



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

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

(11)



1-0025135

(51)⁷ G10L 21/02; G10L 21/04

(13) B

(21) 1-2015-04237

(22) 05/09/2011

(62) 1-2013-01187

(86) PCT/EP2011/065318 05/09/2011

(87) WO2012/034890A1 22/03/2012

(30) 61/383,441 16/09/2010 US; 61/419,164 02/12/2010 US

(45) 25/08/2020 389

(43) 25/06/2013 303A

(73) DOLBY INTERNATIONAL AB (SE)

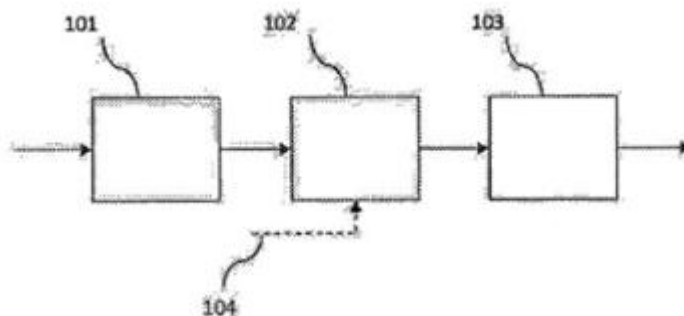
Apollo Building 3E, Herikerbergweg 1-35, NL-1101 CN Amsterdam Zuidoost,
Netherlands

(72) VILLEMOS, Lars (DK).

(74) Công ty TNHH Quốc tế D & N (D&N INTERNATIONAL CO.,LTD.)

(54) HỆ THỐNG VÀ PHƯƠNG PHÁP TẠO RA TÍN HIỆU ĐƯỢC CHUYỂN VỊ TẦN SỐ VÀ/HOẶC ĐƯỢC GIẢN THỜI GIAN VÀ VẬT MANG DỮ LIỆU LƯU TRỮ CÁC LỆNH CÓ THỂ ĐỌC ĐƯỢC BỞI MÁY TÍNH ĐỂ THỰC HIỆN PHƯƠNG PHÁP NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến hệ thống và phương pháp tạo ra tín hiệu được chuyển vị tần số và/hoặc được giãn thời gian. Cụ thể là, sáng chế đề xuất phương án thực hiện hiệu quả việc tái tạo tần số cao được nâng cao tích chéo (HFR), trong đó thành phần mới tại tần số $Q\Omega + r\Omega_0$ (Q : hệ số chuyển vị dải tần phụ; Ω : tần số vật lý; r : bậc chuyển vị tích chéo; Ω_0 : tần số cơ bản), được tạo ra trên cơ sở các thành phần đã có tại tần số Ω và $\Omega + \Omega_0$. Sáng chế đề xuất sự chuyển vị sóng hài dựa trên khối, trong đó khối thời gian của các mẫu dải tần phụ phức được xử lý với sự biến đổi pha thông thường. Sự xếp chồng của một số mẫu được biến đổi có hiệu ứng toàn phần hạn chế các tích điều biến tương hỗ không mong muốn, do đó cho phép độ phân giải tần số thô hơn và/hoặc mức độ tăng tần suất lấy mẫu thấp hơn được sử dụng. Theo một phương án, sáng chế còn bao gồm hàm cửa sổ thích hợp để sử dụng với HFR nâng cao tích chéo dựa trên khối. Phương án phần cứng của sáng chế có thể bao gồm dàn lọc phân tích (101), bộ phận xử lý dải tần phụ (102) có thể tạo cấu hình được bởi dữ liệu điều khiển (104) và dàn lọc tổng hợp (103). Ngoài ra, sáng chế còn đề xuất vật mang dữ liệu lưu trữ các lệnh có thể đọc được bởi máy tính để thực hiện phương pháp nêu trên.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hệ thống và phương pháp tạo ra tín hiệu được chuyển vị tần số và/hoặc được giãn thời gian. Cụ thể là, sáng chế đề cập đến các hệ thống mã hóa nguồn âm thanh có sử dụng phương pháp chuyển vị sóng hài để tái tạo tần số cao (HFR - High-Frequency Reconstruction), và các bộ xử lý hiệu ứng kỹ thuật số, chẳng hạn như các bộ kích thích tạo ra sự biến dạng sóng hài để tăng thêm độ sáng cho tín hiệu được xử lý, và bộ giãn thời gian mà kéo dài khoảng thời gian tín hiệu có nội dung phổ được duy trì.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong tài liệu công bố WO98/57436, khái niệm sự chuyển vị được thiết lập như là phương pháp để tái tạo lại dải tần số cao từ dải tần số thấp hơn của tín hiệu âm thanh. Việc tiết kiệm đáng kể tốc độ bit có thể thu được bằng cách sử dụng khái niệm này trong mã hóa âm thanh. Trong hệ thống mã hóa âm thanh dựa trên HFR, tín hiệu băng thông thấp được đưa vào bộ mã hóa dạng sóng cơ sở và các tần số cao hơn được tái tạo bằng cách sử dụng sự chuyển vị và thông tin biên bổ sung có tốc độ bit rất thấp thể hiện hình dạng phổ đích tại phía bộ giải mã. Do các tốc độ bit thấp, tại đó băng thông của tín hiệu được mã hóa cơ sở hẹp, nên việc tái tạo dải tần cao có các đặc tính thỏa mãn cảm quan trở nên càng quan trọng. Sự chuyển vị sóng hài được định rõ trong tài liệu công bố WO98/57436 thực hiện tốt đối với chất liệu âm nhạc phức tạp trong trường hợp tần số cắt thấp. Nguyên tắc của sự chuyển vị sóng hài là đường hình sin có tần số ω được ánh xạ đến đường hình sin có tần số $Q_\phi \omega$, trong đó $Q_\phi > 1$, là số nguyên xác định bậc chuyển vị. Ngược lại với điều này, HFR dựa trên điều biến dải biên đơn (SSB -single sideband modulation) ánh xạ đường hình sin có tần số ω đến đường hình sin có tần số $\omega + \Delta\omega$, trong đó $\Delta\omega$ là độ dịch tần số không đổi. Cho tín hiệu cơ sở có băng thông thấp, tạp âm chói tai sẽ là kết quả của sự chuyển vị SSB.

Để đạt chất lượng âm thanh tốt nhất có thể, các phương pháp HFR sóng hài chất lượng cao mới nhất sử dụng các dàn lọc được điều biến phức có độ phân giải tần số rất cao và mức độ tăng tần suất lấy mẫu cao để đạt được chất lượng âm thanh yêu cầu. Độ phân giải tần số cao là cần thiết để tránh biến dạng do điều biến tương hỗ không mong muốn xuất hiện do xử lý phi tuyến tính các tổng các đường hình sin. Với dải phụ đủ hẹp, các phương pháp chất lượng cao để có nhiều nhất là một đường hình sin trong mỗi dải phụ. Mức độ tăng tần suất lấy mẫu cao theo thời gian là cần thiết để tránh biến dạng kiểu răng cưa, và mức độ tăng tần suất lấy mẫu nhất định theo tần số là cần thiết để tránh tiếng vọng trước đối với các tín hiệu nhất thời. Điều hạn chế rõ ràng của phương pháp này là độ phức tạp tính toán trở nên rất cao.

Một điều hạn chế thông thường khác liên quan với bộ chuyển vị sóng hài trở nên rõ ràng đối với các tín hiệu có cấu trúc tuần hoàn nổi bật. Các tín hiệu này là sự xếp chồng của các đường hình sin liên quan đến sóng hài có các tần số $\Omega, 2\Omega, 3\Omega, \dots$, trong đó Ω là tần số cơ bản. Sau khi sự chuyển vị sóng hài của bậc Q_ϕ , đường hình sin đầu ra có các tần số $Q_\phi\Omega, 2Q_\phi\Omega, 3Q_\phi\Omega, \dots$, mà trong trường hợp $Q_\phi > 1$, chỉ là tập hợp con thực của các chuỗi sóng hài đầy đủ mong muốn. Xét về mặt tạo ra chất lượng âm thanh, cường độ “ảo” tương ứng với tần số cơ bản được chuyển vị $Q_\phi\Omega$ sẽ thường được nhận biết. Sự chuyển vị sóng hài thường gây ra đặc tính âm thanh “kim loại” của tín hiệu âm thanh được mã hóa và giải mã.

Trong tài liệu công bố WO2010/081892, được đưa vào đây bằng cách viện dẫn, phương pháp tích chéo đã được cải tiến để giải quyết vấn đề cường độ ảo nêu trên trong trường hợp chuyển vị chất lượng cao. Dựa vào thông tin đầy đủ được truyền dẫn hoặc một phần thông tin về giá trị tần số cơ bản của phần sóng hài trội của tín hiệu cần chuyển vị với độ chính xác cao hơn, các biến đổi dải phụ phi tuyến tính được bổ sung sự kết hợp phi tuyến tính của ít nhất hai dải tần phụ phân tích khác nhau, trong đó phân quang giữa các chỉ số dải tần phụ phân tích có liên quan đến tần số cơ bản. Kết quả là để tái tạo các phần bị mất trong đầu ra được chuyển vị, tuy nhiên, điều này xảy ra với mức chi phí tính toán đáng kể.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Để khắc phục những hạn chế của các phương pháp HFR nêu trên, mục đích của sáng chế là đề xuất phương án thực hiện hiệu quả hơn của HFR nâng cao tích chéo. Cụ thể là, sáng chế đề xuất phương pháp cho phép tái tạo âm thanh độ chính xác cao với chi phí tính toán được giảm so với các kỹ thuật trước đó.

Sáng chế đạt được ít nhất một trong các mục đích này bằng cách đề xuất các thiết bị và phương pháp như được nêu trong các điểm yêu cầu bảo hộ độc lập.

Theo khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề xuất hệ thống được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu được chuyển vị tần số và/hoặc được giãn thời gian từ tín hiệu đầu vào. Hệ thống này bao gồm:

dàn lọc phân tích được tạo cấu hình để thu được số lượng Y tín hiệu dải tần phụ phân tích từ tín hiệu đầu vào, trong đó mỗi tín hiệu dải tần phụ phân tích bao gồm các mẫu phân tích giá trị phức, mỗi mẫu này có pha và biên độ;

bộ phận xử lý dải tần phụ được tạo cấu hình để xác định tín hiệu dải tần phụ tổng hợp từ Y tín hiệu dải tần phụ phân tích bằng cách sử dụng hệ số chuyển vị dải tần phụ Q và hệ số giãn dải tần phụ S , ít nhất một hệ số trong các hệ số Q và S lớn hơn một, trong đó bộ phận xử lý dải tần phụ bao gồm:

bộ trích khối được tạo cấu hình để:

- i) tạo ra Y khung của L mẫu đầu vào, mỗi khung được trích từ các mẫu phân tích giá trị phức nêu trên trong tín hiệu dải tần phụ phân tích và độ dài khung là $L > 1$; và
- ii) áp dụng kích thước bước nhảy khối của h mẫu vào các mẫu phân tích, trước khi tạo ra khung tiếp theo của L mẫu đầu vào, nhờ đó tạo ra chuỗi các khung của các mẫu đầu vào;

bộ phận xử lý khung phi tuyến tính được tạo cấu hình để tạo ra, dựa trên Y khung tương ứng của các mẫu đầu vào được tạo ra bởi bộ trích khối, khung của các mẫu được xử lý bằng cách xác định pha và biên độ cho mỗi mẫu được xử lý của khung, trong đó, đối với ít nhất một mẫu được xử lý:

i) pha của mẫu được xử lý dựa trên các pha tương ứng của mẫu đầu vào tương ứng trong mỗi khung thuộc Y khung của các mẫu đầu vào; và

ii) biên độ của mẫu được xử lý dựa trên biên độ của mẫu đầu vào tương ứng trong mỗi khung thuộc Y khung của các mẫu đầu vào; và

bộ phận cộng và xếp chồng được tạo cấu hình để xác định tín hiệu dải tần phụ tổng hợp bằng cách xếp chồng và cộng các mẫu của chuỗi các khung của các mẫu được xử lý; và

dàn lọc tổng hợp được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu được chuyển vị tần số và/hoặc được giãn thời gian từ tín hiệu dải tần phụ tổng hợp.

Hệ thống có thể hoạt động đối với giá trị số nguyên dương bất kỳ của Y . Tuy nhiên, nó có thể hoạt động với ít nhất $Y = 2$.

Theo khía cạnh thứ hai, sáng chế đề xuất phương pháp tạo ra tín hiệu được chuyển vị tần số và/hoặc được giãn thời gian từ tín hiệu đầu vào. Phương pháp này bao gồm các bước:

thu được số lượng $Y \geq 2$ tín hiệu dải tần phụ phân tích từ tín hiệu đầu vào, trong đó mỗi tín hiệu dải tần phụ phân tích bao gồm các mẫu phân tích giá trị phức, mỗi mẫu có pha và biên độ;

tạo ra Y khung gồm có L mẫu đầu vào, mỗi khung này được trích từ các mẫu phân tích giá trị phức nêu trên trong tín hiệu dải tần phụ phân tích và độ dài khung là $L > 1$;

áp dụng kích thước bước nhảy khối của h mẫu cho các mẫu phân tích nêu trên, trước khi thu được khung tiếp theo của L mẫu đầu vào, nhờ đó tạo ra chuỗi các khung của các mẫu đầu vào;

tạo ra, dựa trên Y khung tương ứng của các mẫu đầu vào, khung của các mẫu được xử lý bằng cách xác định pha và biên độ cho mỗi mẫu được xử lý của khung, trong đó, đối với ít nhất một mẫu được xử lý:

pha của mẫu được xử lý dựa trên các pha tương ứng của mẫu đầu vào tương ứng trong ít nhất một khung thuộc Y khung của các mẫu đầu vào; và

biên độ của mẫu được xử lý dựa trên biên độ của mẫu đầu vào tương ứng trong mỗi khung thuộc Y khung của các mẫu đầu vào;

xác định tín hiệu dải tần phụ tổng hợp bằng cách xếp chồng và cộng các mẫu của chuỗi các khung của các mẫu được xử lý; và

tạo ra tín hiệu được chuyển vị tần số và/hoặc được giãn thời gian từ tín hiệu dải tần phụ tổng hợp.

Ở đây, Y là số nguyên tùy ý lớn hơn một. Hệ thống theo khía cạnh thứ nhất có thể hoạt động để thực hiện phương pháp với ít nhất $Y = 2$.

Theo khía cạnh thứ ba, sáng chế đề xuất sản phẩm chương trình máy tính bao gồm phương tiện có thể đọc được bởi máy tính (hoặc vật mang dữ liệu) lưu trữ các lệnh phần mềm để khiến cho máy tính có thể lập trình được thực thi phương pháp theo khía cạnh thứ hai.

Sáng chế dựa trên việc nhận thấy rằng các khái niệm tổng quát về HFR nâng cao tích chéo sẽ cho các kết quả cải thiện khi dữ liệu được xử lý được sắp xếp trong các khối của các mẫu dải tần phụ phức. Thêm vào đó, điều này làm cho có thể áp dụng độ lệch pha từng khung cho các mẫu, mà được thấy là làm giảm các kết quả điều biến tương hỗ trong một số trường hợp. Hơn nữa, có thể áp dụng sự điều chỉnh biên độ, mà có thể dẫn đến các hiệu ứng có lợi tương tự. Phương án thực hiện sáng tạo của HFR nâng cao tích chéo bao gồm sự chuyển vị sóng hài dựa trên khối dải tần phụ, có thể giảm một cách đáng kể kết quả điều biến tương hỗ. Do đó, dàn lọc có độ phân giải tần số thô và/hoặc mức độ tăng tần suất lấy mẫu thấp hơn (chẳng hạn như dàn lọc QMF) có thể được sử dụng trong khi bảo toàn chất lượng đầu ra cao. Trong quá trình xử lý dựa trên khối dải tần phụ, khối thời gian của các mẫu dải tần phụ phức được xử lý nhờ biến đổi pha thông thường, và sự xếp chồng các mẫu được biến đổi để tạo ra mẫu dải tần phụ đầu ra có hiệu ứng thuận về việc nén các sản phẩm điều biến tương hỗ mà mặt khác, có thể xảy ra khi tín hiệu dải tần phụ đầu vào gồm các đường hình sin. Sự chuyển vị dựa trên việc xử lý

dải tần phụ dựa trên khối có độ phức tạp tính toán thấp hơn nhiều so với các bộ chuyển vị độ phân giải cao và đạt gần như cùng chất lượng đối với nhiều tín hiệu.

