



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

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ



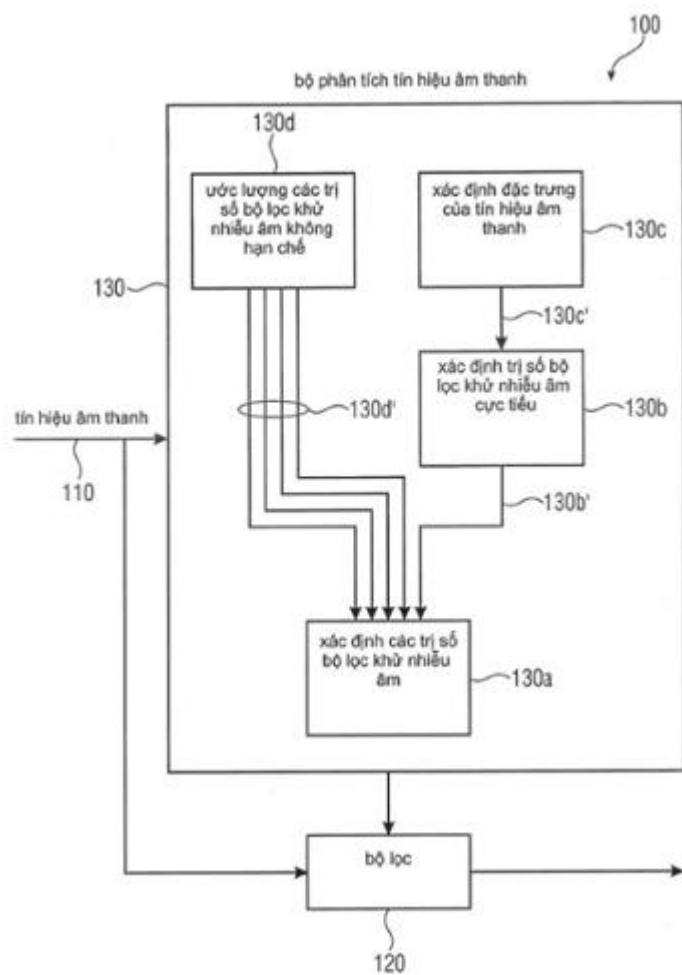
1-0036847

(51)⁷ **G10L 21/0208; H03G 3/00; H03G 7/00; (13) B**
G10L 21/0316

-
- (21) 1-2019-02537 (22) 17/10/2017
(86) PCT/EP2017/076483 17/10/2017 (87) WO 2018/073253 26/04/2018
(30) 16194467.3 18/10/2016 EP
(45) 25/09/2023 426 (43) 25/07/2019 376A
(73) Fraunhofer-Gesellschaft zur Foerderung der angewandten Forschung e.V. (DE)
Hansastraße 27c, 80686 Muenchen, Germany
(72) LOMBARD, Anthony (FR); BIRZER, Bernhard (DE); MAHNE, Dirk (DE);
MABANDE, Edwin (ZW); KUECH, Fabian (DE); HABETS, Emanuel (NL);
ANNIBALE, Paolo (IT).
(74) CÔNG TY LUẬT TRÁCH NHIỆM HỮU HẠN AMBYS HÀ NỘI (AMBYS
HANOI)
-

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

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị và phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh. Thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh bao gồm bộ phân tích tín hiệu âm thanh và bộ lọc. Bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để phân tích tín hiệu âm thanh để xác định nhiều trị số bộ lọc khử nhiễu âm cho nhiều băng của tín hiệu âm thanh, trong đó bộ phân tích được tạo cấu hình để xác định trị số bộ lọc khử nhiễu âm để trị số bộ lọc khử nhiễu âm lớn hơn hoặc bằng trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu và để trị số khử nhiễu âm cực tiểu phụ thuộc vào đặc trưng của tín hiệu âm thanh. Bộ lọc được tạo cấu hình để lọc tín hiệu âm thanh, trong đó bộ lọc được điều chỉnh dựa trên các trị số bộ lọc khử nhiễu âm.



Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế nhìn chung đề cập đến việc xử lý tín hiệu âm thanh. Cụ thể, sáng chế đề cập đến kỹ thuật và phương pháp kiểm soát tự động các mức nhiễu âm và tiếng nói trong tín hiệu âm thanh.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Ngữ cảnh truyền thông tin tiếng nói song công toàn phần được minh họa trên Fig.13, trong đó giọng nói của người nói ở đầu gần được thu bởi một hoặc nhiều micro và được truyền đến người nói ở đầu xa nghe âm được thu qua các loa phát thanh hoặc các ống nghe. Để cải thiện cả việc nghe thoải mái và dễ hiểu cho người nghe ở đầu xa, một số kỹ thuật xử lý tín hiệu âm thanh có thể được áp dụng để loại bỏ hoặc ít nhất là làm giảm các thành phần âm không mong muốn, bao gồm các tiếng vang hoặc các âm nền và nhiễu âm cảm ứng, trong khi ngăn chặn giọng nói của người nói ở đầu gần. Khía cạnh quan trọng khác để cải thiện việc nghe thoải mái và dễ hiểu là để điều chỉnh mức độ của tín hiệu được nâng cao đến mức dễ chịu cho người nghe ở đầu xa. Việc này có thể cung cấp mức tiếng nói phù hợp bất kể độ nhạy của thiết bị thu âm và bất kể khoảng cách từ người nói ở đầu gần đến micro.

Trong ngữ cảnh truyền thông tin tiếng nói song công toàn phần này, các tiếng vang rời rạc sẽ được loại bỏ hoàn toàn sử dụng việc loại bỏ tiếng vang, khử tiếng vang hoặc kết hợp cả hai kỹ thuật, ví dụ như được mô tả trong tài liệu tham khảo [1, 2, 3]. Ngược lại, các nhiễu loạn bền hơn giống như nhiễu âm nền hoặc nhiễu âm cảm ứng có thể thường chỉ bị suy giảm đến một lượng nhất định để bảo toàn chất lượng tiếng nói sử dụng một số phương pháp giảm nhiễu âm, ví dụ, như được mô tả trong tài liệu tham khảo [4]. Vì lý do đó, đối với các môi trường về âm học có đòi hỏi khắt khe (ví dụ phức tạp hoặc bất lợi), tín hiệu thu được có thể chứa một số thành phần nhiễu âm bị suy giảm nhưng vẫn có thể nghe được. Mục tiêu của việc kiểm soát độ khuếch đại tự động là đưa mức tín hiệu tiếng nói được nâng cao đến mức được xác định trước và dễ chịu. Chuỗi xử lý tín hiệu âm thanh điển hình được mô tả trên Fig.14, bao gồm một số việc kiểm soát tiếng vang dựa trên hoặc việc loại bỏ tiếng vang hoặc việc khử tiếng

vang, môđun giảm nhiễu âm và môđun kiểm soát độ khuếch đại tự động. Môđun nhiễu âm nền nhân tạo ở cuối của chuỗi xử lý tạo ra một số nhiễu âm ngẫu nhiên nhân tạo để đảm bảo mức nhiễu âm nhẵn theo thời gian và dễ chịu ở đầu ra của hệ thống. Việc tiêm tín hiệu nhiễu âm nền nhân tạo được khởi động ví dụ bởi việc kiểm soát tiếng vang trong suốt các giai đoạn, ví dụ như được mô tả trong tài liệu tham khảo [5].

Hơn nữa, trong việc truyền thông tin tiếng nói, việc làm giảm nhiễu âm nhằm làm suy giảm một số nhiễu âm nền hoặc nhiễu âm cảm ứng không thay đổi hoặc thay đổi chậm theo thời gian có mặt trong tín hiệu âm thanh trong khi ngăn chặn tín hiệu tiếng nói mong muốn. Việc này, ví dụ, được tiến hành trong miền tần số trên cơ sở từng khung một. Ví dụ, đối với từng khung thời gian, các vùng phổ biểu lộ tỉ số tín hiệu trên nhiễu âm (Signal-to-Noise Ratio - SNR) bị suy giảm trong đó các vùng SNR cao được giữ không đổi. Hơn nữa, tỉ số tín hiệu-nhiễu (Signal-to-interference - SIR) thông thường hơn có thể được xem xét để xử lý các vùng phổ, như được mô tả ở trên.

Trong tài liệu tham khảo [6], bộ lọc giảm nhiễu âm (Noise Reduction - NR) thứ nhất được tính toán độc lập với độ khuếch đại kiểm soát độ khuếch đại tự động (Automatic Gain Control - AGC). Bộ lọc NR thứ hai sau đó được tính toán bằng cách lấy tỉ số bộ lọc NR thứ nhất làm hàm số của độ khuếch đại AGC, tức là, đối với các độ khuếch đại AGC lớn, độ khuếch đại NR được làm giảm (suy giảm nhiễu âm mạnh mẽ) trong khi đối với các độ khuếch đại AGC nhỏ, độ khuếch đại NR được tăng lên (ít giảm nhiễu âm). Bộ lọc thứ hai được áp dụng cho tín hiệu đầu vào. Ngược lại, khía cạnh của sáng chế là để có được bộ lọc thực hiện đồng thời NR và AGC. Khía cạnh này cung cấp việc kiểm soát toàn bộ các mức tiếng nói và nhiễu âm một cách riêng rẽ.

Trong các hệ thống này, vấn đề xuất hiện một cách cụ thể đó là các trị số của bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu được thiết lập cố định dẫn đến chất lượng âm thanh của tín hiệu âm thanh được xử lý bị làm giảm.

Đối với các vấn đề được nêu của việc xử lý tín hiệu âm thanh, mong muốn tồn tại khái niệm được cải thiện, cung cấp chất lượng âm thanh được cải thiện của tín hiệu âm thanh được xử lý.

Tài liệu tham khảo

[1] E. Hänsler and G. Schmidt: "Hands-free telephones -Joint Control of Echo Cancellation and Postfiltering", Signal Processing, Volume: 80, Issue: 11, pp. 2295-2305, Sep. 2000.

[2] F. Küch, E. Mabande and G. Enzner, "State-space architecture of the partitioned-block-based acoustic echo controller," in Proc. IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), May 2014.

[3] A. Favrot, C. Faller, M. Kallinger, F. Küch, and M. Schmidt, "Acoustic Echo Control Based on Temporal Fluctuations of Short-Time Spectra," in Proc. International Workshop on Acoustic Echo and Noise Control (IWAENC), Sept. 2008.

[4] Y. Ephraim, D. Malah, "Speech enhancement using a minimum mean-square error short-time spectral amplitude estimator," IEEE Trans. Acoust. Speech Signal Process, Vol. 32, pp. 1109–1121, Dec. 1984.

[5] Guangji Shi and Changxue Ma, "Subband Comfort Noise Insertion for an Acoustic Echo Suppressor," in Proc. 133rd Audio Engineering Society Convention, Oct. 2012.

[6] M. Matsubara, K. Nomoto. "Audio signal processing device and noise suppression processing method in automatic gain control device." Patent publication No. US 2008/0147387 A1.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Phương án ưu tiên theo sáng chế tạo ra thiết bị để xử lý tín hiệu âm thanh, bao gồm bộ phân tích tín hiệu âm thanh để phân tích tín hiệu âm thanh để xác định nhiều trị số bộ lọc khử nhiễu âm cho nhiều băng tín hiệu âm thanh, trong đó bộ phân tích được tạo cấu hình để xác định các trị số bộ lọc khử nhiễu âm để trị số bộ lọc khử nhiễu âm lớn hơn hoặc bằng trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu. Hơn nữa, bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình sao cho trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu phụ thuộc vào đặc trưng của tín hiệu âm thanh. Ngoài ra, thiết bị bao gồm bộ lọc để lọc tín hiệu âm thanh, trong đó bộ lọc được điều chỉnh dựa trên các trị số bộ lọc khử nhiễu âm.

Phương án được mô tả mang lại lợi thế trong việc cung cấp chất lượng âm thanh được cải thiện của tín hiệu âm thanh được xử lý. Việc cải thiện là do các trị số bộ lọc

khử nhiễu âm được xử dụng để lọc tín hiệu, trong đó các trị số bộ lọc khử nhiễu âm được điều chỉnh để chúng lớn hơn hoặc bằng trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu. Việc chọn trị số bộ lọc khử nhiễu âm theo cách thức được mô tả là có thuận lợi, để các sự biến dạng tín hiệu có thể được tránh khỏi được gây ra bởi việc xử lý tín hiệu do các trị số bộ lọc khử nhiễu âm nhỏ. Hơn nữa, việc chọn trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu được thực hiện theo cách thức linh hoạt dựa trên đặc trưng của tín hiệu âm thanh. Tính linh hoạt của trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu có thể, ví dụ, được hiện thực hóa để trị số khử nhiễu âm cực tiểu được xác định khi đặc trưng của tín hiệu âm thanh là lớn hoặc trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu có thể được thiết lập đến trị số lớn khi đặc trưng của tín hiệu âm thanh là nhỏ. Bằng cách đó, bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu có thể được điều chỉnh cho sự đa dạng lớn của các tín hiệu âm thanh tiềm năng. Xuyên suốt việc lọc tín hiệu âm thanh với các trị số bộ lọc khử nhiễu âm được mô tả, tín hiệu âm thanh có chất lượng cao có thể thu được, ví dụ, được đặc trưng bởi nhiều mức nhiễu âm không đổi do việc khử nhiễu âm. Ngoài ra, trải nghiệm nghe thoải mái hơn của tín hiệu âm thanh được xử lý có thể được nâng cao vì bộ lọc khử nhiễu âm nhiều do trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu linh hoạt.

Hơn nữa, thiết bị được mô tả có thể có thuận lợi để xử lý tín hiệu âm thanh, để thành phần tín hiệu không mong muốn, ví dụ, thành phần nhiễu âm nền, được khử hoặc được làm suy giảm và thành phần tín hiệu mong muốn được bảo toàn hoặc được nâng cao. Cụ thể, ví dụ khi tín hiệu tiếng nói được xem xét như thành phần mong muốn của tín hiệu âm thanh, phương án được mô tả cho phép bảo toàn tín hiệu tiếng nói. Hơn nữa, độ rõ của tín hiệu tiếng nói có thể được tăng lên do việc làm giảm thành phần tín hiệu không mong muốn. Hơn nữa, ví dụ, những người khiếm thính có thể rất có lợi từ tín hiệu sau khi xử lý với phương án được đề cập ở trên vì độ rõ của tín hiệu tiếng nói là mục tiêu quan trọng nhất đối với người khiếm thính. Ngoài ra, phương án được mô tả có thể làm cho trải nghiệm nghe dễ chịu cho người nghe, vì các thành phần không mong muốn và giảm linh hoạt của tín hiệu được làm suy giảm hoặc được loại bỏ. Hơn nữa, phương án được mô tả có thể nâng cao thành phần tín hiệu mong muốn, khi tín hiệu âm thanh, ví dụ, thu được bởi micrô, và năng lượng của thành phần tín hiệu mong muốn thay đổi do ví dụ khoảng cách thay đổi đến micrô của nguồn, độ

nhảy của micrô thay đổi hoặc lượng năng lượng được phát bởi nguồn thay đổi (ví dụ người nói).

Theo phương án ưu tiên, bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để xác định các trị số bộ lọc khử nhiễu âm sử dụng quyết định cực đại dựa trên nhiều trị số bộ lọc khử nhiễu âm không hạn chế và trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu, trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu là giống nhau đối với nhiều băng tín hiệu âm thanh. Bộ phân tích tín hiệu âm thanh như được mô tả ở trên có thể là thuận lợi trong việc ngăn chặn sự biến dạng tiếng nói hoặc các âm của tiếng nhạc, ví dụ, do việc khử nhiễu âm mạnh. Ví dụ, khi trị số bộ lọc khử nhiễu âm cho băng được ước lượng dựa trên tỉ số tín hiệu trên nhiễu âm (SNR) và ví dụ, bộ ước lượng SNR không đáng tin được sử dụng, biểu thị SNR bằng 0, trong đó vẫn có một số thành phần tín hiệu được mong muốn có mặt, băng có thể bị khử hoàn toàn. Việc sử dụng số băng có thể dẫn đến các tạp âm không mong muốn, ví dụ, sự biến dạng tiếng nói, khi tiếng nói thực tế đã có mặt trong băng, hoặc các âm trong tiếng nhạc, ví dụ, do sự tạo hình nhiễu âm. Ngoài ra, phương án được mô tả tạo thuận lợi cho cùng lượng khử nhiễu âm cực tiểu cho nhiều băng.

Theo phương án ưu tiên, bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để tính toán trị số độ khuếch đại từ khung của tín hiệu âm thanh như đặc trưng của tín hiệu âm thanh. Trị số độ khuếch đại có thể là thuận lợi đối với việc nâng cao tín hiệu âm thanh. Ví dụ, khi tín hiệu âm thanh chứa thành phần tín hiệu mong muốn với năng lượng thay đổi mạnh mẽ, trị số độ khuếch đại có thể được áp dụng cho tín hiệu để bù cho biến thiên năng lượng. Ví dụ, khi thành phần tín hiệu mong muốn là tín hiệu tiếng nói, độ rõ có thể có lợi ích lớn từ việc áp dụng trị số độ khuếch đại cho tín hiệu âm thanh. Hơn nữa, ví dụ, còn có thể nâng cao việc nghe dễ chịu, khi mà bởi việc áp dụng trị số độ khuếch đại, năng lượng tín hiệu được mong muốn bất biến hơn được nâng cao.

Theo phương án ưu tiên, bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để tính toán trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu dựa trên trị số khử nhiễu âm được xác định trước và trị số độ khuếch đại. Việc tính toán trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu như được mô tả trước khi có thể có lợi để làm thích ứng trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu để, mặc dù thành phần tín hiệu mong muốn của tín hiệu âm thanh có thể được khuếch đại bởi việc áp dụng trị số độ khuếch đại cho thành phần tín hiệu không mong muốn,

ví dụ, nhiều âm nền có thể vẫn được khử hiệu quả. Do đó, ví dụ, sự đáp ứng hệ thống toàn phần của phương án ưu tiên được mô tả cho thành phần tín hiệu không mong muốn sẽ không khuếch đại, tức là, thành phần tín hiệu không mong muốn sẽ được làm suy giảm hoặc không được thay đổi sự chuyển tác.

Trong phương án ưu tiên khác, bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để tính toán trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu để trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu giảm xuống với trị số độ khuếch đại tăng lên. Tỷ lệ nghịch đảo được mô tả giữa trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu và trị số độ khuếch đại có thể có lợi ích khi áp dụng trị số độ khuếch đại cho tín hiệu âm thanh. Ví dụ, khi trị số độ khuếch đại lớn được cung cấp, thành phần nhiễu âm của tín hiệu âm thanh chịu trị số độ khuếch đại sẽ được khuếch đại một cách phù hợp. Do đó, việc làm giảm tỷ lệ của bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu với trị số độ khuếch đại có thể dẫn đến việc khử nhiễu âm toàn phần không đòi đạt được bởi phương án ưu tiên.

Trong phương án ưu tiên khác, bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để tính toán trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu sử dụng quyết định cực tiểu trên trị số khử nhiễu âm được xác định trước và thương số giữa trị số khử nhiễu âm được xác định trước và trị số độ khuếch đại. Việc sử dụng quyết định cực tiểu như được mô tả ở trên có thể có lợi ích để đạt được trải nghiệm nghe dễ chịu, như ví dụ, khi các trị số độ khuếch đại nhỏ được cung cấp thương số giữa trị số khử nhiễu âm được xác định trước và trị số độ khuếch đại là lớn. Do đó, việc giảm nhiễu âm dựa trên thương số này có thể dẫn đến lượng nhiễu âm không đủ bị làm giảm, trong đó trong phương án ưu tiên được mô tả, việc khử nhiễu âm cực tiểu được đảm bảo. Do đó, trải nghiệm nghe dễ chịu có thể được cung cấp, vì nhiễu âm ít nhất được làm giảm đến lượng được xác định trước được mong muốn.

Trong phương án ưu tiên khác, bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để xác định trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu theo quyết định cực tiểu thứ nhất, quyết định cực tiểu thứ nhất phụ thuộc vào trị số khử nhiễu âm được xác định trước và kết quả của quyết định cực tiểu thứ hai. Kết quả của quyết định cực tiểu thứ hai phụ thuộc vào sự nghịch đảo của trị số độ khuếch đại và kết quả của quyết định cực đại. Kết quả của quyết định cực đại phụ thuộc vào sự nghịch đảo của trị số giới hạn sự biến

dạng được xác định trước và thương số giữa trị số khử nhiễu âm được xác định trước và trị số độ khuếch đại. Cấu hình được mô tả của bộ phân tích tín hiệu âm thanh có thể có lợi ích để làm giảm các tạp âm giảm nhiễu âm, như ví dụ, các biến dạng tiếng nói do việc khử nhiễu âm mạnh. Cụ thể, các trị số độ khuếch đại lớn có thể dẫn đến thương số nhỏ của trị số khử nhiễu âm được xác định trước và trị số độ khuếch đại, có thể dẫn đến các trị số gần bằng 0 và do đó có thể gây ra các biến dạng tín hiệu khi được áp dụng như trị số khử nhiễu âm cực tiểu. Việc sử dụng biên thấp hơn như được mô tả trong phương án ưu tiên, được thực hiện bởi quyết định cực đại được chứa trong bước ước lượng trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu, tránh khả năng này, cho phép trải nghiệm nghe có khả năng dễ chịu hơn.

Trong phương án ưu tiên khác, bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để xác định trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu để trị số này bằng với trị số khử nhiễu âm được xác định trước, khi trị số độ khuếch đại nằm trong khoảng giữa 0 và 1, hoặc trị số này bằng thương số giữa giá trị khử nhiễu âm được xác định trước và trị số độ khuếch đại, khi trị số độ khuếch đại lớn hơn 1. Cấu hình được mô tả cho bộ phân tích tín hiệu âm thanh thuận lợi để cung cấp trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu linh hoạt phụ thuộc vào trị số độ khuếch đại, để trị số độ khuếch đại lớn sẽ không làm giảm sự giảm nhiễu âm có thể đạt được.

Trong phương án ưu tiên khác, bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để xác định trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu để trị số này bằng với trị số khử nhiễu âm được xác định trước khi trị số độ khuếch đại nằm trong khoảng giữa 0 và 1. Mặt khác, trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu bằng thương số giữa trị số khử nhiễu âm được xác định trước và trị số độ khuếch đại khi trị số độ khuếch đại nằm trong khoảng giữa 1 và tích số giữa trị số khử nhiễu âm được xác định trước và giới hạn biến dạng được xác định trước. Mặt khác, trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu bằng trị số nghịch đảo của giới hạn biến dạng được xác định trước khi trị số độ khuếch đại lớn hơn tích số giữa trị số khử nhiễu âm được xác định trước và giới hạn biến dạng được xác định trước và nhỏ hơn giới hạn biến dạng được xác định trước. Mặt khác, trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu bằng trị số nghịch đảo khi trị số độ khuếch đại lớn hơn giới hạn biến dạng được xác định trước. Bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình như được mô tả ở trên là có lợi trong việc ngăn chặn sự biến dạng tiếng nói hoặc các âm trong

tiếng nhạc bằng cách cung cấp trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu lớn hơn ngay cả đối với các trị số độ khuếch đại lớn, bằng cách đó ngăn chặn sự khử nhiễu âm mạnh.

Trong phương án ưu tiên khác, bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để phân tích băng thuộc nhiều băng của tín hiệu âm thanh để xác định liệu băng có đặc trưng thứ nhất của tín hiệu âm thanh hay đặc trưng thứ hai của tín hiệu âm thanh, trong đó đặc trưng thứ nhất khác đặc trưng thứ hai. Hơn nữa, bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để xác định các trị số bộ lọc khử nhiễu âm khi đặc trưng thứ hai đã được xác định cho băng, để các trị số bộ lọc khử nhiễu âm bằng tích số giữa trị số khử nhiễu âm được xác định trước với trị số độ khuếch đại, khi trị số độ khuếch đại nằm trong khoảng giữa 0 và 1. Mặt khác, các trị số bộ lọc khử nhiễu âm bằng trị số khử nhiễu âm được xác định trước khi trị số độ khuếch đại nằm trong khoảng giữa 0 và 1 và tích số giữa trị số khử nhiễu âm được xác định trước và giới hạn biến dạng được xác định trước. Mặt khác, các trị số bộ lọc khử nhiễu âm bằng thương số giữa trị số độ khuếch đại và giới hạn biến dạng được xác định trước khi trị số độ khuếch đại lớn hơn tích số của trị số khử nhiễu âm được xác định trước và giới hạn biến dạng được xác định trước, và nhỏ hơn giới hạn biến dạng được xác định trước. Mặt khác, các trị số bộ lọc khử nhiễu âm bằng một khi trị số độ khuếch đại lớn hơn giới hạn biến dạng được xác định trước. Bộ phân tích tín hiệu âm thanh như được mô tả ở trên có thể có ích để cung cấp các trị số bộ lọc khử nhiễu âm trong các ngữ cảnh khi, ví dụ, đặc trưng thứ hai mô tả nội dung nhiễu âm của tín hiệu âm thanh. Đặc trưng thứ hai có thể là khung hoặc băng không hoạt động, vì ví dụ, độ hoạt động của giọng nói biểu thị rằng không có giọng nói nào có mặt trong khung hoặc băng. Trong ngữ cảnh nhiễu âm được mô tả, sự đáp ứng toàn bộ hệ thống không dẫn đến sự khuếch đại của nhiễu âm.

