



(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)



1-0026679

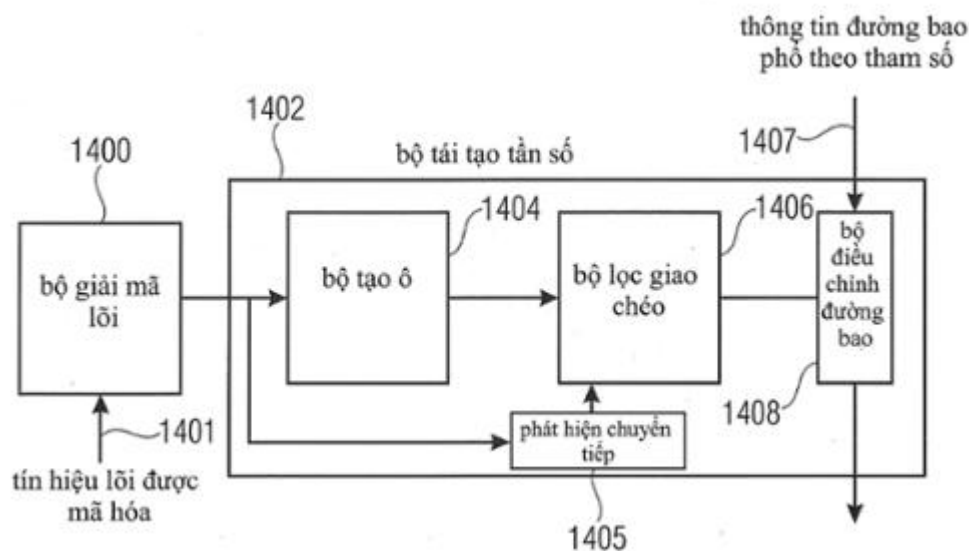
(51)⁷ G10L 21/0388; G10L 19/02; G10L 19/028

(13) B

- (21) 1-2016-00621 (22) 15/07/2014
(86) PCT/EP2014/065112 15/07/2014 (87) WO 2015/010950 A1 29/01/2015
(30) 13177346.7 22/07/2013 EP; 13177348.3 22/07/2013 EP; 13177350.9 22/07/2013 EP; 13177353.3 22/07/2013 EP; 13189389.3 18/10/2013 EP
(45) 25/12/2020 393 (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); GEIGER, Ralf (DE); HELMRICH, Christian (DE); NAGEL, Frederik (DE); NEUKAM, Christian (DE); SCHMIDT, Konstantin (DE); FISCHER, Michael (DE).
(74) CÔNG TY LUẬT TRÁCH NHIỆM HỮU HẠN AMBYS HÀ NỘI (AMBYS HANOI)

(54) THIẾT BỊ VÀ PHƯƠNG PHÁP GIẢI MÃ TÍN HIỆU ÂM THANH ĐƯỢC MÃ HÓA BAO GỒM TÍN HIỆU LỖI ĐƯỢC MÃ HÓA

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị và phương pháp giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa bao gồm tín hiệu lỗi được mã hóa. Thiết bị giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa bao gồm tín hiệu lỗi được mã hóa (1), bao gồm: bộ giải mã lỗi (1400) để giải mã tín hiệu lỗi được mã hóa (1401) để thu được tín hiệu lỗi được giải mã; bộ tạo ô (1404) để tạo ra một hoặc nhiều ô phổ có các tần số không có trong tín hiệu lỗi được giải mã bằng cách sử dụng phần phổ của tín hiệu lỗi được giải mã; và bộ lọc giao chéo (1406) để lọc giao chéo theo phổ tín hiệu lỗi được giải mã và ô tần số thứ nhất có các tần số mở rộng từ tần số điền đầy khoảng trống (309) đến tần số biên cao hơn hoặc để lọc giao chéo theo phổ ô tần số thứ nhất và ô tần số thứ hai.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến mã hóa/giải mã âm thanh và, cụ thể, đề cập đến mã hóa âm thanh sử dụng việc điền đầy khoảng trống thông minh (Intelligent Gap Filling - IGF).

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Mã hóa âm thanh là miền nén tín hiệu mà thực hiện với việc khai thác phần dư và không thích hợp trong các tín hiệu âm thanh sử dụng kiến thức cảm quan. Hiện nay, các bộ mã hóa-giải mã âm thanh điển hình cần khoảng 60 kilobit trên giây (kilobit per second – kbps)/kênh để mã hóa rõ ràng cảm giác của hầu hết dạng tín hiệu âm thanh bất kỳ. Các bộ mã hóa-giải mã mới hơn nhằm mục đích làm giảm tốc độ bit mã hóa bằng việc khai thác các đặc điểm giống nhau phổ trong tín hiệu sử dụng các kỹ thuật như mở rộng băng thông (bandwidth extension - BWE). Sơ đồ BWE sử dụng tham số tốc độ bit thấp để biểu diễn các thành phần tần số cao (high frequency - HF) của tín hiệu âm thanh. Phổ HF được điền đầy với lượng phổ từ các vùng tần số thấp (low frequency - LF) và tạo hình phổ, độ nghiêng và tính liên tục theo thời gian được điều chỉnh để duy trì được âm sắc và sắc độ của tín hiệu gốc. Các phương pháp BWE này làm cho các bộ mã hóa giải mã có khả năng giữ được chất lượng tốt thậm chí tại các tốc độ bit thấp khoảng 24kbps/kênh.

Hệ thống mã hóa âm thanh theo sáng chế mã hóa hiệu quả các tín hiệu âm thanh tùy ý tại khoảng rộng của tốc độ bit. Trong khi với các tốc độ bit cao, hệ thống theo sáng chế hướng tới tính thông suốt, với các tốc độ thấp sự không hài lòng trong cảm giác được tối thiểu hóa. Vì thế, phần chính của tốc độ bit có thể có được được sử dụng để mã hóa dạng sóng chỉ với cấu trúc liên quan chủ yếu đến cảm giác của tín hiệu trong bộ mã hóa, và các khoảng trống phổ thu được được điền đầy trong bộ giải mã với lượng tín hiệu mà xấp xỉ khoảng phổ ban đầu. Gói bit rất giới hạn được dùng để điều khiển tham số bị dẫn được gọi là điền đầy khoảng trống thông minh phổ (IGF) bằng thông tin phụ dành riêng được truyền từ bộ mã hóa tới bộ giải mã.

Việc lưu trữ hoặc truyền tín hiệu âm thanh thường chịu các ràng buộc tốc độ bit nghiêm ngặt. Trước đây, các lập trình viên đã buộc phải giảm mạnh băng thông âm thanh truyền đi khi chỉ có tốc độ bit rất thấp.

Bộ mã hóa-giải mã âm thanh hiện đại ngày nay có khả năng mã hóa được các tín hiệu băng rộng bằng việc sử dụng các phương pháp mở rộng băng thông (BWE) trong tài liệu tham khảo [1]. Những thuật toán này dựa trên việc biểu diễn theo tham số nội dung tần số cao (HF) - mà được tạo ra từ phần tần số thấp (LF) được mã hóa dạng sóng của tín hiệu được giải mã bằng phương pháp chuyển vị trí vào vùng phổ HF (“vá lỗi”) và ứng dụng của tham số dẫn xử lý sau. Trong các sơ đồ BWE, việc khôi phục vùng phổ HF ở trên đã được gọi là tần số giao chéo thường được dựa trên việc vá lỗi phổ. Điển hình là, vùng HF gồm nhiều bản vá liền kề và mỗi bản vá này có nguồn gốc từ các vùng thông dải (band-pass – BP) của phổ LF phía dưới tần số giao chéo đã có. Các hệ thống thuộc tình trạng kỹ thuật thực hiện hiệu quả việc vá lỗi trong biểu diễn giàn lọc, ví dụ, giàn lọc gương cầu phương (Quadrature Mirror Filterbank - QMF), bằng việc sao chép bộ hệ số băng con liền kề từ nguồn tới vùng đích.

Kỹ thuật khác được tìm thấy trong các bộ mã hóa giải-mã âm thanh hiện nay nhằm làm tăng hiệu quả nén và bằng cách đó cho phép băng thông âm thanh được mở rộng tại các tốc độ bit thấp là việc thay thế tổng hợp dẫn theo tham số của các phần thích hợp của phổ âm thanh. Ví dụ, các phần tín hiệu giống như nhiễu âm của tín hiệu âm thanh gốc có thể được thay thế mà chất lượng âm thanh không bị giảm đáng kể bởi nhiễu âm nhân tạo được tạo ra trong bộ giải mã và được định tỉ lệ bằng các tham số thông tin phụ. Một ví dụ là công cụ thay thế nhiễu âm cảm giác (Perceptual Noise Substitution - PNS) có trong mã hóa âm thanh tiên tiến MPEG-4 (Advanced Audio Coding - AAC) trong tài liệu tham khảo [5].

Một điều nữa là cũng cho phép băng thông âm thanh được mở rộng tại các tốc độ bit thấp chính là kỹ thuật điền đầy nhiễu âm có trong mã hóa âm thanh và tiếng nói hợp nhất (Unified Speech and Audio Coding - USAC) MPEG-D trong tài liệu tham khảo [7]. Các khoảng trống phổ (trống không) mà được phỏng đoán bởi vùng chết của bộ lượng tử hóa do việc lượng tử hóa quá thô, được điền đầy liên tiếp với nhiễu âm nhân tạo trong bộ giải mã và được định tỉ lệ bởi tham số dẫn xử lý sau.

Hệ thống thuộc tình trạng kỹ thuật khác được gọi là thay thế phổ chính xác (Accurate Spectral Replacement - ASR) trong các tài liệu tham khảo [2-4]. Ngoài ra để mã hóa giải mã dạng sóng, ASR sử dụng giai đoạn tổng hợp tín hiệu riêng mà phục hồi lại các phần hình sin quan trọng theo cảm giác của tín hiệu tại bộ giải mã. Ngoài ra, hệ thống được mô tả trong tài liệu tham khảo [5] dựa vào mô hình hình sin trong vùng HF của bộ mã hóa mã dạng sóng để cho phép băng thông âm thanh được mở rộng có chất lượng cảm giác khá tốt được ở các tốc độ bit thấp. Tất cả các phương pháp này liên quan đến việc biến đổi dữ liệu vào trong miền thứ hai ngoại trừ biến đổi cosin rời rạc cải biên (Modified Discrete Cosine Transform - MDCT) và ngoài ra các giai đoạn phân tích/tổng hợp khá phức tạp đối với việc duy trì các thành phần hình sin HF.

Fig.13a minh họa biểu đồ dưới dạng sơ đồ của bộ mã hóa âm thanh cho kỹ thuật mở rộng băng thông, ví dụ, được sử dụng trong mã hóa âm thanh tiên tiến hiệu quả cao (High Efficiency Advanced Audio Coding - HE-AAC). Tín hiệu âm thanh ở đường 1300 là đầu vào vào hệ thống bộ lọc gồm có thông thấp 1302 và thông cao 1304. Tín hiệu được xuất ra được lọc bởi bộ lọc thông cao 1304 là đầu vào vào trong bộ phân tách/bộ mã hóa tham số 1306. Bộ phân tách/bộ mã hóa theo tham số 1306 được tạo cấu hình để tính toán và mã hóa các tham số ví dụ như tham số đường bao phổ, tham số bổ sung nhiễu âm, tham số sóng hài khuyết, hoặc tham số lọc nghịch đảo. Các tham số được phân tách này là đầu vào vào bộ trộn kênh dòng bit 1308. Tín hiệu đầu ra thông thấp là đầu vào vào bộ xử lý điển hình chứa chức năng của bộ lấy mẫu giảm 1310 và bộ mã hóa lõi 1312. Thông thấp 1302 hạn chế băng thông để được mã hóa thành băng thông nhỏ hơn đáng kể so với băng thông xuất hiện trong tín hiệu âm thanh đầu vào ban đầu trên đường 1300. Điều này cung cấp độ khuếch đại mã hóa đáng kể do thực tế là toàn bộ chức năng xuất hiện trong bộ mã hóa lõi chỉ hoạt động trên tín hiệu với băng thông bị giảm. Khi đó, ví dụ, băng thông của tín hiệu âm thanh trên đường 1300 là 20 kHz và khi bộ lọc thông thấp 1320 ví dụ có băng thông là 4kHz, để hoàn thành lý thuyết lấy mẫu, đây là tính lý thuyết đủ để tín hiệu tiếp theo tới bộ lấy mẫu giảm có tần số lấy mẫu là 8kHz, giảm bớt đáng kể tốc độ lấy mẫu cần thiết cho tín hiệu âm thanh 1300 mà tối thiểu là 40kHz.

Fig.13b minh họa biểu đồ dưới dạng sơ đồ của bộ giải mã mở rộng băng thông tương ứng. Bộ giải mã gồm có bộ trộn kênh dòng bit 1320. Bộ tách kênh dòng bit 1320 phân tách tín hiệu đầu vào cho bộ giải mã lõi 1322 và tín hiệu đầu vào cho bộ giải mã theo tham số 1324. Trong ví dụ trên, tín hiệu đầu ra bộ giải mã lõi có tốc độ lấy mẫu là 8kHz và, do đó, trong khi băng thông là 4kHz, để hoàn thành việc khôi phục băng thông, tín hiệu đầu ra của bộ khôi phục tần số cao 1330 phải là 20kHz bắt buộc tốc độ lấy mẫu tối thiểu là 40kHz. Để thực hiện tính khả thi này, bộ xử lý giải mã được yêu cầu có chức năng của bộ lấy mẫu tăng 1325 và giàn lọc 1326. Bộ khôi phục tần số cao 1330 sau đó nhận đầu ra tín hiệu tần số thấp đã phân tích tần số bởi giàn lọc 1326 và khôi phục khoảng tần số được xác định bằng bộ lọc thông cao 1304 của Fig.13a sử dụng phép biểu diễn theo tham số của băng tần số cao. Bộ khôi phục tần số cao 1330 có nhiều chức năng như tái tạo khoảng tần số phía trên sử dụng khoảng nguồn trong khoảng tần số thấp, điều chỉnh đường bao phổ, chức năng bổ sung nhiễu âm và chức năng đưa sóng hài khuyết trong khoảng tần số phía trên và, nếu được áp dụng và tính toán trong bộ mã hóa của Fig.13a, thao tác lọc ngược để giải thích cho thực tế rằng dải tần số cao hơn thường không bằng âm như dải tần số thấp hơn. Trong HE-AAC, sóng hài khuyết được tái tổng hợp ở phía bộ giải mã và được đặt chính xác ở giữa dải khôi phục. Vì thế, tất cả các đường sóng hài khuyết mà được xác định trong dải khôi phục nhất định không được đặt tại các giá trị tần số tại đó mà chúng được đặt trong tín hiệu gốc. Thay vào đó, những đường sóng hài khuyết này được đặt tại các tần số trong trung tâm của dải nhất định. Do vậy, khi đường sóng hài khuyết trong tín hiệu gốc được đặt rất gần với đường biên của dải khôi phục trong tín hiệu gốc, thì lỗi về tần số được đưa ra bằng cách đặt đường sóng hài khuyết này trong tín hiệu được khôi phục ở trung tâm của dải là gần 50% của dải khôi phục riêng, trong đó các tham số đã được tạo và truyền.

Hơn nữa, mặc dù các bộ mã hóa lõi âm thanh điển hình hoạt động trong miền phổ, bộ giải mã lõi vẫn tạo ra tín hiệu miền thời gian mà sau đó, một lần nữa được chuyển đổi thành miền phổ bởi chức năng giàn lọc 1326. Việc này đưa vào các độ trễ xử lý bổ sung, có thể đưa các thành phần nhân tạo do việc xử lý điện từ của biến đổi thứ nhất từ miền phổ thành miền tần số và một lần nữa biến đổi điển hình thành miền tần số khác, và tất nhiên, điều này cũng cần tính toán phức tạp đáng kể và từ đó nguồn

điện, mà là lợi ích cụ thể khi kỹ thuật mở rộng băng thông được ứng dụng trong các thiết bị di động như điện thoại di động, máy tính bảng hoặc máy tính xách tay, v.v.

Các bộ mã hóa-giải mã âm thanh hiện có thực hiện mã hóa âm thanh tốc độ bit thấp bằng cách sử dụng BWE như một phần không thể thiếu trong sơ đồ mã hóa. Tuy nhiên, các kỹ thuật BWE bị hạn chế chỉ thay thế nội dung tần số cao (HF). Hơn nữa, các kỹ thuật này không cho phép nội dung quan trọng trên tần số chéo đã cho được mã hóa dạng sóng. Do đó, các bộ mã hóa-giải mã âm thanh hiện đại sẽ mất chi tiết HF hoặc âm sắc khi thực hiện BWE, do việc căn chỉnh chính xác các sóng hài của tín hiệu không được xem xét trong hầu hết các hệ thống.

Một thiếu sót khác của tình trạng kỹ thuật hiện tại của các hệ thống BWE hiện đại là nhu cầu chuyển đổi tín hiệu âm thanh thành miền mới để triển khai BWE (ví dụ biến đổi từ miền MDCT sang miền QMF). Điều này dẫn đến các rắc rối của việc đồng bộ hóa, độ phức tạp tính toán bổ sung và tăng yêu cầu về bộ nhớ.

Việc lưu trữ hoặc truyền tín hiệu âm thanh thường chịu các ràng buộc tốc độ bit nghiêm ngặt. Trước đây, các lập trình viên đã buộc phải giảm mạnh băng thông âm thanh truyền đi khi chỉ có tốc độ bit rất thấp. Các bộ mã hóa-giải mã âm thanh hiện đại ngày nay có thể mã hóa tín hiệu băng rộng bằng cách sử dụng các phương pháp mở rộng băng thông (BWE) trong các tài liệu tham khảo [1-2]. Các thuật toán này dựa trên phép biểu diễn theo tham số của nội dung tần số cao (HF) - được tạo ra từ phần tần số thấp được mã hóa theo dạng sóng (LF) của tín hiệu được giải mã bằng phương pháp chuyển vị trí vào vùng phổ HF (“vá lỗi”) và việc ứng dụng của tham số dẫn xử lý sau.

Trong các sơ đồ BWE, sự khôi phục vùng phổ HF ở trên được gọi là tần số giao chéo thường dựa trên việc vá lỗi phổ. Các sơ đồ khác là chức năng để điền đầy các khoảng trống phổ, ví dụ, điền đầy khoảng trống thông minh (IGF), sử dụng vùng lân cận được gọi là các ô phổ để tạo ra các phần của phổ HF tín hiệu âm thanh. Thông thường, vùng HF được bao gồm nhiều bản vá liền kề hoặc các ô và từng bản vá trong số các bản vá này hoặc các ô này được bắt nguồn từ các vùng thông dải (BP) của phổ LF dưới tần số giao chéo đã cho. Các hệ thống theo tình trạng kỹ thuật thực hiện hiệu quả việc vá lỗi hoặc tạo ô trong phép biểu diễn giàn lọc bằng cách sao chép bộ hệ số băng con liền kề từ vùng nguồn tới vùng đích. Hơn nữa, đối với một số nội dung tín

hiệu, việc ghép của tín hiệu được khôi phục từ băng LF và các mảng liên kề bên trong băng HF có thể dẫn đến sự tạo phách, hỗn âm nghịch tai và hỗn âm thính giác.

Do đó, trong tài liệu tham khảo [19], khái niệm lọc dải bảo vệ nghịch tai được thể hiện trong phạm vi của hệ thống BWE dựa trên giàn lọc. Nó được đề nghị áp dụng có hiệu quả bộ lọc rãnh bằng xấp xỉ 1 Bark băng thông ở tần số giao chéo giữa LF và HF được tái tạo BWE để ngăn chặn khả năng nghịch tai và thay thế nội dung phổ với các số không hoặc nhiễu âm.

Tuy nhiên, giải pháp được đề xuất trong tài liệu tham khảo [19] có một số hạn chế: Thứ nhất, việc thay thế nghiêm ngặt nội dung phổ bởi hoặc các số không hoặc nhiễu âm còn có thể làm giảm chất lượng về cảm giác của tín hiệu. Hơn nữa, việc xử lý được đề xuất không phải là tín hiệu có khả năng thích ứng và do đó có thể gây tổn hại đến chất lượng về cảm giác trong một số trường hợp. Ví dụ, nếu tín hiệu chứa quá trình chuyển tiếp, nó có thể dẫn đến tiếng vang trước và sau.

Thứ hai, nghịch tai còn có thể xảy ra tại những lúc chuyển tiếp giữa các bản và HF liên tiếp. Giải pháp được đề xuất trong tài liệu tham khảo [19] chỉ là chức năng để bù đắp nghịch tai mà xảy ra ở tần số giao chéo giữa LF và HF được tái tạo BWE.

Cuối cùng, trái với các hệ thống dựa trên giàn lọc giống như được đề xuất trong tài liệu tham khảo [19], các hệ thống BWE còn có thể được hiểu rõ trong các hoạt động dựa trên phép biến đổi, như ví dụ, phép biến đổi cosin rời rạc cải biên (MDCT). Các phép biến đổi như MDCT là rất dễ xảy ra còn được gọi là điều biến tần số trong tài liệu tham khảo [20] hoặc các giả âm vang vọng mà xảy ra nếu các vùng thông dải của các hệ số phổ được sao chép hoặc các hệ số phổ được đặt thành không như được đề xuất trong tài liệu tham khảo [19].

Cụ thể, Bảng sáng chế Mỹ số 8,412,365 bộc lộ sẽ sử dụng, trong sự tịnh tiến hoặc gấp uốn dựa trên giàn lọc, được gọi là các dải bảo vệ mà được chèn vào và được tạo thành bởi một hoặc nhiều kênh băng con được đặt thành không. Số lượng các kênh giàn lọc được sử dụng làm các dải bảo vệ, và các băng thông của dải bảo vệ sẽ là 0,5Bark. Các dải bảo vệ nghịch tai này được khôi phục một phần bằng cách sử dụng các tín hiệu nhiễu âm trắng ngẫu nhiên, tức là, các băng con được đưa vào với nhiễu

âm trắng thay vì không. Các dải bảo vệ được chèn vào bất kể tín hiệu hiện thời được xử lý.

Các hệ thống mở rộng băng thông đặc biệt có vấn đề khi chúng được thực hiện trong các triển khai dựa trên biến đổi, ví dụ như biến đổi Cosin rời rạc cải biên (MDCT). Các phép biến đổi như MDCT và các phép biến đổi khác là rất dễ xảy ra còn được gọi là điều biến tần số như được thảo luận trong tài liệu tham khảo [3] và các giả âm vang vọng mà xảy ra nếu các vùng thông dải của các hệ số phổ được sao chép hoặc các hệ số phổ được đặt thành không như được đề xuất trong tài liệu tham khảo [2].

Tài liệu tham khảo

- [1] Dietz, L. Liljeryd, K. Kjörling and O. Kunz, “Spectral Band Replication, a novel approach in audio coding,” in 112th AES Convention, Munich, May 2002.
- [2] Ferreira, D. Sinha, “Accurate Spectral Replacement”, Audio Engineering Society Convention, Barcelona, Spain 2005.
- [3] D. Sinha, A. Ferreira¹ and E. Harinarayanan, “A Novel Integrated Audio Bandwidth Extension Toolkit (ABET)”, Audio Engineering Society Convention, Paris, France 2006.
- [4] R. Annadana, E. Harinarayanan, A. Ferreira and D. Sinha, “New Results in Low Bit Rate Speech Coding and Bandwidth Extension”, Audio Engineering Society Convention, San Francisco, USA 2006.
- [5] T. Żernicki, M. Bartkowiak, “Audio bandwidth extension by frequency scaling of sinusoidal partials”, Audio Engineering Society Convention, San Francisco, USA 2008.
- [6] J. Herre, D. Schulz, Extending the MPEG-4 AAC Codec by Perceptual Noise Substitution, 104th AES Convention, Amsterdam, 1998, Preprint 4720.
- [7] M. Neuendorf, M. Multus, N. Rettelbach, et al., MPEG Unified Speech and Audio Coding-The ISO/MPEG Standard for High-Efficiency Audio Coding of all Content Types, 132nd AES Convention, Budapest, Hungary, April, 2012.

- [8] McAulay, Robert J., Quatieri, Thomas F. "Speech Analysis/Synthesis Based on a Sinusoidal Representation". IEEE Transactions on Acoustics, Speech, And Signal Processing, Vol 34(4), August 1986.
- [9] Smith, J.O., Serra, X. "PARSHL: An analysis/synthesis program for non-harmonic sounds based on a sinusoidal representation", Proceedings of the International Computer Music Conference, 1987.
- [10] Purnhagen, H.; Meine, Nikolaus, "HILN-the MPEG-4 parametric audio coding tools," Circuits and Systems, 2000. Proceedings. ISCAS 2000 Geneva. The 2000 IEEE International Symposium on , vol.3, no., pp.201,204 vol.3, 2000
- [11] International Standard ISO/IEC 13818-3, Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio: Audio", Geneva, 1998.
- [12] M. Bosi, K. Brandenburg, S. Quackenbush, L. Fielder, K. Akagiri, H. Fuchs, M. Dietz, J. Herre, G. Davidson, Oikawa: "MPEG-2 Advanced Audio Coding", 101st AES Convention, Los Angeles 1996
- [13] J. Herre, "Temporal Noise Shaping, Quantization and Coding methods in Perceptual Audio Coding: A Tutorial introduction", 17th AES International Conference on High Quality Audio Coding, August 1999
- [14] J. Herre, "Temporal Noise Shaping, Quantization and Coding methods in Perceptual Audio Coding: A Tutorial introduction", 17th AES International Conference on High Quality Audio Coding, August 1999
- [15] International Standard ISO/IEC 23001-3:2010, Unified speech and audio coding Audio, Geneva, 2010.
- [16] International Standard ISO/IEC 14496-3:2005, Information technology - Coding of audio-visual objects - Part 3: Audio, Geneva, 2005.
- [17] P. Ekstrand, "Bandwidth Extension of Audio Signals by Spectral Band Replication", in Proceedings of 1st IEEE Benelux Workshop on MPCA, Leuven, November 2002

- [18] F. Nagel, S. Disch, S. Wilde, A continuous modulated single sideband bandwidth extension, ICASSP International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing, Dallas, Texas (USA), April 2010
- [19] Liljeryd, Lars; Ekstrand, Per; Henn, Fredrik; Kjorling, Kristofer: Spectral translation/folding in the subband domain, United States Patent 8,412,365, April 2, 2013.
- [20] Daudet, L.; Sandler, M.; "MDCT analysis of sinusoids: exact results and applications to coding artifacts reduction," Speech and Audio Processing, IEEE Transactions on , vol.12, no.3, pp. 302- 312, May 2004.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất thiết bị và phương pháp được cải thiện để giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa.

Mục tiêu này đạt được bằng thiết bị giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa theo điểm 1, phương pháp giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa theo điểm 15 hoặc chương trình máy tính theo điểm 16.

Theo sáng chế, thiết bị giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa bao gồm bộ giải mã lỗi, bộ tạo ô để tạo ra một hoặc nhiều ô phổ có các tần số không có trong tín hiệu lỗi được giải mã sử dụng phần phổ của tín hiệu lỗi được giải mã và bộ lọc giao chéo để lọc giao chéo phổ tín hiệu lỗi được giải mã và ô tần số thứ nhất có các tần số mở rộng tần số điền đầy khoảng trống đến tần số dừng ô thứ nhất hoặc để lọc giao chéo tần số ô và ô tần số tiếp theo, ô tần số tiếp theo có tần số biên thấp hơn là tần số liền kề với tần số biên cao hơn của ô tần số.

Tốt hơn là, quy trình này nhằm để được áp dụng trong mở rộng băng thông dựa trên phép biến đổi như MDCT. Tuy nhiên, sáng chế nói chung là có thể áp dụng được và, đặc biệt trong việc mở rộng băng thông dựa trên giàn lọc gương cầu phương (quadrature mirror filterbank - QMF), đặc biệt nếu hệ thống được lấy mẫu tới hạn, ví dụ khi có phép biểu diễn QMF được định giá trị thực như sự chuyển đổi thời gian-tần số hoặc như sự chuyển đổi tần số-thời gian.

Sáng chế đặc biệt hữu ích cho các tín hiệu giống như tạm thời, vì đối với các tín hiệu giống như tạm thời này, sự tạo vòng là giả âm có thể nghe được và khó chịu. Các giả âm tạo vòng của bộ lọc được gây ra bởi đặc tính được gọi là tường gạch của bộ lọc trong dải chuyển tiếp, tức là, chuyển tiếp nhanh từ dải thông đến dải dừng ở tần số ngưỡng. Các bộ lọc này có thể được thực hiện hiệu quả bằng cách đặt một hệ số hoặc các nhóm hệ số thành không trong miền tần số thuộc biến đổi thời gian-tần số. Do đó, sáng chế dựa vào bộ lọc giao chéo ở từng tần số chuyển tiếp giữa các bản vá/các ô hoặc giữa dải lỗi với bản vá/ô thứ nhất để làm giảm giả âm tạo vòng này. Bộ lọc giao chéo tốt hơn là được thực hiện bằng cách gán trọng số phổ trong miền biến đổi sử dụng các hàm khuếch đại thích hợp.

Tốt hơn là, bộ lọc giao chéo là tín hiệu có khả năng thích ứng và chứa hai bộ lọc, bộ lọc giảm dần được áp dụng cho vùng phổ thấp hơn và bộ lọc tăng dần được áp dụng cho vùng phổ cao hơn. Các bộ lọc có thể đối xứng hoặc bất đối xứng tùy thuộc vào triển khai cụ thể.

Trong phương án nữa, ô tần số hoặc bản vá tần số không những phải chịu lọc giao chéo, mà bộ tạo ô tốt hơn là thực hiện, trước khi thực hiện lọc giao chéo, việc thích ứng bản vá bao gồm việc thiết lập các biên tần số tại các mức tối thiểu phổ vùng và loại bỏ hoặc làm suy giảm các phần âm còn lại trong các khoảng chuyển tiếp xung quanh các tần số chuyển tiếp.

Trong phương án này, việc phân tích tín hiệu phía bộ giải mã sử dụng bộ phân tích được thực hiện để phân tích tín hiệu lỗi được giải mã trước hoặc sau khi thực hiện hoạt động tái tạo tần số để cung cấp kết quả phân tích. Sau đó, kết quả phân tích này được sử dụng bởi bộ tái tạo tần số để tái tạo các phần phổ không có trong tín hiệu lỗi được giải mã.

