



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ
 (19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11)
 CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ
 (51)⁷ G10L 21/038; G10L 19/02; G10L 19/087 (13) B

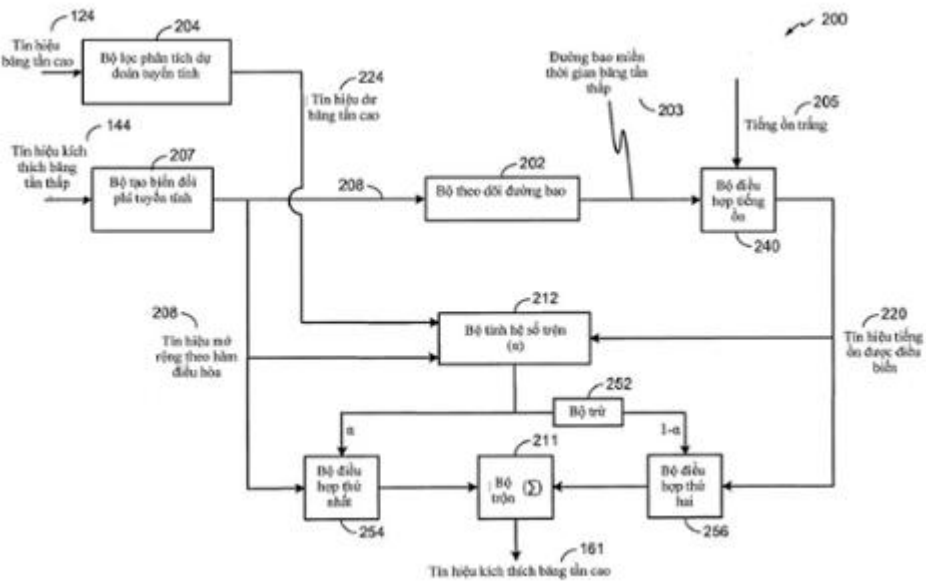


1-0025819

(21) 1-2016-01654 (22) 09/10/2014
 (86) PCT/US2014/059901 09/10/2014 (87) WO 2015/054492 A1 16/04/2015
 (30) 61/889,727 11/10/2013 US; 14/509,676 08/10/2014 US
 (45) 26/10/2020 391 (43) 25/08/2016 341A
 (73) QUALCOMM INCORPORATED (US)
 ATTN: International IP Administration, 5775 Morehouse Drive, San Diego, CA
 92121-1714, United States of America
 (72) ATTI, Venkatraman S. (IN); KRISHNAN, Venkatesh (US).
 (74) Công ty TNHH Quốc tế D & N (D&N INTERNATIONAL CO.,LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ ƯỚC LƯỢNG HỆ SỐ TRỘN, VÀ VẬT GHI BẮT BIẾN ĐƯỢC ĐƯỢC BẰNG MÁY TÍNH LƯU TRỮ CÁC LỆNH

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị ước lượng hệ số trộn, và vật ghi đọc được bằng máy tính lưu trữ các lệnh. Phương pháp này bao gồm bước tạo tín hiệu dư bằng tần cao dựa trên phần băng tần cao của tín hiệu âm thanh. Phương pháp này còn bao gồm bước tạo ra tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa dựa ít nhất một phần vào phần băng tần thấp của tín hiệu âm thanh. Phương pháp này còn bao gồm bước xác định hệ số trộn dựa trên tín hiệu dư bằng tần cao, tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa, và tiếng ồn được điều biến. Tiếng ồn được điều biến dựa ít nhất một phần vào tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa và tiếng ồn trắng.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Nói chung sáng chế đề cập đến việc xử lý tín hiệu.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các tiến bộ về công nghệ đã tạo ra những thiết bị điện toán nhỏ gọn và mạnh mẽ hơn. Ví dụ, hiện nay đang có sẵn nhiều thiết bị điện toán cá nhân di động, bao gồm thiết bị điện toán không dây, như điện thoại không dây di động, thiết bị số hỗ trợ cá nhân (personal digital assistant - PDA), và thiết bị nhắn tin, đây là các thiết bị nhỏ, nhẹ và người dùng dễ dàng mang theo. Cụ thể hơn là, điện thoại không dây di động, như điện thoại di động và điện thoại giao thức Internet (Internet protocol - IP), có thể truyền giọng nói và các gói dữ liệu qua mạng không dây. Hơn nữa, các điện thoại không dây này bao gồm các loại thiết bị khác được tích hợp trong đó. Ví dụ, điện thoại không dây có thể còn bao gồm máy ảnh tĩnh kỹ thuật số, máy quay phim kỹ thuật số, máy ghi âm kỹ thuật số và máy nghe nhạc.

Trong các hệ thống điện thoại thông thường (ví dụ, mạng điện thoại chuyển mạch công cộng (public switched telephone network - PSTN)), băng thông tín hiệu được giới hạn trong khoảng tần số từ 300 Hertz (Hz) đến 3,4 kiloHertz (kHz). Trong các ứng dụng băng thông rộng (wideband - WB), chẳng hạn như hệ điện thoại di động và mạng truyền giọng nói trên nền giao thức internet (voice over internet protocol - VoIP), băng thông tín hiệu có thể trải rộng trong khoảng tần số từ 50 Hz đến 7 kHz. Các kỹ thuật mã hóa băng tần siêu rộng (super wideband - SWB) hỗ trợ băng thông lên đến khoảng 16 kHz. Băng thông tín hiệu mở rộng từ điện thoại băng tần hẹp tại 3,4 kHz đến điện thoại SWB tại 16 kHz có thể cải thiện chất lượng của việc tái tạo tín hiệu, độ nghe rõ, và độ tự nhiên.

Các kỹ thuật mã hóa SWB thường bao gồm mã hóa và truyền phần tần số thấp của tín hiệu (ví dụ, từ 50 Hz đến 7 kHz, còn được gọi là "băng tần thấp"). Ví dụ, băng tần thấp này có thể được biểu diễn bằng cách sử dụng các tham số bộ lọc và/hoặc tín hiệu kích thích băng tần thấp. Tuy nhiên, để nâng cao hiệu suất mã hóa, phần tần số cao của tín hiệu (ví dụ, từ 7 kHz đến 16 kHz, còn được gọi là "băng tần cao") có thể

không được mã hóa hoàn toàn và truyền đi. Thay vào đó, bộ thu có thể dùng kỹ thuật mô hình hóa tín hiệu để dự đoán băng tần cao. Theo một số phương án thực hiện, dữ liệu được kết hợp với băng tần cao có thể được đưa đến bộ thu để hỗ trợ việc dự đoán này. Các dữ liệu như vậy có thể được gọi là “các thông tin phụ”, và có thể bao gồm các hệ số trộn để làm trơn sự khai triển giữa các khung con, thông tin độ lợi, các tần số phổ vạch (line spectral frequency - LSF, còn được gọi là cặp phổ vạch (line spectral pair - LSP)), v.v.. Dự đoán băng tần cao nhờ sử dụng mô hình tín hiệu có thể chính xác theo cách chấp nhận được khi tín hiệu băng tần thấp tương quan đầy đủ với tín hiệu băng tần cao. Tuy nhiên, khi có nhiễu, sự tương quan giữa băng tần thấp và băng tần cao có thể yếu đi, và mô hình tín hiệu có thể không còn khả năng biểu diễn băng tần cao một cách chính xác nữa. Điều này có thể tạo ra nhiễu lạ (ví dụ, thoại bị biến dạng) tại bộ thu.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các hệ thống và phương pháp ước lượng hệ số trộn bằng cách sử dụng phép phân tích vòng lặp kín được bộc lộ. Mã hóa băng tần cao có thể bao gồm việc tạo ra tín hiệu kích thích băng tần cao từ tín hiệu kích thích băng tần thấp được tạo ra nhờ sử dụng phân tích băng tần thấp (ví dụ phép phân tích dự đoán tuyến tính (linear prediction - LP) băng tần thấp). Tín hiệu kích thích băng tần cao có thể được tạo bằng cách trộn tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa với tiếng ồn được điều biến (ví dụ, tiếng ồn trắng). Tỷ lệ mà tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa và tiếng ồn đã điều biến được trộn có thể ảnh hưởng đến chất lượng tái tạo tín hiệu. Khi có tiếng ồn nền, sự tương quan giữa băng tần thấp và băng tần cao có thể được thỏa hiệp và tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa có thể không thích hợp để tổng hợp băng tần cao. Ví dụ, tín hiệu kích thích băng tần cao có thể đưa nhiễu lạ nghe được do các dao động băng tần thấp gây ra trong khung độc lập với băng tần cao. Theo các kỹ thuật được mô tả, tỷ lệ mà tại đó tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa và tiếng ồn được điều biến được trộn có thể được điều chỉnh dựa trên tín hiệu biểu diễn băng tần cao (ví dụ, tín hiệu dư băng tần cao). Ví dụ, các kỹ thuật được mô tả ở đây có thể cho phép ước lượng vòng lặp kín hệ số trộn được sử dụng để xác định tỷ lệ mà tại đó tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa và tiếng ồn được điều biến được trộn. Việc ước lượng vòng lặp kín có thể làm giảm (ví dụ, tối thiểu hóa) hiệu giữa tín hiệu kích thích băng tần cao và tín hiệu dư băng tần

cao, qua đó tạo ra tín hiệu kích thích băng tần cao mà ít dễ bị dao động hơn trong băng tần thấp và tiêu biểu hơn cho băng tần cao.

Theo phương án cụ thể, phương pháp bao gồm bước tạo, tại bộ mã hóa thoại, tín hiệu dư băng tần cao dựa trên phần băng tần cao của tín hiệu âm thanh. Phương pháp này còn bao gồm bước tạo ra tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa dựa ít nhất một phần vào phần băng tần thấp của tín hiệu âm thanh. Phương pháp này còn bao gồm bước xác định hệ số trộn dựa trên tín hiệu dư băng tần cao, tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa, và tiếng ồn được điều biến. Tiếng ồn được điều biến dựa ít nhất một phần vào tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa và tiếng ồn trắng.

Theo phương án cụ thể khác, thiết bị bao gồm bộ lọc phân tích dự đoán tuyến tính để tạo ra tín hiệu dư băng tần cao dựa trên phần băng tần cao của tín hiệu âm thanh. Thiết bị này còn bao gồm bộ tạo biến đổi phi tuyến tính để tạo ra tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa dựa ít nhất một phần vào phần băng tần thấp của tín hiệu âm thanh. Thiết bị này còn bao gồm bộ tính hệ số trộn để xác định hệ số trộn dựa trên tín hiệu dư băng tần cao, tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa, và tiếng ồn được điều biến. Tiếng ồn được điều biến dựa ít nhất một phần vào tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa và tiếng ồn trắng.

Theo phương án cụ thể khác, vật ghi bất biến đọc được bằng máy tính bao gồm các lệnh mà khi được thực thi bởi bộ xử lý sẽ lệnh cho bộ xử lý tạo ra tín hiệu dư băng tần cao dựa trên phần băng tần cao của tín hiệu âm thanh. Các lệnh này cũng có thể được thực thi để lệnh cho bộ xử lý tạo ra tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa dựa ít nhất một phần vào phần băng tần thấp của tín hiệu âm thanh. Các lệnh này cũng có thể được thực thi để lệnh cho bộ xử lý xác định hệ số trộn dựa trên tín hiệu dư băng tần cao, tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa, và tiếng ồn được điều biến. Tiếng ồn được điều biến dựa ít nhất một phần vào tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa và tiếng ồn trắng.

Theo phương án cụ thể khác, thiết bị bao gồm phương tiện để tạo ra tín hiệu dư băng tần cao dựa trên phần băng tần cao của tín hiệu âm thanh. Thiết bị này còn bao gồm phương tiện để tạo ra tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa dựa ít nhất một phần vào phần băng tần thấp của tín hiệu âm thanh. Thiết bị này còn bao gồm phương tiện để xác định hệ số trộn dựa trên tín hiệu dư băng tần cao, tín hiệu mở rộng theo hàm

điều hòa, và tiếng ồn được điều biến. Tiếng ồn được điều biến dựa ít nhất một phần vào tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa và tiếng ồn trắng.

Theo phương án cụ thể khác, phương pháp bao gồm bước thu, tại bộ giải mã thoại, tín hiệu được mã hóa bao gồm tín hiệu kích thích băng tần thấp và thông tin phụ băng tần cao. Thông tin phụ băng tần cao bao gồm hệ số trộn được xác định dựa trên tín hiệu dư băng tần cao, tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa, và tiếng ồn được điều biến. Phương pháp này còn bao gồm bước tạo ra tín hiệu kích thích băng tần cao dựa trên thông tin phụ băng tần cao và tín hiệu kích thích băng tần thấp.

Theo phương án cụ thể khác, thiết bị bao gồm bộ giải mã thoại được tạo cấu hình để thu tín hiệu được mã hóa bao gồm tín hiệu kích thích băng tần thấp và thông tin phụ băng tần cao. Thông tin phụ băng tần cao bao gồm hệ số trộn được xác định dựa trên tín hiệu dư băng tần cao, tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa, và tiếng ồn được điều biến. Bộ giải mã thoại còn được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu kích thích băng tần cao dựa trên thông tin phụ băng tần cao và tín hiệu kích thích băng tần thấp.

Theo phương án cụ thể khác, thiết bị bao gồm phương tiện để thu tín hiệu được mã hóa bao gồm tín hiệu kích thích băng tần thấp và thông tin phụ băng tần cao. Thông tin phụ băng tần cao bao gồm hệ số trộn được xác định dựa trên tín hiệu dư băng tần cao, tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa, và tiếng ồn được điều biến. Thiết bị này còn bao gồm phương tiện để tạo ra tín hiệu kích thích băng tần cao dựa trên thông tin phụ băng tần cao và tín hiệu kích thích băng tần thấp.

Theo phương án cụ thể khác, vật ghi bất biến đọc được bằng máy tính bao gồm các lệnh mà khi được thực thi bởi bộ xử lý sẽ lệnh cho bộ xử lý thu tín hiệu được mã hóa bao gồm tín hiệu kích thích băng tần thấp và thông tin phụ băng tần cao. Thông tin phụ băng tần cao bao gồm hệ số trộn được xác định dựa trên tín hiệu dư băng tần cao, tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa, và tiếng ồn được điều biến. Các lệnh này cũng có thể được thực thi để lệnh cho bộ xử lý tạo ra tín hiệu kích thích băng tần cao dựa trên thông tin phụ băng tần cao và tín hiệu kích thích băng tần thấp.

