, nó có thể không nhất thiết áp dụng sự đảo ngược thời gian 340. Hơn nữa, khi không có các cửa sổ phân tích hoặc tổng hợp được áp dụng, nhưng khi chỉ có, ví dụ, "các cửa sổ hình chữ nhật" được áp dụng, sau đó sự tạo cửa sổ 330 có thể cũng được phân phối cùng.

Trong phương án được ưu tiên, tuy nhiên, bộ tạo cửa sổ và bộ vận hành bộ đảo ngược thời gian được minh họa và được định vị theo thứ tự được minh họa.

Tiếp theo, Fig.3b được thảo luận chi tiết hơn. Fig.3b tương tự như Fig.3a ở chỗ sự áp dụng của "sự chênh lệch" độ khuếch đại được áp dụng trong miền tần số. Tuy nhiên, do thực tế rằng hoạt động ráp nối được áp dụng, sự chênh lệch độ khuếch đại

không thể được áp dụng một cách rõ ràng, nhưng các hoạt động ráp nối khác nhau được ưu tiên sử dụng.

Do đó, để thu được tín hiệu lỗi răng cưa, trong hoạt động trong phạm vi của chức năng điền đầy băng thông như được thảo luận trong phạm vi của Fig.3c, các quy trình sau đây đã được áp dụng. Đầu tiên, khối của các giá trị phổ 306a được tính toán, mà là khối thứ nhất, nhưng khối thứ nhất được ráp nối qua hoạt động ráp nối cho khối thứ hai và khối thứ nhất 306a này sau đó được nhân với thừa số khuếch đại 106 cho khối thứ hai.

Hơn nữa, như được minh họa, khối thứ nhất của các giá trị phổ 306b được tạo ra, mà giống như khối thứ nhất 304b, tức là, khối thứ nhất, để hoạt động ráp nối được kết hợp với khối thứ nhất được áp dụng, và tín hiệu sau đó được nhân với thừa số cải biên thứ nhất 102. Sau đó, các tín hiệu được tạo ra bởi các bộ nhân được tổ hợp sao cho bị trừ hoặc được cộng với nhau trong 329 mà có thể được thực hiện như bộ trừ hoặc bộ cộng với đầu vào được đảo, v.v.. Sau đó, khối được cải biên thứ ba thu được mà về cơ bản tương ứng với khối 353. Bằng cách tương tự, khối 354 thu được, tức là, bằng cách ráp nối khối thứ hai X_j với hoạt động ráp nối cho khối thứ hai, tức là, bằng cách sử dụng khối 304b và nhân khối này với thừa số cải biên thứ hai 106. Tuy nhiên, khối thứ hai cũng phải chịu thuật toán ráp nối được kết hợp với khối thứ nhất như được biểu thị tại mục tin 306d và kết quả sau đó được nhân với thừa số nhân thứ nhất qua bộ nhân 307b. Các tín hiệu đầu ra của các bộ nhân 307a và 307b và sau đó được bổ sung cùng nhau trong bộ cộng 328 để cuối cùng thu được khối được cải biên thứ tư 354. Sau đó, các khối được cải biên thứ ba và thứ tư 353 và 354 phải chịu sự biến đổi phổ-thời gian như được thảo luận trong phạm vi của Fig.3a và sau đó được chồng lắp-cộng sử dụng khối 306 như được minh họa trên Fig.3b. Sau đó, các hoạt động tương tự trong bộ tổ hợp, sao cho việc tạo cửa sổ 330, phép đảo ngược thời gian 340, và cuối cùng tổ hợp 152 được thực hiện để cuối cùng thu được tín hiệu không có răng cưa 112.

Mặc dù sáng chế đã được mô tả trong phạm vi của các sơ đồ khối trong đó các khối biểu diễn các thành phần phần cứng thực sự hoặc logic, sáng chế cũng có thể được thực hiện bởi phương pháp được thực hiện bằng máy tính. Trong trường hợp sau, các khối biểu diễn các bước phương pháp tương ứng trong đó các bước này có nghĩa là các chức năng được thực hiện bởi các khối phần cứng logic hoặc vật lý.

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 vài hoặc tất cả các bước phương pháp có thể được thực hiện bởi (hoặc sử dụng) thiết bị phần cứng, tương tự ví dụ, bộ vi xử lý, máy tính có thể lập trình hoặc mạch điện tử. Trong một số phương án, một số hoặc nhiều bước xử lý phương pháp quan trọng có thể được thực hiện bởi các thiết bị như vậy.

Các tín hiệu được truyền dẫn hoặc được mã hóa đổi mới có thể được lưu trữ trên môi trường lưu trữ 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 được lưu trữ trên đó, mà kết hợp (hoặc có thể kết hợp) với hệ thống máy tính khả trình sao cho phương pháp tương ứng được thực hiện. Do đó, môi trường lưu trữ 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 được, sao cho một trong số các phương pháp được mô tả trong tài liệu này 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 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 các phương pháp được mô tả trong tài liệu này, được lưu trữ trên vật mang có thể đọc được bằng máy.

Nói cách khác, do đó, 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 trong tài liệu này, 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 ghi 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 trong tài liệu này. Vật mang dữ liệu, vật ghi lưu trữ số hoặc vật ghi được ghi lại là dạng hữu hình điển hình và/hoặc không tạm thời.

Phương án khác của các phương pháp theo sáng chế là, do đó, dòng dữ liệu hoặc chuỗi các tín hiệu thể hiện chương trình máy tính để thực hiện một trong các phương pháp đã được mô tả trong tài liệu này. Ví dụ, dòng dữ liệu hoặc chuỗi các tín hiệu có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để được truyền 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 có thể lập trình, được tạo cấu hình để hoặc được làm thích ứng để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả trong tài liệu này.

Phương án tiếp theo 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 trong tài liệu này.

Phương án khác theo sáng chế gồm có thiết bị hoặc hệ thống được tạo cấu hình để chuyển (ví dụ, bằng điện tử hoặc quang học) chương trình máy tính để thực hiện một trong các phương pháp được mô tả trong tài liệu này đến bộ nhận. Ví dụ, bộ nhận có thể là máy tính, thiết bị di động, thiết bị nhớ hoặc tương tự. Thiết bị hoặc hệ thống có thể, ví dụ, gồm có máy chủ tập tin để chuyển chương trình máy tính đến bộ nhận.

Theo một số phương án, thiết bị logic lập trình được (ví dụ, mảng cổng 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 trong tài liệu này. Trong một số phương án, mảng cổng 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 trong tài liệu này. Thông thường, các phương pháp ưu tiên được thực hiện bởi thiết bị phần cứng bất kì.

Các phương án được mô tả bên trên chỉ mang tính minh hoạ cho các nguyên lý của sáng chế. Cần hiểu rằng các sự cải biên và biến đổi của các phương án và các chi tiết được mô tả trong tài liệu này sẽ là rõ ràng đối với người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng. Do đó, mục đích chỉ bị 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 trong tài liệu này.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh bao gồm chuỗi các khối (114) của các giá trị phổ:

bộ xử lý (100) để xử lý chuỗi các khối sử dụng ít nhất một giá trị cải biên (102) cho khối thứ nhất để thu được tín hiệu kết quả thứ nhất được giảm răng cưa hoặc không có răng cưa trong phạm vi chồng lấp (170) và sử dụng ít nhất một giá trị cải biên thứ hai khác (106) cho khối thứ hai trong số chuỗi các khối để thu được tín hiệu kết quả thứ hai được giảm răng cưa hoặc không có răng cưa (108) trong phạm vi chồng lấp (170); và

bộ tổ hợp (110) để tổ hợp tín hiệu kết quả thứ nhất (104) và tín hiệu kết quả thứ hai (108) trong phạm vi chồng lấp (170) để thu được tín hiệu được xử lý (112) cho phạm vi chồng lấp (170),

trong đó bộ xử lý (100) bao gồm:

bộ cải biên (510, 509, 508, 507) để cải biên khối thứ nhất của chuỗi sử dụng ít nhất một giá trị cải biên thứ nhất (102) để thu được khối được cải biên thứ nhất (551), để cải biên khối thứ hai của chuỗi sử dụng ít nhất một giá trị cải biên thứ hai (106) để thu được khối được cải biên thứ hai (552), để cải biên khối thứ hai sử dụng ít nhất một giá trị cải biên thứ nhất (102) để thu được khối được cải biên thứ ba (553) và để cải biên khối thứ nhất sử dụng ít nhất một giá trị cải biên thứ hai (106) để thu được khối được cải biên thứ tư (554);

bộ chuyển đổi phổ-thời gian (501, 502, 503, 504) để chuyển đổi các khối được cải biên từ thứ nhất đến thứ tư thành sự biểu diễn thời gian tương ứng (561, 562, 563, 564); và

bộ chồng lấp-cộng (505, 506) để chồng lấp-cộng các biểu diễn thời gian (561, 563) của các khối được cải biên thứ nhất và thứ ba (551, 553) để thu được tín hiệu kết quả thứ nhất (104) và để chồng lấp-cộng các biểu diễn thời gian (562, 564) của các khối được cải biên thứ hai và thứ tư (552, 554) để thu được tín hiệu kết quả thứ hai (108).