Do đó, trái với việc thiết lập bộ giải mã cố định, trong đó việc vá lỗi hoặc tạo ô tần số được thực hiện theo cách cố định, tức là, trong đó phạm vi nguồn nhất định được lấy từ tín hiệu lỗi và các biên tần số không đổi nhất định được đưa đến hoặc tập hợp tần số giữa khoảng nguồn và khoảng khôi phục hoặc biên tần số cố định nhất định được áp dụng để đặt tần số giữa dải nguồn và dải khôi phục hoặc biên tần số giữa hai bản vá hoặc dải tần số liền kề trong phạm vi khôi phục, việc vá lỗi phụ thuộc tín hiệu

hoặc tạo ô được thực hiện, trong đó, ví dụ, tín hiệu lỗi có thể được phân tích để tìm ra các cực tiểu vùng trong tín hiệu lỗi và, sau đó, khoảng lỗi được lựa chọn sao cho các biên tần số của khoảng lỗi trùng khớp với các cực tiểu vùng trong phổ tín hiệu lỗi.

Thay vào đó hoặc ngoài ra, việc phân tích tín hiệu có thể được thực hiện trên tín hiệu được tái tạo sơ bộ hoặc tín hiệu được vá lỗi tần số hoặc tín hiệu được tạo ô sơ bộ, trong đó, sau biện pháp tái tạo tần số sơ bộ, biên giữa khoảng lỗi và khoảng khôi phục được phân tích để phát hiện các phần tín hiệu tạo thành giả âm bất kỳ sao cho các phần âm có vấn đề trong đó chúng hoàn toàn sát với nhau để tạo ra giả âm tạo phách khi được khôi phục. Thay vào đó hoặc ngoài ra, các biên cũng có thể được kiểm tra theo cách mà việc cắt nửa chừng phần âm được phát hiện và việc cắt này của phần âm cũng sẽ được tạo thành giả âm khi được khôi phục như thế. Để ngăn chặn các biện pháp này, biên tần số của khoảng khôi phục và/hoặc khoảng nguồn và/hoặc giữa hai ô tần số riêng rẽ hoặc hai bản vá tần số riêng rẽ trong khoảng khôi phục có thể được biến đổi bởi bộ thao tác tín hiệu để thực hiện lại việc khôi phục với các biên được thiết lập mới.

Ngoài ra hoặc thay vào đó, việc tái tạo tần số là việc tái tạo dựa trên kết quả phân tích trong đó các biên tần số là bên trái và việc khử hoặc ít nhất là suy giảm của các phần âm có vấn đề gần các biên tần số giữa khoảng nguồn với khoảng khôi phục hoặc giữa hai ô tần số riêng rẽ hoặc hai bản vá riêng rẽ trong khoảng khôi phục được thực hiện. Các phần âm này có thể là các âm sát nhau mà sẽ dẫn đến giả âm tạo phách hoặc sẽ là các phần âm được cắt.

Nhất là, khi biến đổi duy trì không năng lượng được sử dụng như MDCT, âm đơn không được ánh xạ trực tiếp đến đường phổ đơn lẻ. Thao vào đó, âm đơn sẽ ánh xạ đến nhóm các đường phổ với các biên độ nhất định phụ thuộc vào pha của âm. Khi thao tác vá lỗi cắt phần âm này, sau đó nó sẽ dẫn đến giả âm sau khi khôi phục thậm chí thông qua việc khôi phục hoàn toàn được áp dụng như trong bộ khôi phục MDCT. Việc này do thực tế là bộ khôi phục MDCT sẽ yêu cầu mẫu âm hoàn chỉnh cho âm để cuối cùng khôi phục chính xác âm này. Do thực tế là việc cắt đã được xảy ra trước, là không có khả năng nữa và, do đó, giả âm điều biến tần số thay đổi về thời gian sẽ được tạo thành. Dựa trên phân tích theo sáng chế, bộ tái tạo tần số sẽ ngăn chặn tình trạng này bằng cách làm suy giảm phần âm hoàn chỉnh tạo thành giả âm hoặc như được thảo

luận trước đó, bằng cách thay đổi các tần số biên tương ứng hoặc bằng cách áp dụng cả hai biện pháp hoặc thậm chí bằng cách khôi phục phần được cắt dựa trên việc biết trước nhất định về các mẫu âm này.

Cách tiếp cận theo sáng chế chủ yếu nhằm để được áp dụng trong BWE dựa trên sự biến đổi như MDCT. Tuy nhiên, bài học của sáng chế nói chung là có khả năng áp dụng, ví dụ tương tự trong hệ thống dựa trên giàn lọc gương cầu phương (QMF) nhất là nếu hệ thống được lấy mẫu tới hạn, ví dụ phép biểu diễn QMF được định giá trị thực.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các phương án ưu tiên của sáng chế được mô tả ngay sau đây với việc đối chiếu với các hình vẽ đi kèm, trong đó:

Fig.1a minh họa thiết bị để mã hóa tín hiệu âm thanh;

Fig.1b minh họa bộ giải mã để giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa phù hợp với bộ mã hóa của Fig.1a;

Fig.2a minh họa triển khai được ưu tiên của bộ giải mã;

Fig.2b minh họa triển khai được ưu tiên của bộ mã hóa;

Fig.3a minh họa phép biểu diễn dưới dạng sơ đồ của phổ như được tạo ra bởi bộ giải mã miền phổ của Fig.1b;

Fig.3b minh họa bảng biểu thị mối quan hệ giữa các hệ số tỉ lệ cho các dải hệ số tỉ lệ và các năng lượng cho các dải khôi phục và thông tin điền đầy nhiễu âm cho dải điền đầy nhiễu âm;

Fig.4a minh họa chức năng của bộ mã hóa miền phổ để đưa sự lựa chọn các phần phổ vào trong tập hợp thứ nhất và tập hợp thứ hai của các phần phổ;

Fig.4b minh họa việc thực hiện các chức năng của Fig.4a;

Fig.5a minh họa chức năng của bộ mã hóa MDCT;

Fig.5b minh họa chức năng của bộ giải mã với kỹ thuật MDCT;

Fig.5c minh họa triển khai của bộ tái tạo tần số;

Fig.6a là thiết bị để giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa theo một cách triển khai;

Fig.6b phương án nữa của thiết bị để giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa;

Fig.7a minh họa triển khai được ưu tiên của bộ tái tạo tần số thuộc Fig.6a hoặc Fig.6b;

Fig.7b minh họa triển khai khác nữa của việc phối hợp giữa bộ phân tích với bộ tái tạo tần số;

Fig.8a minh họa triển khai khác nữa của bộ tái tạo tần số;

Fig.8b minh họa phương án nữa của sáng chế;

Fig.9a minh họa bộ giải mã với kỹ thuật tái tạo tần số sử dụng các giá trị năng lượng cho khoảng tần số tái tạo;

Fig.9b minh họa triển khai chi tiết hơn của bộ tái tạo tần số của Fig.9a;

Fig.9c minh họa sơ đồ mô tả chức năng của Fig.9b;

Fig.9d minh họa triển khai khác nữa của bộ giải mã của Fig.9a;

Fig.10a minh họa sơ đồ khối của bộ mã hóa phù hợp với bộ giải mã của Fig.9a;

Fig.10b minh họa sơ đồ khối mô tả chức năng khác nữa của bộ tính toán theo tham số của Fig.10a;

Fig.10c minh họa sơ đồ khối mô tả chức năng khác nữa của bộ tính toán theo tham số của Fig.10a;

Fig.10d minh họa sơ đồ khối mô tả chức năng khác nữa của bộ tính toán theo tham số của Fig.10a;

Fig.11a minh họa phổ của việc tạo vòng của bộ lọc xung quanh sự chuyển tiếp;

Fig.11b minh họa ảnh phổ của sự chuyển tiếp sau khi áp dụng mở rộng băng thông với việc làm giảm tạo vòng của bộ lọc;

Fig.11c minh họa ảnh phổ của sự chuyển tiếp sau khi áp dụng mở rộng băng thông với việc làm giảm tạo vòng của bộ lọc;

Fig.12a minh họa sơ đồ khối của thiết bị để giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa;

Fig.12b minh họa phổ có tầm quan trọng (được cách điệu hóa) của tín hiệu âm, sao chép không có thích ứng bản vá/ô, sao chép với các biên tần số được thay đổi và việc loại bỏ thêm các phần âm tạo thành giả âm;

Fig.12c minh họa ví dụ về hàm nhiễu xuyên kênh;

Fig.13a minh họa bộ mã hóa theo tình trạng kỹ thuật với việc mở rộng băng thông; và

Fig.13b minh họa bộ giải mã theo tình trạng kỹ thuật với việc mở rộng băng thông.

Fig.14a minh họa thiết bị khác nữa để giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa sử dụng bộ lọc giao chéo;

Fig.14b minh họa việc mô tả chi tiết hơn của bộ lọc giao chéo làm mẫu;

Mô tả chi tiết sáng chế

Fig.6a minh họa thiết bị để giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa bao gồm tín hiệu lỗi được mã hóa và dữ liệu tham số. Thiết bị bao gồm bộ giải mã lỗi 600 để giải mã tín hiệu lỗi được mã hóa để thu được tín hiệu lỗi được giải mã, bộ phân tích 602 để phân tích tín hiệu lỗi được giải mã trước hoặc sau khi thực hiện thao tác tái tạo tần số. Bộ phân tích 602 được tạo cấu hình để cung cấp kết quả phân tích 603. Bộ tái tạo tần số 604 được tạo cấu hình để tái tạo các phần phổ không được chứa trong tín hiệu lỗi được giải mã sử dụng phần phổ của tín hiệu lỗi được giải mã, dữ liệu đường bao 605 cho các phần phổ khuyết và kết quả phân tích 603. Do đó, trái với các triển khai trước, việc tái tạo tần số không được thực hiện trên tín hiệu độc lập phía bộ giải mã, mà được thực hiện trên tín hiệu phụ thuộc. Điều này có lợi thế là khi không có vấn đề gì, việc tái tạo tần số được thực hiện như vậy, nhưng khi có các phần tín hiệu có vấn đề, thì điều này được phát hiện bởi kết quả phân tích 603 và bộ tái tạo tần số 604 sau đó thực hiện cách tái tạo tần số được thích ứng mà ví dụ có thể là sự thay đổi của biên tần số giữa vùng lỗi và dải khôi phục hoặc sự thay đổi của biên tần số giữa hai ô/bản vá riêng lẻ trong dải khôi phục. Điều này có lợi thế là các quy trình cụ thể chỉ được thực hiện

khi có yêu cầu và không được yêu cầu, như trong việc triển khai dải bảo vệ, mọi thời điểm mà không có bất kỳ sự phụ thuộc tín hiệu nào.

Tốt hơn là, bộ giải mã lỗi 600 được triển khai dưới dạng giai đoạn giải mã và khử lượng tử hóa entropy (ví dụ bộ giải mã Huffman hoặc bộ giải mã thuật toán) 612 như được minh họa trên Fig.6b. Bộ giải mã lỗi 600 sau đó xuất ra phổ tín hiệu lỗi và phổ được phân tích bởi bộ phân tích phổ 614 mà tương đối tương tự với bộ phân tích 602 trên Fig.6a được triển khai dưới dạng bộ phân tích phổ thay vì bộ phân tích tùy ý bất kỳ mà có thể, như được minh họa trên Fig.6a, cũng phân tích tín hiệu miền thời gian. Trong phương án của Fig.6b, bộ phân tích phổ được tạo cấu hình để phân tích tín hiệu phổ để các cực tiểu vùng trong dải nguồn và/hoặc dải đích, tức là, trong các bản vá tần số hoặc các ô tần số đã được xác định. Sau đó, bộ tái tạo tần số 604 thực hiện, như được minh họa ở 616, việc tái tạo tần số trong đó các biên bản vá được đưa đến mức tối thiểu trong dải nguồn và/hoặc dải đích.

Tiếp theo, Fig.7a được thảo luận để mô tả triển khai được ưu tiên của bộ tái tạo tần số 604 của Fig.6a. Bộ tái tạo tín hiệu sơ bộ 702 nhận, như đầu vào, dữ liệu nguồn từ dải nguồn và ngoài ra nhận thông tin bản vá sơ bộ như các tần số biên sơ bộ. Sau đó, tín hiệu được tái tạo sơ bộ 703 được tạo ra, mà được phát hiện bởi bộ phát hiện 704 để phát hiện các thành phần âm bên trong tín hiệu được khôi phục 703. Thay vào đó hoặc ngoài ra, dữ liệu nguồn 705 còn có thể được phân tích bởi bộ phát hiện tương ứng với bộ phân tích 602 của Fig.6a. Sau đó, bước tái tạo tín hiệu sơ bộ sẽ là không cần thiết. Khi có sự ánh xạ được xác định tốt từ dữ liệu nguồn đến dữ liệu khôi phục, thì các mức tối thiểu hoặc các phần âm có thể được phát hiện thậm chí bằng cách chỉ xem xét dữ liệu nguồn, dù có các phần âm gần với biên ở trên thuộc khoảng lỗi hoặc ở biên tần số giữa hai ô tần số được tạo ra riêng rẽ như sẽ được thảo luận sau đối với Fig.12b.

Trong trường hợp các thành phần âm có vấn đề đã được tìm ra gần các biên tần số, bộ điều chỉnh tần số chuyển tiếp 706 thực hiện việc điều chỉnh tần số chuyển tiếp như tần số chuyển tiếp hoặc tần số giao chéo hoặc tần số bắt đầu điền đầy khoảng trống giữa dải lỗi với dải khôi phục hoặc giữa các phần tần số riêng rẽ được tạo ra bởi một tần số và dữ liệu nguồn giống nhau trong dải khôi phục. Tín hiệu đầu ra của khối 706 được chuyển tiếp đến bộ loại bỏ 708 thuộc các thành phần âm tại các biên. Bộ loại

bỏ được tạo cấu hình để loại bỏ các thành phần âm còn lại mà vẫn nối tiếp với việc điều chỉnh tần số chuyển tiếp bởi khối 706. Kết quả của bộ loại bỏ 708 sau đó được chuyển tiếp đến bộ lọc giao chéo 710 để giải quyết vấn đề về tạo vòng của bộ lọc và kết quả của bộ lọc giao chéo 710 sau đó được nhập vào trong khối tạo hình đường bao phổ 712 mà thực hiện tạo hình đường bao phổ trong dải khôi phục.

Như được thảo luận trong phạm vi của Fig.7a, việc phát hiện các thành phần âm trong khối 704 có thể được thực hiện cả trên dữ liệu nguồn 705 hoặc tín hiệu được khôi phục sơ bộ 703. Phương án này được minh họa trên Fig.7b, trong đó tín hiệu được tái tạo sơ bộ được tạo thành như được thể hiện trong khối 718. Tín hiệu tương ứng với tín hiệu 703 của Fig.7a sau đó được chuyển tiếp đến bộ phát hiện 720 mà phát hiện các thành phần tạo thành giả âm. Mặc dù bộ phát hiện 720 có thể được tạo cấu hình là bộ phát hiện để phát hiện các thành phần âm ở các biên tần số như được minh họa ở 704 trên Fig.7a, bộ phát hiện còn có thể được thực hiện để phát hiện các thành phần tạo thành giả âm khác. Các thành phần phổ này có thể là các thành phần khác đều hơn các thành phần âm và việc phát hiện dù giả âm đã được tạo thành có thể được thực hiện bằng cách thử các cách khôi phục khác nhau và so sánh các kết quả khôi phục khác nhau để tìm ra một kết quả khôi phục đã được cung cấp các thành phần tạo thành giả âm.

Bộ phát hiện 720 lúc này điều khiển bộ thao tác 722 để thao tác tín hiệu, tức là, tín hiệu được tái tạo sơ bộ. Việc thao tác này có thể được thực hiện bằng cách xử lý thực sự tín hiệu được tái tạo sơ bộ bằng đường 723 hoặc bằng việc thực hiện việc tái tạo mới, nhưng giờ đây với, ví dụ, các tần số chuyển tiếp được sửa đổi như được minh họa bằng đường 724.

Một cách triển khai quy trình thao tác đó là tần số chuyển tiếp được điều chỉnh như được minh họa ở 706 trên Fig.7a. Cách triển khai khác nữa như được minh họa trên Fig.8a, mà có thể được thực hiện thay vì khối 706 hoặc cùng với khối 706 của Fig.7a. Bộ phát hiện 802 được cung cấp để phát hiện tần số bắt đầu và tần số kết thúc của phần âm có vấn đề. Sau đó, bộ nội suy 804 được tạo cấu hình để nội suy và, tốt hơn là phức hợp nội suy giữa điểm bắt đầu và điểm kết thúc của phần âm bên trong

khoảng phổ. Sau đó, như được minh họa trên Fig.8a bởi khối 806, phần âm được thay thế bởi kết quả nội suy.

Cách triển khai thay thế được minh họa trên Fig.8a bởi các khối 808, 810. Thay vì thực hiện nội suy, việc tạo ngẫu nhiên các đường phổ 808 được thực hiện giữa điểm bắt đầu và điểm kết thúc của phần âm. Sau đó, việc điều chỉnh năng lượng của các đường phổ được tạo một cách ngẫu nhiên được thực hiện như được minh họa ở 810 và năng lượng của các đường phổ được tạo một cách ngẫu nhiên được thiết lập sao cho năng lượng là giống với các phần phổ không âm liền kề. Sau đó, phần âm được thay thế bởi các đường phổ được tạo một cách ngẫu nhiên được điều chỉnh đường bao. Các đường phổ có thể được tạo một cách ngẫu nhiên hoặc được tạo ra một cách giả ngẫu nhiên để cung cấp tín hiệu thay thế mà càng xa giả âm tự do càng tốt.

Cách triển khai khác nữa được minh họa trên Fig.8b. Bộ tạo ô tần số được đặt bên trong bộ khôi phục tần số 604 của Fig.6a được minh họa ở khối 820. Bộ tạo ô tần số sử dụng các biên tần số được xác định trước. Sau đó, bộ phân tích phân tích tín hiệu được tạo ra bởi bộ tạo ô tần số, và bộ tạo ô tần số 820 tốt hơn là được tạo cấu hình để thực hiện nhiều hoạt động tạo ô để tạo ra nhiều ô tần số. Sau đó, bộ thao tác 824 trên Fig.8b điều chỉnh kết quả của bộ tạo ô tần số đối với kết quả phân tích được xuất ra bởi bộ phân tích 822. Việc thao tác có thể là sự thay đổi của các biên tần số hoặc sự suy giảm của các phần riêng rẽ. Sau đó, bộ điều chỉnh đường bao phổ 826 thực hiện điều chỉnh đường bao phổ sử dụng thông tin tham số 605 như đã được thảo luận trong phạm vi của Fig.6a.

Sau đó, tín hiệu được điều chỉnh về phổ được xuất ra bởi khối 826 là đầu vào vào trong bộ chuyển đổi tần số-thời gian mà ngoài ra còn nhận các phần phổ thứ nhất, tức là, phép biểu diễn phổ của tín hiệu đầu ra của bộ giải mã lỗi 600. Đầu ra của bộ chuyển đổi tần số-thời gian 828 sau đó có thể được sử dụng để lưu trữ hoặc để truyền tới loa phát thanh để kết xuất âm thanh.

Sáng chế có thể được áp dụng với hoặc biện pháp tái tạo tần số đã biết như được minh họa trên Fig.13a, 13b hoặc tốt hơn là có thể được áp dụng trong phạm vi điền đầy khoảng trống thông minh, mà được mô tả nối tiếp với các hình vẽ từ Fig.1a đến Fig.5b và từ Fig.9a đến Fig.10d.

Fig.1a minh họa thiết bị để mã hóa tín hiệu âm thanh 99. Tín hiệu âm thanh 99 là đầu vào vào trong bộ chuyển đổi phổ theo thời gian 100 để chuyển đổi tín hiệu âm thanh có tốc độ lấy mẫu thành phép biểu diễn phổ 101 được xuất ra bởi bộ biến đổi phổ theo thời gian. Phổ 101 là đầu vào vào bộ phân tích phổ 102 để phân tích phép biểu diễn phổ 101. Bộ phân tích phổ 101 được tạo cấu hình để xác định tập hợp thứ nhất của các phần phổ thứ nhất 103 được mã hóa với độ phân giải phổ thứ nhất và tập hợp thứ hai khác của các phần phổ thứ hai 105 được mã hóa với độ phân giải phổ thứ hai. Độ phân giải phổ thứ hai nhỏ hơn độ phân giải phổ thứ nhất. Tập hợp thứ hai của các phần phổ thứ hai 105 là đầu vào vào trong bộ tính toán theo tham số hoặc bộ mã hóa tham số 104 để tính toán thông tin đường bao phổ có độ phân giải phổ thứ hai. Ngoài ra, bộ mã hóa âm thanh miền phổ 106 được đề xuất để tạo ra phép biểu diễn được mã hóa thứ nhất 107 của tập hợp thứ nhất của các phần phổ thứ nhất có độ phân giải phổ thứ nhất. Thêm nữa, bộ tính toán theo tham số/bộ mã hóa tham số 104 được tạo cấu hình để tạo ra phép biểu diễn được mã hóa thứ hai 109 của tập hợp thứ hai của các phần phổ thứ hai. Phép biểu diễn được mã hóa thứ nhất 107 và phép biểu diễn được mã hóa thứ hai 109 là đầu vào vào trong bộ trộn kênh dòng bit hoặc bộ tạo dòng bit 108 và khối 108 cuối cùng xuất ra tín hiệu âm thanh được mã hóa để truyền hoặc lưu trữ trên thiết bị lưu trữ.

Cụ thể, phần phổ thứ nhất như 306 của Fig.3a sẽ được bao quanh bởi hai phần phổ thứ hai là 307a, 307b. Đây không phải là trường hợp trong HE AAC, trong đó khoảng tần số bộ mã hóa lõi bị giới hạn dài.

Fig.1b minh họa bộ giải mã phù hợp với bộ mã hóa của Fig.1a. Phép biểu diễn được mã hóa thứ nhất 107 là đầu vào vào trong bộ giải mã âm thanh miền phổ 112 để tạo ra phép biểu diễn được giải mã thứ nhất của tập hợp thứ nhất của các phần phổ thứ nhất, phép biểu diễn được giải mã có độ phân giải phổ thứ nhất. Hơn nữa, phép biểu diễn được mã hóa thứ hai 109 là đầu vào vào trong bộ giải mã theo tham số 114 để tạo ra phép biểu diễn được giải mã thứ hai của tập hợp thứ hai của các phần phổ thứ hai có độ phân giải phổ thứ hai thấp hơn độ phân giải phổ thứ nhất.

Bộ giải mã còn bao gồm bộ tái tạo tần số 116 để tái tạo phần phổ thứ hai được khôi phục có độ phân giải phổ thứ nhất sử dụng phần phổ thứ nhất. Bộ tái tạo tần số

116 thực hiện thao tác điền đầy ô, tức là, sử dụng ô hoặc phần của tập hợp thứ nhất của các phần phổ thứ nhất và sao chép tập hợp thứ nhất này của các phần phổ thứ nhất thành khoảng khôi phục hoặc dải khôi phục có phần phổ thứ hai và thực hiện một cách đặc trưng việc tạo hình đường bao phổ hoặc thao tác khác như được biểu thị bởi đầu ra phép biểu diễn thứ hai được giải mã bởi bộ giải mã theo tham số 114, tức là, bằng việc sử dụng thông tin về tập hợp thứ hai của các phần phổ thứ hai. Tập hợp thứ nhất được giải mã của các phần phổ thứ nhất và tập hợp thứ hai được khôi phục của các phần phổ như được biểu thị tại đầu ra của bộ tái tạo tần số 116 trên đường 117 là đầu vào vào trong bộ chuyển đổi phổ theo thời gian 118 được tạo cấu hình để chuyển đổi phép biểu diễn được giải mã thứ nhất và phần phổ thứ hai được khôi phục thành phép biểu diễn theo thời gian 119, phép biểu diễn theo thời gian 119 có tốc độ lấy mẫu cao nhất định.

Fig.2b minh họa việc triển khai bộ mã hóa theo Fig.1a. Tín hiệu đầu vào âm thanh 99 là đầu vào vào trong giàn lọc phân tích 220 tương ứng với bộ chuyển đổi phổ theo thời gian 100 của Fig.1a. Sau đó, thao tác tạo hình nhiễu âm theo thời gian được thực hiện trong khối TNS 222. Vì thế, đầu vào vào trong bộ phân tích phổ 102 của Fig.1a tương ứng với màn chắn âm khối 226 của Fig.2b có thể hoặc là giá trị phổ đầy đủ, khi thao tác tạo hình nhiễu âm theo thời gian/thao tác tạo hình ô theo thời gian không được áp dụng hoặc có thể là các giá trị dư phổ, khi thao tác TNS như đã mô tả trên Fig.2b, khối 222 được áp dụng. Với các tín hiệu kênh đôi hoặc tín hiệu đa kênh, việc mã hóa kênh ghép 228 có thể được thực hiện bổ sung, để bộ mã hóa miền phổ 106 của Fig.1a có thể bao gồm khối mã hóa kênh ghép 228. Hơn nữa, bộ mã hóa entropy 232 để thực hiện việc nén dữ liệu không tổn hao được đề xuất mà cũng là một phần của bộ mã hóa miền phổ 106 của Fig.1a.

Bộ phân tích phổ/màn chắn âm 226 phân tách đầu ra của khối TNS 222 thành dải lõi và các thành phần âm tương ứng với tập hợp thứ nhất của các phần phổ thứ nhất 103 và các thành phần dư tương ứng với tập hợp thứ hai của các phần phổ thứ hai 105 của Fig.1a. Khối 224 được biểu thị như việc mã hóa trích xuất tham số IGF tương ứng với bộ mã hóa theo tham số 104 của Fig.1a và bộ trộn kênh dòng bit 230 tương ứng với bộ trộn kênh dòng bit 108 của Fig.1a.

Tốt hơn là, giàn lọc phân tích 222 được thực hiện như MDCT (giàn lọc biến đổi cosin rời rạc cải biên) và MDCT được sử dụng để biến đổi tín hiệu 99 thành miền thời gian-tần số với tác dụng biến đổi cosin rời rạc cải biên như công cụ phân tích tần số.

Bộ phân tích phổ 226 tốt hơn là áp dụng màn chắn âm. Giai đoạn ước lượng màn chắn âm được sử dụng để phân tách các thành phần âm từ các thành phần giống như nhiễu âm trong tín hiệu. Điều này cho phép bộ mã hóa lõi 228 mã hóa tất cả các thành phần âm với mô đun cảm quan. Giai đoạn ước lượng màn chắn âm có thể được triển khai theo nhiều cách khác nhau và tốt hơn là được triển khai tương tự trong chức năng của nó để giai đoạn ước lượng vết hình sin được sử dụng trong hình sin và nhiễu âm mô hình hóa cho việc mã hóa âm thanh/tiếng nói trong tài liệu tham khảo [8, 9] hoặc bộ mã hóa âm thanh dựa trên mô hình HILN được mô tả trong tài liệu tham khảo [10]. Tốt hơn là, cách triển khai được sử dụng mà dễ dàng thực hiện không cần duy trì quỹ đạo sinh tử, nhưng bộ phát hiện âm hoặc nhiễu âm khác bất kỳ có thể cũng được sử dụng.

Mô đun IGF tính toán sự giống nhau tồn tại giữa khoảng nguồn và khoảng đích. Khoảng đích sẽ được biểu diễn bởi phổ từ khoảng nguồn. Phép đo sự giống nhau giữa khoảng nguồn và khoảng đích được thực hiện bằng cách sử dụng cách tiếp cận tương quan chéo. Khoảng đích được tách ra thành các ô tần số không chồng lấp n_{Tar} . Với từng ô trong vùng đích, các ô nguồn n_{Src} được tạo ra từ tần số bắt đầu được cố định. Các ô nguồn này chồng lấp với hệ số giữa 0 và 1, trong đó 0 nghĩa là chồng lấp 0% và 1 nghĩa là chồng lấp 100%. Từng ô nguồn này được tương quan với ô đích tại các độ trễ khác nhau để tìm ra ô nguồn phù hợp nhất với ô đích. Số ô phù hợp nhất được lưu trữ trong $tileNum[idx_{tar}]$, độ trễ tại nơi tương quan nhất với mục tiêu được lưu trữ trong $xcorr_{lag}[idx_{tar}][idx_{src}]$ và dấu hiệu tương quan được lưu trữ trong $xcorr_{sign}[idx_{tar}][idx_{src}]$. Trong trường hợp tính tương quan là âm cao, ô nguồn cần được nhân với -1 trước quy trình điền đầy ô tại bộ giải mã. Mô đun IGF cũng lưu ý không ghi đè các thành phần âm trong phổ vì các thành phần âm đã bảo toàn sử dụng màn chắn âm. Tham số năng lượng theo dải được sử dụng để lưu trữ năng lượng của vùng đích cho phép chúng ta khôi phục phổ chính xác.

Phương pháp này có ưu điểm nhất định hơn cả SBR cổ điển trong tài liệu tham khảo [1] trong đó lưới sóng hài của tín hiệu đa âm được bảo toàn bởi bộ mã hóa lỗi trong khi chỉ các khoảng trống giữa đường hình sin được điền đầy với "nhiều âm được tạo hình" phù hợp nhất từ vùng nguồn. Ưu điểm khác của hệ thống này khi so sánh với thay thế phổ chính xác (Accurate Spectral Replacement - ASR) trong các tài liệu tham khảo [2-4] là việc thiếu giai đoạn tổng hợp tín hiệu mà tạo thành các phần quan trọng của tín hiệu tại bộ giải mã. Thay vào đó, nhiệm vụ này được tiếp quản bởi bộ mã hóa lỗi, cho phép việc bảo toàn các thành phần quan trọng của phổ. Ưu điểm khác của hệ thống được đề cập là khả năng mở rộng liên tục mà các tính năng được đề ra. Chỉ với việc sử dụng $tileNum[idx_{tar}]$ và $xcorr_{tag} = 0$ cho mọi ô được gọi là sự phù hợp độ chi tiết thô và có thể được sử dụng cho tốc độ bit thấp trong khi sử dụng biến số $xcorr_{tag}$ cho mọi ô có khả năng làm phù hợp phổ nguồn và phổ đích tốt hơn..

Ngoài ra, kỹ thuật làm ổn định việc chọn ô được đề cập mà loại bỏ giả âm miền tần số như nhiều âm âm rung và nhiều âm âm nhạc.

Trong trường hợp cặp kênh âm lập thể, việc xử lý âm lập thể ghép bổ sung được áp dụng. Điều này là cần thiết, vì với khoảng điểm đến nhất định tín hiệu có thể là nguồn âm thanh xoay chuyển tương quan cao. Trong trường hợp vùng nguồn được chọn cho vùng cụ thể không tương quan tốt này, mặc dù các năng lượng được phù hợp cho các vùng đích, hình ảnh không gian có thể tồi tệ do các vùng nguồn không tương quan. Bộ mã hóa phân tích từng dải năng lượng vùng đích, diễn hình thực hiện tương quan chéo của các giá trị phổ và nếu ngưỡng nhất định bị vượt quá, sẽ thiết lập dấu hiệu ghép cho dải năng lượng này. Trong bộ giải mã các dải năng lượng kênh phải và trái được xử lý riêng biệt nếu dấu hiệu âm lập thể ghép này không được thiết lập. Trong trường hợp dấu hiệu âm lập thể ghép được thiết lập, cả năng lượng và việc vá lỗi đều được thực hiện trong miền âm lập thể ghép. Thông tin âm lập thể ghép cho các vùng IGF được ký hiệu tương tự thông tin âm lập thể ghép cho việc mã hóa lỗi, bao gồm việc chỉ ra dấu hiệu trong trường hợp dự báo nếu hướng dự báo từ bộ trộn giảm tới phần dư hoặc ngược lại.