Những ưu điểm cụ thể đem lại từ ít nhất một trong số các phương án được bộc lộ bao gồm khả năng điều chỉnh động các hệ số trộn được sử dụng trong phép phân tích băng tần cao dựa trên các đặc điểm từ băng tần cao. Ví dụ, các hệ số trộn có thể được xác định bằng cách sử dụng phép phân tích vòng lặp kín để giảm sai số giữa tín hiệu dư băng tần cao và tín hiệu kích thích băng tần cao được sử dụng trong phép phân

tích băng tần cao. Các khía cạnh, ưu điểm và đặc điểm khác của sáng chế sẽ trở nên rõ ràng sau khi xem toàn bộ bản mô tả, bao gồm các phần sau: Mô tả vắn tắt các hình vẽ, Mô tả chi tiết sáng chế, và Yêu cầu bảo hộ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ thể hiện phương án cụ thể của hệ thống có thể hoạt động để ước lượng hệ số trộn;

Fig.2 là sơ đồ thể hiện phương án cụ thể của hệ thống có thể hoạt động để ước lượng hệ số trộn để tạo ra tín hiệu kích thích băng tần cao;

Fig.3 là sơ đồ thể hiện phương án cụ thể khác của hệ thống có thể hoạt động để ước lượng hệ số trộn bằng cách sử dụng phép phân tích vòng lặp kín để tạo ra tín hiệu kích thích băng tần cao;

Fig.4 là sơ đồ thể hiện phương án cụ thể của hệ thống mà có thể hoạt động để tái tạo tín hiệu âm thanh bằng cách sử dụng hệ số trộn;

Fig.5 bao gồm các lưu đồ để minh họa các phương án cụ thể của phương pháp tái tạo tín hiệu băng tần cao bằng cách sử dụng hệ số trộn; và

Fig.6 là sơ đồ khối của thiết bị không dây có thể hoạt động để thực hiện các thao tác xử lý tín hiệu theo các hệ thống và phương pháp trên các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.5.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trên Fig.1, phương án cụ thể của hệ thống mà có thể hoạt động để ước lượng hệ số trộn (ví dụ, bằng cách sử dụng phép phân tích vòng lặp kín) được thể hiện và được ký hiệu chung là 100. Theo phương án cụ thể, hệ thống 100 có thể được tích hợp vào hệ thống hoặc thiết bị mã hóa (ví dụ, trong điện thoại không dây hoặc bộ mã hóa/bộ giải mã (CODEC)). Theo các phương án cụ thể khác, hệ thống 100 có thể được tích hợp vào đầu thu kỹ thuật số, máy chơi nhạc, máy phát video, thiết bị giải trí, thiết bị điều hướng, thiết bị truyền thông, PDA, thiết bị dữ liệu định vị cố định, hoặc máy tính.

Cần lưu ý rằng trong phần mô tả sau đây, các chức năng khác nhau được thực hiện bởi hệ thống 100 trên Fig.1 được mô tả là đang được thực hiện bởi các bộ phận hoặc các mô-đun nhất định. Tuy nhiên, sự phân chia các bộ phận và mô-đun này chỉ phục vụ mục đích minh họa. Theo phương án khác, chức năng được thực hiện bởi bộ

phận hoặc mô-đun cụ thể có thể thay vào đó được phân chia cho nhiều bộ phận hoặc mô-đun. Hơn nữa, theo phương án khác, hai hoặc nhiều bộ phận hoặc mô-đun trên Fig.1 có thể được kết hợp thành một bộ phận hoặc mô-đun. Mỗi bộ phận hoặc mô-đun được thể hiện trên Fig.1 có thể được thực hiện nhờ sử dụng phần cứng (ví dụ, thiết bị mảng cổng lập trình được dạng trường (field-programmable gate array - FPGA), mạch tích hợp chuyên dụng (application-specific integrated circuit - ASIC), bộ xử lý tín hiệu số (digital signal processor - DSP), bộ điều khiển, v.v.), phần mềm (ví dụ, các lệnh thực thi được bởi bộ xử lý), hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng.

Hệ thống 100 bao gồm giàn bộ lọc phân tích 110 mà được tạo cấu hình để nhận tín hiệu âm thanh đầu vào 102. Ví dụ, tín hiệu âm thanh đầu vào 102 có thể được cung cấp bởi micro hoặc thiết bị đầu vào khác. Theo phương án cụ thể, tín hiệu âm thanh đầu vào 102 có thể bao gồm thoại. Tín hiệu âm thanh đầu vào 102 có thể là tín hiệu SWB mà bao gồm dữ liệu trong khoảng tần số từ xấp xỉ 50 Hz đến xấp xỉ 16 kHz. Giàn bộ lọc phân tích 110 có thể lọc tín hiệu âm thanh đầu vào 102 thành nhiều phần dựa trên tần số. Ví dụ, giàn bộ lọc phân tích 110 có thể tạo ra tín hiệu băng tần thấp 122 và tín hiệu băng tần cao 124. Tín hiệu băng tần thấp 122 và tín hiệu băng tần cao 124 có thể có băng thông bằng nhau hoặc không bằng nhau, và có thể chồng lấn hoặc không chồng lấn. Theo phương án khác, giàn bộ lọc phân tích 110 có thể tạo ra nhiều hơn hai đầu ra.

Theo ví dụ trên Fig.1, tín hiệu dải thấp 122 và tín hiệu dải cao 124 chiếm các dải băng tần không chồng lấn. Ví dụ, tín hiệu băng tần thấp 122 và tín hiệu băng tần cao 124 có thể chiếm các dải tần số không chồng lấn là 50 Hz – 7 kHz và 7 kHz – 16 kHz. Theo phương án khác, tín hiệu băng tần thấp 122 và tín hiệu băng tần cao 124 có thể chiếm các dải tần số không chồng lấn lần lượt là 50 Hz – 8 kHz và 8 kHz – 16 kHz. Theo phương án khác nữa, tín hiệu băng tần thấp 122 và tín hiệu băng tần cao 124 chồng lấn nhau (ví dụ, lần lượt là 50 Hz – 8 kHz và 7 kHz – 16 kHz), điều này có thể cho phép bộ lọc thông thấp và bộ lọc thông cao của giàn bộ lọc phân tích 110 có cuộn lại suôn sẻ, điều này có thể đơn giản hóa thiết kế và giảm chi phí của bộ lọc thông thấp và bộ lọc thông cao. Chồng lấn tín hiệu băng tần thấp 122 và tín hiệu băng tần cao 124 cũng có thể cho phép trộn các tín hiệu băng tần thấp và băng tần cao một cách mượt mà tại bộ thu, điều này có thể dẫn đến có ít nhiễu lạ nghe được hơn.

Cần lưu ý rằng mặc dù ví dụ trên Fig.1 minh họa bước xử lý tín hiệu SWB, điều này chỉ mang tính minh họa. Theo phương án khác, tín hiệu âm thanh đầu vào 102 có thể là tín hiệu WB có khoảng tần số từ xấp xỉ 50 Hz đến xấp xỉ 8 kHz. Theo phương án như vậy, tín hiệu băng tần thấp 122 có thể tương ứng với khoảng tần số từ xấp xỉ 50 Hz đến xấp xỉ 6,4 kHz, và tín hiệu băng tần cao 124 có thể tương ứng với khoảng tần số từ xấp xỉ 6,4 kHz đến xấp xỉ 8 kHz.

Hệ thống 100 có thể bao gồm mô-đun phân tích băng tần thấp 130 được tạo cấu hình để nhận tín hiệu băng tần thấp 122 này. Theo phương án cụ thể, mô-đun phân tích băng tần thấp 130 có thể biểu diễn một phương án về bộ mã hóa dự đoán tuyến tính kích thích bằng mã (code excited linear prediction - CELP). Mô-đun phân tích băng tần thấp 130 có thể bao gồm mô-đun phân tích LP và mã hóa 132, mô-đun biến đổi hệ số dự đoán tuyến tính (linear prediction coefficient - LPC) thành LSP 134, và bộ lượng tử hóa 136. LSP còn có thể được gọi là LSF, và hai thuật ngữ (LSP và LSF) có thể được sử dụng thay thế cho nhau trong bản mô tả này. Mô-đun phân tích LP và mã hóa 132 có thể mã hóa đường bao phổ của tín hiệu băng tần thấp 122 dưới dạng tập hợp các LPC. Các LPC có thể được tạo ra cho mỗi khung âm thanh (ví dụ, 20 mili giây (ms) âm thanh, tương ứng với 320 mẫu ở tốc độ lấy mẫu 16 kHz), mỗi khung con âm thanh (ví dụ, 5 ms âm thanh), hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng. Số LPC được tạo ra cho mỗi khung hoặc khung con có thể được xác định bởi "thứ tự" của phân tích LP được thực hiện. Theo phương án cụ thể, mô-đun phân tích LP và mã hóa 132 có thể tạo ra tập hợp gồm 11 LPC tương ứng với phân tích LP thứ 10.

Mô-đun biến đổi LPC thành LSP 134 có thể biến đổi tập hợp các LPC được tạo ra bởi mô-đun phân tích LP và mã hóa 132 thành tập hợp các LSP tương ứng (ví dụ, bằng cách sử dụng biến đổi một-một). Theo cách khác, tập hợp các LPC có thể được biến đổi một-một thành tập hợp các hệ số parcor tương ứng, các giá trị LAR (log-area-ratio), các cặp phổ trở nạp (immittance spectral pairs - ISPs), hoặc các tần số phổ trở nạp (immittance spectral pairs - ISPs). Sự biến đổi giữa tập hợp các LPC và tập hợp các LSP có thể nghịch đảo được mà không xảy ra lỗi.

Bộ lượng tử hóa 136 có thể lượng tử hóa tập hợp các LSP được tạo ra bởi mô-đun biến đổi 134. Ví dụ, bộ lượng tử hóa 136 có thể bao gồm hoặc được ghép nối với nhiều bảng mã mà bao gồm nhiều mục nhập (ví dụ, các vectơ). Để lượng tử hóa tập hợp các LSP, bộ lượng tử hóa 136 có thể nhận dạng các mục nhập của bảng mã mà

"gần nhất với" (ví dụ, dựa trên độ đo biến dạng chẳng hạn như bình phương nhỏ nhất hoặc sai số quân phương) tập hợp các LSP này. Bộ lượng tử hóa 136 có thể kết xuất giá trị chỉ số hoặc chuỗi các giá trị chỉ số tương ứng với vị trí của các mục nhập được nhận dạng trong bảng mã. Do đó, đầu ra của bộ lượng tử hóa 136 có thể biểu diễn các tham số bộ lọc thông thấp mà được bao gồm trong dòng bit băng tần thấp 142.

Mô-đun phân tích băng tần thấp 130 cũng có thể tạo ra tín hiệu kích thích băng tần thấp 144. Ví dụ, tín hiệu kích thích băng tần thấp 144 có thể là tín hiệu đã mã hóa mà được tạo ra bằng cách lượng tử hóa tín hiệu dư LP, tín hiệu này được tạo ra trong quy trình LP được thực hiện bởi mô-đun phân tích băng tần thấp 130. Tín hiệu dư LP có thể biểu diễn sai số dự đoán.

Hệ thống 100 còn có thể bao gồm mô-đun phân tích băng tần cao 150 được tạo cấu hình để nhận tín hiệu băng tần cao 124 từ giàn bộ lọc phân tích 110 và tín hiệu kích thích băng tần thấp 144 từ mô-đun phân tích băng tần thấp 130. Mô-đun phân tích băng tần cao 150 có thể tạo ra thông tin phụ băng tần cao 172 dựa trên tín hiệu băng tần cao 124 và tín hiệu kích thích băng tần thấp 144. Ví dụ, thông tin phụ băng tần cao 172 có thể bao gồm các LSP băng tần cao, thông tin độ lợi, và các hệ số trộn (α), như được mô tả chi tiết ở đây.

Mô-đun phân tích băng tần cao 150 có thể bao gồm bộ tạo kích thích băng tần cao 160. Bộ tạo kích thích băng tần cao 160 có thể tạo ra tín hiệu kích thích băng tần cao 161 bằng cách mở rộng phổ của tín hiệu kích thích băng tần thấp 144 thành khoảng tần số băng tần cao (ví dụ, 7 kHz – 16 kHz). Để minh họa, bộ truyền kích thích băng tần cao 160 có thể áp dụng sự biến đổi cho tín hiệu kích thích băng tần thấp 144 (ví dụ như sự biến đổi phi tuyến tính như giá trị tuyệt đối hoặc phép toán bình phương) và có thể trộn tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa với tín hiệu tiếng ồn (ví dụ như tiếng ồn trắng được điều biến theo đường bao tương ứng với tín hiệu kích thích băng tần thấp 144 để sao chép các đặc điểm tạm thời thay đổi chậm của tín hiệu băng tần thấp 122) để tạo ra tín hiệu kích thích băng tần cao 161. Ví dụ, việc trộn có thể được thực hiện theo phương trình sau:

$$\text{Kích thích dải tần cao} = (\alpha * \text{mở rộng theo hàm điều hòa}) + \\ ((1 - \alpha) * \text{tiếng ồn đã điều biến})$$

Tỷ lệ mà tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa và tiếng ồn đã điều biến được trộn có thể ảnh hưởng đến chất lượng tái tạo băng tần cao tại bộ thu. Đối với tín hiệu thoại

hữu thanh, bước trộn có thể thiên về tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa (ví dụ, hệ số trộn α có thể ở trong khoảng từ 0,5 đến 1,0). Đối với các tín hiệu vô thanh, bước trộn có thể thiên về tiếng ồn đã điều biến (ví dụ, hệ số trộn α có thể ở trong khoảng 0,0 đến 0,5).

Trong một số trường hợp, tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa có thể không phù hợp để sử dụng trong phép phân tích băng tần cao do không đủ tương quan giữa tín hiệu băng tần cao 124 và tín hiệu băng tần thấp bị nhiễu 122. Ví dụ, tín hiệu băng tần thấp 122 (và do đó là tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa) có thể bao gồm các dao động về tần số mà không thể được mô phỏng trong tín hiệu băng tần cao 124. Thông thường, hệ số trộn α có thể được xác định dựa trên các tham số thoại băng tần thấp mà mô phỏng cường độ của khung cụ thể kết hợp với âm hữu thanh và cường độ của khung cụ thể kết hợp với âm vô thanh. Tuy nhiên, khi có tiếng ồn thì việc xác định hệ số trộn α theo cách đó có thể dẫn đến các dao động rộng trên mỗi khung con. Ví dụ, do tiếng ồn, hệ số trộn α cho bốn khung con liên tiếp có thể là 0,9, 0,25, 0,8, và 0,15, dẫn đến các nhiễu lạ rì rầm hoặc điều biến. Hơn thế nữa, một mức độ biến dạng lượng tử hóa lớn có thể có mặt.