2. Thiết bị theo điểm 1, trong đó bộ tổ hợp (110) được tạo cấu hình để tổ hợp tín hiệu kết quả thứ nhất (104) và tín hiệu kết quả thứ hai (108) bằng cách giảm dần cường độ (520) tín hiệu kết quả thứ nhất và bằng cách tăng dần cường độ (521) tín hiệu kết quả thứ hai và cộng cả hai tín hiệu (522).

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

trong đó bộ xử lý (100) được tạo cấu hình để thực hiện hoạt động biến đổi cosin rời rạc được cải biên nghịch đảo trong việc thực hiện sự chuyển đổi phổ-thời gian.

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

trong đó bộ xử lý (100) được tạo cấu hình để thực hiện hoạt động xử lý chồng lắp-cộng (505, 506) trong việc tính toán các tín hiệu kết quả thứ nhất và thứ hai trong phạm vi chồng lắp, và

trong đó bộ tổ hợp (110) được tạo cấu hình để tổ hợp các tín hiệu kết quả thứ nhất và thứ hai trong phạm vi tổ hợp, trong đó phạm vi tổ hợp giống với phạm vi chồng lắp (170).

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

trong đó bộ tổ hợp (110) được tạo cấu hình để thực hiện hàm nhiều xuyên âm, trong đó hàm nhiều xuyên âm bao gồm phần giảm dần cường độ (520) và phần tăng dần cường độ (521), trong đó tổng (522) của hệ số gán trọng số của phần giảm dần cường độ (520) và của hệ số gán trọng số của phần tăng dần cường độ (521) cho mẫu trong phạm vi nhiều xuyên âm là không đổi.

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

trong đó bộ tổ hợp (110) được tạo cấu hình để thực hiện hoạt động nhiều xuyên âm, trong đó hoạt động nhiều xuyên âm bao gồm giảm một cách đơn điệu phần giảm dần cường độ (520) và tăng một cách đơn điệu phần tăng dần cường độ (521).

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

trong đó bộ xử lý (100) được tạo cấu hình để áp dụng hoạt động điền đầy băng thông (332) có hàm ráp nối để ráp nối các giá trị phổ từ phạm vi nguồn (300) đến phạm vi đích (334), và

trong đó bộ xử lý (100) được tạo cấu hình để áp dụng hàm ráp nối trong việc tính toán các tín hiệu kết quả thứ nhất và thứ hai.

8. Thiết bị theo một điểm bất kì trong số các điểm trên, thiết bị còn bao gồm:

bộ ráp nối (332) để tạo ra khối thứ nhất trong phạm vi điền đầy băng thông sử dụng các giá trị phổ từ phạm vi tần số khác phù hợp với hàm ráp nối cho khối thứ nhất, và để tạo ra khối thứ hai trong phạm vi điền đầy băng thông có các giá trị phổ đối với vùng tần số khác phù hợp với hàm ráp nối được kết hợp với khối thứ hai.

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

trong đó bộ xử lý (100) được tạo cấu hình để thực hiện hoạt động nhân cho các khối thứ nhất và thứ hai sử dụng các hàm độ khuếch đại như các giá trị cải biên.

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

trong đó bộ xử lý (100) được tạo cấu hình để xử lý chuỗi các khối, trong đó khối thứ nhất là liên kề theo thời gian với khối thứ hai, và trong đó các khối thứ nhất và thứ hai liên kề theo thời gian có sự chồng lấp bằng 55% đến 45% phần thời gian.

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

trong đó bộ xử lý (100) được tạo cấu hình để áp dụng hoạt động chuyển đổi phổ-thời gian có phần biến đổi phổ-thời gian (212) và phần cửa sổ tổng hợp (214) được áp dụng cho đầu ra của phần biến đổi phổ-thời gian (212, 213).

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

trong đó bộ xử lý (100) được tạo cấu hình để vận hành sử dụng các giá trị cải biên thay đổi theo thời gian và tần số.

13. Thiết bị theo một điểm bất kì trong số các điểm nêu trên, trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để thực hiện các biến đổi được chồng có phạm vi chồng lấp, và trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để chỉ thực hiện các hoạt động ảnh hưởng các giá trị trong phạm vi chồng lấp và để không thực hiện các hoạt động không ảnh hưởng các giá trị trong phạm vi chồng lấp.

14. Phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh bao gồm chuỗi các khối (114) của các giá trị phổ:

xử lý (100) chuỗi các khối sử dụng ít nhất một giá trị cải biên (102) cho khối thứ nhất để thu được tín hiệu kết quả thứ nhất được giảm răng cưa hoặc không có răng cưa trong phạm vi chồng lấp (170) và sử dụng ít nhất một giá trị cải biên thứ hai khác (106) cho khối thứ hai trong số chuỗi các khối để thu được tín hiệu kết quả thứ hai được giảm răng cưa hoặc không có răng cưa (108) trong phạm vi chồng lấp (170); và

tổ hợp (110) tín hiệu kết quả thứ nhất (104) và tín hiệu kết quả thứ hai (108) trong phạm vi chồng lấp (170) để thu được tín hiệu được xử lý (112) đối với phạm vi chồng lấp (170),

trong đó xử lý (100) bao gồm:

cải biên khối thứ nhất trong số chuỗi sử dụng ít nhất một giá trị cải biên thứ nhất (102) để thu được khối được cải biên thứ nhất (551),

cải biên khối thứ hai trong số chuỗi sử dụng ít nhất một giá trị cải biên thứ hai (106) để thu được khối được cải biên thứ hai (552),

cải biên khối thứ hai sử dụng ít nhất một giá trị cải biên thứ nhất (102) để thu được khối được cải biên thứ ba (553),

cải biên khối thứ nhất sử dụng ít nhất một giá trị cải biên thứ hai (106) để thu được khối được cải biên thứ tư (554),

chuyển đổi các khối được cải biên từ thứ nhất đến thứ tư thành phép biến đổi thời gian tương ứng (561, 562, 563, 564);

chồng lắp-cộng các biểu diễn thời gian (561, 563) của các khối được cải biên thứ nhất và thứ ba (551, 553) để thu được tín hiệu kết quả thứ nhất (104) và

chồng lắp-cộng các biểu diễn thời gian (562, 564) của các khối được cải biên thứ hai và thứ tư (552, 554) để thu được tín hiệu kết quả thứ hai (108).

15. Vật ghi có thể đọc được bằng máy tính bao gồm chương trình máy tính để thực hiện, khi chạy trên máy tính hoặc bộ xử lý, phương pháp theo điểm 14.

