



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

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

(11)



1-0027736

(51)⁷ H03K 23/00; G01R 23/00

(13) B

(21) 1-2017-02316

(22) 20/06/2017

(30) 10-2016-0141902 28/10/2016 KR; 10-2016-0175036 20/12/2016 KR

(45) 25/03/2021 396

(43) 25/05/2018 362A

(73) SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS CO., LTD. (KR)

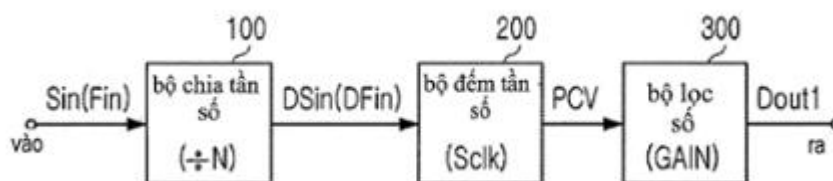
Maeyoung-Ro 150 (Maetan-Dong), Youngtong-Gu, Suwon-Si, Gyeonggi-Do,
Republic of Korea, zipcode: 443-743

(72) LEE, Jong Woo (KR); LEE, Joo Hyoung (KR); RYU, Je Hyuk (KR); CHOI, Woo
Young (US); JI, Yong Woon (KR); LEE, Soo Woong (KR); HONG, Byung Joo
(KR); KO, Joo Yul (KR).

(74) CÔNG TY LUẬT TRÁCH NHIỆM HỮU HẠN AMBYS HÀ NỘI (AMBYS
HANOI)

(54) THIẾT BỊ ĐO TẦN SỐ KỸ THUẬT SỐ

(57) Thiết bị đo tần số kỹ thuật số bao gồm bộ chia tần số chia tín hiệu tần số đầu vào và cung cấp tín hiệu tần số được chia; bộ đếm thời gian đếm các chu kỳ xung nhịp trong khoảng thời gian tín hiệu tần số được chia sử dụng tín hiệu xung nhịp và cung cấp giá trị đếm thời gian cho từng khoảng thời gian; và bộ lọc số khuếch đại giá trị đếm thời gian bằng cách sử dụng độ khuếch đại tích lũy, chuyển đổi giá trị đếm thời gian được khuếch đại thành tần số, và cung cấp giá trị đầu ra kỹ thuật số thứ nhất. Bộ lọc số xác định độ khuếch đại tích lũy bằng cách sử dụng số bậc được xác định trước và hệ số thập phân được xác định trước.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thiết bị đo tần số kỹ thuật số.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các phương pháp đo tần số khác nhau thường được sử dụng trong kỹ thuật liên quan, nhưng có thể gặp khó khăn trong việc đồng thời cung cấp độ phân giải tần số tương đối cao cũng như tốc độ lấy mẫu tương đối cao.

Cụ thể, về độ phân giải tần số tương đối cao trong các tần số đo, có thể kiểm soát và phân biệt chính xác. Khi đo trở kháng (độ lớn và pha) giữa các điểm nối, sử dụng độ phân giải tần số tương đối cao sẽ cho phép đo chính xác hơn. Khi đo tần số, sử dụng tốc độ lấy mẫu tương đối cao nhanh hơn ít nhất hai lần so với tần số cao nhất cần đo, đảm bảo việc kiểm soát tương đối nhanh và chính xác.

Tuy nhiên, khi tốc độ lấy mẫu tăng lên, độ phân giải tần số giảm xuống. Mặt khác, khi tăng độ phân giải tần số, thời gian đo tần số sẽ tăng lên, do đó làm giảm tốc độ lấy mẫu. Mối quan hệ nghịch đảo của độ phân giải tần số với tốc độ lấy mẫu là một trong những yếu tố được xem xét khi phát triển các thiết bị đo tần số.

Các kỹ thuật đo tần số kỹ thuật số thông thường đo tần số bằng nhiều phương pháp khác nhau, chẳng hạn như bộ lấy tích phân sử dụng bộ đếm. Các bộ đếm tần số thường đo số lượng dao động hoặc xung mỗi giây trong tín hiệu điện tử có chu kỳ.

Các kỹ thuật đo tần số thường sử dụng bộ dao động nội có tần số tương đối cao khi tần số đầu vào cần đo có dải tần rộng. Tuy nhiên, việc sử dụng bộ dao động với tần số cao để tăng độ phân giải của tần số đầu vào đo được, làm giảm tốc độ lấy mẫu.

Trong kỹ thuật thông thường, các kỹ thuật đo tần số sử dụng bộ đếm thường được sử dụng như một phương pháp đếm tần số trong đó tần số đầu vào được đo bằng cách đếm các chu kỳ xung nhịp do bộ dao động chính cung cấp bên trong.

Trong các kỹ thuật đo tần số thông thường, khi tần số đầu vào tương tự hoặc lớn hơn tần số của bộ dao động chính, việc phân biệt các tần số trở nên khó khăn.

Ví dụ, khi tần số đầu vào bằng 10MHz và 9,8MHz được đếm bằng cách sử dụng chu kỳ xung nhịp của bộ dao động chính 20MHz, giá trị bộ đếm cho cả hai trường hợp là 2 chu kỳ xung nhịp, làm cho tần số 10MHz không phân biệt được với tần số 9,8MHz.

Như đã mô tả ở trên, trong trường hợp sử dụng các phương pháp đo tần số trong lĩnh vực kỹ thuật liên quan, việc đáp ứng cả độ phân giải tần số và tốc độ lấy mẫu trong mỗi quan hệ điều hòa có thể là vấn đề.

Do đó, cần có cấu trúc để đáp ứng dải tần số đầu vào tương đối rộng để cải thiện cả độ phân giải tần số và tốc độ lấy mẫu.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Phần Bản chất kỹ thuật của sáng chế được cung cấp để đưa ra một loạt các khái niệm ở dạng đơn giản hóa được mô tả thêm bên dưới trong phần Mô tả chi tiết sáng chế. Phần Bản chất kỹ thuật của sáng chế không nhằm để xác định các dấu hiệu quan trọng hoặc các dấu hiệu cơ bản của đối tượng được bảo hộ, cũng không nhằm sử dụng để hỗ trợ trong việc xác định phạm vi của các đối tượng được bảo hộ.

Theo một khía cạnh chung, thiết bị đo tần số kỹ thuật số bao gồm bộ chia tần số được tạo cấu hình để phân chia tín hiệu tần số đầu vào và cung cấp tín hiệu tần số đã phân chia; bộ đếm thời gian được tạo cấu hình để đếm chu kỳ xung nhịp trong một khoảng thời gian của tín hiệu tần số được chia bằng cách sử dụng tín hiệu xung nhịp và cung cấp giá trị đếm thời gian cho mỗi khoảng thời gian; và bộ lọc số được tạo cấu hình để khuếch đại giá trị đếm thời gian bằng cách sử dụng độ khuếch đại tích lũy và cung cấp giá trị đếm thời gian khuếch đại làm giá trị đầu ra kỹ thuật số thứ nhất, trong đó bộ lọc số xác định độ khuếch đại tích lũy bằng cách sử dụng số bậc được xác định trước và hệ số thập phân được xác định trước.

Bộ lọc số có thể xác định độ khuếch đại tích lũy bằng cách sử dụng hàm số mũ gồm số bậc được xác định trước làm số mũ với hệ số thập phân được xác định trước làm cơ số.

Bộ lọc số có thể bao gồm bộ lọc răng lược tích phân tầng (Cascade integrator comb - CIC) của bộ lấy thập phân khuếch đại giá trị đếm thời gian từ bộ đếm thời gian

sử dụng độ khuếch đại tích lũy và chuyển đổi giá trị đếm thời gian được khuếch đại thành tần số làm giá trị đầu ra kỹ thuật số thứ nhất.

Bộ lọc CIC của bộ lấy thập phân có thể bao gồm mạch tích phân được tạo cấu hình để bao gồm nhiều bộ lấy tích phân được ghép tầng theo số lượng bằng với số bậc được xác định trước và tích lũy lần lượt giá trị đếm thời gian từ bộ đếm thời gian để cung cấp giá trị tích lũy cho từng khoảng thời gian; bộ lấy thập phân được tạo cấu hình để lấy mẫu giá trị tích lũy cho từng khoảng thời gian từ mạch tích phân từng giá trị một trong từng khoảng thời gian tương ứng với hệ số thập phân được xác định trước và cung cấp giá trị tích lũy được lấy mẫu giảm; và mạch rãng lược được tạo cấu hình để bao gồm nhiều rãng lược được ghép tầng với số lượng bằng số bậc được xác định trước và trừ giá trị tích lũy được lấy mẫu giảm có trước khỏi giá trị tích lũy được lấy mẫu giảm hiện thời từ bộ lấy thập phân để cung cấp giá trị tích lũy đã trừ cho khoảng thời gian tương ứng với hệ số thập phân.

Bộ lọc CIC của bộ lấy thập phân có thể được tạo cấu hình để khuếch đại giá trị đếm thời gian từ bộ đếm thời gian bằng cách sử dụng độ khuếch đại tích lũy được xác định bởi số bậc được xác định trước và hệ số thập phân được xác định trước và chuyển đổi giá trị đếm thời gian được khuếch đại thành tần số để cung cấp giá trị tần số; và bộ lọc trung bình động có thể được tạo cấu hình để tính toán giá trị trung bình động của giá trị đếm thời gian được khuếch đại từ bộ lọc rãng lược tích phân tầng CIC của bộ lấy thập phân và cung cấp giá trị trung bình động của giá trị đếm thời gian được khuếch đại làm giá trị đầu ra kỹ thuật số thứ nhất.