Do đó, bộ tạo kích thích băng tần cao 160 có thể bao gồm bộ tính hệ số trộn 162 để ước lượng hệ số trộn α như được mô tả trên Fig.2 và Fig.3. Ví dụ, bộ tính hệ số trộn 162 có thể tạo hệ số trộn (α) dựa trên các đặc điểm của tín hiệu băng tần cao 124. Ví dụ, phần dư của tín hiệu băng tần cao 124 có thể được sử dụng để ước lượng hệ số trộn (α). Theo một phương án cụ thể, bộ tính hệ số trộn 162 có thể tạo hệ số trộn (α) mà làm giảm sai số quân phương của hiệu giữa phần dư của tín hiệu băng tần cao 124 và tín hiệu kích thích băng tần cao 161. Phần dư của tín hiệu băng tần cao 124 có thể được tạo ra bằng cách thực hiện phép phân tích dự đoán tuyến tính trên tín hiệu băng tần cao 124 (ví dụ, bằng cách mã hóa đường bao phổ của tín hiệu băng tần cao 124) để tạo ra tập hợp các LPC. Ví dụ, mô-đun phân tích băng tần cao 150 cũng có thể bao gồm mô-đun phân tích LP và mã hóa 152, mô-đun biến đổi LPC thành LSP 154, và bộ lượng tử hóa 156. Mô-đun phân tích LP và mã hóa 152 có thể tạo ra tập hợp các LPC. Tập hợp các LPC có thể được biến đổi thành LSP bởi mô-đun biến đổi 154 và được lượng tử hóa bởi bộ lượng tử hóa 156 dựa trên bảng mã 163.

Tín hiệu kích thích băng tần cao 161 có thể được sử dụng để xác định một hoặc nhiều tham số độ lợi băng tần cao mà được bao gồm trong thông tin phụ băng tần cao

172. Mỗi trong số mô-đun phân tích LP và mã hóa 152, mô-đun biến đổi 154, và bộ lượng tử hóa 156 có thể hoạt động như được mô tả trên đây đối với các thành phần tương ứng của mô-đun phân tích thông thấp 130, nhưng với độ phân giải bị giảm tương đối (ví dụ như sử dụng các bit thông tin ít hơn cho mỗi hệ số, LSP, v.v.). Mô-đun phân tích LP và mã hóa 152 có thể tạo ra một tập hợp gồm các LPC được biến đổi thành các LSP bởi mô-đun biến đổi 154 và được lượng tử hóa bởi bộ lượng tử hóa 156 dựa trên bảng mã 163. Ví dụ, mô-đun phân tích LP và mã hóa 152, mô-đun biến đổi 154, và bộ lượng tử hóa 156 có thể sử dụng tín hiệu băng tần cao 124 để xác định thông tin bộ lọc thông cao (ví dụ, các LSP băng tần cao) mà được bao gồm trong thông tin phụ băng tần cao 172. Theo phương án cụ thể, thông tin phụ băng tần cao 172 có thể bao gồm các LSP băng tần cao, tham số độ lợi băng tần cao và các hệ số trộn (α).

Dòng bit băng tần thấp 142 và thông tin phụ băng tần cao 172 có thể được ghép kênh bằng bộ ghép kênh (MUX) 180 để tạo ra dòng bit đầu ra 192. Dòng bit đầu ra 192 có thể biểu diễn tín hiệu âm thanh đã mã hóa tương ứng với tín hiệu âm thanh đầu vào 102. Ví dụ, dòng bit đầu ra 192 có thể được truyền đi (ví dụ, qua kênh có dây, không dây, hoặc kênh quang) và/hoặc được lưu trữ. Tại bộ thu, các thao tác ngược lại có thể được thực hiện bởi bộ tách kênh (DEMUX), bộ giải mã băng tần thấp, bộ giải mã băng tần cao, và giàn bộ lọc để tạo ra tín hiệu âm thanh (ví dụ, phiên bản được tái tạo của tín hiệu âm thanh đầu vào 102 mà được cấp đến loa hoặc thiết bị đầu ra khác). Số bit được sử dụng để biểu diễn dòng bit băng tần thấp 142 có thể lớn hơn đáng kể so với số bit được sử dụng để biểu diễn thông tin phụ băng tần cao 172. Do đó, hầu hết các bit trong dòng bit đầu ra 192 có thể biểu diễn dữ liệu băng tần thấp. Thông tin phụ băng tần cao 172 có thể được sử dụng tại bộ thu để tái tạo tín hiệu kích thích băng tần cao từ dữ liệu băng tần thấp theo mô hình tín hiệu. Ví dụ, mô hình tín hiệu có thể biểu diễn tập hợp kỳ vọng của các mối liên hệ hoặc tương quan giữa dữ liệu băng tần thấp (ví dụ, tín hiệu băng tần thấp 122) và dữ liệu băng tần cao (ví dụ, tín hiệu băng tần cao 124). Do đó, các mô hình tín hiệu khác nhau có thể được sử dụng cho các loại dữ liệu âm thanh khác nhau (ví dụ, thoại, âm nhạc, v.v.), và mô hình tín hiệu cụ thể đang sử dụng và có thể được quyết định bởi bộ truyền và bộ thu (hoặc được xác định theo chuẩn công nghiệp) trước khi truyền dữ liệu âm thanh đã mã hóa. Bằng cách sử dụng mô hình tín hiệu, mô-đun phân tích băng tần cao 150 tại bộ truyền có thể tạo ra thông tin phụ băng tần cao 172 sao cho mô-đun phân tích băng tần cao tương ứng tại bộ thu

có thể sử dụng mô hình tín hiệu để tái tạo tín hiệu băng tần cao 124 từ dòng bit đầu ra 192.

Bộ lượng tử hóa 156 có thể được tạo cấu hình để lượng tử hóa tập hợp các giá trị tần số phổ, như LSP được cung cấp bởi mô-đun biến đổi 154. Theo các phương án khác, bộ lượng tử hóa 156 có thể nhận và lượng tử hóa các tập hợp gồm một hoặc nhiều loại giá trị tần số phổ bên cạnh hoặc thay cho các LSF hoặc các LSP. Ví dụ, bộ lượng tử hóa 156 có thể thu và lượng tử hóa tập hợp các LPC được tạo ra bởi mô-đun phân tích LP và mã hóa 152. Các ví dụ khác bao gồm các tập hợp hệ số parcor, các giá trị LAR, và các ISF có thể được thu và lượng tử hóa tại bộ lượng tử hóa 156. Bộ lượng tử hóa 156 có thể bao gồm bộ lượng tử hóa vectơ mã hóa vectơ đầu vào (ví dụ, tập hợp các giá trị tần số phổ ở định dạng vectơ) làm chỉ số cho mục nhập tương ứng trong một bảng hoặc bảng mã, như bảng mã 163. Ví dụ khác, bộ lượng tử hóa 156 có thể được tạo cấu hình để xác định một hoặc nhiều tham số mà từ đó vectơ đầu vào có thể được tạo ra động tại bộ giải mã, như trong phương án về bảng mã rời rạc, chứ không tìm kiếm từ kho lưu trữ. Ví dụ, các ví dụ về bảng mã rời rạc có thể được áp dụng vào sơ đồ mã hóa như CELP và bộ mã hóa/giải mã theo các chuẩn công nghiệp như EVRC (Bộ mã hóa-giải mã tốc độ biến thiên được tăng cường - Enhanced Variable Rate Codec) 3GPP2 (Đối tác Thế hệ Thứ ba 2 - Third Generation Partnership 2). Theo phương án khác, mô-đun phân tích băng tần cao 150 có thể bao gồm bộ lượng tử hóa 156 và có thể được tạo cấu hình để sử dụng một số vectơ bảng mã để tạo ra các tín hiệu được tổng hợp (ví dụ, theo tập hợp các tham số bộ lọc) và để chọn ra một trong số các vectơ bảng mã kết hợp với tín hiệu được tổng hợp mà phù hợp nhất với tín hiệu băng tần cao 124, như trong miền trọng số cảm quan.

Hệ thống 100 có thể làm giảm các nhiễu lậ mà có thể xuất hiện do sự ước lượng quá mức các tham số độ lợi và thời gian. Ví dụ, bộ tính hệ số trộn 162 có thể xác định hệ số trộn (α) bằng cách sử dụng phép phân tích vòng lặp kín để nâng cao độ chính xác của việc ước lượng băng tần cao trong khi dự đoán băng tần cao. Nâng cao độ chính xác của việc ước lượng băng tần cao có thể làm giảm các nhiễu lậ trong các trường hợp mà tiếng ồn gia tăng làm giảm sự tương quan giữa băng tần thấp và băng tần cao. Mô-đun phân tích băng tần cao 150 có thể dự đoán băng tần cao bằng cách sử dụng các đặc điểm (ví dụ, tín hiệu dư băng tần cao) của băng tần cao và ước lượng hệ số trộn (α) để tạo ra tín hiệu kích thích băng tần cao 161 mà mô hình hóa tín hiệu dư băng

tần cao. Mô-đun phân tích băng tần cao 150 có thể truyền hệ số trộn (α) đến bộ thu cùng với thông tin phụ băng tần cao khác 172, điều này có thể cho phép bộ thu thực hiện các thao tác nghịch đảo để tái tạo tín hiệu âm thanh đầu vào 102.

Xem trên Fig.2, phương án minh họa cụ thể của hệ thống 200 mà có thể hoạt động để ước lượng hệ số trộn để tạo ra tín hiệu kích thích băng tần cao được thể hiện. Hệ thống 200 bao gồm bộ lọc phân tích dự đoán tuyến tính 204, bộ tạo biến đổi phi tuyến tính 207, bộ tính hệ số trộn 212, và bộ trộn 211. Hệ thống 200 có thể được thực hiện bằng cách sử dụng mô-đun phân tích băng tần cao 150 trên Fig.1. Theo một phương án cụ thể, bộ tính hệ số trộn 212 có thể tương ứng với bộ tính hệ số trộn 162 trên Fig.1.

Tín hiệu băng tần cao 124 có thể được đưa đến bộ lọc phân tích dự đoán tuyến tính 204. Bộ lọc phân tích dự đoán tuyến tính 204 có thể được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu dư băng tần cao 224 dựa trên tín hiệu băng tần cao 124 (ví dụ, phần băng tần cao của tín hiệu âm thanh đầu vào 102). Ví dụ, bộ lọc phân tích dự đoán tuyến tính 204 có thể mã hóa đường bao phổ của tín hiệu băng tần cao 124 dưới dạng một tập hợp các LPC được sử dụng để dự đoán các mẫu trong tương lai của tín hiệu băng tần cao 124. Tín hiệu dư băng tần cao 224 có thể được sử dụng để dự đoán sai số của tín hiệu kích thích băng tần cao 161. Tín hiệu dư băng tần cao 224 có thể được đưa đến đầu vào thứ nhất của bộ tính hệ số trộn 212.

Tín hiệu kích thích băng tần thấp 144 có thể được đưa đến bộ tạo biến đổi phi tuyến tính 207. Như được mô tả trên Fig.1, tín hiệu kích thích băng tần thấp 144 có thể được tạo ra từ tín hiệu băng tần thấp 122 (ví dụ, phần băng tần thấp của tín hiệu âm thanh đầu vào 102) bằng cách sử dụng mô-đun phân tích băng tần thấp 130. Bộ tạo biến đổi phi tuyến tính 207 có thể được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa 208 dựa trên tín hiệu kích thích băng tần thấp 144. Ví dụ, bộ tạo biến đổi phi tuyến tính 207 có thể thực hiện phép tính giá trị tuyệt đối hoặc phép tính bình phương trên các khung của tín hiệu kích thích băng tần thấp 144 để tạo ra tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa 208.

Ví dụ, bộ tạo kích thích phi tuyến tính 207 có thể nâng tăng số lấy mẫu tín hiệu kích thích băng tần thấp 144 (ví dụ, tín hiệu trong khoảng từ 0 kHz đến 8 kHz) để tạo ra tín hiệu 16 kHz trong khoảng từ 0 kHz đến 16 kHz (ví dụ, tín hiệu có khoảng hai lần băng thông của tín hiệu kích thích băng tần thấp 144). Phần băng tần thấp của tín hiệu

16 kHz (ví dụ, khoảng từ 0 kHz đến 8 kHz) có thể có các hàm điều hòa về cơ bản là tương tự với tín hiệu kích thích băng tần thấp 144, và phần băng tần cao của tín hiệu 16 kHz (ví dụ, khoảng từ 8 kHz đến 16 kHz) có thể về cơ bản là không có hàm điều hòa. Bộ tạo biến đổi phi tuyến tính 204 có thể mở rộng các hàm điều hòa “vượt trội” trong phần băng tần thấp của tín hiệu 16 kHz thành phần băng tần cao của tín hiệu 16 kHz để tạo ra tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa 208. Do đó, tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa 208 có thể là phiên bản mở rộng theo hàm điều hòa của tín hiệu kích thích băng tần thấp 144 mà mở rộng thành băng tần cao bằng cách sử dụng các phép tính phi tuyến tính (ví dụ, các phép tính bình phương và/hoặc các phép tính giá trị tuyệt đối). Tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa 208 có thể được đưa đến đầu vào của bộ theo dõi đường bao 202, đến đầu vào thứ hai của bộ tính hệ số trộn 212, và đến đầu vào thứ nhất bộ điều hợp thứ nhất 254.

Bộ theo dõi đường bao 202 có thể được tạo cấu hình để thu tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa 208 và để tính đường bao miền thời gian băng tần thấp 203 tương ứng với tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa 208. Ví dụ, bộ theo dõi đường bao 202 có thể được tạo cấu hình để tính bình phương của mỗi mẫu của khung của tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa 208 để tạo ra dãy các giá trị bình phương. Bộ theo dõi đường bao 202 có thể được tạo cấu hình để thực hiện thao tác làm trơn trên dãy các giá trị bình phương, chẳng hạn như bằng cách áp dụng bộ lọc thông thấp đáp ứng xung vô hạn (infinite impulse response - IIR) bậc nhất vào dãy các giá trị bình phương. Bộ theo dõi đường bao 202 có thể được tạo cấu hình để áp dụng hàm căn bậc hai vào mỗi mẫu của dãy được làm trơn để tạo ra đường bao miền thời gian băng tần thấp 203. Đường bao miền thời gian băng tần thấp 203 có thể được đưa đến đầu vào thứ nhất của bộ điều hợp tiếng ồn 240.

Bộ điều hợp tiếng ồn 240 có thể được tạo cấu hình để kết hợp đường bao miền thời gian băng tần thấp 203 với tiếng ồn trắng 205 được tạo ra bởi bộ tạo tiếng ồn trắng (không được thể hiện trên hình vẽ) để tạo ra tín hiệu tiếng ồn được điều biến 220. Ví dụ, bộ điều hợp tiếng ồn 240 có thể được tạo cấu hình để điều biến biên độ tiếng ồn trắng 205 theo đường bao miền thời gian băng tần thấp 203. Theo một phương án cụ thể, bộ điều hợp tiếng ồn 240 có thể được dùng như bộ nhân mà được tạo cấu hình để định tỷ lệ tiếng ồn trắng 205 theo đường bao miền thời gian băng tần thấp 203 để tạo ra tín hiệu tiếng ồn được điều biến 220. Tín hiệu tiếng ồn được điều biến 220 có thể

được đưa đến đầu vào thứ ba của bộ tính hệ số trộn 212 và đến đầu vào thứ nhất của bộ điều hợp thứ hai 256.