KHÓA CẠNH THỨ NHẤT

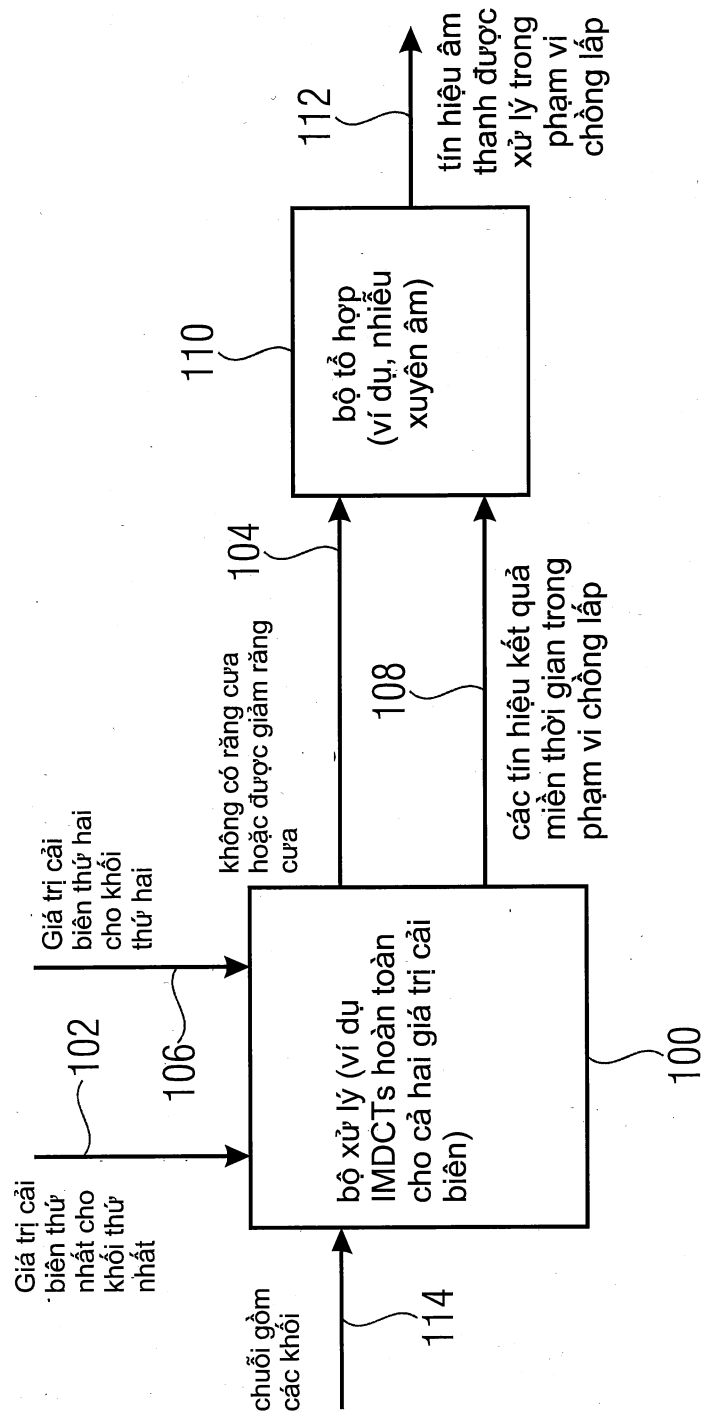


FIG 1A

KHÓA CẠNH THỨ HAI

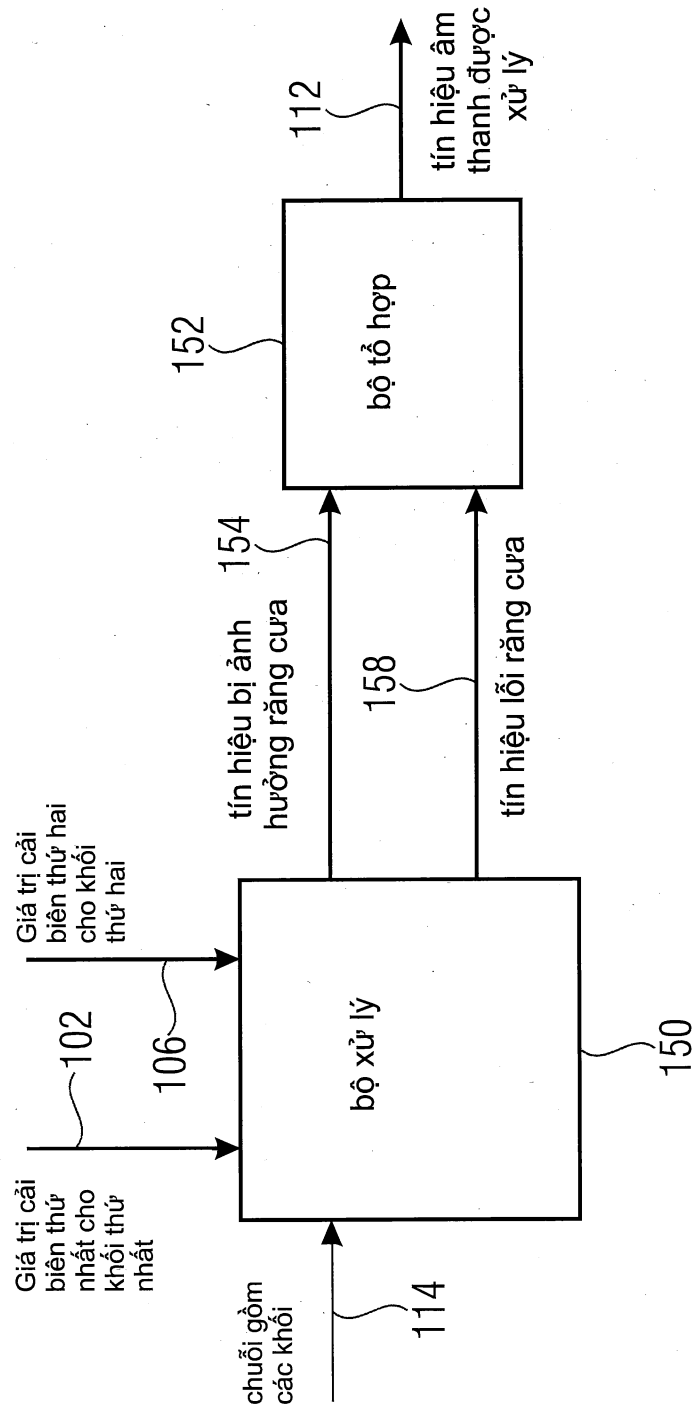


FIG 1B

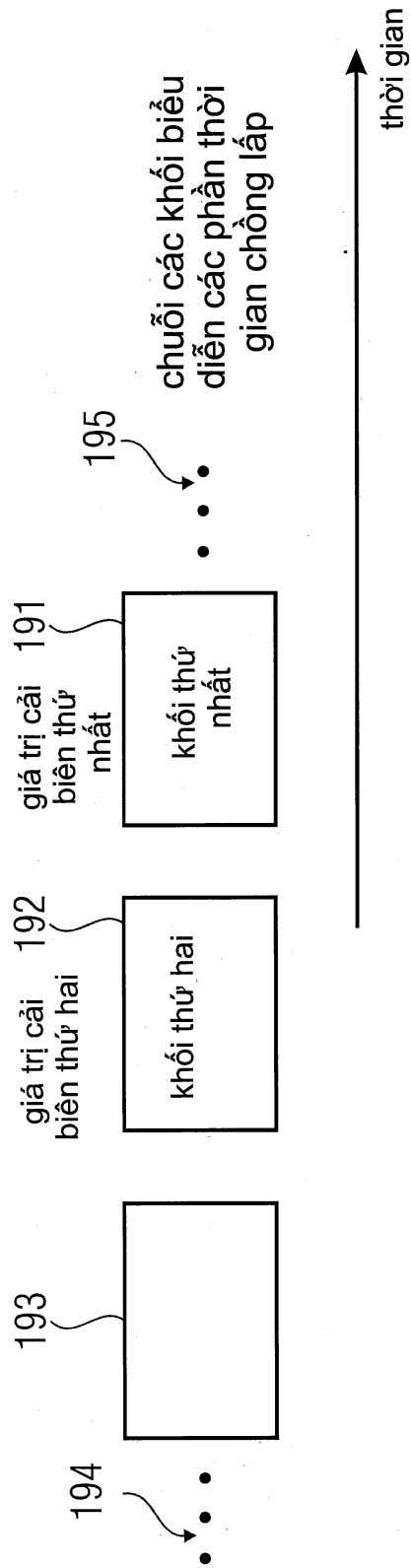


FIG 1C