Bộ lọc rãng lược tích phân tầng CIC của bộ lấy thập phân có thể bao gồm mạch tích phân được tạo cấu hình để bao gồm nhiều bộ lấy tích phân được ghép tầng theo số lượng bằng với số bậc được xác định trước và tích lũy lần lượt giá trị đếm thời gian từ bộ đếm thời gian để cung cấp giá trị tích lũy cho từng khoảng thời gian; bộ lấy thập phân có thể được tạo cấu hình để lấy mẫu giá trị tích lũy cho từng khoảng thời gian từ mạch thích hợp từng giá trị một trong từng khoảng thời gian tương ứng với hệ số thập phân được xác định trước và cung cấp giá trị tích lũy được lấy mẫu giảm; và mạch rãng lược có thể được tạo cấu hình để trừ giá trị tích lũy được lấy mẫu giảm có trước khỏi giá trị tích lũy được lấy mẫu giảm hiện thời từ bộ lấy thập phân để cung cấp giá

trị tích lũy đã trừ cho khoảng thời gian tương ứng với hệ số thập phân được xác định trước.

Bộ lọc trung bình động có thể bao gồm bộ lọc trung bình động 16 điểm, và bộ lọc trung bình động 16 điểm có thể tính toán giá trị trung bình động của giá trị tần số từ bộ lọc răng lược tích phân tầng CIC của bộ lấy thập phân dựa trên 16 đơn vị và cung cấp giá trị trung bình động của giá trị đếm thời gian được khuếch đại làm giá trị đầu ra kỹ thuật số thứ nhất.

Theo một khía cạnh chung, thiết bị đo tần số kỹ thuật số bao gồm bộ chia tần số được tạo cấu hình để chia tín hiệu tần số đầu vào và cung cấp tín hiệu tần số được chia; bộ đếm thời gian được tạo cấu hình để đếm các chu kỳ xung nhịp trong khoảng thời gian tín hiệu có tần số được chia sử dụng tín hiệu xung nhịp và cung cấp giá trị đếm thời gian cho từng khoảng thời gian; và bộ lọc số được tạo cấu hình để khuếch đại giá trị đếm thời gian sử dụng độ khuếch đại tích lũy và cung cấp giá trị đếm thời gian được khuếch đại làm tín hiệu đầu ra kỹ thuật số thứ nhất; và bộ thao tác tần số được tạo cấu hình để chuyển đổi giá trị đếm thời gian được khuếch đại thành tần số đầu ra và cung cấp tần số đầu ra làm giá trị đầu ra kỹ thuật số thứ hai, trong đó bộ lọc số xác định độ khuếch đại tích lũy sử dụng số bậc được xác định trước và hệ số thập phân được xác định trước.

Bộ lọc số có thể xác định độ khuếch đại tích lũy bằng cách sử dụng hàm số mũ gồm số bậc được xác định trước làm số mũ với hệ số thập phân được xác định trước làm cơ số.

Bộ lọc số có thể bao gồm bộ lọc răng lược tích phân tầng CIC của bộ lấy thập phân khuếch đại giá trị đếm thời gian của bộ đếm thời gian bằng cách sử dụng độ khuếch đại tích lũy và chuyển đổi giá trị đếm thời gian được khuếch đại thành tần số để cung cấp làm giá trị đầu ra kỹ thuật số thứ nhất.

Bộ lọc răng lược tích phân tầng CIC của bộ lấy thập phân có thể bao gồm mạch tích phân được tạo cấu hình để bao gồm nhiều bộ lấy tích phân được ghép tầng theo số lượng bằng với số bậc được xác định trước và tích lũy lần lượt giá trị đếm thời gian từ bộ đếm thời gian để cung cấp giá trị tích lũy cho từng khoảng thời gian; bộ lấy thập phân có thể được tạo cấu hình để lấy mẫu giá trị tích lũy cho từng khoảng thời gian từ

mạch tích phân trong từng khoảng thời gian tương ứng với hệ số thập phân được xác định trước và cung cấp giá trị tích lũy được lấy mẫu giảm; và mạch răng lược có thể được tạo cấu hình để bao gồm nhiều răng lược được ghép tầng theo số lượng bằng với số bậc được xác định trước và trừ giá trị tích lũy được lấy mẫu giảm có trước khỏi giá trị tích lũy được lấy mẫu giảm hiện thời từ bộ lấy thập phân để cung cấp giá trị tích lũy đã trừ cho khoảng thời gian tương ứng với hệ số thập phân được xác định trước.

Bộ lọc số có thể còn bao gồm bộ lọc trung bình động. Bộ lọc răng lược tích phân tầng CIC của bộ lấy thập phân có thể khuếch đại giá trị đếm thời gian từ bộ đếm thời gian bằng cách sử dụng độ khuếch đại tích lũy và chuyển đổi giá trị đếm thời gian được khuếch đại thành tần số để cung cấp giá trị tần số. Bộ lọc trung bình động có thể tính toán giá trị trung bình động của giá trị đếm thời gian được khuếch đại từ bộ lọc răng lược tích phân tầng CIC của bộ lấy thập phân và cung cấp giá trị trung bình động của giá trị đếm thời gian được khuếch đại làm giá trị đầu ra kỹ thuật số thứ nhất.

Bộ lọc trung bình động có thể bao gồm bộ lọc trung bình động 16 điểm, và bộ lọc trung bình động 16 điểm có thể tính toán giá trị trung bình động của giá trị tần số từ bộ lọc răng lược tích phân tầng CIC của bộ lấy thập phân dựa trên 16 đơn vị và cung cấp giá trị trung bình động của giá trị đếm thời gian được khuếch đại như giá trị đầu ra kỹ thuật số thứ nhất.

Bộ thao tác tần số có thể chuyển đổi giá trị đếm thời gian được khuếch đại thành tần số đầu ra theo phương trình sau:

$$F_{out} = (F_{clk} * TSN(=N * GAIN)) / (APCV + GAIN)$$

trong đó F_{out} là tần số đầu ra, F_{clk} là tần số xung nhịp của tín hiệu xung nhịp của bộ đếm thời gian, TSN là số mẫu tổng cộng được xác định bằng cách nhân giá trị chia N với $GAIN$, $GAIN$ là độ khuếch đại tích lũy của bộ lọc số, và $APCV$ là giá trị đếm thời gian được khuếch đại được xác định bằng cách nhân giá trị đếm thời gian PCV với $GAIN$.

Theo một khía cạnh chung khác, thiết bị đo tần số kỹ thuật số bao gồm bộ xử lý được tạo cấu hình để chia tín hiệu tần số đầu vào được đo bằng N để tạo ra tín hiệu tần số được chia, trong đó N là số nguyên; đếm các chu kỳ xung nhịp trong khoảng thời

gian tín hiệu tần số được chia sử dụng tín hiệu xung nhịp để tạo ra giá trị đếm thời gian cho từng khoảng thời gian; và khuếch đại giá trị đếm thời gian làm giá trị đầu ra kỹ thuật số thứ nhất bằng cách sử dụng độ khuếch đại tích lũy của bộ lọc số để tạo ra giá trị đếm thời gian được khuếch đại, trong đó bộ lọc số xác định độ khuếch đại tích lũy sử dụng số bậc được xác định trước và hệ số thập phân được xác định trước.

Thiết bị đo tần số kỹ thuật số còn có thể bao gồm bộ nhớ được tạo cấu hình để lưu giữ các lệnh, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để chạy các lệnh để tạo kết cấu bộ xử lý để chia tín hiệu tần số đầu vào được đo bằng N để tạo ra tín hiệu tần số được chia, trong đó N là số nguyên; đếm các chu kỳ xung nhịp trong khoảng thời gian tín hiệu tần số được chia sử dụng tín hiệu xung nhịp để tạo ra giá trị đếm thời gian cho từng khoảng thời gian; và khuếch đại giá trị đếm thời gian làm giá trị đầu ra kỹ thuật số thứ nhất sử dụng độ khuếch đại tích lũy của bộ lọc số để tạo ra giá trị đếm thời gian được khuếch đại.

Bộ xử lý có thể bao gồm bộ chia tần số được tạo cấu hình để phân chia tín hiệu tần số đầu vào được đo bằng N để tạo ra tín hiệu tần số được chia, trong đó N là số nguyên; bộ đếm thời gian được tạo cấu hình để đếm các chu kỳ xung nhịp trong khoảng thời gian tín hiệu tần số được chia bằng cách sử dụng tín hiệu xung nhịp để tạo ra giá trị đếm thời gian cho từng khoảng thời gian; và bộ lọc số được tạo cấu hình để khuếch đại giá trị đếm thời gian làm giá trị đầu ra kỹ thuật số thứ nhất bằng cách sử dụng độ khuếch đại tích lũy của bộ lọc số để tạo ra giá trị đếm thời gian được khuếch đại.

Bộ lọc số có thể xác định độ khuếch đại tích lũy bằng cách sử dụng hàm số mũ gồm số bậc được xác định trước làm số mũ với hệ số thập phân được xác định trước làm cơ số.

Bộ lọc số có thể bao gồm bộ lọc răng lược tích phân tầng (CIC) khuếch đại giá trị đếm thời gian từ bộ đếm thời gian bằng cách sử dụng độ khuếch đại tích lũy và chuyển đổi giá trị đếm thời gian được khuếch đại thành tần số được cung cấp làm giá trị đầu ra kỹ thuật số thứ nhất.

Bộ chia tần số có thể là bộ chia phân số N sử dụng bộ chia tần số chia cho N và chia cho $(N+1)$.

Môđun máy ảnh bao gồm thiết bị đo tần số kỹ thuật số.

Các dấu hiệu và các khía cạnh khác sẽ trở nên rõ ràng từ phần mô tả chi tiết, các hình vẽ, và các điểm yêu cầu bảo hộ sau đây.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là ví dụ về thiết bị đo tần số kỹ thuật số.

Fig.2 là ví dụ về thiết bị đo tần số kỹ thuật số.

Fig.3 là ví dụ về tín hiệu tần số đầu vào, tín hiệu tần số được chia, và tín hiệu xung nhịp.

Fig.4 là ví dụ về bộ lọc số.

Fig.5 là ví dụ về bộ lọc số.

Fig.6 là ví dụ về bộ lấy tích phân I.

Fig.7 là ví dụ về răng lược C.

Fig.8 là biểu đồ minh họa ví dụ về giá trị đầu ra kỹ thuật số.

Fig.9 là biểu đồ minh họa ví dụ về giá trị đo tần số của giá trị đầu ra kỹ thuật số thuộc Fig.8.