Vì mục đích của sáng chế, với lưu ý là các phương án của sáng chế với $Y \geq 2$, bộ phận xử lý phi tuyến tính sử dụng Y khung “tương ứng” của các mẫu đầu vào làm đầu vào theo ý nghĩa là các khung này đồng là bộ hoặc gần như đồng bộ. Ví dụ, các mẫu trong các khung tương ứng có thể liên quan đến khoảng thời gian có sự xếp chồng thời gian đáng kể giữa các khung. Thuật ngữ “tương ứng” cũng được sử dụng đối với các mẫu để chỉ thị rằng các mẫu này đồng bộ hoặc gần như đồng bộ. Hơn thế nữa, thuật ngữ “khung” sẽ được sử dụng có thể hoán đổi được với thuật ngữ “khối”. Do đó, “kích thước bước nhảy khối” có thể bằng độ dài khung (có thể được điều chỉnh đối với bước giảm tần suất lấy mẫu nếu bước này được áp dụng) hoặc có thể nhỏ hơn độ dài khung (có thể được điều chỉnh đối với bước giảm tần suất lấy mẫu nếu bước này được áp dụng), trong trường hợp các khung liên tiếp xếp chồng theo ý nghĩa là mẫu đầu vào có thể thuộc vào nhiều hơn một khung. Hệ thống không cần thiết tạo ra mẫu được xử lý trong khung bằng cách xác định pha và biên độ của nó dựa trên pha và biên độ của tất cả Y khung tương ứng của các mẫu đầu vào; không tách khỏi sáng chế, hệ thống có thể tạo ra pha và/hoặc biên độ của một số mẫu được xử lý dựa trên số lượng nhỏ hơn các mẫu đầu vào tương ứng, hoặc chỉ dựa trên một mẫu đầu vào.

Theo một phương án, dàn lọc phân tích là dàn lọc gương cầu phương (QMF) hoặc dàn lọc gương cầu phương giả (pseudo-QMF) có số lượng bất kỳ các nút và điểm. Ví dụ là dàn QMF 64 điểm. Dàn lọc phân tích hơn nữa có thể được lựa chọn từ nhóm các biến đổi Fourier rời rạc được chia cửa sổ hoặc biến đổi sóng con. Có lợi, nếu dàn lọc tổng hợp khớp với dàn lọc phân tích bằng cách lần lượt là dàn QMF ngược, dàn QMF giả ngược, v.v.. Điều đã biết là các dàn lọc này có thể có độ phân giải tần số thô tương đối và/hoặc mức độ tăng tần suất lấy mẫu thấp tương đối. Khác với kỹ thuật trước đây, sáng chế có thể được thực hiện bằng cách sử dụng các bộ phận tương đối đơn giản hơn này mà không nhất thiết bị giảm chất lượng âm thanh đầu ra; do đó, các phương án này thể hiện ưu điểm về kinh tế so với các kỹ thuật trước đây.

Theo một phương án, một hoặc nhiều điểm sau về dàn lọc phân tích là đúng:

khoảng thời gian phân tích là Δt_A ;

khoảng cách tần số phân tích là Δf_A ;

dàn lọc phân tích bao gồm $N > 1$ các dải tần phụ phân tích được gán chỉ số bởi chỉ số dải tần phụ phân tích $n = 0, \dots, N - 1$;

dải tần phụ phân tích được kết hợp với dải tần số của tín hiệu đầu vào.

Theo một phương án, một hoặc nhiều điểm sau về dàn lọc tổng hợp là đúng:

khoảng thời gian tổng hợp là Δt_S ;

khoảng cách tần số tổng hợp là Δf_S ;

dàn lọc tổng hợp bao gồm $M > 1$ các dải tần phụ tổng hợp được gán chỉ số bởi chỉ số dải tần phụ tổng hợp $m = 0, \dots, M - 1$;

dải tần phụ tổng hợp được kết hợp với dải tần số của tín hiệu được chuyển vị tần số và/hoặc được giãn thời gian.

Theo một phương án, bộ phận xử lý khung phi tuyến tính được điều chỉnh phù hợp để nhập vào hai khung ($Y = 2$) để tạo ra một khung của các mẫu được xử lý, và bộ phận xử lý dải tần phụ bao gồm bộ phận điều khiển xử lý chéo để tạo ra dữ liệu điều khiển xử lý chéo. Nhờ đó bằng cách xác định các đặc tính định tính và/hoặc định lượng của bước xử lý dải tần phụ, sáng chế đạt được tính linh hoạt và tính thích ứng. Dữ liệu điều khiển có thể xác định các dải tần phụ (ví dụ, được nhận biết bằng các chỉ số) mà chênh lệch về tần số bằng tần số cơ bản của tín hiệu đầu vào. Nói cách khác, các chỉ số nhận biết các dải tần phụ có thể chênh lệch bằng số nguyên xấp xỉ tỷ số của tần số cơ bản này được chia theo khoảng cách tần số phân tích. Điều này dẫn đến đầu ra thỏa mãn tâm lý âm học, khi các thành phần phổ mới được tạo ra bởi sự chuyển vị sóng hài sẽ tương thích với chuỗi các sóng hài tự nhiên.

Theo sự cải tiến hơn nữa của phương án trước, các chỉ số dải tần phụ phân tích (đầu vào) và tổng hợp (đầu ra) được lựa chọn để thỏa mãn phương trình (16) dưới đây. Tham số σ xuất hiện trong phương trình này làm nó áp dụng được cho cả các dàn lọc được sắp xếp chẵn và lẻ. Khi các chỉ số dải tần phụ thu được như là nghiệm gần đúng (ví dụ, bình phương nhỏ nhất) cho phương trình (16), thành phần phổ mới thu được bởi sự chuyển vị sóng hài sẽ có khả năng tương thích với chuỗi các sóng hài tự nhiên. Do đó,

HFR sẽ có khả năng cung cấp sự tái tạo tín hiệu gốc đã có nội dung tần số cao được loại bỏ.

Sự cải tiến hơn nữa của phương án trước đề xuất cách lựa chọn tham số r có mặt trong phương trình (16) và thể hiện bậc chuyển vị tích chéo. Dựa vào chỉ số dải tần phụ số đầu ra m , mỗi giá trị của sự chuyển vị bậc r sẽ xác định hai chỉ số dải tần phụ phân tích n_1, n_2 . Sự cải tiến thêm này đánh giá các biên độ của hai dải tần phụ để được số lượng r tùy chọn và lựa chọn giá trị mà cho tối đa hóa giá trị tối thiểu của hai biên độ dải tần phụ phân tích. Cách lựa chọn chỉ số này có thể tránh sự cần thiết phải khôi phục biên độ đầy đủ bằng cách khuếch đại các thành phần yếu của tín hiệu đầu vào, các thành phần này có thể dẫn đến chất lượng đầu ra thấp. Về việc này, các biên độ dải tần phụ có thể được tính toán theo cách đã biết, chẳng hạn như bằng cách lấy căn bậc hai của các mẫu đầu vào được bình phương tạo ra khung (khối) hoặc một phần của khung. Biên độ dải tần phụ cũng có thể được tính toán như là biên độ của mẫu trung tâm hoặc gần trung tâm trong khung. Sự tính toán như vậy có thể cung cấp phép đo biên độ đơn giản nhưng đầy đủ.

Theo sự cải tiến hơn nữa của phương án trước, dải tần phụ tổng hợp có thể nhận sự góp phần từ các đối tượng chuyển vị sóng hài theo cả cách xử lý trực tiếp và xử lý dựa trên tích chéo. Về việc này, các tiêu chuẩn quyết định có thể được áp dụng để xác định xem liệu có khả năng cụ thể của việc tái tạo phần bị mất bằng cách xử lý dựa trên tích chéo sẽ được sử dụng hay không. Ví dụ, sự cải tiến hơn nữa này có thể được điều chỉnh phù hợp để kiểm chế sử dụng một bộ phận xử lý dải tần phụ chéo nếu một trong các điều kiện sau đây được thỏa mãn:

a) tỷ lệ của biên độ M_S của dải tần phụ phân tích số hạng nguồn trực tiếp tạo ra dải tần phụ tổng hợp và biên độ nhỏ nhất M_C trong cặp số hạng nguồn chéo tối ưu tạo ra dải tần phụ tổng hợp lớn hơn hằng số được định trước;

b) dải tần phụ tổng hợp đã nhận sự góp phần đáng kể từ bộ phận xử lý trực tiếp;

c) tần số cơ bản Ω_0 nhỏ hơn phân quãng dàn lọc phân tích Δf_A .

Theo một phương án, sáng chế bao gồm việc giảm tần suất lấy mẫu (lấy một phần mười) tín hiệu đầu vào. Thực vậy, một hoặc nhiều khung của các mẫu đầu vào có thể

được xác định bằng cách giảm tần suất lấy mẫu các mẫu phân tích giá trị phức trong dải tần phụ, như có thể được tác động bởi bộ trích khối.

Theo sự cải tiến hơn nữa của phương án trước, các hệ số giảm tần suất lấy mẫu cần áp dụng thỏa mãn phương trình (15) dưới đây. Cả hai hệ số giảm tần suất lấy mẫu không được phép bằng không, do điều này tương ứng với trường hợp nghiệm tầm thường. Phương trình (15) xác định quan hệ giữa các hệ số giảm tần suất lấy mẫu D_1 , D_2 với hệ số giãn dải tần phụ S và hệ số chuyển vị dải tần phụ Q , và hơn nữa với các hệ số pha T_1 , T_2 có mặt trong biểu thức (13) để xác định pha của mẫu được xử lý. Điều này đảm bảo việc khớp pha của các mẫu được xử lý với các thành phần khác của tín hiệu đầu vào, mà các mẫu được xử lý được cộng vào các thành phần này.

Theo một phương án, các khung của các mẫu được xử lý chia cửa sổ trước khi chúng được xếp chồng và cộng vào với nhau. Bộ phận chia cửa sổ có thể được điều chỉnh phù hợp để áp dụng hàm cửa sổ có độ dài hữu hạn cho các khung của các mẫu được xử lý. Các hàm cửa sổ thích hợp được liệt kê trong các điểm yêu cầu bảo hộ phụ thuộc.

Ngay từ đầu, tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng các phương pháp tích chéo mà được bộc lộ trong tài liệu công bố WO2010/081892 không phải hoàn toàn tương thích với kỹ thuật xử lý dựa trên khối dải tần phụ. Mặc dù phương pháp này có thể được áp dụng thỏa đáng cho một trong các mẫu dải tần phụ trong khối, nhưng nó có thể gây ra các nhiễu răng cưa nhân tạo nếu phương pháp này được mở rộng một cách hiển nhiên đến các mẫu khác của khối. Để giải quyết vấn đề này, phương án sử dụng các hàm cửa sổ bao gồm các mẫu cửa sổ, các mẫu này cộng lên thành chuỗi gần như không đổi khi được gán trọng số bởi các trọng số phức và được dịch chuyển bằng một kích thước bước nhảy. Kích thước bước nhảy có thể là tích của kích thước bước nhảy khối h và hệ số giãn dải tần phụ S . Việc sử dụng các hàm cửa sổ này làm giảm sự tác động của các nhiễu răng cưa nhân tạo. Ngoài ra hoặc theo cách khác, các hàm cửa sổ này cũng có thể cho phép các biện pháp khác để làm giảm các nhiễu nhân tạo, chẳng hạn như sự xoay pha của các mẫu được xử lý.

Tốt hơn là, các trọng số phức liên tiếp, mà được sử dụng để đánh giá điều kiện trên các mẫu cửa sổ, chỉ chênh lệch bởi sự xoay pha cố định. Tốt hơn nữa nếu sự xoay

pha cố định này là tỷ lệ với tần số cơ bản của tín hiệu đầu vào. Sự xoay pha cũng có thể tỷ lệ với bậc chuyển vị tích chéo cần được áp dụng và/hoặc tỷ lệ với tham số chuyển vị vật lý và/hoặc tỷ lệ với độ chênh lệch của các hệ số giảm tần suất lấy mẫu và/hoặc tỷ lệ với khoảng thời gian phân tích. Sự xoay pha có thể được cho bởi phương trình (21), ít nhất theo nghĩa gần đúng.

Theo một phương án, sáng chế cho phép sự chuyển vị sóng hài nâng cao tích chéo bằng cách hiệu chỉnh việc chia cửa sổ tổng hợp để đáp ứng với tham số tần số cơ bản.

Theo một phương án, các khung kế tiếp của các mẫu được xử lý được cộng thêm cùng với sự xếp chồng nhất định. Để đạt được sự xếp chồng thích hợp, các khung kế tiếp của các khung được xử lý được dịch chuyển thích hợp bằng một kích thước bước nhảy, kích thước bước nhảy này là kích thước bước nhảy khối h được nâng theo tỷ lệ bởi hệ số giãn dải tần phụ S . Do đó, nếu sự xếp chồng của các khung liên tiếp của mẫu đầu vào là $L - h$, thì sự xếp chồng của các khung liên tiếp của các mẫu được xử lý có thể là $S(L - h)$.

Theo một phương án, hệ thống theo sáng chế có khả năng hoạt động không chỉ để tạo ra mẫu được xử lý dựa trên $Y = 2$ mẫu đầu vào, mà còn dựa trên $Y = 1$ mẫu. Do đó, hệ thống có thể tái tạo các phần bị mất không chỉ nhờ phương pháp tiếp cận dựa trên tích chéo (chẳng hạn như bởi phương trình (13)) mà còn nhờ phương pháp tiếp cận dải tần phụ trực tiếp (chẳng hạn như bởi phương trình (5) hoặc (11)). Tốt hơn là, bộ phận điều khiển được tạo cấu hình để điều khiển hoạt động của hệ thống, bao gồm phương pháp tiếp cận được sử dụng để tái tạo phần bị mất cụ thể.

Theo sự cải tiến hơn nữa của phương án trước, hệ thống còn được làm thích ứng để tạo ra mẫu được xử lý dựa trên nhiều hơn ba mẫu, cụ thể là, đối với $Y \geq 3$. Ví dụ, mẫu được xử lý có thể thu được bởi các trường hợp chuyển vị sóng hài dựa trên tích chéo có thể góp phần vào mẫu được xử lý, hoặc mẫu được xử lý có thể thu được bởi các quá trình xử lý dải tần phụ trực tiếp, hoặc bởi sự kết hợp của chuyển vị tích chéo và chuyển vị trực tiếp. Sự lựa chọn thích ứng phương pháp chuyển vị này cung cấp HFR đa năng và mạnh. Do đó, phương án này có khả năng thực hiện phương pháp theo khía cạnh thứ hai của sáng chế đối với $Y = 3, 4, 5$ v.v..

Một phương án được tạo cấu hình để xác định mẫu được xử lý như là số phức có biên độ, biên độ này là giá trị trung bình của các biên độ riêng của các mẫu đầu vào

tương ứng. Giá trị trung bình này có thể là dạng số học (có trọng số), dạng hình học (có trọng số) hoặc trung bình sóng hài (có trọng số) của hai hoặc nhiều hơn các mẫu đầu vào. Trong trường hợp $Y = 2$, giá trị trung bình được dựa trên hai mẫu đầu vào phức. Tốt hơn là, biên độ của mẫu được xử lý là giá trị hình học có trọng số. Tốt hơn nữa là, giá trị hình học được gán trọng số bởi các tham số ρ và $1 - \rho$, như trong phương trình (13). Tại đây, tham số gán trọng số biên độ hình học ρ là số thực tỷ lệ nghịch với hệ số chuyển vị dải tần phụ Q . Tham số ρ còn có thể tỷ lệ nghịch với hệ số giãn S .