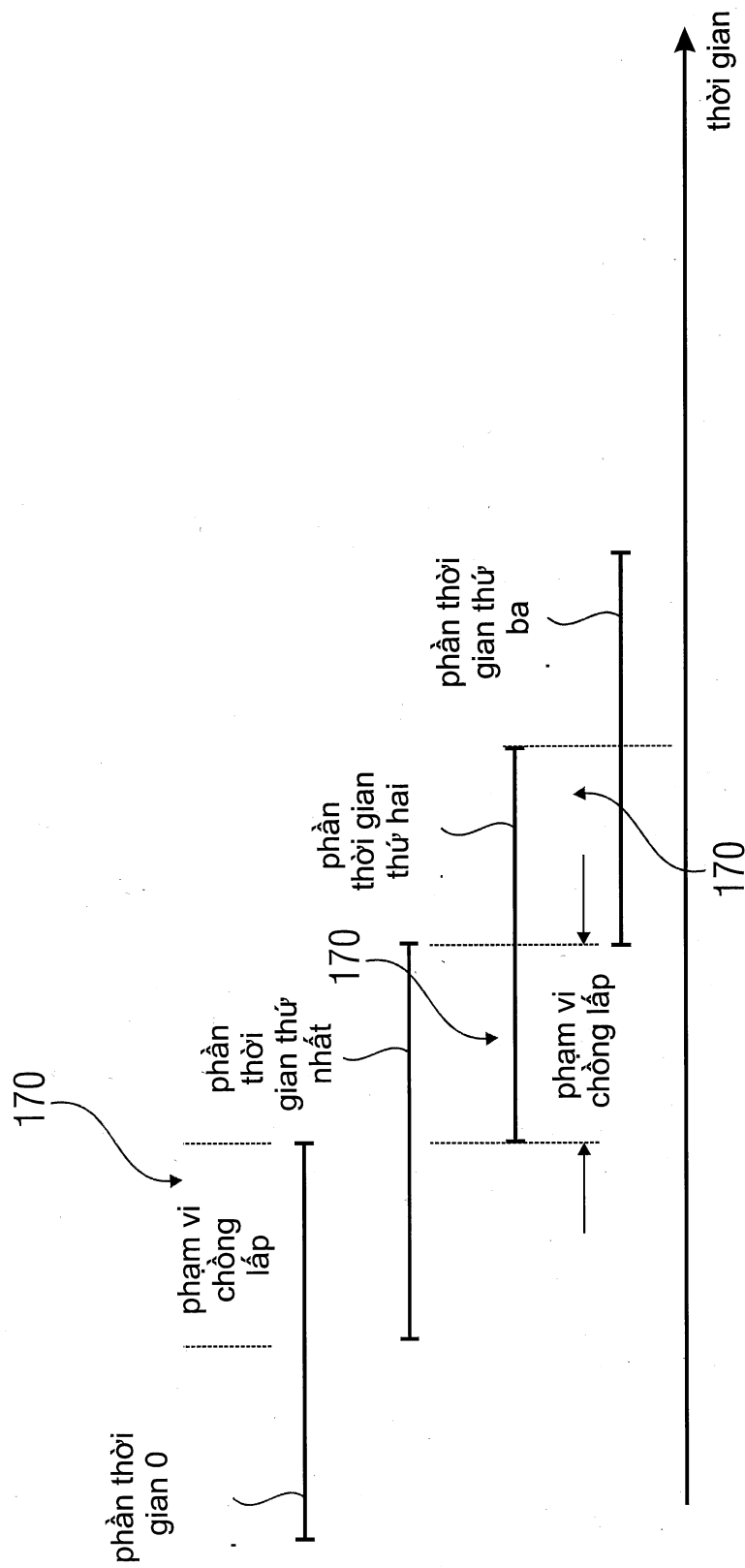


FIG 1D

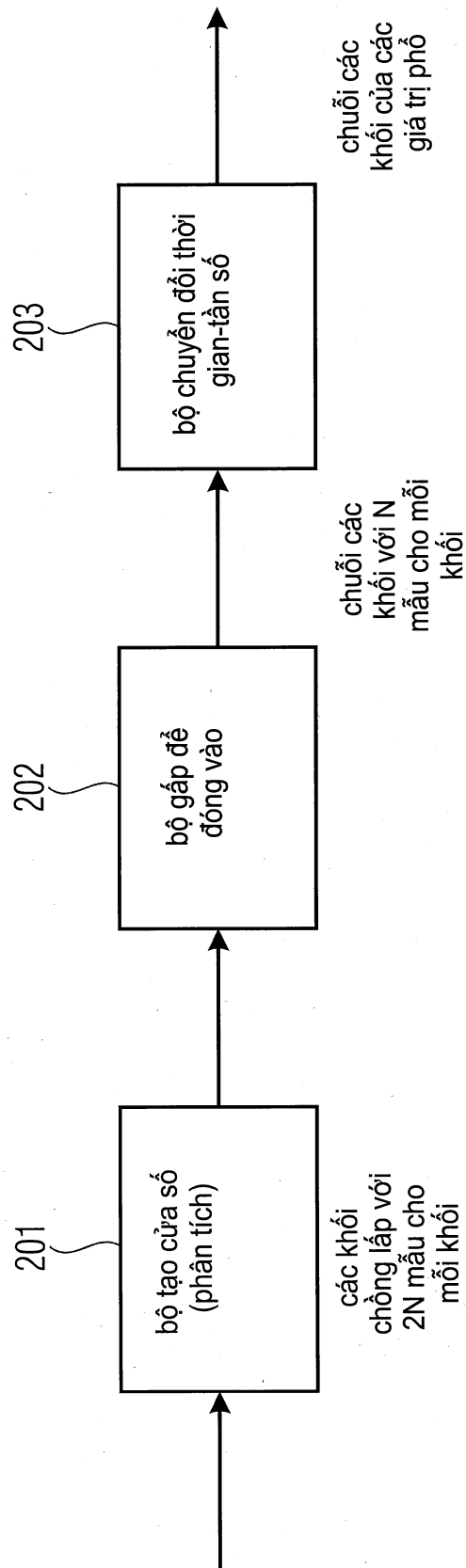


FIG 2A

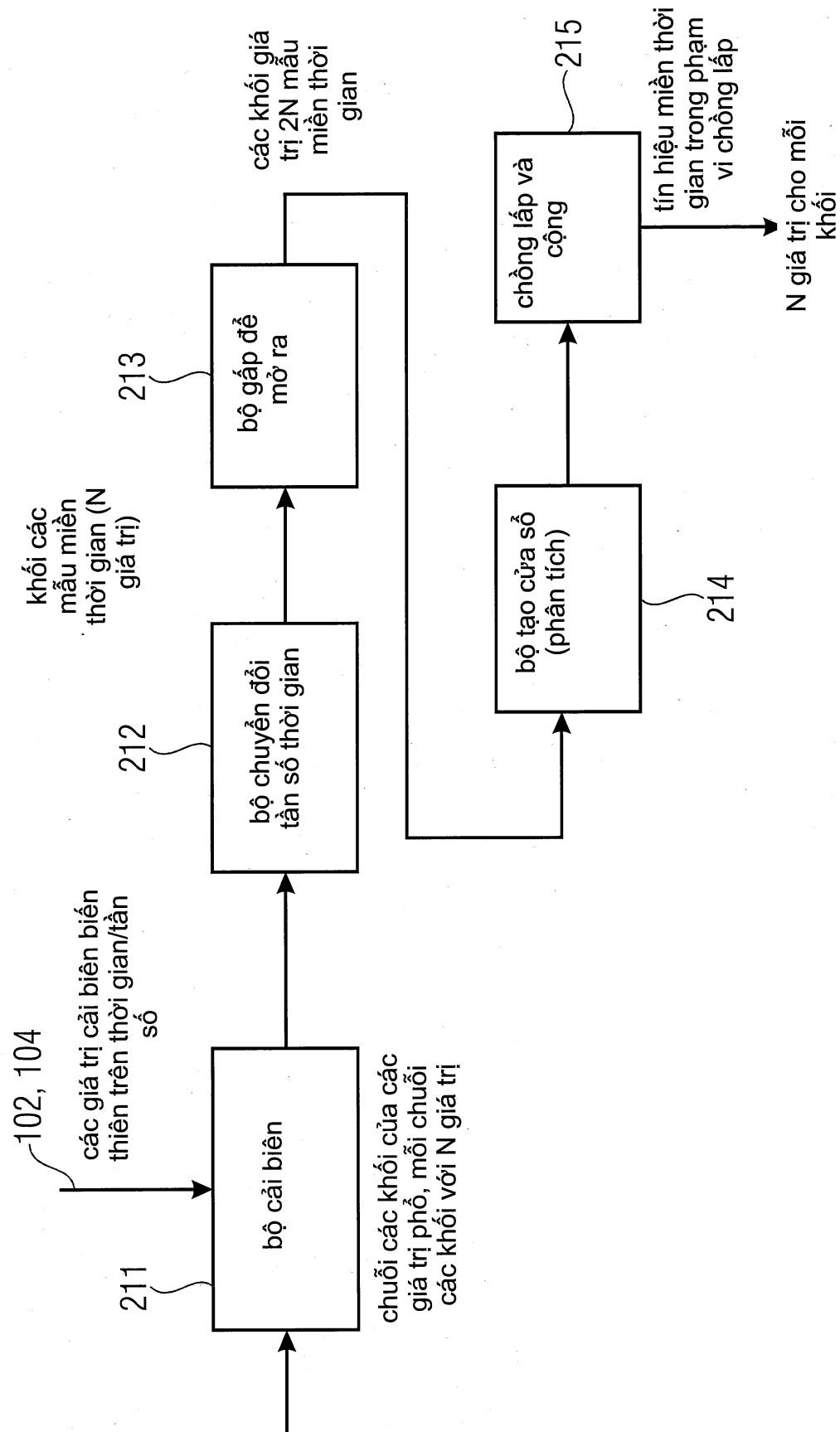
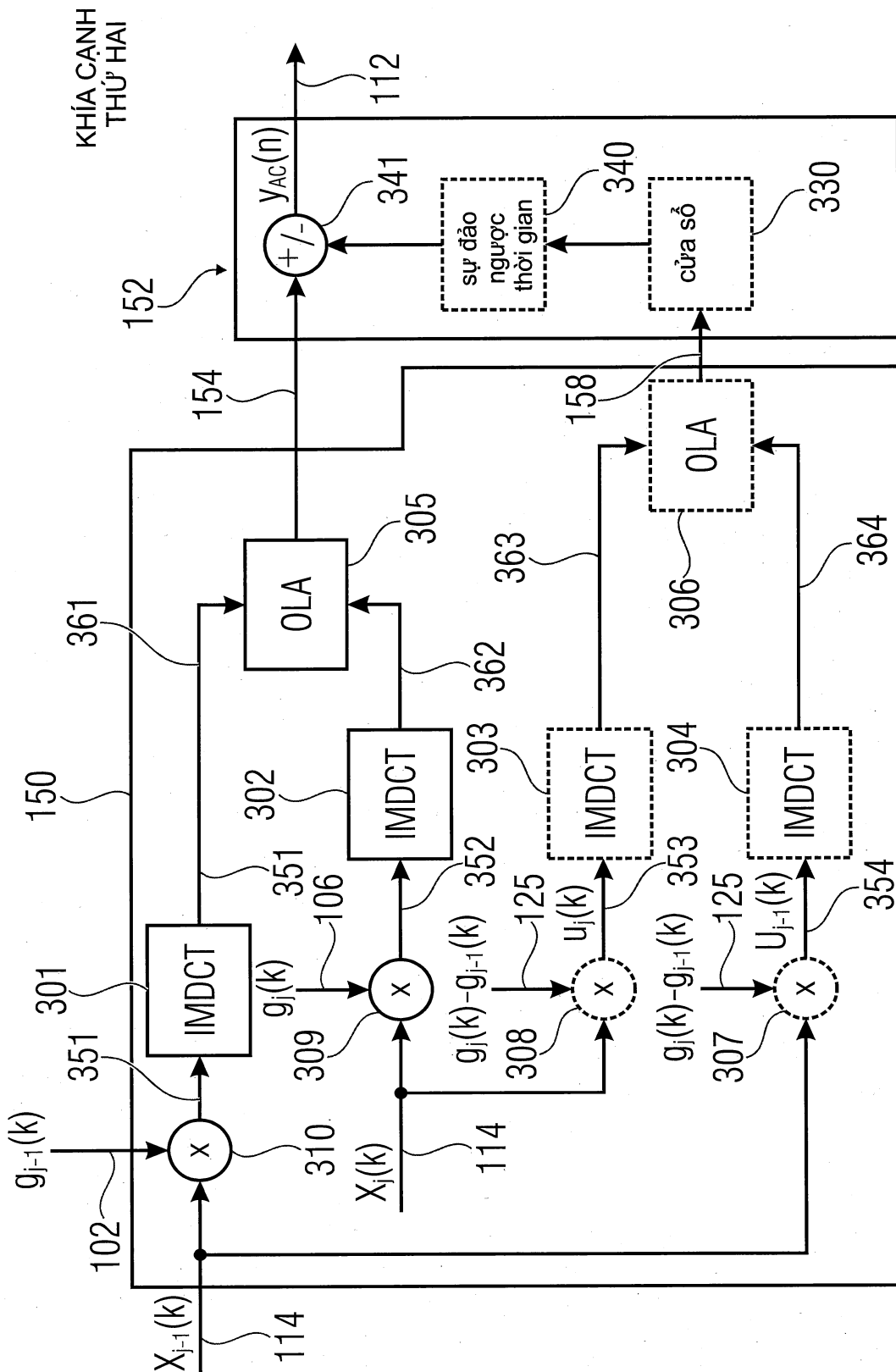