Fig.10 là ví dụ của phương pháp đo tần số kỹ thuật số.

Qua các hình vẽ và phần mô tả chi tiết, các số chỉ dẫn giống nhau đề cập đến các phần tử giống nhau. Các hình vẽ có thể không theo tỷ lệ, và kích thước tương đối, các tỷ lệ thức, và sự mô tả của các phần tử trong các hình vẽ có thể được phóng to cho mục đích rõ ràng, minh họa, và thuận tiện.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phần mô tả chi tiết sau đây được đưa ra để giúp người đọc hiểu trọn vẹn các phương pháp, các thiết bị, và/hoặc các hệ thống được mô tả ở đây. Tuy nhiên, những thay đổi khác nhau, những cải biên, và tương đương của các phương pháp, các thiết bị, và/hoặc các hệ thống được mô tả ở đây sẽ là rõ ràng với người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng. Các chuỗi hoạt động được mô tả ở đây đơn thuần là các ví dụ, và không giới hạn cho các phương pháp, các thiết bị, và/hoặc các hệ thống

được trình bày ở đây, nhưng có thể được thay đổi cũng sẽ là rõ ràng với người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng, với ngoại lệ về các hoạt động xảy ra một cách tất yếu theo trình tự đã biết. Ngoài ra, sự mô tả về các chức năng và các cấu trúc mà đã được biết đến một cách rõ ràng đối với người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng có thể được bỏ qua để làm tăng độ rõ ràng và súc tích.

Các dấu hiệu được mô tả ở đây có thể được bao hàm trong các dạng khác nhau, và không được hiểu là bị giới hạn ở các ví dụ được mô tả ở đây. Hơn nữa, các ví dụ được mô tả ở đây đã được đưa ra để việc bộc lộ của sáng chế toàn diện và hoàn thiện, và sẽ truyền đạt đầy đủ phạm vi bộc lộ đến người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng.

Sau đây, các ví dụ được mô tả chi tiết hơn với sự tham chiếu đến các hình vẽ kèm theo.

Fig.1 và Fig.2 là ví dụ về thiết bị đo tần số kỹ thuật số.

Tham chiếu đến Fig 1, thiết bị đo tần số kỹ thuật số bao gồm bộ chia tần số 100, bộ đếm thời gian 200, và bộ lọc số 300.

Tham chiếu đến Fig 2, thiết bị đo tần số kỹ thuật số bao gồm bộ chia tần số 100, bộ đếm thời gian 200, bộ lọc số 300, và bộ thao tác tần số 400.

Trong các Fig.1 và 2, bộ chia tần số 100 phân chia tín hiệu đầu vào tương tự Sin có tần số Fin bằng cách sử dụng giá trị chia được xác định trước N, trong đó N biểu diễn cho số tự nhiên. Bộ chia tần số 100 làm giảm tín hiệu đầu vào trong nhiều dải tần (ví dụ 10 dải 10MHz nếu tần số đầu vào là 100MHz và N bằng 10), và cung cấp bộ đếm thời gian 200 với tín hiệu được chia ($DSin = Sin/N$).

Bộ chia tần số 100 có thể được triển khai dưới dạng bộ chia tần số chia cho N hoặc bộ chia phân số N sử dụng bộ chia tần số chia cho N và chia cho (N+1) được kiến tạo gồm các mạch bập bênh, các bộ ghi dịch hoặc chip IC để thu được tỉ lệ được xác định.

Trong ví dụ này, bộ chia tần số 100 được tạo cấu hình để chọn giá trị chia N, để thu được độ phân giải tần số mong muốn. Độ phân giải tần số của bộ chia tần số 100 được tính toán bằng cách nhân tần số xung nhịp Fclk của tần số xung nhịp Sclk với số

mẫu tổng cộng (TSN) ($F_{clk} \cdot TSN$). Do đó, độ phân giải tần số được cải thiện như tần số xung nhịp F_{clk} của tín hiệu xung nhịp Sc_{lk} là cao hơn đáng kể hoặc TSN được tăng lên.

Tần số xung nhịp F_{clk} có thể là 50MHz, ví dụ, trong khi TSN có thể được xác định bằng cách nhân giá trị chia N với độ khuếch đại tích lũy GAIN của bộ lọc số 300. Ví dụ, nếu giá trị chia N là 100, và độ khuếch đại tích lũy GAIN của bộ lọc số 300 là 256, TSN sẽ là 25600.

Trong ví dụ trong đó giá trị chia N là 100, và tần số F_{in} của tín hiệu đầu vào tương tự S_{in} là 100MHz, tần số (F_{in}/N) của tín hiệu được chia DS_{in} sẽ là 1MHz.

Bộ đếm thời gian 200 đếm chu kỳ của các chu kỳ xung nhịp trong tín hiệu được chia DS_{in} từ bộ chia tần số 100 sử dụng tín hiệu xung nhịp Sc_{lk} , và cung cấp bộ lọc số 300 với giá trị đếm thời gian PCV trên từng khoảng thời gian tín hiệu được chia DS_{in} .

Ví dụ, trong trường hợp mà tần số xung nhịp F_{clk} là 50MHz, và tần số DF_{in} của tần số được chia DS_{in} là 1MHz, giá trị đếm thời gian PCV được đếm từ 0 đến 49 ($F_{clk}/DF_{in}-1$). Trong trường hợp, bộ đếm thời gian 200 cung cấp giá trị đếm thời gian PCV trong từng khoảng thời gian của tín hiệu được chia DS_{in} (F_{in}/N) của bộ chia tần số 100.

Bộ lọc số 300 khuếch đại giá trị đếm thời gian PCV từ bộ đếm thời gian 200 bằng cách sử dụng độ khuếch đại tích lũy được xác định trước GAIN, và cung cấp giá trị đếm thời gian được khuếch đại APCV làm giá trị đầu ra kỹ thuật số thứ nhất $Dout1$. Trong ví dụ này, bộ lọc số 300 được tạo thành bằng cách sử dụng bộ lọc số, như bộ lọc răng lược tích phân tầng (CIC).

Bộ lọc số 300 có thể xác định độ khuếch đại tích lũy GAIN bằng cách sử dụng số bậc được xác định trước SN và hệ số thập phân được xác định trước R. Ví dụ, bộ lọc số 300 có thể xác định độ khuếch đại tích lũy GAIN bằng cách sử dụng số bậc SN làm số mũ và hệ số thập phân R làm cơ số.

Những phần mô tả lặp lại không cần thiết của các đặc điểm tham chiếu giống nhau và các thành phần có cùng chức năng có thể được bỏ qua trong các ví dụ tương ứng của đơn sáng chế này.

Với việc tham chiếu đến Fig 2, bộ thao tác tần số 400 chuyển đổi giá trị đếm thời gian được khuếch đại APCV từ bộ lọc số 300 thành tần số đầu ra Fout, và cung cấp tần số đầu ra Fout làm giá trị đầu ra kỹ thuật số thứ hai Dout2.

Giá trị đếm thời gian được khuếch đại APCV có thể được chuyển đổi thành tần số đầu ra Fout, theo phương trình 1 được mô tả dưới đây.

Phương trình 1:

$$\begin{aligned}
 F_{out} &= (F_{clk} * TSN(=N * GAIN)) / (APCV + GAIN) \\
 &= (F_{clk} * N * GAIN) / (PCV * GAIN + GAIN) \\
 &= (50 * 100 * 256) / (49 * 256 + 256) \\
 &= (50 * 100 * 256) / (12800) = 100
 \end{aligned}$$

Trong phương trình 1, Fclk đề cập đến tần số xung nhịp của tín hiệu xung nhịp Sclk của bộ đếm thời gian 200; TSN đề cập đến tổng số mẫu được xác định bằng cách nhân giá trị chia N với độ khuếch đại tích lũy GAIN của bộ lọc số 300 (N * GAIN); GAIN đề cập đến độ khuếch đại tích lũy của bộ lọc số 300; và APCV đề cập đến giá trị đếm thời gian được khuếch đại được xác định bằng cách nhân giá trị đếm thời gian PCV với độ khuếch đại tích lũy GAIN (PCV * GAIN).

Bộ chia tần số 100, bộ đếm thời gian 200, bộ lọc số 300, và bộ thao tác tần số 400 mà từng bộ có thể được triển khai bằng cách kết hợp với phần cứng, như bộ vi xử lý, hoặc tương tự, và phần mềm được chèn vào đó và được lập trình để thực hiện hoạt động được xác định trước.

Phần cứng có thể bao gồm ít nhất một bộ phận xử lý và ít nhất một bộ nhớ. Trong trường hợp này, bộ phận xử lý có thể bao gồm ít nhất một trong số bộ xử lý tín hiệu, bộ vi xử lý, bộ phận xử lý trung tâm (central processing unit - CPU) mạch tích hợp chuyên dụng (application specific integrated circuit - ASIC), và các mảng cổng lập trình được dạng trường (field programmable gate arrays - FPGA).

Bộ nhớ có thể bao gồm ít nhất một trong số bộ nhớ khả biến (chẳng hạn như bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (random access memory - RAM)) và bộ nhớ không ngẫu

nhiên (chẳng hạn như bộ nhớ chỉ đọc (read only memory - ROM), hoặc bộ nhớ flash.

Thiết bị đo tần số kỹ thuật số theo ví dụ cung cấp giá trị đếm thời gian được khuếch đại như được minh họa trên Fig.1 là giá trị đầu ra kỹ thuật số thứ nhất Dout1, hoặc có thể cung cấp tần số đầu ra được thực hiện như được minh họa trên Fig.2 là giá trị đầu ra kỹ thuật số thứ hai Dout2, mà được xác định theo giá trị được yêu cầu trong thiết bị, và ứng dụng mà áp dụng thiết bị đo tần số kỹ thuật số.

Fig.3 minh họa ví dụ về tín hiệu tần số đầu vào, tín hiệu tần số được chia, và tín hiệu xung nhịp.

Trên Fig.3, Sin đề cập đến tín hiệu đầu vào tương tự đầu vào bộ chia tần số 100 làm đối tượng đo tần số, DSin đề cập đến tín hiệu được chia trong bộ đếm thời gian 200, và Sclk đề cập đến tín hiệu xung nhịp được sử dụng trong bộ đếm thời gian 200.