Trong phương án ưu tiên khác, bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để tính toán cho khung thứ nhất của tín hiệu âm thanh, trị số độ khuếch đại thứ nhất dẫn đến trị số khử nhiễu âm cực tiểu thứ nhất. Hơn nữa, bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để tính toán, đối với khung thứ hai của tín hiệu âm thanh, trị số độ khuếch đại thứ hai dẫn đến trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu không được làm nhẵn, trong đó khung thứ hai theo sau khung thứ nhất theo thời gian. Hơn nữa, bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để tính toán trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu được làm nhẵn cho khung thứ hai sử dụng trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu thứ hai

không được làm nhẵn và trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu thứ nhất. Bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình như được mô tả có thể có ích để tránh được sự biến thiên lớn trong trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu, bằng cách đó cung cấp mức nhiễu âm dư nhẵn ngăn chặn hiệu ứng bơm nhiễu âm không dễ chịu.

Trong phương án ưu tiên khác, thiết bị bao gồm bộ chuyển đổi thời gian - tần số thứ nhất cung cấp phép biểu diễn tần số-thời gian của tín hiệu âm thanh cung cấp nhiều băng của tín hiệu âm thanh. Ngoài ra, bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để tính toán trị số bộ lọc khử nhiễu âm cho băng thuộc nhiều băng của tín hiệu âm thanh dựa trên một hoặc nhiều băng thuộc nhiều băng của tín hiệu âm thanh và trị số khử nhiễu âm cực tiểu. Hơn nữa, trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu dựa trên trị số khử nhiễu âm được xác định trước mà như nhau đối với từng băng thuộc nhiều băng của tín hiệu âm thanh, hoặc giới hạn biến dạng được xác định trước mà là như nhau đối với nhiều băng của tín hiệu âm thanh, và trị số được suy ra từ đặc trưng của tín hiệu âm thanh, trị số là như nhau đối với từng băng thuộc nhiều băng của tín hiệu âm thanh. Trị số được suy ra từ đặc trưng của tín hiệu âm thanh có thể ví dụ là trị số độ khuếch đại. Hơn nữa, thiết bị như được mô tả ở trên có thể có ích trong việc cung cấp độ phân giải phổ linh hoạt dựa trên bộ chuyển đổi thời gian - tần số thứ nhất, bằng cách đó cho phép xử lý riêng lẻ cho từng băng thuộc nhiều băng của tín hiệu âm thanh.

Trong phương án ưu tiên khác, bộ lọc được tạo cấu hình để biến đổi từng băng thuộc nhiều băng của tín hiệu âm thanh bằng cách áp dụng các trị số bộ lọc khử nhiễu âm cho băng để thu được nhiều băng thứ hai. Hơn nữa, thiết bị bao gồm bộ chuyển đổi thời gian - tần số thứ hai mà được tạo cấu hình để cung cấp tín hiệu đầu ra miền thời gian từ nhiều băng thứ hai. Thiết bị như được mô tả ở trên có thể có ích trong việc tạo ra tín hiệu âm thanh có thể nghe được tại đầu ra được suy ra từ nhiều băng thứ hai.

Trong phương án ưu tiên khác, thiết bị bao gồm bộ chuyển đổi thời gian - tần số thứ hai mà được tạo cấu hình để cung cấp phép ánh xạ miền thời gian của các trị số bộ lọc khử nhiễu âm, được cung cấp bởi bộ phân tích tín hiệu âm thanh. Hơn nữa, bộ lọc được tạo cấu hình để cung cấp tín hiệu âm thanh đầu ra, thu được bằng cách giao thoa các trị số bộ lọc khử nhiễu âm được biến đổi miền thời gian và tín hiệu âm thanh.

Thiết bị như được mô tả ở trên có lợi thế để thu được hệ thống độ trễ thấp hoạt động sát thời gian thực, vì không có độ trễ do việc xử lý dựa trên khung là cần thiết cho việc lọc.

Trong phương án ưu tiên khác, bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để tính toán thông tin biên độ của tín hiệu âm thanh. Ngoài ra, bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để tính toán trị số độ khuếch đại, vì đặc trưng (trị số được suy ra từ) của tín hiệu âm thanh, dựa trên thông tin biên độ (đặc trưng của tín hiệu âm thanh) và trị số mục tiêu được xác định trước, để tín hiệu âm thanh được điều chỉnh bởi trị số độ khuếch đại. Trị số độ khuếch đại được cung cấp có thể được sử dụng theo cách có lợi để, ví dụ khuếch đại hoặc làm suy giảm tín hiệu đến trị số mục tiêu, do ví dụ, năng lượng thay đổi của thành phần tín hiệu được mong muốn trong tín hiệu âm thanh.

Trong phương án khác, bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để lọc tín hiệu âm thanh với bộ lọc tâm thính học trước khi tính toán thông tin biên độ. Hơn nữa, bộ lọc tâm thính học được tạo cấu hình để biểu lộ trị số biên độ thứ nhất cho dải tần số thứ nhất, và trị số biên độ thứ hai cho dải tần số thứ hai, và giá trị biên độ thứ ba cho dải tần số thứ ba. Hơn nữa, bộ lọc được tạo cấu hình để dải tần số thứ hai nằm giữa dải tần số thứ nhất và dải tần số thứ ba. Dải tần số thứ nhất, dải tần số thứ hai và dải tần số thứ ba có thể được tạo cấu hình để không chồng lấp. Hơn nữa, bộ lọc được tạo cấu hình để trị số suy giảm thứ hai nhỏ hơn trị số suy giảm thứ nhất và trị số suy giảm thứ ba. Việc tính toán thông tin biên độ phụ thuộc vào bộ lọc tâm thính học, như được mô tả ở trên, có thể có ích trong việc cung cấp sự tính toán thích hợp hơn một cách chủ quan của trị số độ khuếch đại dựa trên thông tin biên độ. Trị số độ khuếch đại được tính toán dựa trên phép đo tâm thính học, ví dụ dB(A), dB(B) or dB(C), có thể dẫn đến trải nghiệm nghe dễ chịu hơn khi được áp dụng cho tín hiệu âm thanh.

Trong phương án ưu tiên khác, bộ phân tích tín hiệu âm thanh bao gồm bộ phận phát hiện hoạt động giọng nói cung cấp thông tin hoạt động giọng nói thứ nhất của khung thứ nhất của tín hiệu âm thanh, và thông tin hoạt động giọng nói thứ hai của khung thứ hai của tín hiệu âm thanh, và bộ nhớ để lưu trữ trị số độ khuếch đại có trước. Hơn nữa, bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để ước lượng trị số

độ khuếch đại dựa trên khung thứ hai của tín hiệu âm thanh trong đó giọng nói đã được phát hiện theo thông tin hoạt động giọng nói thứ hai. Ngoài ra, bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để giữ trị số độ khuếch đại của khung thứ nhất nếu không có hoạt động giọng nói nào được phát hiện trong khung thứ hai theo thông tin hoạt động giọng nói thứ hai, khi giọng nói đã được phát hiện trong khung thứ nhất dựa trên thông tin hoạt động giọng nói thứ nhất, trong đó khung thứ hai theo sau khung thứ nhất theo thời gian. Thiết bị như được mô tả ở trên có thể thuận lợi trong việc tránh được sự tính toán trị số độ khuếch đại trong các phân đoạn của tín hiệu âm thanh trong đó không có tín hiệu đáng chú ý nào có mặt, bằng cách đó tránh được, ví dụ, sự khuếch đại của các thành phần tín hiệu không mong muốn.

Trong phương án ưu tiên, bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để tính toán trị số khử nhiễu âm cực tiểu cho khung hiện thời dựa trên trị số được suy ra từ đặc trưng của tín hiệu âm thanh được tính toán cho khung hiện thời. Hơn nữa, bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để phân tích tín hiệu âm thanh để xác định trị số được suy ra từ đặc trưng của tín hiệu âm thanh. Hơn nữa, bộ lọc bao gồm giàn lọc thứ nhất và giàn lọc thứ hai, trong đó giàn thứ nhất được điều chỉnh sử dụng trị số được suy ra từ đặc trưng của tín hiệu âm thanh (ví dụ, trị số độ khuếch đại). Ngoài ra, giàn lọc thứ nhất được điều chỉnh theo các trị số bộ lọc khử nhiễu âm. Phương án ưu tiên được mô tả có thể làm cho cấu trúc bộ lọc linh hoạt, vì ví dụ, giàn lọc thứ nhất có thể theo sau giàn lọc thứ hai vì chúng không phụ thuộc vào nhau.

Trong phương án ưu tiên khác, bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để tính toán trị số khử nhiễu âm cực tiểu cho khung thứ hai dựa trên trị số được suy ra từ đặc trưng của tín hiệu âm thanh, được tính toán cho khung thứ nhất. Ngoài ra, bộ lọc bao gồm giàn lọc thứ nhất và giàn lọc thứ hai, trong đó giàn lọc thứ nhất được điều chỉnh theo các trị số bộ lọc khử nhiễu âm và trong đó giàn lọc thứ hai được điều chỉnh sử dụng trị số được suy ra từ đặc trưng của tín hiệu âm thanh. Hơn nữa, bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để phân tích đầu ra của giàn lọc thứ nhất để xác định trị số được suy ra từ đặc trưng của tín hiệu âm thanh, trong đó khung thứ hai theo sau khung thứ nhất theo thời gian. Bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình như được mô tả ở trên, có lợi để có thể lọc độ trễ thấp và linh hoạt của tín hiệu âm thanh, như trị số độ khuếch đại được tính toán trước đó có thể được sử dụng.

Trong phương án ưu tiên khác, bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để xác định trị số độ khuếch đại dựa trên thông tin hoạt động giọng nói và tín hiệu âm thanh. Ngoài ra, bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để xác định trị số độ khuếch đại dựa trên thông tin hoạt động giọng nói và tín hiệu âm thanh sau khi được lọc bởi các trị số bộ lọc khử nhiễu âm. Hơn nữa, bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để thu được thông tin hoạt động giọng nói dựa trên tín hiệu âm thanh. Ngoài ra, bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để thu được thông tin hoạt động giọng nói dựa trên tín hiệu âm thanh sau khi được lọc bởi bộ lọc. Ngoài ra, bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để thông tin hoạt động giọng nói biểu thị không có tiếng nói nào có mặt được sử dụng để làm giảm trị số độ khuếch đại. Bộ phân tích tín hiệu âm thanh như được mô tả ở trên cung cấp tính linh hoạt trong giới hạn của tín hiệu được sử dụng để tính toán độ khuếch đại hoặc tín hiệu được sử dụng cho việc phát hiện độ hoạt động giọng nói và tránh được việc khuếch đại nhiễu âm bằng cách làm giảm trị số độ khuếch đại trong khi tiếng nói tạm dừng hoặc thậm chí không áp dụng độ khuếch đại trong các khoảng tạm dừng của tiếng nói.

Các phương án của sáng chế cung cấp phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh, phương pháp bao gồm bước; phân tích tín hiệu âm thanh để xác định nhiều trị số bộ lọc khử nhiễu âm cho nhiều băng của tín hiệu âm thanh, xác định các trị số bộ lọc khử nhiễu âm để trị số bộ lọc khử nhiễu âm lớn hơn hoặc bằng trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu phụ thuộc vào đặc trưng của tín hiệu âm thanh và lọc tín hiệu âm thanh dựa trên các trị số bộ lọc khử nhiễu âm. Phương pháp được mô tả là có lợi, ví dụ, khi đặc trưng của tín hiệu âm thanh được sử dụng để ước lượng trị số độ khuếch đại mà có thể được áp dụng cho tín hiệu âm thanh. Ngoài ra, bộ lọc khử nhiễu âm linh hoạt có thể được điều chỉnh đến trị số này bằng việc chọn hợp lý các trị số bộ lọc khử nhiễu âm cần thiết phụ thuộc vào trị số độ khuếch đại. Bằng cách đó, sự khuếch đại của thành phần tín hiệu không mong muốn có thể được tránh và sự bảo toàn hoặc nâng cao thành phần mong muốn có thể đạt được, cho phép trải nghiệm nghe dễ chịu.

Phương án ưu tiên khác bao gồm chương trình máy tính có mã chương trình để thực hiện phương pháp khi chương trình máy tính chạy trên máy tính hoặc bộ vi xử lý.

Hơn nữa, các khía cạnh liên quan đến thiết bị để phân tích tín hiệu âm thanh để xác định các trị số bộ lọc khử nhiễu âm, trong đó trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu phụ thuộc vào đặc trưng của tín hiệu âm thanh, và lọc tín hiệu âm thanh dựa trên các trị số bộ lọc khử nhiễu âm.

Hơn nữa, các phương án của sáng chế liên quan đến thiết bị và phương pháp để làm giảm nhiễu âm liên kết và việc kiểm soát độ khuếch đại tự động cung cấp phương tiện để kiểm soát tự động mức tín hiệu tiếng nói trong tín hiệu đầu ra, trong khi ngăn chặn sự khuếch đại tùy ý hoặc những biến thiên nhanh của mức nhiễu âm. Các phương án khác của sáng chế mô tả các thiết bị và các phương pháp bao gồm cơ chế kiểm soát để giảm nhẹ các biến thiên tín hiệu cho các trị số độ khuếch đại lớn, ví dụ, các độ khuếch đại AGC (kiểm soát độ khuếch đại tự động - Automatic Gain Control). Ngoài ra, phương án của sáng chế liên quan đến việc thực hiện đồng thời NR (giảm nhiễu âm - Noise Reduction) và AGC. Khía cạnh khác của sáng chế là đề xuất cơ chế kiểm soát độ khuếch đại tự động cho thành phần tiếng nói mong muốn, trong khi ngăn chặn sự khuếch đại tùy ý và các biến thiên không mong muốn của mức nhiễu âm.

Hơn nữa, các khía cạnh của sáng chế đề cập đến lĩnh vực xử lý các tín hiệu âm thanh, cụ thể hơn đề cập đến cách tiếp cận để điều chỉnh tự động mức của tín hiệu âm thanh, ví dụ tín hiệu âm thanh chứa một số thành phần tiếng nói mong muốn cũng như một số thành phần nhiễu âm không mong muốn.

Ngoài ra, các khía cạnh của sáng chế liên quan đến phương án để làm giảm nhiễu âm liên kết và việc kiểm soát độ khuếch đại tự động cung cấp phương tiện để kiểm soát tự động mức tín hiệu tiếng nói trong tín hiệu đầu ra, trong khi ngăn chặn sự khuếch đại tùy ý hoặc các biến thiên nhanh của mức nhiễu âm. Các khía cạnh của sáng chế còn bao gồm cơ chế kiểm soát để giảm bớt các biến dạng tín hiệu cho các độ khuếch đại AGC lớn.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ.

Sau đây, các phương án của sáng chế sẽ được giải thích với sự tham chiếu đến các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Fig.1 thể hiện sơ đồ khối của phương án theo sáng chế:

Fig.2 thể hiện sơ đồ khối của bộ phân tích tín hiệu âm thanh của phương án thiết bị theo Fig.1;

Fig.3 thể hiện sơ đồ khối của phương án thiết bị theo sáng chế;

Fig.4 thể hiện sơ đồ khối của phương án thiết bị theo sáng chế;

Fig.5 thể hiện sơ đồ khối giai đoạn lựa chọn trị số bộ lọc của bộ phân tích tín hiệu âm thanh theo Fig.2;

Fig.6 thể hiện sơ đồ khối giai đoạn lựa chọn trị số bộ lọc của bộ phân tích tín hiệu âm thanh theo Fig.2;

Fig.7 thể hiện sơ đồ khối giai đoạn lựa chọn trị số bộ lọc của bộ phân tích tín hiệu âm thanh theo Fig.2;

Fig.8 thể hiện sơ đồ khối của phương án ưu tiên theo sáng chế;

Fig.9 thể hiện sơ đồ khối của phương án ưu tiên theo sáng chế;

Fig.10 thể hiện sơ đồ của đáp ứng toàn bộ hệ thống;

Fig.11 thể hiện sơ đồ của trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu phụ thuộc vào trị số độ khuếch đại;

Fig.12 thể hiện biểu đồ của tín hiệu trước và sau khi xử lý tín hiệu;

Fig.13 thể hiện sơ đồ khối của ngữ cảnh truyền thông tin tiếng nói song công toàn phần;

Fig.14 thể hiện sơ đồ khối của bộ thu hoặc bộ phát bên ngoài ngữ cảnh truyền thông tin tiếng nói song công toàn phần;

Fig.15 thể hiện sơ đồ khối theo khía cạnh của sáng chế;

Fig.16 thể hiện sơ đồ khối theo khía cạnh của sáng chế;

Fig.17 thể hiện sơ đồ khối theo khía cạnh của sáng chế;

Fig.18 thể hiện sơ đồ khối theo phương án ưu tiên theo sáng chế; và

Fig.19 thể hiện sơ đồ khối theo phương án ưu tiên theo sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Fig.1 mô tả sơ đồ khối của thiết bị 100 theo phương án của sáng chế để xử lý tín hiệu âm thanh 110, trong đó tín hiệu âm thanh 110 có thể được cung cấp trong phép biểu diễn phổ, với bộ lọc 120 được điều chỉnh theo các trị số bộ lọc khử nhiễu âm được cung cấp bởi bộ phân tích tín hiệu âm thanh 130. Các trị số bộ lọc khử nhiễu âm được xác định 130a trong bộ phân tích tín hiệu âm thanh, để các trị số này lớn hơn trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu 130b'. Trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu 130b' được xác định trong 130b dựa trên đặc trưng của tín hiệu âm thanh 130c' mà được xác định trong bộ phân tích tín hiệu âm thanh 130 trong 130c. Ngoài ra, việc ước lượng được dựa trên các trị số bộ lọc khử nhiễu âm không hạn chế 130d' mà được ước lượng trong 130d cho nhiều băng của tín hiệu âm thanh. Hơn nữa, đặc trưng của tín hiệu âm thanh 130c' là như nhau đối với nhiều băng của tín hiệu âm thanh. Các trị số bộ lọc khử nhiễu âm không hạn chế 130d' có thể được ước lượng ví dụ, theo bộ lọc tối ưu giống như bộ lọc Wiener, dựa trên mật độ phổ công suất (Power Spectral density - PSD) $\sigma_x^2(m, k)$ của tín hiệu âm thanh 110, ví dụ, tín hiệu âm thanh đầu vào, và PSD của nhiễu âm $\sigma_n^2(m, k)$ được chứa trong tín hiệu âm thanh 110

$$H_{NR, Wiener}(m, k) = \frac{\sigma_x^2(m, k) - \sigma_n^2(m, k)}{\sigma_x^2(m, k)},$$

trong đó, ví dụ m là chỉ số khung thời gian và k là chỉ số băng con phổ. Bộ lọc Wiener $H_{NR, Wiener}(m, k)$ trích xuất tín hiệu mong muốn từ tín hiệu có nhiễu âm, được tính toán như được mô tả ở trên. Trong thực tiễn, PSDs đã được ước lượng cho bộ lọc Wiener.

Tín hiệu nâng cao có thể được thu trong miền tần số bằng cách nhân nhiều băng của tín hiệu âm thanh, ví dụ, phổ đầu vào, với bộ lọc ở trên $H_{NR, Wiener}(m, k)$, ví dụ, trên cơ sở từng khung một.

Bằng cách thấy rằng SNR có thể được định ra là

$$SNR(m, k) = \frac{\sigma_x^2(m, k) - \sigma_n^2(m, k)}{\sigma_n^2(m, k)}$$

phương trình cho bộ lọc Wiener $H_{NR, Wiener}(m, k)$ có thể được thể hiện lại là

$$H_{\text{NR,Wiener}}(m, k) = \frac{SNR(m, k)}{1 + SNR(m, k)}.$$

Do đó, bộ lọc Wiener $H_{\text{NR,Wiener}}(m, k)$ lấy trị số không cho $SNR(m, k) = 0$, và đồng quy đến một cho các trị số SNR lớn, chính là cách xử lý được mong muốn để làm suy giảm nhiễu âm trong khi bảo toàn các thành phần tín hiệu mong muốn. Ngoài ra, các bộ lọc thuộc các loại khác nhau như bộ ước lượng biên độ phổ trong tài liệu tham khảo [4] có thể được sử dụng để ước lượng các trị số bộ lọc khử nhiễu âm không hạn chế. Hơn nữa, các trị số bộ lọc khử nhiễu âm không hạn chế có thể được dựa trên hàm phòng đoán.

Tín hiệu âm thanh 100 có thể bao gồm thành phần mong muốn, ví dụ tiếng nói, và một số thành phần không mong muốn, ví dụ nhiễu âm nền. Bộ lọc 120 được điều chỉnh bởi bộ phân tích tín hiệu 130 để, ví dụ, thành phần tín hiệu tiếng nói của tín hiệu âm thanh 110 sẽ dễ nghe hơn sau khi lọc tín hiệu âm thanh 110 với bộ lọc 120. Ngoài ra, thành phần không mong muốn của tín hiệu âm thanh 110 có thể bị khử sau khi lọc tín hiệu âm thanh 110 với bộ lọc 120. Trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu, mà tác động như sự giới hạn trên các trị số bộ lọc khử nhiễu âm không hạn chế, cho phép tăng cường tín hiệu và tránh được sự biến dạng tiếng nói hoặc các âm trong tiếng nhạc.

Thiết bị 100 tạo điều kiện cho việc nâng cao thành phần tín hiệu mong muốn của tín hiệu âm thanh 110, trong khi cung cấp sự cân bằng giữa việc nâng cao tín hiệu và sự khử nhiễu âm. Sự cân bằng được đặc trưng bởi trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu tác động như sự hạn chế, vì trị số này có thể được điều chỉnh để hoặc loại bỏ nhiều thành phần tín hiệu không mong muốn hoặc làm giảm sự loại bỏ các thành phần tín hiệu không mong muốn để tránh được các biến dạng tín hiệu.

Fig.2 thể hiện sơ đồ khối của bộ phân tích tín hiệu âm thanh 130 thuộc phương án của sáng chế theo thiết bị 100 như được mô tả trên Fig.1. Bộ phân tích tín hiệu âm thanh 130 thực hiện việc ước lượng trị số bộ lọc khử nhiễu âm không hạn chế 210, dựa trên nhiều băng của tín hiệu âm thanh 215. Đối với từng băng thuộc nhiều băng của tín hiệu âm thanh 215, trị số bộ lọc khử nhiễu âm không hạn chế 220 được ước lượng trong bộ phân tích tín hiệu âm thanh 130. Ngoài ra, việc ước lượng trị số khử nhiễu âm cực tiểu 230 được thực hiện, dựa trên trị số được suy ra từ đặc trưng của tín hiệu âm

thanh 232 (ví dụ trị số độ khuếch đại) và trị số khử nhiễu âm được xác định trước 234. Các trị số bộ lọc khử nhiễu âm không hạn chế 220 và trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu 240 được sử dụng để xác định các trị số bộ lọc khử nhiễu âm 250. Việc này có thể được làm, ví dụ, bằng cách thực hiện hoạt động tối đa, để nhiều trị số bộ lọc khử nhiễu âm 260 cho nhiều băng của tín hiệu âm thanh 215 được thu. Các trị số bộ lọc khử nhiễu âm 260 được thu bởi hoạt động tối đa 250 được đảm bảo để lớn hơn trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu 240, bằng cách đó các trị số nhỏ hoặc các trị số bằng 0 thuộc các trị số bộ lọc khử nhiễu âm có thể được tránh. Bằng cách tránh các trị số nhỏ hoặc các trị số bằng 0 thuộc các trị số bộ lọc khử nhiễu âm 260, sự khử nhiễu âm có thể đạt được được giới hạn bởi trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu 240, tránh được sự biến dạng tiềm tàng do sự khử nhiễu âm mạnh.