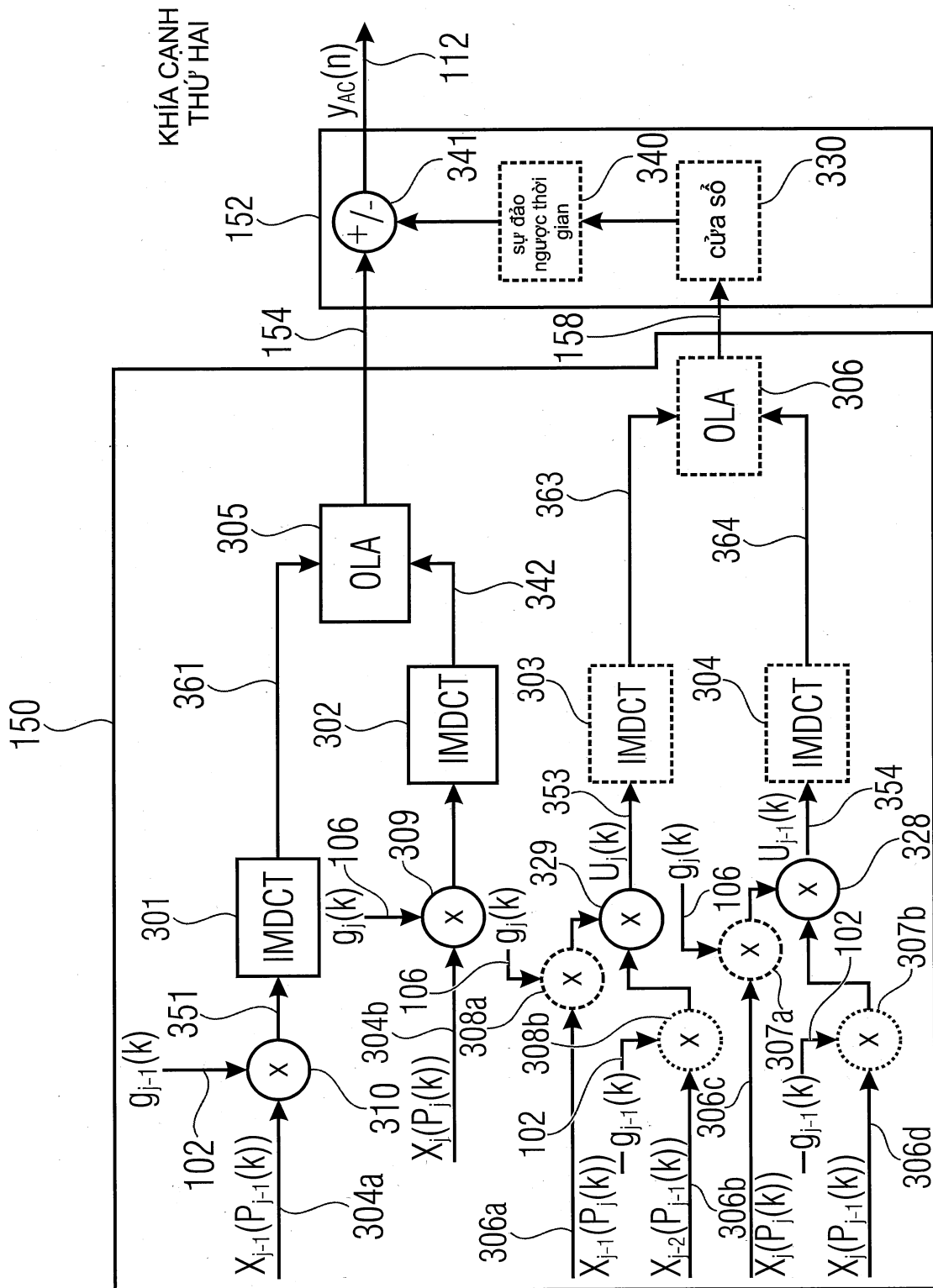


FIG 2B



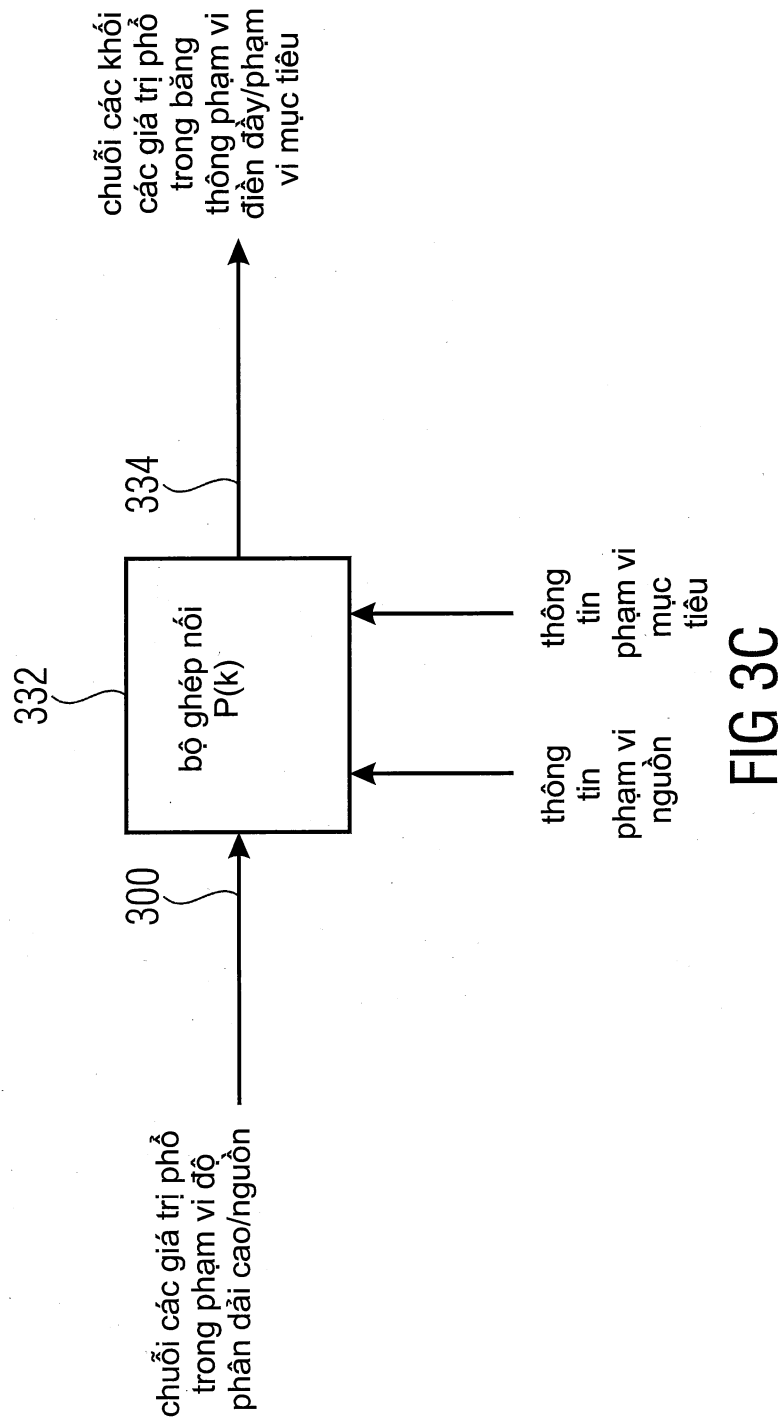
Sự giảm của các thành phần rằng của miền thời đối với các thừa số khuếch đại biến thiên trên thời gian và tần số