Năng lượng có thể được tính toán từ năng lượng được truyền trong miền L/R.

$$midNrg[k] = leftNrg[k] + rightNrg[k];$$

$$sideNrg[k] = leftNrg[k] - rightNrg[k];$$

với k là chỉ số tần số trong miền biến đổi.

Giải pháp khác để tính toán và truyền năng lượng trực tiếp trong miền âm thanh lập thể ghép cho các dải trong đó âm thanh lập thể ghép là hoạt động, vì thế nên không cần việc biến đổi năng lượng bổ sung tại phía bộ giải mã.

Các ô nguồn luôn được tạo ra theo ma trận giữa/bên:

$$midTile[k] = 0,5 \cdot (leftTile[k] + rightTile[k])$$

$$sideTile[k] = 0,5 \cdot (leftTile[k] - rightTile[k])$$

Điều chỉnh năng lượng:

$$midTile[k] = midTile[k] * midNrg[k];$$

$$sideTile[k] = sideTile[k] * sideNrg[k];$$

Âm lập thể ghép $\rightarrow$ Biến đổi LR:

Nếu không có tham số dự báo bổ sung được mã hóa:

$$leftTile[k] = midTile[k] + sideTile[k]$$

$$rightTile[k] = midTile[k] - sideTile[k]$$

Nếu tham số dự báo bổ sung được mã hóa và nếu hướng được báo hiệu từ giữa tới bên:

$$sideTile[k] = sideTile[k] - predictionCoeff \cdot midTile[k]$$

$$leftTile[k] = midTile[k] + sideTile[k]$$

$$rightTile[k] = midTile[k] - sideTile[k]$$

Nếu hướng được báo hiệu từ bên tới giữa:

$$midTile1[k] = midTile[k] - predictionCoeff \cdot sideTile[k]$$

$$leftTile[k] = midTile1[k] - sideTile[k]$$

$$rightTile[k] = midTile1[k] + sideTile[k]$$

Quy trình này đảm bảo rằng từ các ô được sử dụng để tái tạo những vùng đích tương ứng cao và vùng đích xoay chuyển, kênh trái và phải thu được vẫn biểu diễn nguồn âm thanh tương quan và xoay chuyển thậm chí nếu các vùng nguồn không tương quan, thì vẫn bảo toàn hình ảnh âm lập thể cho những vùng này.

Nói cách khác, trong dòng bit, các dấu hiệu âm lập thể ghép được truyền mà biểu thị hoặc L/R hoặc M/S như là ví dụ cho việc mã hóa âm lập thể ghép thông thường sẽ được sử dụng. Trong bộ giải mã, trước tiên, tín hiệu lỗi được giải mã như được biểu thị bởi các dấu hiệu âm lập thể ghép cho các dải lỗi. Thứ hai, tín hiệu lỗi được lưu trữ trong cả biểu diễn L/R và M/S. Với việc điền đầy ô IGF, việc biểu diễn ô nguồn được chọn để phù hợp với việc biểu diễn ô đích như được biểu thị bởi thông tin âm lập thể ghép cho các dải IGF.

Tạo hình nhiễu âm theo thời gian (Temporal Noise Shaping-TNS) là kỹ thuật tiêu chuẩn và là một phần của AAC trong các tài liệu tham khảo [11 – 13]. TNS có thể được coi như việc mở rộng của sơ đồ cơ bản của bộ mã hóa theo cảm giác, chèn bước xử lý tùy chọn giữa giàn lọc và mức lượng tử hóa. Nhiệm vụ chính của môđun TNS là làm ảm nhiễu âm lượng tử hóa đã tạo ra trong vùng chắn theo thời gian của chuyển tiếp dạng các tín hiệu và do đó dẫn tới sơ đồ mã hóa hiệu quả hơn. Trước tiên, TNS tính toán bộ hệ số dự báo sử dụng "dự báo phía trước" trong miền biến đổi, ví dụ MDCT. Những hệ số này sau đó được sử dụng để làm phẳng đường bao theo thời gian của tín hiệu. Vì lượng tử hoá tác động tới phổ đã lọc TNS, nhiễu âm lượng tử hóa cũng được làm phẳng theo thời gian. Bằng việc áp dụng việc lọc TNS nghịch đảo trên phía bộ giải mã, nhiễu âm lượng tử hóa được tạo hình theo đường bao theo thời gian của bộ lọc TNS và vì thế nhiễu âm lượng tử hóa trở thành được chắn bởi phần chuyển tiếp.

IGF được dựa trên phép biểu diễn MDCT. Để việc mã hóa hiệu quả, tốt hơn là sử dụng các khối dài xấp xỉ 20 mili giây. Nếu tín hiệu trong khối dài này chứa các phần

chuyển tiếp, các tiếng vang trước và sau có thể nghe được xuất hiện trong các dải phổ IGF do việc điền đầy ô. Fig.7c cho thấy hiệu quả tiếng vang trước điền hình trước sự bắt đầu phần chuyển tiếp do IGF. Ở phía trái, ảnh phổ của tín hiệu gốc được thể hiện và ở phía phải ảnh phổ của tín hiệu được mở rộng bằng thông không điền đầy TNS được thể hiện.

Hiệu quả tiếng vang trước này bị giảm bởi việc sử dụng TNS trong phạm vi IGF. Ở đây, TNS được sử dụng như công cụ tạo hình ô theo thời gian (temporal tile shaping-TTS) như phép biểu diễn phổ trong bộ giải mã được thực hiện trên tín hiệu dư TNS. Các hệ số dự báo TTS yêu cầu được tính toán và áp dụng sử dụng phổ đầy đủ trên phía bộ mã hóa như thường lệ. Các tần số bắt đầu và tần số dừng TNS/TTS không bị ảnh hưởng bởi tần số bắt đầu IGF $f_{IGFstart}$ của công cụ IGF. Khi so sánh với TNS kế thừa, tần số dừng TTS được tăng đến tần số dừng của công cụ IGF, mà cao hơn $f_{IGFstart}$. Trên phía bộ giải mã, các hệ số TNS/TTS được áp dụng trên phổ đầy đủ một lần nữa, tức là, phổ lõi cộng với phổ được tái tạo cộng với các thành phần âm từ bản đồ âm (xem Fig.7e). Việc áp dụng TTS là cần thiết để tạo thành đường bao theo thời gian của phổ được tái tạo để phù hợp với đường bao của tín hiệu gốc một lần nữa. Vì vậy trước tiếng vang đã thể hiện được giảm. Bên cạnh đó, nó vẫn tạo hình nhiều âm lượng tử hóa trong tín hiệu dưới $f_{IGFstart}$ như thường lệ với TNS.

Trong các bộ giải mã kế thừa, việc vá lỗi phổ trên tín hiệu âm thanh làm sai độ tương quan phổ tại các biên bản vá và do đó làm suy giảm đường bao theo thời gian của tín hiệu âm thanh bằng việc đưa vào sự phân tán. Vì thế, lợi ích khác của việc thực hiện điền đầy ô IGF trên tín hiệu dư là, sau khi áp dụng bộ lọc tạo hình, các biên ô được tương quan đều, dẫn đến sự tái tạo theo thời gian đáng tin cậy hơn của tín hiệu.

Trong bộ mã hóa theo sáng chế, phổ có trải qua việc điền đầy TNS/TTS, xử lý màn chắn âm và ước lượng tham số IGF là rỗng của tín hiệu bất kỳ ở trên tần số bắt đầu IGF ngoại trừ các thành phần âm. Phổ rải rác này bây giờ được mã hóa bằng bộ mã hóa lõi sử dụng các nguyên lý của việc mã hóa số học và mã hóa dự báo. Các thành phần được mã hóa này cùng với các bit báo hiệu tạo thành dòng bit âm thanh.

Fig.2a minh họa việc triển khai bộ giải mã tương ứng. Dòng bit trên Fig.2a tương ứng với tín hiệu âm thanh được mã hóa là đầu vào vào trong bộ tách kênh/bộ giải mã

mà sẽ được kết nối, đối với Fig.1b, với khối 112 và 114. Bộ tách kênh dòng bit phân tách tín hiệu âm thanh đầu vào thành phép biểu diễn được mã hóa thứ nhất 107 của Fig.1b và phép biểu diễn được mã hóa thứ hai 109 của Fig.1b. Phép biểu diễn được mã hóa thứ nhất có tập hợp thứ nhất của các phần phổ thứ nhất là đầu vào vào trong khối giải mã kênh ghép 204 tương ứng với bộ giải mã miền phổ 112 của Fig.1b. Phép biểu diễn được mã hóa thứ hai là đầu vào vào trong bộ giải mã theo tham số 114 không được minh họa trên Fig.2a sau đó đầu vào vào trong khối IGF 202 tương ứng với bộ tái tạo tần số 116 của Fig.1b. Tập hợp thứ nhất của các phần phổ thứ nhất được yêu cầu để tái tạo tần số là đầu vào vào trong khối IGF 202 qua đường 203. Hơn nữa, sau việc giải mã kênh ghép 204 việc giải mã lõi cụ thể được áp dụng trong khối màn chắn âm 206 sao cho đầu ra của màn chắn âm 206 tương ứng với đầu ra của bộ giải mã miền phổ 112. Sau đó, việc tổ hợp bởi bộ tổ hợp 208 được thực hiện, tức là, việc tạo khung trong đó đầu ra của bộ tổ hợp 208 bây giờ có phổ khoảng đầy đủ, nhưng vẫn trong miền được lọc TNS/TTS. Sau đó, trong khối 210, thao tác TNS/TTS nghịch đảo được thực hiện sử dụng thông tin bộ lọc TNS/TTS được cung cấp qua đường 109, tức là, thông tin phụ TTS tốt hơn là được chứa trong phép biểu diễn được mã hóa thứ nhất được tạo ra bởi bộ mã hóa miền phổ 106 mà có thể, ví dụ, là bộ mã hóa lõi AAC hoặc USAC truyền thẳng, hoặc có thể cũng được chứa trong phép biểu diễn được mã hóa thứ hai. Tại đầu ra của khối 210, phổ hoàn chỉnh cho đến tần số tối đa được cung cấp mà là tần số khoảng đầy đủ được xác định bởi tốc độ lấy mẫu của tín hiệu đầu vào gốc. Sau đó, việc chuyển đổi theo phổ/thời gian được thực hiện trong giàn lọc tổng hợp 212 để cuối cùng thu được tín hiệu đầu ra âm thanh.

Fig.3a minh họa phép biểu diễn dưới dạng sơ đồ của phổ. Phổ được chia nhỏ ra trong các dải hệ số tỉ lệ SCB tại đó có bảy dải hệ số tỉ lệ từ SCB1 tới SCB7 trong ví dụ minh họa của Fig.3a. Các dải hệ số tỉ lệ có thể là dải hệ số tỉ lệ AAC mà được xác định trong tiêu chuẩn AAC và có băng thông tăng dần tới tần số cao hơn như đã minh họa trên Fig.3a dưới dạng sơ đồ. Ưu tiên thực hiện điền đầy khoảng trống thông minh không từ phần bắt đầu phổ, tức là, tại các tần số thấp, mà bắt đầu thao tác IGF tại tần số bắt đầu IGF được minh họa tại 309. Vì thế, dải tần số lõi mở rộng từ tần số thấp nhất tới tần số bắt đầu IGF. Phía trên tần số bắt đầu IGF, việc phân tích phổ được áp dụng để phân tách các thành phần phổ có độ phân giải cao 304, 305, 306, 307 (tập hợp

thứ nhất của các phần phổ thứ nhất) từ các thành phần có độ phân giải thấp được biểu diễn bởi tập hợp thứ hai của phần phổ thứ hai. Fig.3a minh họa phổ mà là ví dụ đầu vào vào trong bộ mã hóa miền phổ 106 hoặc bộ mã hóa kênh ghép 228, tức là, bộ mã hóa lõi hoạt động trong dải đầy đủ, nhưng mã hóa một lượng đáng kể giá trị phổ không, tức là, các giá trị phổ không này được lượng tử hóa đến không hoặc là được đặt đến không trước khi lượng tử hóa hoặc sau khi lượng tử hóa. Dù thế nào đi nữa, bộ mã hóa lõi hoạt động trong khoảng đầy đủ, tức là, nếu khi phổ được minh họa, tức là, bộ giải mã lõi không nhất thiết phải nhận biết bất kỳ việc điền đầy khoảng trống thông minh hoặc mã hóa tập hợp thứ hai của các phần phổ thứ hai với độ phân giải phổ thấp hơn.

Tốt hơn là, độ phân giải cao được xác định bằng việc mã hóa theo đường của các đường phổ như các đường MDCT, trong khi độ phân giải thứ hai hoặc độ phân giải thấp được xác định bằng, chẳng hạn như, việc tính toán chỉ một giá trị phổ đơn lẻ trên dải hệ số tỉ lệ, tại đó dải hệ số tỉ lệ bao trùm các đường tần số khác nhau. Vì thế, độ phân giải thấp thứ hai là, về khía cạnh độ phân giải phổ của nó, thấp hơn nhiều độ phân giải thứ nhất hoặc cao được xác định bởi việc mã hóa theo đường điển hình được áp dụng bởi bộ mã hóa lõi như AAC hoặc USAC.

Đối với hệ số tỉ lệ hoặc việc tính toán năng lượng, tình huống này được minh họa trên Fig.3b. Do thực tế bộ mã hóa là bộ mã hóa lõi và do thực tế là có thể, nhưng không nhất thiết phải có, các thành phần của tập hợp thứ nhất của các phần phổ trong từng dải, bộ mã hóa lõi tính toán hệ số tỉ lệ cho mỗi dải không chỉ trong khoảng lõi dưới tần số bắt đầu IGF 309, mà còn trên tần số bắt đầu IGF cho đến khi tần số cực đại $f_{IGFstop}$ nhỏ hơn hoặc bằng một nửa tần số lấy mẫu, tức là, $f_s/2$. Vì thế, các phần âm được mã hóa 302, 304, 305, 306, 307 của Fig.3a và, trong phương án này cùng với các hệ số tỉ lệ SB1 tới SB7 tương ứng với dữ liệu phổ độ phân giải cao. Dữ liệu phổ có độ phân giải thấp được tính toán bắt đầu từ tần số bắt đầu IGF và tương ứng với giá trị thông tin năng lượng E_1, E_2, E_3, E_4 , mà được truyền cùng với hệ số tỉ lệ SF4 tới SF7.

Cụ thể, khi bộ mã hóa lõi dưới điều kiện tốc độ bit thấp, thao tác điền đầy nhiều âm bổ sung trong dải lõi, tức là, thấp hơn về tần số so với tần số bắt đầu IGF, tức là, trong dải hệ số tỉ lệ SB1 tới SB3 có thể được áp dụng bổ sung. Trong việc điền đầy

nhiều âm, có các đường phổ liên kế khác nhau tồn tại mà đã lượng tử hóa tới không. Trên phía bộ giải mã, các giá trị phổ đã lượng tử hóa tới không này được tổng hợp lại và các giá trị phổ đã tổng hợp lại được điều chỉnh trong độ âm lượng của chúng sử dụng năng lượng điền đầy nhiều âm như NF_2 được minh họa ở 308 trên Fig.3b. Năng lượng điền đầy nhiều âm, có thể có được các giới hạn tuyệt đối hoặc các giới hạn liên quan cụ thể với hệ số tỉ lệ như trong USAC tương ứng với năng lượng của bộ giá trị phổ được lượng tử hóa tới không. Các đường phổ điền đầy nhiều âm này có thể cũng được xem xét là bộ thứ ba của phần phổ thứ ba mà được tái tạo bằng việc tổng hợp điền đầy nhiều âm truyền thẳng không cần bất kỳ hoạt động IGF dựa trên việc tái tạo tần số sử dụng ô tần số từ các tần số khác cho ô tần số khôi phục sử dụng giá trị phổ từ khoảng nguồn và thông tin năng lượng E_1, E_2, E_3, E_4 .

Tốt hơn là, các dải mà thông tin năng lượng được tính toán đồng thời với dải hệ số tỉ lệ. Trong các phương án khác, việc tạo nhóm giá trị thông tin năng lượng được áp dụng sao cho, ví dụ, cho các dải hệ số tỉ lệ 4 và 5, chỉ giá trị thông tin năng lượng đơn lẻ được truyền, nhưng thậm chí trong phương án này, các biên của các dải khôi phục được nhóm trùng với các biên của dải hệ số tỉ lệ. Nếu việc phân tách dải khác nhau được áp dụng, thì việc tính toán lại nhất định hoặc tính toán đồng bộ hóa có thể được áp dụng, và điều này có thể tạo cảnh phụ thuộc vào cách triển khai nhất định.

Tốt hơn là, bộ mã hóa miền phổ 106 của Fig.1a là bộ mã hóa dẫn theo cảm quan như minh họa trên Fig.4a. Diễn hình, như ví dụ được minh họa trong tiêu chuẩn PEG2/4 AAC hoặc tiêu chuẩn MPEG1/2, tiêu chuẩn Lớp 3, tín hiệu âm thanh được mã hóa sau khi đã được truyền vào trong khoảng phổ (401 trên Fig.4a) được truyền thẳng tới bộ tính toán hệ số tỉ lệ 400. Bộ tính toán hệ số tỉ lệ được điều khiển bởi mô hình cảm quan nhận thêm tín hiệu âm thanh đã lượng tử hóa hoặc nhận phép biểu diễn phổ phức hợp của tín hiệu âm thanh, như trong tiêu chuẩn MPEG1/2 Lớp 3 hoặc tiêu chuẩn MPEG AAC. Mô hình cảm quan tính toán, cho từng dải hệ số tỉ lệ, hệ số tỉ lệ biểu diễn ngưỡng cảm quan. Ngoài ra, sau đó các hệ số tỉ lệ, bởi việc phối hợp của vòng lặp bên trong và bên ngoài đã biết hoặc bởi bất kỳ biện pháp mã hóa thích hợp được điều chỉnh sao cho các điều kiện tốc độ bit nhất định được đáp ứng. Sau đó, một mặt các giá trị phổ đã lượng tử hóa và mặt khác hệ số tỉ lệ được tính toán là đầu vào vào trong

bộ xử lý lượng tử hóa 404. Trong thao tác bộ mã hóa âm thanh thẳng, các giá trị phổ lượng tử hóa được gán trọng số bởi hệ số tỉ lệ và, giá trị phổ được gán trọng số là đầu vào vào trong bộ lượng tử hóa cố định đặc trưng có chức năng nén tới khoảng biên độ cao hơn. Sau đó, tại đầu ra của bộ xử lý lượng tử hóa tại đó thực hiện lượng tử hóa các chỉ số mà sau đó được chuyển vào trong bộ mã hóa entropy đặc trưng có sự mã hóa cụ thể và rất hiệu quả cho bộ của các chỉ số lượng tử hóa không cho các giá trị tần số liên kề hoặc, cũng được gọi trong kỹ thuật, là "sự vận hành" của các giá trị không.

Tuy nhiên, trong bộ mã hóa âm thanh của Fig.1a, bộ xử lý lượng tử hóa đặc trưng nhận thông tin về các phần phổ thứ hai từ bộ phân tích phổ. Vì thế, bộ xử lý lượng tử hóa 404 tạo điều chắc chắn là, trong đầu ra của bộ xử lý lượng tử hóa 404, các phần phổ thứ hai được nhận dạng bởi bộ phân tích phổ 102 là không hoặc có phép biểu diễn được xác nhận bởi bộ mã hóa hóa hoặc bộ giải mã như phép biểu diễn không mà có thể được mã hóa rất hiệu quả, đặc biệt khi có "sự vận hành" của các giá trị không trong phổ.

Fig.4b minh họa việc triển khai bộ xử lý lượng tử hóa. Các giá trị phổ MDCT có thể là đầu vào vào trong khối thiết lập đến không 410. Sau đó, các phần phổ thứ hai đã đặt thành không trước khi gán trọng số bởi các hệ số tỉ lệ trong khối 412 được thực hiện. Trong triển khai bổ sung, khối 410 không được cung cấp, nhưng việc phối hợp đặt thành không được thực hiện trong khối 418 ngay sau khối gán trọng số 412. Trong triển khai khác nữa, thao tác đặt thành không có thể cũng được thực hiện trong khối đặt thành không 422 ngay sau phép lượng tử hóa trong khối lượng tử hóa 420. Trong cách triển khai này, khối 410 và 418 sẽ không có mặt. Nói chung, ít nhất một trong số các khối 410, 418, 422 được cung cấp phụ thuộc vào từng triển khai cụ thể.

Sau đó, tại đầu ra của khối 422, phổ đã lượng tử hóa thu được tương ứng với điều đã minh họa trên Fig.3a. Phổ đã lượng tử hóa này sau đó là đầu vào vào trong bộ mã hóa entropy như 232 trên Fig.2b mà có thể là bộ mã hóa Huffman hoặc bộ mã hóa số học như, ví dụ, được xác định trong tiêu chuẩn USAC.

Các khối đặt thành không 410, 418, 422, mà được cung cấp thay thế cho mỗi khối khác hoặc song song được kiểm soát bởi bộ phân tích phổ 424. Bộ phân tích phổ tốt hơn là bao gồm bất kỳ cách triển khai bộ phát hiện âm đã biết hoặc bao gồm bất kỳ

dạng khác của bộ phát hiện hoạt động để phân tách phổ thành các thành phần được mã hóa với độ phân giải cao và các thành phần được mã hóa với độ phân giải thấp. Các thuật toán khác được triển khai trong bộ phân tích phổ có thể là bộ phát hiện hoạt động giọng nói, bộ phát hiện nhiều âm, bộ phát hiện tiếng nói hay bất kỳ bộ phát hiện khác quyết định, phụ thuộc vào thông tin phổ hoặc lý lịch dữ liệu được kết hợp trên các yêu cầu độ phân giải cho các phần phổ khác nhau.

Fig.5a minh họa triển khai được ưu tiên của bộ chuyển đổi phổ theo thời gian 100 của Fig.1a như, ví dụ, được triển khai trong AAC hoặc USAC. Bộ chuyển đổi phổ theo thời gian 100 bao gồm bộ tạo cửa sổ 502 được điều khiển bởi bộ phát hiện chuyển tiếp 504. Khi bộ phát hiện chuyển tiếp 504 phát hiện chuyển tiếp, sau đó luân phiên từ các cửa sổ dài tới cửa sổ ngắn được báo hiệu tới bộ tạo cửa sổ. Bộ tạo cửa sổ 502 sau đó tính toán, cho các khối chồng lấp, các khung được tạo cửa sổ, mà từng khung được tạo cửa sổ đặc trưng có hai giá trị N như các giá trị 2048. Sau đó, việc biến đổi trong bộ biến đổi khối 506 được thực hiện, và bộ biến đổi khối điển hình này cung cấp thêm việc lấy thập phân, sao cho việc lấy thập phân/biến đổi kết hợp được thực hiện để thu được khung phổ với các giá trị N như các giá trị phổ MDCT. Do đó, với thao tác cửa sổ dài, khung tại đầu vào của khối 506 bao gồm hai giá trị N như các giá trị 2048 và khung phổ sau đó có các giá trị 1024. Tuy nhiên, sau đó, việc chuyển đổi được thực hiện cho các khối ngắn, khi tám khối ngắn được thực hiện tại từng khối ngắn có 1/8 các giá trị miền thời gian tạo cửa sổ được so sánh với cửa sổ dài và từng khối phổ có 1/8 giá trị phổ khi so sánh với khối dài. Do đó, việc lấy thập phân này được kết hợp với hoạt động chồng lấp 50% của bộ tạo cửa sổ, phổ là bản được lấy mẫu tới hạn của tín hiệu âm thanh miền thời gian 99.

Sau đây, tham chiếu đến Fig.5b minh họa triển khai cụ thể của bộ tái tạo tần số 116 và bộ chuyển đổi phổ-thời gian 118 của Fig.1b, hoặc của thao tác kết hợp của các khối 208, 212 của Fig.2a. Trên Fig.5b, dải khôi phục cụ thể được xem như dải hệ số tỉ lệ 6 của Fig.3a. Phần phổ thứ nhất trong dải khôi phục này, tức là, phần phổ thứ nhất 306 của Fig.3a là đầu vào vào trong khối xây dựng/điều chỉnh khung 510. Hơn nữa, phần phổ thứ hai được khôi phục cho dải hệ số tỉ lệ 6 cũng là đầu vào vào trong bộ xây dựng/điều chỉnh khung 510. Hơn nữa, thông tin năng lượng như E_3 của Fig.3b cho dải

hệ số tỉ lệ 6 cũng là đầu vào vào trong khối 510. Phần phổ thứ hai được khôi phục trong dải khôi phục đã được tạo ra bởi việc điền đầy ô tần số sử dụng khoảng nguồn và dải khôi phục sau đó tương ứng với khoảng đích. Ngay sau đây, việc điều chỉnh năng lượng của khung được thực hiện để cuối cùng thu được khung được khôi phục hoàn chỉnh có các giá trị N như, ví dụ, được thu tại đầu ra của bộ tổ hợp 208 của Fig.2a. Sau đó, trong khối 512, phép biến đổi/nội suy khối nghịch đảo được thực hiện để thu được các giá trị miền thời gian 248 ví dụ cho các giá trị phổ 124 tại đầu vào của khối 512. Sau đó, thao tác tạo cửa sổ tổng hợp được thực hiện trong khối 514 mà lại được kiểm soát lần nữa sự biểu thị cửa sổ dài/cửa sổ ngắn được truyền dưới dạng thông tin phụ trong tín hiệu âm thanh được mã hóa. Sau đó, trong khối 516, thao tác chồng lấp/bổ sung với khung thời gian đứng trước được thực hiện. Tốt hơn là, MDCT áp dụng việc chồng lấp 50% sao cho, với mỗi khung thời gian mới của các giá trị $2N$, giá trị miền thời gian N là đầu ra cuối cùng. Việc chồng lấp 50% được ưu tiên mạnh do thực tế là nó cung cấp việc lấy mẫu tới hạn và giao nhau liên tục từ một khung tới khung kế tiếp do hoạt động chồng lấp/bổ sung trong khối 516.

Như được minh họa tại 301 trên Fig.3a, thao tác điền đầy nhiễu âm có thể được áp dụng bổ sung không chỉ dưới tần số bắt đầu IGF, mà còn trên tần số bắt đầu IGF chẳng hạn như đối với dải khôi phục đã dự tính trùng với dải hệ số tỉ lệ 6 của Fig.3a. Sau đó, các giá trị phổ điền đầy nhiễu âm có thể cũng là đầu vào vào trong bộ điều chỉnh/bộ xây dựng khung 510 và việc điều chỉnh các giá trị phổ điền đầy nhiễu âm có thể cũng được áp dụng trong khối này hoặc giá trị phổ điền đầy nhiễu âm có thể được điều chỉnh bằng cách sử dụng năng lượng điền đầy nhiễu âm trước khi trở thành đầu vào vào trong bộ điều chỉnh/bộ xây dựng khung 510.

Tốt hơn là, thao tác IGF, tức là, thao tác điền đầy ô tần số sử dụng các giá trị phổ từ các phần khác có thể được áp dụng trong phổ hoàn chỉnh. Do đó, thao tác điền đầy ô phổ có thể không chỉ được áp dụng trong dải cao trên tần số bắt đầu IGF mà còn cũng được áp dụng trong cả dải thấp. Hơn nữa, việc điền đầy nhiễu âm không có điền đầy ô tần số còn có thể được áp dụng không chỉ dưới tần số bắt đầu IGF mà còn trên tần số bắt đầu IGF. Tuy nhiên, đã phát hiện ra rằng việc mã hóa âm thanh có chất lượng cao và hiệu quả cao có thể thu được khi thao tác điền đầy nhiễu âm được giới

hạn tới khoảng tần số dưới tần số bắt đầu IGF và khi thao tác điền đầy ô tần số bị giới hạn tới khoảng tần số trên tần số bắt đầu IGF như được minh họa trên Fig.3a.

Tốt hơn là, các ô đích (TT) (có tần số lớn hơn tần số bắt đầu IGF) bị giới hạn tới các biên dải hệ số tỉ lệ của bộ mã hóa tỷ lệ đầy đủ. Các ô nguồn (ST), từ thông tin thu được, tức là, đối với các tần số thấp hơn tần số bắt đầu IGF không được tạo giới hạn bởi các biên dải hệ số tỉ lệ. Kích thước của ST nên tương ứng với kích thước của TT đã kết hợp. Điều này được minh họa bằng cách sử dụng ví dụ dưới đây. TT[0] có độ dài bằng 10 ngăn MDCT. Điều này tương ứng chính xác với độ dài của hai SCB tiếp theo (chẳng hạn như 4 + 6). Sau đó, tất cả ST có thể có mà tương quan với TT[0], cũng có độ dài bằng 10 ngăn. Ô đích thứ hai TT[1] liền kề với TT[0] có độ dài bằng 15 ngăn I (SCB có độ dài bằng 7+8). Sau đó, ST có độ dài bằng 15 ngăn thay vì 10 ngăn như với TT[0].

Nếu trường hợp phát sinh là người ta không thể tìm thấy TT cho ST với độ dài của ô đích (ví dụ khi độ dài của TT lớn hơn khoảng nguồn khả dụng), thì không tính được sự tương quan và khoảng nguồn được sao chép một số lần vào TT này (việc sao chép được thực hiện lần lượt sao cho đường tần số cho tần số thấp nhất của bản sao thứ hai - theo tần số - đường tần số cho tần số cao nhất của bản sao thứ nhất), cho đến khi ô đích TT được điền đầy hoàn toàn.

Sau đây, tham chiếu đến Fig.5c minh họa phương án được ưu tiên nữa của bộ tái tạo tần số 116 của Fig.1b hoặc khối IGF 202 của Fig.2a. Khối 522 là bộ tạo ô tần số nhận, không chỉ dải đích ID mà còn nhận thêm dải nguồn ID. Dẫn chứng là, được xác định trên phía bộ mã hóa mà dải hệ số tỉ lệ 3 của Fig.3a rất phù hợp với dải hệ số tỉ lệ khôi phục 7. Do đó, dải nguồn ID sẽ là 2 và dải đích ID sẽ là 7. Dựa trên thông tin này, bộ tạo ra ô tần số 522 áp dụng việc sao chép tăng hoặc thao tác điền đầy ô sóng hài hoặc thao tác điền đầy ô khác bất kỳ để tạo ra phần thứ hai thô của các thành phần phổ 523. Phần thứ hai thô của các thành phần phổ có độ phân giải tần số đồng nhất với độ phân giải tần số có trong tập hợp thứ nhất của các phần phổ thứ nhất.