Bộ tính hệ số trộn 212 có thể được tạo cấu hình để xác định hệ số trộn (α) dựa trên tín hiệu dư băng tần cao 224, tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa 208, và tín hiệu tiếng ồn được điều biến 220. Bộ tính hệ số trộn 212 có thể xác định hệ số trộn (α). Ví dụ, bộ tính hệ số trộn 212 có thể xác định hệ số trộn (α) dựa trên sai số quân phương (E) của hiệu giữa tín hiệu dư băng tần cao 224 và tín hiệu kích thích băng tần cao 161. Tín hiệu kích thích băng tần cao 161 có thể được biểu diễn theo phương trình sau:

$$\check{R}_{HB} = \alpha * \check{R}_{LB} + (1-\alpha) * \check{W}_{MOD}, \quad (\text{Phương trình 1})$$

trong đó \check{R}_{HB} tương ứng với tín hiệu kích thích băng tần cao 161, α tương ứng với hệ số trộn, \check{R}_{LB} tương ứng với tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa 208, và \check{W}_{MOD} tương ứng với tín hiệu tiếng ồn được điều biến 220. Tín hiệu dư băng tần cao 224 có thể được biểu diễn là R_{HB} .

Do đó, sai số (e) có thể tương ứng với hiệu giữa tín hiệu dư băng tần cao 224 và tín hiệu kích thích băng tần cao 161 và có thể được biểu diễn theo phương trình sau:

$$e = R_{HB} - \check{R}_{HB}. \quad (\text{Phương trình 2})$$

Bằng cách thay thế biểu thức đối với tín hiệu kích thích băng tần cao 161 được mô tả trong Phương trình 1 thành Phương trình 2, sai số (e) có thể được biểu diễn dưới dạng hiệu giữa tín hiệu dư băng tần cao 224 và tín hiệu kích thích băng tần cao 161, và có thể được biểu diễn theo phương trình sau:

$$e = R_{HB} - [\alpha * \check{R}_{LB} + (1-\alpha) * \check{W}_{MOD}]. \quad (\text{Phương trình 3})$$

Do đó, sai số quân phương (E) của hiệu giữa tín hiệu dư băng tần cao 224 và tín hiệu kích thích băng tần cao 161 có thể được biểu diễn theo phương trình sau:

$$E = (R_{HB} - [\alpha * \check{R}_{LB} + (1-\alpha) * \check{W}_{MOD}])^2. \quad (\text{Phương trình 4})$$

Tín hiệu kích thích băng tần cao 161 có thể được làm cho gần bằng với tín hiệu dư băng tần cao 224 bằng cách làm giảm sai số quân phương (E) (ví dụ, thiết lập sai số quân phương (E) là không). Bằng cách tối thiểu hóa sai số quân phương (E) trong Phương trình 4, hệ số trộn (α) có thể được biểu diễn theo phương trình sau:

$$\alpha = [(R_{HB} - \check{W}_{MOD}) * (\check{R}_{LB} - \check{W}_{MOD})] / (\check{R}_{LB} - \check{W}_{MOD})^2. \quad (\text{Phương trình 5})$$

Theo một phương án cụ thể, năng lượng của tín hiệu dư băng tần cao 224 và tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa 208 có thể được chuẩn hóa trước khi tính hệ số trộn (α) bằng cách sử dụng Phương trình 5. Hệ số trộn (α) có thể được ước lượng cho từng

khung (hoặc khung con) và được truyền đến bộ thu cùng với dòng bit đầu ra 192 và thông tin phụ băng tần cao khác 172 (ví dụ, các LSP băng tần cao cũng như các tham số độ lợi băng tần cao) như được mô tả có việ dẫn đến Fig.1.

Bộ tính hệ số trộn 212 có thể đưa hệ số trộn được ước lượng (α) đến đầu vào thứ hai của bộ điều hợp thứ nhất 254 và đến đầu vào của bộ trừ 252. Bộ trừ 252 có thể lấy một trừ đi hệ số trộn (α) và đưa hiệu ($1 - \alpha$) đến đầu vào thứ hai của bộ điều hợp thứ hai 256. Bộ điều hợp thứ nhất 254 có thể được dùng như bộ nhân mà được tạo cấu hình để định tỷ lệ tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa 208 theo hệ số trộn (α) để tạo ra tín hiệu được định tỷ lệ thứ nhất. Bộ điều hợp thứ hai 256 có thể được dùng như bộ nhân mà được tạo cấu hình để định tỷ lệ tín hiệu tiếng ồn được điều biến 220 dựa trên hệ số ($1 - \alpha$) để tạo ra tín hiệu được định tỷ lệ thứ hai. Ví dụ, bộ điều hợp thứ hai 256 có thể định tỷ lệ tín hiệu tiếng ồn được điều biến 220 dựa trên hiệu ($1 - \alpha$) được tạo ra tại bộ trừ 252. Tín hiệu được định tỷ lệ thứ nhất và tín hiệu được định tỷ lệ thứ hai có thể được đưa đến bộ trộn 211.

Bộ trộn 211 có thể tạo ra tín hiệu kích thích băng tần cao 161 dựa trên hệ số trộn (α), tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa 208, và tín hiệu tiếng ồn được điều biến 220. Ví dụ, bộ trộn 211 có thể kết hợp (ví dụ, cộng) tín hiệu được định tỷ lệ thứ nhất với tín hiệu được định tỷ lệ thứ hai để tạo ra tín hiệu kích thích băng tần cao 161.

Theo một phương án cụ thể, bộ tính hệ số trộn 212 có thể được tạo cấu hình để tạo ra các hệ số trộn (α) làm nhiều hệ số trộn (α) cho mỗi khung của tín hiệu âm thanh. Ví dụ, bốn hệ số trộn $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ có thể được tạo cho mỗi khung của tín hiệu âm thanh, và mỗi hệ số trộn (α) có thể tương ứng với khung con tương ứng của khung.

Hệ thống 200 trên Fig.2 có thể ước lượng hệ số trộn (α) để nâng cao độ chính xác của việc ước lượng băng tần cao trong khi dự đoán băng tần cao. Ví dụ, bộ tính hệ số trộn 212 có thể ước lượng hệ số trộn (α) mà sẽ tạo ra tín hiệu kích thích băng tần cao 161 mà gần tương đương với tín hiệu dư băng tần cao 224. Do đó, trong các trường hợp mà tiếng ồn gia tăng làm giảm sự tương quan giữa băng tần thấp và băng tần cao, thì hệ thống 200 có thể dự đoán băng tần cao bằng cách sử dụng các đặc điểm (ví dụ, tín hiệu dư băng tần cao 224) của băng tần cao. Việc truyền hệ số trộn (α) đến bộ thu cùng với thông tin phụ băng tần cao khác 172 có thể cho phép bộ thu thực hiện các thao tác nghịch đảo để tái tạo tín hiệu âm thanh đầu vào 102.

Xem trên Fig.3, phương án minh họa cụ thể khác của hệ thống 300 mà có thể hoạt động để ước lượng hệ số trộn (α) bằng cách sử dụng phép phân tích vòng lặp kín để tạo ra tín hiệu kích thích băng tần cao được thể hiện. Hệ thống 300 bao gồm bộ theo dõi đường bao 202, bộ lọc phân tích dự đoán tuyến tính 204, bộ tạo biến đổi phi tuyến tính 207, và bộ điều hợp tiếng ồn 240.

Đầu ra của bộ điều hợp tiếng ồn 240 trên Fig.3 có thể được định tỷ lệ bởi hệ số định tỷ lệ tiếng ồn (β) bằng cách sử dụng bộ nhân Beta 304 để tạo ra tín hiệu tiếng ồn được điều biến 220. Bộ nhân Beta 304 là hệ số chuẩn hóa công suất giữa tiếng ồn trắng được điều biến và sự mở rộng theo hàm điều hòa của kích thích băng tần thấp. Tín hiệu tiếng ồn được điều biến 220 và tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa 208 có thể được đưa đến bộ tạo kích thích băng tần cao 302. Ví dụ, tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa 208 có thể được đưa đến bộ điều hợp thứ nhất 254 và tín hiệu tiếng ồn được điều biến 220 có thể được đưa đến bộ điều hợp thứ hai 220.

Hệ thống 300 có thể tăng và/hoặc giảm một cách chọn lọc các giá trị của hệ số trộn (α) để tìm hệ số trộn (α) mà làm giảm (ví dụ, giảm thiểu) sai số quân phương (E) của hiệu giữa tín hiệu dư băng tần cao 224 và tín hiệu kích thích băng tần cao 161, như được mô tả có việ dẫn đến Fig.2. Ví dụ, bộ lọc phân tích dự đoán tuyến tính 204 có thể đưa tín hiệu dư băng tần cao 224 đến đầu vào thứ nhất của mạch phát hiện sai số 306. Bộ tạo kích thích băng tần cao 302 có thể đưa tín hiệu kích thích băng tần cao 161 đến đầu vào thứ hai của mạch phát hiện sai số 306. Mạch phát hiện lỗi 306 có thể xác định hiệu (e) giữa tín hiệu dư băng tần cao 224 và tín hiệu kích thích băng tần cao 161 theo Phương trình 3. Hiệu này có thể được biểu diễn bởi tín hiệu sai số 368. Tín hiệu sai số 368 có thể được đưa đến đầu vào của bộ tính giảm thiểu sai số 308 (ví dụ, bộ điều khiển sai số).

Bộ tính giảm thiểu sai số 308 có thể tính sai số quân phương (E), theo Phương trình 4, đối với một giá trị cụ thể của hệ số trộn (α). Bộ tính giảm thiểu sai số 308 có thể gửi tín hiệu 370 đến bộ tạo kích thích băng tần cao 302 để tăng hoặc giảm một cách chọn lọc giá trị cụ thể của hệ số trộn (α) để tạo ra sai số quân phương (E) nhỏ hơn.

Trong khi hoạt động, bộ tính giảm thiểu sai số 308 có thể tính sai số quân phương thứ nhất (E_1) dựa trên hệ số trộn thứ nhất (α_1). Theo phương án cụ thể, khi tính sai số quân phương thứ nhất (E_1), bộ tính giảm thiểu sai số 308 có thể gửi tín hiệu 370

đến bộ tạo kích thích băng tần cao 302 để làm tăng hệ số trộn thứ nhất (α_1) một lượng nhất định nhằm tạo ra hệ số trộn thứ hai (α_2). Bộ tính giảm thiểu sai số 308 có thể tính sai số quân phương thứ hai (E_2) dựa trên hệ số trộn thứ hai (α_2), và có thể gửi tín hiệu 370 đến bộ tạo kích thích băng tần cao 302 để làm tăng hệ số trộn thứ hai (α_2) một lượng nhất định nhằm tạo ra hệ số trộn thứ ba (α_3). Quá trình này có thể được lặp lại để tạo ra nhiều giá trị sai số quân phương (E). Bộ tính giảm thiểu sai số 308 có thể xác định giá trị nào của sai số quân phương (E) là giá trị thấp nhất, và hệ số trộn (α) có thể tương ứng với giá trị cụ thể mà tạo ra giá trị sai số quân phương (E) thấp hơn.

Theo phương án cụ thể khác, khi tính sai số quân phương thứ nhất (E_1), bộ tính giảm thiểu sai số 308 có thể gửi tín hiệu 370 đến bộ tạo kích thích băng tần cao 302 để làm giảm hệ số trộn thứ nhất (α_1) một lượng nhất định nhằm tạo ra hệ số trộn thứ hai (α_2). Bộ tính giảm thiểu sai số 308 có thể tính sai số quân phương thứ hai (E_2) dựa trên hệ số trộn thứ hai (α_2), và có thể gửi tín hiệu 370 đến bộ tạo kích thích băng tần cao 302 để làm giảm hệ số trộn thứ hai (α_2) một lượng nhất định nhằm tạo ra hệ số trộn thứ ba (α_3). Quá trình này có thể được lặp lại để tạo ra nhiều giá trị sai số quân phương (E). Bộ tính giảm thiểu sai số 308 có thể xác định giá trị nào của sai số quân phương (E) là giá trị thấp nhất, và hệ số trộn (α) có thể tương ứng với giá trị cụ thể mà tạo ra giá trị sai số quân phương (E) thấp hơn.

Theo một phương án cụ thể, nhiều hệ số trộn (α) có thể được sử dụng cho mỗi khung của tín hiệu âm thanh. Ví dụ, bốn hệ số trộn $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ có thể được tạo cho một khung của tín hiệu âm thanh, và mỗi hệ số trộn (α) có thể tương ứng với khung con tương ứng của khung. Giá trị của các hệ số trộn (α) có thể được làm tăng và/hoặc giảm để làm đồng nhất một cách thích hợp các hệ số trộn (α) trong một khung hoặc qua nhiều khung nhằm giảm sự cố và/hoặc mức độ dao động của các hệ số trộn đầu ra (α). Để minh họa, giá trị thứ nhất của hệ số trộn (α_1) có thể tương ứng với khung con thứ nhất của khung cụ thể và giá trị thứ hai của hệ số trộn (α_2) có thể tương ứng với khung con thứ hai của khung cụ thể. Giá trị thứ ba của hệ số trộn (α_3) có thể ít nhất là một phần dựa trên giá trị thứ nhất của hệ số trộn (α_1) và giá trị thứ hai của hệ số trộn (α_2).

Hệ thống 300 trên Fig.3 có thể xác định hệ số trộn (α) bằng cách sử dụng phép phân tích vòng lặp kín để nâng cao độ chính xác của việc ước lượng băng tần cao trong khi dự đoán băng tần cao. Ví dụ, mạch phát hiện sai số 306 và bộ tính giảm thiểu

sai số 308 có thể xác định giá trị của hệ số trộn (α) mà sẽ tạo ra sai số quân phương nhỏ (E) (ví dụ, tạo ra tín hiệu kích thích băng tần cao 161 mô phỏng gần đúng nhất tín hiệu dư băng tần cao 224). Do đó, trong các trường hợp mà tiếng ồn gia tăng làm giảm sự tương quan giữa băng tần thấp và băng tần cao, thì hệ thống 300 có thể dự đoán băng tần cao bằng cách sử dụng các đặc điểm (ví dụ, tín hiệu dư băng tần cao 224) của băng tần cao. Việc truyền hệ số trộn (α) đến bộ thu cùng với thông tin phụ băng tần cao khác 172 có thể cho phép bộ thu thực hiện các thao tác nghịch đảo để tái tạo tín hiệu âm thanh đầu vào 102.

Xem trên Fig.4, phương án minh họa cụ thể của hệ thống 400 mà có thể hoạt động để tái tạo tín hiệu âm thanh sử dụng hệ số trộn (α) được thể hiện. Hệ thống 400 bao gồm bộ tạo biến đổi phi tuyến tính 407, bộ theo dõi đường bao 402, bộ điều hợp tiếng ồn 440, bộ điều hợp thứ nhất 454, bộ điều hợp thứ hai 456, bộ trừ 452, và bộ trộn 411. Theo phương án cụ thể, hệ thống 400 có thể được tích hợp vào hệ thống hoặc thiết bị giải mã (ví dụ, trong điện thoại không dây hoặc CODEC). Theo các phương án cụ thể khác, hệ thống 400 có thể được tích hợp vào đầu thu kỹ thuật số, máy chơi nhạc, máy phát video, thiết bị giải trí, thiết bị điều hướng, thiết bị truyền thông, PDA, thiết bị dữ liệu định vị cố định, hoặc máy tính.