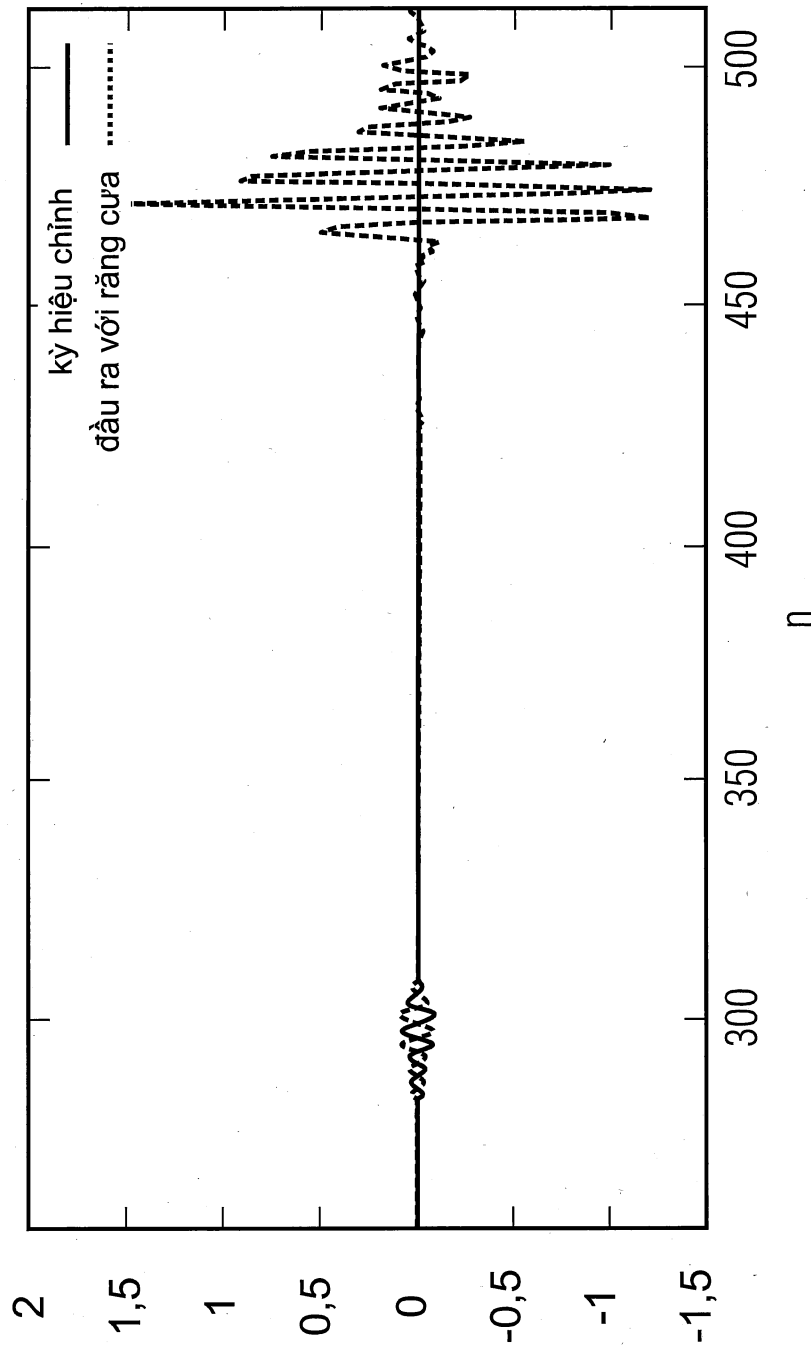
FIG 3A



Sự giảm của các thành phần răng của miền thời gian đối với các thừa số khuếch đại biến thiên trên thời gian và tần số

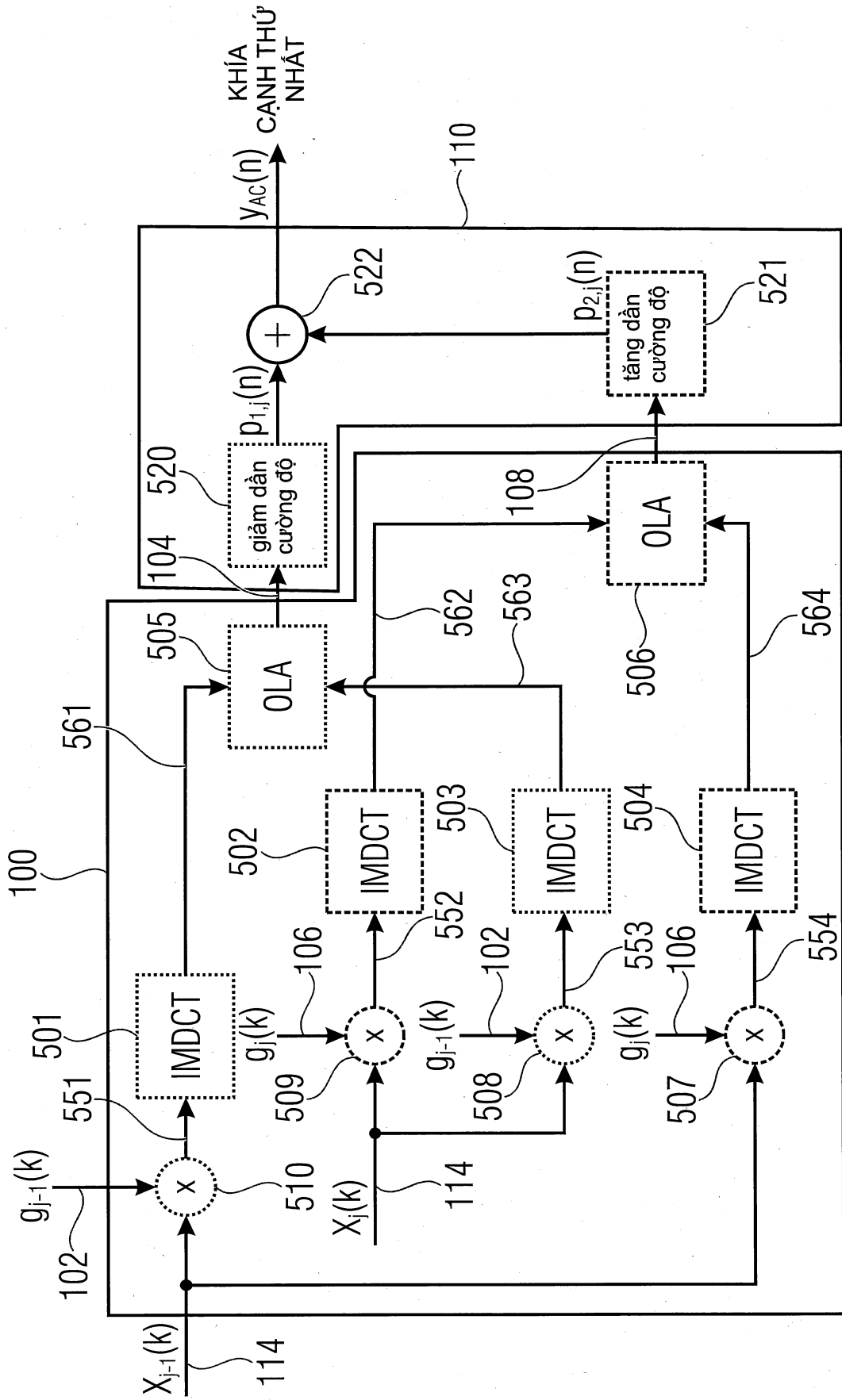
FIG 3B





Thành phần giảm răng cưa đối với sự biến thiên thừa số khuếch đại theo thời gian và tần số.