Fig.3 thể hiện sơ đồ khối của thiết bị 300 theo phương án ưu tiên của sáng chế. Thiết bị 300 bao gồm bộ phân tích tín hiệu âm thanh 130 và bộ lọc 310. Hơn nữa, thiết bị 300 bao gồm bộ chuyển đổi thời gian - tần số thứ nhất 320a và bộ chuyển đổi thời gian - tần số thứ hai 320b. Hơn nữa, thiết bị 300 cho phép áp dụng trị số độ khuếch đại cho tín hiệu âm thanh 110 trước hoặc sau khi lọc tín hiệu âm thanh 110 với bộ lọc 310. Việc này một cách tùy ý được biểu thị bởi các phần chuyển mạch 330a và 330b. Hơn nữa, thiết bị 300 bao gồm phần chuyển mạch khác 330c, mà có thể tính toán trị số được suy ra từ đặc trưng của tín hiệu âm thanh 110 (ví dụ, trị số độ khuếch đại), trước hoặc sau khi lọc tín hiệu âm thanh 110 với bộ lọc 310. Hơn nữa, bộ phân tích tín hiệu âm thanh 130 bao gồm sự phát hiện hoạt động giọng nói 340, bộ lọc tâm thính học 342 và bộ nhớ 346. Phụ thuộc vào kết quả của việc phát hiện hoạt động giọng nói 340, đặc trưng của tín hiệu âm thanh 348a, ví dụ thông tin biên độ, được tính toán 348 dựa trên tín hiệu âm thanh 110 được lọc bởi bộ lọc tâm thính học 342, khi giọng nói đã được phát hiện.

Hơn nữa, khi giọng nói đã được phát hiện bởi sự phát hiện hoạt động giọng nói 340, trị số độ khuếch đại mới được tính toán 350 dựa trên thông tin biên độ 348a và trị số mục tiêu. Hơn nữa, phần chuyển mạch 352 cho phép sử dụng trị số độ khuếch đại cũ, được giữ trong bộ nhớ 346, khi không có giọng nói nào được phát hiện bởi sự phát hiện hoạt động giọng nói 340. Ngược lại, khi giọng nói đã được phát hiện bởi sự phát

hiện hoạt động giọng nói 340, trị số độ khuếch đại cũ trong bộ nhớ 346 sẽ được ghi đè bởi trị số độ khuếch đại của khung hiện thời 350a.

Hơn nữa, bộ phân tích tín hiệu âm thanh 130 được tạo cấu hình để tính toán các trị số bộ lọc khử nhiễu âm không hạn chế 356, dựa trên nhiều băng của tín hiệu âm thanh 354, ví dụ dựa trên bộ lọc Wiener. Ngoài ra, bộ phân tích tín hiệu âm thanh 130 được tạo cấu hình để ước lượng trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu 358, mà dựa trên trị số khử nhiễu âm được xác định trước g_{des} 234, ví dụ, giới hạn suy giảm nhiễu âm g_{lim} , hoặc giới hạn biến dạng được xác định trước 358a và trị số được suy ra từ đặc trưng của tín hiệu âm thanh ví dụ, trị số độ khuếch đại. Nếu không có hoạt động giọng nói nào được phát hiện bởi sự phát hiện hoạt động giọng nói 340, trong khung hiện thời, việc ước lượng trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu 358 có thể dựa trên sự tính toán trị số khử nhiễu âm cực tiểu 358c trên trị số độ khuếch đại được lưu trữ trong bộ nhớ 346. Nếu giọng nói hoạt động trong khung hiện thời, trị số độ khuếch đại khung hiện thời có thể được sử dụng cho việc ước lượng trị số khử nhiễu âm cực tiểu 358, việc chọn giữa trị số độ khuếch đại cũ và mới được tạo thuận lợi bởi phần chuyển mạch 358b.

Trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu 358c, được thu trong phép ước lượng trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu 358, có thể phải chịu sự làm nhẵn tùy chọn 360. Trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu không được làm nhẵn hoặc được làm nhẵn 360a, mà là như nhau đối với nhiều băng của tín hiệu âm thanh 354, và nhiều trị số bộ lọc khử nhiễu âm không hạn chế 356a, được thu bởi phép ước lượng trị số bộ lọc khử nhiễu âm không hạn chế 356, phải chịu hoạt động cực đại 362. Hoạt động cực đại 362 cung cấp các trị số bộ lọc khử nhiễu âm 364, cho nhiều băng của tín hiệu âm thanh 354, để điều chỉnh bộ lọc 310.

Ở dạng đơn giản nhất của nó, trị số khử nhiễu cực tiểu không đổi được áp dụng. Bộ lọc Wiener $H_{NR,Wiener}(m,k)$ lấy trị số không cho $SNR(m,k) = 0$, và đồng quy đến một cho các trị số SNR lớn, mà là cách xử lý được mong muốn để làm suy giảm các thành phần tín hiệu không mong muốn, ví dụ, nhiễu âm, trong khi bảo toàn các thành phần tín hiệu mong muốn, ví dụ tiếng nói, của tín hiệu âm thanh. Trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu không đổi $g_{lim} = g_{des}$ có thể được sử dụng để tránh sự giảm nhiễu

âm mạnh. Do đó, các trị số bộ lọc khử nhiễu âm bị giới hạn đến lượng suy giảm nhiễu âm cực đại như sau:

$$\begin{aligned} G_{\text{NR,Wiener}}(m,k) &= \max\{H_{\text{NR,Wiener}}(m,k); g_{\text{lim}}\} \\ &= \max\{H_{\text{NR,Wiener}}(m,k); g_{\text{des}}\}, \end{aligned}$$

được mô tả ở đây cho bộ lọc Wiener dựa trên các trị số bộ lọc khử nhiễu âm không hạn chế $H_{\text{NR,Wiener}}(m,k)$, nhưng theo đó cũng có thể được áp dụng cho các trị số bộ lọc khử nhiễu âm không hạn chế được thu khác nhau $H_{\text{NR}}(m,k)$. Giới hạn suy giảm nhiễu âm g_{lim} được định ra là $0 \leq g_{\text{lim}} \leq 1$. Giới hạn này đáp ứng sự suy giảm nhiễu âm cực đại của bộ lọc $G_{\text{NR,Wiener}}(m,k)$, mà cũng có thể được hiểu như lượng suy giảm nhiễu âm mong muốn trong những khoảng tạm dừng tiếng nói, tức là $g_{\text{lim}} = g_{\text{des}}$. Giới hạn này thường được chọn giữa -20dB và -10dB. Vì các quy tắc lọc khác cũng được sử dụng thay vì bộ lọc Wiener, phương trình được mô tả ở trên có thể được tạo ra như sau:

$$G_{\text{NR}}(m,k) = \max\{H_{\text{NR}}(m,k); g_{\text{des}}\},$$

trong đó $H_{\text{NR}}(m,k)$ nói đến các trị số bộ lọc khử nhiễu âm không hạn chế tùy ý, dựa trên nguyên lý giảm nhiễu âm tùy ý.

Bộ lọc 310 áp dụng cho từng băng của tín hiệu âm thanh 354a-d trị số thích hợp thuộc các trị số bộ lọc khử nhiễu âm 364a-d. Bằng cách lọc nhiều băng của tín hiệu âm thanh 354 với bộ lọc 310, nhiều băng thứ hai 366 được thu. Nhiều băng thứ hai 366 có thể được biến đổi thành miền thời gian với bộ chuyển đổi thời gian - tần số thứ hai 320b, để tín hiệu nghe được được thu.

Ngoài ra, việc nhân với trị số độ khuếch đại trước hoặc sau khi lọc tín hiệu âm thanh 110, được biểu thị với các phần chuyển mạch 330a và 330b, cho phép thiết bị 300 bù mức thấp hơn của thành phần tín hiệu mong muốn trong tín hiệu âm thanh 110. Hơn nữa, thiết bị 300 cung cấp bằng cách lọc tín hiệu âm thanh 110 trong miền tần số với bộ lọc 310, sự tiết kiệm năng lượng do sự hoạt động trong miền tần số được so sánh với sự tích chập dựa trên miền thời gian.

Đối với trị số độ khuếch đại AGC đã định $G_{AGC}(m)$, vì trị số được suy ra từ đặc trưng của tín hiệu âm thanh 110, tác vụ NR+AGC liên kết được xem xét như vấn đề lọc trong đó tín hiệu mong muốn không còn là thành phần tín hiệu mong muốn của tín hiệu âm thanh 110, ví dụ, chính tín hiệu tiếng nói, nhưng thành phần tín hiệu mong muốn được định tỉ lệ bởi độ khuếch đại AGC. Ví dụ xuất phát từ việc trích xuất bộ lọc Wiener thành phần tín hiệu mong muốn được định tỉ lệ, ví dụ, tín hiệu tiếng nói, từ tín hiệu đầu vào có nhiễu âm, ta thu được quy tắc lọc sau:

$$H_{NR+AGCWiener}(m, k) = \frac{\sigma_x^2(m, k) - \sigma_n^2(m, k)}{\sigma_x^2(m, k)} G_{AGC}(m),$$

mà có thể được thể hiện lại như hàm của bộ lọc Wiener $H_{NR, Wiener}(m, k)$, như được mô tả ở trên đối với việc giảm nhiễu âm:

$$H_{NR+AGCWiener}(m, k) = H_{NR, Wiener}(m, k) G_{AGC}(m),$$

trong đó $G_{AGC}(m)$ là trị số độ khuếch đại, ví dụ, hệ số định tỉ lệ AGC.

Như được mô tả ở trên, giới hạn suy giảm nhiễu âm $g_{lim} = g_{des}$ để giới hạn sự biến dạng tín hiệu được đưa vào:

$$\begin{aligned} G_{NR+AGCWiener}(m, k) &= \max\{ H_{NR+AGCWiener}(m, k) ; g_{des} \} \\ &= \max\{ H_{NR, Wiener}(m, k) G_{AGC}(m) ; g_{des} \} \\ &= \max\left\{ H_{NR, Wiener}(m, k) ; \frac{g_{des}}{G_{AGC}(m)} \right\} \times G_{AGC}(m). \end{aligned}$$

Do đó, từ việc xem xét $G_{NR+AGCWiener}(m, k)$, có thể thấy rằng việc thực hiện NR và AGC đồng thời tương đương để áp dụng thừa số định tỉ lệ AGC $G_{AGC}(m)$ tại đầu ra của bộ lọc Wiener (hoặc một cách tương đương như đầu vào của bộ lọc này), tùy theo trị số khử nhiễu âm cực tiểu, ví dụ, giới hạn suy giảm nhiễu âm, mà tỉ lệ với độ khuếch đại AGC.

Hơn nữa, phương trình được mô tả ở trên cho $G_{NR+AGCWiener}(m, k)$ có thể được tổng quát hóa thành các nguyên tắc lọc phỏng đoán hoặc tối ưu tùy ý, mang lại.

$$G_{NR+AGC}(m, k) = \tilde{G}_{NR}(m, k ; G_{AGC}) \times G_{AGC}(m),$$

trong đó

$$\tilde{G}_{NR}(m, k; G_{AGC}) = \max \left\{ H_{NR}(m, k); \frac{g_{des}}{G_{AGC}(m)} \right\}.$$

Ngoài ra, trị số khử nhiễu âm cực tiểu và do đó các trị số bộ lọc khử nhiễu âm có thể được ước lượng bằng cách thực hiện việc xử lý AGC và NR theo cách liên kết vì việc này cho phép kiểm soát tốt hơn mức độ của thành phần tín hiệu mong muốn của tín hiệu âm thanh 110, ví dụ tiếng nói, và các mức nhiễu âm ở đầu ra. Sự phát hiện hoạt động giọng nói (Voice Activity Detection - VAD) được khai thác để khởi động sự ước lượng mức độ và các bước tính toán độ khuếch đại, nhưng việc nhân tín hiệu đầu ra NR với độ khuếch đại AGC được thực hiện cho từng khung, không kể đến hoạt động tiếng nói. Theo khía cạnh của sáng chế, việc lọc không dựa trên trị số khử nhiễu âm cực tiểu cố định, ví dụ, giới hạn suy giảm nhiễu âm cố định. Ngược lại, trị số được suy ra từ đặc trưng của tín hiệu âm thanh 110, ví dụ, độ khuếch đại AGC, trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu phụ thuộc (và do đó thay đổi theo thời gian, ví dụ giới hạn suy giảm nhiễu âm $\tilde{g}_{lim}^{[UC]}(m; G_{AGC})$ được áp dụng, có được bộ lọc NR.

$$\tilde{G}_{NR}^{[UC]}(m, k; G_{AGC}) = \max \left\{ H_{NR}(m, k); \tilde{g}_{lim}^{[UC]}(m; G_{AGC}) \right\},$$

trong đó $\tilde{g}_{lim}^{[UC]}(m; G_{AGC})$ được làm thích ứng trên cơ sở từng khung một như hàm số của sự suy giảm nhiễu âm mong muốn g_{des} ($0 \leq g_{des} \leq 1$) và độ khuếch đại AGC. Số mũ [UC] đề cập đến trường hợp không hạn chế, ngược lại với trường hợp bị hạn chế được trình bày sau.

Theo khía cạnh của sáng chế, trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu phụ thuộc trị số độ khuếch đại, ví dụ giới hạn suy giảm nhiễu âm $\tilde{g}_{lim}^{[UC]}(m; G_{AGC})$ có thể thu được theo $g_{des}/G_{AGC}(m)$. Theo khía cạnh khác, trị số khử nhiễu âm cực tiểu, ví dụ giới hạn suy giảm nhiễu âm không hạn chế, được định rõ theo cách thức khác để thu được độ suy giảm nhiễu âm tốt hơn khi AGC làm suy giảm tín hiệu (tức là $G_{AGC}(m) < 1$):

$$\tilde{g}_{lim}^{[UC]}(m; G_{AGC}) = \min \left\{ g_{des}; \frac{g_{des}}{G_{AGC}(m)} \right\}.$$

Độ khuếch đại AGC không được sử dụng để định tỉ lệ các độ khuếch đại NR như hàm số của độ khuếch đại AGC. Thay vì độ khuếch đại AGC trực tiếp được chứa

trong dạng $\tilde{G}_{NR}^{[UC]}(m, k; G_{AGC})$ của bộ lọc NR thông qua trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu $\tilde{g}_{lim}^{[UC]}(m; G_{AGC})$, ví dụ, giới hạn suy giảm nhiễu âm.

Để minh họa ưu điểm của việc sử dụng giới hạn suy giảm nhiễu âm thay đổi theo thời gian $\tilde{g}_{lim}^{[UC]}(m; G_{AGC})$ thay vì giới hạn cố định $g_{lim} = g_{des}$, đáp ứng của bộ lọc tổng thể

$$G_{NR+AGC}^{[UC]}(m, k) = \tilde{G}_{NR}^{[UC]}(m, k; G_{AGC}) \times G_{AGC}(m)$$

được suy ra cho các vùng thời gian - tần số được chi phối bởi hoặc tiếng nói (SNR cao) hoặc bởi nhiễu âm (SNR thấp):

• Trường hợp $G_{AGC}(m) \geq 1$

○ Trong các vùng thời gian - tần số SNR thấp được chi phối bởi nhiễu âm, có thể giả định rằng bộ lọc NR $\tilde{G}_{NR}^{[UC]}(m, k; G_{AGC})$ đạt được cực tiểu của nó $\tilde{g}_{lim}^{[UC]}(m; G_{AGC})$ và do đó đáp ứng hệ thống tổng thể $G_{NR+AGC}^{[UC]}(m, k)$ trở thành:

$$G_{NR+AGC}^{[UC]}(m, k) \Big|_{SNR \approx 0} \approx \tilde{g}_{lim}^{[UC]}(m; G_{AGC}) \times G_{AGC}(m) = g_{des},$$

mà thể hiện rằng các phân đoạn bị chi phối bởi nhiễu âm được định tỉ lệ bởi lượng giảm nhiễu âm mong muốn, bất kể độ khuếch đại AGC.

○ Trong các vùng thời gian - tần số SNR cao được chi phối bởi tiếng nói, có thể giả định rằng bộ lọc NR để cho tiếng nói hầu như không thay đổi, tức là, $\tilde{G}_{NR}^{[UC]}(m, k; G_{AGC}) \approx 1$, và do đó đáp ứng tổng số trở thành:

$$G_{NR+AGC}^{[UC]}(m, k) \Big|_{SNR \gg 1} \approx G_{AGC}(m),$$

mà thể hiện rằng các phân đoạn được chi phối bởi tiếng nói được định tỉ lệ bởi độ khuếch đại AGC như được mong muốn, bất kể lượng giảm nhiễu âm được mong muốn.

• Trường hợp $G_{AGC}(m) < 1$

Sử dụng cùng đáp ứng như trên, có thể viết

$$G_{NR+AGC}^{[UC]}(m, k) \Big|_{SNR \approx 0} \approx \tilde{g}_{lim}^{[UC]}(m) \times G_{AGC}(m) = g_{des} \times G_{AGC}(m),$$

$$G_{\text{NR+AGC}}^{[\text{UC}]}(m, k) \Big|_{\text{SNR} \gg 1} \approx G_{\text{AGC}}(m),$$

mà thể hiện rằng các phân đoạn tiếng nói được định tỉ lệ bởi độ khuếch đại AGC $G_{\text{AGC}}(m)$ như được kỳ vọng, và nhiều âm ít nhất được làm suy giảm theo lượng suy giảm nhiều âm mong muốn g_{des} .

Do đó có thể thấy rằng việc làm thích ứng giới hạn suy giảm nhiều âm như hàm số của sự suy giảm nhiều âm mong muốn và độ khuếch đại AGC theo

$$\tilde{g}_{\text{lim}}^{[\text{UC}]}(m; G_{\text{AGC}}) = \min \left\{ g_{\text{des}}; \frac{g_{\text{des}}}{G_{\text{AGC}}(m)} \right\}$$

cung cấp sự kiểm soát toàn bộ cho các mức tiếng nói và nhiều âm tại đầu ra hệ thống đối với các độ khuếch đại AGC dương. Do đó, các mức nhiều âm và tiếng nói thích hợp có thể đạt được và các hiệu ứng bơm nhiều âm có thể được tránh, như được mô tả trong biểu đồ 1250.

Khi AGC làm suy giảm tín hiệu đầu vào, tức là, $G_{\text{AGC}}(m) < 1$, ta thấy được từ

$$G_{\text{NR+AGC}}^{[\text{UC}]}(m, k) \Big|_{\text{SNR} \approx 0} \approx \tilde{g}_{\text{lim}}^{[\text{UC}]}(m) \times G_{\text{AGC}}(m) = g_{\text{des}} \times G_{\text{AGC}}(m)$$

mà nhiều âm không được khuếch đại tại đầu ra được so sánh với đầu vào, và lượng suy cực tiểu của sự giảm nhiều âm được đảm bảo. Trong trường hợp này, lưu ý là việc đưa sần nhiều mức thấp nhưng thay đổi theo thời gian được gây ra bởi sự suy giảm AGC thay đổi theo thời gian. Tuy nhiên, có thể giả định trong thực tiễn rằng mức tiếng nói đầu vào vẫn tương đối ổn định. Được đề xuất là VAD có thể phát hiện chính xác sự có mặt của tiếng nói, độ khuếch đại AGC do đó sẽ thay đổi bất thường chậm chạp sau khi hội tụ, và mức nhiều âm tuyệt đối ở đầu ra hệ thống sẽ chỉ thay đổi chậm, mà tránh được hiệu ứng bơm nhiều âm.

Như được thể hiện ở đây, trị số bộ lọc khử nhiều âm cực tiểu 360a được suy ra như hàm số của sự suy giảm nhiều âm mong muốn và độ khuếch đại AGC. Việc này có thể đạt được, ví dụ dựa trên

$$\tilde{g}_{\text{lim}}^{[\text{UC}]}(m; G_{\text{AGC}}) = \min \left\{ g_{\text{des}}; \frac{g_{\text{des}}}{G_{\text{AGC}}(m)} \right\}$$

Việc tiếp cận này có thể tạo ra giới hạn suy giảm nhiều âm nhỏ tùy ý cho các độ khuếch đại AGC lớn $G_{\text{AGC}}(m)$. Khi việc áp dụng các thành phần lạ có thể nghe được

làm giảm nhiều âm tích cực có thể xảy ra trong thực tiễn. Sự xuất hiện các thành phần lạ điển hình là:

- các biến dạng tiếng nói, đặc biệt ở các tần số cao khi tiếng nói yếu nhất,
- các âm trong tiếng nhạc được đặc trưng bởi việc nhuộm màu rất không ổn định của nhiều âm nền.

Để thu được sự giảm nhiều âm tích cực, tức là, sự giảm nhiều âm vừa phải, đối với các độ khuếch đại AGC lớn và do đó để giảm thiểu các thành phần lạ giảm nhiều âm, sự hạn chế có thể được áp đặt lên giới hạn suy giảm nhiều âm. Theo một khía cạnh của sáng chế, trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu 360a được tính toán như hàm số của độ khuếch đại AGC $G_{AGC}(m)$, trị số suy giảm nhiều âm được xác định trước g_{des} 234, ví dụ lượng suy giảm nhiều âm mong muốn, và giới hạn biến dạng g_{DL} 358a, mang lại

$$\tilde{g}_{lim}^{[DC]}(m; G_{AGC}) = \min \left\{ g_{des}; \min \left\{ \frac{1}{G_{AGC}(m)}; \max \left\{ \frac{1}{g_{DL}}; \frac{g_{des}}{G_{AGC}(m)} \right\} \right\} \right\},$$

trong đó số mũ [DC] biểu thị trường hợp biến dạng hạn chế, ngược lại với trường hợp đã nói ở trên được biểu thị bởi số mũ [UC]. Cách tiếp cận được minh họa chi tiết hơn trong các hình vẽ Fig.7 và Fig.9.

Bộ lọc NR trong trường hợp biến dạng hạn chế được thu theo các thức tương tự như được mô tả trước, tức là

$$\tilde{G}_{NR}^{[DC]}(m, k; G_{AGC}) = \max \left\{ H_{NR}(m, k); \tilde{g}_{lim}^{[DC]}(m; G_{AGC}) \right\},$$

mà dẫn đến toàn bộ bộ lọc thực hiện NR và AGC.

$$G_{NR+AGC}^{[DC]}(m, k) = \tilde{G}_{NR}^{[DC]}(m, k; G_{AGC}) \times G_{AGC}(m).$$

Giới hạn biến dạng g_{DL} 358a là hằng số mà phải thỏa mãn $g_{DL} \geq 1/g_{des} \geq 1$. Việc này còn có thể được hiểu như lượng cải thiện SNR được cho phép bởi hệ thống. Trị số g_{DL} thấp cung cấp sự bảo vệ tốt chống lại các thành phần lạ giảm nhiều âm, nhưng với cái giá là sự suy giảm nhiều âm kém hơn. Việc này được mô tả trong biểu đồ 1260, trong đó mức nhiễu âm tăng lên vì tiếng nói được khuếch đại. Trị số này có thể được thay đổi dễ dàng mà giới hạn biến dạng rất lớn g_{DL} 358a về cơ bản làm giảm bớt các

sự hạn chế và $\tilde{g}_{lim}^{[DC]}(m; G_{AGC})$ trở thành tương đương với bản sao không ràng buộc của nó $\tilde{g}_{lim}^{[UC]}(m; G_{AGC})$. Giới hạn biên dạng thường được chọn giữa 15dB và 25dB.

Ngoài ra, các công cụ xử lý như làm nhẵn theo thời gian $\tilde{g}_{lim}^{[DC]}(m; G_{AGC})$ hoặc $\tilde{g}_{lim}^{[UC]}(m; G_{AGC}) = \min \left\{ g_{des}; \frac{g_{des}}{G_{AGC}(m)} \right\}$ để làm nhẵn giới hạn suy giảm nhiễu âm, tức là trị số bộ lọc khử nhiễu âm, theo thời gian.

Fig.4 minh họa sơ đồ khối của thiết bị 400 theo phương án ưu tiên của sáng chế. Thiết bị 400 bao gồm bộ phân tích tín hiệu âm thanh 130 như được mô tả trên Fig.3 cho thiết bị 300. Ngoài ra, thiết bị 400 bao gồm bộ chuyển đổi thời gian - tần số thứ nhất 320a, mà được tạo cấu hình để cung cấp nhiều băng của tín hiệu âm thanh 354 cho bộ phân tích tín hiệu âm thanh 130. Hơn nữa, thiết bị 400 bao gồm bộ chuyển đổi thời gian - tần số thứ hai 320b, mà được tạo cấu hình để cung cấp phép biểu diễn miền thời gian của các trị số bộ lọc khử nhiễu âm 364. Bộ chuyển đổi thời gian - tần số thứ hai 320b cung cấp phép biểu diễn miền thời gian của các trị số bộ lọc khử nhiễu âm 464. Hơn nữa, thiết bị 400 bao gồm bộ lọc 410 mà được điều chỉnh theo phép biểu diễn miền thời gian của các trị số bộ lọc khử nhiễu âm 464.