Bộ tạo biến đổi phi tuyến tính 407 có thể được tạo cấu hình để thu tín hiệu kích thích băng tần thấp 144 trên Fig.1. Ví dụ, dòng bit dải tần thấp 142 trên Fig.1 có thể bao gồm tín hiệu kích thích băng tần thấp 144, và có thể được truyền đến hệ thống 400 dưới dạng dòng bit 192. Bộ tạo biến đổi phi tuyến tính 407 có thể được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa thứ hai 408 dựa trên tín hiệu kích thích băng tần thấp 144. Ví dụ, bộ tạo biến đổi phi tuyến tính 407 có thể thực hiện phép tính giá trị tuyệt đối hoặc phép tính bình phương trên các khung của tín hiệu kích thích băng tần thấp 144 để tạo ra tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa thứ hai 408. Theo một phương án cụ thể, bộ tạo biến đổi phi tuyến tính 407 có thể hoạt động theo cách về cơ bản là tương tự với bộ tạo biến đổi phi tuyến tính 207 trên Fig.2. Tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa thứ hai 408 có thể được đưa đến bộ theo dõi đường bao 402 và đến bộ điều hợp thứ nhất 454.

Bộ theo dõi đường bao 402 có thể được tạo cấu hình để thu tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa thứ hai 408 và để tính đường bao miền thời gian băng tần thấp thứ hai 403 tương ứng với tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa thứ hai 408. Ví dụ, bộ theo

đôi đường bao 402 có thể được tạo cấu hình để tính bình phương của mỗi mẫu của khung của tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa thứ hai 408 để tạo ra dãy các giá trị bình phương. Bộ theo dõi đường bao 402 có thể được tạo cấu hình để thực hiện thao tác làm trơn trên dãy các giá trị bình phương, chẳng hạn như bằng cách áp dụng bộ lọc thông thấp IIR bậc nhất vào dãy các giá trị bình phương. Bộ theo dõi đường bao 402 có thể được tạo cấu hình để áp dụng hàm căn bậc hai vào mỗi mẫu của dãy được làm trơn để tạo ra đường bao miền thời gian băng tần thấp thứ hai 403. Theo một phương án cụ thể, bộ theo dõi đường bao 402 có thể hoạt động theo cách về cơ bản là tương tự với bộ theo dõi đường bao 202 trên Fig.2. Đường bao miền thời gian băng tần thấp thứ hai 403 có thể được đưa đến bộ điều hợp tiếng ồn 440.

Bộ điều hợp tiếng ồn 440 có thể được tạo cấu hình để kết hợp đường bao miền thời gian băng tần thấp thứ hai 403 với tiếng ồn trắng 405 được tạo ra bởi bộ tạo tiếng ồn trắng (không được thể hiện trên hình vẽ) để tạo ra tín hiệu tiếng ồn được điều biến thứ hai 420. Ví dụ, bộ điều hợp tiếng ồn 440 có thể được tạo cấu hình để điều biến biên độ tiếng ồn trắng 405 theo đường bao miền thời gian băng tần thấp thứ hai 403. Theo một phương án cụ thể, bộ điều hợp tiếng ồn 440 có thể được dùng như bộ nhân mà được tạo cấu hình để định tỷ lệ đầu ra của tiếng ồn trắng 405 theo đường bao miền thời gian băng tần thấp thứ hai 403 để tạo ra tín hiệu tiếng ồn được điều biến thứ hai 420. Theo một phương án cụ thể, bộ điều hợp tiếng ồn 440 có thể hoạt động theo cách về cơ bản là tương tự với bộ điều hợp tiếng ồn 240 trên Fig.2. Tín hiệu tiếng ồn được điều biến thứ hai 420 có thể được đưa đến bộ điều hợp thứ hai 456.

Hệ số trộn (α) trên Fig.2 có thể được đưa đến bộ điều hợp thứ nhất 454 và đến bộ trừ 452. Ví dụ, thông tin phụ băng tần cao 172 trên Fig.1 có thể bao gồm hệ số trộn (α) và có thể được truyền đến hệ thống 400. Bộ trừ 452 có thể lấy một trừ đi hệ số trộn (α) và đưa hiệu ($1 - \alpha$) đến bộ điều hợp thứ hai 256. Bộ điều hợp thứ nhất 454 có thể được dùng như bộ nhân mà được tạo cấu hình để định tỷ lệ tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa thứ hai 408 theo hệ số trộn (α) để tạo ra tín hiệu được định tỷ lệ thứ nhất. Bộ điều hợp thứ hai 454 có thể được dùng như bộ nhân mà được tạo cấu hình để định tỷ lệ tín hiệu tiếng ồn được điều biến 420 dựa trên hệ số ($1 - \alpha$) để tạo ra tín hiệu được định tỷ lệ thứ hai. Ví dụ, bộ điều hợp thứ hai 454 có thể định tỷ lệ tín hiệu tiếng ồn được điều biến 420 dựa trên hiệu ($1 - \alpha$) được tạo ra tại bộ trừ 452. Tín hiệu được định tỷ lệ thứ nhất và tín hiệu được định tỷ lệ thứ hai có thể được đưa đến bộ trộn 411.

Bộ trộn 411 có thể tạo ra tín hiệu kích thích băng tần cao thứ hai 461 dựa trên hệ số trộn (α), tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa thứ hai 408, và tín hiệu tiếng ồn được điều biến thứ hai 420. Ví dụ, bộ trộn 411 có thể kết hợp (ví dụ, cộng) tín hiệu được định tỷ lệ thứ nhất với tín hiệu được định tỷ lệ thứ hai để tạo ra tín hiệu kích thích băng tần cao thứ hai 461.

Hệ thống 400 trên Fig.4 có thể tái tạo tín hiệu băng tần cao 124 trên Fig.1 bằng cách sử dụng tín hiệu kích thích băng tần cao thứ hai 461. Ví dụ, hệ thống 400 có thể tạo ra tín hiệu kích thích băng tần cao thứ hai 461 mà về cơ bản là tương tự với tín hiệu kích thích băng tần cao 161 trên Fig.1 và Fig.2 bằng cách nhận hệ số trộn (α) qua thông tin phụ băng tần cao 172. Tín hiệu kích thích băng tần cao thứ hai 461 có thể trải qua thao tác tổng hợp hệ số dự đoán tuyến tính để tạo ra tín hiệu băng tần cao mà về cơ bản là tương tự với tín hiệu băng tần cao 124.

Xem trên Fig.5, các lưu đồ minh họa các phương án cụ thể của các phương pháp 500, 510 nhằm tái tạo tín hiệu băng tần cao bằng cách sử dụng hệ số trộn (α) được thể hiện. Phương pháp thứ nhất 500 có thể được thực hiện bởi các hệ thống 100-300 trên Fig.3. Phương pháp thứ hai 510 có thể được thực hiện bởi hệ thống 400 trên Fig.4.

Phương pháp thứ nhất 500 có thể bao gồm việc tạo ra tín hiệu dư băng tần cao dựa trên phần băng tần cao của tín hiệu âm thanh, tại 502. Ví dụ, trên Fig.2, bộ lọc phân tích dự đoán tuyến tính 204 có thể tạo ra tín hiệu dư băng tần cao 224 dựa trên tín hiệu băng tần cao 124 (ví dụ, phần băng tần cao của tín hiệu âm thanh đầu vào 102). Theo một phương án cụ thể, bộ lọc phân tích dự đoán tuyến tính 204 có thể mã hóa đường bao phổ của tín hiệu băng tần cao 124 dưới dạng một tập hợp các LPC được sử dụng để dự đoán các mẫu trong tương lai của tín hiệu băng tần cao 124. Tín hiệu dư băng tần cao 224 có thể được sử dụng để dự đoán sai số của tín hiệu kích thích băng tần cao 161.

Tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa có thể được tạo ít nhất dựa trên phần băng tần thấp của tín hiệu âm thanh, tại 504. Ví dụ, tín hiệu kích thích băng tần thấp 144 trên Fig.1 có thể được tạo ra từ tín hiệu băng tần thấp 122 (ví dụ, phần băng tần thấp của tín hiệu âm thanh đầu vào 102) bằng cách sử dụng mô-đun phân tích băng tần thấp 130. Bộ tạo biến đổi phi tuyến tính 207 trên Fig.2 có thể thực hiện phép tính giá trị

tuyệt đối hoặc phép tính bình phương trên tín hiệu kích thích băng tần thấp 144 để tạo ra tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa 208.

Hệ số trộn có thể được xác định dựa trên tín hiệu dư băng tần cao, tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa, và tiếng ồn được điều biến, tại 506. Ví dụ, bộ tính hệ số trộn 212 trên Fig.2 có thể xác định hệ số trộn (α) dựa trên sai số quân phương (E) của hiệu giữa tín hiệu dư băng tần cao 224 và tín hiệu kích thích băng tần cao 161. Bằng cách sử dụng phép phân tích vòng lặp kín, tín hiệu kích thích băng tần cao 161 có thể gần bằng với tín hiệu dư băng tần cao 224 để tối thiểu hóa một cách hiệu quả sai số quân phương (E) (ví dụ, thiết lập sai số quân phương (E) là không). Như được mô tả trên Fig.2, hệ số trộn (α) có thể được biểu diễn là:

$$\alpha = [(R_{HB} - \hat{W}_{MOD}) * (R_{LB} - \hat{W}_{MOD})] / (R_{LB} - \hat{W}_{MOD})^2. \quad (\text{Phương trình 5})$$

Hệ số trộn (α) có thể được truyền đến bộ giải mã thoại. Ví dụ, thông tin phụ băng tần cao 172 trên Fig.1 có thể bao gồm hệ số trộn (α).

Phương pháp thứ hai 510 có thể bao gồm việc thu, tại bộ giải mã thoại, tín hiệu được mã hóa bao gồm tín hiệu kích thích băng tần thấp và thông tin phụ băng tần cao, tại 512. Ví dụ, bộ tạo biến đổi phi tuyến tính 407 trên Fig.4 có thể thu tín hiệu kích thích băng tần thấp 144 trên Fig.1. Dòng bit băng tần thấp 142 trên Fig.1 có thể bao gồm tín hiệu kích thích băng tần thấp 144, và có thể được truyền đến hệ thống 400 dưới dạng dòng bit 192. Bộ điều hợp thứ nhất 454 và bộ trừ 452 có thể thu thông tin phụ băng tần cao 172. Thông tin phụ băng tần cao 172 có thể bao gồm hệ số trộn (α) được xác định dựa trên tín hiệu dư băng tần cao 224, tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa 208, và tín hiệu tiếng ồn được điều biến 220.

Tín hiệu kích thích băng tần cao có thể được tạo dựa trên thông tin phụ băng tần cao và tín hiệu kích thích băng tần thấp, tại 514. Ví dụ, bộ trộn 411 trên Fig.4 có thể tạo ra tín hiệu kích thích băng tần cao thứ hai 461 dựa trên hệ số trộn (α), tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa thứ hai 408, và tín hiệu tiếng ồn được điều biến 420.

Các phương pháp 500, 510 trên Fig.5 có thể ước lượng hệ số trộn (α) (ví dụ, bằng cách sử dụng phép phân tích vòng lặp kín) nhằm cải thiện độ chính xác của việc ước lượng băng tần cao trong khi dự đoán băng tần cao và có thể sử dụng hệ số trộn (α) để tái tạo tín hiệu băng tần cao 124. Ví dụ, bộ tính hệ số trộn 212 có thể ước lượng hệ số trộn (α) mà sẽ tạo ra tín hiệu kích thích băng tần cao 161 mà xấp xỉ tương đương với tín hiệu dư băng tần cao 224. Do đó, trong các trường hợp mà tiếng ồn gia tăng

làm giảm sự tương quan giữa băng tần thấp và băng tần cao, thì phương pháp 500 có thể dự đoán băng tần cao bằng cách sử dụng các đặc điểm (ví dụ, tín hiệu dư băng tần cao 224) của băng tần cao. Việc truyền hệ số trộn (α) đến bộ thu cùng với thông tin phụ băng tần cao khác 172 có thể cho phép bộ thu thực hiện các thao tác nghịch đảo để tái tạo tín hiệu âm thanh đầu vào 102. Ví dụ, tín hiệu kích thích băng tần cao thứ hai 461 có thể được tạo mà về cơ bản là tương tự với tín hiệu kích thích băng tần cao 161 trên Fig.1 và Fig.2 Tín hiệu kích thích băng tần cao thứ hai 461 có thể trải qua thao tác phân tích hệ số dự đoán tuyến tính để tạo ra tín hiệu băng tần cao được tổng hợp mà về cơ bản là tương tự với tín hiệu băng tần cao 124.

Theo các phương án cụ thể, các phương pháp 500, 510 trên Fig.5 có thể được thực hiện thông qua phần cứng (ví dụ, thiết bị FPGA, ASIC, v.v.) của bộ xử lý chẳng hạn như bộ xử lý trung tâm (central processing unit - CPU), DSP, hoặc bộ điều khiển, thông qua thiết bị phần sụn, hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng. Ví dụ, các phương pháp 500, 510 trên Fig.5 có thể được thực hiện bởi bộ xử lý mà thực thi các lệnh, như được mô tả có việ dẫn đến Fig.6.

Trên Fig.6, sơ đồ khối về các phương án minh họa cụ thể của thiết bị truyền thông không dây được thể hiện và được ký hiệu chung là 600. Thiết bị 600 bao gồm bộ xử lý 610 (ví dụ, CPU) được ghép nối với bộ nhớ 632. Bộ nhớ 632 có thể bao gồm các lệnh 660 thực thi được bởi bộ xử lý 610 và/hoặc CODEC 634 để thực hiện các phương pháp và quy trình được bộc lộ ở đây, chẳng hạn như các phương pháp 500, 510 trên Fig.5.

Theo một phương án cụ thể, CODEC 634 có thể bao gồm hệ thống ước lượng hệ số trộn 682 và hệ thống giải mã 684 theo hệ số trộn được ước lượng. Theo một phương án cụ thể, hệ thống ước lượng hệ số trộn 682 bao gồm một hoặc nhiều thành phần của bộ tính hệ số trộn 162 trên Fig.1, một hoặc nhiều thành phần của hệ thống 200 trên Fig.2, và/hoặc một hoặc nhiều thành phần của hệ thống 300 trên Fig.3. Ví dụ, hệ thống ước lượng hệ số trộn 682 có thể thực hiện các thao tác mã hóa kết hợp với hệ thống 100-300 trên các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.3 và phương pháp 500 trên Fig.5. Theo một phương án cụ thể, hệ thống giải mã 684 có thể bao gồm một hoặc nhiều thành phần của hệ thống 400 trên Fig.4. Ví dụ, hệ thống giải mã 684 có thể thực hiện các thao tác giải mã kết hợp với hệ thống 400 trên Fig.4 và phương pháp 510 trên Fig.5. Bộ mã hóa thoại 682 và hệ thống giải mã 684 có thể được thực hiện thông qua

phần cứng chuyên dụng (ví dụ, hệ mạch), bởi bộ xử lý thực thi các lệnh để thực hiện một hoặc nhiều tác vụ, hoặc tổ hợp của chúng.