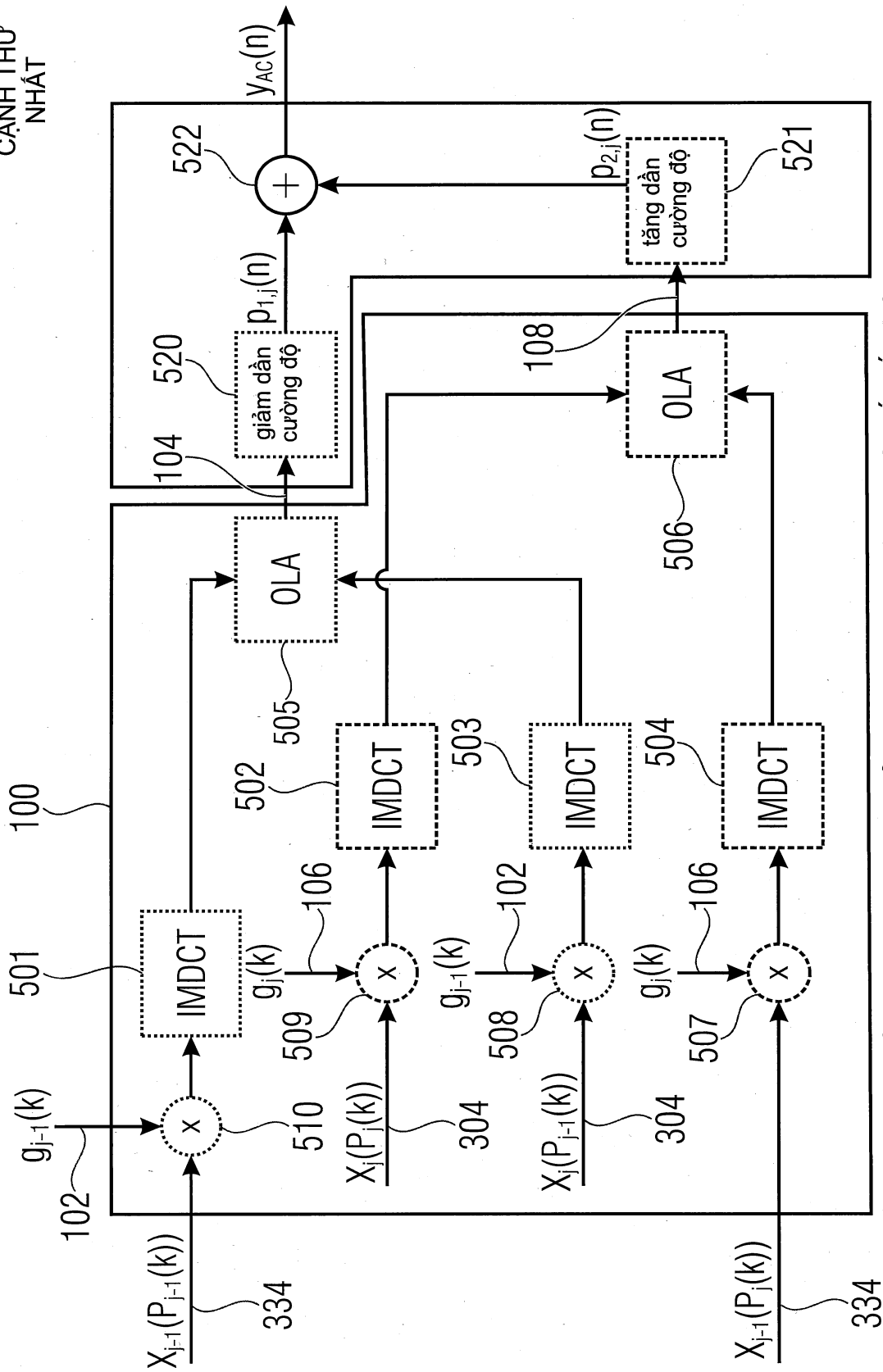
FIG 4



Sự giảm của các thành phần rỗng của miền thời gian đối với các thừa số khuếch đại biến thiên trên thời gian và tần số.

