



(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)



1-0049299

(51)<sup>2020.01</sup> H04L 25/02; H04L 25/49

(13) B

(21) 1-2022-00873

(22) 05/08/2020

(86) PCT/US2020/045041 05/08/2020

(87) WO2021/034503 A1 25/02/2021

(30) 62/888,995 19/08/2019 US; 16/984,896 04/08/2020 US

(45) 25/07/2025 448

(43) 25/05/2022 410A

(73) QUALCOMM INCORPORATED (US)

ATTN: International IP Administration 5775 Morehouse Drive San Diego, California  
92121-1714 (US)

(72) LEE, Chulkyu (US); SEJPAL, Dhaval (US); WILEY, George Alan (US).

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

(54) MÁY VÀ PHƯƠNG PHÁP TRUYỀN THÔNG DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG TIỆN  
LƯU TRỮ BẤT BIẾN ĐỌC ĐƯỢC BẰNG BỘ XỬ LÝ

(21) 1-2022-00873

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp, máy và hệ thống cho phép truyền thông cải tiến trên liên kết truyền thông đa pha thông qua các kỹ thuật và giao thức mã hóa được cải tiến. Máy truyền thông dữ liệu có nhiều trình điều khiển đường truyền được tạo cấu hình để ghép nối máy với liên kết 3 dây, và bộ mã hóa dữ liệu được tạo cấu hình để mã hóa ít nhất 3 bit dữ liệu nhị phân trong mỗi lần chuyển tiếp giữa hai ký hiệu được truyền liên tiếp bởi nhiều trình điều khiển đường truyền qua liên kết 3 dây sao cho mỗi cặp ký hiệu được truyền liên tiếp bao gồm hai ký hiệu khác nhau. Mỗi ký hiệu xác định các trạng thái báo hiệu của liên kết 3 dây trong khoảng thời gian truyền ký hiệu được kết hợp sao cho mỗi dây của liên kết 3 dây ở trong trạng thái báo hiệu khác với các dây còn lại của liên kết 3 dây trong khoảng thời gian truyền ký hiệu được kết hợp. Dữ liệu có thể được mã hóa nhờ sử dụng sự kết hợp của điều chế 3 pha và biên độ xung. Cụ thể, sáng chế còn đề cập đến phương pháp truyền thông dữ liệu và phương tiện lưu trữ bất biến đọc được bằng bộ xử lý.

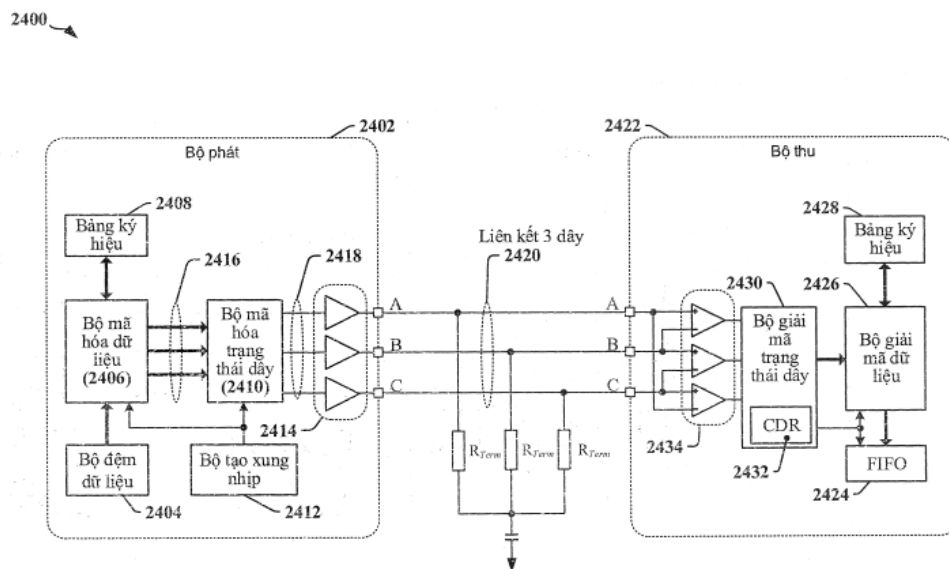


FIG. 24

### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế đề cập đến giao diện truyền thông dữ liệu tốc độ cao, và cụ thể hơn, đến cải thiện thông lượng dữ liệu qua liên kết truyền thông dữ liệu đa dây, đa pha.