Bộ lọc 410 được tạo cấu hình để thực hiện phép tích chập miền thời gian của tín hiệu âm thanh 110 và phép biểu diễn miền thời gian của các trị số bộ lọc khử nhiễu âm 464. Tương tự như thiết bị 300, thiết bị 400 cung cấp khả năng để áp dụng sự phát hiện hoạt động giọng nói 340 trong bộ phân tích tín hiệu âm thanh dựa trên tín hiệu âm thanh 110 trước khi lọc với bộ lọc 410 hoặc sau khi lọc với bộ lọc 410, được biểu thị bởi phần chuyển mạch 320c. Ngoài ra, trị số độ khuếch đại có thể được áp dụng cho tín hiệu âm thanh trước khi lọc bằng bộ lọc 410 hoặc sau khi lọc bằng bộ lọc 410, được biểu thị bởi các phần chuyển mạch 330a và 330b. Thiết bị 400 cung cấp độ trễ thấp hơn khi được so sánh với việc xử lý theo khung trong miền tần số như được mô tả cho thiết bị 300, xuyên suốt miền thời gian của nó dựa trên việc lọc.

Fig.5 minh họa việc xác định trị số bộ lọc khử nhiễu âm của bộ phân tích tín hiệu âm thanh 130. Trong bước thứ nhất 510, thương số giữa trị số khử nhiễu âm được xác định trước g_{des} 234 và trị số độ khuếch đại $G_{AGC}(m)$ được tính toán, bằng cách xác định được trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu 358c. Trong bước 520, các trị số bộ lọc

khử nhiễu âm cực tiểu không hạn chế $H_{NR}(m, k)$ 356a mà từng trị số được so sánh với trị số khử nhiễu âm cực tiểu, để các trị số thuộc các trị số bộ lọc khử nhiễu âm không hạn chế 356a nhỏ hơn trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu 358c được thiết lập đến trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu 358c. Việc này có thể được mô tả bởi

$$\tilde{G}_{NR}(m, k; G_{AGC}) = \max \left\{ H_{NR}(m, k); \frac{g_{des}}{G_{AGC}(m)} \right\}$$

do đó, các trị số bộ lọc khử nhiễu âm 364 được thu. Biên thấp hơn được mô tả của các trị số bộ lọc khử nhiễu âm có thể thuận lợi trong việc tránh được các biến dạng do sự giảm nhiễu âm quá tích cực.

Fig.6 minh họa việc lựa chọn trị số bộ lọc khử nhiễu âm trong bộ phân tín hiệu âm thanh 130 theo phương án ưu tiên của sáng chế. Trong bước thứ nhất 510, thương số giữa trị số khử nhiễu âm được xác định trước 234 và trị số độ khuếch đại được tính toán. Trong bước tiếp theo, quyết định cực tiểu 620 được thực hiện giữa thương số giữa trị số nhiễu âm được xác định trước 234 và trị số độ khuếch đại, và trị số khử nhiễu âm được xác định trước 234. Bằng cách đó, trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu lớn 358c có thể được tránh khỏi khi trị số độ khuếch đại nhỏ, do quyết định cực tiểu giới hạn trên trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu 358c đến trị số khử nhiễu âm được xác định trước 234. Nói cách khác, trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu 358c được thu mà được giới hạn trên bởi trị số khử nhiễu âm được xác định trước 234. Việc lựa chọn trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu 358c có thể được tóm tắt trong phương trình sau:

$$\tilde{g}_{lim}^{[UC]}(m; G_{AGC}) = \min \left\{ g_{des}; \frac{g_{des}}{G_{AGC}(m)} \right\}.$$

Trong bước cuối cùng, trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu 358c được so sánh với các trị số bộ lọc khử nhiễu âm không hạn chế 356a để dựa trên quyết định cực đại 630, các trị số bộ lọc khử nhiễu âm 364 được thu mà được giới hạn dưới bởi trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu 358c. Việc ước lượng được mô tả đảm bảo việc khử nhiễu âm mặc dù trị số độ khuếch đại nhỏ $G_{AGC}(m)$ được cung cấp, bằng cách đó việc làm giảm nhiễu âm thu được vượt quá sự suy giảm tín hiệu tổng thể, đạt được bởi trị số độ khuếch đại nhỏ.

Trên Fig.7, việc xác định trị số độ khuếch đại bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu được mô tả như được thực hiện trong bộ phân tích tín hiệu âm thanh 130 theo phương án ưu tiên của sáng chế. Trong bước thứ nhất, thương số giữa trị số khử nhiễu âm được xác định trước 234 và trị số độ khuếch đại được tính toán. Thương số giữa trị số khử nhiễu âm được xác định trước 234 và trị số độ khuếch đại tùy theo quyết định cực đại thứ nhất 710 với sự nghịch đảo của giới hạn biến dạng được xác định trước 358a. Kết quả của quyết định cực đại thứ nhất 710 tùy theo quyết định cực tiểu thứ nhất 720 đối với sự nghịch đảo của trị số độ khuếch đại 705. Hơn nữa, kết quả của quyết định cực tiểu thứ nhất 720 tùy theo quyết định cực tiểu thứ hai 730 đối với trị số khử nhiễu âm được xác định trước 234. Do đó, trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu 358c thu được như kết quả của quyết định cực tiểu thứ hai 730. Tiến trình này mang lại trị số gọi là trị số bộ lọc khử nhiễu âm tối thiểu được giới hạn biến dạng, ví dụ giới hạn suy giảm nhiễu âm được giới hạn biến dạng. Để hiểu rõ hơn nghĩa của sự hạn chế, có thể được thể hiện lại như sau:

$$\tilde{g}_{\text{lim}}^{[\text{DC}]}(m; G_{\text{AGC}}) = \begin{cases} g_{\text{des}} & \text{if } 0 < G_{\text{AGC}}(m) \leq 1 \\ g_{\text{des}}/G_{\text{AGC}}(m) & \text{if } 1 < G_{\text{AGC}}(m) \leq g_{\text{des}} \times g_{\text{DL}} \\ 1/g_{\text{DL}} & \text{if } g_{\text{des}} \times g_{\text{DL}} < G_{\text{AGC}}(m) \leq g_{\text{DL}} \\ 1/G_{\text{AGC}}(m) & \text{otherwise} \end{cases}$$

Quy tắc cập nhật cho giới hạn suy giảm nhiễu âm được tính toán như được mô tả ở trên, có thể được thể hiện lại tương đương là:

$$\tilde{g}_{\text{lim}}^{[\text{DC}]}(m; G_{\text{AGC}}) = \min \left\{ g_{\text{des}} ; \min \left\{ \frac{1}{G_{\text{AGC}}(m)} ; \max \left\{ \frac{1}{g_{\text{DL}}} ; \frac{g_{\text{des}}}{G_{\text{AGC}}(m)} \right\} \right\} \right\},$$

và được minh họa trong biểu đồ trên Fig.11 với đường nét liền được ký hiệu là "biến dạng không hạn chế".

Trong quyết định cực đại thứ hai 740, trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu 358c được so sánh với từng trị số bộ lọc khử nhiễu âm không hạn chế riêng rẽ 356a, để các trị số khử nhiễu âm không hạn chế nhỏ hơn trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu 358c được thiết lập đến trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu 358c, bằng cách đó thu được các trị số bộ lọc khử nhiễu âm 364. Việc xác định trị số bộ lọc khử nhiễu âm như được mô tả ở trên là có lợi để tránh được các biến dạng tín hiệu do sự giảm nhiễu âm tích cực.

Fig.8 minh họa sơ đồ khối của thiết bị 800 theo phương án ưu tiên của sáng chế, cung cấp quy trình NR/AGC liên kết với việc kiểm soát độ khuếch đại tự động của giới hạn suy giảm nhiễu âm không hạn chế $\tilde{g}_{lim}^{[UC]}(m; G_{AGC})$.

Thiết bị 800 bao gồm bộ phân tích tín hiệu âm thanh 830 và bộ lọc 820. Hơn nữa, tín hiệu đầu vào được cung cấp cho bộ lọc 820 và được xử lý bởi giàn lọc thứ nhất 822 và áp dụng sự giảm nhiễu âm. Hơn nữa, đầu ra của giàn lọc thứ nhất 822 được cung cấp cho bộ phân tích tín hiệu âm thanh 830 và giàn lọc thứ hai 824 của bộ lọc 820, trong đó trị số độ khuếch đại được áp dụng.

Hơn nữa, bộ lọc cung cấp tín hiệu đầu ra. Tín hiệu đầu ra của bộ lọc thứ nhất 822 được sử dụng trong bộ phân tích tín hiệu âm thanh 830 để tính toán sự phát hiện hoạt động giọng nói 840. Dựa trên kết quả của sự phát hiện hoạt động giọng nói 840, quyết định 842 được thực hiện để hoặc chuyển tiếp tín hiệu để tính toán mức tín hiệu 842, như đặc trưng của tín hiệu âm thanh, mà được sử dụng để tính toán độ khuếch đại AGC mới 844 dựa trên mức tín hiệu và mức mục tiêu, hoặc để giữ độ khuếch đại AGC cũ 846. Quyết định về việc liệu để tính toán độ khuếch đại mới hay giữ độ khuếch đại cũ được dựa trên sự có mặt của tiếng nói trong tín hiệu được cung cấp đến bộ phát hiện được kích hoạt giọng nói 840.

Trị số độ khuếch đại được xác định sau đó được cung cấp đến giàn lọc thứ hai 840 trong đó trị số này được áp dụng cho tín hiệu. Hơn nữa, trị số độ khuếch đại được sử dụng trong bộ phân tích tín hiệu âm thanh 830 để tính toán giới hạn suy giảm nhiễu âm không hạn chế, tức là trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu, dựa trên trị số độ khuếch đại và sự suy giảm nhiễu âm mong muốn, tức là trị số khử nhiễu âm được xác định trước 234. Ngoài ra, việc sử dụng giới hạn suy giảm nhiễu âm không hạn chế, tín hiệu đầu vào và độ khuếch đại AGC, các trị số bộ lọc khử nhiễu âm được xác định 862 và được cung cấp cho giàn lọc thứ nhất 822 của bộ lọc 820.

Khi AGC khởi động sự khuếch đại tín hiệu (thay vì suy giảm), cũng có thể áp dụng độ khuếch đại AGC chỉ trong các khoảng thời gian nói, tương tự như Fig.17. Độ khuếch đại AGC sau đó được làm giảm theo thời gian hoặc trực tiếp được thiết lập để thống nhất trong các khoảng dừng tiếng nói. Vì độ khuếch đại AGC được tính đến trong việc tính toán giới hạn suy giảm nhiễu âm

$\hat{g}_{lim}^{[UC]}(m; G_{AGC}) = \min \left\{ g_{des}; \frac{g_{des}}{G_{AGC}(m)} \right\}$, đảm bảo rằng hiệu ứng bơm nhiễu âm được tránh khỏi, ngay cả khi độ khuếch đại AGC biến động mạnh mẽ. Cách tiếp cận được mô tả có ưu điểm đảm bảo sự giảm nhiễu âm ngay cả với các độ khuếch đại AGC lớn. Hơn nữa, cách tiếp cận được mô tả tránh được hiệu ứng bơm nhiễu âm, mà các cách tiếp cận khác không đáp ứng được, dẫn đến việc làm tăng nhanh sản nhiễu tại những lúc bắt đầu tiếng nói và giảm nhanh chóng tại các khoảng bù tiếng nói.

Việc ước lượng các trị số bộ lọc khử nhiễu âm 862 có thể, ví dụ, được thực hiện theo Fig.5 hoặc như được mô tả trên Fig.6. Thiết bị 800 được mô tả thích hợp để đạt được sự khử nhiễu âm được xác định trước và làm khuếch đại hoặc làm suy giảm tín hiệu khi cần làm tăng độ dễ nghe.

Fig.9 minh họa sơ đồ khối của thiết bị 900 theo phương án ưu tiên của sáng chế, trong đó việc xử lý NR và AGC liên kết với kiểm soát tự động giới hạn suy giảm nhiễu âm theo sự hạn chế biến dạng được thực hiện. Ngoài ra, việc tính toán độ khuếch đại AGC có thể được thực hiện dựa trên tín hiệu đầu vào âm thanh không được xử lý, tức là trước khi áp dụng sự giảm nhiễu âm. Thiết bị 900 có cùng chức năng như thiết bị 800 trên Fig.8, nhưng đối với việc ước lượng các trị số bộ lọc khử nhiễu âm 862 và các tham số bổ sung được xem là sự giới hạn biến dạng 358a, hoặc thông thường hơn là sự giới hạn biến dạng được xác định trước. Thiết bị 900 đặc biệt thích hợp để tránh các biến dạng tín hiệu giống như biến dạng tiếng nói hoặc các âm trong tiếng nhạc do sự khử nhiễu âm mạnh mẽ được đưa vào bởi trị số khử nhiễu âm cực tiểu, thường được gây ra bởi độ khuếch đại AGC lớn.

Fig.10 thể hiện sơ đồ của các đáp ứng hệ thống khi tín hiệu đầu vào đến hệ thống được đặc trưng chủ yếu là nhiễu âm. Nói cách khác, các đáp ứng nhiễu âm toàn phần như hàm số của độ khuếch đại AGC khi áp dụng NR và AGC với giới hạn suy giảm nhiễu âm hạn chế hoặc không hạn chế (lần lượt là các đường nét liền và đường nét đứt) được thể hiện.

Dòng được ký hiệu không hạn chế đề cập đến, ví dụ, phương án ưu tiên như được mô tả trong thiết bị 800 như là phương án ưu tiên của sáng chế như được mô tả trên Fig.9. Hơn nữa, đường được ký hiệu biến dạng hạn chế đề cập đến, ví dụ, thiết bị 900 như phương án ưu tiên của sáng chế như được mô tả trên Fig.9. Các đáp ứng hệ thống

trên Fig.10 được hiển thị trong các trị số lôgarit phụ thuộc vào trị số độ khuếch đại được định ra trong các trị số lôgarit. Fig.10 thể hiện rằng đối với các trị số độ khuếch đại (các trị số độ khuếch đại nhỏ hơn 0dB), thực tế sự suy giảm được thực hiện cho toàn hệ thống, do sự giảm nhiễu âm và sự kiểm soát độ khuếch đại liên kết. Khi trị số độ khuếch đại nằm trong khoảng giữa 0dB và tích số của trị số khử nhiễu âm được xác định trước và giới hạn biên dạng, sự khử nhiễu âm không đổi được thực hiện như nhau bởi thiết bị biên dạng hạn chế và không hạn chế, ví dụ, lần lượt thiết bị 800 và thiết bị 900. Khi trị số độ khuếch đại nằm trong khoảng giữa tích số của trị số khử nhiễu âm được xác định trước và giới hạn biên dạng được xác định trước, và giới hạn biên dạng được xác định trước, đáp ứng toàn bộ hệ thống của đồ thị biên dạng hạn chế tăng đến 0dB, ví dụ, một cách tuyến tính. Hơn nữa, đồ thị được ký hiệu "không hạn chế" vẫn không đổi tại trị số của trị số khử nhiễu âm được xác định trước, khi trị số độ khuếch đại nằm trong khoảng giữa tích số của trị số khử nhiễu âm được xác định trước và giới hạn biên dạng được xác định trước, và giới hạn biên dạng. Hơn nữa, biểu đồ được ký hiệu "biên dạng hạn chế" vẫn không đổi, đối với các trị số độ khuếch đại lớn hơn giới hạn biên dạng được xác định trước tại 0dB. Hơn nữa, biểu đồ được ký hiệu "không hạn chế" vẫn không đổi tại trị số của trị số khử nhiễu âm được xác định trước, đối với các trị số độ khuếch đại lớn hơn giới hạn biên dạng được xác định trước. Nói cách khác, đối với trường hợp biên dạng hạn chế, sự đáp ứng toàn bộ hệ thống, đối với tín hiệu âm thanh, chủ yếu được đặc trưng như nhiễu âm, có thể được viết là

$$G_{NR+AGC}^{[DC]}(m, k) \Big|_{SNR \approx 0} = \begin{cases} G_{AGC}(m) \times g_{des} & \text{if } 0 < G_{AGC}(m) \leq 1 \\ g_{des} & \text{if } 1 < G_{AGC}(m) \leq g_{des} \times g_{DL} \\ G_{AGC}(m)/g_{DL} & \text{if } g_{des} \times g_{DL} < G_{AGC}(m) \leq g_{DL} \\ 1 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Tóm lại, Fig.10 mô tả biểu đồ được ký hiệu "không bị hạn chế", ví dụ đề cập đến thiết bị 800, và với biểu đồ được ký hiệu "biên dạng hạn chế", ví dụ, đề cập đến thiết bị 900, mà nhiễu âm không được khuếch đại bởi cả hai thiết bị trong các trạng thái mà tín hiệu đầu vào chỉ được đặc trưng bởi nhiễu âm. Do đó, sự khuếch đại nhiễu âm không dễ chịu có thể được tránh khỏi.

Fig.11 minh họa biểu đồ với hai đường, một đường được ký hiệu "không hạn chế" và đường còn lại được ký hiệu "biên dạng hạn chế", mà đề cập đến các trị số bộ

lọc khử nhiễu âm cực tiểu như được mô tả lần lượt trên Fig.6 hoặc Fig.7. Nói cách khác, giới hạn suy giảm nhiễu âm như hàm số của độ khuếch đại AGC cho các trường hợp không hạn chế và hạn chế (lần lượt là các đường nét liền và nét đứt), được thể hiện.

Trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu, ví dụ, có thể là giới hạn suy giảm nhiễu âm, được đưa ra ở đây bằng các trị số lôgarit. Hơn nữa, các biểu đồ được mô tả phụ thuộc vào trị số độ khuếch đại bằng các trị số lôgarit. Đồ thị được ký hiệu "không hạn chế" không đổi tại trị số khử nhiễu âm được xác định trước cho các trị số độ khuếch đại nhỏ hơn 0. Hơn nữa, đồ thị được ký hiệu "không hạn chế" giảm xuống đối với các trị số độ khuếch đại lớn hơn 0dB, ví dụ một cách tuyến tính. Hơn nữa, đồ thị được ký hiệu "biến dạng hạn chế" là không đổi tại trị số của trị số khử nhiễu âm được xác định trước đối với các trị số độ khuếch đại nhỏ hơn 0dB, và giảm xuống, ví dụ, một cách tuyến tính, đối với các trị số độ khuếch đại lớn hơn 0dB và nhỏ hơn tích số của trị số khử nhiễu âm được xác định trước và giới hạn biến dạng được xác định trước, từ trị số khử nhiễu âm được xác định trước đến nghịch đảo của giới hạn biến dạng được xác định trước. Hơn nữa, biểu đồ được ký hiệu "biến dạng hạn chế" vẫn không đổi tại trị số nghịch đảo của trị số giới hạn biến dạng được xác định trước, đối với các trị số độ khuếch đại nằm trong khoảng giữa tích số của trị số khử nhiễu âm được xác định trước và giới hạn biến dạng được xác định trước, và giới hạn biến dạng được xác định trước. Ngoài ra, biểu đồ được ký hiệu "biến dạng hạn chế" giảm xuống, ví dụ, một cách tuyến tính, đối với các trị số độ khuếch đại lớn hơn trị số giới hạn biến dạng được xác định trước. Đối với trường hợp biến dạng không hạn chế, trường hợp này có thể được mô tả tương tự như sau:

$$\tilde{g}_{lim}^{[DC]}(m; G_{AGC}) = \begin{cases} g_{des} & \text{if } 0 < G_{AGC}(m) \leq 1 \\ g_{des}/G_{AGC}(m) & \text{if } 1 < G_{AGC}(m) \leq g_{des} \times g_{DL} \\ 1/g_{DL} & \text{if } g_{des} \times g_{DL} < G_{AGC}(m) \leq g_{DL} \\ 1/G_{AGC}(m) & \text{otherwise} \end{cases}$$

Để so sánh, trường hợp không bị hạn chế và trường hợp hạn chế được thể hiện lần lượt là đường nét đứt và đường nét liền. Có thể quan sát thấy giới hạn suy giảm nhiễu âm có biến dạng không hạn chế vận hành như bản sao không hạn chế của giới hạn suy giảm nhiễu âm đối với các độ khuếch đại AGC thấp đến trung bình

$G_{AGC}(m) \leq g_{des} \times g_{DL}$. Vì độ khuếch đại AGC tăng lên, $\tilde{g}_{lim}^{[DC]}(m; G_{AGC})$ giảm xuống đến $1/g_{DL}$ và duy trì ở mức này miễn là $G_{AGC}(m) \leq g_{DL}$. Do đó biến dạng hạn chế được đáp ứng cho các độ khuếch đại AGC chỉ lên đến giới hạn biến dạng g_{DL} . Cao hơn giới hạn biến dạng này, giới hạn giảm nhiễu âm bắt đầu lại giảm xuống. Việc này đảm bảo rằng nhiễu âm không bị khuếch đại tại đầu ra được so sánh với đầu vào, mà trở thành rõ ràng nếu suy ra sự đáp ứng toàn hệ thống $G_{NR+AGC}^{[DC]}(m, k)$ được mô tả trong Fig.10 cho các phân đoạn nhiễu âm được đặc trưng bởi SNR thấp. Trong trường hợp này, có thể giả định rằng bộ lọc NR $\tilde{G}_{NR}^{[DC]}(m, k; G_{AGC})$ đạt được cực tiểu của nó $\tilde{g}_{lim}^{[DC]}(m; G_{AGC})$. Do đó, sự đáp ứng nhiễu âm toàn phần có thể được viết như sau:

$$G_{NR+AGC}^{[DC]}(m, k) \Big|_{SNR \approx 0} = \begin{cases} G_{AGC}(m) \times g_{des} & \text{if } 0 < G_{AGC}(m) \leq 1 \\ g_{des} & \text{if } 1 < G_{AGC}(m) \leq g_{des} \times g_{DL} \\ G_{AGC}(m)/g_{DL} & \text{if } g_{des} \times g_{DL} < G_{AGC}(m) \leq g_{DL} \\ 1 & \text{otherwise} \end{cases}$$

trong đó, có thể nhìn thấy là sự đáp ứng nhiễu âm toàn phần tăng lên để làm tăng các độ khuếch đại AGC, nhưng nó vẫn thấp hơn một để đảm bảo rằng nhiễu âm không bị khuếch đại. Sự đáp ứng nhiễu âm toàn phần được biểu diễn như hàm số của độ khuếch đại AGC trên Fig.10 như đường nét liền. Sự đáp ứng nhiễu âm không hạn chế được thể hiện là đường nét đứt để so sánh trên Fig.10.

Fig.11 minh họa ưu điểm phụ thuộc vào trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu trên trị số độ khuếch đại để có thể làm giảm nhiễu âm linh hoạt theo độ khuếch đại (AGC) được áp dụng. Hơn nữa, biểu đồ được ký hiệu "biến dạng hạn chế" và đồ thị được ký hiệu "không bị hạn chế" biểu lộ khả năng để giữ trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu gần như lớn hơn 0, do đó tránh được các biến dạng tín hiệu.

Fig.12 minh họa các mức tín hiệu sau bước xử lý khác nhau, ví dụ, các thiết bị 100, 300, 400, 800 hoặc 900. Hơn nữa, các mức nhiễu âm và tiếng nói trước xử lý NR+AGC (1210) và sau xử lý NR/AGC (1220, 1230, 1240, 1250, 1260) được mô tả.

Biểu đồ 1210 là ví dụ minh họa của tín hiệu âm thanh, ví dụ mô tả tín hiệu âm thanh 110. Hơn nữa, biểu đồ 1210 thể hiện mức nhiễu âm không đổi theo thời gian và hai pha trong đó tiếng nói là hoạt động. Tiếng nói, khi hoạt động, có tín hiệu cao hơn nhiễu âm dẫn đến tỉ số tín hiệu trên nhiễu âm (SNR) là dương. Ngoài ra, biểu đồ 1210

thể hiện mức mục tiêu được ký hiệu bằng đường nét đứt, mà ví dụ, tín hiệu tiếng nói được hỗ trợ để được điều chỉnh để có thể có trải nghiệm nghe thoải mái.

Biểu đồ 1220 thể hiện tín hiệu như được hiển thị trong biểu đồ 1210 sau khi được xử lý bởi một số sự giảm nhiễu âm và kiểm soát độ khuếch đại, ví dụ, một số ý đồ kiểm soát độ khuếch đại tự động. SNR cao hơn được thu trong các khoảng thời gian của hoạt động tiếng nói. Ngoài ra, mức nhiễu âm cũng được khuếch đại về mức mục tiêu, dẫn đến sự khuếch đại nhiễu âm không dễ chịu.