Theo một phương án, hệ thống được làm thích ứng để xác định mẫu được xử lý như là số phức có pha, pha này là sự kết hợp tuyến tính của các pha riêng của các mẫu đầu vào tương ứng trong các khung của các mẫu đầu vào. Cụ thể là, sự kết hợp tuyến tính có thể bao gồm các pha liên quan đến hai mẫu đầu vào ($Y = 2$). Sự kết hợp tuyến tính của hai pha có thể áp dụng các hệ số nguyên khác không, tổng của chúng bằng hệ số giãn S nhân với hệ số chuyển vị dải tần phụ Q . Một cách tùy ý, pha thu được bởi sự kết hợp tuyến tính này còn được điều chỉnh bởi tham số hiệu chỉnh pha cố định. Pha của mẫu được xử lý có thể được cho bởi phương trình (13).

Theo một phương án, bộ trích khối (hoặc bước tương tự trong phương pháp của sáng chế) được làm thích ứng để nội suy hai hoặc nhiều hơn các mẫu phân tích từ tín hiệu dải tần phụ phân tích để thu được một mẫu đầu vào, mẫu này sẽ nằm trong khung (khối). Sự nội suy này có thể cho phép trộn xuống tín hiệu đầu vào theo hệ số không nguyên. Các mẫu phân tích sẽ được nội suy có thể hoặc không thể liên tiếp.

Theo một phương án, cấu hình của quá trình xử lý dải tần phụ có thể được điều khiển bởi dữ liệu điều khiển được cung cấp từ bên ngoài đơn vị tác động quá trình xử lý. Dữ liệu điều khiển có thể liên quan đến các đặc tính âm học tức thời của tín hiệu đầu vào. Ví dụ, bản thân hệ thống này có thể bao gồm phần được làm thích ứng để xác định các đặc tính âm học tức thời của tín hiệu, chẳng hạn như tần số cơ bản (chủ yếu) của tín hiệu. Kiến thức về tần số cơ bản cung cấp chỉ dẫn trong việc lựa chọn các dải tần phụ phân tích từ đó sẽ thu được các mẫu được xử lý. Một cách thích hợp, phân quang của các dải tần phụ phân tích tỷ lệ với tần số cơ bản này của tín hiệu đầu vào. Theo cách khác, dữ liệu điều khiển cũng có thể được cung cấp từ bên ngoài hệ thống, tốt hơn là bằng cách được bao gồm trong định dạng mã hóa thích hợp để truyền dẫn như là dòng bit trên mạng

truyền thông kỹ thuật số. Ngoài dữ liệu điều khiển, định dạng mã hóa này có thể bao gồm thông tin liên quan đến các thành phần tần số thấp hơn của tín hiệu (ví dụ, các thành phần tại vị trí 701 trên Fig.7). Tuy nhiên, vì lợi ích của sự tiết kiệm băng thông, định dạng này tốt hơn là không bao gồm thông tin hoàn chỉnh liên quan đến các thành phần tần số cao hơn (vị trí 702), mà có thể được tái tạo bởi sáng chế. Một cách cụ thể, sáng chế có thể đề xuất hệ thống giải mã có bộ phận nhận dữ liệu điều khiển được tạo cấu hình để nhận dữ liệu điều khiển này, dữ liệu điều khiển hoặc được bao gồm trong dòng bit nhận được mà cũng mã hóa tín hiệu đầu vào hoặc được nhận như là tín hiệu hoặc dòng bit riêng biệt.

Một phương án đề xuất kỹ thuật để thực hiện một cách hiệu quả việc tính toán phát sinh bởi phương pháp của sáng chế. Để đạt được mục tiêu này, phần cứng theo phương án thực hiện có thể bao gồm bộ tiền chuẩn hóa để định lại tỷ lệ biên độ của các mẫu đầu vào tương ứng trong vài khung trong số Y khung mà các mẫu được xử lý được dựa trên các khung này. Sau bước định lại tỷ lệ, mẫu được xử lý có thể được tính toán như là tích phức (có trọng số) của các mẫu đầu vào được định lại tỷ lệ và, có thể, không được định lại tỷ lệ. Mẫu đầu vào có mặt như là hệ số được định lại tỷ lệ trong tích thường không cần xuất hiện lại như là hệ số không được định lại tỷ lệ. Với ngoại lệ có thể của tham số hiệu chỉnh pha θ , có thể đánh giá phương trình (13) là tích của các mẫu đầu vào phức (có thể được định lại tỷ lệ). Điều này thể hiện ưu điểm tính toán so sánh với các xử lý riêng biệt của biên độ và pha của mẫu được xử lý.

Theo một phương án, hệ thống được tạo cấu hình đối với trường hợp $Y = 2$ bao gồm hai bộ trích khối được làm thích ứng để tạo thành một khung của các mẫu đầu, theo cách hoạt động song song.

Theo sự cải tiến hơn nữa của các phương án tương ứng với $Y \geq 3$, hệ thống có thể bao gồm nhiều bộ phận xử lý dải tần phụ, mỗi bộ phận này được tạo cấu hình để xác định tín hiệu dải tần phụ tổng hợp trung gian bằng cách sử dụng hệ số chuyển vị dải tần phụ khác và/hoặc hệ số giãn dải tần phụ khác và/hoặc phương pháp chuyển vị khác dựa trên tích chéo hoặc trực tiếp. Các bộ phận xử lý dải tần phụ có thể được sắp xếp song song, để hoạt động song song. Theo phương án này, hệ thống còn có thể bao gồm bộ phận hợp nhất được sắp xếp sau các bộ phận xử lý dải tần phụ và trước dàn lọc tổng hợp. Bộ phận hợp nhất có thể được làm thích ứng để kết hợp (ví dụ, bằng cách trộn lẫn nhau) các tín

hiệu dải tần phụ tổng hợp trung gian tương ứng để thu được tín hiệu dải tần phụ tổng hợp. Như đã được lưu ý, dải tần phụ tổng hợp trung gian mà được kết hợp có thể đã thu được nhờ cả chuyển vị sóng hài trực tiếp và dựa trên tích chéo. Hệ thống theo phương án này còn có thể bao gồm bộ giải mã gốc để giải mã dòng bit thành tín hiệu đầu vào. Nó cũng có thể bao gồm bộ xử lý HFR được làm thích ứng để áp dụng thông tin dải phổ, đặc biệt là bằng cách thực hiện tạo hình phổ. Sự hoạt động của bộ phận xử lý HFR có thể được điều khiển bởi thông tin được mã hóa trong dòng bit.

Một phương án đề xuất HFR của các tín hiệu đa chiều, ví dụ, trong hệ thống tái tạo âm thanh ở định dạng âm thanh nổi bao gồm Z kênh, chẳng hạn như trái, phải, giữa, vòm, v.v.,. Trong một phương án thực hiện có thể để xử lý tín hiệu đầu vào có nhiều kênh, các mẫu được xử lý của mỗi kênh được dựa trên cùng số lượng các mẫu đầu vào mặc dù hệ số giãn S và hệ số chuyển vị Q cho mỗi dải có thể thay đổi giữa các kênh. Để đạt được điều này, phương án thực hiện có thể bao gồm dàn lọc phân tích để tạo ra Y tín hiệu dải tần phụ phân tích từ mỗi kênh, bộ phận xử lý dải tần phụ để tạo ra Z tín hiệu dải tần phụ và dàn lọc tổng hợp để tạo ra Z tín hiệu được chuyển vị tần số và/hoặc được giãn thời gian, mà các tín hiệu này tạo thành tín hiệu đầu ra.

Theo các biến đổi so với phương án trước, tín hiệu đầu ra có thể bao gồm các kênh đầu ra mà được dựa trên các số lượng khác nhau của các tín hiệu dải tần phụ phân tích. Chẳng hạn như, nên dành mức độ lớn hơn các nguồn lực tính toán cho HFR của các kênh âm thanh nổi bật; ví dụ các kênh cần được tái tạo bởi các nguồn âm thanh được đặt phía trước người nghe có thể được ưu tiên hơn các kênh bên hoặc kênh vòm.

Nhấn mạnh rằng sáng chế liên quan đến tất cả các kết hợp của các đặc tính trên, ngay cả khi chúng được nêu trong các điểm yêu cầu bảo hộ khác nhau.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sáng chế sẽ được mô tả bởi các ví dụ minh họa, mà không giới hạn phạm vi hoặc mục đích của sáng chế, có tham chiếu đến các hình vẽ kèm theo.

Fig.1 là hình vẽ thể hiện nguyên tắc của sự chuyển vị sóng hài dựa trên khối dải tần phụ.

Fig.2 là hình vẽ thể hiện hoạt động của quá trình xử lý khối dải tần phụ phi tuyến tính với một đầu vào dải tần phụ.

Fig.3 là hình vẽ thể hiện hoạt động của quá trình xử lý khối dải tần phụ phi tuyến tính với hai đầu vào dải tần phụ.

Fig.4 là hình vẽ thể hiện hoạt động của sự chuyển vị sóng hài dựa trên khối dải tần phụ nâng cao tích chéo.

Fig.5 là hình vẽ thể hiện phương án ví dụ về việc áp dụng sự chuyển vị dựa trên khối dải tần phụ bằng cách sử dụng vài bậc chuyển vị trong bộ mã hoá-giải mã âm thanh nâng cao HFR.

Fig.6 là hình vẽ thể hiện phương án ví dụ về hoạt động của sự chuyển vị dựa trên khối dải tần phụ đa bậc áp dụng dàn lọc phân tích QMF 64 dải.

Fig.7 và Fig.8 là hình vẽ thể hiện các kết quả thực nghiệm của phương pháp chuyển vị dựa trên khối dải tần phụ được mô tả.

Fig.9 thể hiện chi tiết của bộ phận xử lý phi tuyến tính trên Fig.2, bao gồm bộ nhân và bộ tiền chuẩn hóa.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các phương án được mô tả dưới đây chỉ minh họa cho các nguyên tắc của sáng chế. Cần hiểu rằng các cải biến và thay đổi về cách sắp xếp và các chi tiết được mô tả dưới đây sẽ trở nên rõ ràng với người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này. Do đó, mục đích là sáng chế chỉ được giới hạn bởi phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo mà không phải bởi các chi tiết cụ thể được thể hiện bằng cách mô tả và diễn giải của các phương án dưới đây.

Fig.1 là hình vẽ thể hiện nguyên tắc của sự chuyển vị, giãn thời gian dựa trên khối dải tần phụ hoặc sự kết hợp của sự chuyển vị và giãn thời gian. Tín hiệu miền thời gian đầu vào được cấp tới dàn lọc phân tích 101, dàn lọc này cung cấp nhiều tín hiệu dải tần phụ có giá trị phức. Các tín hiệu này được cấp đến bộ phận xử lý dải tần phụ 102, mà hoạt động của bộ phận này có thể được tác động bởi dữ liệu điều khiển 104. Mỗi dải tần phụ đầu ra có thể thu được từ việc xử lý một hoặc từ hai dải tần phụ đầu vào, hoặc thậm chí là sự xếp chồng của kết quả của các dải tần phụ được xử lý như vậy. Các dải tần phụ đầu ra có giá trị phức được cấp tới dàn lọc tổng hợp 103, đến lượt dàn lọc này lại xuất ra tín hiệu miền thời gian sửa đổi. Dữ liệu điều khiển tùy chọn 104 mô tả cấu hình và các

tham số của việc xử lý dải tần phụ, mà có thể được làm thích ứng với tín hiệu cần chuyển vị. Đối với trường hợp chuyển vị nâng cao tích chéo, dữ liệu này có thể mang thông tin liên quan đến tần số cơ bản chủ yếu.

Fig.2 là hình vẽ thể hiện hoạt động của quá trình xử lý khối dải tần phụ phi tuyến tính với một đầu vào dải tần phụ. Dựa vào các giá trị đích của sự giãn thời gian và chuyển vị vật lý, và các tham số vật lý của các dàn lọc phân tích và tổng hợp 101 và 103, người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này có thể suy ra các tham số chuyển vị và giãn thời gian dải tần phụ cũng như chỉ số dải tần phụ nguồn cho mỗi chỉ số dải tần phụ đích. Mục tiêu của quá trình xử lý khối dải tần phụ sau đó là để thực hiện sự chuyển vị, giãn thời gian tương ứng hoặc sự kết hợp của sự chuyển vị và giãn thời gian của tín hiệu dải tần phụ nguồn có giá trị phức để tạo ra tín hiệu dải tần phụ đích.

Bộ trích khối 201 lấy mẫu khung hữu hạn của các mẫu từ tín hiệu đầu vào có giá trị phức. Khung này được xác định bởi vị trí con trỏ đầu vào và hệ số chuyển vị dải tần phụ. Khung này trải qua quá trình xử lý phi tuyến tính trong bộ phận xử lý 202 và sau đó được chia cửa sổ theo các cửa sổ có độ dài hữu hạn và có thể thay đổi trong bộ phận chia cửa sổ 203. Các mẫu thu được được cộng vào các mẫu đầu ra trước đó trong bộ phận cộng và xếp chồng 204 mà tại đó vị trí khung đầu ra được xác định bởi vị trí con trỏ đầu ra. Con trỏ đầu vào được gia tăng một lượng cố định và con trỏ đầu ra được gia tăng bằng hệ số giãn dải tần phụ nhân với cùng lượng đó. Sự lặp lại chuỗi các phép xử lý này sẽ tạo ra tín hiệu đầu ra có thời gian tồn tại bằng hệ số giãn dải tần phụ nhân với thời gian tồn tại của tín hiệu dải tần phụ đầu vào, lên đến độ dài của cửa sổ tổng hợp, và với các tần số phức được chuyển vị theo hệ số chuyển vị dải tần phụ. Tín hiệu điều khiển 104 có thể tác động đến mỗi bộ phận trong ba bộ phận 201, 202, 203.

Fig.3 là hình vẽ thể hiện hoạt động của quá trình xử lý khối dải tần phụ phi tuyến tính với hai đầu vào dải tần phụ. Căn cứ vào các giá trị đích của sự chuyển vị và giãn thời gian vật lý, và các tham số vật lý của các dàn lọc phân tích và tổng hợp 101 và 103, người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này có thể suy ra các tham số chuyển vị và giãn thời gian dải tần phụ cũng như hai chỉ số dải tần phụ nguồn cho mỗi chỉ số dải tần phụ đích. Trong trường hợp quá trình xử lý khối dải tần phụ phi tuyến tính được sử dụng cho việc tạo ra các phân bị mất thông qua cộng tích chéo, thì cấu hình của các bộ

phận 301-1, 301-2, 302, 303, cũng như các giá trị của hai chỉ số dải tần phụ nguồn, có thể phụ thuộc vào đầu ra 403 của bộ phận điều khiển xử lý chéo 404. Mục tiêu của quá trình xử lý khối dải tần phụ là để thực hiện sự chuyển vị, giãn thời gian tương ứng, hoặc sự kết hợp sự chuyển vị và giãn thời gian của tổ hợp hai tín hiệu dải tần phụ nguồn có giá trị phức để tạo ra tín hiệu dải tần phụ đích. Bộ trích khối thứ nhất 301-1 lấy mẫu khung thời gian hữu hạn của các mẫu từ dải tần phụ nguồn có giá trị phức thứ nhất, và bộ trích khối thứ hai 301-2 lấy mẫu khung hữu hạn của các mẫu từ dải tần phụ nguồn có giá trị phức thứ hai. Các khung được xác định bởi vị trí con trỏ đầu vào thông thường và hệ số chuyển vị dải tần phụ. Hai khung này trải qua quá trình xử lý phi tuyến tính trong bộ phận 302 và sau đó được chia cửa sổ theo cửa sổ có độ dài hữu hạn trong bộ phận chia cửa sổ 303. Bộ phận cộng và xếp chồng 204 có thể có cấu trúc giống hoặc tương tự với cấu trúc được thể hiện trên Fig.2. Sự lặp lại chuỗi các phép xử lý này sẽ tạo ra tín hiệu đầu ra có thời gian tồn tại bằng hệ số giãn dải tần phụ nhân với tín hiệu dài nhất trong hai tín hiệu dải tần phụ đầu vào, (lên đến độ dài của cửa sổ tổng hợp). Trong trường hợp hai tín hiệu dải tần phụ đầu vào mang cùng các tần số, thì tín hiệu đầu ra sẽ có các tần số phức được chuyển vị theo hệ số chuyển vị dải tần phụ. Trong trường hợp hai tín hiệu dải tần phụ mang các tần số khác nhau, thì sáng chế đề xuất bộ phận chia cửa sổ 303 có thể được làm thích ứng để tạo ra tín hiệu đầu ra có tần số đích thích hợp với việc tạo ra các phần bị mất trong tín hiệu được chuyển vị.