Tham chiếu đến Fig.3, trong trường hợp mà tần số đầu vào Fin của tín hiệu đầu vào Sin là 100MHz, và giá trị chia N là 100, tần số được chia DFin của tín hiệu được chia DSin là 1MHz. Tần số Fclk của tín hiệu xung nhịp Sclk có thể là 50MHz, cao hơn tần số được chia DFin của tín hiệu được chia DSin.

Fig.4 minh họa bộ lọc số theo ví dụ, trong khi Fig.5 minh họa bộ lọc số theo một ví dụ khác.

Tham chiếu đến Fig 4, bộ lọc số 300 bao gồm bộ lọc răng lược tích phân tầng CIC của bộ lấy thập phân 310.

Bộ lọc răng lược tích phân tầng CIC của bộ lấy thập phân 310 khuếch đại giá trị đếm thời gian PCV từ bộ đếm thời gian 200 bằng cách sử dụng độ khuếch đại tích lũy được xác định dựa trên số bậc SN và hệ số thập phân R, và chuyển đổi giá trị đếm thời gian được khuếch đại APCV thành tần số, do đó cung cấp giá trị đếm thời gian được khuếch đại APCV làm giá trị đầu ra kỹ thuật số thứ nhất Dout1.

Với việc tham chiếu đến Fig.5, bộ lọc số 300 bao gồm bộ lọc răng lược tích phân tầng CIC của bộ lấy thập phân 310 và bộ lọc trung bình động 320.

Bộ lọc răng lược tích phân tầng CIC của bộ lấy thập phân 310 khuếch đại giá trị đếm thời gian PCV từ bộ đếm thời gian 200 bằng cách sử dụng độ khuếch đại tích lũy được xác định dựa trên số bậc SN và hệ số thập phân R, và cung cấp giá trị đếm thời

gian được khuếch đại APCV.

Bộ lọc trung bình động 320 tính toán giá trị trung bình động của giá trị đếm thời gian được khuếch đại APCV từ bộ lọc răng lược tích phân tầng CIC của bộ lấy thập phân 310, và cung cấp giá trị trung bình động của giá trị đếm thời gian được khuếch đại APCV làm giá trị đầu ra kỹ thuật số thứ nhất Dout1.

Trong ví dụ, giá trị đầu ra kỹ thuật số thứ nhất Dout1 có thể được cung cấp làm giá trị đếm thời gian được khuếch đại APCV hoặc làm giá trị trung bình động của giá trị đếm thời gian được khuếch đại APCV.

Với việc tham chiếu đến Fig.4 và Fig.5, bộ lọc CIC của bộ lấy thập phân 310 bao gồm mạch tích phân 311, bộ lấy thập phân 321, và mạch răng lược 313.

Mạch tích phân 311 bao gồm nhiều bộ lấy tích phân I được ghép tầng theo số lượng bằng số bậc SN, và tích lũy lần lượt các giá trị đếm thời gian PCV từ bộ đếm thời gian 200, do đó cung cấp giá trị tích lũy trên từng khoảng thời gian.

Bộ lấy thập phân 312 cung cấp giá trị tích lũy được lấy mẫu giảm bằng cách lấy mẫu giá trị tích lũy trên từng khoảng thời gian từ mạch tích phân 311 từng giá trị một trong từng khoảng thời gian tương ứng với hệ số thập phân R.

Mạch răng lược 313 bao gồm nhiều răng lược C được ghép tầng với số lượng bằng số bậc SN, và trừ giá trị tích lũy được lấy mẫu giảm có trước khỏi giá trị tích lũy được lấy mẫu giảm hiện thời 312, do đó cung cấp giá trị tích lũy đã trừ cho khoảng thời gian tương ứng với hệ số thập phân R.

Ví dụ, trong trường hợp mà số bậc SN là 4, và hệ số thập phân F là 4, bộ lọc số CIC của bộ lấy thập phân 310 được cung cấp làm bộ lọc số CIC của bộ lấy thập phân 4 bậc hệ số 4. Ở đây, độ khuếch đại tích lũy GAIN có thể được cung cấp như lũy thừa bậc bốn của bốn ($4^4 = 256$). Trong trường hợp này, số bậc SN và hệ số thập phân R được cung cấp như ví dụ, và không bị giới hạn ở ví dụ này.

Trong trường hợp này, mạch tích phân 311 bao gồm bốn bộ lấy tích phân I, và tích lũy lần lượt giá trị đếm thời gian PCV từ bộ đếm thời gian 200 cùng với giá trị bị trễ bởi bốn khoảng thời gian, do đó cung cấp giá trị tích lũy trên từng khoảng thời gian.

Ví dụ, trong trường hợp trong đó mạch tích phân 311 bao gồm bốn bộ tích hợp I,

bộ lấy tích phân thứ nhất nhập giá trị đếm Vcont trong từng khoảng thời gian của bộ đếm thời gian 200, tính tổng giá trị đếm Vcont với giá trị tích lũy có trước trong từng khoảng thời gian, và tích lũy giá trị đếm Vcount. Bộ lấy tích phân thứ hai nhập giá trị tích lũy thứ nhất, tính tổng giá trị tích lũy thứ nhất với giá trị tích lũy có trước, và tích lũy giá trị tích lũy thứ nhất. Theo cách tương tự như trường hợp được mô tả ở trên, bộ lấy tích phân thứ ba và thứ tư tích lũy các giá trị bằng cách nhập đầu ra của bộ lấy tích phân của bậc có trước.

Vì bộ lấy thập phân 312 lấy mẫu giá trị tích lũy trên từng khoảng thời gian từ mạch tích phân 311 từng giá trị một trong mỗi bốn thời kỳ tương ứng với hệ số thập phân ($R=4$), giá trị tích lũy được lấy mẫu giảm xuống một phần tư như được cung cấp.

Mạch răng lược 313 có thể bao gồm bốn răng lược C. Trong trường hợp này, giá trị tích lũy đã trừ được tích lũy trong suốt khoảng thời gian thứ tư sau cùng có thể được cung cấp sao cho giá trị tích lũy được lấy mẫu giảm trước khoảng thời gian thứ tư bị trừ khỏi giá trị tích lũy được lấy mẫu giảm hiện thời từ bộ lấy thập phân 312.

Ví dụ, trong trường hợp mà số bậc của bộ lọc số CIC của bộ lấy thập phân 310 là 4, mạch răng lược 313 bao gồm bốn lược được ghép tầng C. Trong trường hợp này, răng lược thứ nhất trừ giá trị tích lũy C_{in}' được lấy mẫu giảm trước khoảng thời gian thứ tư khỏi giá trị tích lũy được lấy mẫu giảm hiện thời C_{in} từ bộ lấy thập phân 312. Răng lược thứ hai trừ $C1'$ thu được của răng lược thứ nhất trước khoảng thời gian thứ tư bằng cách nhập $C1$ thu được của răng lược thứ nhất và chuyển $C2$ thu được cho răng lược thứ ba. Theo cách tương tự như trường hợp được mô tả ở trên, răng lược thứ ba và răng lược thứ tư có thể trừ các kết quả có trước C_{in}' , $C1'$, $C2'$, $C3'$, để các giá trị đầu ra sau cùng, hoặc giá trị tích lũy đã trừ APCV, là đầu ra như " $C_{in} - C_{in}' - C1' - C2' - C3'$ ".

Trong trường hợp này, C_{in} là giá trị tích lũy hiện thời; C_{in}' là giá trị tích lũy trước khoảng thời gian thứ tư; $C1'$ là kết quả của răng lược thứ nhất có trước; $C2'$ là răng lược thứ hai có trước; $C3'$ là răng lược thứ ba có trước. $C3'$ được cung cấp là " $C_{in} - C_{in}' - C1' - C2'$ ".

Ví dụ, như được mô tả trong bộ lọc số 300, khi giá trị đếm thời gian PCV là 49, và độ khuếch đại tích lũy GAIN là 256, giá trị đếm thời gian được khuếch đại APCV

là $49 \times 256 (=12544)$ bằng cách nhân 49 là giá trị đếm thời gian PCV với 256 là độ khuếch đại được tích lũy GAIN.

Bộ lọc số 300 nâng cao hiệu quả của việc thu số lượng các mẫu tương đối lớn bằng cách khuếch đại giá trị đếm thời gian PCV của tín hiệu được tạo ra bằng cách chia tín hiệu tần số đầu vào sử dụng độ khuếch đại tích lũy GAIN, ngay cả khi sử dụng giá trị chia tương đối nhỏ.

Do đó, giá trị chia tần số cho độ phân giải tần số mong muốn được giảm xuống còn $1/\text{GAIN}$, so với phương pháp của bộ đếm của tình trạng kỹ thuật, bởi độ khuếch đại tích lũy GAIN của bộ lọc số 300, mà khuếch đại tốc độ đầu ra của giá trị đếm trên từng khoảng thời gian của bộ đếm thời gian 200 lớn như độ khuếch đại tích lũy GAIN và cũng làm tăng tốc độ lấy mẫu nhiều bằng độ khuếch đại tích lũy GAIN.

Với sự tham chiếu đến Fig.5, khi bộ lọc trung bình động 320 được cung cấp làm bộ lọc trung bình động 16 điểm, giá trị trung bình động của giá trị tần số từ bộ lọc CIC của bộ lấy thập phân 310 được tính toán dựa trên 16 đơn vị, và giá trị trung bình động của giá trị đếm thời gian được khuếch đại có thể được cung cấp làm giá trị đầu ra kỹ thuật số thứ nhất Dout1.

Ví dụ, bộ lọc trung bình động 16 điểm 320 tính toán tổng động của giá trị đầu ra của bộ lọc số CIC của bộ lấy thập phân hệ số 4 và bậc 4 (số bậc) 320 dựa trên 16 mảnh dữ liệu, và tính toán giá trị trung bình của chúng, từ đó làm ổn định sự dao động trong giá trị được đo theo tần số. Cụ thể, bộ lọc số nửa dải, hoặc tương tự, có thể được sử dụng làm bộ lọc trung bình động 320.