Biểu đồ 1230 hiển thị các mức đầu ra của tín hiệu, ví dụ tín hiệu như được mô tả trong biểu đồ 1210 sau khi xử lý, trong đó, ví dụ, để xử lý việc kiểm soát độ khuếch đại tự động biểu lộ sự phát hiện hoạt động giọng nói để hỗ trợ sự cập nhật kiểm soát độ khuếch đại tự động. Do đó, trong khoảng thời gian thứ nhất, mức nhiễu âm không bị khuếch đại đến mức mục tiêu, sự khuếch đại chỉ bắt đầu sau khi hoạt động tiếng nói được phát hiện.

Biểu đồ 1240 thể hiện các mức đầu ra của tín hiệu, ví dụ, tín hiệu đầu vào như được mô tả trong biểu đồ 1210, sau khi xử lý tín hiệu, trong đó việc xử lý, ví dụ, bao gồm việc làm giảm nhiễu âm và kiểm soát độ khuếch đại tự động, trong đó sự kiểm soát độ khuếch đại tự động biểu lộ sự phát hiện hoạt động giọng nói để áp dụng sự kiểm soát độ khuếch đại tự động trên chỉ các pha tiếng nói.

Biểu đồ 1250 thể hiện các mức đầu ra của tín hiệu đầu vào, ví dụ, như được mô tả trong biểu đồ 1210, sau khi xử lý tín hiệu âm thanh, trong đó việc xử lý tín hiệu, ví dụ, bao gồm việc làm giảm nhiễu âm không bị hạn chế và sự kiểm soát độ khuếch đại tự động như được mô tả ví dụ trên Fig.8 cho thiết bị 800. Do đó, việc tăng nhiễu trong SNR có thể quan sát được trong các pha của hoạt động tiếng nói. Hơn nữa, mức nhiễu âm là mức về thực chất không đổi và được làm giảm khi được so sánh với biểu đồ 1210.

Biểu đồ 1260 thể hiện các mức đầu ra, ví dụ, của tín hiệu đầu vào như được mô tả trong biểu đồ 1210 sau khi xử lý tín hiệu, trong đó việc xử lý tín hiệu bao gồm sự kiểm soát độ khuếch đại tự động giảm nhiễu âm liên kết dưới biên dạng hạn chế như được mô tả, ví dụ, trên Fig.9 cho thiết bị 900. Tỷ số tín hiệu trên nhiễu âm lớn tăng lên được so sánh với biểu đồ 1210 có thể thu được. Hơn nữa, mức nhiễu âm ở mức về căn

bản là không đổi. Hơn nữa, sự hạn chế biến dạng tránh được các biến dạng tín hiệu không dễ chịu trong đầu ra của việc xử lý.

Fig.13 minh họa sơ đồ khối của hệ thống truyền thông tin tiếng nói song công toàn phần 1300 theo phương án ưu tiên của sáng chế. Hệ thống bao gồm phía đầu gần và đầu xa, và sự truyền dẫn ở giữa. Hơn nữa, phía đầu gần và phía đầu xa từng phía bao gồm loa phát thanh và micrô cũng như bộ phận xử lý tín hiệu âm thanh, trong đó bộ phận xử lý tín hiệu âm thanh có thể bao gồm một trong số các thiết bị 100, 300, 400, 800, 900.

Ở phía đầu gần, người nói vào trong micrô và nhận thông tin âm thanh qua loa phát thanh. Ngoài ra, ở phía đầu xa, người khác nói vào trong micrô và nhận thông tin âm thanh được truyền từ phía đầu gần qua loa phát thanh, có khả năng đồng thời vì đây là hệ thống song công toàn phần. Hệ thống 1300 tạo thuận lợi cho trải nghiệm nghe tiếng nói dễ chịu và cải thiện độ rõ tiếng của việc truyền thông tin tiếng nói thực hiện giữa phía đầu gần và phía đầu xa. Đặc biệt là, với ngữ cảnh rảnh tay, trong đó khoảng cách ở giữa người dùng và micrô có thể thay đổi, phương án được mô tả có thể thích hợp để cải thiện độ rõ.

Fig.14 minh họa sơ đồ khối của chuỗi xử lý tín hiệu mà có thể được sử dụng như phía đầu gần hoặc phía đầu xa của hệ thống truyền thông tin tiếng nói, ví dụ hệ thống truyền thông tin tiếng nói 1300.

Fig.15 minh họa sơ đồ khối của chuỗi xử lý tín hiệu, hình này thể hiện cấu trúc cơ bản của việc áp dụng xử lý NR và AGC một cách độc lập. Trước tiên, tín hiệu đầu vào phải chịu sự giảm nhiễu âm mà được dựa trên trị số nhiễu nhiễu âm được xác định trước, ở đây, sự giảm nhiễu âm mong muốn, tín hiệu thu được sau khi giảm nhiễu âm được sử dụng để tính toán mức tín hiệu và để tính toán trị số độ khuếch đại, ví dụ, độ khuếch đại kiểm soát độ khuếch đại tự động, dựa trên mức tín hiệu được tính toán và mức mục tiêu được xác định trước. Trong bước tiếp theo, trị số độ khuếch đại được tính toán, ví dụ, độ khuếch đại AGC được tính toán, được áp dụng cho tín hiệu sau khi việc giảm nhiễu âm được thực hiện.

Việc kiểm soát độ khuếch đại tự động có thể được áp dụng tại đầu ra của mô đun giảm nhiễu âm, ví dụ trên cơ sở từng khung một sử dụng tiến trình ba bước trên Fig.15 như được mô tả bên dưới.

1. Tính toán mức: Mức tín hiệu, được biểu thị bởi $L(m)$, được tính toán tại đầu vào AGC (ở đây là đầu ra giảm nhiễu âm (noise reduction - NR)). Phép đo cho mức tín hiệu có thể là phương sai đơn thuần. Ngoài ra, việc gán trọng số phổ có thể được áp dụng để bắt trước hệ thống thính giác của con người, có được số đo của âm lượng được nhận thức.

2. Tính toán độ khuếch đại: Vì độ khuếch đại vô hướng được suy ra bằng cách so sánh mức tín hiệu đầu vào hiện thời được mô tả bởi $L(m)$, với mức tiếng nói mục tiêu được xác định trước L_{tar} , như được mô tả cho các thiết bị 300 và 400 làm trị số mục tiêu. Việc này có thể đạt được như sau:

$$G_{AGC}(m) = \beta G_{AGC}(m-1) + (1 - \beta) \frac{L_{tar}}{L(m)}, \quad (6)$$

trong đó $G_{AGC}(m)$ là độ khuếch đại AGC được tính toán tại khung m và β là trị số quên được sử dụng để làm nhẵn theo thời gian độ khuếch đại AGC (với $0 \leq \beta < 1$).

3. Nhân độ khuếch đại: Bước cuối cùng bao gồm việc nhân tín hiệu đầu vào với độ khuếch đại AGC. Việc này có thể được tiến hành tương đương hoặc trong miền thời gian hoặc trong miền tần số.

Tiến trình ở trên dẫn đến sự khuếch đại của tín hiệu âm thanh đầu vào khi mức đầu vào AGC $L(m)$ thấp hơn mức mục tiêu L_{tar} . Ngược lại, $L(m)$ lớn hơn mức mục tiêu L_{tar} . Do đó, độ khuếch đại AGC được điều chỉnh tự động theo thời gian và do đó thay đổi theo thời gian. Hơn nữa, sự tính toán độ khuếch đại được mô tả có thể được sử dụng một phần hoặc toàn bộ trong các mô đun tương ứng của các thiết bị 300, 400, 800 và 900 được mô tả. Hơn nữa, để sử dụng trong các thiết bị được đề cập, các cải biên cho phương pháp được mô tả cũng có thể được áp dụng, ví dụ dựa trên việc sử dụng sự phát hiện hoạt động giọng nói. Hơn nữa, lưu ý việc có mặt của sự tương tác giữa các mô đun AGC và NR, mà được ký hiệu bằng đường nét đứt nằm ngang trên Fig.15.

Ví dụ, khi mức nhiễu âm nền sau khi lọc NR thấp hơn mức tiếng nói, hạn chế của cách tiếp cận này là nó làm giảm mức được đo $L(m)$ tại đầu vào AGC, mà quay lại làm

tăng độ khuếch đại AGC trong khi dừng tiếng nói, được nối tiếp bởi sự giảm xuống của độ khuếch đại AGC tại các lúc bắt đầu tiếng nói. Hiện tượng này được minh họa trên Fig.12, trong đó biểu đồ 1210 thể hiện mức của thành phần tiếng nói và nhiễu âm trong tín hiệu âm thanh đầu vào (trước khi NR). Biểu đồ 1220 thể hiện mức tiếng nói và nhiễu âm sau khi áp dụng NR và AGC theo tiến trình ở trên. Không kể mức tiếng nói và nhiễu âm không đổi tại đầu vào, thấy rằng phương pháp này tạo ra mức tiếng nói thay đổi theo thời gian, mà không phải là cách xử lý mong muốn cho AGC. Hơn nữa, việc này tạo ra mức nhiễu âm thay đổi theo thời gian, mà dẫn đến hiệu ứng bơm nhiễu âm rất khó chịu trong tín hiệu đầu ra. Để giải quyết các vấn đề này, sự phát hiện hoạt động giọng nói (VAD) được sử dụng, như được giải thích cho các hình vẽ Fig.3, Fig.4, Fig.8, Fig.9, Fig.16 và Fig.17.

Fig.16 minh họa sơ đồ khối của thiết bị để xử lý tín hiệu, biểu đồ này thể hiện việc xử lý NR và AGC riêng rẽ với sự phát hiện hoạt động giọng nói kích hoạt sự cập nhật độ khuếch đại. Trong bước thứ nhất, tín hiệu đầu vào chịu sự giảm nhiễu âm, mà dựa trên trị số khử nhiễu âm được xác định trước, ví dụ sự suy giảm nhiễu âm mong muốn. Trong bước tiếp theo, tín hiệu đầu vào phải chịu sự giảm nhiễu âm được sử dụng để tính toán sự phát hiện hoạt động giọng nói, dựa trên quyết định hoạt động tiếng nói. Khi tiếng nói đã được phát hiện, mức tín hiệu được tính toán dựa trên tín hiệu đầu vào sau khi giảm nhiễu âm. Trong bước tiếp theo, giả định hoạt động tiếng nói, trị số độ khuếch đại, ví dụ độ khuếch đại kiểm soát độ khuếch đại tự động, được xác định dựa trên mức tín hiệu được tính toán và mức mục tiêu được xác định trước. Khi không có tiếng nói nào được phát hiện bởi sự phát hiện hoạt động giọng nói, trị số độ khuếch đại từ khoảng thời gian trước đó được sử dụng. Trong bước cuối cùng, trị số độ khuếch đại, hoặc trị số độ khuếch đại từ khoảng thời gian trước đó hoặc trị số độ khuếch đại từ khoảng thời gian hiện thời, được áp dụng cho tín hiệu sau khi giảm nhiễu âm, bằng cách đó cung cấp tín hiệu đầu ra.

Để tránh hiệu ứng bơm nhiễu âm và cung cấp mức tiếng nói phù hợp, sự phát hiện hoạt động giọng nói (VAD) có thể được áp dụng để bỏ qua sự cập nhật độ khuếch đại trong các khoảng dừng tiếng nói, như được thể hiện trên Fig.16. Được đề xuất là sự hoạt động tiếng nói có thể được phát hiện một cách đáng tin cậy, độ khuếch đại AGC sau đó có thể được điều chỉnh chỉ trong các phân đoạn tiếng nói hoạt động, trong khi

giữ độ khuếch đại AGC không đổi trong các khoảng dừng tiếng nói. Như được mô tả trong biểu đồ 1230, phương pháp này tạo ra mức tiếng nói thích hợp và tránh được hiệu ứng bơm nhiễu âm (mức nhiễu âm không đổi sau khi hội tụ). Tuy nhiên, việc này có thể khiến cho tăng đáng kể mức nhiễu âm tuyệt đối cho các độ khuếch đại AGC lớn, mà trở thành đặc biệt đáng chú ý trong các khoảng dừng tiếng nói trong thực tiễn.

Fig.17 minh họa sơ đồ khối để xử lý tín hiệu mà tương tự với sơ đồ khối được mô tả trên Fig.16 với việc xử lý NR và AGC riêng rẽ với VAD khởi động việc xử lý toàn bộ AGC. Hơn nữa, sơ đồ khối trên Fig.17 mô tả sự thiết lập trị số độ khuếch đại đến 1 khi không có tiếng nói nào được phát hiện. Để tránh sự khuếch đại trong các khoảng dừng tiếng nói, như được mô tả trong biểu đồ 1230, độ khuếch đại AGC chỉ được áp dụng trong các chu kỳ đàm thoại, như được biểu diễn trên Fig.17 (áp dụng sự thống nhất trong các khoảng dừng tiếng nói tương đương với không áp dụng độ khuếch đại AGC). Cách tiếp cận này cung cấp mức tiếng nói thấp và ngăn ngừa sự khuếch đại của nhiễu âm trong các khoảng dừng tiếng nói. Tuy nhiên, việc này một lần nữa dẫn đến việc định tỉ lệ thay đổi theo thời gian của nhiễu âm (xem biểu đồ 1240), mà được cảm nhận như hiệu ứng bơm nhiễu âm khó chịu trong thực tiễn.

Fig.18 minh họa các phía đầu gần và đầu xa của hệ thống truyền thông tin theo phương án ưu tiên của sáng chế, ví dụ, hệ thống truyền thông tin tiếng nói 1300 như được mô tả trên Fig.13. Phía đầu gần và đầu xa có thể được thấy rõ với cấu trúc tương tự. Do đó, chỉ một phía được mô tả nhưng tất cả các chức năng cũng có thể dùng được trên phía còn lại.

Phía được xem xét bao gồm loa phát thanh 1810 để phát tín hiệu âm thanh đến người nghe và micrô 1820 để thu tín hiệu mong muốn, ví dụ tín hiệu tiếng nói từ người nói. Ngoài ra, hệ thống kiểm soát tiếng vang 1830 khử các tiếng vang trong tín hiệu của micrô dựa trên tín hiệu loa phát thanh. Sau khi kiểm soát tiếng vang 1830, việc giảm nhiễu âm và kiểm soát độ khuếch đại liên kết 1840 xử lý tín hiệu. Việc giảm nhiễu âm và độ khuếch đại liên kết 1840 có thể được thực hiện, ví dụ, bởi các thiết bị 100, 300, 400, 800 và 900.

Ngoài ra, hệ thống nhiễu âm nền nhân tạo 1850 áp dụng nhiễu âm nền nhân tạo cho tín hiệu sau sự giảm nhiễu âm chung và kiểm soát độ khuếch đại 1840 để có thể có

trải nghiệm nghe dễ chịu cho người dùng ở phía đầu xa, ví dụ, khi thành phần tín hiệu mong muốn có mặt trong tín hiệu được tiếp nhận của micrô (tức là chỉ hoạt động ở đầu xa). Tóm lại, hệ thống được mô tả trên Fig.18 cung cấp việc xử lý tín hiệu để tín hiệu mà ví dụ được truyền đến phía đầu xa cung cấp thành phần tiếng nói dễ hiểu của tín hiệu được truyền dẫn và trải nghiệm nghe dễ chịu cho người dùng ở phía đầu xa.

Fig.19 minh họa sơ đồ khối của phía đầu xa của hệ thống truyền thông tin theo phương án ưu tiên của sáng chế. Hệ thống trên Fig.19 bao gồm loa phát thanh 1810 được tạo cấu hình để phân phối nội dung âm thanh đến người nghe và micrô 1820 được tạo cấu hình để có thể ghi tín hiệu âm thanh mà, ví dụ, chứa nội dung tiếng nói. Hơn nữa, hệ thống được mô tả trên Fig.19 bao gồm sự giảm nhiễu âm liên kết và kiểm soát độ khuếch đại 1840 cho tín hiệu được phân phát đến loa phát thanh 1810. Ngoài ra, tín hiệu được ghi nhận bởi loa phát thanh 1820 phải chịu sự kiểm soát tiếng vang 1830 mà dựa trên tín hiệu được phân phát đến loa phát thanh 1810 và hệ thống nhiễu âm nền nhân tạo 1850. Sự kiểm soát tiếng vang 1830 và hệ thống nhiễu âm nền nhân tạo 1850 có chức năng tương tự như được mô tả trên Fig.18. Hơn nữa, sự giảm nhiễu âm chung và kiểm soát độ khuếch đại 1840 ví dụ có thể được thực hiện bởi các thiết bị 100, 300, 400, 800 hoặc 900. Do đó, hệ thống được mô tả trên Fig.19 cung cấp tín hiệu tiếng nói dễ hiểu khi tín hiệu âm thanh được phân phát đến loa phát thanh chứa thành phần tiếng nói. Hơn nữa, do phần giảm nhiễu âm, trải nghiệm nghe dễ chịu được thực hiện.

Các phương án khác dựa trên việc xử lý tín hiệu âm thanh trong trình tự các khung. Bộ phân tích tín hiệu âm thanh 130; 830; 930 được tạo cấu hình để phân tích tín hiệu âm thanh trong trình tự các khung bao gồm khung thứ nhất và khung thứ hai theo sau khung thứ nhất, để xác định cho khung thứ nhất, nhiều trị số khử nhiễu âm thứ nhất, và đối với khung thứ hai, nhiều trị số khử nhiễu âm thứ hai. Bộ phân tích được tạo cấu hình để xác định nhiều trị số bộ lọc khử nhiễu âm thứ nhất để các trị số bộ lọc khử nhiễu âm thuộc nhiều trị số bộ lọc khử nhiễu âm thứ nhất lớn hơn hoặc bằng trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu 130b'; 240; 358c, 360a được xác định cho khung thứ nhất, và để trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu thứ nhất phụ thuộc vào đặc trưng thứ nhất của khung thứ nhất của tín hiệu âm thanh 130c'. Bộ phân tích còn được tạo cấu hình để xác định nhiều trị số bộ lọc khử nhiễu âm thứ hai để các trị số bộ lọc

khử nhiễu âm của nhiều trị số bộ lọc khử nhiễu âm thứ hai lớn hơn hoặc bằng trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu thứ hai 130b'; 240; 358c, 360a được xác định cho khung thứ hai, và để trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu thứ hai phụ thuộc vào đặc trưng của khung thứ hai của tín hiệu âm thanh 130c'. Bộ lọc 120; 310; 410; 820 được tạo cấu hình để lọc tín hiệu âm thanh trong trình tự các khung, trong đó bộ lọc thứ nhất cho khung thứ nhất được điều chỉnh dựa trên nhiều trị số khử nhiễu âm thứ nhất, và trong đó bộ lọc thứ hai cho khung thứ hai được điều chỉnh dựa trên nhiều trị số khử nhiễu âm thứ hai. Bộ lọc 120; 310; 410; 820 còn được tạo cấu hình để lọc khung thứ nhất của tín hiệu âm thanh với bộ lọc thứ nhất và để lọc khung thứ hai của tín hiệu âm thanh với bộ lọc thứ hai.

Kết thúc, một số phương án của sáng chế có thể được tóm tắt trong danh sách. Trong phương án ưu tiên, NR được áp dụng trước và bao gồm các bước sau:

1. Nhận tín hiệu đầu vào âm thanh.
2. Xác định giới hạn suy giảm nhiễu âm dựa trên độ khuếch đại AGC được xác định trong khung thời gian trước đó, lượng suy giảm nhiễu âm mong muốn, và một cách tùy ý còn dựa trên giới hạn biến dạng.
3. Xác định bộ lọc giảm nhiễu âm dựa trên tín hiệu đầu vào âm thanh và giới hạn suy giảm nhiễu âm.
4. Xác định độ khuếch đại AGC dựa trên mức tín hiệu mục tiêu, và một cách tùy ý thông tin hoạt động giọng nói, và tín hiệu âm thanh.
 - a) tín hiệu âm thanh là tín hiệu đầu vào âm thanh, hoặc
 - b) tín hiệu âm thanh là tín hiệu âm thanh được làm giảm nhiễu âm được thu bằng cách áp dụng bộ lọc giảm nhiễu âm đến tín hiệu đầu vào âm thanh.

thông tin hoạt động giọng nói tùy ý được sử dụng để làm giảm tùy ý độ khuếch đại AGC trong các khoảng dừng tiếng nói.

5. Tạo ra tín hiệu âm thanh đầu ra bằng cách áp dụng bộ lọc giảm nhiễu âm và độ khuếch đại AGC được thu trong khung trước đó đến tín hiệu đầu vào âm thanh.

Hơn nữa, phương án ưu tiên khác theo sáng chế được đặc trưng như cách áp dụng AGC thứ nhất được thực hiện theo:

1. Nhận tín hiệu đầu vào âm thanh.

2. Xác định độ khuếch đại AGC dựa trên mức tín hiệu mục tiêu, thông tin hoạt động giọng nói tùy ý, và tín hiệu đầu vào âm thanh.

thông tin hoạt động giọng nói tùy ý được sử dụng để làm giảm tùy ý độ khuếch đại AGC trong các lúc dừng tiếng nói.

3. Xác định giới hạn suy giảm nhiễu âm.

a) dựa trên lượng suy giảm nhiễu âm mong muốn và độ khuếch đại AGC hiện thời, hoặc

b) dựa trên lượng suy giảm nhiễu âm mong muốn, giới hạn biến dạng, và độ khuếch đại AGC hiện thời.

4. Xác định bộ lọc giảm nhiễu âm dựa trên tín hiệu đầu vào âm thanh và giới hạn suy giảm nhiễu âm.

5. Tạo ra tín hiệu âm thanh đầu ra bằng cách áp dụng bộ lọc giảm nhiễu âm và độ khuếch đại AGC hiện thời cho tín hiệu đầu vào âm thanh.

Mặc dù sáng chế đã được mô tả trong ngữ cảnh sơ đồ khối trong đó các khối biểu diễn các thành phần phần cứng thực hoặc hợp lý, sáng chế còn có thể được thực hiện bởi phương pháp được thực hiện trên máy tính. Trong trường hợp sau, các khối biểu diễn các bước thuộc phương pháp tương ứng trong đó các bước này đại diện cho các chức năng được thực hiện bởi các khối phần cứng hợp lý hoặc vật lý tương ứng.

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

Phụ thuộc vào các yêu cầu thực hiện nhất định, các phương án của sáng chế có thể được thực hiện trong phần cứng hoặc trong phần mềm. Việc thực hiện có thể được thực hiện sử dụng vật ghi lưu trữ dạng số, ví dụ, đĩa mềm, DVD, Blu-Ray, CD, ROM,

PROM, và EPROM, EEPROM hoặc bộ nhớ nhanh có các tín hiệu kiểm soát có thể đọc được bằng điện tử được lưu trữ trên đó, mà kết hợp với hoặc có khả năng kết hợp) với hệ thống máy tính có thể lập trình được sao cho phương pháp tương ứng được thực hiện. Do đó, vật ghi lưu trữ dạng số có thể đọc được bằng máy tính.

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

Nhìn chung, các phương án của sáng chế có thể được thực hiện như sản phẩm chứa chương trình máy tính có mã chương trình, mã chương trình có thể hoạt động để thực hiện một trong số các phương pháp khi sản phẩm chứa 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, phương án của sáng chế là chương trình máy tính có mã chương trình để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây, khi chương trình máy tính chạy trên máy tính.

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

Do đó, phương án khác của sáng chế là, dòng dữ liệu hoặc trình tự các tín hiệu biểu diễn chương trình máy tính để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây. Dòng dữ liệu hoặc trình tự các tín hiệu có thể, ví dụ được tạo cấu hình để được truyền dẫn qua việc nối truyền thông tin dữ liệu, ví dụ, qua internet.

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

Phương án khác bao gồm máy tính được thiết lập trên đó chương trình máy tính để thực hiện một trong số 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, dạng điện tử hoặc quang học) chương trình máy tính để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây đến bộ nhận. Bộ nhận có thể, ví dụ, là máy tính, thiết bị di động, thiết bị nhớ hoặc thiết bị tương tự như vậy. Thiết bị hoặc hệ thống có thể, ví dụ, bao gồm bộ phục vụ tập tin để chuyển chương trình máy tính đến bộ nhận.

Theo một số phương án, thiết bị logic có thể lập trình được (ví dụ mảng cổng có thể 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 cổng lập trình được dạng trường có thể kết hợp với bộ vi xử lý để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây. Nhìn chung, các phương pháp được thực hiện một cách ưu tiên bởi các thiết bị phần cứng bất kỳ.