Sau đó, phần phổ thứ nhất của dải khôi phục chẳng hạn như 307 của Fig.3a là đầu vào vào trong bộ xây dựng khung 524 và phần thứ hai thô 523 cũng là đầu vào vào trong bộ xây dựng khung 524. Sau đó, khung đã khôi phục được điều chỉnh bằng bộ

điều chỉnh 526 sử dụng hệ số khuếch đại cho dải khôi phục được tính toán bởi bộ tính toán hệ số khuếch đại 528. Tuy nhiên, quan trọng là, phần phổ thứ nhất trong khung không bị ảnh hưởng bởi bộ điều chỉnh 526, mà chỉ phần thứ hai thô cho khung khôi phục bị ảnh hưởng bởi bộ điều chỉnh 526. Để đạt được điều này, bộ tính toán hệ số khuếch đại 528 phân tích dải nguồn hoặc phần thứ hai thô 523 và phân tích thêm phần phổ thứ nhất trong dải khôi phục để cuối cùng tìm ra hệ số khuếch đại chuẩn 527 sao cho năng lượng của đầu ra khung đã điều chỉnh xuất ra bởi bộ điều chỉnh 526 có năng lượng E_4 khi dải hệ số tỉ lệ 7 được dự tính.

Trong phạm vi này, rất quan trọng là ước tính độ chính xác khôi phục tần số cao của sáng chế so với HE-AAC. Điều này được giải thích với dải hệ số tỉ lệ 7 trên Fig.3a. Điều này được giả định rằng bộ mã hóa đã có trước trong tình trạng kỹ thuật như được minh họa trên Fig.13a sẽ phát hiện phần phổ 307 để được mã hóa với độ phân giải cao như "sóng hài khuyết". Sau đó, năng lượng của thành phần phổ này sẽ được truyền cùng với thông tin đường bao phổ cho dải khôi phục như dải hệ số tỉ lệ 7 tới bộ giải mã. Sau đó, bộ giải mã sẽ tạo lại sóng hài khuyết. Tuy nhiên, giá trị phổ, tại sóng hài khuyết 307 sẽ được khôi phục bằng bộ giải mã đã có trước trong tình trạng kỹ thuật của Fig.13b sẽ ở giữa dải 7 tại tần số được biểu thị bằng tần số khôi phục 390. Do đó, sáng chế ngăn chặn lỗi tần số 391 mà sẽ được đưa vào bởi bộ giải mã đã có trước trong tình trạng kỹ thuật của Fig.13d.

Trong khi triển khai, bộ phân tích phổ cũng được triển khai để tính toán những điểm tương đồng giữa các phần phổ thứ nhất với các phần phổ thứ hai và để xác định, dựa trên các điểm tương đồng đã tính toán, để phần phổ thứ hai trong khoảng khôi phục phần phổ thứ nhất phù hợp với phần phổ thứ hai như là có thể xảy ra. Sau đó, trong khi triển khai khoảng nguồn/khoảng đích có thể thay đổi này, bộ mã hóa theo tham số sẽ được đưa thêm vào trong phép biểu diễn được mã hóa thứ hai thông tin phù hợp biểu thị cho từng khoảng đích khoảng nguồn phù hợp. Trên phía bộ giải mã, thông tin này sau đó sẽ được sử dụng bởi bộ tạo ô tần số 522 của Fig.5c minh họa sự tạo ra phần thứ hai thô 523 dựa trên dải nguồn ID và dải đích ID.

Hơn nữa, như minh họa trên Fig.3a, bộ phân tích phổ được tạo cấu hình để phân tích phép biểu diễn phổ tăng đến tần số phân tích tối đa chỉ là lượng nhỏ dưới một nửa tần số lấy mẫu và tốt hơn là ít nhất là một phần tư của tần số lấy mẫu hoặc cao hơn.

Như đã minh họa, bộ mã hóa hoạt động không lấy mẫu giảm và bộ giải mã hoạt động không lấy mẫu tăng. Nói cách khác, bộ mã hóa âm thanh miền phổ được tạo cấu hình để tạo ra phép biểu diễn phổ có tần số Nyquist được xác định bởi tốc độ lấy mẫu của tín hiệu âm thanh đầu vào gốc.

Hơn nữa, như được minh họa trên Fig.3a, bộ phân tích phổ được tạo cấu hình để phân tích phép biểu diễn phổ bắt đầu với tần số bắt đầu điền đầy khoảng trống và kết thúc với tần số tối đa được biểu diễn bởi tần số tối đa có trong phép biểu diễn phổ, trong đó phần phổ mở rộng từ tần số tối thiểu lên đến tần số bắt đầu điền đầy khoảng trống thuộc tập hợp thứ nhất của các phần phổ và trong đó những phần phổ khác nữa như 304, 305, 306, 307 có các giá trị tần số trên tần số điền đầy khoảng trống được chứa thêm trong tập hợp thứ nhất của các phần phổ thứ nhất.

Như đã phác họa, bộ giải mã âm thanh miền phổ 112 được tạo cấu hình để tần số tối đa được biểu diễn bởi giá trị phổ trong phép biểu diễn được giải mã thứ nhất bằng với tần số tối đa được chứa trong phép biểu diễn theo thời gian có tốc độ lấy mẫu trong đó giá trị phổ để tần số tối đa trong tập hợp thứ nhất của các phần phổ thứ nhất bằng không hoặc khác không. Dù thế nào, đối với tần số tối đa này trong tập hợp thứ nhất của các thành phần phổ hệ số tỉ lệ cho dải hệ số tỉ lệ tồn tại, mà được tạo ra và được truyền bất kể tất cả giá trị phổ trong dải hệ số tỉ lệ này có được đặt thành không hoặc khác không như đã thảo luận phạm vi của Fig. 3a và Fig.3b hay không.

Do đó, sáng chế này ưu điểm so với kỹ thuật theo tham số khác là làm tăng hiệu quả nén, ví dụ, việc thay thế nhiều âm và điền đầy nhiều âm (các kỹ thuật này dành riêng cho việc biểu diễn hiệu quả của nhiều âm như cảnh tín hiệu cục bộ) sáng chế cho phép tái tạo tần số chính xác của các thành phần âm. Đến nay, không kỹ thuật thuộc tình trạng kỹ thuật nào giải quyết được việc biểu diễn theo tham số hiệu quả của lượng tín hiệu tùy ý bằng cách điền đầy khoảng trống phổ không hạn chế của sự phân chia ưu tiên được cố định trong dải thấp (LF) và dải cao (HF).

Các phương án của hệ thống theo sáng chế cải thiện cách tiếp cận trong tình trạng kỹ thuật và do đó cung cấp hiệu quả nén cao, không hoặc chỉ một chút sự không hài lòng về cảm giác của băng thông âm thanh đầy đủ thậm chí với tốc độ bit thấp.

Hệ thống thông thường gồm có:

- mã hóa lõi băng đầy đủ
- điền đầy khoảng trống thông minh (điền đầy ô hoặc điền đầy nhiều âm)
- các phần âm thừa thớt trong lõi được chọn bởi màn chắn âm
- mã hóa cặp âm thanh lập thể ghép cho băng đầy đủ, chứa việc điền đầy ô
- TNS trên ô
- làm trắng phổ trong khoảng IGF

Bước thứ nhất hướng đến hệ thống hiệu quả hơn là để loại bỏ sự cần thiết cho biến đổi dữ liệu phổ thành miền biến đổi thứ hai khác với một trong số bộ mã hóa lõi. Như đa số bộ mã hóa giải mã âm thanh, như AAC là ví dụ, sử dụng MDCT như việc biến đổi căn bản, sẽ hữu ích để cũng thực hiện BWE trong miền MDCT. Yêu cầu thứ hai với hệ thống BWE sẽ cần thiết để bảo toàn việc ghi âm bằng cách thậm chí các thành phần âm HF được bảo toàn và chất lượng của âm thanh được mã hóa là ưu việt hơn các hệ thống hiện có. Việc đảm bảo cả các yêu cầu đã đề cập ở trên cho sơ đồ BWE, hệ thống mới được đề xuất được gọi là điền đầy khoảng trống thông minh (IGF). Fig.2b thể hiện sơ đồ khối của hệ thống được đề xuất trên phía bộ mã hóa và Fig.2a thể hiện hệ thống trên phía bộ giải mã.

Fig.9a minh họa thiết bị giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa gồm có phép biểu diễn được mã hóa của tập hợp thứ nhất của phần phổ thứ nhất và phép biểu diễn được mã hóa của dữ liệu theo tham số biểu thị năng lượng phổ cho bộ thứ hai của các phần phổ thứ hai. Tập hợp thứ nhất của các phần phổ thứ nhất được xác định tại 901a trên Fig.9a, và phép biểu diễn được mã hóa của dữ liệu theo tham số được biểu thị tại 901b trên Fig.9a. Bộ giải mã âm thanh 900 được cung cấp để giải mã phép biểu diễn được mã hóa 901a của tập hợp thứ nhất của các phần phổ thứ nhất để thu tập hợp thứ nhất được giải mã của các phần phổ thứ nhất 904 và để giải mã phép biểu diễn được

mã hóa của dữ liệu theo tham số để thu được dữ liệu theo tham số được giải mã 902 cho tập hợp thứ hai của các phần phổ thứ hai biểu thị các năng lượng riêng rẽ cho các dải khôi phục riêng rẽ, trong đó các phần phổ thứ hai được đặt trong các dải khôi phục. Hơn nữa, bộ tái tạo tần số 906 được cung cấp để khôi phục các giá trị phổ của dải khôi phục gồm có phần phổ thứ hai. Bộ tái tạo tần số 906 sử dụng phần phổ thứ nhất của tập hợp thứ nhất của các phần phổ thứ nhất và thông tin năng lượng riêng rẽ cho dải khôi phục, trong đó dải khôi phục bao gồm phần phổ thứ nhất và phần phổ thứ hai. Bộ tái tạo tần số 906 gồm có bộ tính toán 912 để xác định thông tin năng lượng tồn tại bao gồm năng lượng đã tích lũy của phần phổ thứ nhất có các tần số trong dải khôi phục. Thêm nữa, bộ tái tạo tần số 906 bao gồm bộ tính toán 918 để xác định thông tin năng lượng ô của các phần phổ khác nữa của dải khôi phục và các giá trị tần số khác với phần phổ thứ nhất, trong đó, các giá trị tần số này có các tần số trong dải khôi phục, trong đó các phần phổ khác nữa được tạo ra bởi việc tái tạo tần số sử dụng phần phổ thứ nhất khác phần phổ thứ nhất trong dải khôi phục.

Bộ tái tạo tần số 906 còn bao gồm bộ tính toán 914 cho năng lượng thiếu trong dải khôi phục, và bộ tính toán 914 hoạt động bằng cách sử dụng năng lượng riêng rẽ cho dải khôi phục và năng lượng còn lại được tạo ra bởi khối 912. Hơn nữa, bộ tái tạo tần số 906 gồm có bộ điều chỉnh đường bao phổ 916 để điều chỉnh các phần phổ thêm nữa trong dải khôi phục dựa trên thông tin năng lượng thiếu và thông tin năng lượng ô được tạo ra bởi khối 918.

Tham chiếu tới Fig.9c minh họa dải khôi phục nhất định 920. Dải khôi phục bao gồm phần phổ thứ nhất trong dải khôi phục như phần phổ thứ nhất 306 trên Fig.3a minh họa dưới dạng sơ đồ ở 912. Hơn nữa, phần còn lại của các giá trị phổ trong dải khôi phục 920 được tạo ra bằng cách sử dụng vùng nguồn, ví dụ, từ dải hệ số tỉ lệ 1, 2, 3 dưới tần số bắt đầu điền đầy khoảng trống thông minh 309 của Fig.3a. Bộ tái tạo tần số 906 được tạo cấu hình để tạo ra các giá trị phổ thô cho phần phổ thứ hai 922 và 923. Sau đó, hệ số khuếch đại g được tính toán như minh họa trên Fig.9c để cuối cùng điều chỉnh các giá trị phổ thô trong dải phổ 922, 923 để thu được các phần phổ thứ hai đã khôi phục và điều chỉnh trong dải khôi phục 920 mà giờ đây có độ phân giải phổ tương tự, tức là, khoảng cách đường giống nhau như phần phổ thứ nhất 921. Quan trọng là

hiểu rõ rằng phần phổ thứ nhất trong dải khôi phục đã minh họa ở 921 trên Fig.9c được giải mã bởi bộ giải mã âm thanh 900 và không bị ảnh hưởng bởi khối đã thể hiện điều chỉnh đường bao 916 của Fig.9b. Thay vào đó, phần phổ thứ nhất trong dải khôi phục đã cho biết ở 921 là phía trái như nó có, từ phần phổ thứ nhất này là đầu ra bởi băng thông đầy đủ hoặc bộ giải mã âm thanh tốc độ đầy đủ 900 thông qua đường 904.

Sau đây, ví dụ nhất định với các số thực được thảo luận. Năng lượng tồn tại còn lại theo tính toán của khối 912 ví dụ là năm đơn vị năng lượng và năng lượng này là năng lượng của bốn vạch phổ được biểu thị mẫu trong phần phổ thứ nhất 921.

Hơn nữa, giá trị năng lượng E3 cho dải khôi phục tương ứng với dải hệ số tỉ lệ 6 của Fig.3b hoặc Fig.3a là bằng với 10 đơn vị. Quan trọng là, giá trị năng lượng không chỉ bao gồm năng lượng của phần phổ 922, 923 mà còn bao gồm năng lượng đầy đủ của dải khôi phục 920 như đã tính toán trên phía bộ mã hóa, tức là, trước khi thực hiện việc sử dụng phân tích phổ ví dụ như màn chắn âm. Do đó, mười đơn vị năng lượng che phần phổ thứ nhất và thứ hai trong dải khôi phục. Sau đó, giả sử rằng năng lượng của dữ liệu khoảng nguồn cho khối 922, 923 hoặc cho dữ liệu khoảng đích thô cho khối 922, 923 là bằng với tám đơn vị năng lượng. Do đó, năng lượng thiếu của năm đơn vị được tính toán.

Dựa trên năng lượng thiếu bị tách ra bởi năng lượng ô tEk, hệ số khuếch đại 0,79 được tính toán. Sau đó, các đường phổ thô cho các phần phổ thứ hai 922, 923 được nhân với hệ số khuếch đại đã tính toán. Theo đó, chỉ các giá trị phổ cho phần phổ thứ hai 922, 923 được điều chỉnh và các đường phổ cho phần phổ thứ nhất 921 không bị ảnh hưởng bởi việc điều chỉnh đường bao này. Tiếp theo việc nhân lên các giá trị phổ thô cho các phần phổ thứ hai 922, 923, dải khôi phục hoàn chỉnh được tính toán gồm có các phần phổ thứ nhất trong dải khôi phục, và gồm các đường phổ trong các phần phổ thứ hai 922, 923 trong dải khôi phục 920.

Tốt hơn là, khoảng nguồn để tạo ra dữ liệu phổ thô trong dải 922, 923 là, với tần số, dưới tần số bắt đầu IGF 309 và dải khôi phục 920 là phía trên tần số bắt đầu IGF 309.

Hơn nữa, ưu tiên các biên dải khôi phục trùng với các biên dải hệ số tỉ lệ. Do đó, trong một phương án, dải khôi phục có kích thước của các dải hệ số tỉ lệ tương ứng

của bộ giải mã âm thanh lõi có kích thước sao cho khi việc tạo cặp năng lượng được áp dụng, giá trị năng lượng cho dải khôi phục cung cấp năng lượng bằng hai hoặc số nguyên lớn hơn của các dải hệ số tỉ lệ. Do đó, khi giả sử rằng việc tích lũy năng lượng được thực hiện cho dải hệ số tỉ lệ 4, dải hệ số tỉ lệ 5 và dải hệ số tỉ lệ 6, thì biên tần số thấp hơn của dải khôi phục 920 là bằng với biên thấp hơn của dải hệ số tỉ lệ 4 và biên tần số cao hơn của dải khôi phục 920 trùng với biên cao hơn của dải hệ số tỉ lệ 6.

Sau đây, Fig.9d được thảo luận để thể hiện chức năng khác nữa của bộ giải mã của Fig.9a. Bộ giải mã âm thanh 900 nhận các giá trị phổ được khử lượng tử hóa tương ứng với các phần phổ thứ nhất của tập hợp thứ nhất của các phần phổ và ngoài ra còn các hệ số tỉ lệ cho các dải hệ số tỉ lệ như đã minh họa trên Fig.3b được cung cấp cho khối tỉ lệ nghịch đảo 940. Khối tỉ lệ nghịch đảo 940 cung cấp tất cả các tập hợp thứ nhất của các phần phổ thứ nhất dưới tần số bắt đầu IGF 309 của Fig.3a và ngoài ra các phần phổ thứ nhất trên tần số bắt đầu IGF, tức là, phần phổ thứ nhất 304, 305, 306, 307 của Fig.3a mà tất cả được đặt trong dải khôi phục như được minh họa ở 941 trên Fig.9d. Hơn nữa, các phần phổ thứ nhất trong dải nguồn được sử dụng để điền đầy ô tần số trong dải khôi phục được cung cấp cho bộ điều chỉnh/bộ tính toán đường bao 942 và khối này nhận thêm thông tin năng lượng cho dải khôi phục được cung cấp dưới dạng thông tin phụ theo tham số tới tín hiệu âm thanh được mã hóa như được minh họa ở 943 trên Fig.9d. Sau đó, bộ điều chỉnh/bộ tính toán đường bao 942 cung cấp chức năng của Fig.9b và 9c và các giá trị phổ đã điều chỉnh đầu ra cuối cùng cho các phần phổ thứ hai trong dải khôi phục. Các giá trị đã điều chỉnh này 922, 923 cho các phần phổ thứ hai trong dải khôi phục và các phần phổ thứ nhất 921 trong dải khôi phục được biểu thị đường 941 trên Fig.9d biểu diễn ghép phép biểu diễn phổ hoàn chỉnh của dải khôi phục.

Sau đây, tham chiếu tới các hình vẽ từ Fig.10a tới Fig.10b để giải thích các phương án được ưu tiên của bộ mã hóa âm thanh để mã hóa tín hiệu âm thanh để cung cấp hoặc tạo ra tín hiệu âm thanh được mã hóa. Bộ mã hóa gồm có bộ chuyển đổi thời gian/phổ 1002 cung cấp bộ phân tích phổ 1004, và bộ phân tích phổ 1004 một mặt được nối với bộ tính toán tham số và mặt khác được nối với bộ mã hóa âm thanh 1008. Bộ mã hóa âm thanh 1008 cung cấp phép biểu diễn được mã hóa của tập hợp thứ nhất

của các phần phổ thứ nhất và không bao gồm tập hợp thứ hai của các phần phổ thứ hai. Mặt khác, bộ tính toán tham số 1006 cung cấp thông tin năng lượng cho dải khôi phục bao gồm phần phổ thứ nhất và thứ hai. Hơn nữa, bộ mã hóa âm thanh 1008 được tạo cấu hình để tạo ra phép biểu diễn được mã hóa thứ nhất của tập hợp thứ nhất của các phần phổ thứ nhất có độ phân giải phổ thứ nhất, trong đó bộ mã hóa âm thanh 1008 cung cấp các hệ số tỉ lệ cho tất cả các dải của phép biểu diễn phổ được tạo ra bởi khối 1002. Và như minh họa trên Fig.3b, bộ mã hóa cung cấp thông tin năng lượng ít nhất cho các dải khôi phục được đặt, đối với tần số, phía trên tần số bắt đầu IGF 309 như được minh họa trên Fig.3a. Do đó, để các dải khôi phục tốt hơn là trùng với các dải hệ số tỉ lệ hoặc với các nhóm dải hệ số tỉ lệ, hai giá trị được đưa ra, tức là, hệ số tỉ lệ tương ứng từ bộ mã hóa âm thanh 1008 và ngoài ra, thông tin năng lượng được xuất ra bởi bộ tính toán tham số 1006.

Bộ mã hóa âm thanh tốt hơn là có các dải hệ số tỉ lệ với các băng thông tần số khác nhau, tức là, với số lượng khác nhau của các giá trị phổ. Theo đó, bộ tính toán theo tham số gồm có bộ chuẩn hóa 1012 để chuẩn hóa các năng lượng cho băng thông khác nhau đối với băng thông của dải khôi phục cụ thể. Để đạt được điều này, bộ chuẩn hóa 1012 nhận, như các đầu vào, năng lượng trong dải và số lượng các giá trị phổ trong dải và bộ chuẩn hóa 1012 sau đó xuất ra năng lượng được chuẩn hóa trên mỗi dải khôi phục/dải hệ số tỉ lệ.

Hơn nữa, bộ tính toán theo tham số 1006 của Fig.10a gồm có bộ tính toán giá trị năng lượng nhận thông tin điều khiển từ lõi hoặc bộ mã hóa âm thanh 1008 như được minh họa bằng đường 1007 trên Fig.10a. Thông tin điều khiển này có thể bao gồm thông tin về khối dài/ngắn được sử dụng bởi bộ mã hóa âm thanh và/hoặc việc nhóm thông tin. Vì thế nên, trong khi thông tin về các khối dài/ngắn và việc nhóm thông tin về các cửa sổ ngắn liên quan với việc nhóm "thời gian", việc nhóm thông tin có thể có liên quan thêm đến việc nhóm phổ, tức là, việc nhóm hai dải hệ số tỉ lệ thành dải khôi phục đơn lẻ. Vì thế, bộ tính toán giá trị năng lượng 1014 xuất ra giá trị năng lượng đơn lẻ cho từng dải đã được nhóm bao gồm phần phổ thứ nhất và thứ hai khi chỉ các phần phổ được nhóm.

Fig.10d minh họa phương án khác nữa để thực hiện việc nhóm phổ. Để đạt được điều này, khối 1016 được tạo cấu hình để tính toán các giá trị năng lượng cho hai dải liền kề. Sau đó, trong khối 1018, các giá trị năng lượng cho các dải liền kề được so sánh và, khi các giá trị năng lượng không khác biệt nhiều hơn hoặc khác biệt ít hơn được xác định bởi, ví dụ, ngưỡng, thì giá trị (được chuẩn hóa) đơn lẻ cho cả các dải được tạo ra như được xác định trong khối 1020. Như minh họa bởi đường 1019, khối 1018 có thể được bỏ qua. Thêm nữa, việc tạo ra giá trị đơn lẻ cho hai hoặc nhiều hơn hai dải được thực hiện bởi khối 1020 có thể được điều khiển bởi việc điều khiển tốc độ bit của bộ mã hóa 1024. Do đó, khi tốc độ bit được làm giảm, việc điều khiển tốc độ bit điều khiển được mã hóa 1024 điều khiển khối 1020 để tạo ra giá trị được chuẩn hóa đơn lẻ cho hai hoặc nhiều hơn hai dải thậm chí dù việc so sánh trong khối 1018 không được cho phép để nhóm các giá trị thông tin năng lượng.

Trong trường hợp bộ mã hóa âm thanh thực hiện việc nhóm hai hoặc nhiều hơn hai cửa sổ ngắn, việc nhóm này cũng được áp dụng cho thông tin năng lượng. Khi bộ mã hóa lỗi thực hiện việc nhóm hai hoặc nhiều hơn hai khối ngắn, sau đó, để hai hoặc nhiều hơn hai khối này, chỉ bộ đơn lẻ của các hệ số tỉ lệ được tính toán và truyền. Trên phía bộ giải mã, bộ giải mã âm thanh sau đó áp dụng tập hợp các hệ số tỉ lệ tương tự cho cả hai cửa sổ được nhóm.

Đối với việc tính toán thông tin năng lượng, các giá trị phổ trong dải khôi phục được tích lũy trên hai hoặc nhiều hơn hai cửa sổ ngắn. Nói cách khác, có nghĩa là các giá trị phổ trong dải khôi phục nhất định cho khối ngắn và cho khối ngắn tiếp theo được tích lũy với nhau và chỉ thông tin năng lượng đơn lẻ được truyền cho dải khôi phục này chứa hai khối ngắn. Sau đó, trên phía bộ giải mã, việc điều chỉnh đường bao được thảo luận đối với các hình vẽ từ Fig.9a tới Fig.9d không được thực hiện riêng rẽ cho từng khối ngắn nhưng được thực hiện với nhau cho tập hợp các cửa sổ ngắn được nhóm.

Việc chuẩn hóa tương ứng sau đó lại được sử dụng để thậm chí bất kỳ việc tạo nhóm theo tần số hoặc tạo nhóm theo thời gian được thực hiện, việc chuẩn hóa dễ dàng cho phép điều đó, để tính toán thông tin giá trị năng lượng trên phía bộ giải mã,

một mặt chỉ giá trị thông tin năng lượng và số lượng đường phổ trong dải khôi phục hoặc trong bộ của dải khôi phục đã được nhóm đã biết.

Hơn nữa, cần nhấn mạnh rằng thông tin về các năng lượng phổ, thông tin về năng lượng riêng rẽ hay thông tin năng lượng riêng rẽ, thông tin về năng lượng còn lại hay thông tin năng lượng còn lại, thông tin ô năng lượng hay thông tin năng lượng ô, hoặc thông tin về năng lượng thiếu hay thông tin năng lượng thiếu có thể bao gồm không chỉ giá trị năng lượng, mà còn bao gồm giá trị biên độ (ví dụ tuyệt đối), giá trị mức hoặc giá trị khác bất kỳ, từ đó có thể suy ra giá trị năng lượng cuối cùng. Vì thế, thông tin về năng lượng có thể ví dụ bao gồm giá trị năng lượng của chính nó, và/hoặc giá trị mức và/hoặc biên độ và/hoặc biên độ tuyệt đối.

Fig.12a minh họa triển khai khác nữa của thiết bị giải mã. Dòng bit được nhận bởi bộ giải mã lỗi 1200 mà có thể ví dụ là bộ giải mã AAC. Kết quả là được tạo cấu hình thành tầng để thực hiện tạo ô hoặc vá lỗi mở rộng băng thông 1202 tương ứng với ví dụ bộ tái tạo tần số 604. Sau đó, biện pháp xử lý sau và thích ứng bản vá/ô được thực hiện, và, khi sự thích ứng bản vá đã được thực hiện, bộ tái tạo tần số 1202 được điều khiển để thực hiện tái tạo tần số khác nữa, nhưng lúc này với, ví dụ, các biên tần số được điều chỉnh. Hơn nữa, khi việc xử lý bản vá được thực hiện như bởi việc làm suy giảm hoặc loại bỏ các đường âm, kết quả là sau khi được chuyển trực tiếp đến khối 1206 thực hiện việc tạo hình đường bao băng thông được được dẫn tham số như, ví dụ, cũng được thảo luận trong phạm vi của khối 712 hoặc 826. Kết quả là sau khi được chuyển trực tiếp đến khối biến đổi tổng hợp 1208 để thực hiện biến đổi thành miền đầu ra cuối cùng mà, ví dụ, miền đầu ra PCM như được minh họa trên Fig.12a.

Các đặc điểm chính của các phương án thuộc sáng chế như sau:

Phương án được ưu tiên dựa trên MDCT mà biểu hiện các giả âm điều biến tần số được tham khảo ở trên nếu các vùng phổ âm được lược bớt bởi lựa chọn không thích hợp của tần số giao chéo và/hoặc các đoạn mảng vá, hoặc các thành phần âm đưa đến được đặt quá gần vùng lân cận ở các biên mảng vá.

Fig.12b thể hiện cách kỹ thuật làm giảm các giả âm mới được đề xuất được tìm ra trong các phương pháp BWE theo tình trạng kỹ thuật. Trên Fig.12 phần (2), phổ độ âm lượng được cách điệu của đầu ra của phương pháp BWE đương thời được thể hiện.

Trong ví dụ này, tín hiệu bị giảm sút về cảm giác bởi sự tạo phách được gây ra bởi hai âm gần đó, và còn bởi sự phân chia của âm. Cả hai vùng phổ có vấn đề được đánh dấu với mỗi vòng tròn.

Để khắc phục được các vấn đề này, kỹ thuật mới trước hết phát hiện vị trí phổ của các thành phần âm có trong tín hiệu. Sau đó, theo một khía cạnh của sáng chế, nó được thử để điều chỉnh các tần số chuyển tiếp giữa LP và tất cả các bản vá bởi các dịch chuyển riêng rẽ (bên trong các giới hạn đã đưa ra) sao cho sự phân chia hoặc tạo phách của các thành phần âm được tối thiểu hóa. Với mục đích này, tần số chuyển tiếp tốt hơn là phù hợp với cực tiểu phổ nội vùng. Bước này được thể hiện trên Fig.12b phần (2) và phần (3), trong đó tần số chuyển tiếp f_{x2} được dịch chuyển về các tần số cao hơn, tạo thành f'_{x2} .

Theo một khía cạnh khác của sáng chế, nếu nội dung phổ có vấn đề trong các vùng chuyển tiếp còn lại, ít nhất một trong số các thành phần âm được đặt không đúng chỗ được loại bỏ để làm giảm hoặc giả âm tạo phách ở các tần số chuyển tiếp hoặc điều biến tần số. Việc này được thực hiện qua phép ngoại suy hoặc nội suy/điền đầy phổ, như được thể hiện trên Fig.2 phần (3). Thành phần âm do đó được loại bỏ từ điểm chân đến điểm chân tức là, từ cực tiểu nội vùng bên trái của nó đến cực tiểu nội vùng bên phải của nó. Phổ thu được sau khi áp dụng kỹ thuật theo sáng chế được thể hiện trên Fig.12b phần (4).

Nói cách khác, Fig.12b minh họa tín hiệu gốc ở góc trên bên trái, tức là, trong phần (1). Ở góc trên bên phải, tức là, trong phần (2), việc so sánh tín hiệu được mở rộng bằng thông với các khu vực có vấn đề được đánh dấu bởi các hình elip 1220 và 1221 được thể hiện. Ở góc dưới bên trái, tức là, trong phần (3), hai đặc tính xử lý bản vá hoặc ô tần số được ưu tiên được minh họa. Sự phân chia của các phần âm đã được giải quyết bằng cách nâng cao các biên tần số f'_{x2} để việc cắt phần âm tương ứng không có thêm nữa. Hơn nữa, các hàm khuếch đại 1030 để loại bỏ phần âm 1031 và 1032 được áp dụng hoặc, thay vào đó, sự nội suy được minh họa bởi 1033 được biểu thị. Cuối cùng, ở góc dưới bên phải của Fig.12b, tức là phần (4) mô tả tín hiệu được cải thiện thu được một mặt từ tổ hợp của việc điều chỉnh tần số ô/bản vá với việc loại bỏ hoặc ít nhất là suy giảm của các phần âm có vấn đề.