Fig.4 là hình vẽ thể hiện nguyên tắc của sự chuyển vị, giãn thời gian dựa trên khối dải tần phụ nâng cao tích chéo, hoặc sự kết hợp của sự chuyển vị và giãn thời gian. Bộ phận xử lý dải tần phụ trực tiếp 401 có thể là thuộc loại đã được mô tả với sự tham chiếu đến Fig.2 (bộ phận 202) hoặc Fig.3. Bộ phận xử lý dải tần phụ chéo 402 cũng được cấp nhiều tín hiệu dải tần phụ có giá trị phức, và hoạt động của nó được tác động bởi dữ liệu điều khiển xử lý chéo 403. Bộ phận xử lý dải tần phụ chéo 402 thực hiện xử lý khối dải tần phụ phi tuyến tính là loại có hai dải tần phụ đầu vào đã được mô tả trên Fig.3, và các dải tần phụ đích đầu ra được cộng vào các dải tần từ bộ phận xử lý dải tần phụ trực tiếp 401 trong bộ cộng 405. Dữ liệu điều khiển xử lý chéo 403 có thể thay đổi đối với mỗi vị trí con trỏ đầu vào và gồm có ít nhất:

danh sách được lựa chọn của các chỉ số dải tần phụ đích;

cặp chỉ số dải tần phụ nguồn đối với mỗi chỉ số dải tần phụ đích được lựa chọn; và

cửa sổ tổng hợp có độ dài hữu hạn.

Bộ phận điều khiển xử lý chéo 404 cung cấp dữ liệu điều khiển xử lý chéo 403 nêu trên, dữ liệu này đưa ra một phần dữ liệu điều khiển 104 mô tả tần số cơ bản và nhiều tín hiệu dải tần phụ có giá trị phức được xuất ra từ dàn lọc phân tích 101. Dữ liệu điều khiển 104 cũng có thể mang các tham số cấu hình phụ thuộc tín hiệu khác, các tham số này tác động tới quá trình xử lý tích chéo.

Trong phần tiếp theo, sự mô tả về các nguyên tắc của sự chuyển vị và giãn thời gian dựa trên khối dải tần phụ nâng cao tích chéo sẽ được chỉ ra có tham chiếu đến các hình vẽ Fig.1 đến Fig.4, và bằng cách bổ sung thuật ngữ toán học thích hợp.

Hai tham số cấu hình chính của bộ giãn thời gian và/hoặc bộ chuyển vị sóng hài toàn phần là

S_{φ} : hệ số giãn thời gian vật lý mong muốn; và

Q_{φ} : hệ số chuyển vị vật lý mong muốn.

Các dàn lọc 101 và 103 có thể là thuộc loại được điều biến theo hàm mũ phức chẳng hạn như QMF hoặc DFT được chia cửa sổ hoặc biến đổi sóng con. Dàn lọc phân tích 101 và dàn lọc tổng hợp 103 có thể được xếp chẵn hoặc lẻ trong quá trình điều biến và có thể được xác định từ khoảng rộng của cửa sổ và/hoặc bộ lọc nguyên mẫu. Trong khi tất cả các sự lựa chọn bậc thứ hai này tác động tới các chi tiết trong thiết kế tiếp theo chẳng hạn như các hiệu chỉnh pha và sự quản lý ánh xạ dải tần phụ, các tham số thiết kế hệ thống chính dùng cho quá trình xử lý dải tần phụ thông thường có thể thu được từ hai thương số $\Delta t_s / \Delta t_A$ và $\Delta f_s / \Delta f_A$ của bốn tham số dàn lọc sau đây, tất cả được đo theo đơn vị vật lý. Trong các thương số trên,

Δt_A là bước thời gian hoặc khoảng thời gian mẫu dải tần phụ của dàn lọc phân tích 101 (ví dụ được đo bằng giây [s]);

Δf_A là phân quang tần số dải tần phụ của dàn lọc phân tích 101 (ví dụ được đo bằng Héc [1/s]);

Δt_s là bước thời gian hoặc khoảng thời gian mẫu dải tần phụ của dàn lọc tổng hợp 103 (ví dụ được đo bằng giây [s]); và

Δf_s là phân quang tần số dải tần phụ của dàn lọc tổng hợp 103 (ví dụ được đo bằng Héc [1/s]).

Đối với cấu hình của bộ phận xử lý dải tần phụ 102, các tham số sau đây nên được tính toán:

S : hệ số giãn dải tần phụ, cụ thể là hệ số giãn mà được áp dụng trong bộ phận xử lý dải tần phụ 102 như là tỷ số của các mẫu đầu vào và đầu ra để đạt được sự giãn thời gian vật lý toàn phần của tín hiệu miền thời gian theo S_φ ;

Q : hệ số chuyển vị dải tần phụ, cụ thể là hệ số chuyển vị mà được áp dụng trong bộ phận xử lý dải tần phụ 102 để đạt được sự chuyển vị tần số vật lý toàn phần của tín hiệu miền thời gian theo hệ số Q_φ ; và

sự tương ứng giữa các chỉ số dải tần phụ nguồn và đích, trong đó n biểu thị chỉ số của dải tần phụ phân tích đi vào bộ phận xử lý dải tần phụ 102, và m biểu thị chỉ số của dải tần phụ tổng hợp tương ứng ở đầu ra của bộ phận xử lý dải tần phụ 102.

Để xác định hệ số giãn dải tần phụ S , quan sát thấy tín hiệu đầu vào đến dàn lọc phân tích 101 có thời gian tồn tại vật lý bằng D tương ứng với số $D/\Delta t_A$ mẫu dải tần phụ phân tích ở đầu vào đến bộ phận xử lý dải tần phụ 102. $D/\Delta t_A$ mẫu này sẽ được giãn đến $S \cdot D/\Delta t_A$ mẫu bởi bộ phận xử lý dải tần phụ 102 mà áp dụng hệ số giãn dải tần phụ S . Ở đầu ra của dàn lọc tổng hợp 103, $S \cdot D/\Delta t_A$ mẫu này dẫn đến tín hiệu đầu ra có thời gian tồn tại vật lý bằng $\Delta t_s \cdot S \cdot D/\Delta t_A$. Do thời gian tồn tại thứ hai này cần thỏa mãn hệ số danh nghĩa $S_\varphi \cdot D$, cụ thể là khi thời gian tồn tại của tín hiệu đầu ra miền thời gian được giãn thời gian so với tín hiệu đầu vào miền thời gian theo hệ số giãn thời gian vật lý S_φ , thu được nguyên tắc thiết kế sau đây:

$$S = \frac{\Delta t_A}{\Delta t_s} S_\varphi. \quad (1)$$

Để xác định hệ số chuyển vị dải tần phụ Q mà được áp dụng trong bộ phận xử lý dải tần phụ 102 để đạt được sự chuyển vị vật lý Q_φ , quan sát thấy rằng đường hình sin đầu vào đến dàn lọc phân tích 101 của tần số vật lý Ω sẽ dẫn đến tín hiệu dải tần phụ phân tích phức có tần số góc thời gian rời rạc $\omega = 2\pi\Omega \cdot \Delta t_A$ và phần góp chính xảy ra trong dải tần phụ phân tích có chỉ số $n \approx \Omega / \Delta f_A$. Đường hình sin đầu ra ở đầu ra của dàn lọc tổng hợp 103 của tần số vật lý được chuyển vị mong muốn $Q_\varphi \cdot \Omega$ sẽ là kết quả từ việc cấp dải tần phụ tổng hợp có chỉ số $m \approx Q_\varphi \cdot \Omega / \Delta f_S$ với tín hiệu dải tần phụ phức của tần số góc rời rạc $2\pi Q_\varphi \cdot \Omega \cdot \Delta t_S$. Trong trường hợp này, cần cẩn thận để tránh sự tổng hợp của các tần số đầu ra nhiễu răng cưa khác với $Q_\varphi \cdot \Omega$. Thông thường điều này được tránh bằng cách tạo ra lựa chọn bậc thứ hai thích hợp như được thảo luận, cụ thể là, bằng cách lựa chọn các dàn lọc phân tích và/hoặc tổng hợp thích hợp. Tần số rời rạc $2\pi Q_\varphi \cdot \Omega \cdot \Delta t_S$ ở đầu ra của bộ phận xử lý dải tần phụ 102 sẽ tương ứng với tần số thời gian rời rạc $\omega = 2\pi\Omega \cdot \Delta t_A$ ở đầu vào của bộ phận xử lý dải tần phụ 102 được nhân theo hệ số chuyển vị dải tần phụ Q . Cụ thể là, bằng cách đặt bằng $2\pi Q\Omega\Delta t_A$ và $2\pi Q_\varphi \cdot \Omega \cdot \Delta t_S$, mối quan hệ sau đây giữa hệ số chuyển vị vật lý Q_φ và hệ số chuyển vị dải tần phụ Q có thể được xác định:

$$Q = \frac{\Delta t_S}{\Delta t_A} Q_\varphi. \quad (2)$$

Tương tự, chỉ số dải tần phụ phân tích hoặc nguồn thích hợp n của bộ phận xử lý dải tần phụ 102 đối với chỉ số dải tần phụ tổng hợp hoặc đích cho trước m tuân theo phương trình:

$$n \approx \frac{\Delta f_S}{\Delta f_A} \cdot \frac{1}{Q_\varphi} m. \quad (3)$$

Theo một phương án, chú ý rằng $\Delta f_S / \Delta f_A = Q_\varphi$, cụ thể là phân quang tần số của dàn lọc tổng hợp 103 tương ứng với phân quang tần số của dàn lọc phân tích 101 nhân với hệ số chuyển vị vật lý, và sự ánh xạ một-một của chỉ số dải tần phụ phân tích đến tổng hợp $n = m$ có thể được áp dụng. Theo các phương án khác, ánh xạ chỉ số dải tần phụ có thể phụ thuộc vào các chi tiết của các tham số dàn lọc. Cụ thể là, nếu phân số của

phân quăng tần số của dàn lọc tổng hợp 103 và dàn lọc phân tích 101 khác với hệ số chuyển vị vật lý Q_ϕ , thì một hoặc hai dải tần phụ nguồn có thể được gán cho dải tần phụ đích được cho. Trong trường hợp hai dải tần phụ nguồn, tốt hơn là sử dụng hai dải tần phụ nguồn liền kề lần lượt có chỉ số $n, n+1$. Tức là, các dải tần phụ nguồn thứ nhất và thứ hai được cho bằng $(n(m), n(m)+1)$ hoặc $(n(m)+1, n(m))$.

Quy trình xử lý dải tần phụ trên Fig.2 với dải tần phụ nguồn đơn sẽ được mô tả như là hàm của các tham số xử lý dải tần phụ S và Q . Đặt $x(k)$ là tín hiệu đầu vào đến bộ trích khối 201, và đặt h là bước khối đầu vào. Cụ thể là, $x(k)$ là tín hiệu dải tần phụ phân tích có giá trị phức của dải tần phụ phân tích có chỉ số n . Một cách tổng quát, có thể xem khối được trích bởi bộ trích khối 201 được xác định bởi $L = R_1 + R_2$ mẫu

$$x_l(k) = x(Qk + hl), \quad k = -R_1, \dots, R_2 - 1, \quad (4)$$

trong đó số nguyên l là chỉ số đếm khối, L là độ dài khối và R_1, R_2 là các số nguyên không âm. Lưu ý rằng đối với $Q=1$, khối được trích từ các mẫu liên tiếp nhưng đối với $Q>1$, việc giảm tần suất lấy mẫu được thực hiện theo cách thức là các địa chỉ đầu vào được giãn ra theo hệ số Q . Nếu Q là số nguyên, hoạt động này thông thường được thực hiện dễ dàng, ngược lại phương pháp nội suy có thể được yêu cầu đối với các giá trị Q không nguyên. Phát biểu này cũng thích đáng đối với các giá trị không nguyên của số gia h , cụ thể là bước khối đầu vào. Theo một phương án, các bộ lọc nội suy ngắn, chẳng hạn là các bộ lọc có hai nút lọc, có thể được áp dụng cho tín hiệu dải tần phụ có giá trị phức. Ví dụ, nếu mẫu tại chỉ số phân đoạn thời gian $k+0.5$ được yêu cầu, sự nội suy hai nút có dạng $x(k+0.5) \approx ax(k) + bx(k+1)$, trong đó các hệ số a, b có thể không đổi hoặc phụ thuộc vào chỉ số dải tần phụ (xem, ví dụ, tài liệu công bố WO2004/097794 và WO2007/085275), có thể đảm bảo đủ chất lượng.

Trường hợp đặc biệt thú vị của phương trình (4) là $R_1 = 0, R_2 = 1$ trong đó khối được trích bao gồm một mẫu, cụ thể là, độ dài khối là $L = 1$.

Với biểu diễn cực của số phức $z = |z|\exp(i\angle z)$, trong đó $|z|$ là độ lớn của số phức và $\angle z$ là pha của số phức, bộ phận xử lý phi tuyến tính 202 tạo ra khung đầu ra y_l từ khung

đầu vào x_l được xác định một cách thuận lợi bằng hệ số biến đổi pha $T = SQ$ thông qua phương trình

$$\left\{ \begin{array}{l} \angle y_l(k) = (T-1)\angle x_l(0) + \angle x_l(k) + \theta \\ |y_l(k)| = |x_l(0)|^\rho |x_l(k)|^{1-\rho} \end{array} \right\}, \quad k = -R_1, \dots, R_2 - 1 \quad (5)$$

trong đó $\rho \in [0,1]$ là tham số trọng số biên độ hình học. Trường hợp $\rho = 0$ tương ứng với sự biến đổi pha thuần của khối được trích. Giá trị chấp nhận được cụ thể của trọng số biên độ là $\rho = 1 - 1/T$ mà nhờ đó thu được sự giảm độ phức tạp tính toán nhất định không kể độ dài khối L , và sự phản hồi tức thời thu được được cải thiện một chút hơn trường hợp $\rho = 0$. Tham số hiệu chỉnh pha θ phụ thuộc vào chi tiết dàn lọc và các chỉ số dải tần phụ nguồn và đích. Theo một phương án, tham số hiệu chỉnh pha θ có thể được xác định một cách thực nghiệm bằng cách quét tập hợp các đường hình sin đầu vào. Hơn thế nữa, tham số hiệu chỉnh pha θ có thể thu được bằng cách nghiên cứu chênh lệch pha của các đường hình sin phức dải tần phụ đích liên kề hoặc bằng cách tối ưu hóa việc thực hiện đối với loại xung Dirac của tín hiệu đầu vào. Cuối cùng, với thiết kế thích hợp của các dàn lọc phân tích và tổng hợp 101 và 103, tham số hiệu chỉnh pha θ có thể được thiết lập bằng không, hoặc được lược bỏ. Hệ số biến đổi pha T nên là số nguyên sao cho các hệ số $T-1$ và 1 là các số nguyên trong sự kết hợp tuyến tính của các pha trong dòng thứ nhất của phương trình (5). Với giả định này, cụ thể là giả định rằng hệ số biến đổi pha T là số nguyên, kết quả của sự biến đổi phi tuyến tính được xác định tốt ngay cả khi các pha không rõ ràng theo modulo nhận dạng 2π .