Các phương án ở trên chỉ đơn thuần minh họa cho các nguyên tắc của sáng chế. Được hiểu rằng các cải biên và các biến thể của sự sắp xếp và các chi tiết được mô tả ở đây sẽ là rõ ràng với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng. Do đó, mục đích của sáng chế không bị giới hạn chỉ bởi phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ và không bởi các chi tiết cụ thể được thể hiện bởi bản mô tả và sự giải thích các phương án ở đây.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị (100; 300; 400; 800; 900) xử lý tín hiệu âm thanh (110), thiết bị này bao gồm:

bộ phân tích tín hiệu âm thanh (130; 830; 930) để phân tích tín hiệu âm thanh để xác định nhiều trị số bộ lọc khử nhiễu âm (260; 364, 364a-c) cho nhiều băng của tín hiệu âm thanh (215; 354),

trong đó bộ phân tích được tạo cấu hình để xác định các trị số bộ lọc khử nhiễu âm để trị số bộ lọc khử nhiễu âm lớn hơn hoặc bằng trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu (130b'; 240; 358c, 360a), và

để trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu phụ thuộc vào đặc trưng của tín hiệu âm thanh (130c'); và

bộ lọc (120; 310; 410; 820) để lọc tín hiệu âm thanh, trong đó bộ lọc được điều chỉnh dựa trên các trị số bộ lọc khử nhiễu âm,

trong đó bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để tính toán trị số độ khuếch đại từ khung của tín hiệu âm thanh như đặc trưng của tín hiệu âm thanh, và

trong đó bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để tính toán trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu để trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu giảm xuống với trị số độ khuếch đại tăng lên.

2. Thiết bị theo điểm 1, trong đó bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để xác định các trị số bộ lọc khử nhiễu âm sử dụng quyết định cực đại dựa trên nhiều trị số bộ lọc khử nhiễu âm không hạn chế (220; 356a) và trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu, trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu là như nhau đối với nhiều băng của tín hiệu âm thanh.

3. Thiết bị theo điểm 1, trong đó bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để tính toán trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu dựa trên:

trị số khử nhiễu âm được xác định trước, và

trị số độ khuếch đại.

4. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để tính toán trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu sử dụng quyết định cực tiểu phụ thuộc vào trị số khử nhiễu âm được xác định trước và thương số giữa trị số khử nhiễu âm được xác định trước và trị số độ khuếch đại.

5. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để xác định trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu theo

quyết định cực tiểu thứ nhất, quyết định cực tiểu thứ nhất phụ thuộc vào:

trị số khử nhiễu âm được xác định trước, và

kết quả của quyết định cực tiểu thứ hai, kết quả của quyết định cực tiểu thứ hai phụ thuộc vào:

nghịch đảo của trị số độ khuếch đại, và

kết quả của quyết định cực đại, kết quả của quyết định cực đại phụ thuộc vào:

nghịch đảo của trị số giới hạn biến dạng được xác định trước, và

thương số giữa trị số khử nhiễu âm được xác định trước và trị số độ khuếch đại.

6. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để phân tích băng thuộc nhiều băng của tín hiệu âm thanh để xác định liệu băng có đặc trưng thứ nhất của tín hiệu âm thanh hay đặc trưng thứ hai của tín hiệu âm thanh, trong đó đặc trưng thứ nhất khác đặc trưng thứ hai, và để xác định các trị số bộ lọc khử nhiễu âm, khi đặc trưng thứ hai đã được xác định cho băng,

để các trị số bộ lọc khử nhiễu âm bằng tích số của trị số khử nhiễu âm được xác định trước và trị số độ khuếch đại, khi trị số độ khuếch đại nằm trong khoảng giữa 0 và 1, hoặc

để các trị số bộ lọc khử nhiễu âm bằng trị số khử nhiễu âm được xác định trước, khi trị số độ khuếch đại nằm trong khoảng giữa 1 và tích số của trị số khử nhiễu âm được xác định trước và giới hạn biến dạng được xác định trước, hoặc

để các trị số bộ lọc khử nhiễu âm bằng thương số giữa trị số độ khuếch đại và giới hạn biến dạng được xác định trước, khi trị số độ khuếch đại nằm trong khoảng giữa tích số của trị số khử nhiễu âm được xác định trước và giới hạn biến dạng được xác định trước, hoặc

để các trị số bộ lọc khử nhiễu âm bằng 1, khi trị số độ khuếch đại lớn hơn giới hạn biến dạng được xác định trước.

7. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để tính toán cho khung thứ nhất của tín hiệu âm thanh, trị số độ khuếch đại thứ nhất dẫn đến trị số khử nhiễu âm cực tiểu thứ nhất,

trong đó bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để tính toán, cho khung thứ hai của tín hiệu âm thanh, trị số độ khuếch đại thứ hai dẫn đến trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu thứ hai không được làm nhẵn,

trong đó khung thứ hai theo sau khung thứ nhất theo thời gian,

trong đó bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để tính toán trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu được làm nhẵn (360a) cho khung thứ hai sử dụng trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu thứ hai không được làm nhẵn (358c) và trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu thứ nhất.

8. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó thiết bị bao gồm bộ chuyển đổi thời gian - tần số thứ nhất (320a) cung cấp phép biểu diễn miền tần số của tín hiệu âm thanh cung cấp nhiều băng của tín hiệu âm thanh, và

trong đó bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để tính toán trị số bộ lọc khử nhiễu âm cho băng thuộc nhiều băng của tín hiệu âm thanh dựa trên:

một hoặc nhiều băng thuộc nhiều băng của tín hiệu âm thanh, và

trị số khử nhiễu âm cực tiểu, trong đó trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu được dựa trên:

trị số khử nhiễu âm được xác định trước mà là như nhau đối với từng băng thuộc nhiều băng của tín hiệu âm thanh, hoặc giới hạn biến dạng được xác định trước mà là như nhau đối với nhiều băng của tín hiệu âm thanh, và

trị số được suy ra từ đặc trưng của tín hiệu âm thanh, trị số là như nhau đối với từng băng thuộc nhiều băng của tín hiệu âm thanh.

9. Thiết bị theo một trong số các điểm nêu trên, trong đó bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để tính toán thông tin biên độ của tín hiệu âm thanh, và

trị số độ khuếch đại, như đặc trưng của tín hiệu âm thanh, dựa trên thông tin biên độ và trị số mục tiêu được xác định trước, mà tín hiệu âm thanh được điều chỉnh đến trị số mục tiêu được xác định trước bằng cách sử dụng trị số độ khuếch đại.

10. Thiết bị theo điểm 9, trong đó bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để lọc tín hiệu âm thanh với bộ lọc tâm thính học (342) trước khi tính toán thông tin biên độ,

trong đó bộ lọc tâm thính học được tạo cấu hình để bao gồm trị số suy giảm thứ nhất cho dải tần số thứ nhất, và

trị số suy giảm thứ hai cho dải tần số thứ hai, và

trị số suy giảm thứ ba cho dải tần số thứ ba, và

trong đó bộ lọc được tạo cấu hình để dải tần số thứ hai ở giữa dải tần số thứ nhất và dải tần số thứ ba, và

trong đó bộ lọc được tạo cấu hình để trị số suy giảm thứ hai nhỏ hơn trị số suy giảm thứ nhất và trị số suy giảm thứ ba.

11. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 10, trong đó bộ phân tích tín hiệu âm thanh bao gồm bộ phận phát hiện hoạt động giọng nói (340) cung cấp thông tin hoạt động giọng nói thứ nhất của khung thứ nhất của tín hiệu âm thanh, và thông tin hoạt động giọng nói thứ hai của khung thứ hai của tín hiệu âm thanh, và bộ nhớ (346) để lưu trữ trị số độ khuếch đại có trước, và

trong đó bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để:

ước lượng trị số độ khuếch đại dựa trên khung thứ hai của tín hiệu âm thanh trong đó giọng nói đã được phát hiện theo thông tin hoạt động giọng nói thứ hai, hoặc

giữ trị số độ khuếch đại của khung thứ nhất nếu không có hoạt động giọng nói nào được phát hiện trong khung thứ hai theo thông tin hoạt động giọng nói thứ hai, khi

giọng nói đã được phát hiện trong khung thứ nhất dựa trên thông tin hoạt động giọng nói thứ nhất,

trong đó khung thứ hai theo sau khung thứ nhất theo thời gian.

12. Thiết bị theo điểm 1, trong đó bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để tính toán

trị số khử nhiễu âm cực tiểu cho khung hiện thời dựa trên:

trị số được suy ra từ đặc trưng của tín hiệu âm thanh được tính toán cho khung hiện thời, và

trong đó bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để phân tích tín hiệu âm thanh để xác định trị số được suy ra từ đặc trưng của tín hiệu âm thanh, và

trong đó bộ lọc bao gồm giàn lọc thứ nhất và giàn lọc thứ hai, và

trong đó giàn lọc thứ nhất được điều chỉnh sử dụng trị số được suy ra từ đặc trưng của tín hiệu âm thanh, và

trong đó giàn lọc thứ hai được điều chỉnh theo các trị số bộ lọc khử nhiễu âm.

13. Thiết bị theo điểm 1, trong đó bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để tính toán

trị số khử nhiễu âm cực tiểu cho khung thứ hai dựa trên:

trị số được suy ra từ đặc trưng của tín hiệu âm thanh, được tính toán cho khung thứ nhất, và

trong đó bộ lọc bao gồm giàn lọc thứ nhất (822) và giàn lọc thứ hai (824),

trong đó giàn lọc thứ nhất được điều chỉnh theo các trị số bộ lọc khử nhiễu âm, và

trong đó giàn lọc thứ hai được điều chỉnh sử dụng trị số được suy ra từ đặc trưng của tín hiệu âm thanh, và

trong đó bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để phân tích đầu ra của giàn lọc thứ nhất để xác định trị số được suy ra từ đặc trưng của tín hiệu âm thanh, và

trong đó khung thứ hai theo sau khung thứ nhất theo thời gian.

14. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để xác định trị số độ khuếch đại dựa trên:

thông tin hoạt động giọng nói và tín hiệu âm thanh, hoặc thông tin hoạt động giọng nói và tín hiệu âm thanh sau khi được lọc bởi các trị số bộ lọc khử nhiễu âm, và

trong đó bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để thu được thông tin hoạt động giọng nói dựa trên tín hiệu âm thanh, hoặc trong đó bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để thu được thông tin hoạt động giọng nói dựa trên tín hiệu âm thanh sau khi được lọc bởi bộ lọc, hoặc trong đó bộ phân tích tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để thông tin hoạt động giọng nói biểu thị không có tiếng nói nào được sử dụng để làm giảm trị số độ khuếch đại.

15. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên,

trong đó bộ phân tích tín hiệu âm thanh (130; 830; 930) được tạo cấu hình để phân tích tín hiệu âm thanh trong trình tự các khung bao gồm khung thứ nhất và khung thứ hai theo sau khung thứ nhất theo thời gian, để xác định, cho khung thứ nhất, nhiều trị số khử nhiễu âm thứ nhất, và cho khung thứ hai, nhiều trị số khử nhiễu âm thứ hai,

trong đó bộ phân tích được tạo cấu hình để xác định nhiều trị số bộ lọc khử nhiễu âm thứ nhất để các trị số bộ lọc khử nhiễu âm thuộc nhiều trị số bộ lọc khử nhiễu âm thứ nhất lớn hơn hoặc bằng trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu thứ nhất (130b'; 240; 358c, 360a) được xác định cho khung thứ nhất, và để trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu thứ nhất phụ thuộc vào đặc trưng thứ nhất của khung thứ nhất của tín hiệu âm thanh (130c');

trong đó bộ phân tích được tạo cấu hình để xác định nhiều trị số bộ lọc khử nhiễu âm thứ hai để các trị số bộ lọc khử nhiễu âm thuộc nhiều trị số bộ lọc khử nhiễu âm thứ hai lớn hơn hoặc bằng trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu thứ hai (130b'; 240; 358c, 360a) được xác định cho khung thứ hai, và để trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu thứ hai phụ thuộc vào đặc trưng thứ hai của khung thứ hai của tín hiệu âm thanh (130c'); và

trong đó bộ lọc (120; 310; 410; 820) được tạo cấu hình để lọc tín hiệu âm thanh trong trình tự các khung, trong đó bộ lọc thứ nhất cho khung thứ nhất được điều chỉnh

dựa trên nhiều trị số khử nhiễu âm thứ nhất, và trong đó bộ lọc thứ hai cho khung thứ hai được điều chỉnh dựa trên nhiều trị số khử nhiễu âm thứ hai, và

trong đó bộ lọc (120; 310; 410; 820) được tạo cấu hình để lọc khung thứ nhất của tín hiệu âm thanh với bộ lọc thứ nhất và để lọc khung thứ hai của tín hiệu âm thanh với bộ lọc thứ hai.

16. Phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh, phương pháp bao gồm các bước:

phân tích tín hiệu âm thanh để xác định nhiều trị số bộ lọc khử nhiễu âm cho nhiều băng của tín hiệu âm thanh,

xác định các trị số bộ lọc khử nhiễu âm để trị số bộ lọc khử nhiễu âm lớn hơn hoặc bằng trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu, và

để trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu phụ thuộc vào đặc trưng của tín hiệu âm thanh; và

lọc tín hiệu âm thanh dựa trên các trị số bộ lọc khử nhiễu âm

trong đó bước phân tích bao gồm tính toán trị số độ khuếch đại từ khung của tín hiệu âm thanh như đặc trưng của tín hiệu âm thanh, và tính toán trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu để trị số bộ lọc khử nhiễu âm cực tiểu giảm xuống với trị số độ khuếch đại tăng lên.

17. Vật ghi có thể đọc được bằng máy tính chứa chương trình máy tính có mã chương trình để thực hiện phương pháp theo điểm 16, khi chương trình máy tính chạy trên máy tính hoặc bộ vi xử lý.