Phần (1) của Fig.12b minh họa, như được thảo luận trước đó, phổ gốc, và phổ gốc có khoảng tần số lỗi lên đến giao chéo hoặc tần số bắt đầu điền đầy khoảng trống f_{x1} .

Do đó, tần số f_{x1} minh họa tần số biên 1250 giữa khoảng nguồn 1252 với khoảng khôi phục 1254 kéo dài giữa tần số biên 1250 và tần số cực đại mà nhỏ hơn hoặc bằng với tần số Nyquist $f_{Nyquist}$. Trên phía bộ mã hóa, giả định rằng tín hiệu bị giới hạn bằng thông ở f_{x1} hoặc, khi kỹ thuật liên quan đến điền đầy khoảng trống thông minh được áp dụng, giả định rằng f_{x1} tương ứng với tần số bắt đầu điền đầy khoảng trống 309 của Fig.3a. Phụ thuộc vào kỹ thuật, khoảng khôi phục ở trên f_{x1} sẽ trống rỗng (trong trường hợp thực hiện Fig.13a, 13b) hoặc sẽ bao gồm các phần phổ thứ nhất nhất định được mã hóa với độ phân giải cao như được thảo luận trong phạm vi của Fig.3a.

Fig.12b, phần (2) minh họa tín hiệu được tái tạo sơ bộ, ví dụ được tạo ra bởi khối 702 của Fig.7a mà có hai phần có vấn đề. Một phần có vấn đề được minh họa ở 1220. Khoảng cách tần số giữa phần âm bên trong vùng lỗi được minh họa ở 1220a và phần âm ở lúc bắt đầu của ô tần số được minh họa ở 1220b là quá nhỏ để giả âm tạo phách sẽ được tạo thành. Phương án nữa là ở biên phía trên của ô tần số thứ nhất được tạo ra bởi thao tác vá lỗi thứ nhất hoặc thao tác tạo ô tần số được minh họa ở 1225 bị cắt nửa chừng hoặc phần âm cắt 1226. Khi phần âm 1226 này được so sánh với các phần âm còn lại trên Fig.12b, rõ ràng là chiều rộng nhỏ hơn chiều rộng của phần âm điển hình mà nó có nghĩa là phần âm này được cắt bằng cách thiết lập biên tần số giữa ô tần số thứ nhất 1225 và ô tần số thứ hai 1227 ở vị trí sai trong khoảng nguồn 1252. Để giải quyết vấn đề này, tần số biên f_{x2} đã được biến đổi để bit trở nên lớn hơn một chút như được minh họa trong phần (3) trên Fig.12b, sao cho việc cắt của phần âm này không xảy ra.

Mặt khác, quy trình này trong đó f_{x2} đã bị thay đổi không giải quyết hiệu quả vấn đề tạo phách do đó được giải quyết bằng cách loại bỏ các thành phần âm bằng việc lọc hoặc nội suy hoặc bằng các biện pháp khác bất kỳ như được bộc lộ trong phạm vi của khối 708 của Fig.7a. Do đó, Fig.12b minh họa việc áp dụng liên tiếp sự điều chỉnh tần số chuyển tiếp 706 và việc loại bỏ các thành phần âm ở các biên được minh họa ở 708.

Lựa chọn khác sẽ là thiết lập biên chuyển tiếp f_{x1} sao cho bit thấp hơn một chút để phần âm 1220 không ở trong khoảng lỗi nào cả. Sau đó, phần âm 1220a còn được khử hoặc được loại bỏ bằng cách thiết lập tần số chuyển tiếp f_{x1} ở giá trị thấp hơn.

Quy trình này cũng sẽ được làm để giải quyết vấn đề với thành phần âm có vấn đề 1032. Bằng việc thiết lập f_{x2} thậm chí cao hơn, phần phổ trong đó phần âm 1032 được đặt sẽ được tái tạo bên trong thao tác vá lỗi thứ nhất 1225 và do đó, hai phần âm liền kề hoặc lân cận sẽ không xảy ra.

Về cơ bản, vấn đề tạo phách phụ thuộc vào các biên độ và khoảng cách về tần số của các phần âm liền kề. Bộ phát hiện 704, 720 hoặc được trình bày thông thường hơn, bộ phân tích 620 tốt hơn là được tạo cấu hình theo cách mà việc phân tích của phần phổ thấp hơn được đặt trong tần số dưới tần số chuyển tiếp như f_{x1} , f_{x2} , f_{x3} được phân tích để định vị thành phần âm bất kỳ. Hơn nữa, khoảng phổ ở trên tần số chuyển tiếp cũng được phân tích để phát hiện thành phần âm. Khi việc phát hiện dẫn đến hai thành phần âm, một thành phần ở bên trái của tần số chuyển tiếp theo tần số và một thành phần ở bên phải (theo tần số tăng dần), thì bộ loại bỏ các thành phần âm ở các biên được minh họa ở 708 trên Fig.7a được kích hoạt. Việc phát hiện các thành phần âm được thực hiện trong khoảng phát hiện nhất định mà mở rộng, từ tần số chuyển tiếp, theo cả hướng ít nhất 20% đối với băng thông của dải tương ứng và tốt hơn là chỉ mở rộng đến 10% giảm dần đến bên trái của của tần số chuyển tiếp và tăng dần đến bên phải của tần số chuyển tiếp được liên quan đến băng thông tương ứng, tức là, một mặt băng thông của khoảng nguồn và mặt khác khoảng khôi phục, khi tần số chuyển tiếp là tần số chuyển tiếp giữa hai ô tần số 1225, 1227, tương ứng 10% lượng ô tần số tương ứng. Trong phương án nữa, băng thông phát hiện được xác định trước là một Bark. Sẽ có khả năng để loại bỏ các phần âm bên trong khoảng bằng 1 Bark quanh biên bản vá, để khoảng phát hiện hoàn chỉnh là 2 Bark, tức là, một Bark trong dải thấp hơn và một Bark trong dải cao hơn, trong đó một Bark trong dải thấp hơn là liền kề ngay sau một Bark trong dải cao hơn.

Theo phương án khác của sáng chế, để làm giảm các giả âm tạo vòng của bộ lọc, bộ lọc giao chéo trong miền tần số được áp dụng cho hai vùng phổ liên tiếp, tức là,

giữa dải lõi và bản vá thứ nhất hoặc giữa hai bản vá. Tốt hơn là, bộ lọc giao chéo là tín hiệu có khả năng thích ứng.

Bộ lọc giao chéo chứa hai bộ lọc, bộ lọc giảm dần h_{out} , mà được áp dụng với vùng phổ thấp hơn, và bộ lọc tăng dần h_{in} , mà được áp dụng với vùng phổ cao hơn.

Từng ô trong số các ô có chiều dài N .

Ngoài ra, độ dốc của cả hai bộ lọc được xác định đặc điểm bằng giá trị có khả năng thích ứng tín hiệu được gọi là $Xbias$ xác định đặc tính rãnh của bộ lọc giao chéo, với $0 \leq Xbias \leq N$:

Nếu $Xbias = 0$, thì tổng của cả hai bộ lọc là bằng 1, tức là, không có đặc tính của bộ lọc rãnh nào trong bộ lọc thu được.

Nếu $Xbias = N$, thì cả hai bộ lọc hoàn toàn bằng không.

Thiết kế cơ bản của các bộ lọc giao chéo là sự ràng buộc với phương trình sau:

$$h_{out}(k) = h_{in}(N - 1 - k), \forall Xbias$$

$$h_{out}(k) + h_{in}(k) = 1, Xbias = 0$$

với $k = 0, 1, \dots, N - 1$ là chỉ số tần số. Fig.12c thể hiện ví dụ về bộ lọc giao chéo này.

Trong ví dụ này, phương trình sau đây được sử dụng để tạo thành bộ lọc h_{out} :

$$h_{out}(k) = 0.5 + 0.5 \cdot \cos\left(\frac{k}{N - 1 - Xbias} \cdot \pi\right), k = 0, 1, \dots, N - 1 - Xbias$$

Phương trình sau mô tả cách các bộ lọc h_{in} và h_{out} sau đó được áp dụng,

$$Y(k_t - (N - 1) + k) = LF(k_t - (N - 1) + k) \cdot h_{out}(k) + HF(k_t - (N - 1) + k) \cdot h_{in}(k), \quad k = 0, 1, \dots, N - 1$$

với f biểu thị phổ được ghép, k_t là tần số chuyển tiếp, LF là lượng tần số thấp và HF là lượng tần số cao.

Tiếp theo, sự rõ ràng về lợi ích của kỹ thuật này sẽ được thể hiện. Tín hiệu gốc trong các ví dụ sau đây là tín hiệu giống như chuyển tiếp, cụ thể phiên bản được lọc thông thấp của nó, sẽ là tần số cắt bằng 22kHz. Trước tiên, sự chuyển tiếp này là dải bị giới hạn đến 6kHz trong miền biến đổi. Tiếp theo, băng thông của tín hiệu gốc được lọc thông thấp được mở rộng đến 24kHz. Việc mở rộng băng thông được hoàn thành thông qua việc sao chép dải LF ba lần để điền đầy hoàn toàn khoảng tần số mà có thể sử dụng được ở trên 6kHz bên trong sự biến đổi.

Fig.11a thể hiện phổ của tín hiệu này, mà có thể được xem như phổ đặc trưng của giả âm tạo vòng của bộ lọc mà phổ bao quanh sự chuyển tiếp do đặc tính tường gạch của sự biến đổi (các đỉnh tiếng nói 1100). Bằng cách áp dụng hướng tiếp cận theo sáng chế, việc tạo vòng của bộ lọc được làm giảm xấp xỉ 20dB ở từng tần số chuyển tiếp (các đỉnh tiếng nói bị làm giảm).

Tác dụng tương tự, như trong minh họa khác, được thể hiện trên Fig.11b, Fig.11c. Fig.11b thể hiện ảnh phổ của tín hiệu giống như chuyển tiếp được đề cập với giả âm tạo vòng của bộ lọc mà có trước và có sau theo thời gian và sự chuyển tiếp sau khi áp dụng kỹ thuật BWE được mô tả ở trên không có sự làm giảm tạo vòng của bộ lọc kỳ nào. Từng đường nằm ngang biểu diễn việc tạo vòng ở bộ lọc tại tần số chuyển tiếp giữa các bản vá liên tiếp. Fig.6 thể hiện cùng tín hiệu sau khi áp dụng hướng tiếp cận theo sáng chế bên trong BWE. Thông qua việc áp dụng làm giảm tạo vòng, việc tạo vòng của bộ lọc được làm giảm gần xấp xỉ 20dB khi so sánh với tín hiệu được bọc lỏ trong các hình vẽ trước.

Sau đây, Fig 14a, Fig.14b được thảo luận theo thứ tự để minh họa thêm khía cạnh theo sáng chế về bộ lọc giao chéo đã được thảo luận trong phạm vi với đặc tính bộ phân tích. Tuy nhiên, bộ lọc giao chéo 710 còn có thể được triển khai độc lập với sáng chế được thảo luận trong phạm vi của các hình vẽ từ Fig. 6a đến Fig.7b.

Fig.14a minh họa thiết bị giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa bao gồm tín hiệu lõi được mã hóa và thông tin về dữ liệu theo tham số. Thiết bị bao gồm bộ giải

mã lỗi 1400 để giải mã tín hiệu lỗi được mã hóa để thu được tín hiệu lỗi được giải mã. Tín hiệu lỗi được giải mã có thể bị giới hạn băng thông trong phạm vi thực hiện của Fig.13a, Fig.13b hoặc bộ giải mã lỗi có thể là khoảng tần số đầy đủ hoặc bộ mã hóa tốc độ đầy đủ trong phạm vi của các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.5c hoặc từ Fig.9a đến Fig.10d.

Hơn nữa, bộ tạo ô 1404 để tái tạo một hoặc nhiều ô tín hiệu có các tần số không có trong tín hiệu lỗi được giải mã được tạo ra bằng cách sử dụng phần phổ của tín hiệu lỗi được giải mã. Các ô có thể là các phần phổ thứ hai được khôi phục bên trong dải khôi phục như, ví dụ, được minh họa trong phạm vi của Fig.3a hoặc có thể bao gồm các phần phổ thứ nhất để được khôi phục với độ phân giải cao nhưng, thay vào đó, các ô phổ còn có thể bao gồm các dải tần trống hoàn toàn khi bộ mã hóa đã thực hiện giới hạn dải nghiêm ngặt như được minh họa trên Fig.13a.

Hơn nữa, bộ lọc giao chéo 1406 được cung cấp để lọc giao chéo phổ tín hiệu lỗi được giải mã và ô tần số thứ nhất có các tần số mở rộng từ tần số điền đầy khoảng trống 309 đến tần số dừng ô thứ nhất hoặc để lọc giao chéo phổ ô tần số thứ nhất 1225 và ô tần số thứ hai 1221, ô tần số thứ hai có tần số biến thấp hơn là tần số liền kề với tần số biên ở trên của ô tần số thứ nhất 1225.

Trong triển khai khác nữa, tín hiệu đầu ra của bộ lọc giao chéo 1406 được đưa vào trong bộ điều chỉnh đường bao 1408 mà áp dụng thông tin đường bao phổ theo tham số được chứa trong tín hiệu âm thanh được mã hóa dưới dạng thông tin phụ theo tham số để cuối cùng thu được tín hiệu được tái tạo được điều chỉnh đường bao. Các chi tiết 1404, 1406, 1408 có thể được triển khai như bộ tái tạo tần số như ví dụ được minh họa trong Fig.13b, Fig.1b hoặc Fig.6a.

Fig.14b minh họa triển khai khác nữa của bộ lọc giao chéo 1406. Bộ lọc giao chéo 1406 bao gồm bộ lọc con giảm dần nhận tín hiệu đầu vào thứ nhất IN1, và bộ lọc con tăng dần thứ hai 1422 nhận đầu vào thứ hai IN2 và các kết quả hoặc các đầu ra của cả hai bộ lọc 1420 và 1422 được cung cấp đến bộ tổ hợp 1424 mà ví dụ là bộ cộng. Bộ cộng hoặc bộ tổ hợp 1424 xuất ra các giá trị phổ cho các ngăn tần số. Fig.12c minh họa ví dụ hàm nhiễu xuyên kênh bao gồm đặc tính bộ lọc con giảm dần 1420a và đặc tính bộ lọc con tăng dần 1422a. Cả hai bộ lọc có chồng lấp tần số nhất định trong ví dụ

trên Fig.12c bằng 21 tức là, $N=21$. Do đó, các giá trị tần số khác ví dụ của vùng nguồn 1252 không được minh họa. Chỉ các ngăn tần số cao nhất 21 của khoảng nguồn 1252 được minh họa bởi hàm nhiễu xuyên kênh 1420a.

Mặt khác, chỉ các đường tần số 21 thấp nhất của ô tần số 1225 bị ảnh hưởng bởi hàm tăng dần 1422a.

Ngoài ra, rõ ràng là các hàm nhiễu xuyên kênh mà các đường tần số giữa 9 và 13 bị ảnh hưởng, nhưng hàm tăng dần thực tế không ảnh hưởng đến các đường tần số giữa 1 và 9 và hàm giảm dần 1420a không ảnh hưởng đến các đường tần số giữa 13 và 21. Điều này có nghĩa là chỉ sự chồng lấp sẽ là cần thiết giữa các đường tần số 9 và 13, và tần số giao chéo như f_{x1} sẽ được đặt sau mẫu tần số hoặc ngăn tần số 11. Do đó, chỉ cần sự chồng lấp của hai ngăn tần số hoặc các giá trị tần số giữa khoảng nguồn và ô tần số thứ nhất để thực hiện hàm giao chéo hoặc hàm nhiễu xuyên kênh.

Tùy thuộc vào cách triển khai cụ thể, sự chồng lấp cao hơn hoặc thấp hơn có thể được áp dụng và, ngoài ra, các hàm giảm dần khác ngoài hàm cosin có thể được sử dụng. Hơn nữa, như được minh họa trên Fig.12c, ưu tiên áp dụng rãnh nhất định trong khoảng giao chéo. Nói cách khác, năng lượng trong các khoảng biên sẽ được làm giảm do thực tế là cả hai hàm bộ lọc không tạo ra sự thống nhất như sẽ là trường hợp trong hàm nhiễu xuyên kênh không rãnh. Sự mất mát năng lượng này đối với các biên của ô tần số, tức là, ô tần số thứ nhất sẽ được làm suy giảm ở biên thấp hơn và ở biên cao hơn, các năng lượng được tập trung nhiều hơn đến chính giữa các dải. Tuy nhiên, do thực tế là việc điều chỉnh đường bao phổ xảy ra nối tiếp với việc xử lý bởi bộ lọc giao chéo, toàn bộ tần số không được tham gia vào, nhưng được xác định bởi dữ liệu đường bao phổ như các hệ số tỉ lệ tương ứng được thảo luận trong phạm vi của Fig.3a. Nói cách khác, bộ tính toán 918 thuộc Fig. 9b sau đó sẽ tính toán “khoảng đích thô đã được tạo ra”, mà là đầu ra của bộ lọc giao chéo. Hơn nữa, sự mất mát năng lượng do việc loại bỏ phần âm điệu bằng sự nội suy cũng sẽ được bù do thực tế là việc loại bỏ này sau đó dẫn đến năng lượng ô thấp hơn và hệ số khuếch đại cho dải khôi phục hoàn toàn sẽ trở nên cao hơn. Tuy nhiên, mặt khác, tần số giao chéo dẫn đến sự tập trung năng lượng nhiều hơn đến giữa ô tần số và điều này, cuối cùng làm giảm một cách

hiệu quả các giả âm, đặc biệt được gây ra bởi sự chuyển tiếp như được thảo luận trong phạm vi của các hình vẽ từ Fig.11a đến Fig.11c.

Fig.14b minh họa các tổ hợp đầu vào khác nhau. Đối với việc lọc ở biên giữa khoảng tần số nguồn và ô tần số, đầu vào 1 là phần phổ cao hơn của khoảng lỗ và đầu vào 2 là phần phổ thấp hơn của ô tần số thứ nhất hoặc của ô tần số đơn lẻ, chỉ khi ô tần số đơn lẻ tồn tại. Hơn nữa, đầu vào có thể là ô tần số thứ nhất và tần số chuyển tiếp có thể là biên tần số cao hơn của ô thứ nhất và đầu vào vào trong bộ lọc con 1422 sẽ là phần thấp hơn của ô tần số thứ hai. Khi ô tần số thứ ba bổ sung tồn tại, sau đó tần số chuyển tiếp nữa sẽ là biên tần số giữa ô tần số thứ hai và ô tần số thứ ba và đầu vào vào trong bộ lọc con giảm dần 1421 sẽ là khoảng tần số cao hơn của ô tần số thứ hai như được xác định bởi tham số bộ lọc, khi đặc tính Fig.12c được sử dụng, và đầu vào vào trong bộ lọc con tăng dần 1422 sẽ là phần thấp hơn của ô tần số thứ ba, trong ví dụ thuộc Fig.12c, các đường phổ 21 thấp nhất.

Như được minh họa trên Fig.12c, tốt hơn là có tham số N bằng với bộ lọc con giảm dần và bộ lọc con tăng dần. Tuy nhiên, điều này là không cần thiết. Các giá trị cho N có thể khác nhau và kết quả sau đó sẽ là “rãnh” bộ lọc sẽ không đối xứng giữa khoảng thấp hơn với khoảng cao hơn. Ngoài ra, các hàm tăng dần/giảm dần không nhất thiết có cùng đặc tính như trên Fig.12c. Thay vào đó, các đặc tính không đối xứng cũng có thể được sử dụng.

Hơn nữa, ưu tiên tạo ra tín hiệu tích ứng có đặc tính của bộ lọc giao chéo. Do đó, dựa trên sự phân tích tín hiệu, đặc tính bộ lọc được làm thích ứng. Do thực tế là bộ lọc giao chéo là đặc biệt hữu dụng đối với các tín hiệu chuyển tiếp, nó được phát hiện dù các tín hiệu chuyển tiếp xuất hiện hay không. Khi các tín hiệu chuyển tiếp xuất hiện, thì đặc tính bộ lọc như được minh họa trên Fig.12c sẽ được sử dụng. Tuy nhiên, khi tín hiệu không tạm thời được phát hiện, ưu tiên thay đổi đặc tính bộ lọc để làm giảm ảnh hưởng của bộ lọc giao chéo. Ví dụ, nó có thể được thu bằng cách đặt N thành không hoặc bằng cách đặt X_{bias} thành không để tổng của cả hai bộ lọc bằng 1, tức là, không có đặc tính bộ lọc rãnh trong bộ lọc thu được. Thay vào đó, bộ lọc giao chéo 1406 sẽ đơn giản được bỏ qua trong trường hợp các tín hiệu không tạm thời. Tuy nhiên, tốt hơn là, đặc tính bộ lọc thay đổi tương đối chậm bằng cách thay đổi các tham số N ,

X_{bias} được ưu tiên để ngăn chặn các giả âm được thu bằng cách thay đổi nhanh các đặc tính bộ lọc. Hơn nữa, bộ lọc thông thấp được ưu tiên để chỉ cho phép đặc tính bộ lọc tương đối nhỏ này thay đổi thậm chí thông qua tín hiệu là thay đổi nhanh hơn như được phát hiện bởi bộ phát hiện chuyển tiếp/âm điệu nhất định. Bộ phát hiện được minh họa ở 1405 trên Fig.14a. Nó có thể nhận tín hiệu đầu vào vào trong bộ tạo ô hoặc tín hiệu đầu ra của bộ tạo ô 1404 hoặc thậm chí nó có thể được nối với bộ giải mã lỗi 1400 để thu được thông tin tạm thời/không tạm thời ví dụ như sự biểu thị khối ngăn từ phép giải mã AAC. Tất nhiên, bộ lọc giao chéo khác bất kỳ khác với bộ lọc giao chéo được thể hiện trên Fig.12c cũng có thể được sử dụng.

Sau đó, dựa trên việc phát hiện sự tạm thời, hoặc dựa trên việc phát hiện âm điệu hoặc dựa trên đặc tính tín hiệu khác bất kỳ, bộ lọc giao chéo 1406 được thay đổi như đã thảo luận.

Mặc dù một vài khía cạnh đã được mô tả trong phạm vi của thiết bị để mã hóa hoặc giải mã, rõ ràng rằng các khía cạnh này cũng thể hiện mô tả của phương pháp tương ứng, trong đó khối hoặc thiết bị tương ứng với bước xử lý của phương pháp hoặc đặc điểm của bước xử lý của phương pháp. Tương tự, các khía cạnh được mô tả trong phạm vi của bước xử lý của phương pháp cũng thể hiện mô tả của khối hoặc mục tương ứng hoặc đặc điểm của thiết bị tương ứng. Một số hoặc tất cả các bước xử lý của phương pháp có thể được chạy bằng (hoặc sử dụng) thiết bị phần cứng, như ví dụ, bộ vi xử lý, máy tính có thể chạy chương trình hoặc bảng mạch điện tử. Trong một số phương án, một số hoặc nhiều bước xử lý của phương pháp quan trọng có thể được chạy bằng các thiết bị như vậy.

Tùy thuộc vào các yêu cầu triển khai nhất định, các phương án của sáng chế có thể được triển khai trong phần cứng hoặc trong phần mềm. Việc triển khai có thể được thực hiện bằng cách sử dụng phương tiện lưu trữ không tạm thời như phương tiện lưu trữ kỹ thuật số, ví dụ, đĩa mềm, DVD, 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 lập trình được sao cho phương pháp tương ứng được thực hiện. Do đó, phương tiện 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 nhờ điện tử, chúng có khả năng kết hợp với hệ thống máy tính lập trình được, sao cho một trong các phương pháp được mô tả ở đây được thực hiện.

Thông thường, 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 hoạt động 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 số các phương pháp được mô tả ở đây, được lưu trữ trên vật mang có thể đọc được bằng máy.

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

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

Phương án khác của các 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 các phương pháp đã được mô tả ở đây. Ví dụ, có thể cấu hình dòng dữ liệu hoặc chuỗi các tín hiệu để được truyền thông qua sự kết nối truyền thông dữ liệu, ví dụ thông qua liên mạng.

Phương án khác bao gồm 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 đó để thực hiện một trong các phương pháp được mô tả ở đây.

Phương án khác theo sáng chế bao gồm 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 ở đây đến bộ nhận. Bộ nhận có thể, ví dụ, là máy tính, thiết bị di động, thiết bị nhớ hoặc thiết bị tương tự. Thiết bị hoặc hệ thống có thể ví dụ bao gồm 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 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. Theo 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 các phương pháp được mô tả ở đây. Thông thường, các phương pháp được ưu tiên thực hiện bởi thiết bị phần cứng bất kỳ.

Các phương án được mô tả bên trên chỉ mang tính minh họa cho các nguyên lý của sáng chế. Cần hiểu rằng các sự 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 trình độ trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng. Do đó, mục đích của sáng chế chỉ bị giới hạn bởi phạm vi bảo hộ hiện thời và không bị giới hạn bởi các chi tiết cụ thể thể hiện theo cách mô tả và giải thích của các phương án theo sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa bao gồm tín hiệu lỗi được mã hóa (1), bao gồm:

bộ giải mã lỗi (1400) để giải mã tín hiệu lỗi được mã hóa (1401) để thu được tín hiệu lỗi được giải mã;

bộ tạo ô (1404) để tạo ra một hoặc nhiều ô phổ có các tần số không có trong tín hiệu lỗi được giải mã bằng cách sử dụng phần phổ của tín hiệu lỗi được giải mã; và

bộ lọc giao chéo (1406) để lọc giao chéo theo phổ tín hiệu lỗi được giải mã và ô tần số thứ nhất có các tần số mở rộng từ tần số điền đầy khoảng trống (309) đến tần số biên cao hơn hoặc để lọc giao chéo theo phổ ô tần số thứ nhất và ô tần số thứ hai,

trong đó bộ lọc giao chéo (1406) được tạo cấu hình để thực hiện phép cộng có trọng số theo tần số (1424) của tín hiệu lỗi được giải mã được lọc bởi bộ lọc con giảm dần (1420) và ít nhất một phần của ô tần số thứ nhất được lọc bởi bộ lọc con tăng dần (1422) trong khoảng giao chéo mở rộng lên trên ít nhất ba giá trị tần số hoặc để thực hiện phép cộng có trọng số theo tần số (1424) của ít nhất một phần của ô tần số thứ nhất được lọc bởi bộ lọc con giảm dần (1420) và ít nhất một phần của ô tần số thứ hai được lọc bởi bộ lọc con tăng dần (1422) trong khoảng giao chéo mở rộng lên trên ít nhất ba giá trị tần số.

2. Thiết bị theo điểm 1,

trong đó phần phổ của tín hiệu lỗi được giải mã, phần phổ của ô tần số thứ nhất hoặc phần phổ của ô tần số thứ hai không bị ảnh hưởng bởi bộ lọc giao chéo (1406) là nhỏ hơn 30% phần phổ được che phủ bởi dải phổ âm của dải tần số lỗi được giải mã hoặc toàn bộ dải phổ của các ô tần số thứ nhất hoặc thứ hai và lớn hơn hoặc bằng dải được xác định bởi ít nhất 5 giá trị tần số liên kề.

3. Thiết bị theo điểm 1 hoặc điểm 2,

trong đó bộ lọc giao chéo (1406) được tạo cấu hình để áp dụng đặc tính bộ lọc như cosin để tăng dần âm và giảm dần âm.

4. Thiết bị theo một trong số các điểm trên bao gồm bộ điều chỉnh đường bao (1408) để điều chỉnh đường bao tín hiệu phổ được lọc giao chéo trong khoảng phổ được xác định bởi các khoảng phổ của một hoặc nhiều ô phổ bằng cách sử dụng thông tin đường bao phổ theo tham số (1407) có trong tín hiệu âm thanh được mã hóa.

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

còn bao gồm bộ chuyển đổi tần số-thời gian (828) để chuyển đổi tín hiệu được điều chỉnh đường bao cùng với tín hiệu lỗi được giải mã thành phép biểu diễn thời gian.

6. Thiết bị theo điểm 5, trong đó bộ chuyển đổi tần số-thời gian được tạo cấu hình để áp dụng phép biến đổi cosin rời rạc cải biên nghịch đảo (512, 514, 516) bao gồm việc xử lý chồng lấp/cộng (516) của khung hiện thời với khung thời gian trước.

7. Thiết bị theo một trong số các điểm trên, trong đó bộ lọc giao chéo là bộ lọc có thể điều khiển được,

trong đó thiết bị còn bao gồm bộ phát hiện đặc tính tín hiệu (1405), và

trong đó bộ phát hiện đặc tính tín hiệu (1405) được tạo cấu hình để điều khiển đặc tính bộ lọc của bộ lọc giao chéo (1406) theo kết quả phát hiện được suy ra từ tín hiệu lỗi được giải mã.

8. Thiết bị theo điểm 7,

trong đó bộ phát hiện đặc tính tín hiệu (1405) là bộ phát hiện tạm thời, và trong đó bộ phát hiện tạm thời (1405) được tạo cấu hình để điều khiển bộ lọc giao chéo theo cách mà đối với phần tín hiệu tạm thời hơn, bộ lọc giao chéo có tác động thứ nhất lên tín hiệu đầu vào của bộ lọc giao chéo và theo cách mà bộ lọc giao chéo (1406) có tác động thứ hai lên tín hiệu đầu vào của bộ lọc giao chéo đối với phần tín hiệu ít tạm thời hơn, trong đó tác động thứ nhất cao hơn tác động thứ hai.

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

trong đó đặc tính của bộ lọc giao chéo (1406) được xác định bởi đặc tính của bộ lọc con giảm dần âm (1420a) và đặc tính của bộ lọc con tăng dần âm (1422a),

trong đó đặc tính bộ lọc con tăng dần âm $h_{in}(k)$, và đặc tính của bộ lọc con giảm dần âm $h_{out}(k)$ được xác định dựa trên các phương trình sau:

$$h_{out}(k) = h_{in}(N - 1 - k), \forall Xbias$$

$$h_{out}(k) + h_{in}(k) = 1, Xbias = 0$$

$$h_{out}(k) = 0,5 + 0,5 \cdot \cos\left(\frac{k}{N - 1 - Xbias} \cdot \pi\right), k = 0, 1, \dots, N - 1 - Xbias$$

trong đó $Xbias$ là số nguyên xác định độ dốc của cả hai bộ lọc mở rộng giữa không và số nguyên N , trong đó k là chỉ số tần số mở rộng giữa không và $N-1$ và trong đó N là số nguyên bổ sung, và trong đó các giá trị khác nhau đối với N và $Xbias$ dẫn đến các đặc tính của bộ lọc giao chéo khác nhau.