### **Tình trạng kỹ thuật của sáng chế**

Các nhà sản xuất thiết bị di động, chẳng hạn như điện thoại di động, có thể lấy các thành phần của các thiết bị di động từ các nguồn khác nhau, gồm các nhà sản xuất khác nhau. Ví dụ, bộ xử lý ứng dụng trong điện thoại di động có thể được lấy từ nhà sản xuất thứ nhất, trong khi thiết bị chụp ảnh hoặc camera có thể được lấy từ nhà sản xuất thứ hai và màn hình có thể được lấy từ nhà sản xuất thứ ba. Bộ xử lý ứng dụng, thiết bị chụp ảnh, bộ điều khiển hiển thị, hoặc các loại thiết bị khác có thể được liên kết nhờ sử dụng giao diện vật lý dựa trên tiêu chuẩn hoặc độc quyền. Theo một ví dụ, thiết bị chụp ảnh có thể được kết nối nhờ sử dụng giao diện nối tiếp camera (CSI, Camera Serial Interface) được định nghĩa bởi liên minh giao diện bộ xử lý công nghiệp di động (MIPI, Mobile Industry Processor Interface). Theo ví dụ khác, màn hình có thể gồm giao diện tuân theo tiêu chuẩn giao diện nối tiếp màn hình (DSI, Display Serial Interface) được xác định bởi liên minh giao diện bộ xử lý công nghiệp di động (MIPI, Mobile Industry Processor Interface).

Giao diện 3 dây đa pha (C-PHY, multiphase three-wire) được định nghĩa bởi liên minh MIPI sử dụng bộ ba dây dẫn để truyền thông tin giữa các thiết bị. Mỗi trong ba dây có thể ở một trong ba trạng thái báo hiệu trong khi truyền ký hiệu qua giao diện C-PHY. Thông tin xung nhịp được mã hóa trong chuỗi ký hiệu được truyền trên giao diện C-PHY và bộ thu tạo tín hiệu xung nhịp từ việc chuyển tiếp giữa các ký hiệu liên tiếp. Tốc độ tối đa của giao diện C-PHY và khả năng của mạch xung nhịp và khôi phục dữ liệu (CDR, clock and data recovery) để khôi phục thông tin xung nhịp có thể được giới hạn bởi sự thay đổi thời gian tối đa liên quan tới sự chuyển tiếp của các tín hiệu được truyền trên các dây khác nhau của liên kết truyền thông, điều này có thể giới hạn thông lượng dữ liệu được cấp bởi giao diện C-PHY khi nhu cầu tăng thông lượng dữ liệu tiếp tục gia tăng.

### **Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

Một số phương án được bộc lộ ở đây đề xuất các hệ thống, phương pháp và máy cho phép cải thiện truyền thông trên liên kết truyền thông đa dây và/hoặc đa pha thông qua các kỹ thuật và giao thức mã hóa được cải tiến. Theo một số phương án, thông lượng dữ liệu được cải thiện bằng cách tăng số lượng bit được mã hóa trên mỗi lần chuyển tiếp ký hiệu sử dụng sự kết hợp của việc mã hóa 3 pha và điều chế biên độ xung (PAM, pulse amplitude modulation) để mã hóa dữ liệu nhị phân. Liên kết truyền thông có thể được triển khai trong máy chẳng hạn như đầu cuối di động có nhiều thiết bị mạch tích hợp (IC, Integrated Circuit).