Diễn giải bằng lời, phương trình (5) chỉ ra rằng pha của mẫu khung đầu ra được xác định bằng cách bù pha của mẫu khung đầu vào tương ứng bằng giá trị bù không đổi. Giá trị bù không đổi này có thể phụ thuộc vào hệ số biến đổi T , mà bản thân hệ số này phụ thuộc vào hệ số giãn dải tần phụ và/hoặc hệ số chuyển vị dải tần phụ. Hơn thế nữa, giá trị bù không đổi có thể phụ thuộc vào pha của mẫu khung đầu vào cụ thể từ khung đầu vào. Mẫu khung đầu vào cụ thể này được giữ cố định để xác định pha của tất cả các mẫu khung đầu ra của khối đã cho. Trong trường hợp phương trình (5), pha của mẫu trung tâm của khung đầu vào được sử dụng như là pha của mẫu khung đầu vào cụ thể.

Dòng thứ hai trong phương trình (5) chỉ ra rằng biên độ của mẫu của khung đầu ra có thể phụ thuộc vào biên độ của mẫu tương ứng của khung đầu vào. Hơn thế nữa, biên độ của mẫu của khung đầu ra có thể phụ thuộc vào biên độ của mẫu khung đầu vào cụ thể. Mẫu khung đầu vào cụ thể này có thể được sử dụng để xác định biên độ của tất cả các mẫu khung đầu ra. Trong trường hợp phương trình (5), mẫu trung tâm của khung đầu vào được sử dụng như là mẫu khung đầu vào cụ thể. Theo một phương án, biên độ của mẫu khung đầu ra có thể tương ứng với trung bình hình học của biên độ của mẫu tương ứng của khung đầu vào và mẫu khung đầu vào cụ thể.

Trong bộ phận chia cửa sổ 203, cửa sổ w có độ dài L được áp dụng lên khung đầu ra, dẫn đến khung đầu ra được chia cửa sổ

$$z_l(k) = w(k)y_l(k), \quad k = -R_1, \dots, R_2 - 1 \quad (6)$$

Cuối cùng, giả thiết rằng tất cả các khung được kéo dài bằng không, và hoạt động của bộ phận cộng và xếp chồng 204 được xác định bởi phương trình

$$z(k) = \sum_l z_l(k - Shl), \quad (7)$$

trong đó lưu ý rằng bộ phận cộng và xếp chồng 204 áp dụng bước khối là Sh , cụ thể là, khoảng thời gian cao hơn S lần bước khối đầu vào h . Do sự chênh lệch này trong các khoảng thời gian của phương trình (4) và (7) thời gian tồn tại của tín hiệu đầu ra $z(k)$ gấp S lần thời gian tồn tại của tín hiệu đầu vào $x(k)$, cụ thể là, tín hiệu dải tần phụ tổng hợp đã được giãn theo hệ số giãn dải tần phụ S so với tín hiệu dải tần phụ phân tích. Lưu ý rằng quan sát này thường áp dụng nếu độ dài L của cửa sổ là không đáng kể so với thời gian tồn tại tín hiệu.

Đối với trường hợp đường hình sin phức được sử dụng làm đầu vào cho bộ phận xử lý dải tần phụ 102, cụ thể là, tín hiệu dải tần phụ phân tích tương ứng với đường hình sin phức

$$x(k) = C \exp(i\omega k), \quad (8)$$

bằng cách áp dụng phương trình (4)-(7), có thể xác định đầu ra của bộ phận xử lý dải tần phụ 102, cụ thể là tín hiệu dải tần phụ tổng hợp tương ứng, được cho bởi phương trình

$$z(k) = |C| \exp[i(T\angle C + \theta + Q\omega k)] \sum_l w(k - Shl). \quad (9)$$

độc lập với ρ . Do đó, đường hình sin phức có tần số thời gian rời rạc ω sẽ được biến đổi thành đường hình sin phức có tần số thời gian rời rạc $Q\omega$ chỉ cần các dịch chuyển của số tổng hợp với bước Sh cộng tổng bằng cùng giá trị không đổi K đối với mọi k ,

$$\sum_l w(k - Shl) = K. \quad (10)$$

Minh họa để xem xét trường hợp đặc biệt của sự chuyển vị thuận trong đó $S=1$ và $T=Q$. Nếu bước khối đầu vào là $h=1$ và $R_1=0, R_2=1$, tất cả các phương trình trên, cụ thể là, đặc biệt là phương trình (5), rút gọn thành nguyên tắc biến đổi pha dựa trên mẫu hoặc theo điểm

$$\left\{ \begin{array}{l} \angle z(k) = T \angle x(k) + \theta \\ |z(k)| = |x(k)| \end{array} \right\}. \quad (11)$$

Bộ phận xử lý dải tần phụ 102 có thể sử dụng dữ liệu điều khiển 104 để thiết lập các tham số xử lý nhất định, ví dụ độ dài khối của các bộ trích khối.

Sau đây, phần mô tả của quá trình xử lý dải tần phụ sẽ được mở rộng để bao gồm trường hợp trên Fig.3 với hai đầu vào dải tần phụ. Đặt $x^{(1)}(k)$ là tín hiệu dải tần phụ đầu vào đến bộ trích khối thứ nhất 301-1 và đặt $x^{(2)}(k)$ là tín hiệu dải tần phụ đầu vào đến bộ trích khối thứ hai 301-2. Mỗi bộ trích khối có thể sử dụng hệ số giảm tần suất lấy mẫu khác nhau, dẫn đến các khối được trích

$$\left\{ \begin{array}{l} x_l^{(1)}(k) = x^{(1)}(D_1 k + hl) \\ x_l^{(2)}(k) = x^{(2)}(D_2 k + hl) \end{array} \right\} \quad k = -R_1, \dots, R_2 - 1. \quad (12)$$

Bộ phận xử lý phi tuyến tính 302 tạo ra khung đầu ra y_l và có thể được xác định bởi phương trình

$$\left\{ \begin{array}{l} \angle y_l(k) = T_1 \angle x_l^{(1)}(k) + T_2 \angle x_l^{(2)}(k) + \theta \\ |y_l(k)| = |x_l^{(1)}(k)|^{1-\rho} |x_l^{(2)}(k)|^\rho \end{array} \right\}, \quad (13)$$

quá trình xử lý trong bộ phận 303 được mô tả lại bởi phương trình (6) và (7) và quá trình xử lý trong bộ phận 204 là giống với quá trình xử lý cộng và xếp chồng được mô tả trong ngữ cảnh của trường hợp một đầu vào.

Sự xác định của các tham số thực không âm D_1, D_2, ρ và các tham số nguyên không âm T_1, T_2 và cửa sổ tổng hợp w bây giờ phụ thuộc vào dạng phép toán mong muốn. Lưu ý rằng nếu cùng dải tần phụ được cấp cho các đầu vào, $x^{(1)}(k) = x^{(2)}(k)$ và $D_1 = Q, D_2 = 0, T_1 = 1, T_2 = T - 1$, thì các phép toán trong phương trình (12) và (13) rút gọn thành các phương trình (4) và (5) trong trường hợp một đầu vào.

Theo một phương án, trong đó tỷ số phân quang tần số Δf_s của dàn lọc tổng hợp 103 và phân quang tần số Δf_A của dàn lọc phân tích 101 là khác với hệ số chuyển vị vật lý mong muốn Q_φ , thì có thể có lợi nếu xác định các mẫu dải tần phụ tổng hợp có chỉ số m từ hai dải tần phụ phân tích lần lượt có chỉ số $n, n + 1$. Đối với chỉ số đã cho m , chỉ số tương ứng n có thể được cho bằng giá trị nguyên thu được bằng cách cắt bỏ giá trị chỉ số phân tích n đã cho bởi phương trình (3). Một trong các tín hiệu dải tần phụ phân tích, cụ thể là, tín hiệu dải tần phụ phân tích tương ứng với chỉ số n , được cấp vào bộ trích khối thứ nhất 301-1 và tín hiệu dải tần phụ phân tích còn lại, cụ thể là tín hiệu tương ứng với chỉ số $n + 1$, được cấp vào bộ trích khối thứ hai 301-2. Dựa trên hai tín hiệu dải tần phụ phân tích này, tín hiệu dải tần phụ tổng hợp tương ứng với chỉ số m được xác định phù hợp với quá trình xử lý được chỉ rõ ở trên. Sự chỉ định các tín hiệu dải tần phụ phân tích liên kế cho hai bộ trích khối 301-1 và 302-1 có thể được dựa trên số dư thu được khi cắt bỏ giá trị chỉ số của phương trình (3), cụ thể là hiệu của giá trị chỉ số chính xác được cho bởi phương trình (3) và giá trị nguyên được cắt bỏ n thu được từ phương trình (3). Nếu số dư lớn hơn 0.5, thì tín hiệu dải tần phụ phân tích tương ứng với chỉ số n có thể được chỉ định cho bộ trích khối thứ hai 301-2, nếu không thì tín hiệu dải tần phụ phân tích này có thể được chỉ định cho bộ trích khối thứ nhất 301-1. Trong dạng phép toán này, các tham số này có thể được thiết kế sao cho các tín hiệu dải tần phụ đầu vào chia sẻ cùng tần số phức ω ,

$$\begin{cases} x^{(1)}(k) = C_1 \exp(i\omega k) \\ x^{(2)}(k) = C_2 \exp(i\omega k) \end{cases}, \quad (14)$$

dẫn đến tín hiệu dải tần phụ đầu ra là đường hình sin phức có tần số thời gian rời rạc $Q\omega$. Thực ra là điều này xảy ra nếu hệ thức sau đây đúng:

$$\begin{cases} Q = T_1 D_1 + T_2 D_2 \\ SQ = T_1 + T_2 \end{cases}. \quad (15)$$

Đối với dạng phép toán tạo ra các phần bị mất bằng các trung bình của các tích chéo, thì tiêu chuẩn thiết kế là khác nhau. Trở lại tham số chuyển vị vật lý Q_φ , mục đích của việc bổ sung tích chéo là để tạo ra đầu ra ở các tần số $Q_\varphi \Omega + r\Omega_0$ đối với $r = 1, \dots, Q_\varphi - 1$ cho trước các đầu vào ở các tần số Ω và $\Omega + \Omega_0$, trong đó Ω_0 là tần số cơ bản thuộc thành phần có cường độ trội của tín hiệu đầu vào. Như được mô tả trong tài liệu công bố WO2010/081892, sự bổ sung có lựa chọn của các số hạng đó sẽ dẫn đến sự hoàn thành của chuỗi sóng hài và sự giảm thiểu đáng kể của nhiễu răng cưa cường độ ảo.

Thuật toán xây dựng cho hoạt động của bộ phận điều khiển xử lý chéo 404 bây giờ sẽ được đề cập. Căn cứ vào chỉ số dải tần phụ đầu ra đích m , tham số $r = 1, \dots, Q_\varphi - 1$ và tần số cơ bản Ω_0 , người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này có thể suy ra các chỉ số dải tần phụ nguồn phù hợp n_1 và n_2 bằng cách giải hệ phương trình sau theo cách gần đúng,

$$\begin{cases} m + \sigma = \frac{Q_\varphi \Omega + r\Omega_0}{\Delta f_S} \\ n_1 + \sigma = \frac{\Omega}{\Delta f_A} \\ n_2 + \sigma = \frac{\Omega + \Omega_0}{\Delta f_A} \end{cases} \quad (16)$$

trong đó $\sigma = 1/2$ đối với điều biến dàn lọc được xếp lẻ (như thường được sử dụng cho các dàn lọc QMF và MDCT) và $\sigma = 0$ đối với điều biến dàn lọc được xếp chẵn (như thường được sử dụng cho các dàn lọc FFT).

Với các định nghĩa

$p = \Omega_0 / \Delta f_A$: tần số cơ bản được đo bằng các đơn vị của phân quãng tần số dàn lọc phân tích;

$F = \Delta f_S / \Delta f_A$: thương số của phân quãng tần số dải tần tổng hợp trên dải tần phân tích; và

$$n^f = \frac{(m + \sigma)F - r p}{Q_\varphi} - \sigma : \text{đích có giá trị thực đối với chỉ số nguồn thấp hơn}$$

có giá trị nguyên,

ví dụ về nghiệm xấp xỉ thuận lợi cho phương trình (16) được cho bằng cách lựa chọn n_1 làm số nguyên gần nhất với n^f , và n_2 làm số nguyên gần nhất với $n^f + p$.

Nếu tần số cơ bản nhỏ hơn phân quãng dần lọc phân tích, tức là nếu $p < 1$, thì việc hủy cộng tích chéo có thể là thuận lợi.

Như được chỉ ra trong tài liệu công bố WO2010/081892, tích chéo không nên được cộng vào dải tần phụ đầu ra mà đã có sự góp phần chính đáng kể từ sự chuyển vị mà không có tích chéo. Hơn nữa, tối đa một trong các trường hợp $r = 1, \dots, Q_\varphi - 1$ nên góp phần vào tích chéo đầu ra. Ở đây, các nguyên tắc này có thể được thực thi bằng cách thực hiện ba bước sau đây đối với mỗi chỉ số dải tần phụ đầu ra đích m :

1. Tính toán giá trị lớn nhất M_C trên tất cả lựa chọn đối với $r = 1, \dots, Q_\varphi - 1$ của giá trị tối thiểu của các biên độ dải tần phụ nguồn ứng viên $|x^{(1)}|$ và $|x^{(2)}|$ được đánh giá trong (hoặc từ vùng lân cận của) khe thời gian trung tâm $k = hl$, trong đó các dải tần phụ nguồn $x^{(1)}$ và $x^{(2)}$ có thể được cho bằng các chỉ số n_1 và n_2 như trong phương trình (16);

2. Tính toán biên độ tương ứng M_S đối với số hạng nguồn trực tiếp $|x|$ thu được từ dải tần phụ nguồn có chỉ số $n \approx \frac{F}{Q_\varphi} m$ (xem phương trình 3);

3. Kích hoạt số hạng chéo từ lựa chọn thắng thế đối với M_C trong điểm 1 nêu trên nếu và chỉ nếu $M_C > q M_S$, trong đó q là giá trị ngưỡng được định trước.

Các thay đổi đối với tiến trình này có thể là mong muốn phụ thuộc vào các tham số cấu hình hệ thống cụ thể. Một thay đổi như thế là thay thế ngưỡng cứng của điểm 3 bởi các quy tắc mềm hơn phụ thuộc vào thương số M_C / M_S . Thay đổi khác là mở rộng tối đa trong điểm 1 đến nhiều hơn $Q_\varphi - 1$ các lựa chọn, ví dụ được xác định bởi danh sách hữu hạn giá trị dự phòng đối với tần số cơ bản được đo bằng các đơn vị khoảng cách tần

số phân tích p . Thay đổi khác nữa là áp dụng các số đo khác của các biên độ dải tần phụ, chẳng hạn như biên độ của mẫu cố định, biên độ tối đa, biên độ trung bình, biên độ theo phương chuẩn- l^p v.v..