Ví dụ, bộ nhớ 632 hoặc bộ nhớ 690 trong CODEC 634 có thể là thiết bị bộ nhớ, như bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (RAM), bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên từ điện trở (MRAM), bộ nhớ MRAM đảo từ bằng dòng spin (STT-MRAM), bộ nhớ đệm nhanh, bộ nhớ chỉ đọc (ROM), bộ nhớ chỉ đọc lập trình được (PROM), bộ nhớ chỉ đọc lập trình được có thể xóa (EPROM), bộ nhớ chỉ đọc lập trình được có thể xóa bằng điện (EEPROM), các bộ ghi, ổ cứng, ổ đĩa di động, hoặc bộ nhớ chỉ đọc dùng đĩa CD (CD-ROM). Thiết bị nhớ có thể bao gồm các lệnh (ví dụ, các lệnh 660 hoặc 695) mà khi được thực thi bởi máy tính (ví dụ, bộ xử lý trong CODEC 634 và/hoặc bộ xử lý 610), có thể lệnh cho máy tính thực hiện ít nhất một phần của một trong các phương pháp 500, 510 trên Fig.5. Ví dụ, bộ nhớ 632 hoặc bộ nhớ 690 trong CODEC 634 có thể là vật ghi bất biến đọc được bằng máy tính mà bao gồm các lệnh (ví dụ, lần lượt các lệnh 660 hoặc các lệnh 695) mà, khi được thực thi bởi máy tính (ví dụ, bộ xử lý trong CODEC 634 và/hoặc bộ xử lý 610), sẽ lệnh cho máy tính thực hiện ít nhất một phần của một trong các phương pháp 500, 510 trên Fig.5.

Thiết bị 600 còn có thể bao gồm DSP 696 được ghép nối với CODEC 634 và với bộ xử lý 610. Theo một phương án cụ thể, DSP 696 có thể bao gồm hệ thống ước lượng hệ số trộn 697 và hệ thống giải mã 698 theo hệ số trộn được ước lượng. Theo một phương án cụ thể, hệ thống ước lượng hệ số trộn 697 bao gồm một hoặc nhiều thành phần của bộ tính hệ số trộn 162 trên Fig.1, một hoặc nhiều thành phần của hệ thống 200 trên Fig.2, và/hoặc một hoặc nhiều thành phần của hệ thống 300 trên Fig.3. Ví dụ, hệ thống ước lượng hệ số trộn 697 có thể thực hiện các thao tác mã hóa kết hợp với hệ thống 100-300 trên các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.3 và phương pháp 500 trên Fig.5. Theo một phương án cụ thể, hệ thống giải mã 698 có thể bao gồm một hoặc nhiều thành phần của hệ thống 400 trên Fig.4. Ví dụ, hệ thống giải mã 698 có thể thực hiện các thao tác giải mã liên quan tới hệ thống 400 trên Fig.4 và phương pháp 510 trên Fig.5. Bộ ước lượng hệ số trộn 697 và hệ thống giải mã 698 có thể được thực hiện thông qua phần cứng chuyên dụng (ví dụ, hệ mạch), bởi bộ xử lý thực thi các lệnh để thực hiện một hoặc nhiều tác vụ, hoặc tổ hợp của chúng.

Fig.6 cũng thể hiện bộ điều khiển hiển thị 626 mà được ghép nối với bộ xử lý 610 và với màn hiển thị 628. CODEC 634 có thể được ghép nối với bộ xử lý 610, như

được thể hiện trên hình vẽ. Loa 636 và micro 638 có thể được ghép nối với CODEC 634. Ví dụ, micro 638 có thể tạo ra tín hiệu âm thanh đầu vào 102 trên Fig.1, và CODEC 634 có thể tạo ra dòng bit đầu ra 192 để truyền đến bộ thu dựa trên tín hiệu âm thanh đầu vào 102. Theo ví dụ khác, loa 636 có thể được sử dụng để kết xuất tín hiệu được tái tạo bởi CODEC 634 từ dòng bit đầu ra 192 trên Fig.1, trong đó dòng bit đầu ra 192 được nhận từ bộ truyền. Fig.6 cũng thể hiện rằng bộ điều khiển không dây 640 có thể được ghép nối với bộ xử lý 610 và với ăng ten không dây 642.

Theo một phương án cụ thể, bộ xử lý 610, bộ điều khiển hiển thị 626, bộ nhớ 632, CODEC 634, và bộ điều khiển không dây 640 được bao gồm trong thiết bị hệ thống trong gói hoặc hệ thống trên chip (ví dụ, modem trạm di động (mobile station modem - MSM)) 622. Theo phương án cụ thể, thiết bị đầu vào 630, chẳng hạn như màn hình cảm ứng và/hoặc bàn phím, và nguồn điện 644 được ghép nối với thiết bị hệ thống trên chip 622. Hơn nữa, theo phương án cụ thể, như được thể hiện trên Fig.6, màn hình thị 628, thiết bị đầu vào 630, loa 636, micro 638, ăng ten không dây 642, và nguồn điện 644 nằm ngoài thiết bị hệ thống trên chip 622. Tuy nhiên, mỗi màn hình thị 628, thiết bị đầu vào 630, loa 636, micro 638, ăng ten không dây 642, và nguồn điện 644 có thể được ghép nối với một hoặc nhiều bộ phận của thiết bị hệ thống trên chip 622, chẳng hạn như giao diện hoặc bộ điều khiển.

Kết hợp với các phương án đã được mô tả, thiết bị thứ nhất được bộc lộ là bao gồm phương tiện để tạo ra tín hiệu dư băng tần cao dựa trên phần băng tần cao của tín hiệu âm thanh. Ví dụ, phương tiện để tạo tín hiệu dư băng tần cao có thể bao gồm giàn bộ lọc phân tích 110 trên Fig.1, mô-đun phân tích LP và mã hóa 152 trên Fig.1, bộ lọc phân tích dự đoán tuyến tính 204 trên Fig.2 và Fig.3, hệ thống ước lượng hệ số trộn 682 trên Fig.6, CODEC 634 trên Fig.6, hệ thống ước lượng hệ số trộn 697 trên Fig.6, DSP 696 trên Fig.6, một hoặc nhiều thiết bị, chẳng hạn như bộ lọc, được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu dư băng tần cao (ví dụ, bộ xử lý thực thi các lệnh tại vật ghi bất biến đọc được bởi máy tính), hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng.

Thiết bị thứ nhất còn có thể bao gồm phương tiện để tạo ra tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa dựa ít nhất một phần vào phần băng tần thấp của tín hiệu âm thanh. Ví dụ, phương tiện để tạo ra tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa có thể bao gồm giàn bộ lọc phân tích 110 trên Fig.1, bộ lọc phân tích băng tần thấp 130 trên Fig.1 hoặc thành phần của nó, bộ tạo biến đổi phi tuyến tính 207 trên Fig.2 và Fig.3, hệ thống ước

lượng hệ số trộn 682 trên Fig.6, hệ thống ước lượng hệ số trộn 697 trên Fig.6, DSP 696 trên Fig.6, một hoặc nhiều thiết bị được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa (ví dụ, bộ xử lý thực thi các lệnh tại vật ghi bất biến đọc được bởi máy tính), hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng.

Thiết bị thứ nhất còn bao gồm phương tiện để xác định hệ số trộn dựa trên tín hiệu dư băng tần cao, tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa, và tiếng ồn được điều biến. Ví dụ, phương tiện để xác định hệ số trộn có thể bao gồm bộ tạo kích thích băng tần cao 160 trên Fig.1, bộ tính hệ số trộn 162 trên Fig.1, bộ tính hệ số trộn 212 trên Fig.2, mạch phát hiện sai số 306 trên Fig.3, bộ tính giảm thiểu sai số 308 trên Fig.3, bộ tạo kích thích băng tần cao 302 trên Fig.3, hệ thống ước lượng hệ số trộn 682 trên Fig.6, CODEC 634 trên Fig.6, hệ thống ước lượng hệ số trộn 697 trên Fig.6, DSP 696 trên Fig.6, một hoặc nhiều thiết bị được tạo cấu hình để xác định hệ số trộn (ví dụ, bộ xử lý thực thi các lệnh tại vật ghi bất biến đọc được bởi máy tính), hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng.

Theo các phương án được mô tả, thiết bị thứ hai bao gồm phương tiện để thu tín hiệu được mã hóa bao gồm tín hiệu kích thích băng tần thấp và thông tin phụ băng tần cao. Thông tin phụ băng tần cao bao gồm hệ số trộn được xác định dựa trên tín hiệu dư băng tần cao, tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa, và tiếng ồn được điều biến. Ví dụ, phương tiện để thu tín hiệu được mã hóa có thể bao gồm bộ tạo biến đổi phi tuyến tính 407 trên Fig.4, bộ điều hợp thứ nhất 454 trên Fig.4, bộ trừ 452 trên Fig.4, CODEC 634 trên Fig.6, hệ thống giải mã 684 trên Fig.6, hệ thống giải mã 698 trên Fig.6, DSP 696 trên Fig.6, một hoặc nhiều thiết bị được tạo cấu hình để thu tín hiệu được mã hóa (ví dụ, bộ xử lý thực thi các lệnh tại vật ghi bất biến đọc được bởi máy tính), hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng.

Thiết bị thứ hai còn có thể bao gồm phương tiện để tạo ra tín hiệu kích thích băng tần cao dựa trên thông tin phụ băng tần cao và tín hiệu kích thích băng tần thấp. Ví dụ, phương tiện để tạo ra tín hiệu kích thích băng tần cao có thể bao gồm bộ tạo biến đổi phi tuyến tính 407 trên Fig.4, bộ theo dõi đường bao 402 trên Fig.4, bộ điều hợp tiếng ồn 440 trên Fig.4, bộ điều hợp thứ nhất 454 trên Fig.4, bộ điều hợp thứ hai 456 trên Fig.4, bộ trừ 452 trên Fig.4, bộ trộn 411 trên Fig.4, CODEC 634 trên Fig.6, hệ thống giải mã 684 trên Fig.6, hệ thống giải mã 698 trên Fig.6, DSP 696 trên Fig.6, một hoặc nhiều thiết bị được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu kích thích băng tần cao (ví

du, bộ xử lý thực thi các lệnh tại vật ghi bất biến đọc được bởi máy tính), hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này hiểu rằng các khối logic, cấu hình, mô-đun, mạch, và các bước thuật toán minh họa khác nhau được mô tả cùng với các phương án được bộc lộ trong bản mô tả này có thể được thực hiện dưới dạng phần cứng điện tử, phần mềm máy tính được thực hiện bởi thiết bị xử lý chẳng hạn như bộ xử lý phân cứng, hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng. Các bộ phận, khối, cấu hình, mô-đun, mạch và bước minh họa đã được mô tả như trên thường là theo chức năng của chúng. Việc chức năng đó được thực hiện dưới dạng phần cứng hay phần mềm thực thi được phụ thuộc vào ứng dụng cụ thể và ràng buộc thiết kế áp dụng cho toàn bộ hệ thống. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực có thể thực hiện chức năng được mô tả theo nhiều cách khác nhau đối với từng ứng dụng cụ thể, nhưng các quyết định thực hiện này không nên được hiểu là làm chệch ra khỏi phạm vi của sáng chế.

Các bước của phương pháp hoặc thuật toán được mô tả cùng với các phương án được bộc lộ ở đây có thể được thể hiện trực tiếp trong phần cứng, trong mô-đun phần mềm được thực thi bởi bộ xử lý, hoặc trong tổ hợp của cả hai. Mô-đun phần mềm có thể nằm trong thiết bị bộ nhớ, như bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (RAM), bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên từ điện trở (MRAM), bộ nhớ MRAM đảo từ bằng dòng spin (STT-MRAM), bộ nhớ đệm nhanh, bộ nhớ chỉ đọc (ROM), bộ nhớ chỉ đọc lập trình được (PROM), bộ nhớ chỉ đọc lập trình được có thể xóa (EPROM), bộ nhớ chỉ đọc lập trình được có thể xóa bằng điện (EEPROM), các bộ ghi, ổ cứng, đĩa tháo di động, hoặc bộ nhớ chỉ đọc dùng đĩa CD (CD-ROM). Thiết bị bộ nhớ làm ví dụ được ghép nối với bộ xử lý sao cho bộ xử lý có thể đọc thông tin và ghi thông tin vào thiết bị bộ nhớ này. Theo cách khác, thiết bị bộ nhớ có thể được tích hợp vào bộ xử lý. Bộ xử lý và vật ghi có thể nằm trong ASIC. ASIC có thể nằm trong thiết bị điện toán hoặc đầu cuối người dùng. Thay vào đó, bộ xử lý và phương tiện lưu trữ có thể tồn tại dưới dạng các bộ phận rời rạc trong thiết bị điện toán hoặc đầu cuối người dùng.

Phần mô tả trên của các phương án được bộc lộ được đưa ra nhằm giúp người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực thực hiện hoặc sử dụng các phương án được bộc lộ này. Các cải biến khác nhau đối với các phương án này sẽ là hiển nhiên với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực, và các nguyên lý chung được định nghĩa ở đây

có thể được áp dụng cho các phương án khác mà không nằm ngoài phạm vi của sáng chế. Do đó, phần bộc lộ không được dự định để bị giới hạn ở các phương án được trình bày ở đây, mà là nhằm có được phạm vi rộng nhất phù hợp với các nguyên lý và đặc tính mới như được xác định bởi các yêu cầu bảo hộ sau đây.

Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp ước lượng hệ số trộn (500), phương pháp này bao gồm các bước:

 tạo ra (502), tại bộ mã hóa thoại, tín hiệu dư băng tần cao (224) dựa trên phần băng tần cao (124) của tín hiệu âm thanh;

 tạo ra (504) tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa (208) dựa ít nhất một phần vào phần băng tần thấp của tín hiệu âm thanh (144);

 xác định (506) hệ số trộn dựa trên tín hiệu dư băng tần cao, tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa, và tiếng ồn được điều biến (220), trong đó tiếng ồn được điều biến dựa ít nhất một phần vào tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa (208) và tiếng ồn trắng (205); và

 tạo ra tín hiệu kích thích băng tần cao (161) dựa trên việc kết hợp tín hiệu thứ nhất tương ứng với tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa (208) được định tỷ lệ dựa trên hệ số trộn và tín hiệu thứ hai tương ứng với tiếng ồn được điều biến (220) được định tỷ lệ dựa trên hệ số trộn.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó hệ số trộn được điều chỉnh bằng cách sử dụng phép phân tích vòng lặp kín, trong đó việc điều chỉnh hệ số trộn bằng cách sử dụng phép phân tích vòng lặp kín bao gồm các bước:

 so sánh tín hiệu dư băng tần cao với tín hiệu kích thích băng tần cao;

 tạo ra tín hiệu sai số dựa trên việc so sánh này; và

 điều chỉnh hệ số trộn dựa trên tín hiệu sai số.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó hệ số trộn được điều chỉnh dựa trên sai số quân phương của hiệu giữa tín hiệu dư băng tần cao và tín hiệu kích thích băng tần cao.