Theo các khía cạnh khác nhau của sáng chế, máy truyền thông dữ liệu có nhiều trình điều khiển đường truyền được tạo cấu hình để ghép nối máy với liên kết 3 dây, và bộ mã hóa dữ liệu được tạo cấu hình để mã hóa ít nhất 3 bit dữ liệu nhị phân trong mỗi lần chuyển tiếp giữa hai ký hiệu được truyền liên tiếp bởi nhiều trình điều khiển đường truyền qua liên kết 3 dây sao cho mỗi cặp ký hiệu được truyền liên tiếp gồm hai ký hiệu khác nhau. Mỗi ký hiệu xác định các trạng thái báo hiệu của liên kết 3 dây trong khoảng thời gian truyền ký hiệu được kết hợp sao cho mỗi dây của liên kết 3 dây ở trong trạng thái báo hiệu khác với các dây còn lại của liên kết 3 dây trong khoảng thời gian truyền ký hiệu được kết hợp.

Theo các khía cạnh khác nhau của sáng chế, phương pháp truyền thông dữ liệu bao gồm bước truyền nhiều ký hiệu qua liên kết 3 dây, và mã hóa ít nhất 3 bit dữ liệu nhị phân trong mỗi lần chuyển tiếp giữa hai ký hiệu được truyền liên tiếp qua liên kết 3 dây, trong đó mỗi cặp ký hiệu được truyền liên tiếp gồm hai ký hiệu khác nhau. Mỗi ký hiệu xác định các trạng thái báo hiệu của liên kết 3 dây trong khoảng thời gian truyền ký hiệu được kết hợp sao cho mỗi dây của liên kết 3 dây ở trong trạng thái báo hiệu khác với các dây còn lại của liên kết 3 dây trong khoảng thời gian truyền ký hiệu được kết hợp.

Theo các khía cạnh nhất định, phương tiện bất biến đọc được bằng bộ xử lý lưu trữ mã thực thi được bằng máy tính được bộc lộ. Phương tiện đọc được bằng bộ xử lý duy trì dữ liệu và các lệnh được tạo cấu hình để khiến máy tính truyền nhiều ký hiệu qua liên kết 3 dây, và mã hóa ít nhất 3 bit dữ liệu nhị phân trong mỗi lần chuyển tiếp giữa hai ký hiệu được truyền liên tiếp qua liên kết 3 dây. Mỗi cặp ký hiệu được truyền liên tiếp có thể gồm hai ký hiệu khác nhau trong đó mỗi ký hiệu xác định các trạng thái báo hiệu của liên kết 3 dây trong khoảng

thời gian truyền ký hiệu được kết hợp sao cho mỗi dây của liên kết 3 dây ở trong trạng thái báo hiệu khác với các dây còn lại của liên kết 3 dây trong khoảng thời gian truyền ký hiệu được kết hợp.

Theo các khía cạnh khác nhau của sáng chế, máy truyền thông dữ liệu bao gồm phương tiện để truyền nhiều ký hiệu qua liên kết 3 dây, và phương tiện để mã hóa ít nhất 3 bit dữ liệu nhị phân trong mỗi lần chuyển tiếp giữa hai ký hiệu được truyền liên tiếp qua liên kết 3 dây. Mỗi cặp ký hiệu được truyền liên tiếp có thể gồm hai ký hiệu khác nhau. Mỗi ký hiệu có thể xác định các trạng thái báo hiệu của liên kết 3 dây trong khoảng thời gian truyền ký hiệu được kết hợp sao cho mỗi dây của liên kết 3 dây ở trong trạng thái báo hiệu khác với các dây còn lại của liên kết 3 dây trong khoảng thời gian truyền ký hiệu được kết hợp.

Theo các khía cạnh nhất định, ít nhất một ký hiệu được truyền qua liên kết 3 dây xác định các luồng dòng điện khác 0 đối với mỗi dây của liên kết 3 dây và trong đó tổng của các luồng dòng điện khác 0 là 0. Các trạng thái báo hiệu của các dây của liên kết 3 dây có thể gồm bảy mức điện áp, và ít nhất một ký hiệu được truyền qua liên kết 3 dây xác định mức điện áp đối với mỗi dây của liên kết 3 dây mà ở trên hoặc dưới mức điện áp ở giữa trong số bảy mức điện áp.