Danh sách của các dải nguồn đích m được lựa chọn để cộng tích chéo cùng với các giá trị n_1 và n_2 cấu thành phần chính của dữ liệu điều khiển xử lý chéo 403. Phần còn lại sẽ được mô tả là các tham số cấu hình D_1, D_2, ρ , các tham số nguyên không âm T_1, T_2 có mặt trong sự xoay pha (13) và cửa sổ tổng hợp w sẽ được sử dụng trong bộ phận xử lý dải tần phụ chéo 402. Việc chèn dạng hình sin đối với tình huống tích chéo dẫn đến các tín hiệu dải tần phụ nguồn sau đây:

$$\begin{cases} x^{(1)}(k) = C_1 \exp(i\omega k) \\ x^{(2)}(k) = C_2 \exp(i(\omega + \omega_0)k) \end{cases}, \quad (17)$$

trong đó $\omega = 2\pi\Omega\Delta t_A$ và $\omega_0 = 2\pi\Omega_0\Delta t_A$. Tương tự như vậy, dải tần phụ đầu ra mong muốn có dạng

$$z(k) = C_3 \exp[iQ(\omega + r\omega_0/Q_\varphi)k]. \quad (18)$$

Các tính toán bậc lộ rằng đầu ra đích này có thể đạt được nếu phương trình (15) được thỏa mãn đồng thời với

$$\frac{T_2}{T_1 + T_2} = \frac{r}{Q_\varphi}. \quad (19)$$

Các điều kiện (15) và (19) là tương đương với phương trình

$$\begin{cases} T_1 = (Q_\varphi - r)S_\varphi \\ T_2 = rS_\varphi \\ (Q_\varphi - r)D_1 + rD_2 = Q_\varphi/S \end{cases}, \quad (20)$$

phương trình này xác định các hệ số nguyên T_1, T_2 dùng cho sự biến đổi pha trong phương trình (13) và đưa ra các quyền tự quyết thiết kế trong việc thiết lập các giá trị của các hệ số giảm tần suất lấy mẫu D_1, D_2 . Tham số gán trọng số biên độ có thể được lựa chọn một cách thuận lợi đến $\rho = r/Q_\varphi$. Như được thể hiện, các tham số cấu hình này chỉ phụ thuộc vào tần số cơ bản Ω_0 thông qua sự lựa chọn r . Tuy nhiên, để phương trình (18) đúng, điều kiện mới về cửa sổ tổng hợp w xuất hiện, cụ thể là

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_l \tilde{w}(k-Shl) = K, \quad \text{với} \\ \tilde{w}(v) = w(v) \exp(i\alpha v), \\ \alpha = 2\pi p \frac{r(Q_p - r)}{Q_p} (D_2 - D_1) \Delta t_A \Delta f_A S_p \end{array} \right\} \quad (21)$$

Cửa sổ tổng hợp w mà thoả mãn chính xác hoặc xấp xỉ phương trình (21) được cung cấp làm mảng cuối của dữ liệu điều khiển xử lý chéo 403.

Lưu ý rằng thuật toán trên để tính toán dữ liệu điều khiển xử lý chéo 403 dựa trên các tham số đầu vào, chẳng hạn như chỉ số dải tần phụ đầu ra đích m và tần số cơ bản Ω_0 , là một ví dụ thuần túy và không làm giới hạn phạm vi sáng chế. Các thay đổi của bản mô tả này nằm trong kiến thức của người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này và thử nghiệm thông thường – ví dụ, phương pháp xử lý dựa trên khối dải tần phụ hơn nữa cung cấp tín hiệu (18) làm đầu ra để đáp ứng các tín hiệu đầu vào (17) – là hoàn toàn nằm trong phạm vi của sáng chế.

Fig.5 là hình vẽ thể hiện phương án ví dụ để áp dụng sự chuyển vị dựa trên khối dải tần phụ bằng cách sử dụng vài bậc chuyển vị trong bộ mã hoá-giải mã âm thanh nâng cao HFR. Dòng bit được truyền dẫn được nhận ở bộ giải mã cơ sở 501, mà đưa ra tín hiệu cơ sở được giải mã bằng thông thấp tại tần số lấy mẫu f_s . Tín hiệu cơ sở được giải mã bằng thông thấp được tái lấy mẫu đến tần số lấy mẫu đầu ra $2f_s$ nhờ dàn phân tích QMF 32 dải được điều biến phức 502 tiếp đó là dàn tổng hợp QMF 64 dải (QMF ngược) 505. Hai dàn lọc 502 và 505 chia sẻ cùng các tham số vật lý $\Delta t_s = \Delta t_A$ và $\Delta f_s = \Delta f_A$, và bộ phận xử lý HFR 504 đơn giản cho thông qua các dải tần phụ thấp hơn không được biến đổi tương ứng với tín hiệu cơ sở bằng thông thấp. Nội dung tần số cao của tín hiệu đầu ra thu được bằng cách cấp các dải tần phụ cao hơn của dàn tổng hợp QMF 64 dải 505 với các dải đầu ra từ bộ đa chuyển vị 503, trải qua sự tạo hình phổ và sự biến đổi được thực hiện bởi bộ phận xử lý HFR 504. Bộ đa chuyển vị 503 lấy tín hiệu cơ sở được giải mã làm đầu vào và xuất ra nhiều tín hiệu dải tần phụ mà thể hiện sự phân tích QMF 64 dải của sự xếp chồng hoặc kết hợp của vài thành phần tín hiệu được chuyển vị. Mục tiêu là nếu việc xử lý HFR bị bỏ qua, mỗi thành phần tương ứng với chuyển vị vật lý nguyên

mà không có sự giãn thời gian của tín hiệu cơ sở ($Q_\varphi = 2, 3, \dots$, và $S_\varphi = 1$). Theo phương án của sáng chế, tín hiệu điều khiển bộ chuyển vị 104 chứa dữ liệu mô tả tần số cơ bản. Dữ liệu này có thể hoặc được truyền dẫn thông qua dòng bit từ bộ mã hóa âm thanh tương ứng, được suy ra nhờ việc dò cường độ trong bộ giải mã, hoặc thu được từ sự kết hợp của thông tin được truyền dẫn và được dò.

Fig.6 là hình vẽ thể hiện phương án ví dụ về hoạt động của sự chuyển vị dựa trên khối dải tần phụ đa bậc áp dụng một dàn lọc phân tích QMF 64 dải. Tại đây ba bậc chuyển vị $Q_\varphi = 2, 3, 4$ sẽ được tạo ra và vận chuyển trong miền QMF 64 dải hoạt động tại tỷ lệ lấy mẫu đầu ra $2fs$. Bộ phận hợp nhất 603 lựa chọn và kết hợp một cách đơn giản các dải tần phụ có liên quan từ mỗi nhánh hệ số chuyển vị vào nhóm đơn nhiều dải tần phụ QMF cần được cấp vào bộ phận xử lý HFR. Mục tiêu cụ thể là chuỗi xử lý của sự phân tích QMF 64 dải 601, bộ phận xử lý dải tần phụ 602- Q_φ , và sự tổng hợp QMF 64 dải 505 dẫn đến sự chuyển vị vật lý của Q_φ với $S_\varphi = 1$ (cụ thể là không giãn). Xác định ba khối này nhờ bộ phận 101, 102 và 103 trên Fig.1, người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này thấy rằng $\Delta t_A = 64fs$ và $\Delta f_A = fs/128$ vì vậy $\Delta t_S / \Delta t_A = 1/2$ và $F = \Delta f_S / \Delta f_A = 2$. Thiết kế của các tham số cấu hình cụ thể đối với 602- Q_φ sẽ được mô tả một cách riêng biệt cho mỗi trường hợp $Q_\varphi = 2, 3, 4$. Đối với mọi trường hợp, bước phân tích được lựa chọn là $h=1$, và giả định rằng tham số tần số cơ bản được chuẩn hóa $p = \Omega_0 / \Delta f_A = 128\Omega_0 / fs$ là đã biết.

Đầu tiên xét trường hợp $Q_\varphi = 2$. Sau đó bộ phận 602-2 phải thực hiện giãn dải tần phụ với $S=2$, sự chuyển vị dải tần phụ của $Q=1$ (cụ thể là không chuyển vị) và sự tương ứng giữa các dải tần phụ nguồn n và các dải tần phụ đích m được cho bởi $n=m$ đối với quá trình xử lý dải tần phụ. Theo phương án sáng chế có bổ sung tích chéo, chỉ có một loại tích chéo để xem xét, cụ thể là $r=1$ (xem phần trên, sau phương trình (15)), và các phương trình (20) rút gọn thành $T_1 = T_2 = 1$ và $D_1 + D_2 = 1$. Nghiệm mẫu gồm có việc lựa chọn $D_1 = 0$ và $D_2 = 1$. Đối với cửa sổ tổng hợp xử lý trực tiếp, cửa sổ hình chữ nhật có độ dài chẵn $L=10$ với $R_1 = R_2 = 5$ có thể được sử dụng do nó thỏa mãn điều kiện (10). Đối với cửa sổ tổng hợp xử lý chéo, cửa sổ nút ngắn $L=2$ có thể được sử dụng,

với $R_1 = R_2 = 1$, để giữ độ phức tạp bổ sung của sự bổ sung tích chéo đến mức tối thiểu. Sau cùng, tác động có lợi của việc sử dụng khối dài đối với việc xử lý dải tần phụ là đáng kể nhất trong trường hợp các tín hiệu âm thanh phức, tại đó số hạng điều biến tương hỗ không mong muốn được triệt tiêu; đối với trường hợp cường độ trội, các nhiễu nhân tạo này có thể xảy ra ít hơn. Cửa sổ nút $L=2$ là cửa sổ ngắn nhất mà có thể thỏa mãn (10) do $h=1$ và $S=2$. Tuy nhiên, nhờ sáng chế, cửa sổ thuận lợi thỏa mãn (21). Đối với các tham số tại đây, điều này có nghĩa là

$$\left\{ \begin{array}{l} \tilde{w}(-1) = \tilde{w}(0) \\ \tilde{w}(\nu) = w(\nu) \exp(i\alpha\nu), \\ \alpha = \pi p/2 \end{array} \right\},$$

phương trình này được thỏa mãn bằng cách lựa chọn $w(0)=1$ và $w(-1) = \exp(i\alpha) = \exp(i\pi p/2)$.

Đối với trường hợp $Q_\varphi = 3$, các đặc điểm kỹ thuật đối với bộ phận 602-3 được cho bởi phương trình (1)-(3) nghĩa là phải thực hiện giãn dải tần phụ với $S=2$, sự chuyển vị dải tần phụ với $Q=3/2$ và là sự tương ứng giữa các dải tần phụ nguồn n và đích m đối với việc xử lý số hạng trực tiếp được cho bởi $n \approx 2m/3$. Có hai loại số hạng tích chéo $r=1,2$, và các phương trình (20) rút gọn thành

$$\left\{ \begin{array}{l} T_1 = 3 - r \\ T_2 = r \\ (3-r)D_1 + rD_2 = 3/2 \end{array} \right\}.$$

Nghiệm mẫu gồm có việc lựa chọn các tham số giảm tần suất lấy mẫu như sau

$$D_1 = 0 \text{ và } D_2 = 3/2 \text{ đối với } r=1;$$

$$D_1 = 3/2 \text{ và } D_2 = 0 \text{ đối với } r=2.$$

Đối với cửa sổ tổng hợp xử lý trực tiếp, cửa sổ hình chữ nhật có độ dài chắn $L=8$ với $R_1 = R_2 = 4$ có thể được sử dụng. Đối với cửa sổ tổng hợp xử lý chéo, cửa sổ nút ngắn $L=2$ có thể được sử dụng, với $R_1 = R_2 = 1$, và thỏa mãn phương trình

$$\left\{ \begin{array}{l} \tilde{w}(-1) = \tilde{w}(0) \\ \tilde{w}(\nu) = w(\nu) \exp(i\alpha\nu), \\ \alpha = \pi p \frac{r(3-r)}{3} (D_2 - D_1) \end{array} \right\},$$

phương trình này được thỏa mãn bằng cách lựa chọn $w(0)=1$ và $w(-1)=\exp(i\alpha)$.

Đối với trường hợp $Q_\varphi=4$, các đặc điểm kỹ thuật đối với bộ phận 602-4 được cho bởi phương trình (1)-(3) là nó phải thực hiện sự giãn dải tần phụ với $S=2$, sự chuyển vị dải tần phụ với $Q=2$ và là sự tương ứng giữa các dải tần phụ nguồn n và đích m đối với việc xử lý số hạng trực tiếp được cho là bởi $n \approx 2m$. Có ba loại số hạng tích chéo $r=1,2,3$, và các phương trình (20) rút gọn thành

$$\begin{cases} T_1 = 4 - r \\ T_2 = r \\ (4 - r)D_1 + rD_2 = 2 \end{cases}.$$

Nghiệm mẫu gồm có việc lựa chọn

$$D_1 = 0 \text{ và } D_2 = 2 \text{ đối với } r = 1;$$

$$D_1 = 0 \text{ và } D_2 = 1 \text{ đối với } r = 2;$$

$$D_1 = 2 \text{ và } D_2 = 0 \text{ đối với } r = 3;$$

Đối với cửa sổ tổng hợp xử lý trực tiếp, cửa sổ hình chữ nhật có độ dài chắn $L=6$ với $R_1=R_2=3$ có thể được sử dụng. Đối với cửa sổ tổng hợp xử lý chéo, cửa sổ nút ngắn $L=2$ có thể được sử dụng, với $R_1=R_2=1$, và thỏa mãn phương trình

$$\begin{cases} \tilde{w}(-1) = \tilde{w}(0) \\ \tilde{w}(\nu) = w(\nu)\exp(i\alpha\nu), \\ \alpha = \pi p \frac{r(4-r)}{4}(D_2 - D_1) \end{cases},$$

phương trình này được thỏa mãn bằng cách lựa chọn $w(0)=1$ và $w(-1)=\exp(i\alpha)$.

Trong mỗi trường hợp trên tại đó nhiều hơn một giá trị r có khả năng áp dụng, thì sự lựa chọn sẽ xảy ra, ví dụ, giống với tiến trình ba bước được mô tả trước phương trình (17).

Fig.7 mô tả phổ biên độ của tín hiệu sóng hài có tần số cơ bản $\Omega_0 = 564,7$ Hz. Thành phần tần số thấp 701 của tín hiệu sẽ được sử dụng là đầu vào cho bộ đa chuyển vị. Mục đích của bộ chuyển vị là để tạo ra tín hiệu gần nhất có thể với thành phần tần số cao 702 của tín hiệu đầu vào, sao cho sự truyền dẫn của thành phần tần số cao 702 trở thành không bắt buộc và tốc độ bit sẵn có có thể được sử dụng một cách kinh tế.

Fig.8 mô tả phổ biên độ của các đầu ra từ bộ chuyển vị mà có thành phần tần số thấp 701 của tín hiệu của Fig 7 là đầu vào. Bộ đa chuyển vị được xây dựng bằng cách sử dụng dàn lọc QMF 64 dải, tần số lấy mẫu đầu vào $fs = 14400$ Hz, và liên quan đến sự mô tả Fig.5. Tuy nhiên để cho rõ ràng, chỉ hai bậc chuyển vị $Q_\varphi = 2,3$ được xem xét. Ba bảng tín hiệu khác nhau 801–803 thể hiện đầu ra cuối cùng thu được bằng cách sử dụng các cài đặt khác nhau của dữ liệu điều khiển xử lý chéo.

Bảng trên cùng 801 mô tả phổ đầu ra thu được nếu tất cả sự xử lý tích chéo bị hủy và chỉ bước xử lý dải tần phụ trực tiếp 401 là kích hoạt. Điều này sẽ là trường hợp nếu bộ phận điều khiển xử lý chéo 404 không nhận được cường độ hoặc $p = 0$. Sự chuyển vị theo $Q_\varphi = 2$ tạo ra đầu ra nằm trong khoảng từ 4 kHz đến 8kHz và sự chuyển vị theo $Q_\varphi = 3$ tạo ra đầu ra nằm trong khoảng từ 8kHz đến 12kHz. Như có thể thấy, các phần được tạo ra ngày càng cách xa lên và đầu ra trệch một cách đáng kể với tín hiệu tần số cao đích 702. Các nhiễu nhân tạo cường độ “ảo” gấp đôi và gấp ba nghe thấy được sẽ có mặt trong đầu ra âm thanh thu được.