10. Thiết bị theo điểm 9, trong đó $Xbias$ được đặt giữa 2 và 20 và trong đó N được đặt giữa 10 và 50.

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

trong đó bộ tạo ô (1404) được tạo cấu hình để tạo ra ô tần số sơ bộ (703), trong đó bộ phân tích (702) được tạo cấu hình để phân tích ô tần số sơ bộ, trong đó bộ tạo ô được tạo cấu hình thêm để tạo ra tín hiệu được tái tạo có các phần âm được làm suy giảm hoặc được khử đối với ô tần số sơ bộ, trong đó bộ tạo ô được tạo cấu hình để khử hoặc làm suy giảm các phần âm gần các biên ô tần số (708) để thu được tín hiệu đầu vào vào trong bộ lọc giao chéo (1406).

12. Thiết bị theo điểm 11, trong đó bộ tạo ô được tạo cấu hình để phát hiện và loại bỏ hoặc làm suy giảm các phần phổ âm trong khoảng phát hiện là ít hơn 20% băng thông của ô tần số hoặc khoảng nguồn để tái tạo.

13. Thiết bị theo một trong số các điểm nêu trên, trong đó bộ lọc giao chéo (1406) được tạo cấu hình để lọc giao chéo trong khoảng chồng lấp, khoảng chồng lấp bao gồm phần tần số cao hơn của tín hiệu lõi được giải mã và phần tần số thấp hơn của ô tần số thứ nhất, hoặc

trong đó bộ lọc giao chéo (1406) được tạo cấu hình để lọc giao chéo trong khoảng chồng lấp, khoảng chồng lấp bao gồm phần tần số cao hơn của ô tần số thứ nhất và phần tần số thấp hơn của ô tần số thứ hai.

14. Phương pháp giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa bao gồm tín hiệu lỗi được mã hóa (1), phương pháp bao gồm các bước:

giải mã (1400) tín hiệu lỗi được mã hóa (1401) để thu được tín hiệu lỗi được giải mã;

tạo ra (1404) một hoặc nhiều ô phổ có các tần số không có trong tín hiệu lỗi được giải mã sử dụng phần phổ của tín hiệu lỗi được giải mã; và

lọc giao chéo theo phổ, bằng cách sử dụng bộ lọc giao chéo (1406) tín hiệu lỗi được giải mã và ô tần số thứ nhất có các tần số mở rộng từ tần số điền đầy khoảng trống (309) đến tần số biên cao hơn hoặc để lọc giao chéo theo phổ ô tần số thứ nhất và ô tần số thứ hai,

trong đó bộ lọc giao chéo (1406) được tạo cấu hình để thực hiện phép cộng có trọng số theo tần số (1424) của tín hiệu lỗi được giải mã được lọc bởi bộ lọc con giảm dần âm (1420) và ít nhất một phần của ô tần số thứ nhất được lọc bởi bộ lọc con tăng dần âm (1422) trong khoảng giao chéo mở rộng trên ít nhất ba giá trị tần số hoặc để thực hiện phép cộng có trọng số theo tần số (1424) của ít nhất một phần của ô tần số thứ nhất được lọc bởi bộ lọc con giảm dần âm (1420) và ít nhất một phần của ô tần số thứ hai được lọc bởi bộ lọc con tăng dần âm (1422) trong khoảng giao chéo mở rộng trên ít nhất ba giá trị tần số.

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

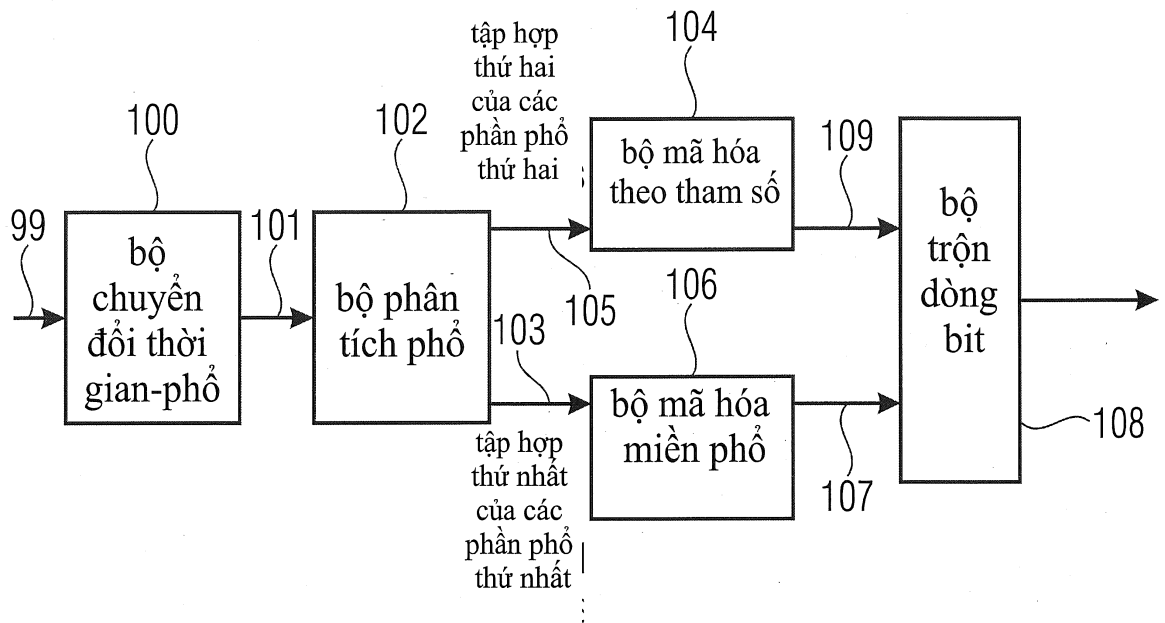


FIG 1A

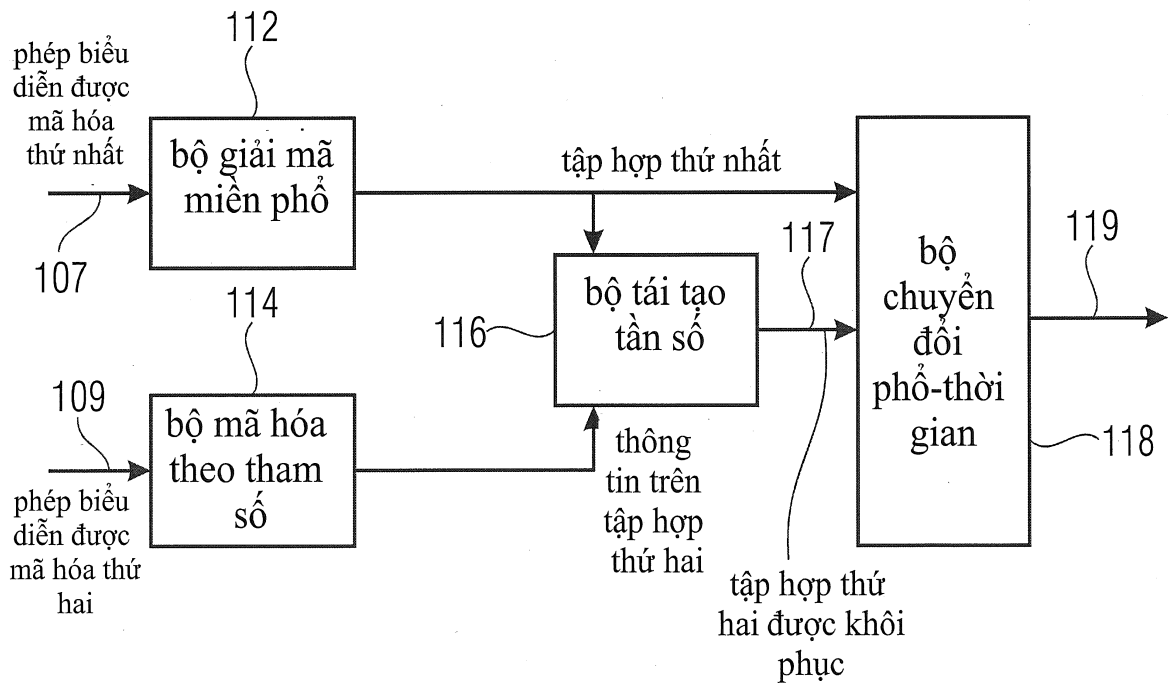


FIG 1B

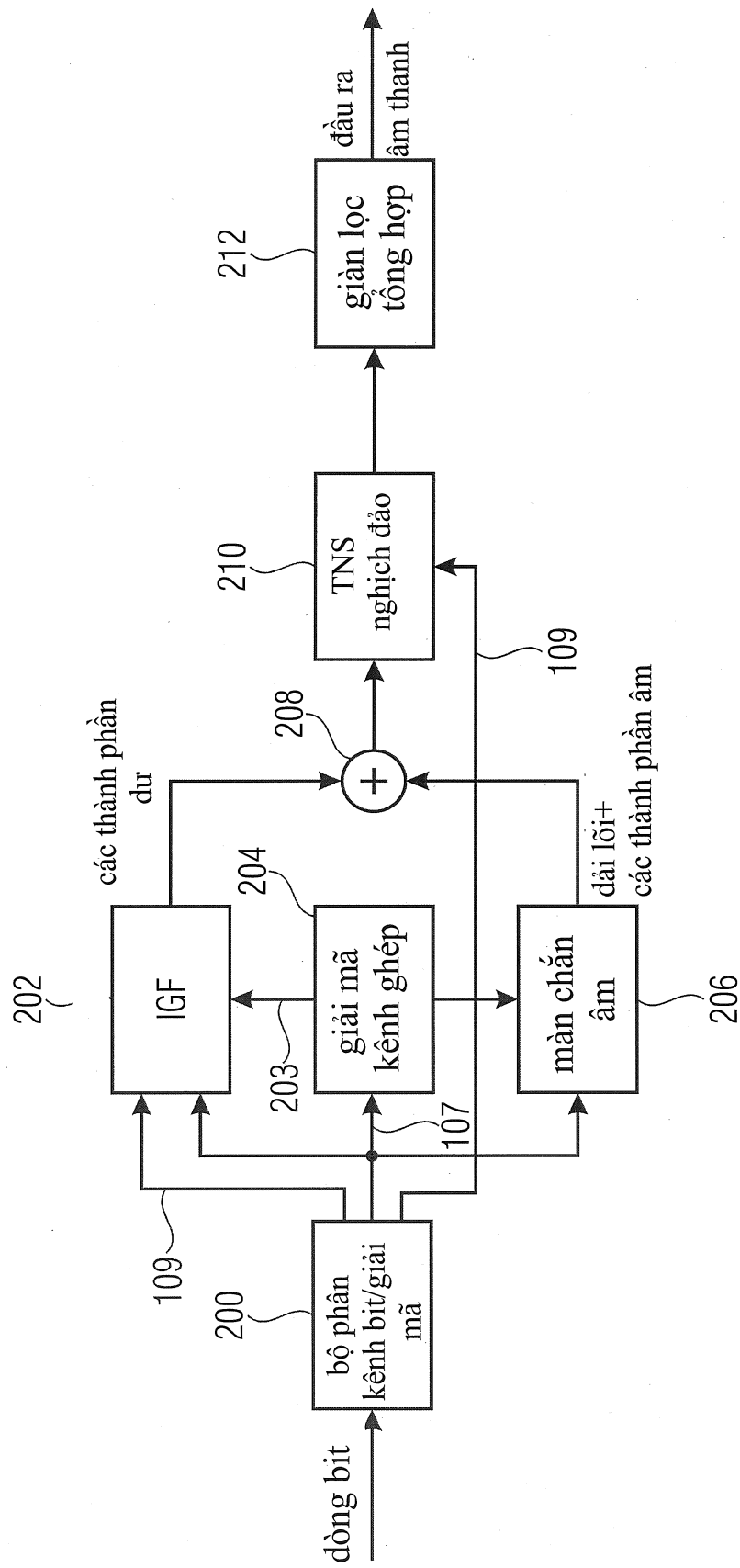


FIG 2A

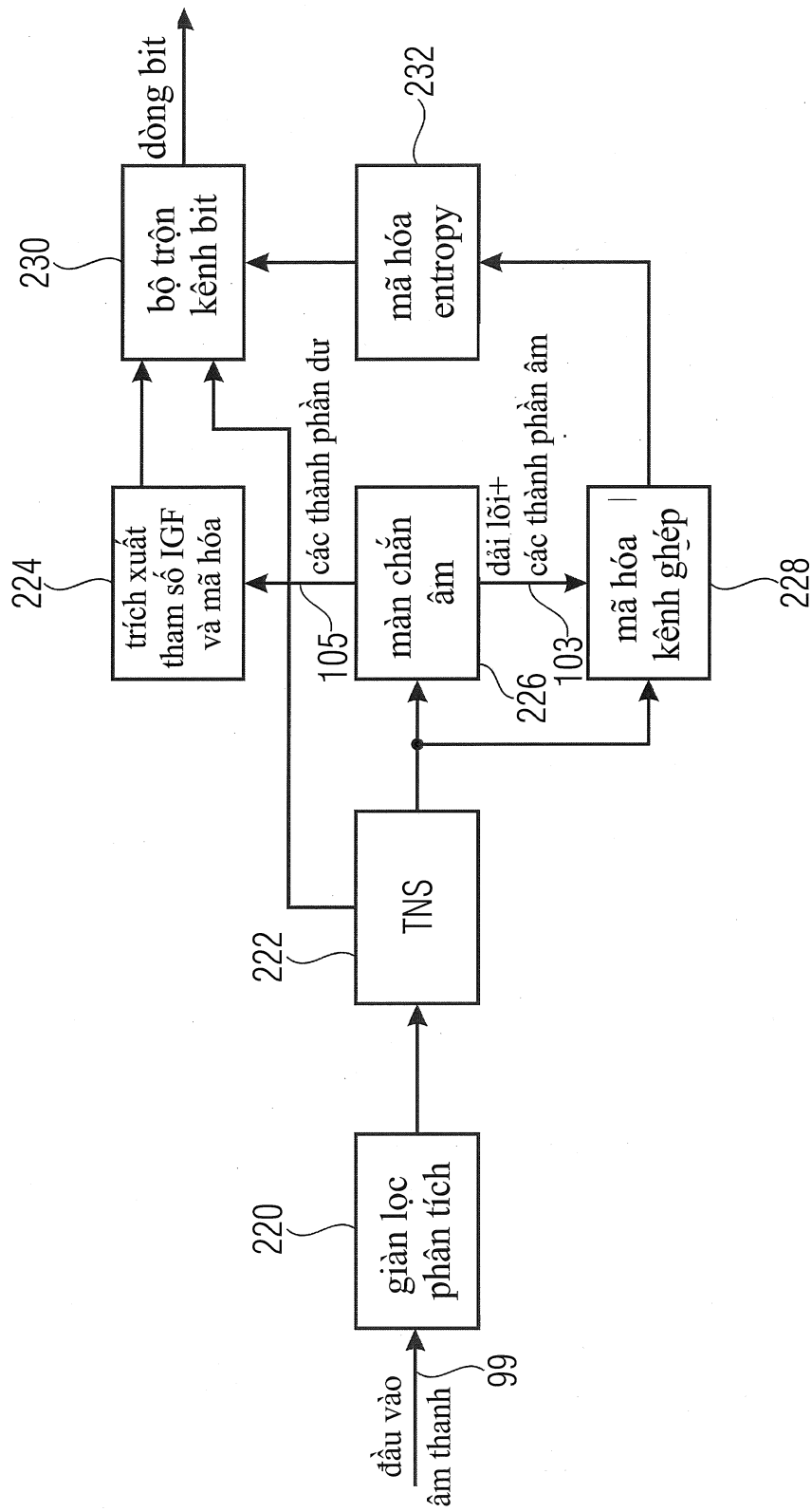


FIG 2B

- độ phân giải thứ nhất (độ phân giải cao) cho "đường bao" của tập hợp thứ nhất (mã hóa theo đường);
- độ phân giải thứ hai (độ phân giải thấp) cho "đường bao" của tập hợp thứ hai (hệ số tỉ lệ trên SCB);

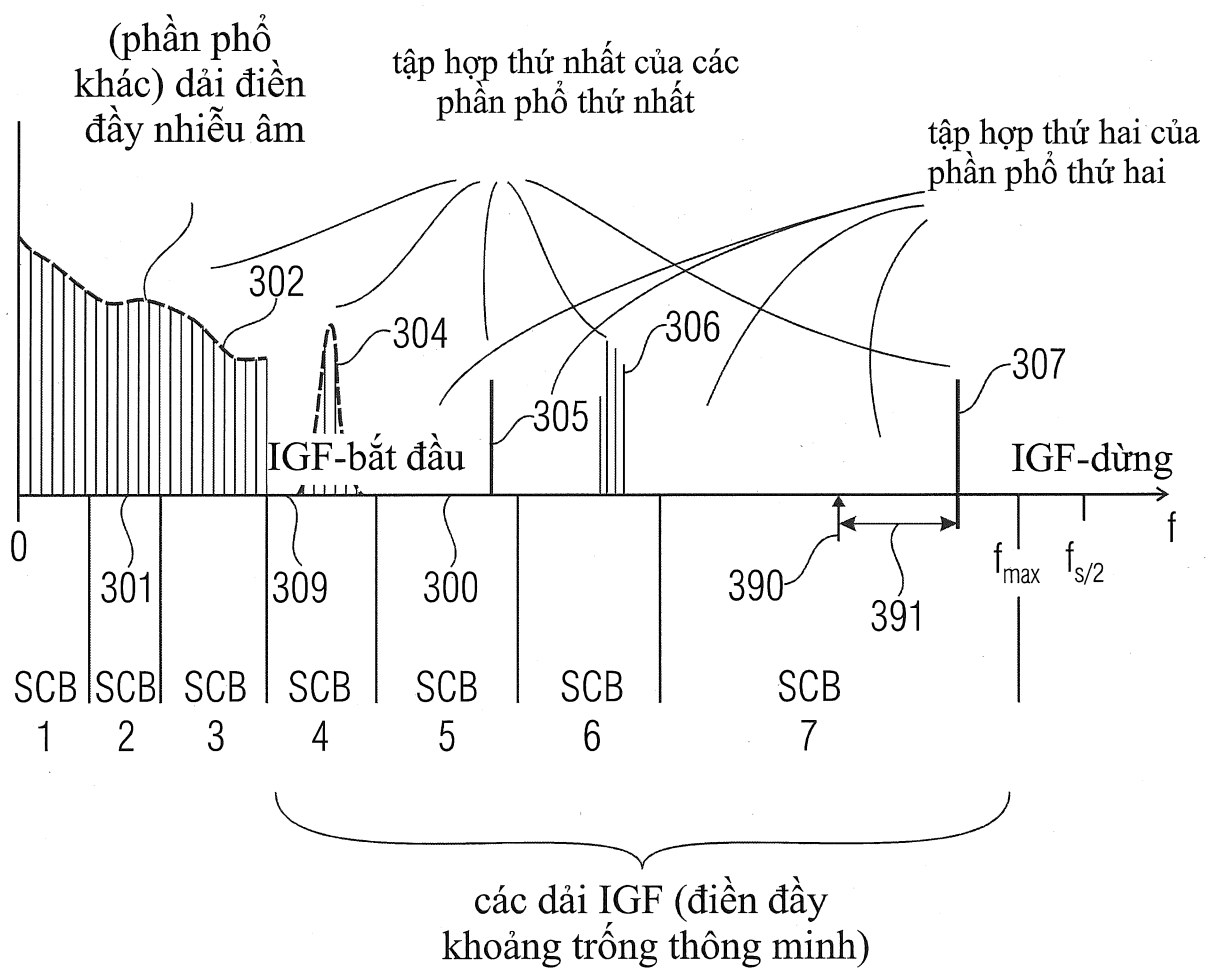


FIG 3A

SCB1	SCB2	SCB3	SCB4	SCB5	SCB6	SCB7
SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF6	SF7
			E ₁	E ₂	E ₃	E ₄
	NF ₂					

308 310 312

FIG 3B

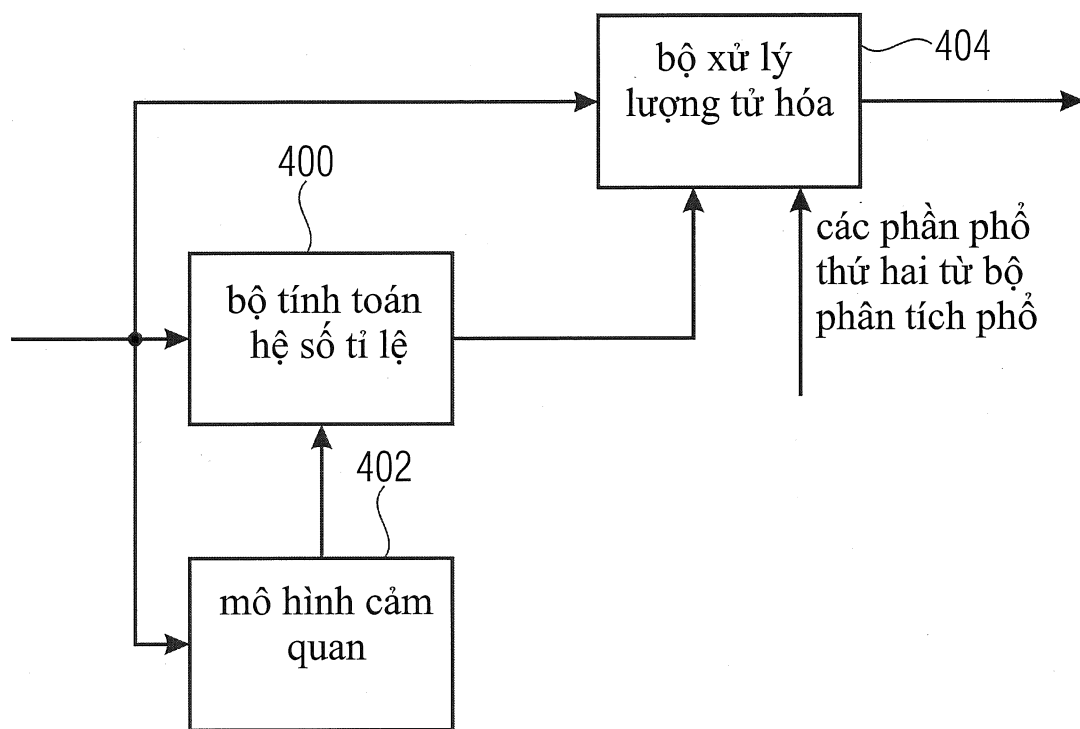


FIG 4A

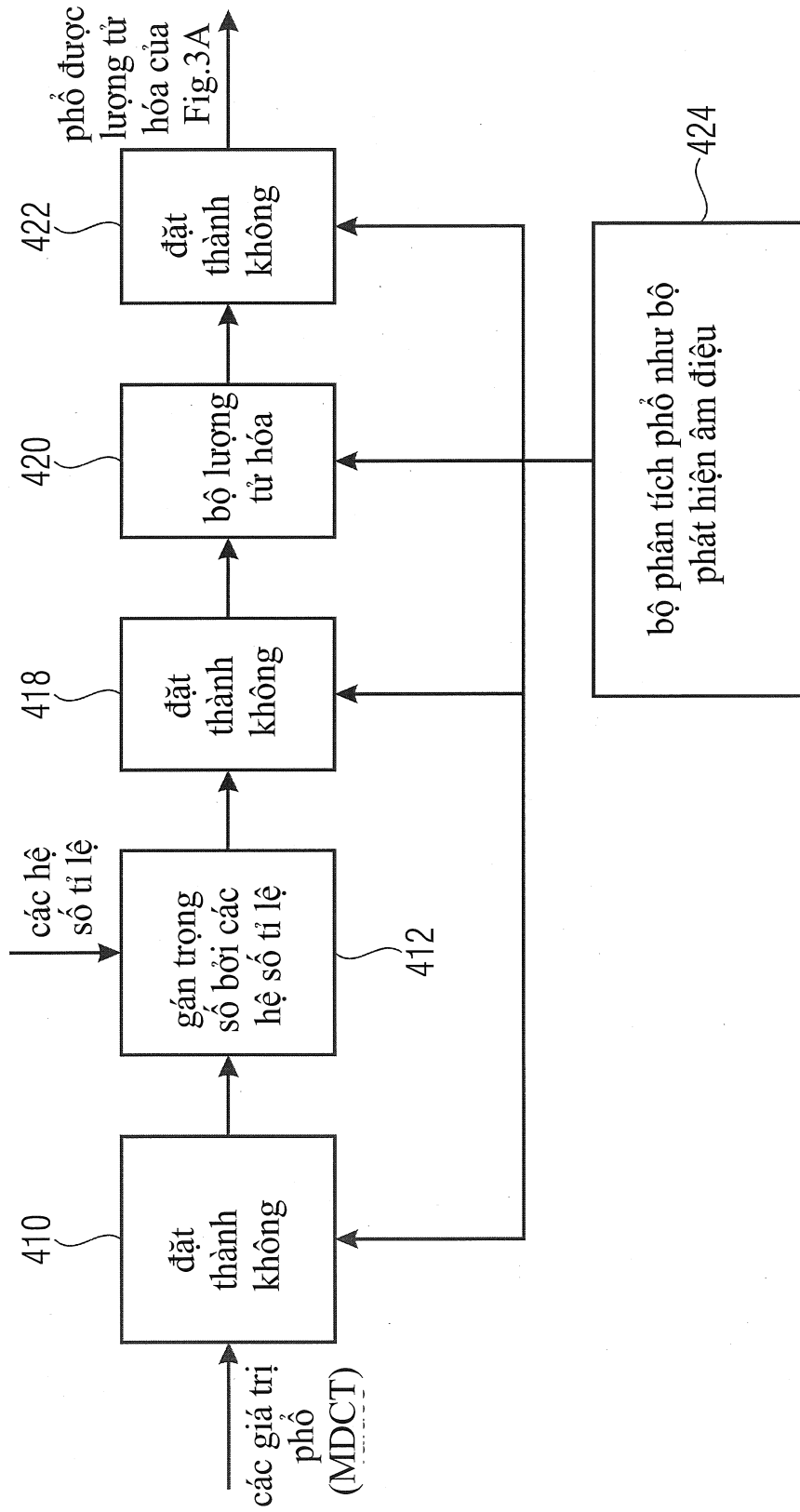


FIG 4B
(BỘ XỬ LÝ LƯỢNG TỬ HÓA)

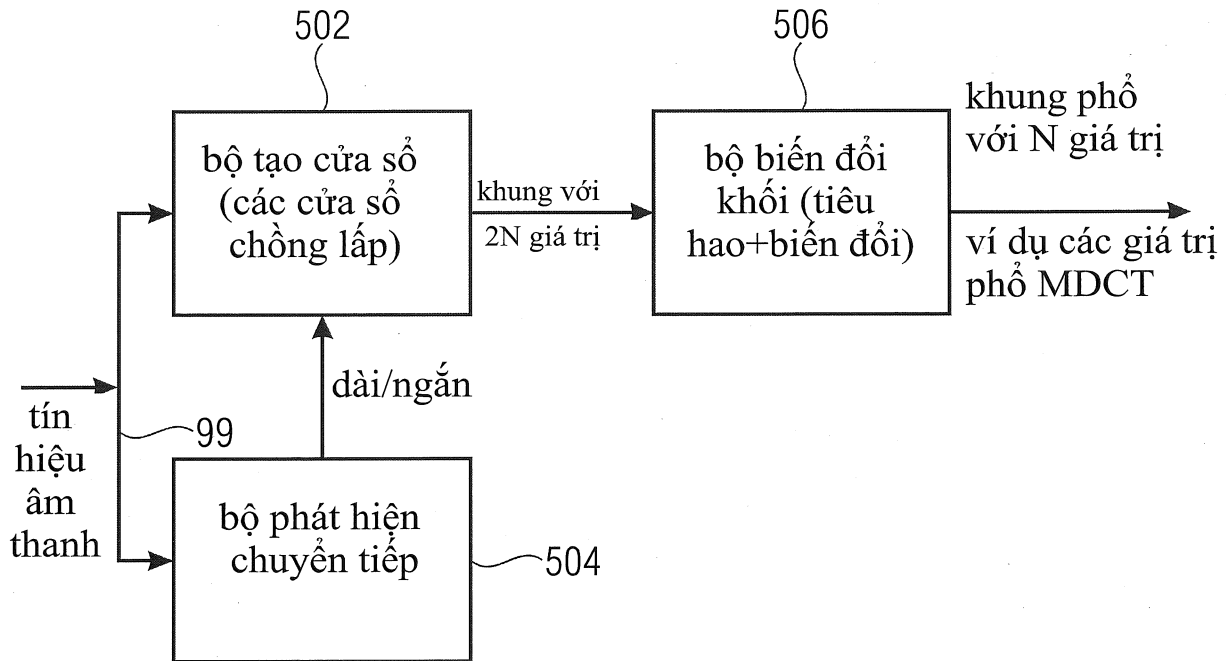


FIG 5A
(CÁC PHẦN PHỔ KHÁC)