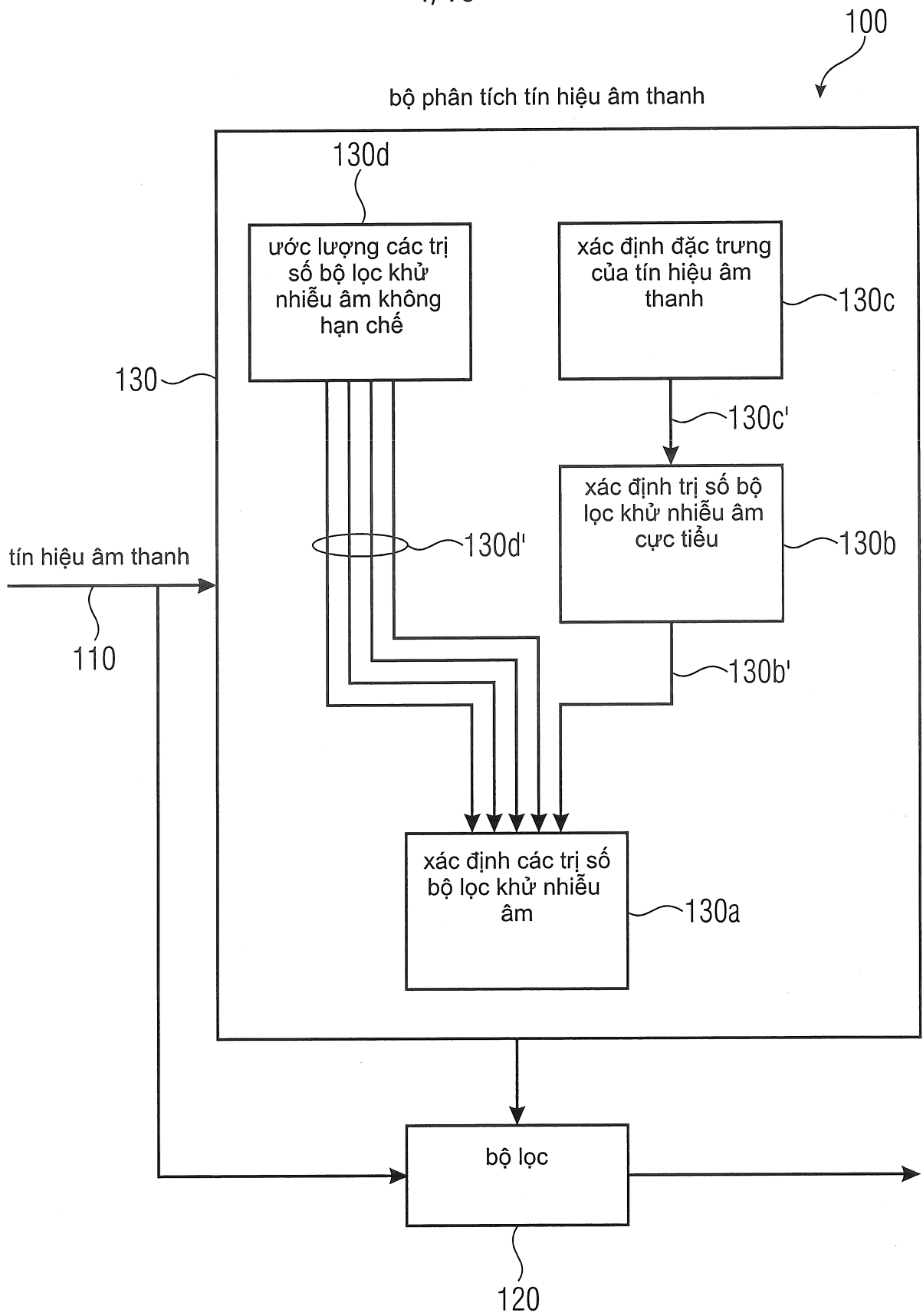


Fig. 1

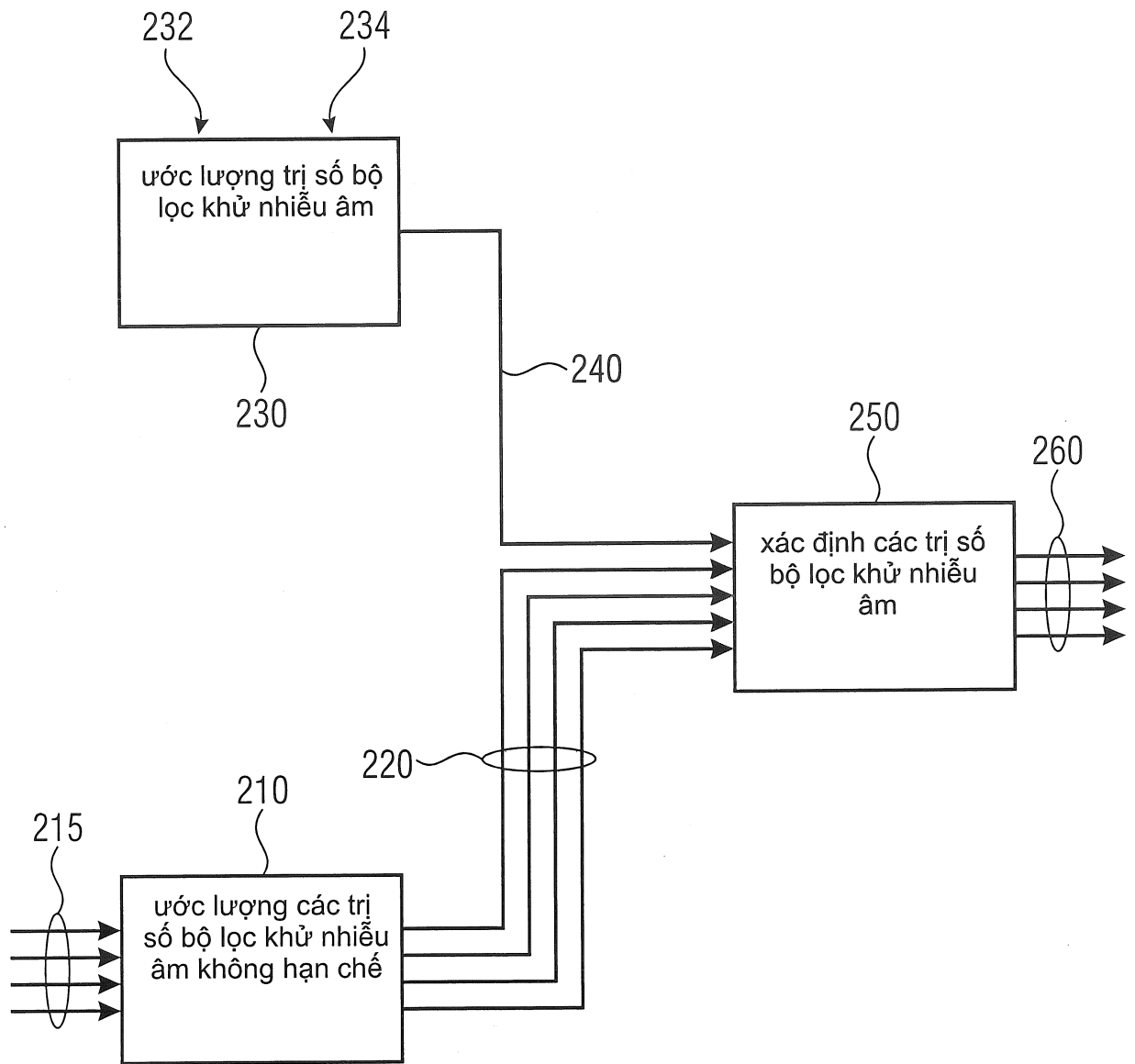


Fig. 2

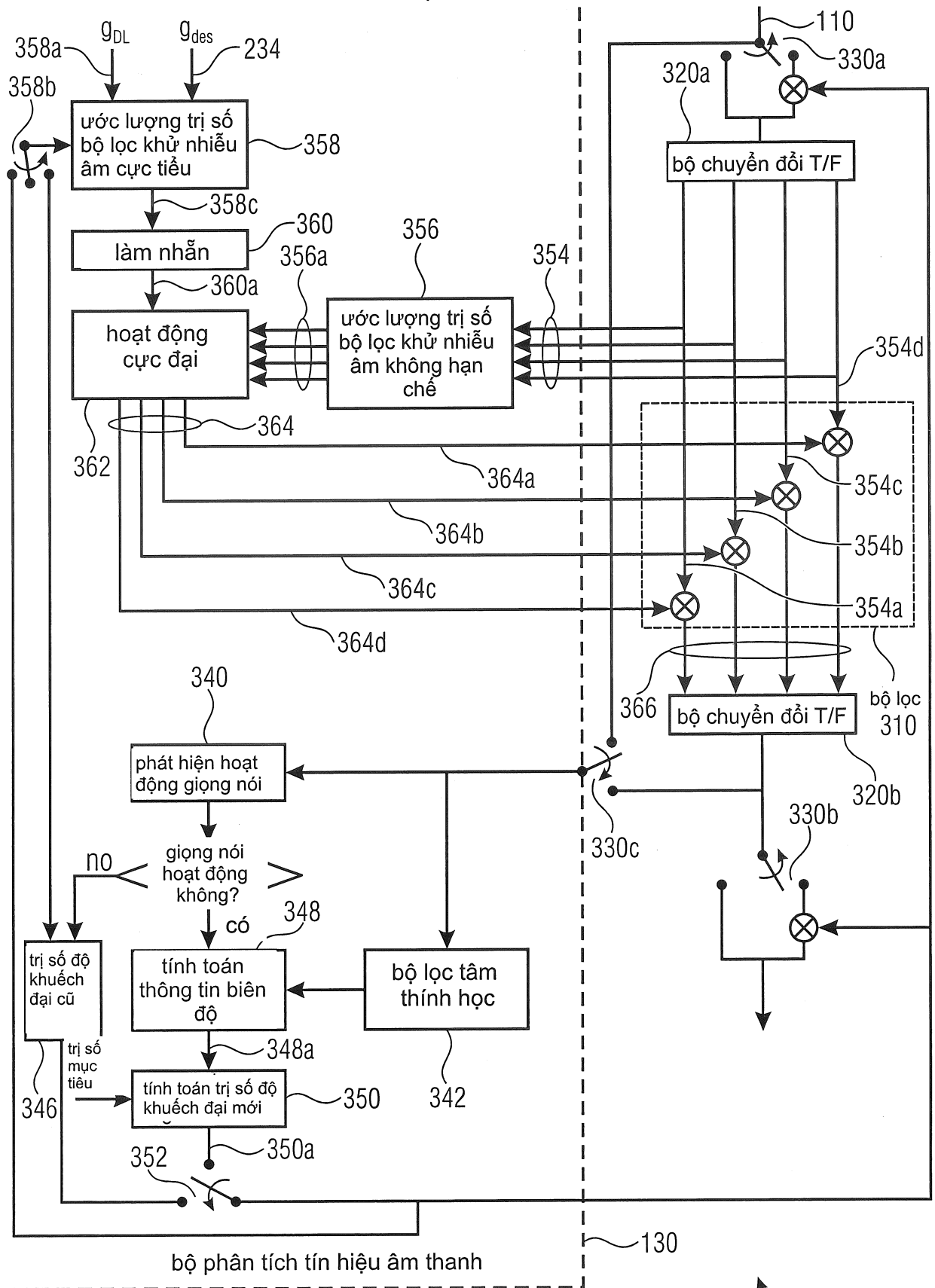


Fig. 3

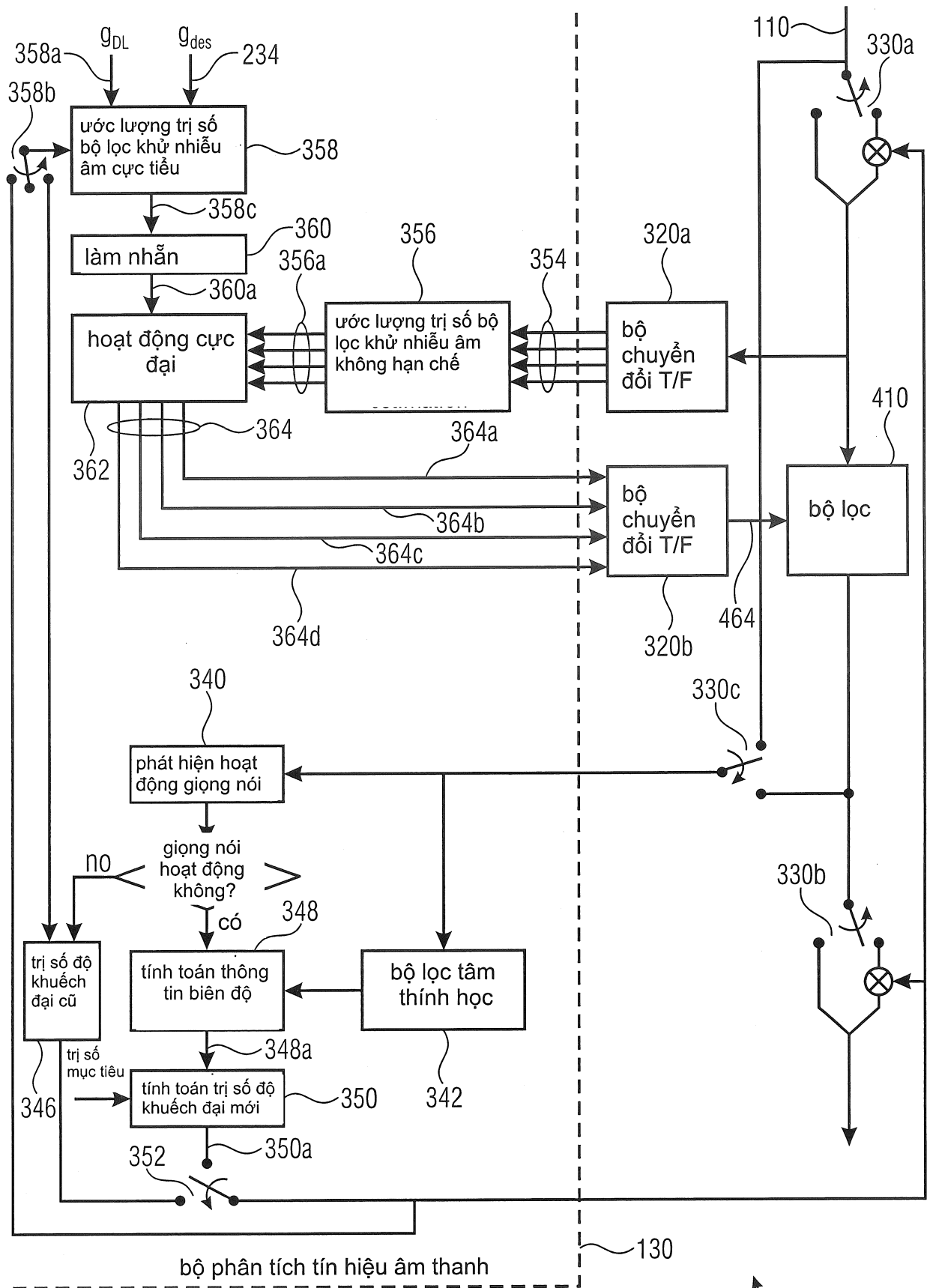


Fig. 4

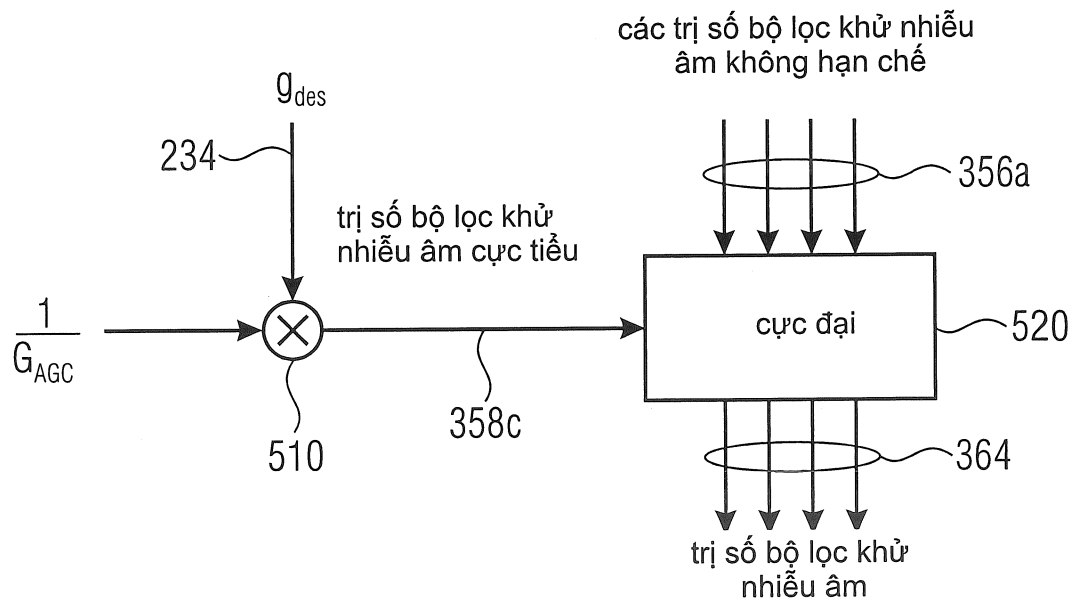


Fig. 5

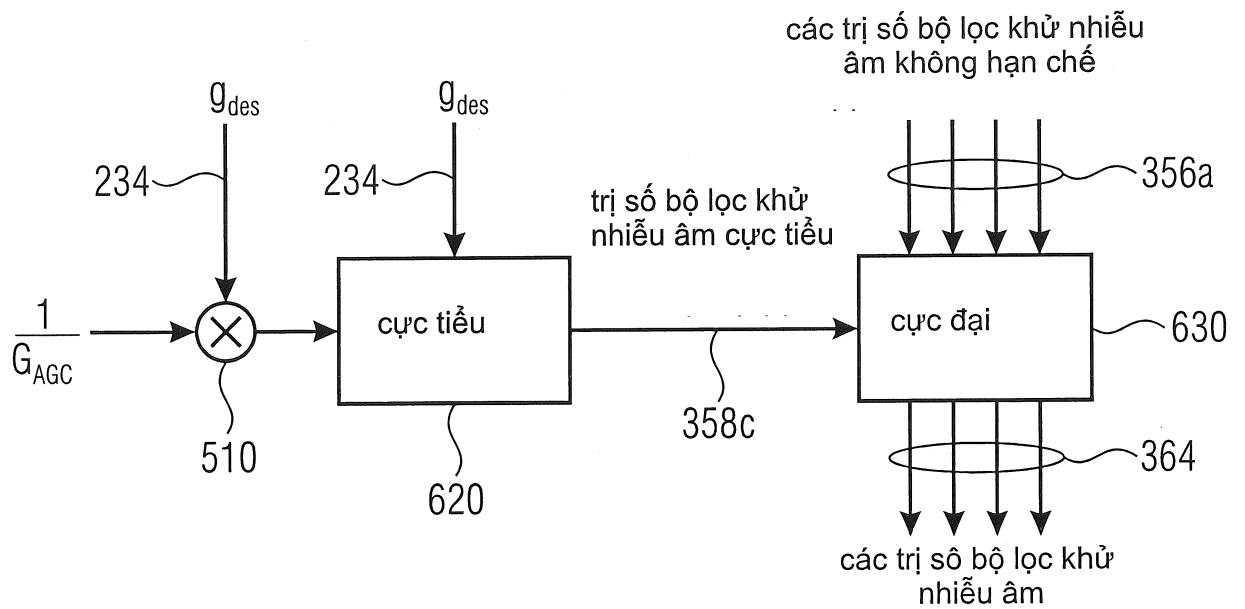


Fig. 6

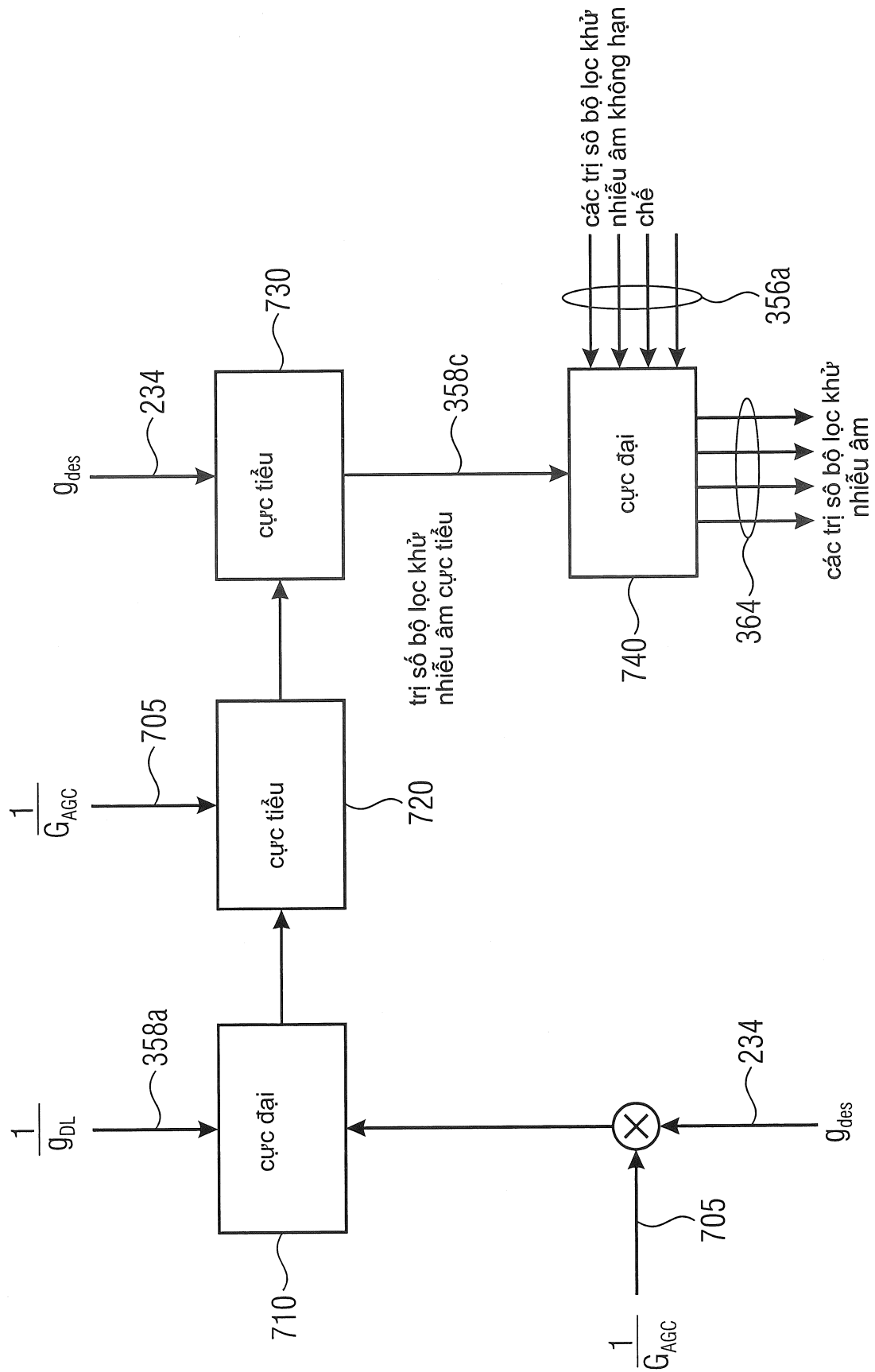


Fig. 7

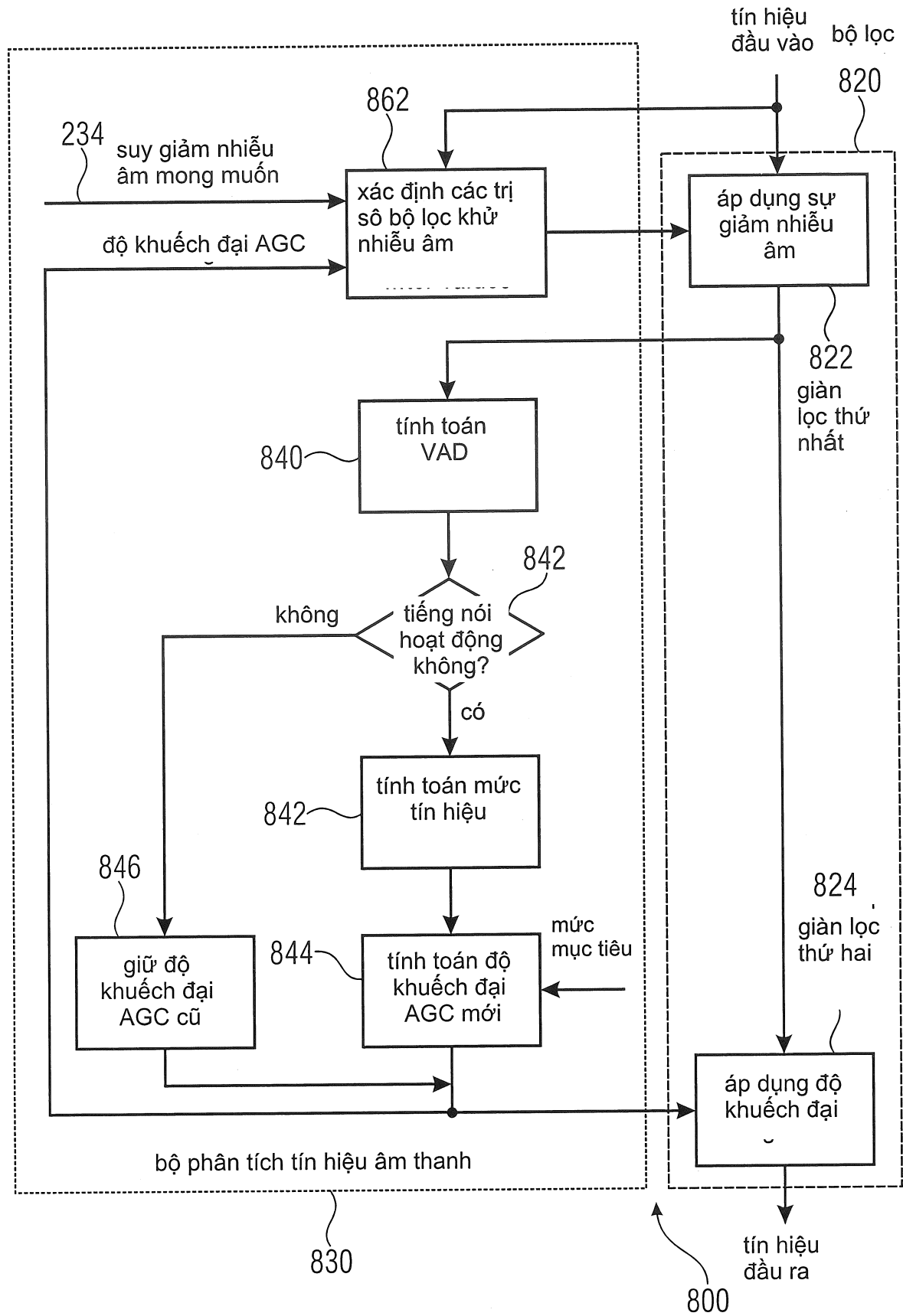


Fig. 8

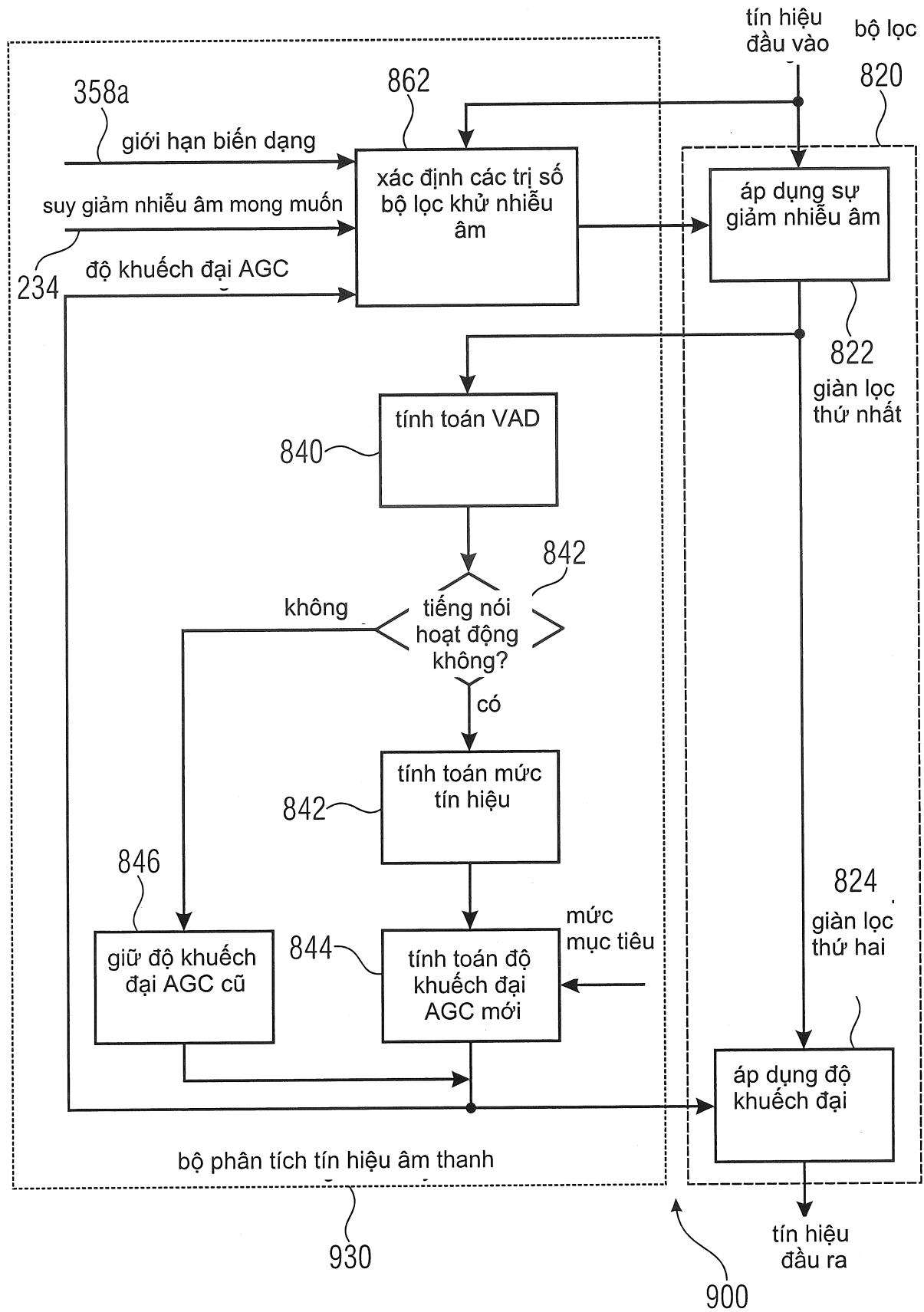


Fig. 9

9/15

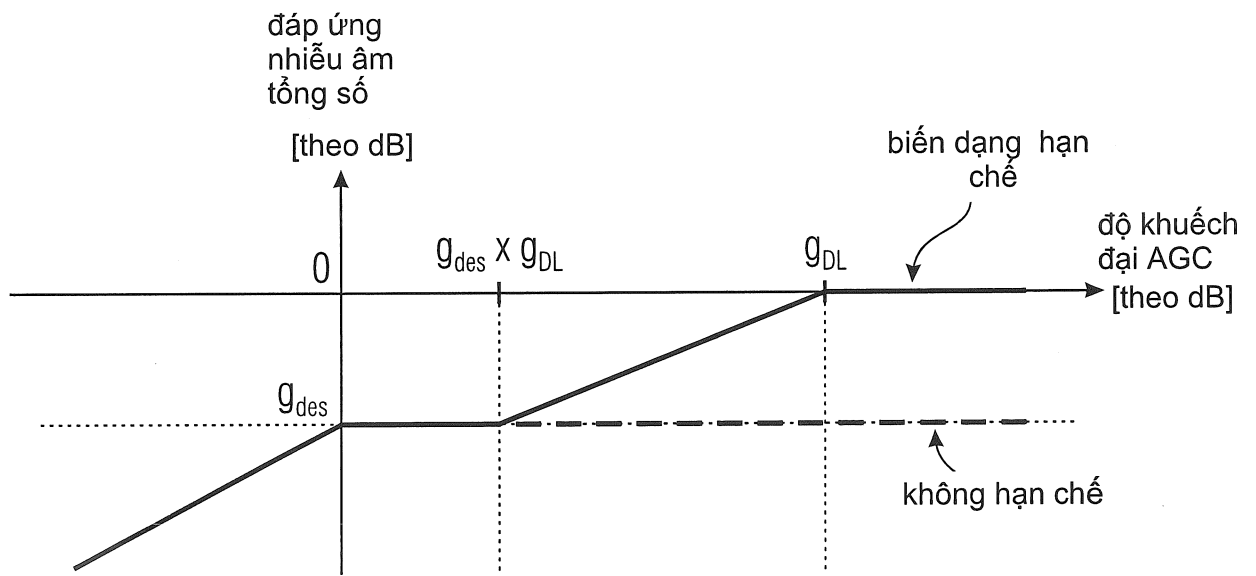