Độ phân giải của thiết bị đo tần số kỹ thuật số xuất ra đầu ra kỹ thuật số thứ nhất có thể được tính toán bằng cách nhân tần số xung nhịp Fclk với TSN. Đầu ra kỹ thuật số thứ nhất có thể được chuyển đổi thành tần số theo phương trình 1, và có thể được cung cấp làm đầu ra kỹ thuật số thứ hai.

Fig.6 minh họa bộ lấy tích phân I theo ví dụ.

Trên các hình vẽ Fig.4, Fig.5 và Fig.6, mạch tích phân 311 bao gồm bốn bộ lấy tích phân I.

Bộ lấy tích phân I có cấu trúc trong đó giá trị đếm thời gian PCV mà là đầu vào

hiện thời và giá trị đếm thời gian có trước PCV được lấy tích phân, và đóng vai trò trong việc khuếch đại giá trị đếm thời gian PCV bằng cách tích lũy giá trị đếm thời gian PCV. Trong trường hợp này, bộ lấy tích phân I có hiệu quả bậc bốn sử dụng số bậc có bốn cấu trúc ghép tầng.

Fig.7 minh họa rằng lược C theo ví dụ.

Trên các hình vẽ Fig.4, Fig.5 và Fig.7, mạch răng lược 313 bao gồm bốn răng lược C.

Răng lược C cung cấp giá trị tích lũy đã trừ cho khoảng thời gian thứ tư tương ứng với hệ số thập phân R bằng cách trừ giá trị tích lũy được lấy mẫu giảm có trước khỏi giá trị tích lũy được lấy mẫu giảm hiện thời từ bộ lấy thập phân 312 mà là đầu vào hiện thời. Do đó, giá trị được tích lũy quá mức có thể được ngăn chặn từ những phần nội dung được cung cấp.

Cụ thể, răng lược C đóng vai trò trong việc trừ giá trị tích lũy trước khoảng thời gian thứ tư khỏi giá trị tích lũy mà là đầu vào hiện thời, để giá trị được lấy tích phân có thể có giá trị tích lũy trong bốn khoảng thời gian.

Trong bộ lọc số 300, trong trường hợp trong đó số trễ vi sai M bằng 1, độ khuếch đại tích lũy GAIN có thể bằng 256 bởi $(RM)^{SN}$ (R: hệ số thập phân, M: là số trễ vi sai, và $SN = \text{số bậc}$). Do đó, bộ lọc số 300 có hiệu quả khuếch đại bằng 256 lần.

Fig.8 là biểu đồ minh họa ví dụ về giá trị đầu ra kỹ thuật số, trong khi Fig.9 là biểu đồ minh họa giá trị đo tần số của giá trị đầu ra kỹ thuật số thuộc Fig.8.

Trong biểu đồ được minh họa trên Fig.8, trục Y đề cập đến giá trị đầu ra kỹ thuật số Dout1, hoặc giá trị đếm thời gian được khuếch đại, trong khi trục X đề cập đến thời gian. Biểu đồ minh họa ví dụ về kết quả đo của giá trị đầu ra kỹ thuật số thứ nhất Dout1 đáp ứng sự thay đổi tần số của tín hiệu tần số đầu vào (14,888MHz đến 14,846MHz).

Trên Fig.8, vì tần số của tín hiệu đầu vào bị giảm từ 14,888MHz xuống còn 14,846MHz, giá trị đầu ra kỹ thuật số thứ nhất Dout1, hoặc giá trị đếm thời gian được khuếch đại APCV được tăng lên.

Trong biểu đồ được minh họa trên Fig.9, trục Y đề cập đến giá trị đầu ra kỹ thuật

số thứ hai Dout2, hoặc giá trị tần số thuộc phép đo, trong khi trục X đề cập đến thời gian. Biểu đồ minh họa ví dụ về kết quả chuyển đổi giá trị đầu ra kỹ thuật số thứ nhất Dout1 được minh họa trên Fig.8 thành tần số.

Trên Fig.9, xác nhận là tần số của tín hiệu đầu vào được làm giảm từ 14,888MHz xuống còn 14,864MHz, giá trị đầu ra kỹ thuật số thứ hai Dout2, hoặc giá trị tần số thuộc phép đo được tăng lên.

Với việc tham chiếu đến Fig.8 và Fig.9, theo thiết bị đo tần số kỹ thuật số theo ví dụ, được xác nhận là tần số được làm giảm từ 14,888MHz xuống còn 14,846MHz có thể được đếm chính xác.

Với việc tham chiếu đến các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.10, phương pháp đo tần số kỹ thuật số được mô tả dưới đây. Trong nội dung của sáng chế, những phần mô tả về thiết bị đo tần số kỹ thuật số và phương pháp đo tần số kỹ thuật số có thể bổ sung và được sử dụng cùng nhau, trừ khi có giải thích cụ thể.

Fig.10 là hình vẽ ví dụ của phương pháp đo tần số kỹ thuật số. Phương pháp đo tần số kỹ thuật số theo ví dụ có thể được mô tả với sự tham chiếu đến hình vẽ thuộc Fig.10.

Tín hiệu đầu vào Sin được chia bởi bộ chia tần số 100, và tín hiệu được chia Dsin được cung cấp là S100.

Khoảng thời gian của tín hiệu được chia DSin từ bộ chia tần số 100 được đếm bằng cách sử dụng tín hiệu xung nhịp Sclk bởi bộ đếm thời gian 200, và giá trị đếm thời gian PCV trên từng khoảng thời gian được cung cấp là S200.

Giá trị đếm thời gian PCV được khuếch đại bằng cách sử dụng độ khuếch đại tích lũy GAIN bởi bộ lọc số 300, và giá trị đếm thời gian được khuếch đại được cung cấp làm giá trị đầu ra kỹ thuật số thứ nhất Dout1, là S300.

Ngoài ra, giá trị đếm thời gian được khuếch đại được chuyển thành tần số theo phương trình 1 bởi bộ thao tác tần số 400, và giá trị đầu ra kỹ thuật số thứ hai Dout2 được cung cấp là S400.

Như đã trình bày ở trên, theo các ví dụ, thiết bị đo tần số kỹ thuật số có thể được áp dụng cho thiết bị cảm biến yêu cầu độ phân giải tần số chính xác siêu cao, duy trì

độ chính xác cao và có tốc độ lấy mẫu cao khi tín hiệu tần số đầu vào được đo thay đổi dần dần. Thiết bị đo tần số kỹ thuật số được bộc lộ ở trên cũng có thể được áp dụng cho cảm biến phát hiện vị trí để cải thiện độ chính xác và tốc độ kiểm soát, đồng thời giảm thiểu các đặc tính nhiễu hơn so với ở chế độ tương tự bằng cách áp dụng chế độ kỹ thuật số.

Bộ chia tần số 100, bộ đếm thời gian 200, bộ lọc số 300, và bộ thao tác tần số 400 mà thực hiện các thao tác được mô tả ở trên trong sáng chế được thực hiện bởi các thành phần phần cứng được tạo cấu hình để thực hiện các thao tác được mô tả trong sáng chế mà được thực hiện bởi các thành phần phần cứng. Các ví dụ về các thành phần phần cứng mà có thể được sử dụng để thực hiện các thao tác được mô tả trong sáng chế mà thích hợp bao gồm các bộ điều khiển, các bộ cảm biến, các bộ khởi tạo, các bộ dẫn động, các bộ nhớ, các bộ so sánh, các bộ phận logic toán học, các bộ cộng, các bộ trừ, các bộ nhân, các bộ chia, các bộ lấy tích phân, và các thành phần điện tử bất kỳ khác được tạo cấu hình để thực hiện các hoạt động được mô tả trong sáng chế. Trong các ví dụ khác, một hoặc nhiều thành phần phần cứng mà thực hiện các thao tác được mô tả trong sáng chế được thực hiện bởi phần cứng tính toán, ví dụ, bởi một hoặc nhiều bộ xử lý hoặc máy tính. Bộ xử lý hoặc máy tính có thể được triển khai bởi một hoặc nhiều phần tử xử lý, chẳng hạn như mảng các cổng logic, bộ điều khiển và bộ phận logic toán học, bộ xử lý tín hiệu số, máy vi tính, bộ điều khiển logic có thể lập trình, mảng cổng có thể lập trình theo trường, mảng logic có thể lập trình, bộ vi xử lý, hoặc bất kỳ thiết bị nào hoặc tổ hợp các thiết bị mà được tạo cấu hình để đáp ứng và chạy các lệnh theo cách xác định để đạt được kết quả mong muốn. Trong một ví dụ, bộ xử lý hoặc máy tính bao gồm hoặc được kết nối với một hoặc nhiều bộ nhớ chứa các lệnh hoặc phần mềm mà được chạy bởi bộ xử lý hoặc máy tính. Các thành phần phần cứng được triển khai bởi bộ xử lý hoặc máy tính có thể chạy các lệnh hoặc phần mềm, như hệ thống vận hành (operating system - OS) và một hoặc nhiều ứng dụng phần mềm mà chạy trên OS, để thực hiện các hoạt động được mô tả trong sáng chế này. Các thành phần phần cứng cũng có thể truy cập, thao tác, xử lý, tạo ra, và lưu trữ dữ liệu đáp ứng việc chạy các lệnh hoặc phần mềm. Để đơn giản hóa, cụm từ "bộ xử lý" hoặc "máy tính" có thể được sử dụng trong phần mô tả các ví dụ được mô tả trong sáng chế này, nhưng trong các ví dụ khác nhiều bộ xử lý hoặc máy tính có thể được sử dụng,

hoặc bộ xử lý hoặc máy tính có thể bao gồm nhiều phần tử xử lý, hoặc nhiều loại phần tử xử lý, hoặc cả hai. Ví dụ, thành phần phần cứng đơn lẻ hoặc hai hoặc nhiều hơn hai thành phần phần cứng có thể được triển khai bởi bộ xử lý đơn lẻ, hoặc hai hoặc nhiều hơn hai bộ xử lý, hoặc bộ xử lý và bộ điều khiển. Một hoặc nhiều thành phần phần cứng có thể được triển khai bởi một hoặc nhiều bộ xử lý, hoặc bộ xử lý và bộ điều khiển, và một hoặc nhiều thành phần phần cứng khác có thể được thực hiện bởi một hoặc nhiều bộ xử lý khác, hoặc bộ xử lý khác và bộ điều khiển khác. Một hoặc nhiều bộ xử lý, hoặc bộ xử lý và bộ điều khiển, có thể thực hiện thành phần phần cứng đơn lẻ, hoặc hai hoặc nhiều hơn hai thành phần phần cứng. Thành phần phần cứng có thể có một hoặc nhiều cấu hình xử lý khác nhau, các ví dụ của thành phần phần cứng bao gồm bộ xử lý đơn lẻ, các bộ xử lý độc lập, các bộ xử lý song song, đa xử lý lệnh đơn lẻ dữ liệu đơn lẻ (single-instruction single-data - SISD), đa xử lý lệnh đơn lẻ đa dữ liệu (single-instruction multiple-data - SIMD), đa xử lý đa lệnh dữ liệu đơn lẻ (multiple-instruction single-data - MISD), và đa xử lý đa lệnh đa dữ liệu (multiple-instruction multiple-data - MIMD).