Bảng giữa 802 mô tả phổ đầu ra thu được nếu sự xử lý tích chéo là kích hoạt, tham số cường độ $p = 5$ được sử dụng (mà xấp xỉ $128\Omega_0/fs = 5.0196$), nhưng cửa sổ tổng hợp hai nút đơn giản với $w(0) = w(-1) = 1$, thỏa mãn điều kiện (10), được sử dụng cho quá trình xử lý dải tần phụ chéo. Điều này có nghĩa là sự kết hợp dễ dàng của sự xử lý dựa trên khối dải tần phụ và sự chuyển vị sóng hài nâng cao tích chéo. Như có thể thấy, thành phần tín hiệu đầu ra bổ sung so với 801 không căn chỉnh tốt với chuỗi sóng hài mong muốn. Điều này thể hiện rằng nó dẫn đến chất lượng âm thanh không đủ để sử dụng tiến trình được kế thừa từ thiết kế của xử lý dải tần phụ trực tiếp cho xử lý tích chéo.

Bảng dưới cùng 803 mô tả phổ đầu ra thu được từ cùng phương án như đối với bảng giữa 802, nhưng bây giờ với các cửa sổ tổng hợp xử lý dải tần phụ chéo được cho bởi các phương trình được mô tả trong các trường hợp $Q_\varphi = 2,3$ trên Fig.5. Tức là, cửa sổ hai nút có dạng $w(0) = 1$ và $w(-1) = \exp(i\alpha)$ thỏa mãn phương trình (21) và với tính năng được diễn tả bởi sáng chế là tính năng này phụ thuộc vào giá trị của p . Như có thể thấy,

tín hiệu đầu ra được kết hợp căn chỉnh rất tốt với chuỗi sóng hài mong muốn của tín hiệu 702.

Fig.9 thể hiện một phần của bộ phận xử lý khung xử lý phi tuyến tính 202 bao gồm các phần được tạo cấu hình để nhận hai mẫu đầu vào u_1, u_2 và để tạo ra mẫu được xử lý w dựa trên các mẫu đầu vào này, mẫu được xử lý này có biên độ được cho bởi trung bình hình học của các biên độ của các mẫu đầu vào và pha của nó là sự kết hợp tuyến tính của các pha của các mẫu đầu vào, tức là,

$$\begin{cases} |w| = |u_1|^\rho |u_2|^{1-\rho} \\ \arg w = T_1 \arg u_1 + T_2 \arg u_2 \end{cases} \quad (22)$$

Có thể thu được mẫu được xử lý w theo bản mô tả này bằng cách tiền chuẩn hóa mỗi mẫu đầu vào u_1, u_2 tại bộ tiền chuẩn hóa 901, 902 tương ứng và nhân các mẫu đầu vào được tiền chuẩn hóa $v_1 = u_1 / |u_1|^a, v_2 = u_2 / |u_2|^b$ tại bộ nhân có trọng số 910, bộ nhân này xuất ra $w = v_1^\alpha v_2^\beta$. Rõ ràng là, hoạt động của các bộ tiền chuẩn hóa 901, 902 và bộ nhân có trọng số 910 được quyết định bởi các tham số đầu vào a, b, α và β . Dễ dàng để xác minh rằng các phương trình (22) sẽ được thỏa mãn nếu $\alpha = T_1, \beta = T_2, a = 1 - \rho / T_1, b = 1 - (1 - \rho) / T_2$. Người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này có khả năng để tổng quát hóa sự sắp đặt này đối với số tùy ý N_0 của các mẫu đầu vào, trong đó bộ nhân được cấp N_0 các mẫu đầu vào, một vài hoặc tất cả mẫu đầu vào này trải qua sự tiền chuẩn hóa. Nhận định rằng, sau đó, sự tiền chuẩn hóa thông thường ($a = b$, bao hàm bộ tiền chuẩn hóa 901, 902 tạo ra các kết quả như nhau) có khả năng nếu tham số ρ được thiết lập là $\rho = T_1 / (T_1 + T_2)$. Điều này dẫn đến các lợi ích tính toán khi các dải tần phụ được xem xét, do bước tiền chuẩn hóa thông thường có thể có tác dụng trên tất cả các dải tần phụ dự phòng trước bước nhân. Theo một phương án thực hiện phần cứng có lợi, nhiều bộ tiền chuẩn hóa có chức năng như nhau được thay thế bằng đơn vị đơn mà thay thế giữa các mẫu từ các dải tần phụ khác nhau trong kiểu phân chia thời gian.

Các phương án khác của sáng chế sẽ trở nên rõ ràng đối với người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này sau khi đọc phần mô tả trên. Ngay cả khi phần mô tả và các hình vẽ bộc lộ các phương án và các ví dụ, thì sáng chế cũng không bị giới hạn ở

các ví dụ cụ thể này. Các sự thay đổi và biến đổi có thể được thực hiện mà không vượt ra khỏi phạm vi của sáng chế, được xác định bởi các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo.

Các hệ thống và phương pháp được bộc lộ nêu trên có thể được thực hiện dưới dạng phần mềm, phần sụn, phần cứng hoặc sự kết hợp của chúng. Các thành phần nhất định hoặc tất cả các thành phần có thể được thực hiện như là phần mềm được thực thi bởi bộ xử lý tín hiệu kỹ thuật số hoặc bộ vi xử lý, hoặc được thực hiện bằng phần cứng hoặc bằng mạch tích hợp ứng dụng cụ thể. Phần mềm này có thể được phân phối trên phương tiện có thể đọc được bằng máy tính, mà có thể bao gồm phương tiện lưu trữ máy tính (hoặc phương tiện không tạm thời) và phương tiện truyền thông (hoặc phương tiện tạm thời). Như được biết rõ đối với người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này, phương tiện lưu trữ bằng máy tính bao gồm cả phương tiện khả biến và bất khả biến, có thể tháo được và không thể tháo được được thực hiện theo phương pháp hoặc công nghệ bất kỳ để lưu trữ thông tin chẳng hạn như các lệnh có thể đọc được bằng máy tính, các cấu trúc dữ liệu, môđun chương trình hoặc dữ liệu khác. Phương tiện lưu trữ bằng máy tính bao gồm, nhưng không giới hạn ở, RAM, ROM, EEPROM, bộ nhớ đệm nhanh hoặc công nghệ ghi nhớ khác, CD-ROM, đĩa kỹ thuật số vạn năng (DVD) hoặc lưu trữ đĩa quang khác, băng cát-xét từ, băng từ, lưu trữ đĩa từ hoặc thiết bị lưu trữ từ khác, hoặc phương tiện khác bất kỳ mà có thể được sử dụng để lưu trữ thông tin mong muốn và có thể được truy cập bằng máy tính. Hơn nữa, như được biết rõ đối với người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này, phương tiện truyền thông thường bao gồm các lệnh có thể đọc được bằng máy tính, các cấu trúc dữ liệu, môđun chương trình hoặc dữ liệu khác trong tín hiệu dữ liệu được điều biến chẳng hạn như sóng mang hoặc cơ chế truyền dẫn khác và bao gồm phương tiện vận chuyển thông tin bất kỳ.

Yêu cầu bảo hộ

1. Hệ thống được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu được chuyển vị tần số và/hoặc được giãn thời gian từ tín hiệu đầu vào, hệ thống này bao gồm:

dàn lọc phân tích (101) được tạo cấu hình để thu được số lượng $Y \geq 1$ tín hiệu dải tần phụ phân tích từ tín hiệu đầu vào, trong đó mỗi tín hiệu dải tần phụ phân tích bao gồm các mẫu phân tích giá trị phức, mỗi mẫu này có pha và biên độ;

bộ phận xử lý dải tần phụ (102) được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu dải tần phụ tổng hợp từ Y tín hiệu dải tần phụ phân tích bằng cách sử dụng hệ số chuyển vị dải tần phụ Q và hệ số giãn dải tần phụ S , ít nhất một hệ số trong các hệ số Q và S lớn hơn một, trong đó bộ phận xử lý dải tần phụ (102) bao gồm:

bộ trích khối (201) được tạo cấu hình để thực hiện, đối với mỗi Y dải tần phụ phân tích:

i) tạo ra khung của L mẫu đầu vào được trích từ các mẫu phân tích giá trị phức trong tín hiệu dải tần phụ phân tích, độ dài khung là $L > 1$; và

ii) áp dụng kích thước bước nhảy khối của h mẫu cho các mẫu phân tích trên, trước khi tạo ra khung tiếp theo của L mẫu đầu vào;

bộ phận xử lý khung phi tuyến tính (202) được tạo cấu hình để tạo ra, dựa trên Y khung tương ứng của các mẫu đầu vào tạo ra bởi bộ trích khối, khung của các mẫu đã xử lý bằng cách xác định pha và biên độ cho mỗi mẫu đã xử lý của khung, trong đó, đối với ít nhất một mẫu đã xử lý:

i) pha của mẫu đã xử lý được dựa trên các pha tương ứng của mẫu đầu vào tương ứng trong Y khung của các mẫu đầu vào; và

ii) biên độ của mẫu đã xử lý được dựa trên biên độ của mẫu đầu vào tương ứng trong Y khung của các mẫu đầu vào; và

bộ phận chia cửa sổ (203) được tạo cấu hình để áp dụng, vào khung của các mẫu đã xử lý, hàm cửa sổ có độ dài hữu hạn bao gồm các mẫu cửa sổ, trong đó các mẫu cửa sổ được xếp chồng và cộng của các hàm cửa sổ, khi được gán trọng số bởi các trọng số phức và được dịch chuyển theo kích thước bước nhảy Sh , tạo ra chuỗi gần như không đổi;

và

bộ phận cộng và xếp chồng (204) được tạo cấu hình để xác định tín hiệu dải tần phụ tổng hợp bằng cách xếp chồng và cộng các mẫu của chuỗi các khung của các mẫu đã xử lý được chia cửa sổ;

và

dàn lọc tổng hợp (103) được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu được chuyển vị tần số và/hoặc được giãn thời gian từ ít nhất tín hiệu dải tần phụ tổng hợp do bộ phận xử lý dải tần phụ xuất ra,

trong đó hệ thống này có thể hoạt động ít nhất với $Y = 2$.

2. Hệ thống theo điểm 1, trong đó:

dàn lọc phân tích (101) là một trong số dàn lọc gương cầu phương, biến đổi Fourier rời rạc được chia cửa sổ hoặc biến đổi sóng con; và

dàn lọc tổng hợp (103) là dàn lọc nghịch đảo hoặc biến đổi tương ứng.

3. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm trên, trong đó:

dàn lọc phân tích (101) áp dụng khoảng thời gian phân tích Δt_A cho tín hiệu đầu vào;

dàn lọc phân tích có khoảng cách tần số phân tích Δf_A ;

dàn lọc phân tích có số lượng N dải tần phụ phân tích, với $N > 1$, trong đó n là chỉ số dải tần phụ phân tích với $n = 0, \dots, N-1$;

dải tần phụ phân tích của N dải tần phụ phân tích được kết hợp với dải tần số của tín hiệu đầu vào;

dàn lọc tổng hợp (103) áp dụng khoảng thời gian tổng hợp Δt_s cho tín hiệu dải tần phụ tổng hợp;

dàn lọc tổng hợp có khoảng cách tần số tổng hợp Δf_s ;

dàn lọc tổng hợp có số lượng M dải tần phụ tổng hợp, với $M > 1$, trong đó m là chỉ số dải tần phụ tổng hợp với $m = 0, \dots, M-1$; và

dải tần phụ tổng hợp trong số M dải tần phụ tổng hợp được kết hợp với dải tần số của tín hiệu được chuyển vị tần số và/hoặc được giãn thời gian.

4. Hệ thống theo điểm 3, trong đó bộ phận xử lý dải tần phụ (102) được tạo cấu hình với $Y = 2$ và hệ thống này còn bao gồm bộ phận điều khiển xử lý chéo (404) được tạo cấu hình để tạo ra dữ liệu điều khiển xử lý chéo (403) xác định các chỉ số dải tần phụ n_1, n_2 được kết hợp với các tín hiệu dải tần phụ phân tích và chỉ số dải tần phụ tổng hợp m , mà các chỉ số dải tần phụ liên quan đến các nghiệm nguyên xấp xỉ của phương trình:

$$\left\{ \begin{array}{l} m + \sigma = \frac{Q_\varphi \Omega + r \Omega_0}{\Delta f_s} \\ n_1 + \sigma = \frac{\Omega}{\Delta f_A} \\ n_2 + \sigma = \frac{\Omega + \Omega_0}{\Delta f_A} \end{array} \right\},$$

trong đó Ω_0 là tần số cơ bản của tín hiệu đầu vào,

$\sigma = 0$ hoặc $1/2$,

$$Q = \frac{\Delta t_s}{\Delta t_A} Q_\varphi,$$

Q_φ là hệ số chuyển vị, và

r là số nguyên thỏa mãn $1 \leq r \leq Q_\varphi - 1$.

5. Hệ thống theo điểm 4, trong đó bộ phận điều khiển xử lý chéo (404) được tạo cấu hình để tạo ra dữ liệu điều khiển xử lý sao cho các chỉ số dải tần phụ n_1, n_2 được dựa trên giá trị r mà tối đa hóa giá trị tối thiểu của các biên độ dải tần phụ của hai khung được tạo bằng cách trích các mẫu phân tích từ các tín hiệu dải tần phụ phân tích.

6. Hệ thống theo điểm 5, trong đó biên độ dải tần phụ của mỗi khung của L mẫu đầu vào là biên độ của mẫu trung tâm hoặc gần trung tâm.

7. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó bộ trích khối (201) được tạo cấu hình để thu ít nhất một khung của các mẫu đầu vào bằng cách giảm tần suất lấy mẫu các mẫu phân tích giá trị phức trong tín hiệu dải tần phụ phân tích.

8. Hệ thống theo điểm 7, hệ thống này được tạo cấu hình với $Y=2$, trong đó bộ trích khối được tạo cấu hình để thu được khung thứ nhất và thứ hai của các mẫu đầu vào bằng cách giảm tần suất lấy mẫu các mẫu phân tích giá trị phức lần lượt trong tín hiệu dải tần phụ phân tích thứ nhất và thứ hai, bằng cách giảm tần suất lấy mẫu các hệ số D_1 và D_2

thỏa mãn $\begin{cases} Q = T_1 D_1 + T_2 D_2 \\ SQ = T_1 + T_2 \end{cases}$ và $D_1 \geq 0, D_2 > 0$ hoặc $D_1 > 0, D_2 \geq 0$,

và trong đó bộ phận xử lý khung phi tuyến tính (202) được tạo cấu hình để xác định pha của mẫu đã xử lý dựa trên sự kết hợp tuyến tính, với các hệ số nguyên không âm T_1, T_2 , của các pha tương ứng của mẫu đầu vào tương ứng trong khung thứ nhất và thứ hai của các mẫu đầu vào.

9. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó các trọng số phức liên tiếp chỉ khác nhau bởi sự xoay pha cố định, như sự xoay pha mà tỷ lệ với tần số cơ bản của tín hiệu đầu vào.

10. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó bộ phận cộng và xếp chồng (204) áp dụng kích thước bước nhảy vào các khung liên tiếp của các mẫu đã xử lý, kích thước bước nhảy này là tích của kích thước bước nhảy khối h và hệ số giãn dải tần phụ S .

11. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên được tạo cấu hình với $Y=2$, trong đó bộ phận xử lý khung (202) được tạo cấu hình để xác định biên độ của mẫu đã xử lý làm giá trị trung bình của biên độ của mẫu đầu vào tương ứng trong khung thứ nhất của các mẫu đầu vào và biên độ của mẫu đầu vào tương ứng trong khung thứ hai của các mẫu đầu vào và/hoặc để xác định pha của mẫu đã xử lý dựa trên sự kết hợp tuyến tính,

với các hệ số nguyên không âm (T_1, T_2), của các pha tương ứng của mẫu đầu vào tương ứng trong khung thứ nhất và thứ hai của các mẫu đầu vào.

12. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, hệ thống này còn bao gồm:

các bộ phận xử lý dải tần phụ (401, 402; 503; 602-2, 602-3, 602-4), mỗi bộ phận này được tạo cấu hình để xác định tín hiệu dải tần phụ tổng hợp trung gian bằng cách sử dụng giá trị khác nhau của hệ số chuyển vị dải tần phụ Q và/hoặc của hệ số giãn dải tần phụ S ; và

bộ phận hợp nhất (405; 603) được sắp xếp sau các bộ phận xử lý dải tần phụ và trước dàn lọc tổng hợp (103) được tạo cấu hình để hợp nhất các tín hiệu dải tần phụ tổng hợp trung gian tương ứng để xác định tín hiệu dải tần phụ tổng hợp.

13. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó:

dàn lọc phân tích (101) được tạo cấu hình để tạo ra $Y \times Z$ tín hiệu dải tần phụ phân tích từ tín hiệu đầu vào;

bộ phận xử lý dải tần phụ (102) được tạo cấu hình để tạo ra Z tín hiệu dải tần phụ tổng hợp từ $Y \times Z$ tín hiệu dải tần phụ phân tích, áp dụng cặp giá trị S và Q đối với mỗi nhóm gồm Y tín hiệu dải tần phụ phân tích mà một tín hiệu dải tần phụ tổng hợp dựa trên nhóm này; và

dàn lọc tổng hợp (103) được tạo cấu hình để tạo ra Z tín hiệu được chuyển vị tần số và/hoặc được giãn thời gian từ Z tín hiệu dải tần phụ tổng hợp.

14. Phương pháp tạo ra tín hiệu được chuyển vị tần số và/hoặc được giãn thời gian từ tín hiệu đầu vào, phương pháp này bao gồm các bước:

thu được số lượng $Y \geq 2$ tín hiệu dải tần phụ phân tích từ tín hiệu đầu vào, trong đó mỗi tín hiệu dải tần phụ phân tích bao gồm các mẫu phân tích giá trị phức, mỗi tín hiệu này có pha và biên độ;

đối với mỗi Y dải tần phụ phân tích:

tạo ra khung của L mẫu đầu vào được trích từ các mẫu phân tích giá trị phức nêu trên trong tín hiệu dải tần phụ phân tích, độ dài khung là $L > 1$; và

áp dụng kích thước bước nhảy khối của h mẫu cho các mẫu phân tích nêu trên, trước khi thu được khung tiếp theo của L mẫu đầu vào;

tạo ra, dựa trên Y khung tương ứng của các mẫu đầu vào được tạo ra như vậy, khung của các mẫu đã xử lý bằng cách xác định pha và biên độ cho mỗi mẫu đã xử lý của khung, trong đó, đối với ít nhất một mẫu đã xử lý:

i) pha của mẫu đã xử lý được dựa trên các pha tương ứng của mẫu đầu vào tương ứng trong Y khung của các mẫu đầu vào; và

ii) biên độ của mẫu đã xử lý được dựa trên biên độ của mẫu đầu vào tương ứng trong Y khung của các mẫu đầu vào;

xác định tín hiệu dải tần phụ tổng hợp bằng cách áp dụng hàm cửa sổ có độ dài hữu hạn vào mỗi khung của các mẫu đã xử lý, sau đó xếp chồng và cộng các mẫu của chuỗi, trong đó hàm cửa sổ bao gồm các mẫu cửa sổ, và trong đó các mẫu cửa sổ đã xếp chồng và cộng của các hàm cửa sổ, khi được gán trọng số bởi các trọng số phức và được dịch chuyển theo kích thước bước nhảy Sh , tạo ra chuỗi gần như không đổi; và

tạo ra tín hiệu được chuyển vị tần số và/hoặc được giãn thời gian từ ít nhất tín hiệu dải tần phụ tổng hợp.

15. Vật mang dữ liệu lưu trữ các lệnh có thể đọc được bởi máy tính để thực hiện phương pháp nêu trong điểm 14.

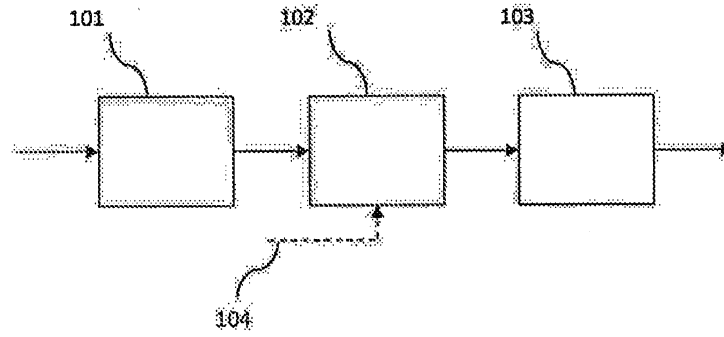


Fig. 1

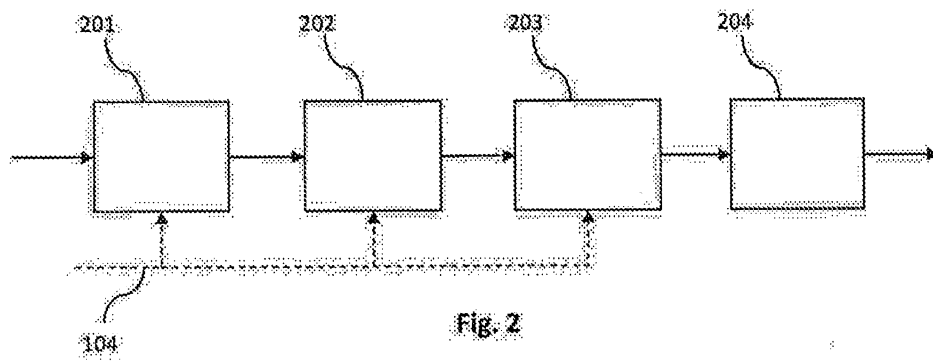


Fig. 2

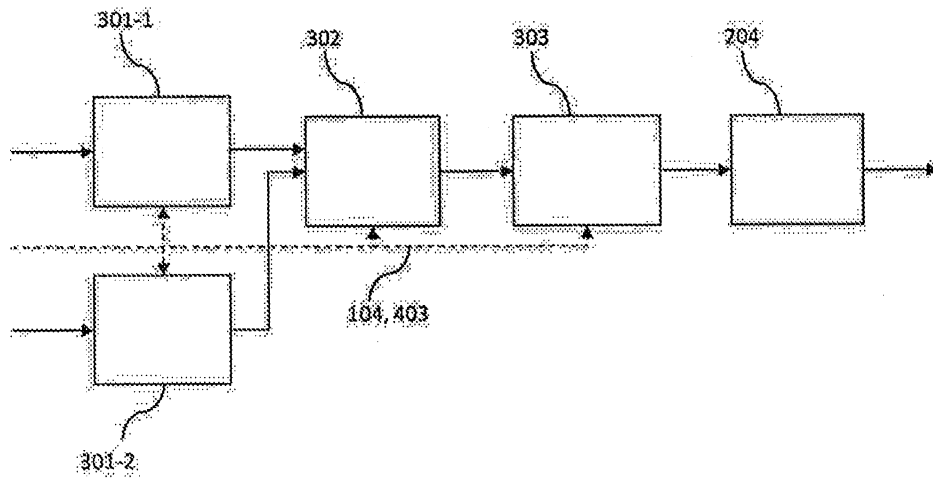


Fig. 3

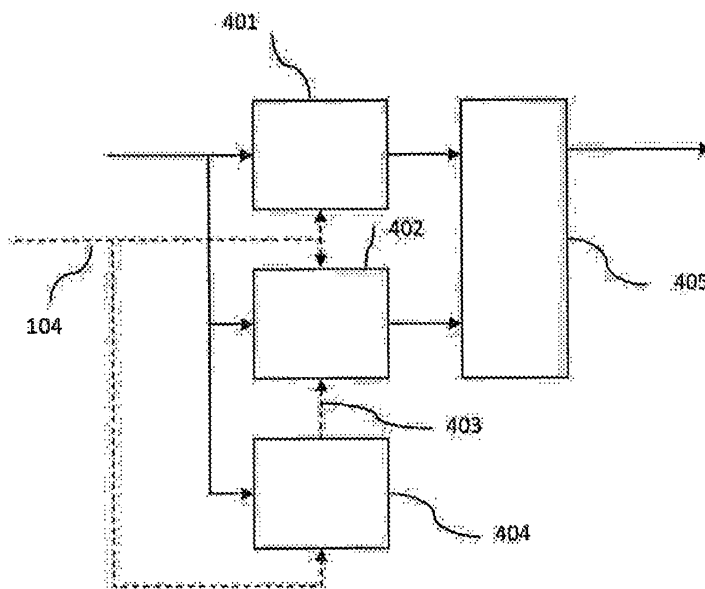


Fig. 4

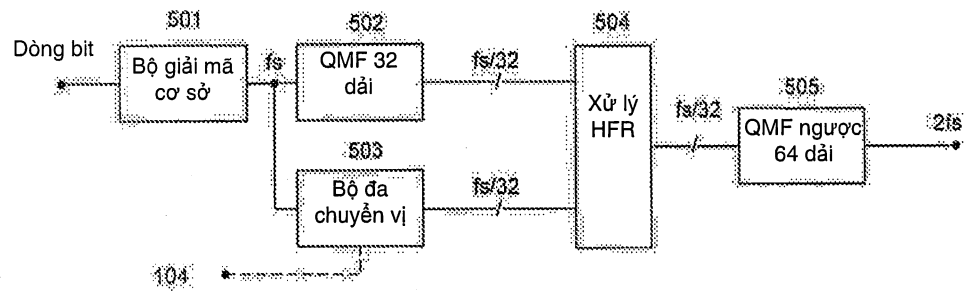


Fig. 5

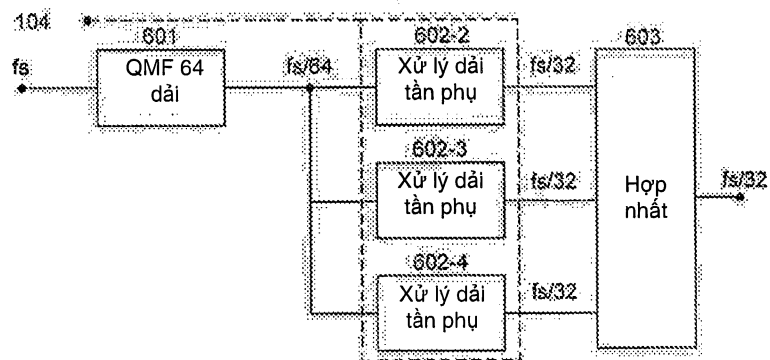


Fig. 6

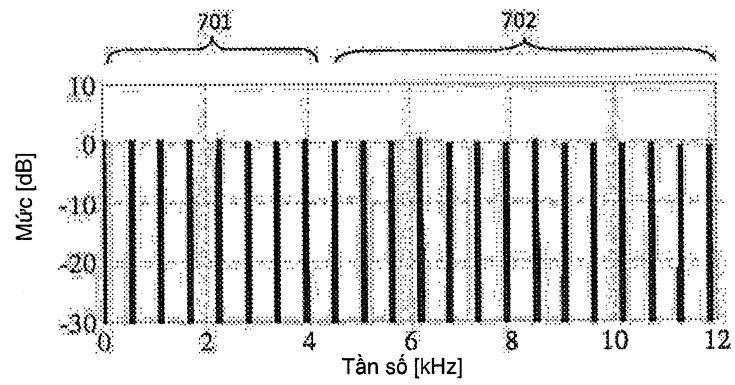


Fig. 7

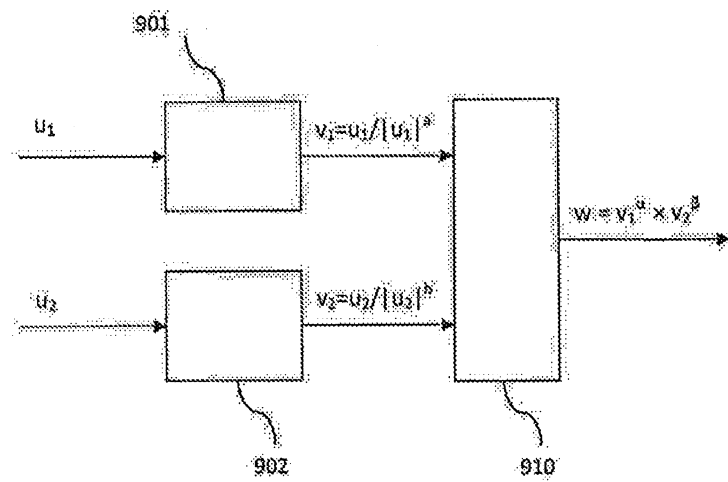


Fig. 9

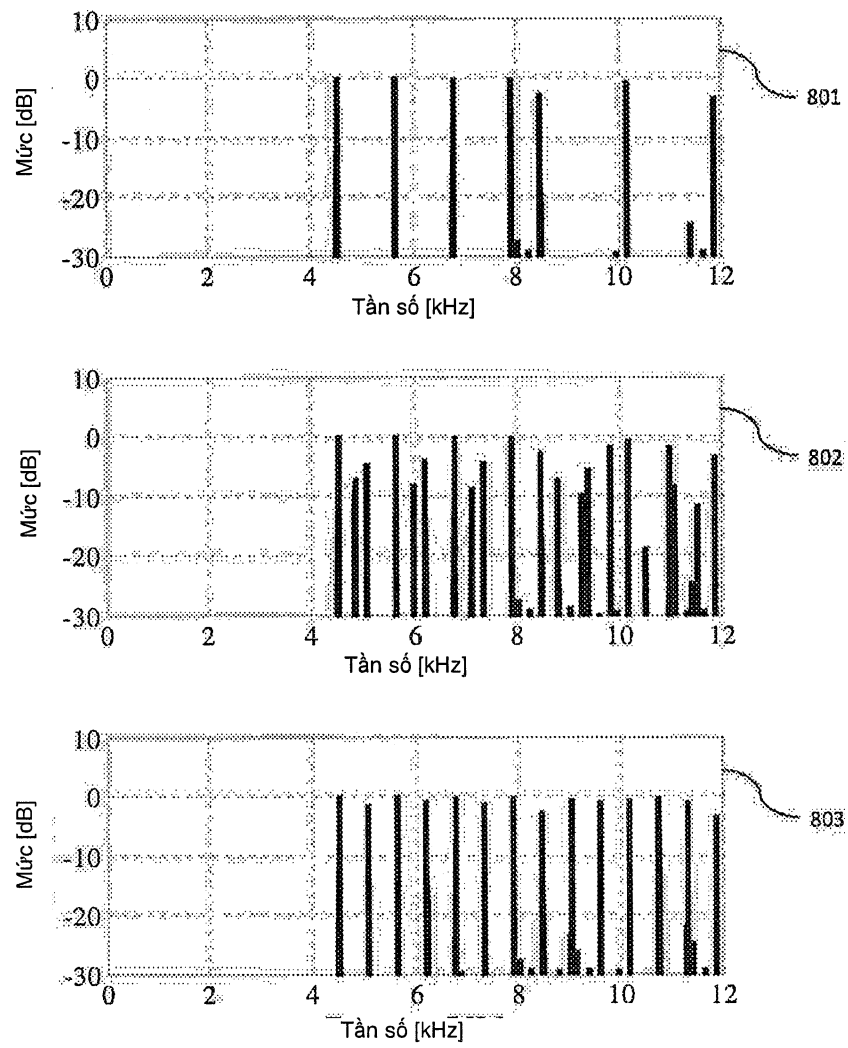


Fig. 8