4. Phương pháp theo điểm 3, trong đó hệ số trộn được điều chỉnh thêm dựa trên thoại băng tần thấp, góc nghiêng băng tần thấp, hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng.

5. Phương pháp theo điểm 3, phương pháp này còn bao gồm bước:

 tăng hoặc giảm một cách chọn lọc hệ số trộn thứ nhất để tạo ra hệ số trộn thứ hai; và

trong đó hệ số trộn tương ứng với hệ số trộn thứ nhất để đáp lại việc xác định rằng sai số quân phương dựa trên hệ số trộn thứ nhất nhỏ hơn sai số quân phương dựa trên hệ số trộn thứ hai, và

trong đó hệ số trộn tương ứng với hệ số trộn thứ hai để đáp lại việc xác định rằng sai số quân phương dựa trên hệ số trộn thứ hai nhỏ hơn sai số quân phương dựa trên hệ số trộn thứ nhất.

6. Phương pháp theo điểm 1, phương pháp này còn bao gồm bước truyền hệ số trộn đến bộ thu dưới dạng một phần của dòng bit.

7. Thiết bị ước lượng hệ số trộn, thiết bị này bao gồm:

bộ lọc phân tích dự đoán tuyến tính (204) để tạo ra tín hiệu dư băng tần cao (224) dựa trên phần băng tần cao (124) của tín hiệu âm thanh;

bộ tạo biến đổi phi tuyến tính (207) để tạo ra tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa (208) dựa ít nhất một phần vào phần băng tần thấp của tín hiệu âm thanh (144);

bộ tính hệ số trộn (212) để xác định hệ số trộn dựa trên tín hiệu dư băng tần cao, tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa, và tiếng ồn được điều biến (220), trong đó tiếng ồn được điều biến dựa ít nhất một phần vào tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa (208) và tiếng ồn trắng (205); và

bộ tạo kích thích băng tần cao (302) để tạo ra tín hiệu kích thích băng tần cao (161), bộ tạo kích thích băng tần cao bao gồm bộ trộn (211) để kết hợp tín hiệu thứ nhất tương ứng với tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa được định tỷ lệ dựa trên hệ số trộn và tín hiệu thứ hai tương ứng với tiếng ồn được điều biến được định tỷ lệ dựa trên hệ số trộn.

8. Thiết bị theo điểm 7, trong đó hệ số trộn được điều chỉnh bằng cách sử dụng phép phân tích vòng lặp kín và thiết bị này còn bao gồm mạch phát hiện sai số (306) và bộ tính giảm thiểu sai số (308) để điều chỉnh hệ số trộn bằng cách sử dụng phép phân tích vòng lặp kín;

trong đó mạch phát hiện sai số được tạo cấu hình để so sánh tín hiệu dư băng tần cao (224) với tín hiệu kích thích băng tần cao (161); và

trong đó bộ tính giảm thiểu sai số được tạo cấu hình để:

tạo ra tín hiệu sai số dựa trên việc so sánh này; và
điều chỉnh hệ số trộn dựa trên tín hiệu sai số.

9. Thiết bị theo điểm 7, trong đó hệ số trộn được điều chỉnh dựa trên sai số quân phương của hiệu giữa tín hiệu dư băng tần cao và tín hiệu kích thích băng tần cao và thiết bị này còn bao gồm bộ điều khiển sai số được tạo cấu hình để:

tăng hoặc giảm một cách chọn lọc hệ số trộn thứ nhất để tạo ra hệ số trộn thứ hai; và

trong đó hệ số trộn tương ứng với hệ số trộn thứ nhất để đáp lại việc xác định định rằng sai số quân phương dựa trên hệ số trộn thứ nhất nhỏ hơn sai số quân phương dựa trên hệ số trộn thứ hai, và

trong đó hệ số trộn tương ứng với hệ số trộn thứ hai để đáp lại việc xác định rằng sai số quân phương dựa trên hệ số trộn thứ hai nhỏ hơn sai số quân phương dựa trên hệ số trộn thứ nhất.

10. Thiết bị theo điểm 7, thiết bị này còn bao gồm bộ truyền để truyền hệ số trộn đến bộ thu dưới dạng một phần của dòng bit.

11. Phương pháp ước lượng hệ số trộn (510), phương pháp này bao gồm các bước:

thu (512), tại bộ giải mã thoại, tín hiệu được mã hóa bao gồm tín hiệu kích thích băng tần thấp và thông tin phụ băng tần cao,

trong đó thông tin phụ băng tần cao bao gồm hệ số trộn, và

trong đó hệ số trộn là dựa trên tín hiệu dư băng tần cao, tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa thứ nhất, và tiếng ồn được điều biến thứ nhất; và

tạo ra (514) tín hiệu kích thích băng tần cao bằng cách trộn tín hiệu thứ nhất tương ứng với tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa thứ hai và tín hiệu thứ hai tương ứng với tiếng ồn được điều biến thứ hai, trong đó tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa thứ hai được định tỷ lệ dựa trên hệ số trộn và tiếng ồn được điều biến thứ hai được định tỷ lệ dựa trên hệ số trộn.

12. Thiết bị ước lượng hệ số trộn bao gồm bộ giải mã thoại được tạo cấu hình để:

thu tín hiệu được mã hóa bao gồm tín hiệu kích thích băng tần thấp và thông tin phụ băng tần cao,

trong đó thông tin phụ băng tần cao bao gồm hệ số trộn, và

trong đó hệ số trộn là dựa trên tín hiệu dư băng tần cao, tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa thứ nhất, và tiếng ồn được điều biến thứ nhất; và

tạo ra tín hiệu kích thích băng tần cao bằng cách trộn tín hiệu thứ nhất tương ứng với tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa thứ hai và tín hiệu thứ hai tương ứng với tiếng ồn được điều biến thứ hai, trong đó tín hiệu mở rộng theo hàm điều hòa thứ hai được định tỷ lệ dựa trên hệ số trộn và trong đó tiếng ồn được điều biến thứ hai được định tỷ lệ dựa trên hệ số trộn.

13. Vật ghi bất biến đọc được bằng máy tính bao gồm các lệnh mà, khi được thực thi bởi bộ xử lý tại bộ giải mã thoại, khiến cho bộ xử lý thực hiện phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6.

14. Vật ghi bất biến đọc được bằng máy tính bao gồm các lệnh mà, khi được thực thi bởi bộ xử lý tại bộ giải mã thoại, khiến cho bộ xử lý thực hiện phương pháp theo điểm 11.