Các phương pháp được minh họa trên Fig.10 mà thực hiện các thao tác được mô tả trong sáng chế được thực hiện bởi phần cứng tính toán, ví dụ, bởi một hoặc nhiều bộ xử lý hoặc một hoặc nhiều máy tính, được thực hiện như được mô tả ở trên chạy các lệnh hoặc phần mềm để thực hiện các thao tác được mô tả trong sáng chế mà được thực hiện bởi các phương pháp. Ví dụ, thao tác đơn lẻ hoặc hai hoặc nhiều hơn hai thao tác có thể được thực hiện bởi bộ xử lý đơn lẻ, hoặc hai hoặc nhiều hơn hai bộ xử lý, hoặc bộ xử lý và bộ điều khiển. Một hoặc nhiều thao tác có thể được thực hiện bởi một hoặc nhiều bộ xử lý, hoặc bộ xử lý và bộ điều khiển, và một hoặc nhiều thao tác khác có thể được thực hiện bởi một hoặc nhiều bộ xử lý khác, hoặc bộ xử lý khác và bộ điều khiển khác. Một hoặc nhiều bộ xử lý, hoặc bộ xử lý và bộ điều khiển, có thể thực hiện thao tác đơn lẻ, hoặc hai hoặc nhiều hơn hai thao tác.

Các lệnh hoặc phần mềm để điều khiển phần cứng tính toán, ví dụ, một hoặc nhiều bộ xử lý hoặc một hoặc nhiều máy tính, để thực hiện các thành phần phần cứng và thực hiện các phương pháp như được mô tả ở trên có thể được viết dưới dạng các chương trình máy tính, các đoạn mã, các lệnh hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng, để lệnh hoặc tạo kết cấu riêng rẽ hoặc chung một hoặc nhiều bộ xử lý hoặc một hoặc nhiều

máy tính để hoạt động như máy công cụ hoặc máy tính có mục đích cụ thể để thực hiện các thao tác mà được thực hiện bởi các thành phần phần cứng và các phương pháp như được mô tả ở trên. Trong một ví dụ, các lệnh hoặc phần mềm bao gồm mã máy mà được chạy trực tiếp bởi một hoặc nhiều bộ xử lý hoặc một hoặc nhiều máy tính, như mã máy được tạo ra bởi máy tính. Trong ví dụ khác, các lệnh hoặc phần mềm bao gồm mã ở mức độ cao hơn mà được chạy bởi một hoặc nhiều bộ xử lý hoặc một hoặc nhiều máy tính sử dụng bộ thông dịch. Các lệnh hoặc phần mềm có thể được viết bằng cách sử dụng ngôn ngữ lập trình bất kỳ dựa trên các sơ đồ khối và các lưu đồ được minh họa trên các hình vẽ và những phần mô tả tương ứng trong bản mô tả, mà bộc lộ các thuật toán để thực hiện các thao tác mà được thực hiện bởi các thành phần phần cứng và các phương pháp như được mô tả ở trên.

Các lệnh hoặc phần mềm để điều khiển phần cứng tính toán, ví dụ, một hoặc nhiều bộ xử lý hoặc một hoặc nhiều máy tính, để triển khai các thành phần phần cứng và thực hiện các phương pháp như được mô tả ở trên, và dữ liệu được kết hợp bất kỳ, các tập dữ liệu, và các cấu trúc dữ liệu, có thể được ghi, lưu giữ, hoặc được cố định trong một hoặc nhiều phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính không tạm thời. Các ví dụ về phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính không tạm thời bao gồm bộ nhớ chỉ đọc (ROM), bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (RAM), bộ nhớ flash, CD-ROMs, CD-Rs, CD+Rs, CD-RWs, CD+RWs, DVD-ROMs, DVD-Rs, DVD+Rs, DVD-RWs, DVD+RWs, DVD-RAMs, BD-ROMs, BD-Rs, BD-R LTHs, BD-REs, các băng từ, các đĩa mềm, các thiết bị lưu trữ dữ liệu từ quang, các thiết bị lưu trữ dữ liệu quang, các đĩa cứng, các đĩa rắn, và thiết bị khác bất kỳ mà được tạo cấu hình để lưu trữ các lệnh hoặc phần mềm và dữ liệu được kết hợp bất kỳ, các tập dữ liệu, và các cấu trúc dữ liệu theo cách không tạm thời và cung cấp các lệnh hoặc phần mềm và dữ liệu được kết hợp bất kỳ, các tập dữ liệu, và các cấu trúc dữ liệu cho một hoặc nhiều bộ xử lý hoặc một hoặc nhiều máy tính có thể tạo các lệnh. Trong một ví dụ, các lệnh hoặc phần mềm và dữ liệu được kết hợp bất kỳ, các tập dữ liệu, và các cấu trúc dữ liệu được phân bố trên các hệ thống máy tính được kết nối mạng để các lệnh và phần mềm và dữ liệu được kết hợp bất kỳ, các tập dữ liệu, và các cấu trúc dữ liệu được lưu trữ, được truy cập, và được tạo theo kiểu phân bố bởi một hoặc nhiều bộ xử lý hoặc một hoặc nhiều máy tính.

Trong khi sự bộc lộ này bao gồm các ví dụ cụ thể, sẽ là rõ ràng với người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng mà những thay đổi khác nhau về hình dạng và các chi tiết có thể được thực hiện trong các ví dụ này mà không rời khỏi

phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ và những tương đương của chúng. Các ví dụ được mô tả ở đây là chỉ được xem xét theo ý nghĩa mô tả, và không nhằm mục đích giới hạn. Những sự mô tả của các dấu hiệu hoặc các khía cạnh trong từng ví dụ được xem xét là có thể áp dụng cho các dấu hiệu hoặc các khía cạnh tương tự trong các ví dụ khác. Các kết quả phù hợp có thể đạt được nếu các kỹ thuật được mô tả được thực hiện theo thứ tự khác, và/hoặc nếu các thành phần trong hệ thống, cấu trúc, thiết bị hoặc mạch được mô tả được kết hợp theo cách khác, và/hoặc được thay thế hoặc được bổ sung bởi các thành phần khác hoặc các thành phần tương đương với nó. Do đó, phạm vi bộc lộ không được xác định bởi phần mô tả chi tiết, mà được xác định bởi các điểm yêu cầu bảo hộ và các tương đương của chúng, và tất cả các biến đổi trong phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ và các tương đương của chúng được hiểu là nằm trong sự bộc lộ của sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị đo tần số kỹ thuật số bao gồm:

bộ chia tần số phân chia tín hiệu đầu vào và cung cấp tín hiệu được chia;

bộ đếm thời gian đếm khoảng thời gian tín hiệu được chia từ bộ chia tần số bằng cách sử dụng tín hiệu xung nhịp và cung cấp giá trị đếm thời gian trên mỗi khoảng thời gian; và

bộ lọc số khuếch đại giá trị đếm thời gian bằng cách sử dụng độ khuếch đại tích lũy và cung cấp giá trị đếm thời gian được khuếch đại làm giá trị đầu ra kỹ thuật số thứ nhất,

trong đó bộ lọc số xác định độ khuếch đại tích lũy bằng cách sử dụng số bậc được xác định trước và hệ số thập phân được xác định trước.

2. Thiết bị đo tần số kỹ thuật số theo điểm 1, trong đó bộ lọc số xác định độ khuếch đại tích lũy bằng cách sử dụng số bậc được xác định trước của hệ số thập phân xác định trước làm hệ số nhân.

3. Thiết bị đo tần số kỹ thuật số theo điểm 1, trong đó bộ lọc số bao gồm bộ lọc răng lược tích phân tầng (cascade integrator comb - CIC) của bộ lấy thập phân khuếch đại giá trị đếm thời gian từ bộ đếm thời gian bằng cách sử dụng độ khuếch đại tích lũy được xác định bởi số bậc được xác định trước và hệ số thập phân được xác định trước và chuyển đổi giá trị đếm thời gian được khuếch đại thành tần số để được cung cấp làm giá trị đầu ra kỹ thuật số thứ nhất.

4. Thiết bị đo tần số kỹ thuật số theo điểm 3, trong đó bộ lọc CIC của bộ lấy thập phân bao gồm:

mạch tích phân bao gồm nhiều bộ lấy tích phân được ghép tầng theo lượng bằng với số bậc được xác định trước và tích lũy lần lượt giá trị đếm thời gian từ bộ đếm thời gian để cung cấp giá trị tích lũy trên mỗi khoảng thời gian;

bộ lấy thập phân lấy mẫu giá trị tích lũy trên mỗi khoảng thời gian từ mạch tích phân lần lượt từng giá trị một trong từng khoảng thời gian tương ứng với hệ số thập phân được xác định trước và cung cấp giá trị tích lũy được lấy mẫu giảm; và

mạch răng lược bao gồm nhiều răng lược được ghép tầng theo lượng bằng với số bậc được xác định trước và trừ giá trị tích lũy được lấy mẫu giảm có trước khỏi giá trị tích lũy được lấy mẫu giảm hiện thời từ bộ lấy thập phân để cung cấp giá trị tích lũy đã trừ cho khoảng thời gian tương ứng với hệ số thập phân.