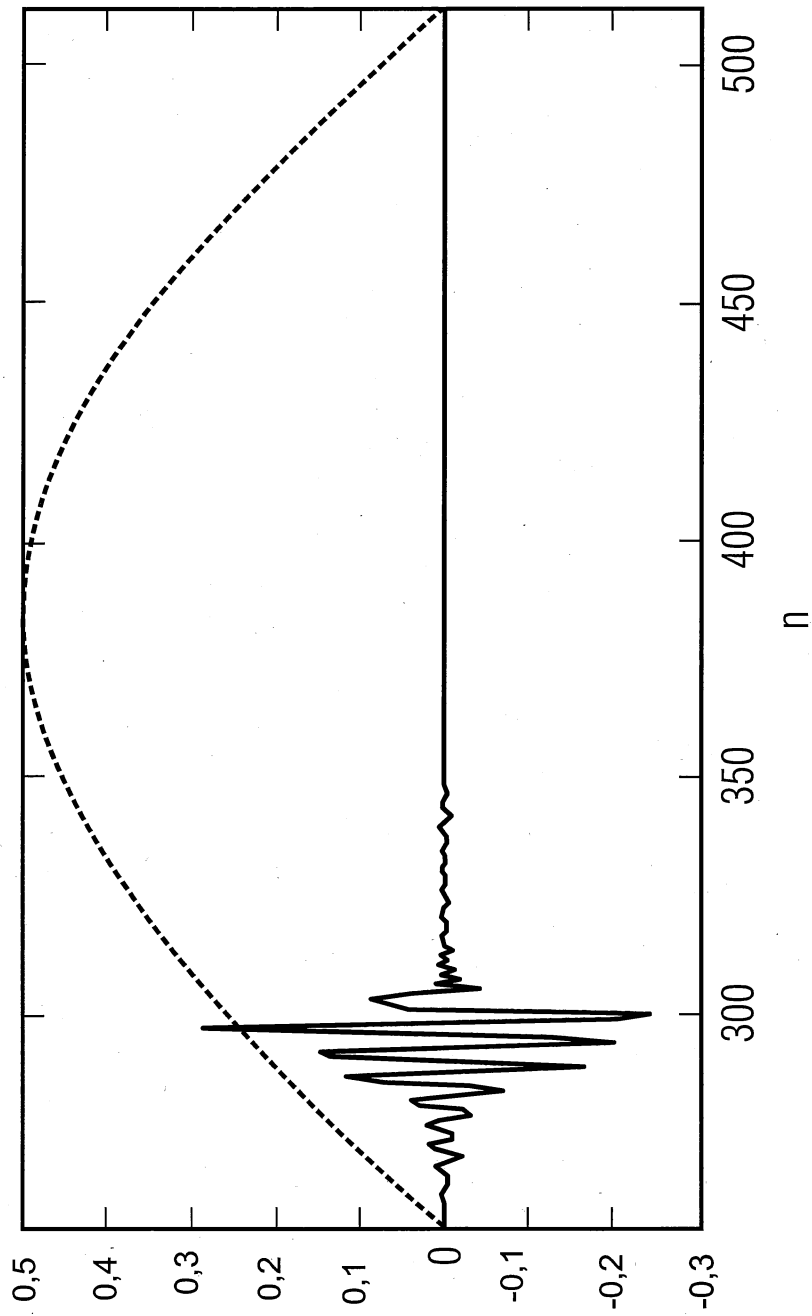
FIG 5A

KHÓA
CẠNH THỨ
NHẤT



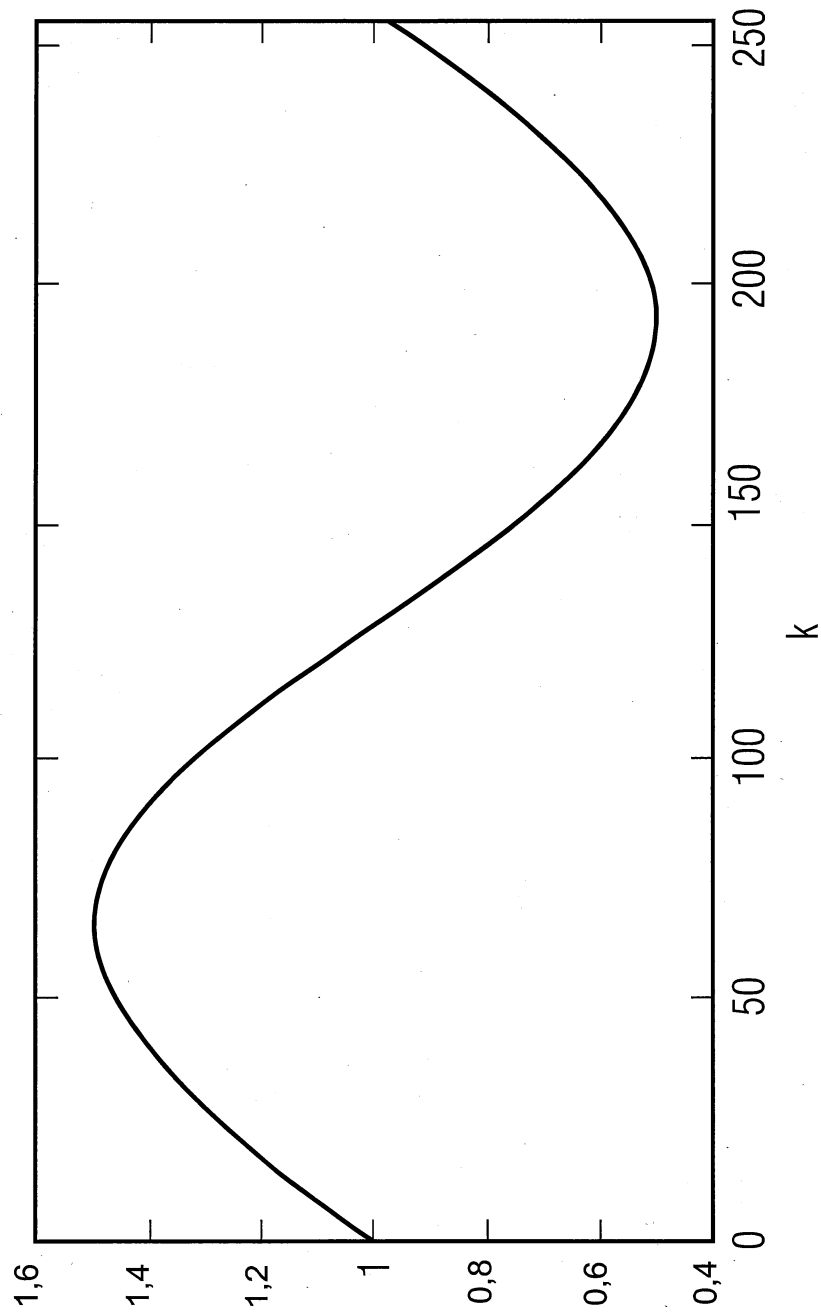
Sự giảm rằng چرا cho việc mở rộng băng thông với sự ghép nối biến thiên.

FIG 5B



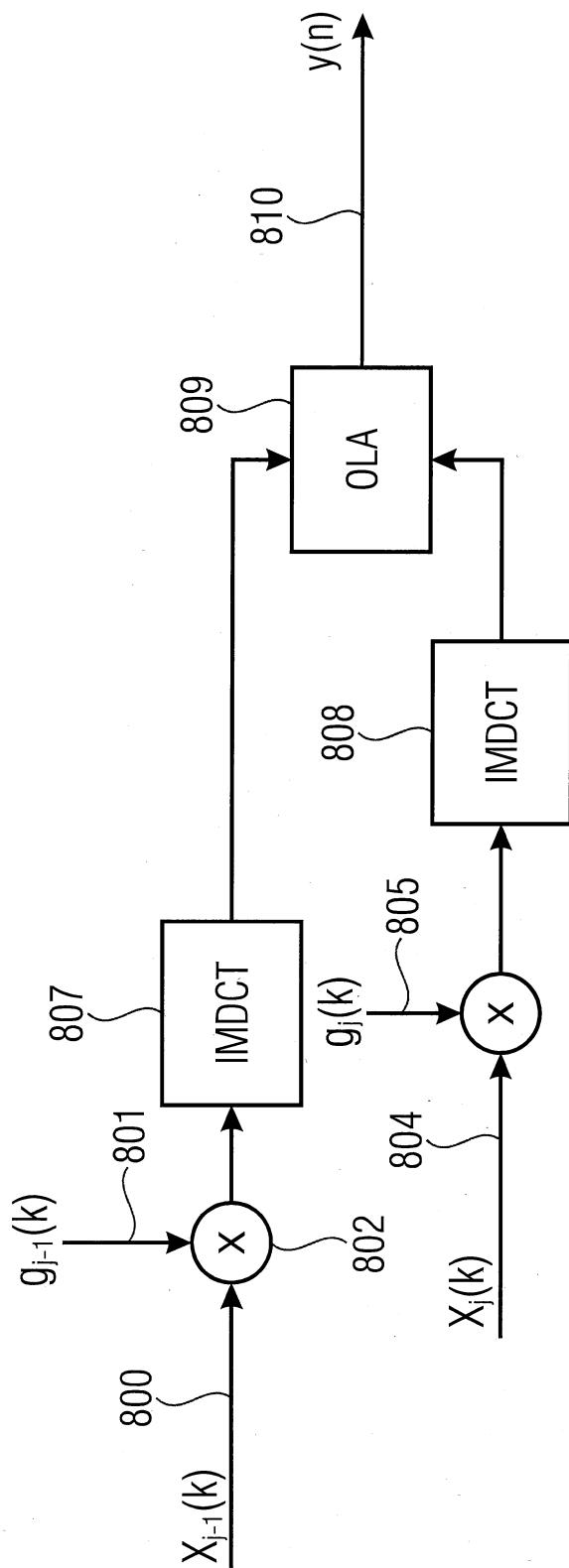
Kì rãng của được tạo bởi sự khôi phục, sự đảo ngược thời gian, và tạo cửa sổ.

FIG 6



Các thừa số độ khuếch đại trong khung 1

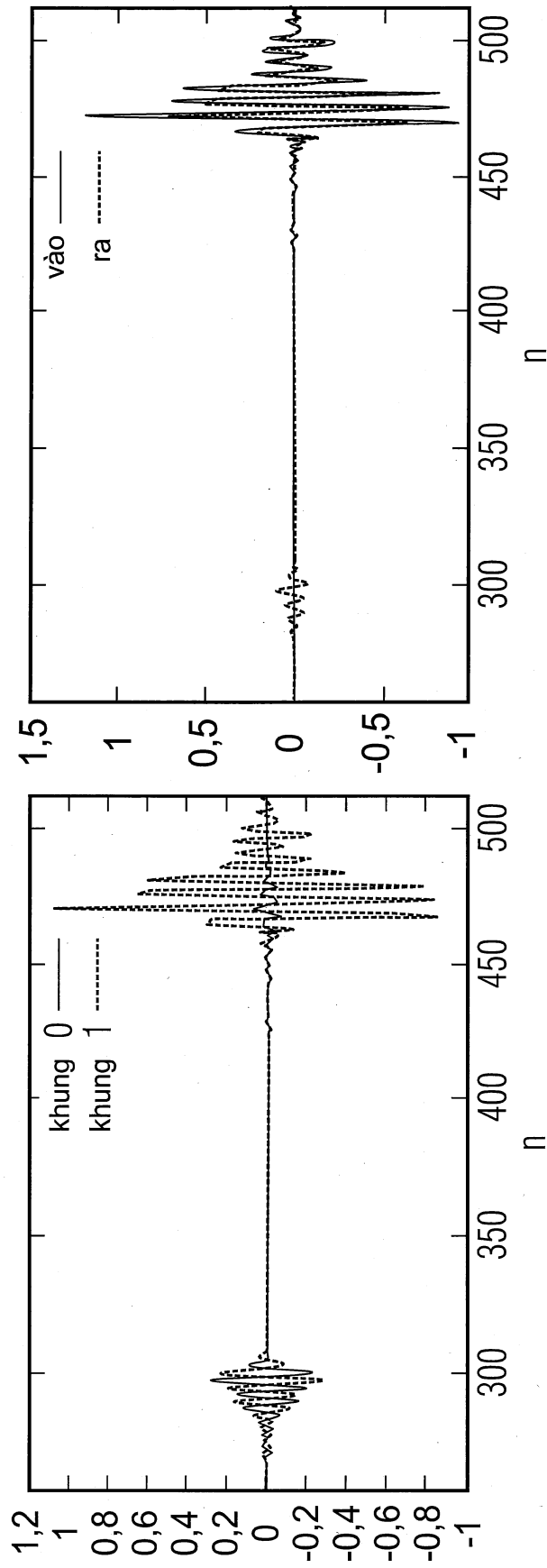
FIG 7



Ứng dụng của các thừa số khuếch đại trước xử lý IMDCT

FIG 8

(KỸ THUẬT TRƯỚC ĐÂY)



Trái: Các tín hiệu đầu ra sau các biến đổi xuôi và ngược
Phải: Răng cưa không được hủy bỏ do sự biến thiên thừa số khuếch đại trên thời gian

FIG 9