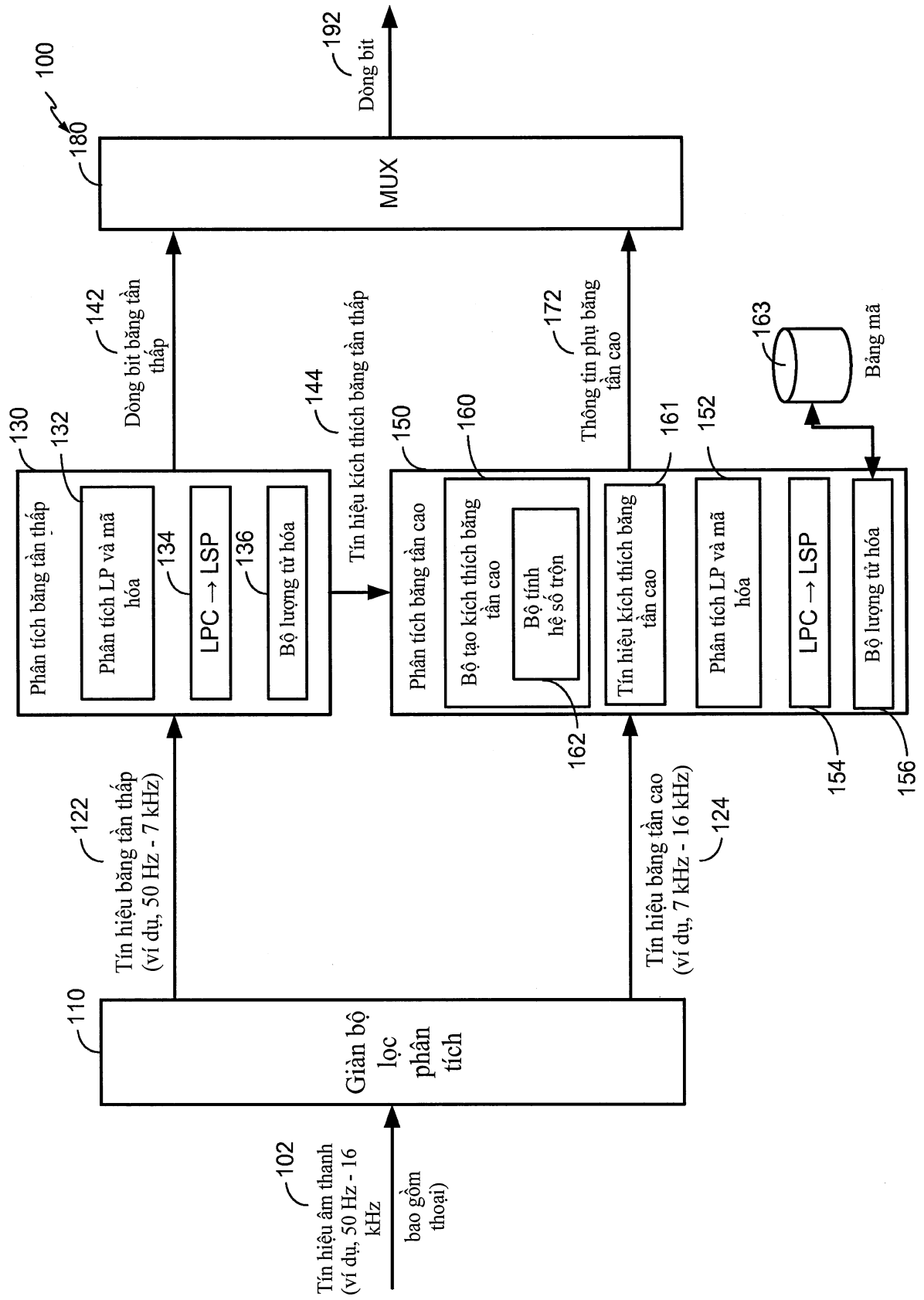


FIG. 1

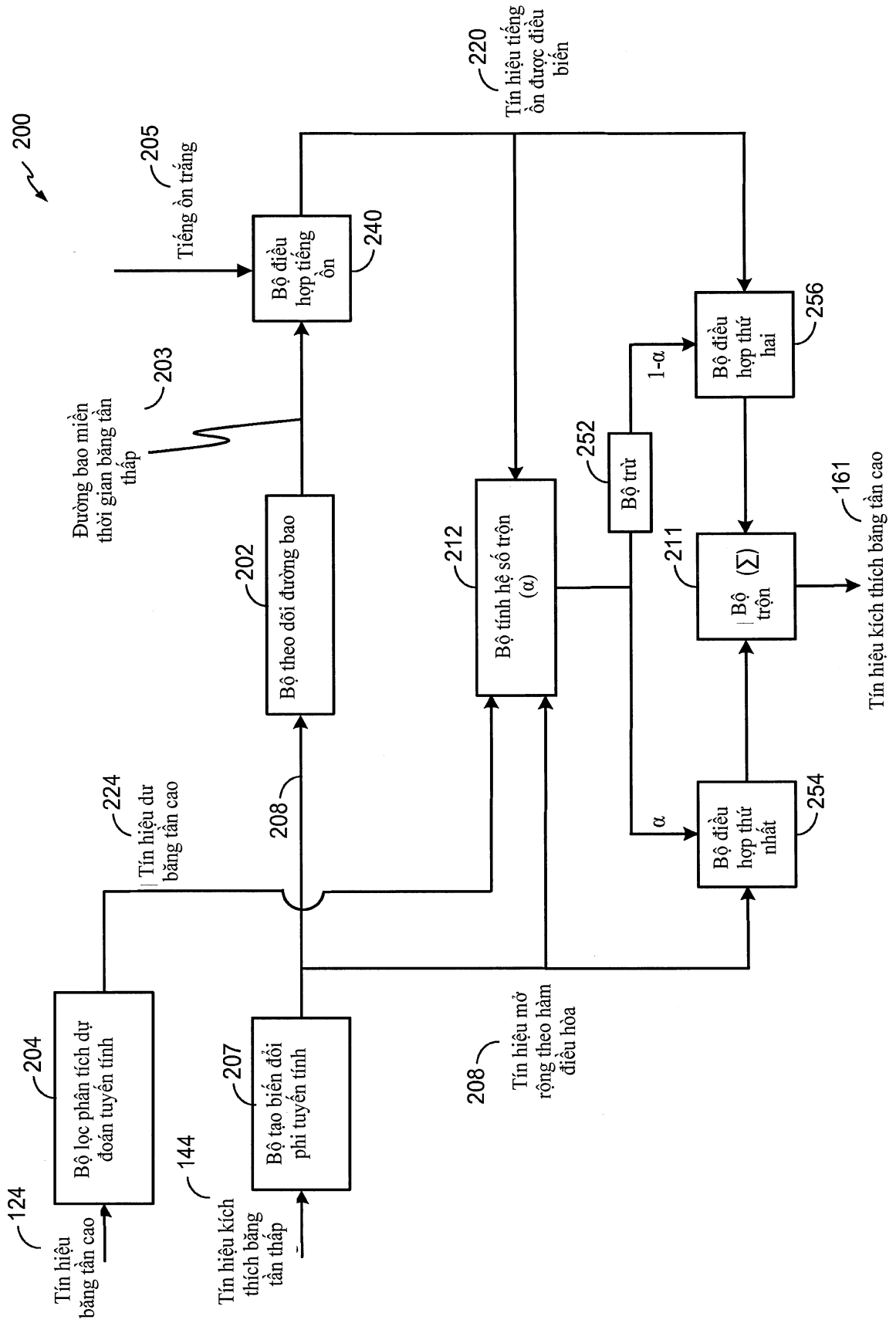


FIG. 2

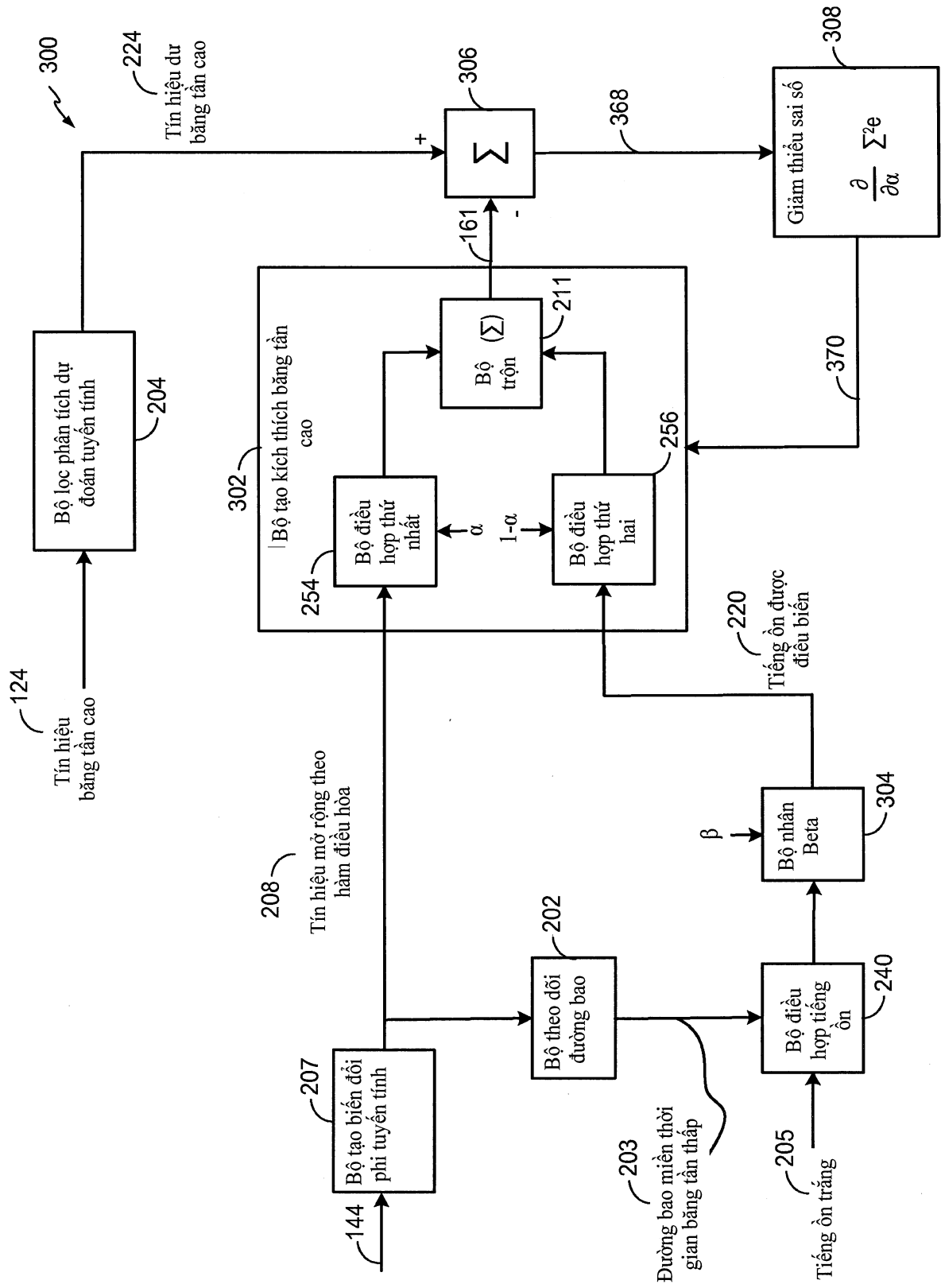


FIG. 3

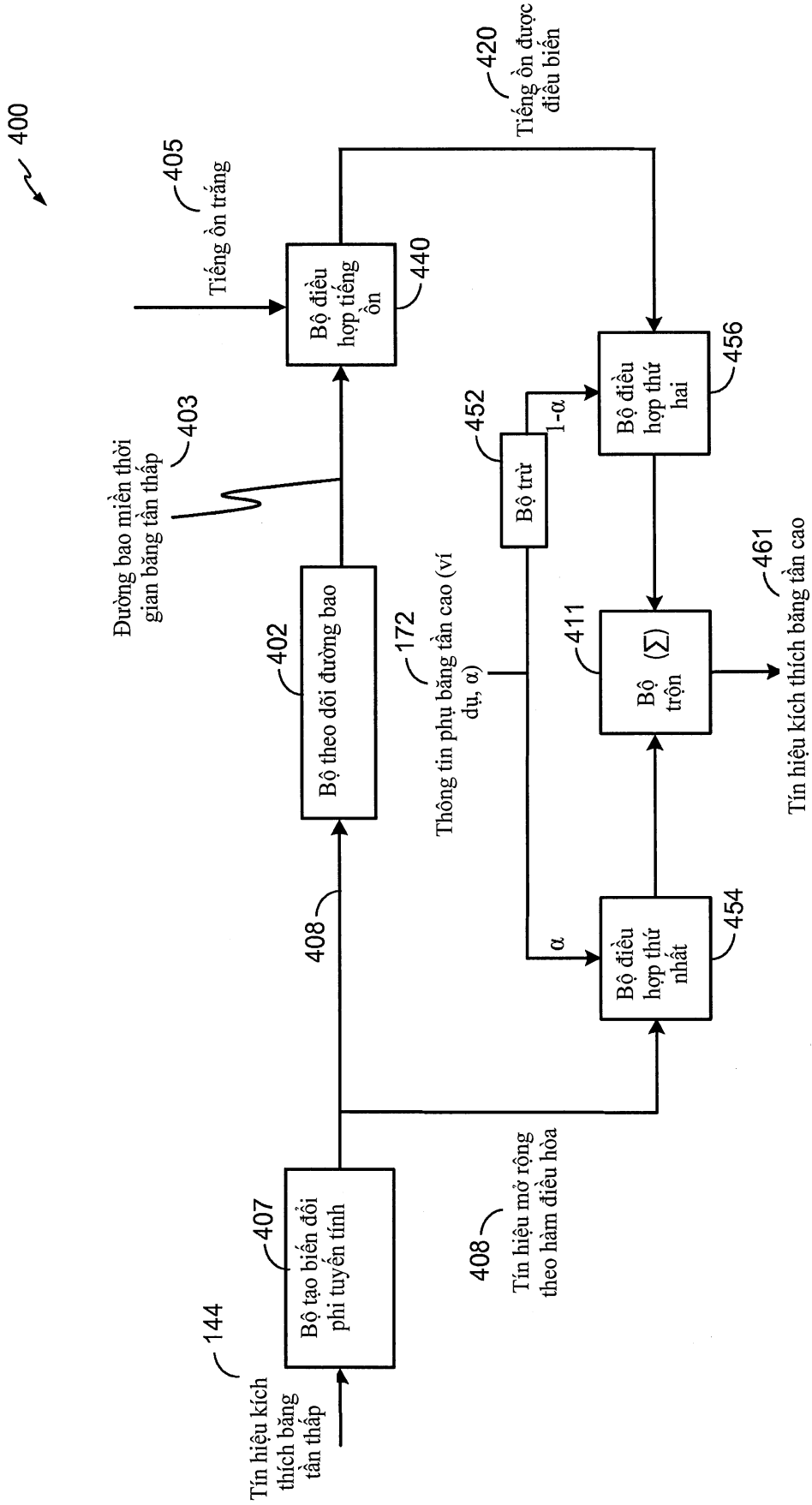
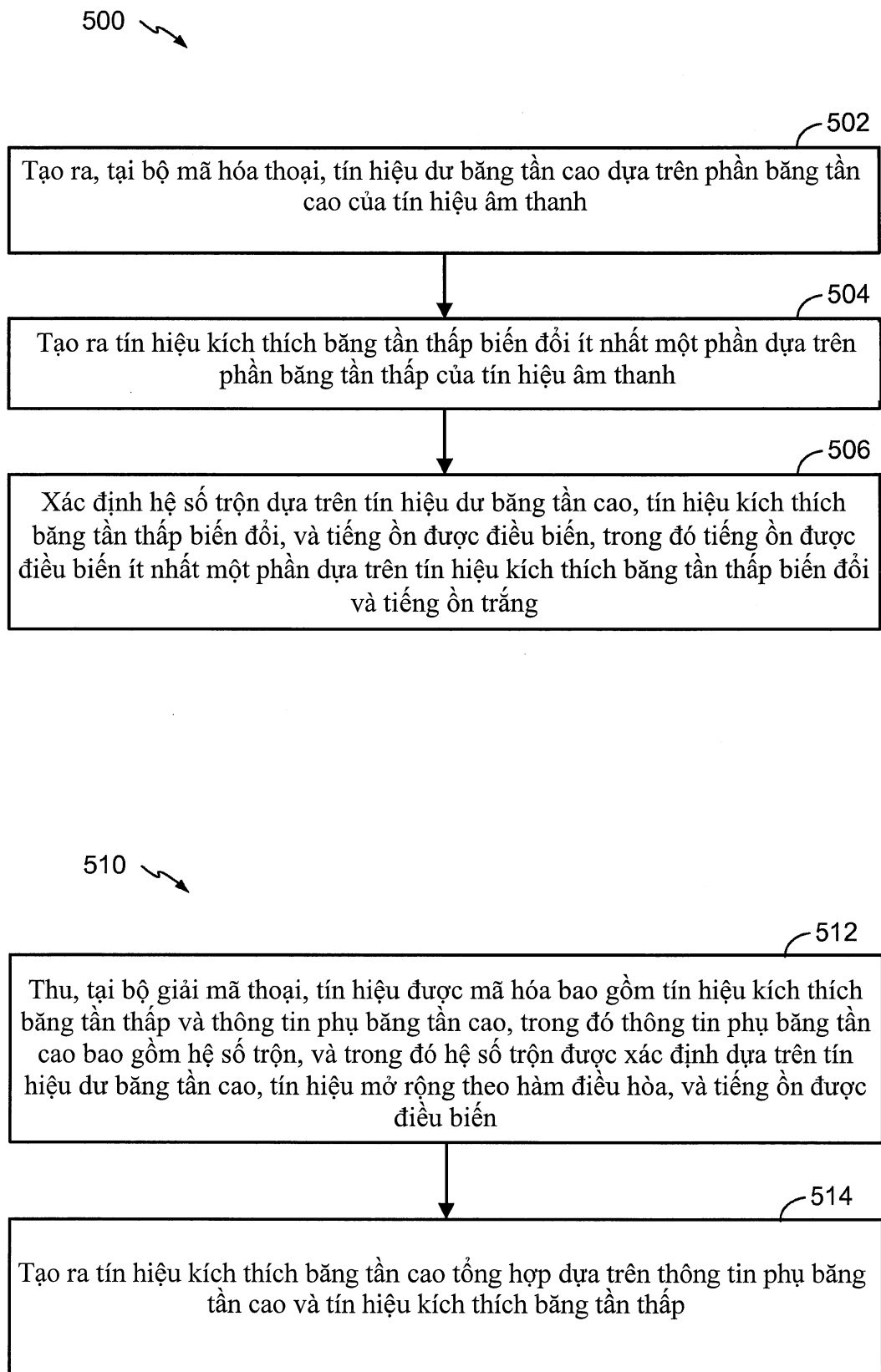


FIG. 4

**FIG. 5**

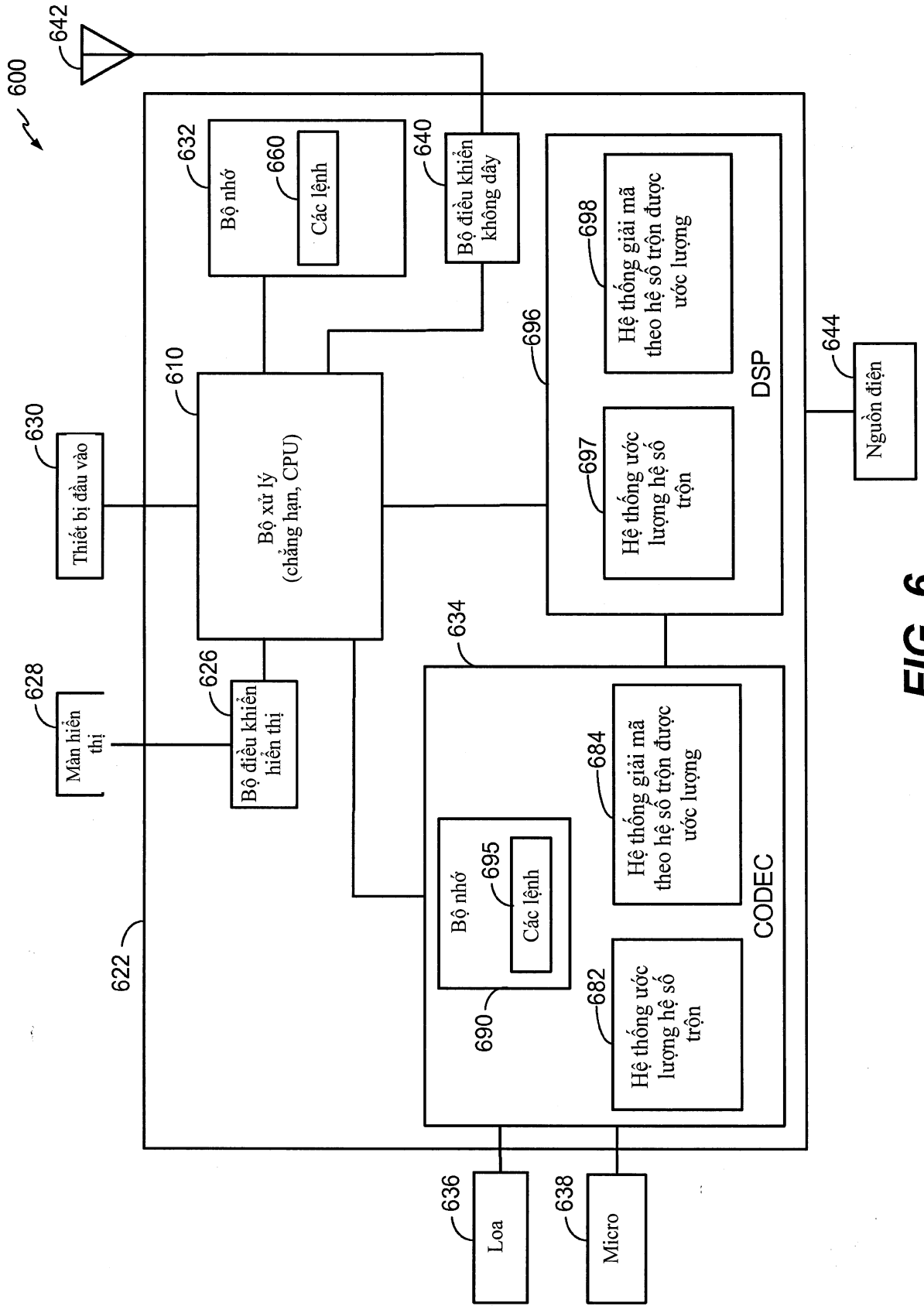


FIG. 6