5. Thiết bị đo tần số kỹ thuật số theo điểm 1, trong đó bộ lọc số bao gồm:

bộ lọc CIC của bộ lấy thập phân khuếch đại giá trị đếm thời gian từ bộ đếm thời gian bằng cách sử dụng độ khuếch đại tích lũy được xác định bởi số bậc được xác định trước và hệ số thập phân được xác định trước và chuyển đổi giá trị đếm thời gian được khuếch đại thành tần số để cung cấp giá trị tần số; và

bộ lọc trung bình động tính toán giá trị trung bình động của giá trị đếm thời gian được khuếch đại từ bộ lọc CIC của bộ lấy thập phân và cung cấp giá trị trung bình động của giá trị đếm thời gian được khuếch đại làm giá trị đầu ra kỹ thuật số thứ nhất.

6. Thiết bị đo tần số kỹ thuật số theo điểm 5, trong đó bộ lọc CIC của bộ lấy thập phân bao gồm mạch tích phân bao gồm:

nhiều bộ lấy tích phân được ghép tầng theo lượng bằng với số bậc được xác định trước và tích lũy lần lượt giá trị đếm thời gian từ bộ đếm thời gian để cung cấp giá trị tích lũy trên mỗi khoảng thời gian;

bộ lấy thập phân lấy mẫu giá trị tích lũy cho từng khoảng thời gian từ mạch tích phân lần lượt từng giá trị một trong từng khoảng thời gian tương ứng với hệ số thập phân được xác định trước và cung cấp giá trị tích lũy được lấy mẫu giảm; và

mạch răng lược được tạo cấu hình để trừ giá trị tích lũy được lấy mẫu giảm có trước khỏi giá trị tích lũy được lấy mẫu giảm hiện thời từ bộ lấy thập phân và cung cấp giá trị tích lũy đã trừ cho khoảng thời gian tương ứng với hệ số thập phân được xác định trước.

7. Thiết bị đo tần số kỹ thuật số theo điểm 5, trong đó bộ lọc trung bình động bao gồm bộ lọc trung bình động 16, và

bộ lọc trung bình động 16 tính toán giá trị trung bình động của giá trị tần số từ bộ lọc CIC của bộ lấy thập phân dựa trên 16 đơn vị và cung cấp giá trị trung bình động của giá trị đếm thời gian được khuếch đại làm giá trị đầu ra kỹ thuật số thứ nhất.

8. Thiết bị đo tần số kỹ thuật số theo điểm 1, trong đó giá trị đầu ra kỹ thuật số thứ nhất thay đổi theo sự thay đổi tần số của tín hiệu đầu vào.

9. Thiết bị đo tần số kỹ thuật số theo điểm 1, trong đó thiết bị đo tần số kỹ thuật số đo tần số của tín hiệu đầu ra dựa trên giá trị đầu ra kỹ thuật số thứ nhất.

10. Thiết bị đo tần số kỹ thuật số bao gồm:

bộ chia tần số chia tín hiệu đầu vào và cung cấp tín hiệu được chia;

bộ đếm thời gian đếm các chu kỳ xung nhịp trong khoảng thời gian tín hiệu được chia từ bộ chia tần số bằng cách sử dụng tín hiệu xung nhịp và cung cấp giá trị đếm thời gian trên mỗi khoảng thời gian;

bộ lọc số khuếch đại giá trị đếm thời gian bằng cách sử dụng độ khuếch đại tích lũy và cung cấp giá trị đếm thời gian được khuếch đại làm giá trị đầu ra kỹ thuật số thứ nhất; và

bộ thao tác tần số chuyển đổi giá trị đếm thời gian được khuếch đại thành tần số đầu ra và cung cấp tần số đầu ra làm giá trị đầu ra kỹ thuật số thứ hai,

trong đó bộ lọc số xác định độ khuếch đại tích lũy bằng cách sử dụng số bậc được xác định trước và hệ số thập phân được xác định trước.

11. Thiết bị đo tần số kỹ thuật số theo điểm 10, trong đó bộ lọc số xác định độ khuếch đại tích lũy bằng cách sử dụng số bậc được xác định trước của hệ số thập phân được xác định trước làm hệ số nhân.

12. Thiết bị đo tần số kỹ thuật số theo điểm 10, trong đó bộ lọc số bao gồm bộ lọc CIC của bộ lấy thập phân khuếch đại giá trị đếm thời gian của bộ đếm thời gian bằng cách sử dụng độ khuếch đại tích lũy được xác định bởi số bậc được xác định trước và hệ số thập phân được xác định trước và chuyển đổi giá trị đếm thời gian được khuếch đại thành tần số để cung cấp làm giá trị đầu ra kỹ thuật số thứ nhất.

13. Thiết bị đo tần số kỹ thuật số theo điểm 12, trong đó bộ lọc CIC của bộ lấy thập phân bao gồm:

mạch tích phân bao gồm nhiều bộ lấy tích phân được ghép tầng theo lượng bằng với số bậc được xác định trước và tích lũy lần lượt giá trị đếm thời gian từ bộ đếm thời

gian để cung cấp giá trị tích lũy trên mỗi khoảng thời gian;

bộ lấy thập phân lấy mẫu giá trị tích lũy trên mỗi khoảng thời gian từ mạch tích phân trong từng khoảng thời gian tương ứng với hệ số thập phân được xác định trước và cung cấp giá trị tích lũy được lấy mẫu giảm; và

mạch răng lược bao gồm nhiều răng lược được ghép tầng theo lượng bằng với số bậc được xác định trước và trừ giá trị tích lũy được lấy mẫu giảm có trước khỏi giá trị tích lũy được lấy mẫu giảm hiện thời từ bộ lấy thập phân để cung cấp giá trị tích lũy đã trừ cho khoảng thời gian tương ứng với hệ số thập phân được xác định trước.

14. Thiết bị đo tần số kỹ thuật số theo điểm 12, trong đó bộ lọc số còn bao gồm bộ lọc trung bình động, bộ lọc CIC của bộ lấy thập phân khuếch đại giá trị đếm thời gian từ bộ đếm thời gian bằng cách sử dụng độ khuếch đại tích lũy được xác định bởi số bậc được xác định trước và hệ số thập phân được xác định trước và chuyển đổi giá trị đếm thời gian được khuếch đại thành tần số để cung cấp giá trị tần số,

và bộ lọc trung bình động tính toán giá trị trung bình động của giá trị đếm thời gian được khuếch đại từ bộ lọc CIC của bộ lấy thập phân và cung cấp giá trị trung bình động của giá trị đếm thời gian được khuếch đại làm giá trị đầu ra kỹ thuật số thứ nhất.

15. Thiết bị đo tần số kỹ thuật số theo điểm 14, trong đó bộ lọc trung bình động bao gồm bộ lọc trung bình động 16, và

bộ lọc trung bình động 16 tính toán giá trị trung bình động của giá trị tần số từ bộ lọc CIC của bộ lấy thập phân dựa trên 16 đơn vị và cung cấp giá trị trung bình động của giá trị đếm thời gian được khuếch đại làm giá trị đầu ra kỹ thuật số thứ nhất.

16. Thiết bị đo tần số kỹ thuật số theo điểm 10, trong đó bộ tính tần số được tạo cấu hình để tính tần số của tín hiệu đầu vào dựa trên tần số xung nhịp của tín hiệu xung nhịp, tổng số mẫu, và giá trị đếm thời gian được khuếch đại.

17. Thiết bị đo tần số kỹ thuật số theo điểm 10, trong đó bộ tính tần số tính tần số của tín hiệu đầu vào dựa trên tần số xung nhịp của tín hiệu xung nhịp, giá trị được chia của bộ chia tần số, độ khuếch đại tích lũy của bộ lọc số, và giá trị đếm thời gian.

18. Thiết bị đo tần số kỹ thuật số theo điểm 12, trong đó bộ thao tác tần số chuyển đổi giá trị đếm thời gian được khuếch đại thành tần số đầu ra theo phương trình sau:

$$F_{out} = (F_{clk} * TSN(=N * GAIN)) / (APCV + GAIN)$$

trong đó F_{out} là tần số đầu ra, F_{clk} là tần số xung nhịp của tín hiệu xung nhịp của bộ đếm thời gian, TSN là tổng số mẫu được xác định bằng cách nhân giá trị chia N với $GAIN$, $GAIN$ là độ khuếch đại tích lũy của bộ lọc số, và $APCV$ là giá trị đếm thời gian được khuếch đại được xác định bằng cách nhân giá trị đếm thời gian PCV với $GAIN$.

19. Thiết bị đo tần số kỹ thuật số theo điểm 10, trong đó giá trị đầu ra kỹ thuật số thứ nhất thay đổi theo sự thay đổi tần số của tín hiệu đầu vào.