Fig. 10

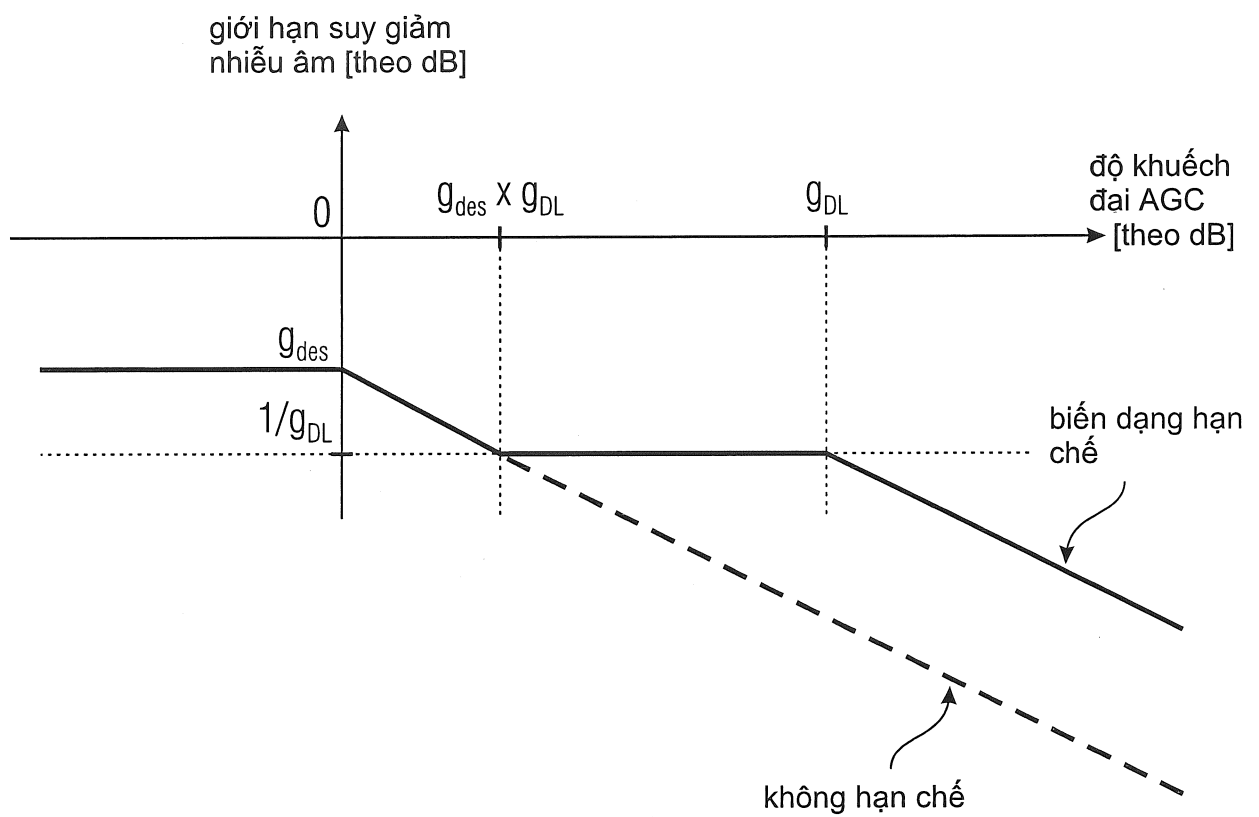


Fig. 11

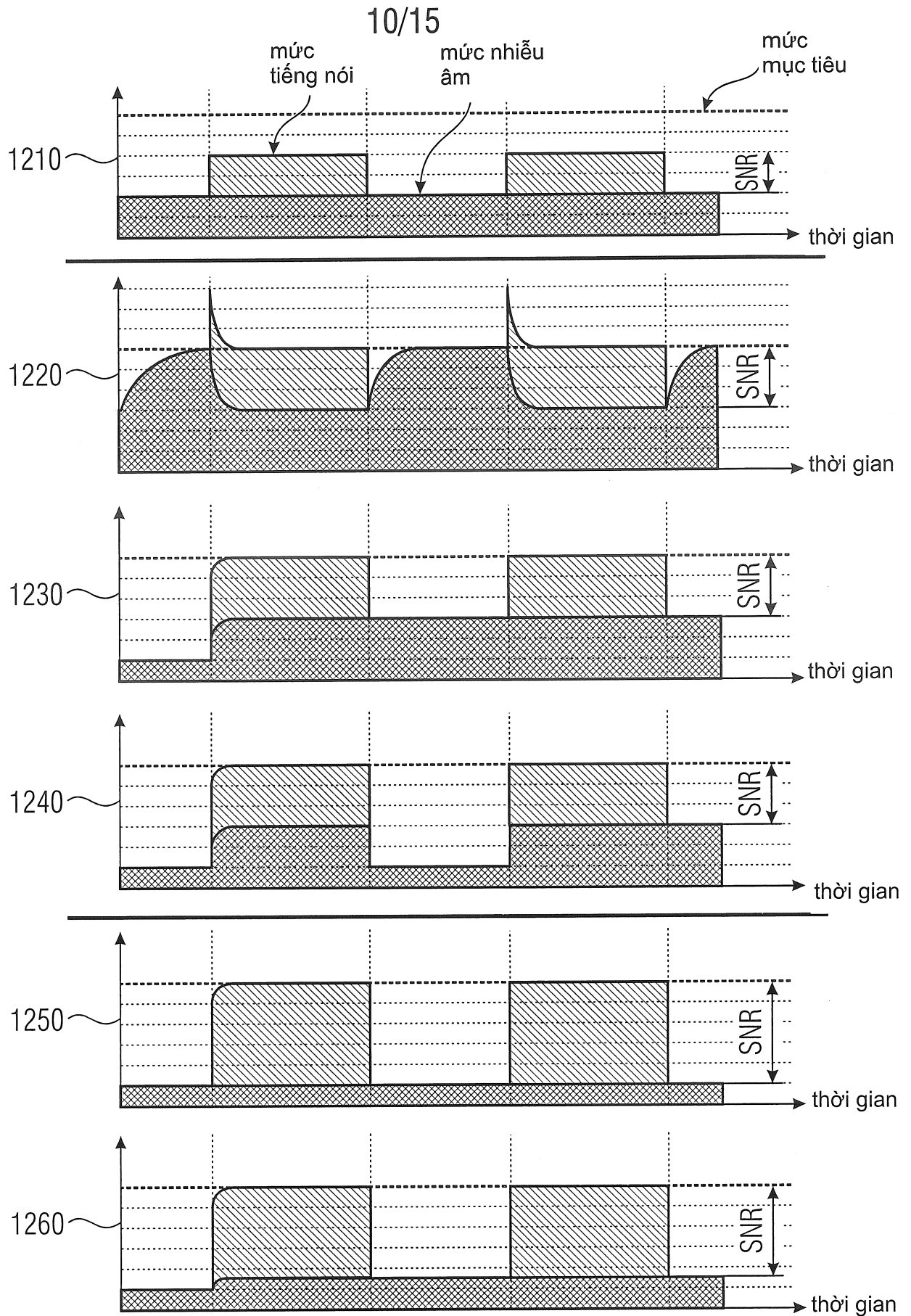


Fig. 12

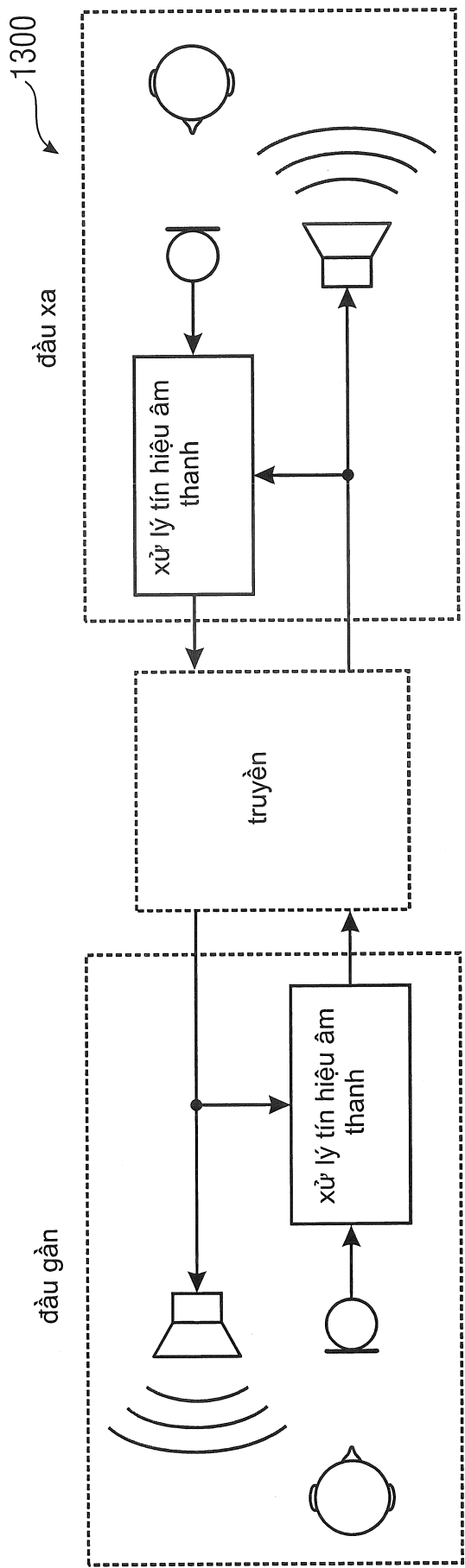


Fig. 13

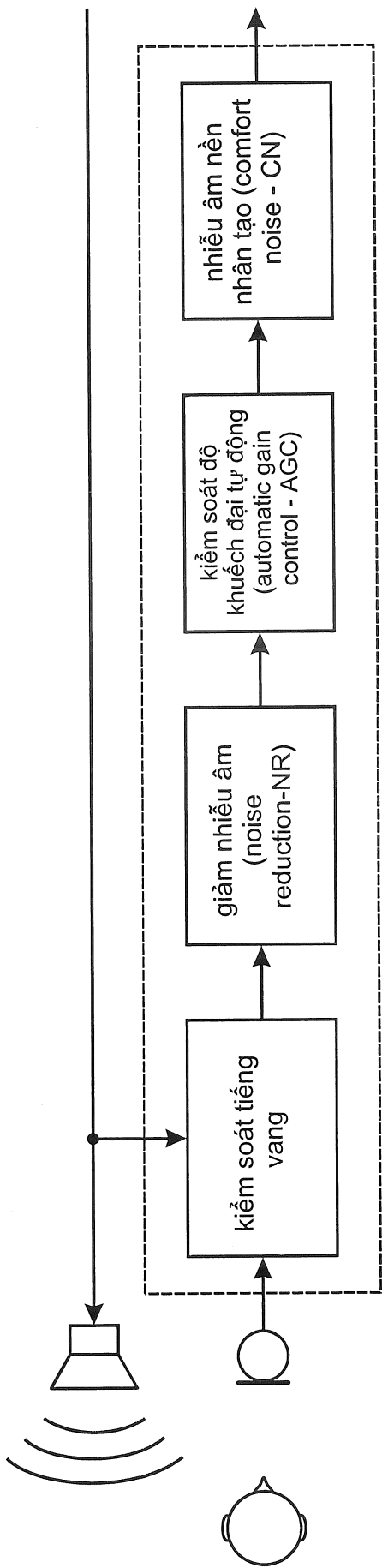


Fig. 14

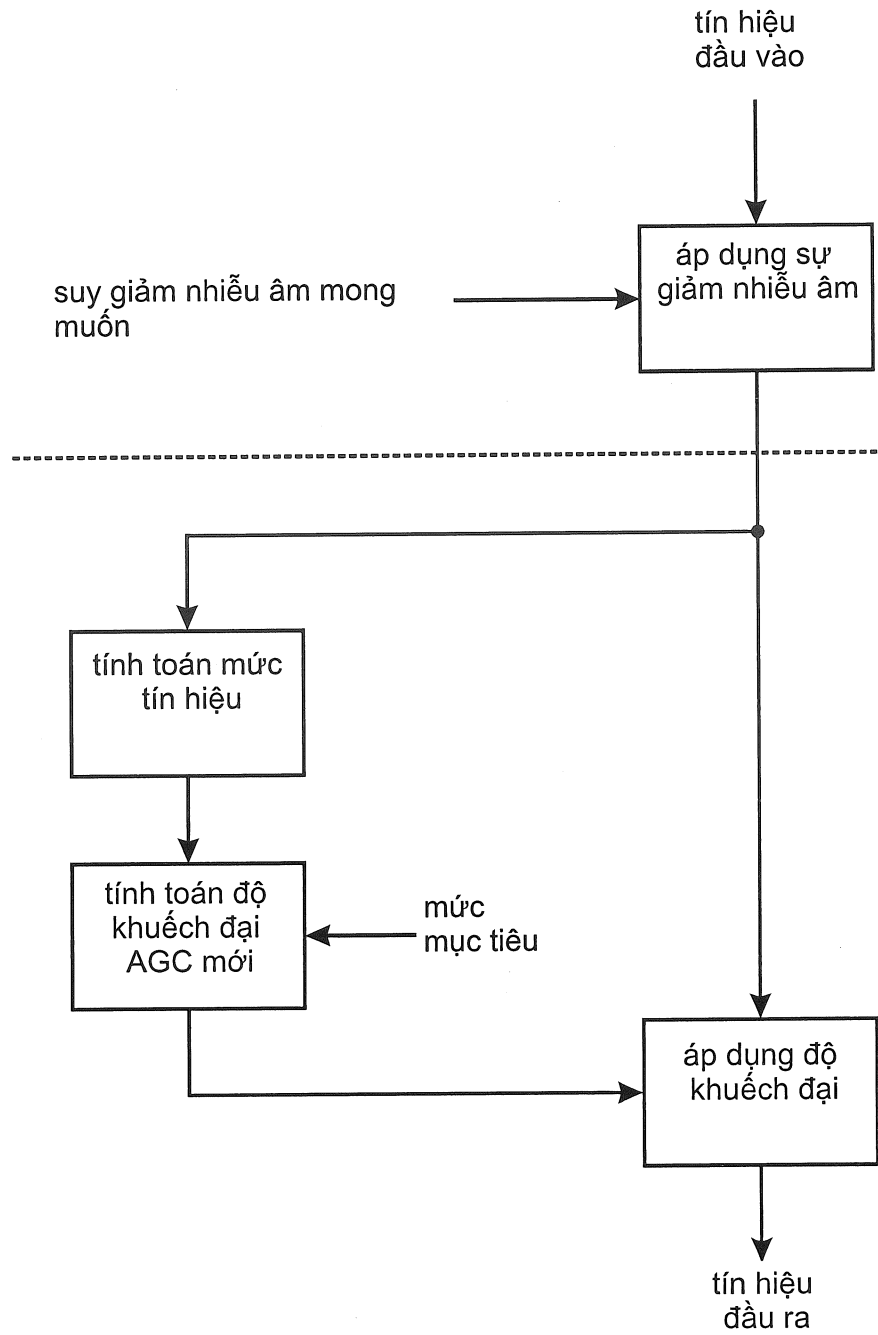


Fig. 15

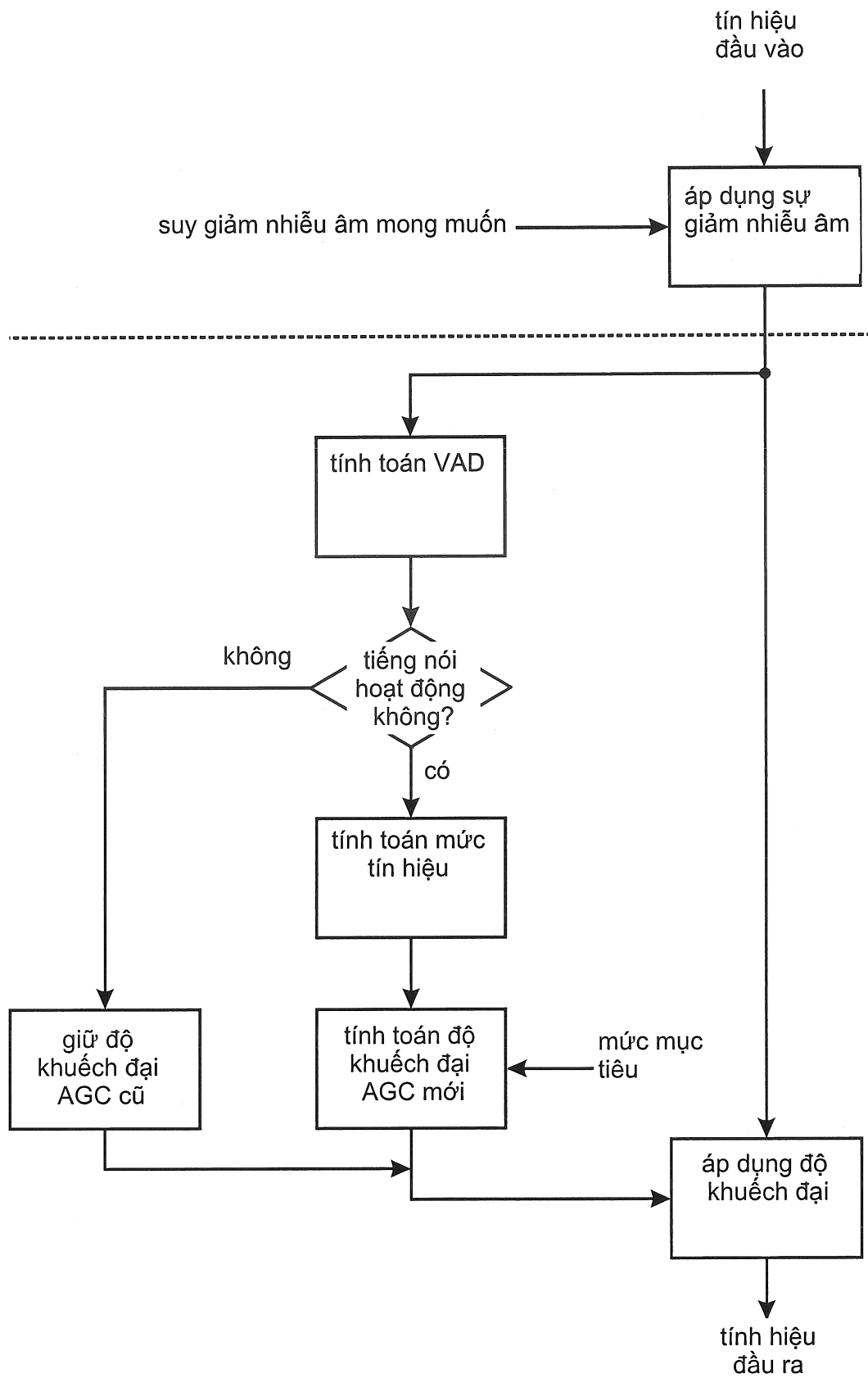


Fig. 16

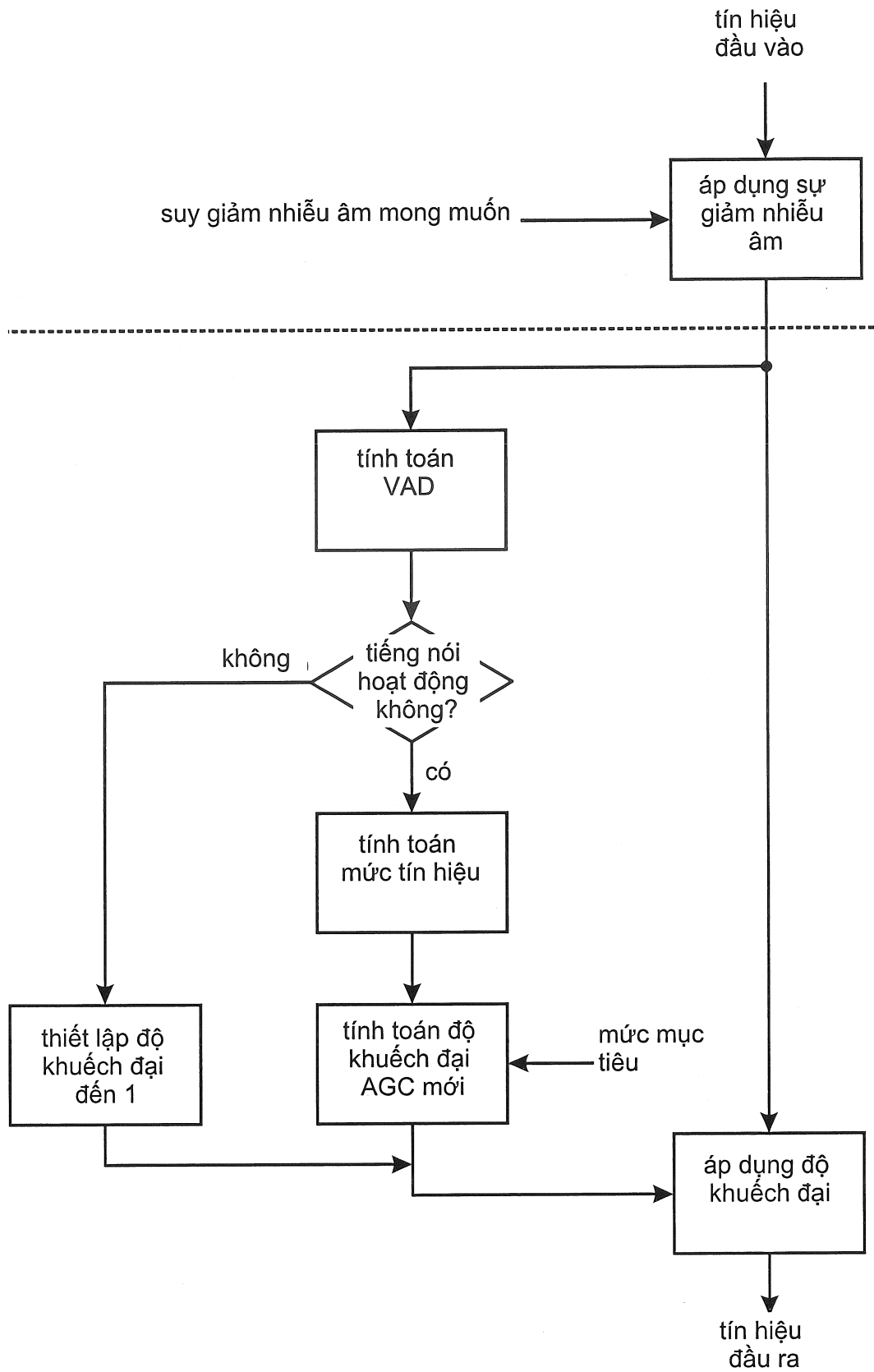


Fig. 17

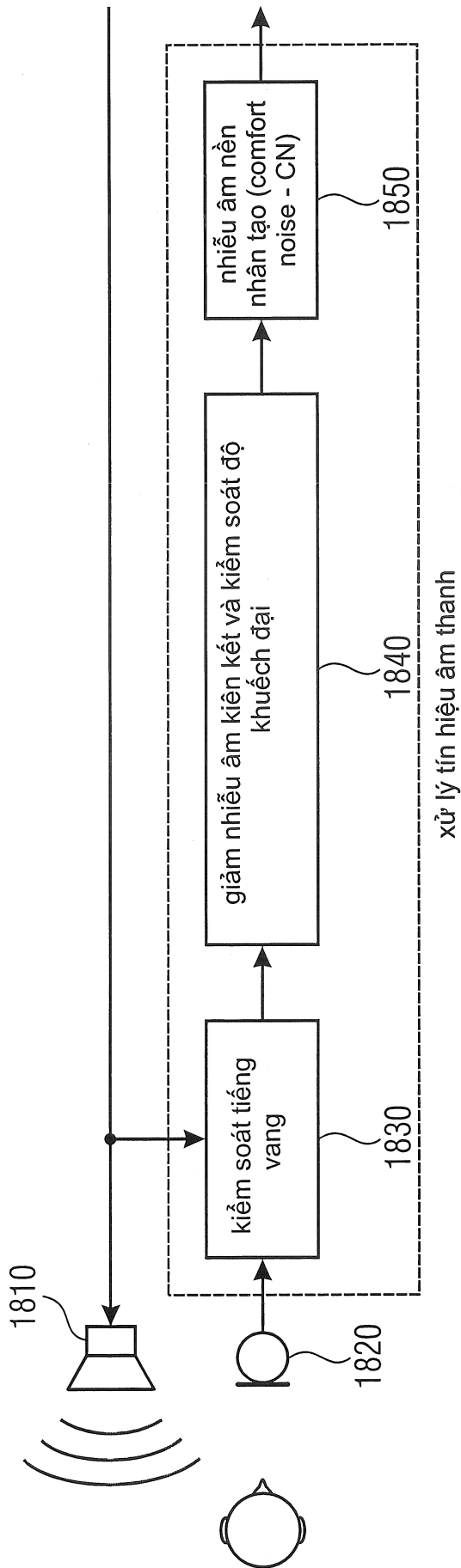


Fig. 18

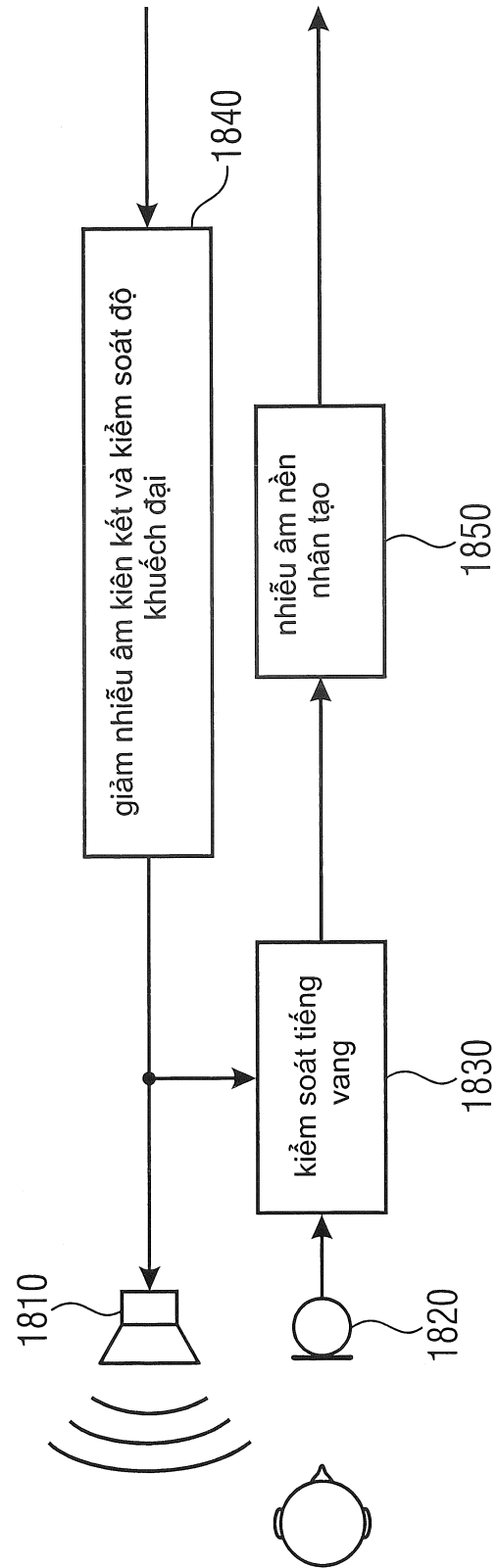


Fig. 19