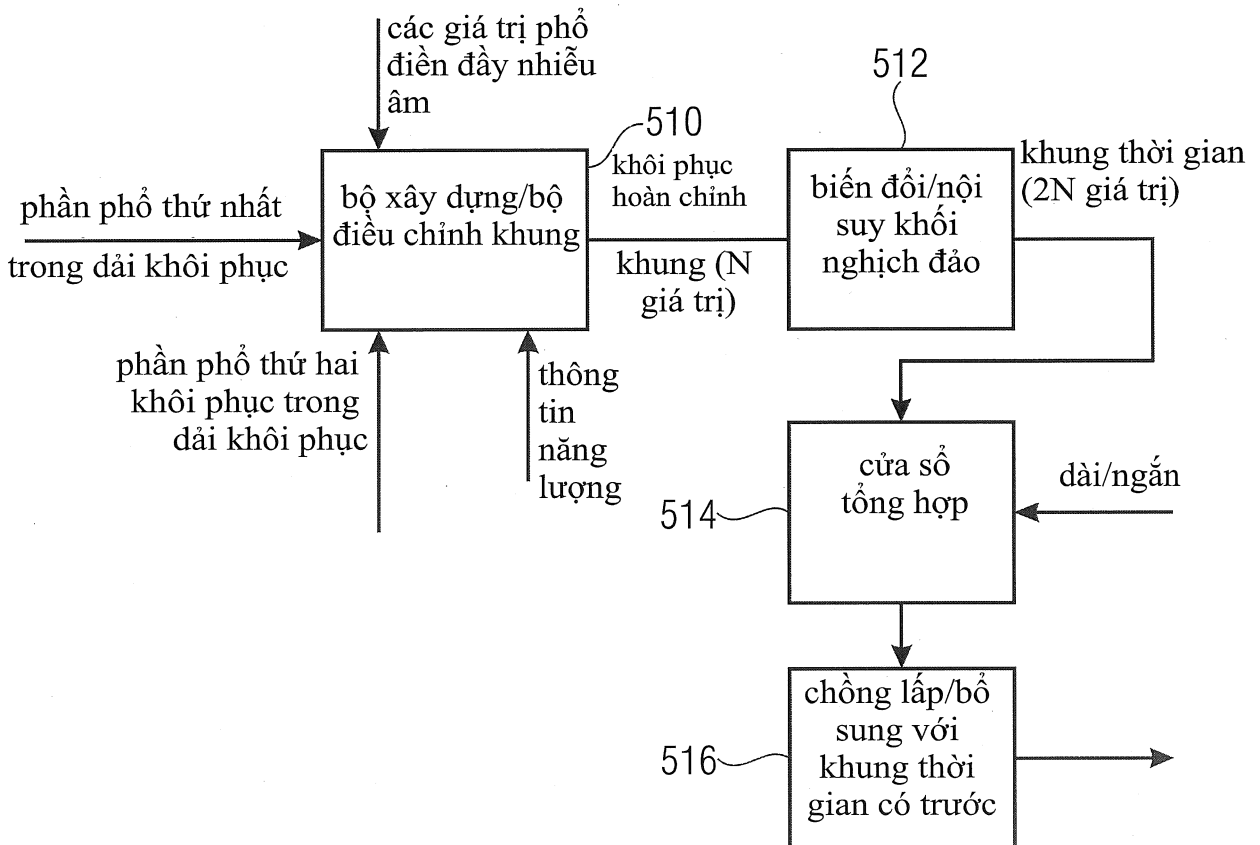


FIG 5B

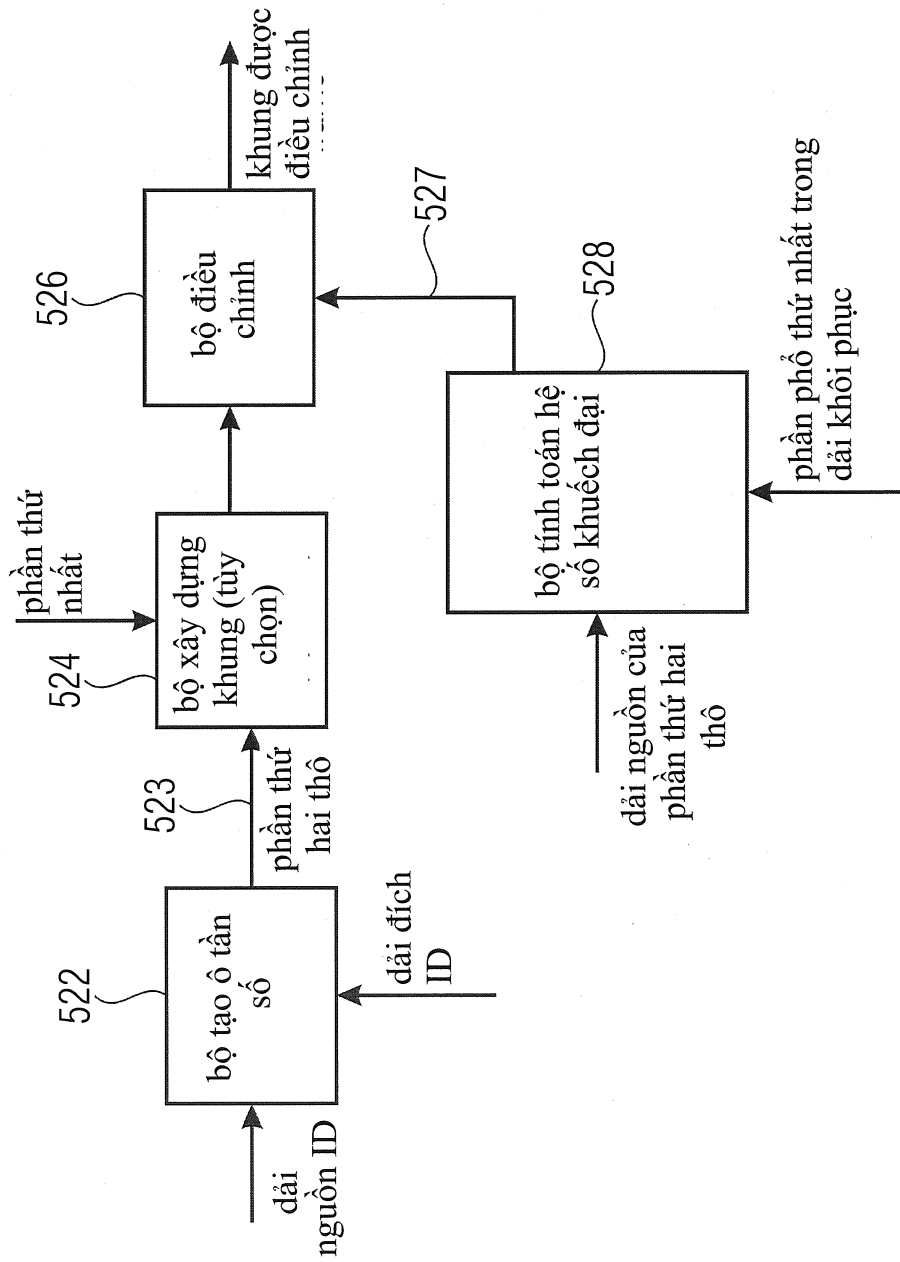


FIG 5C

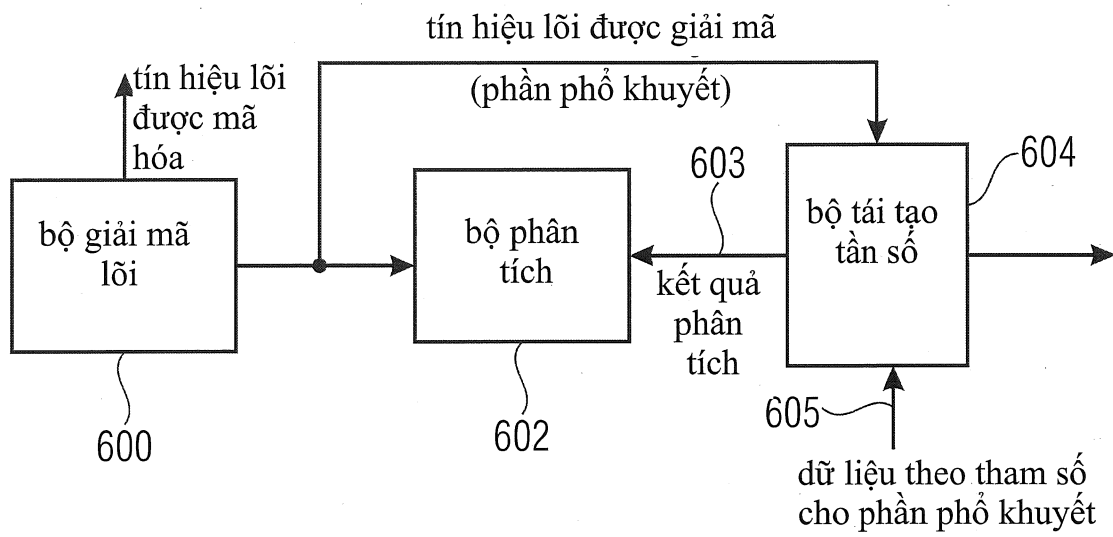


FIG 6A

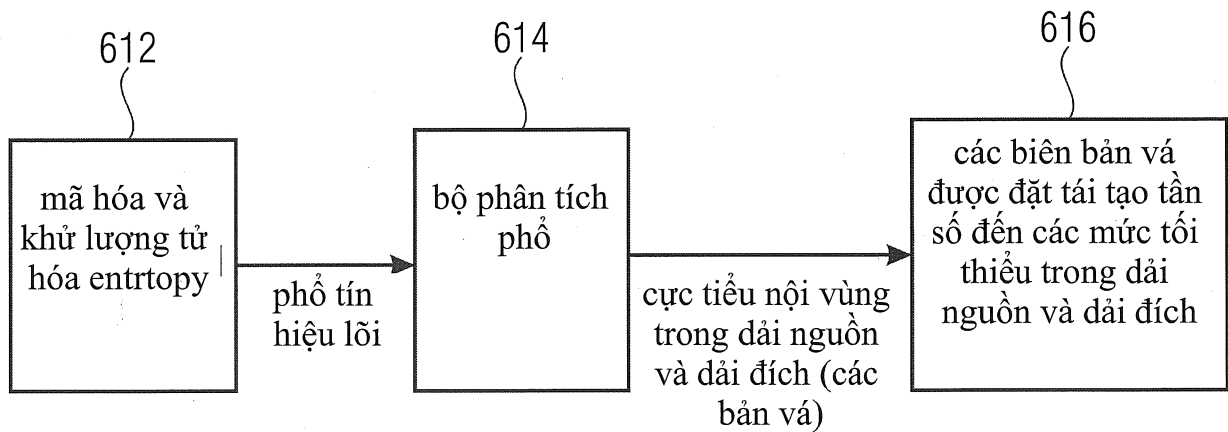


FIG 6B

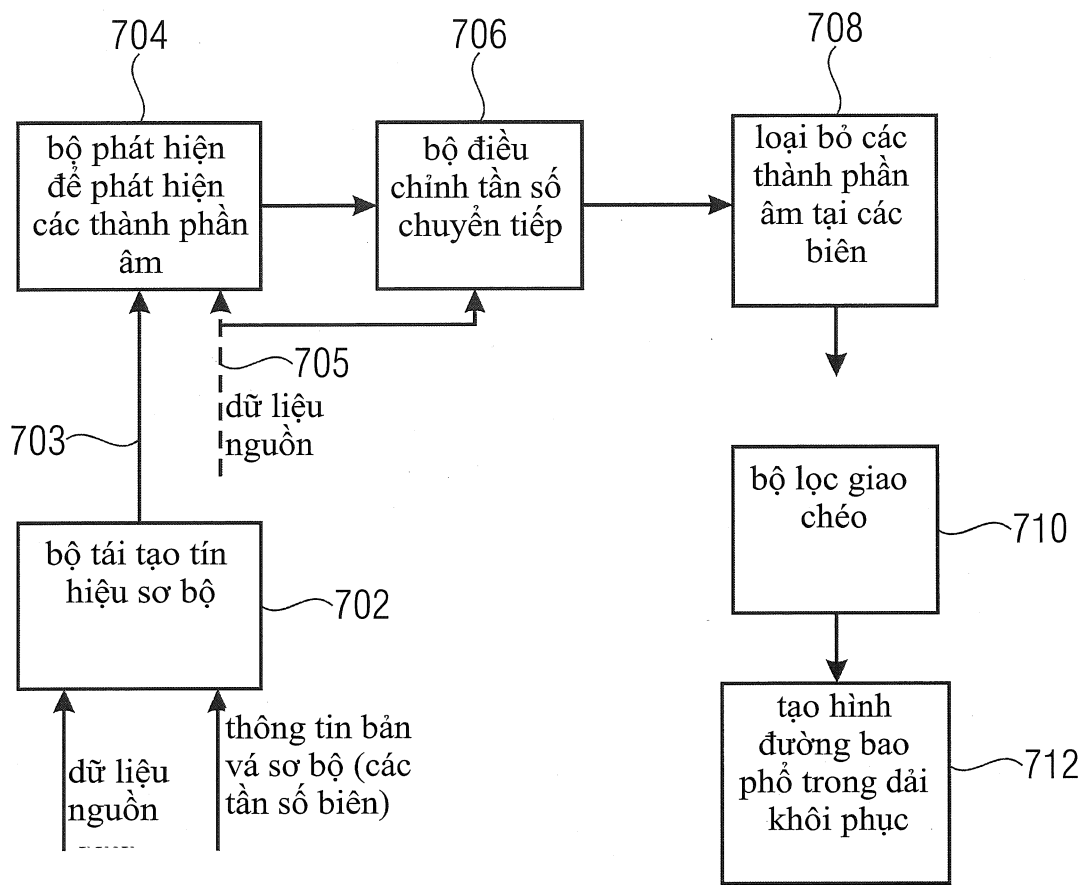


FIG 7A

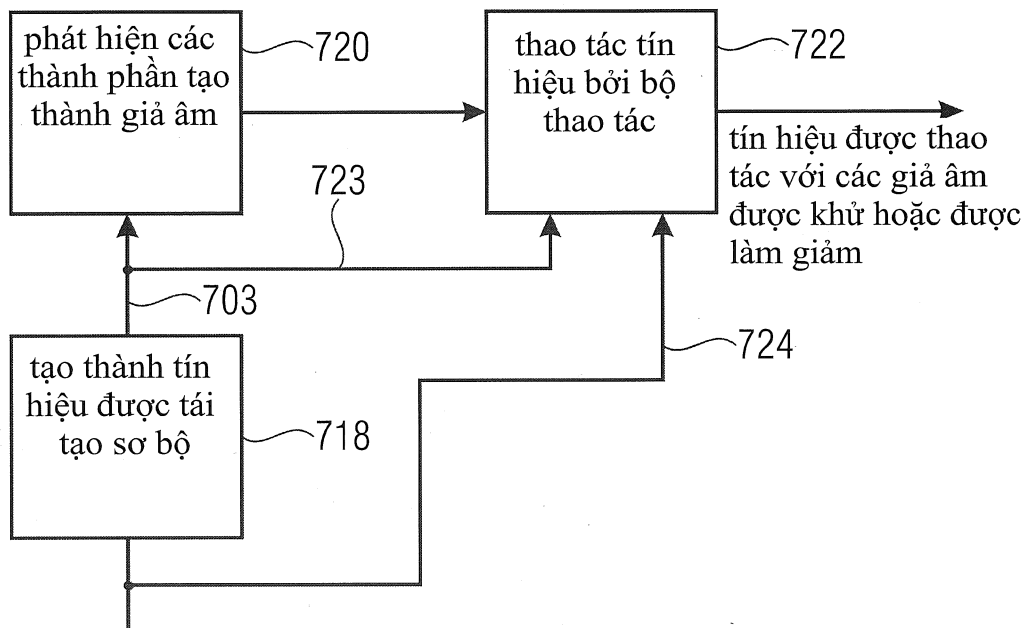


FIG 7B

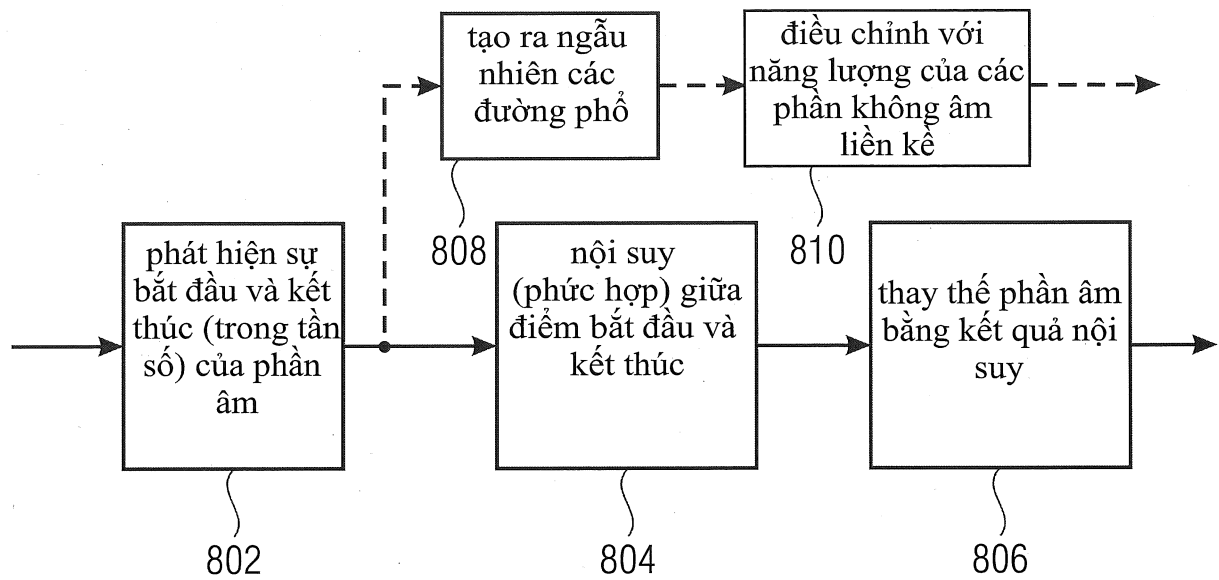


FIG 8A

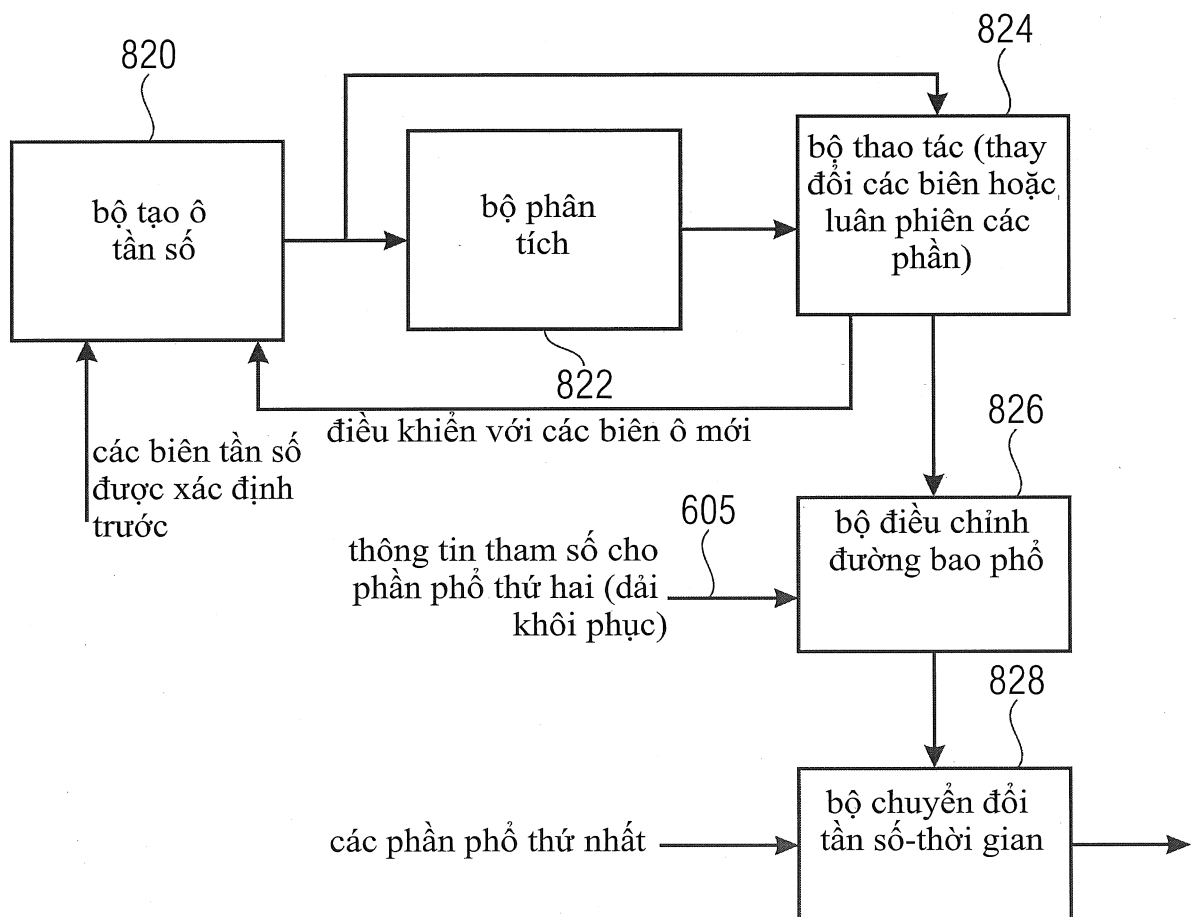


FIG 8B

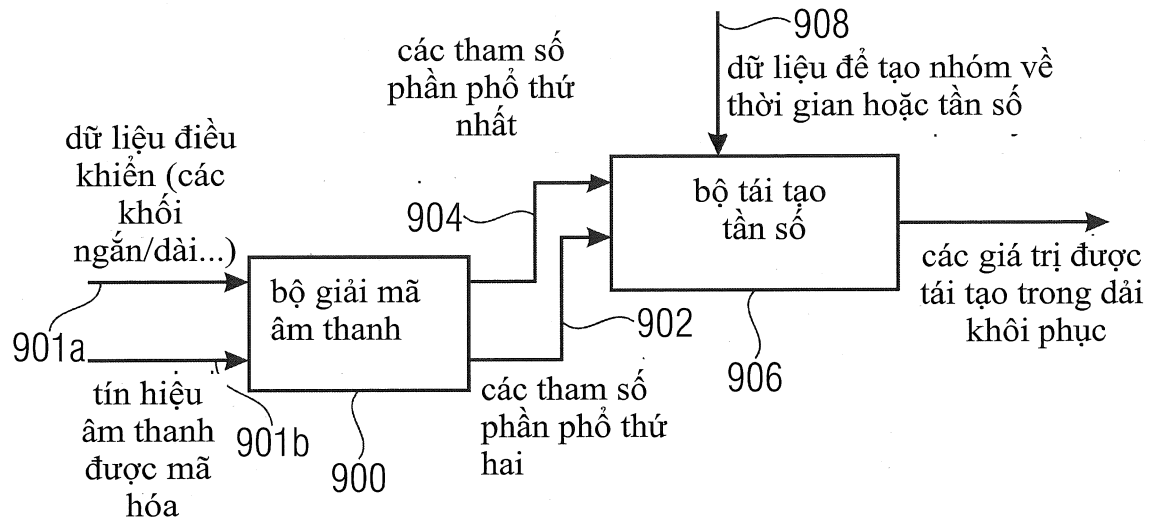


FIG 9A

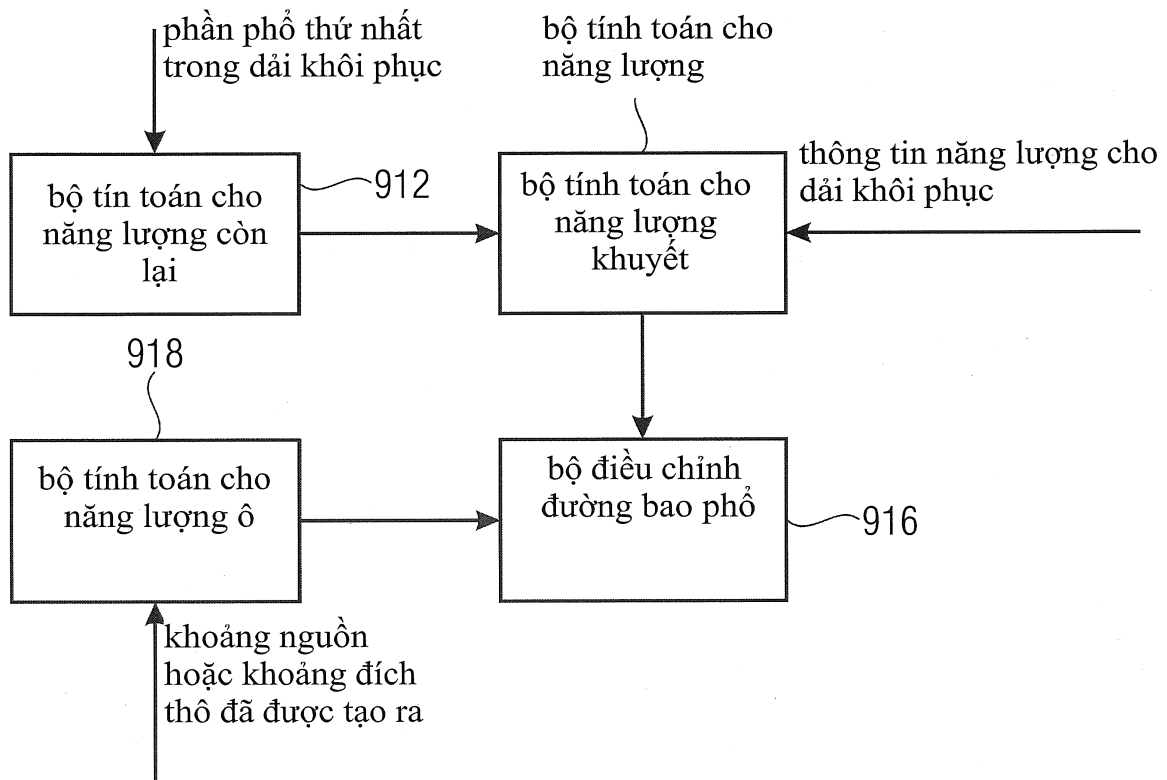
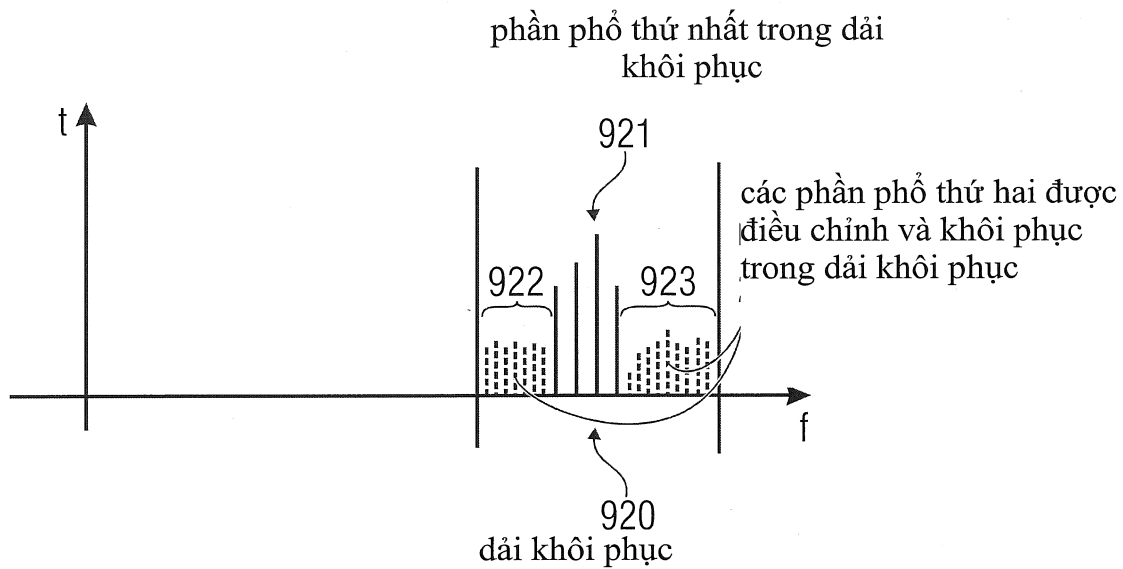


FIG 9B



ví dụ

- năng lượng còn lại

5 đơn vị

- giá trị năng lượng cho dải khôi phục:

10 đơn vị (che phủ phần phổ thứ nhất và thứ hai trong dải khôi phục)

- năng lượng của dữ liệu khoảng nguồn hoặc dữ liệu khoảng đích thô

8 đơn vị

- năng lượng thiếu:

5 đơn vị

- hệ số khuếch đại:

$$g := \sqrt{\frac{mE_k}{pE_k}} = 0,79$$

→ chỉ các giá trị phổ cho các phần phổ thứ hai được điều chỉnh

→ phần phổ thứ nhất không bị ảnh hưởng bởi việc điều chỉnh đường bao

FIG 9C

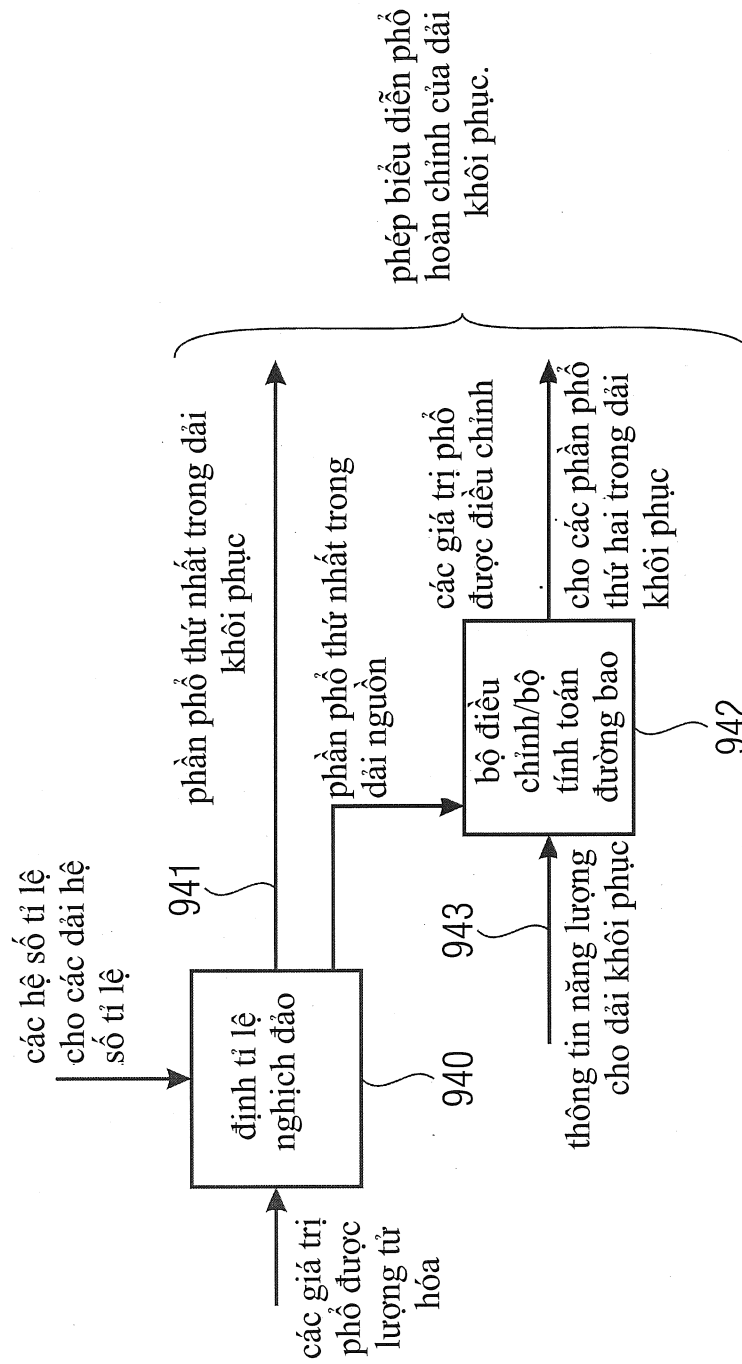


FIG 9D

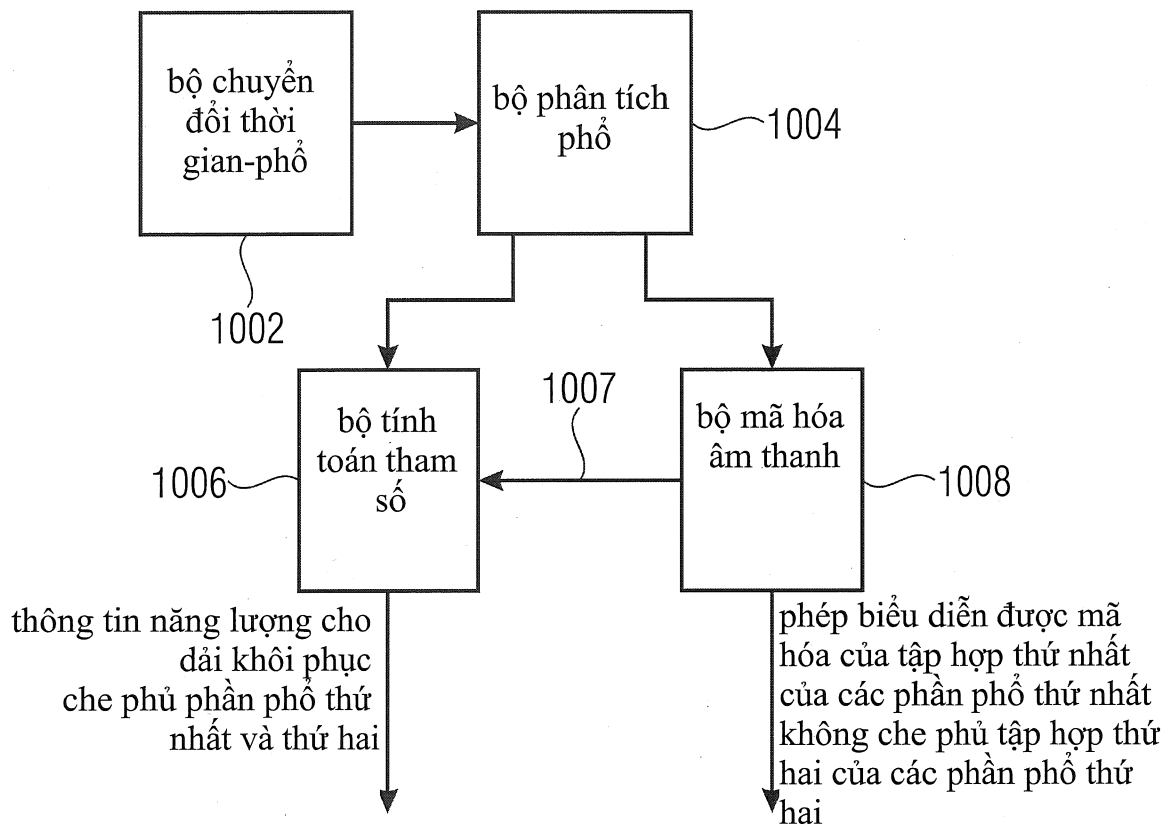


FIG 10A

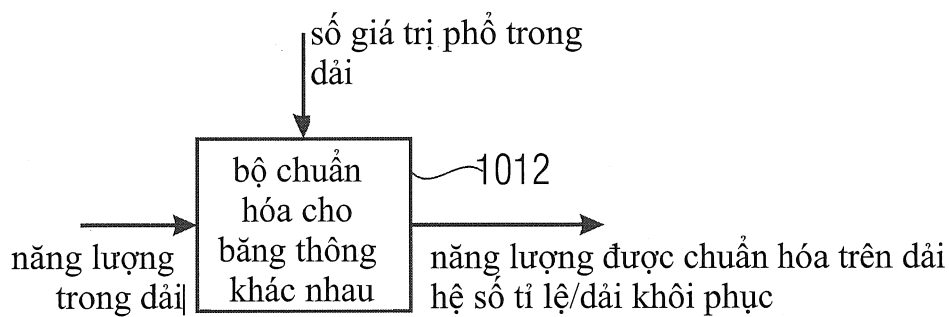


FIG 10B

thông tin điều khiển từ bộ mã hóa lỗi

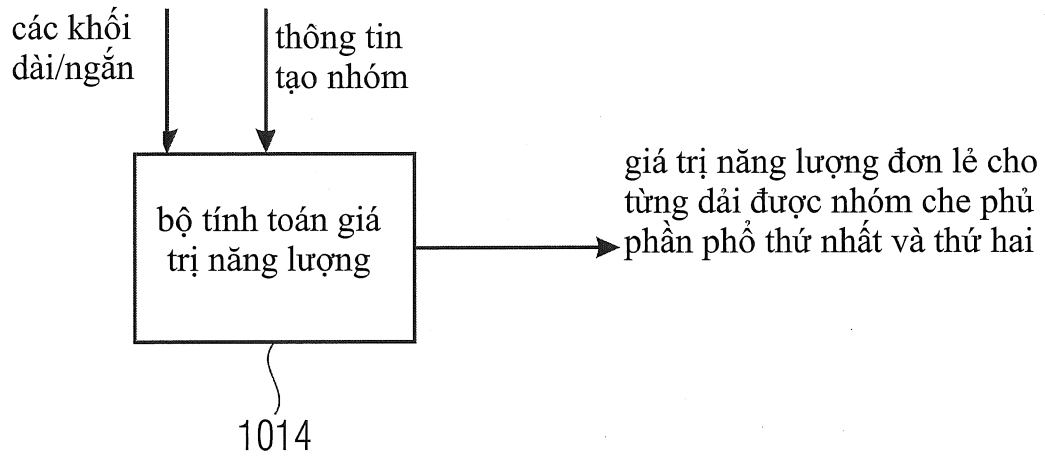


FIG 10C

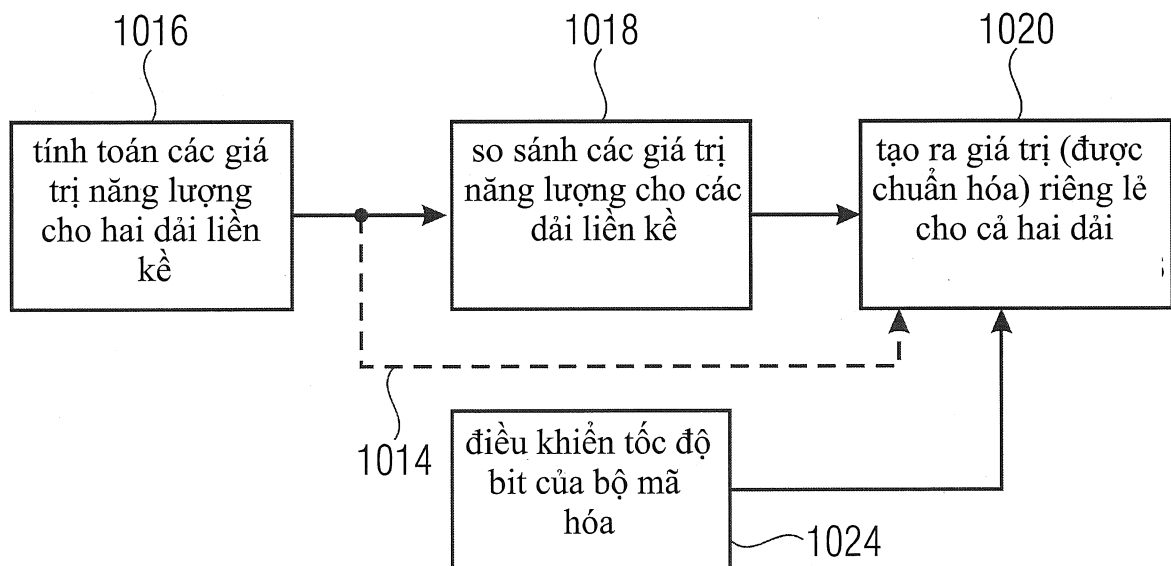


FIG 10D

1100

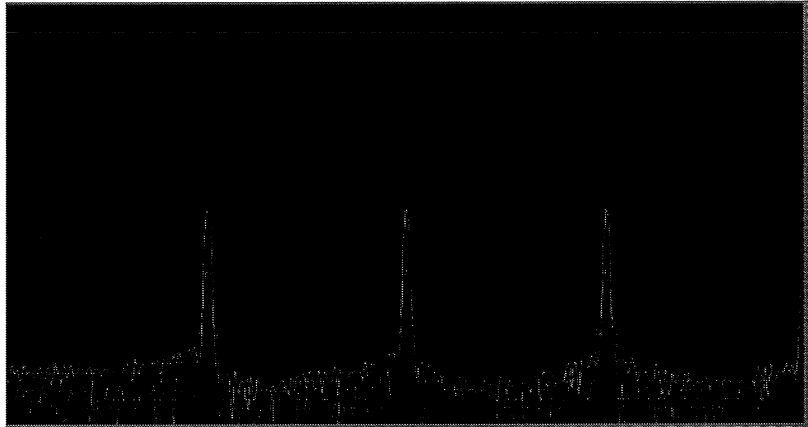
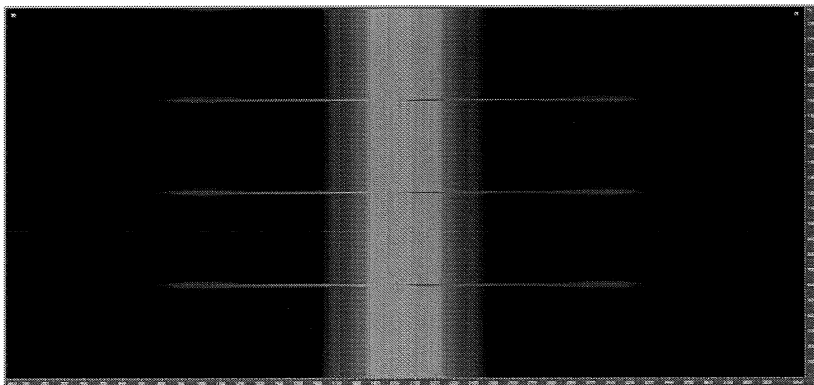
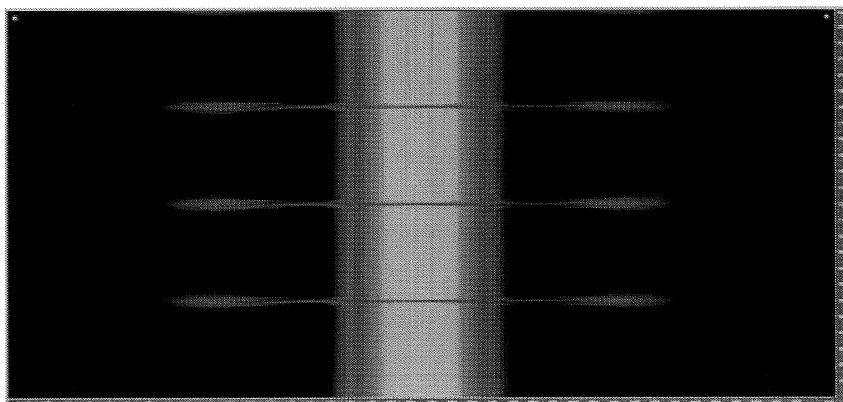


FIG 11A



Ảnh phổ của sự chuyển tiếp sau khi áp dụng BWE. Trục x biểu diễn thời gian, trục y biểu diễn tần số.

FIG 11B



Ảnh phổ của sự chuyển tiếp sau khi áp dụng BWE. Trục x biểu diễn thời gian, trục y biểu diễn tần số. Qua việc áp dụng làm giảm sự tạo vòng của bộ lọc, sự tạo vòng của bộ lọc được giảm xuống xấp xỉ 20dB.

FIG 11C

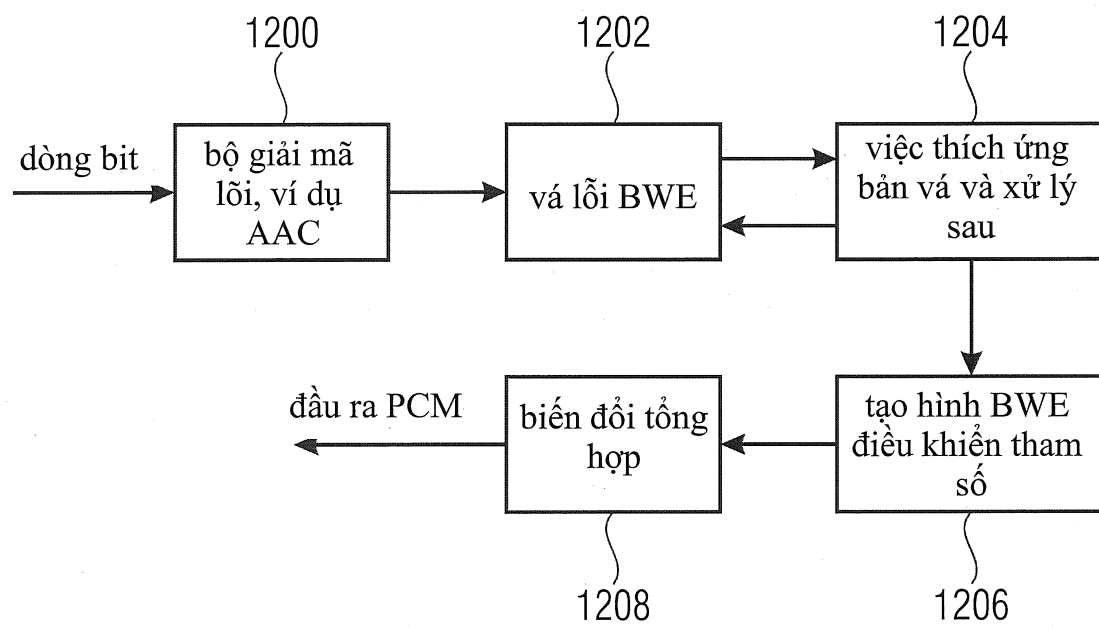


FIG 12A

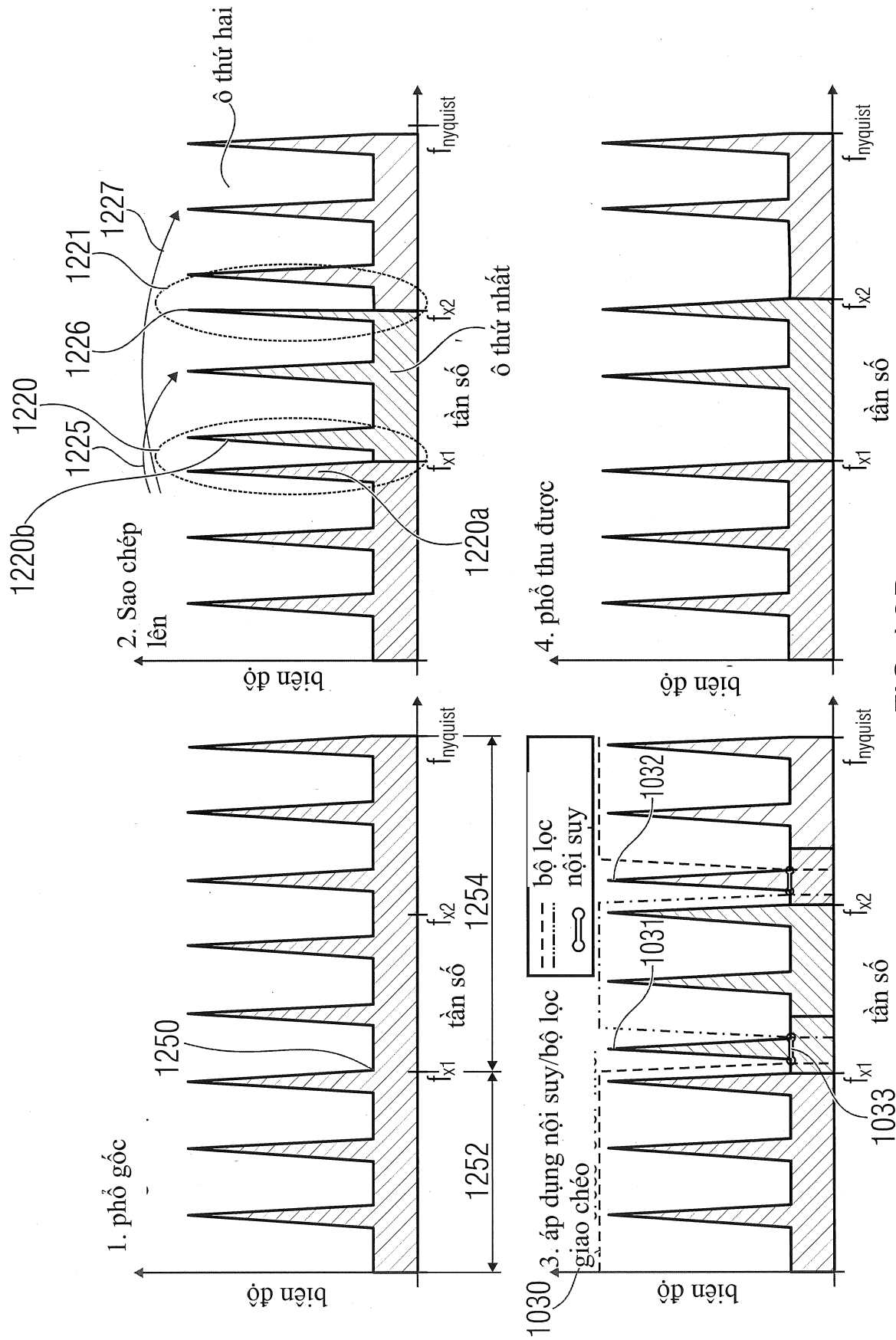
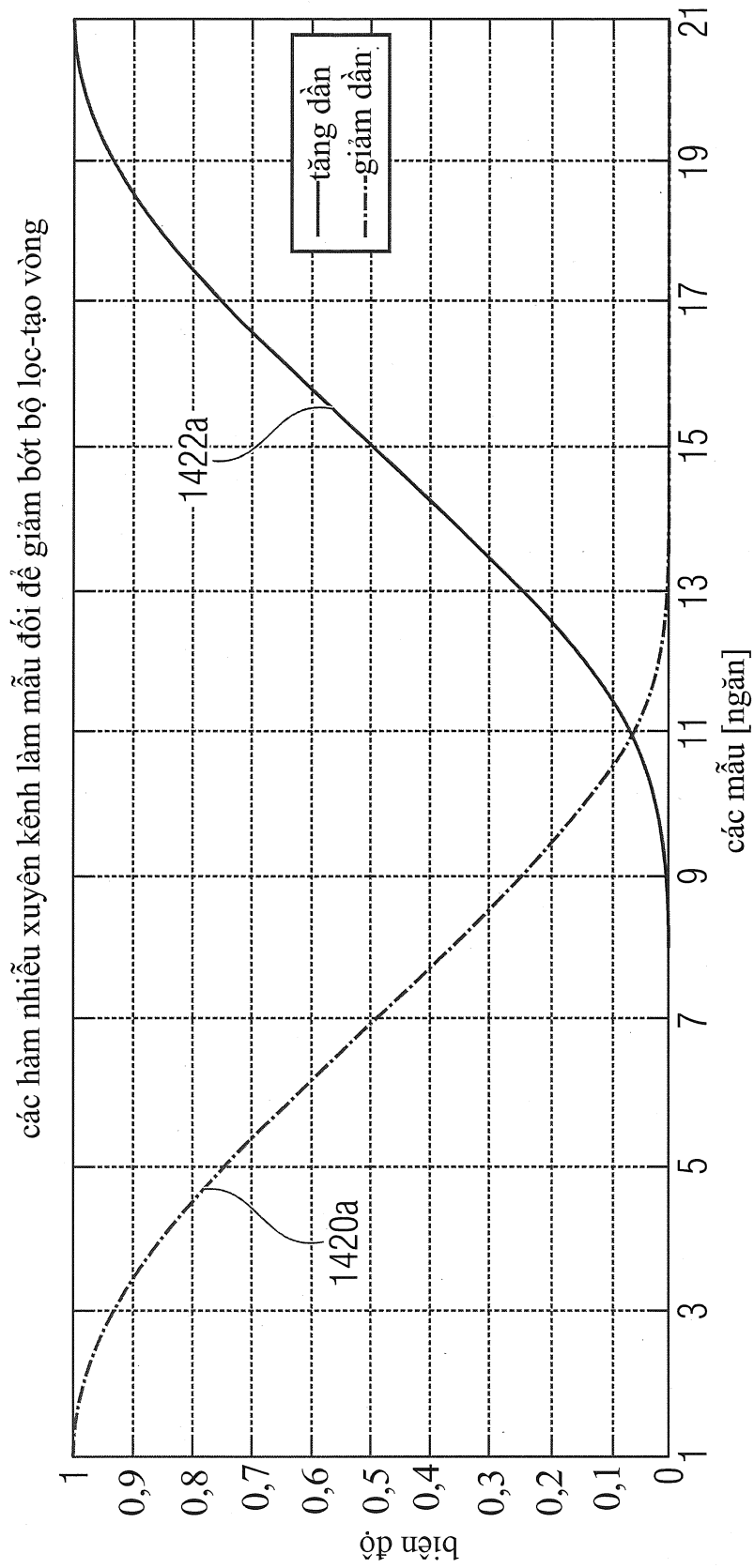


FIG 12B



các hàm nhiễu xuyên kênh làm mẫu, $N = 21$, $X_{\text{bias}} = 8$.

FIG 12C

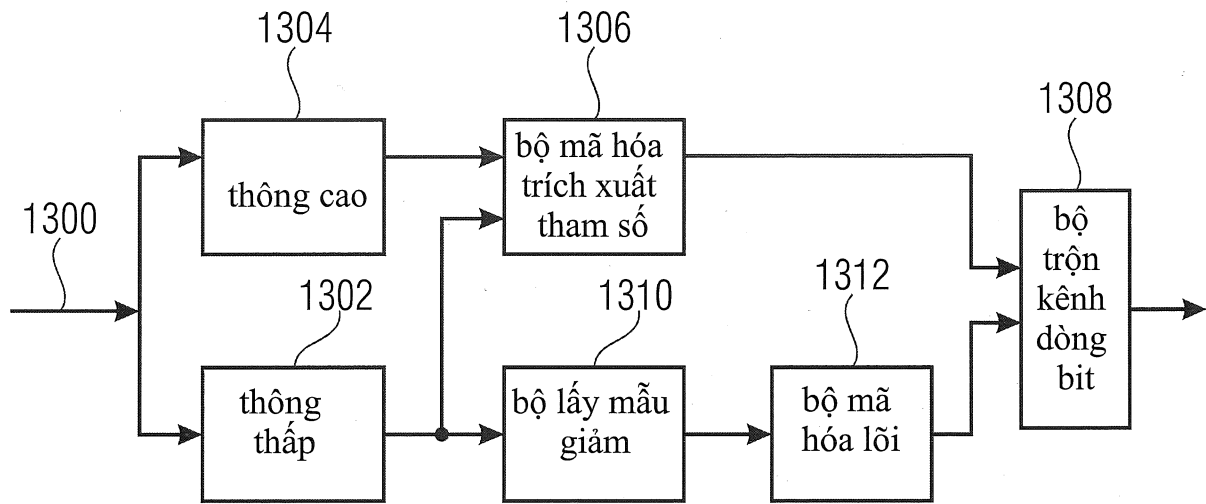


FIG 13A
(TÌNH TRẠNG KỸ THUẬT)

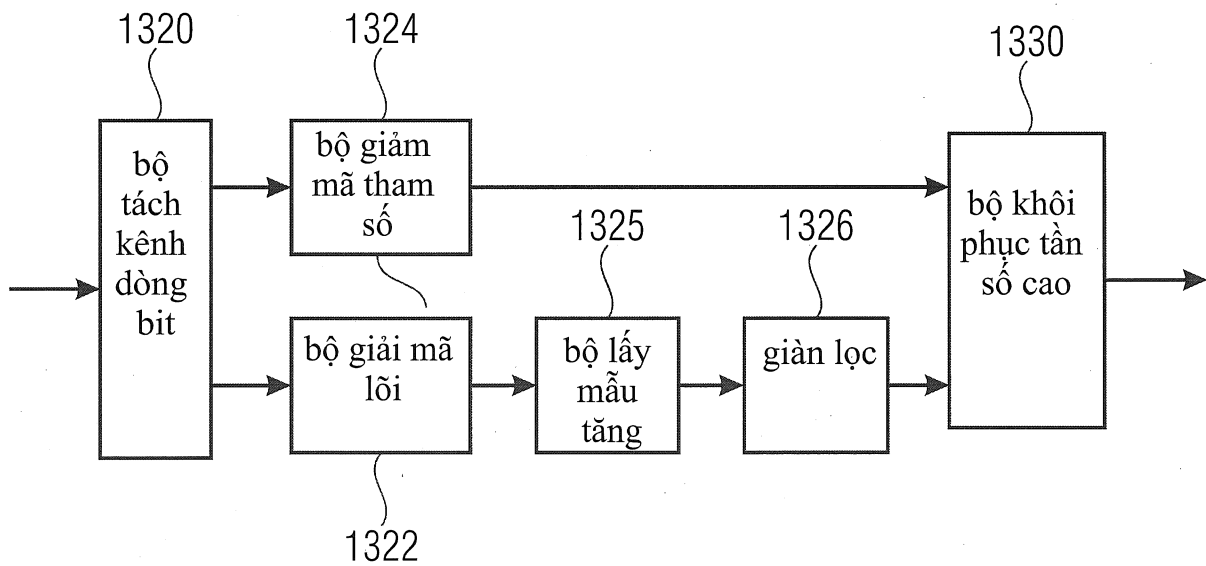


FIG 13B
(TÌNH TRẠNG KỸ THUẬT)

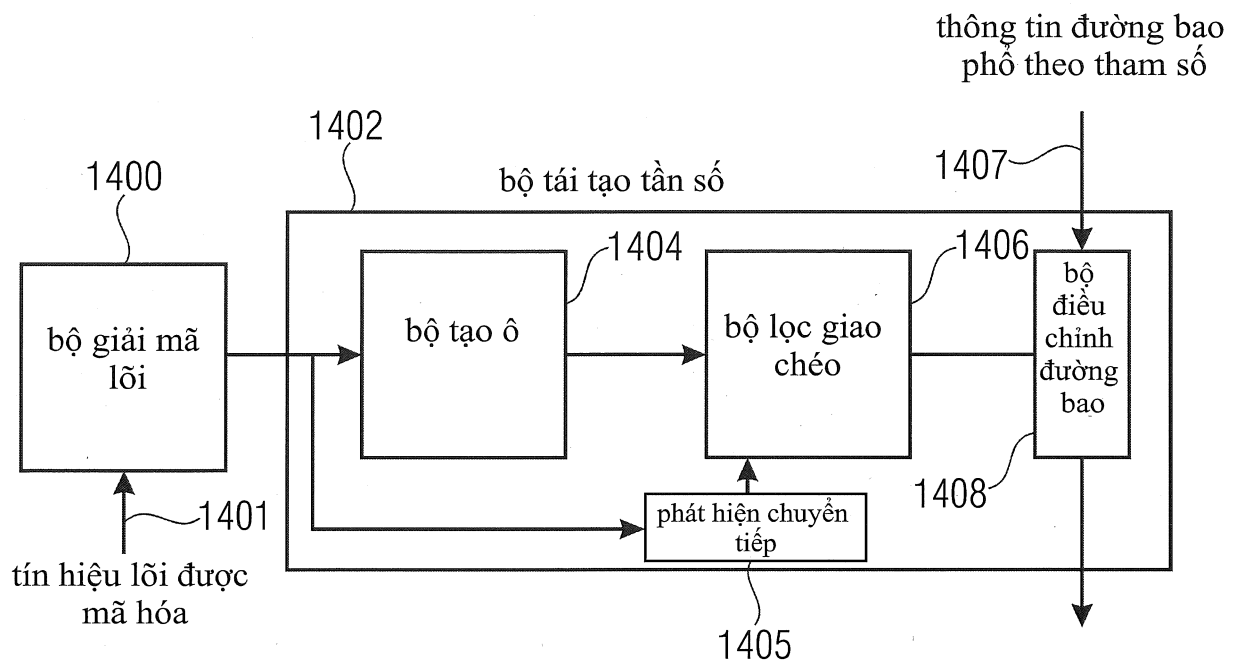


FIG 14A

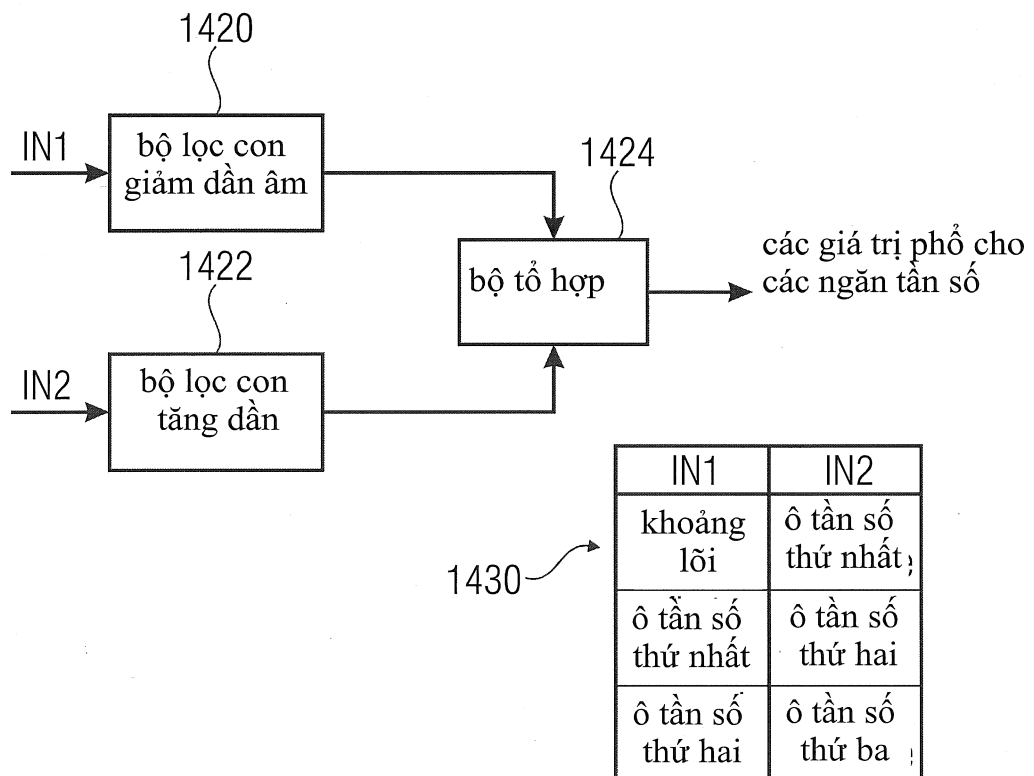


FIG 14B