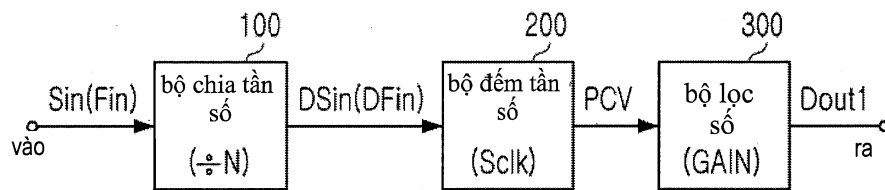


FIG. 1

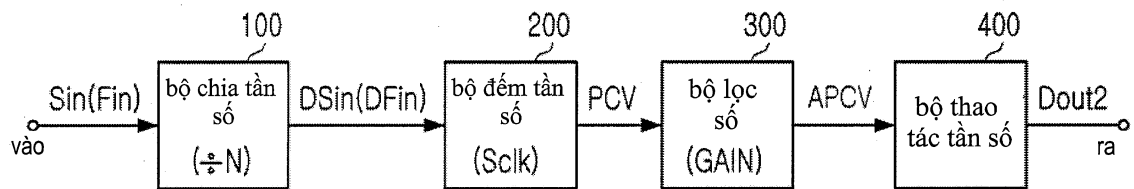


FIG. 2

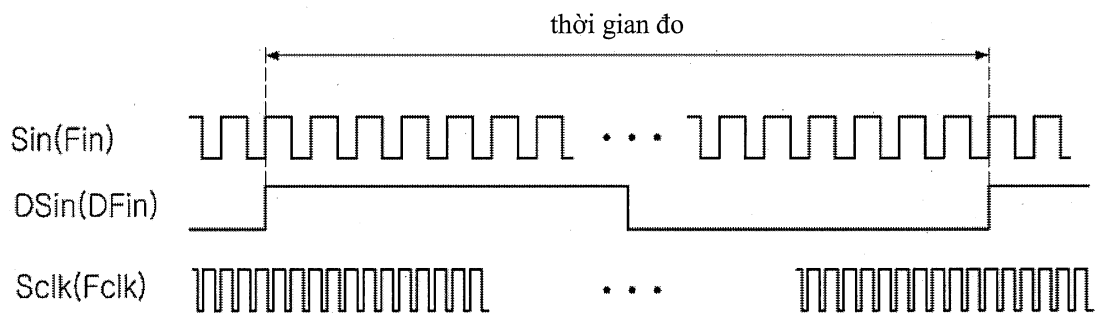


FIG. 3

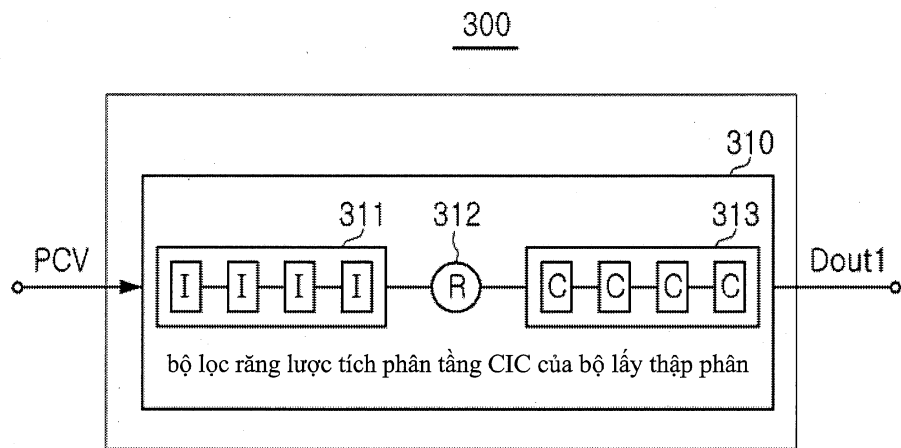


FIG. 4

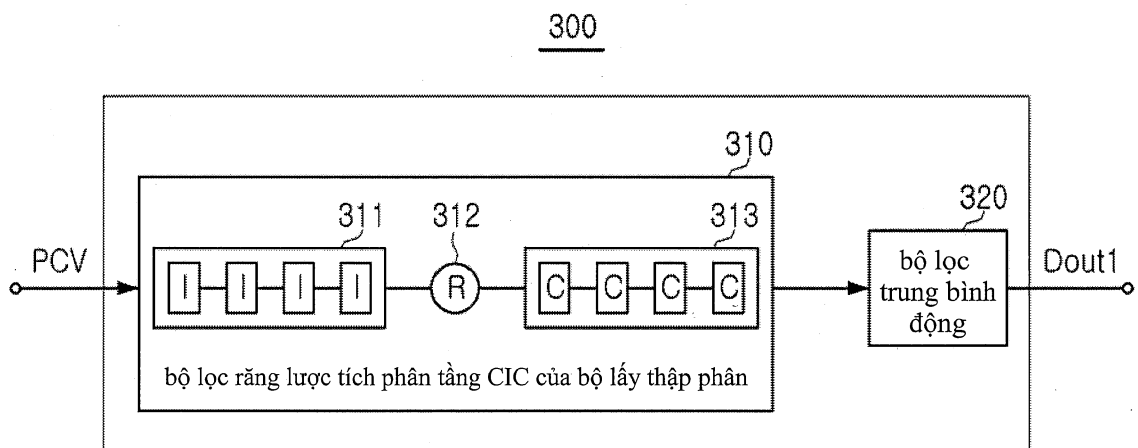


FIG. 5

bộ lấy tích phân (I)

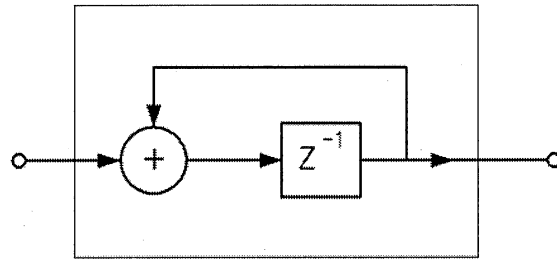


FIG. 6

răng lược (C)

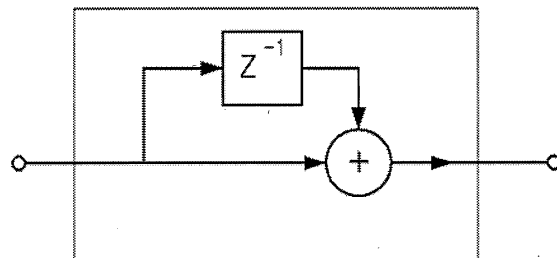


FIG. 7

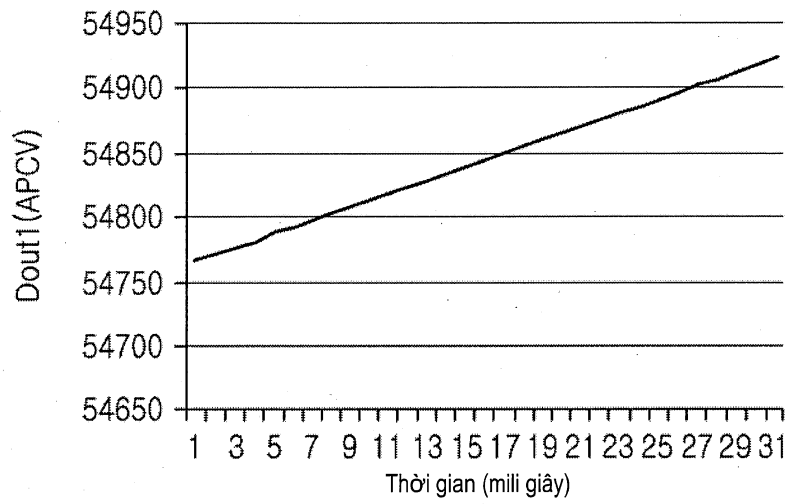


FIG. 8

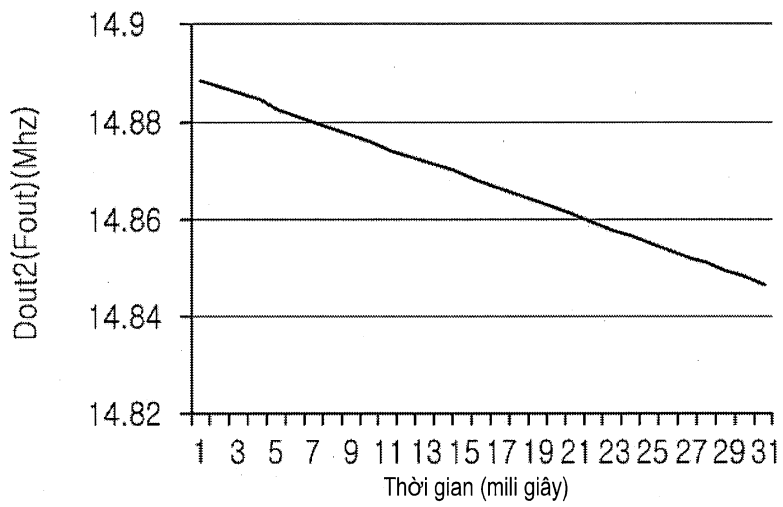


FIG. 9

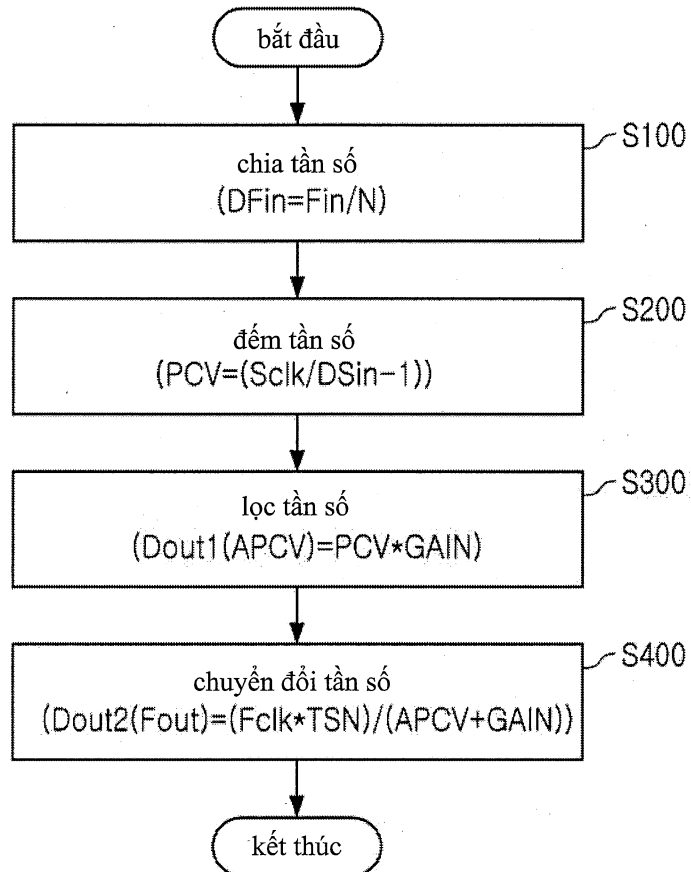


FIG. 10