Theo các khía cạnh nhất định, bộ mã hóa dữ liệu còn được tạo cấu hình để sử dụng sự kết hợp của việc mã hóa 3 pha và PAM để mã hóa dữ liệu nhị phân. Ký hiệu thứ nhất có thể được truyền qua liên kết 3 dây 2420. Theo một ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu lựa chọn ký hiệu thứ nhất từ tập 12 ký hiệu khi bộ mã hóa dữ liệu được tạo cấu hình cho sơ đồ mã hóa thứ nhất. Theo ví dụ khác, bộ mã hóa dữ liệu lựa chọn ký hiệu thứ nhất từ tập 18 ký hiệu khi bộ mã hóa dữ liệu được tạo cấu hình cho sơ đồ mã hóa thứ hai. Theo ví dụ khác, bộ mã hóa dữ liệu lựa chọn ký hiệu thứ nhất từ tập 42 ký hiệu khi bộ mã hóa dữ liệu được tạo cấu hình cho sơ đồ mã hóa thứ nhất. Máy 2700 có thể truyền ký hiệu thứ hai qua liên kết 3 dây 2420. Bộ mã hóa dữ liệu có thể còn được tạo cấu hình để lựa chọn ký hiệu thứ hai từ tập các ký hiệu có sẵn mà loại trừ ký hiệu thứ nhất.

Theo các khía cạnh nhất định, máy bao gồm bộ mã hóa trạng thái dây được tạo cấu hình để nhận chuỗi ký hiệu từ bộ mã hóa dữ liệu, và cung cấp các tín hiệu điều khiển cho nhiều trình điều khiển đường truyền mà khiến cho mỗi trong số nhiều trình điều khiển đường

truyền điều khiển một dây của liên kết 3 dây sang trạng thái báo hiệu được xác định bởi ký hiệu thứ nhất trong chuỗi ký hiệu trong khoảng thời gian truyền ký hiệu được cung cấp cho ký hiệu thứ nhất.

Theo các khía cạnh nhất định, nhiều trình điều khiển đường truyền có thể gồm ba trình điều khiển điện áp, và bộ mã hóa trạng thái dây có thể còn được tạo cấu hình để cấu hình nhiều công tắc trong mỗi trình điều khiển điện áp sao cho mỗi dây của liên kết 3 dây được nối với một hoặc nhiều mức điện áp thông qua hai hoặc nhiều hơn hai điện trở trong một trong số ba trình điều khiển điện áp trong mỗi khoảng thời gian truyền ký hiệu. Nhiều công tắc trong mỗi trình điều khiển điện áp có thể được tạo cấu hình trong mỗi khoảng thời gian truyền ký hiệu sao cho sự kết hợp của các điện trở được nối với dây tương ứng của liên kết 3 dây khớp với trở kháng đặc trưng của dây tương ứng của liên kết 3 dây.

Theo các khía cạnh nhất định, nhiều trình điều khiển đường truyền gồm ba trình điều khiển dòng điện, và bộ mã hóa trạng thái dây còn được tạo cấu hình để cấu hình nhiều công tắc khiến cho mỗi trong số ba trình điều khiển dòng điện cung cấp dòng điện trong dây tương ứng của liên kết 3 dây mà có cường độ được xác định bởi ký hiệu được truyền trong khoảng thời gian truyền ký hiệu dòng điện. Máy có thể gồm các điện trở được nối với liên kết 3 dây, mỗi điện trở khớp với trở kháng đặc trưng của liên kết 3 dây.

#### **Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

Fig.1 mô tả máy sử dụng liên kết dữ liệu giữa các thiết bị IC được vận hành có chọn lọc theo một trong nhiều tiêu chuẩn hoặc giao thức sẵn có, có thể gồm giao thức C-PHY.

Fig.2 minh họa kiến trúc hệ thống cho máy sử dụng liên kết dữ liệu giữa các thiết bị IC vận hành có chọn lọc theo một trong nhiều tiêu chuẩn sẵn có.

Fig.3 minh họa bộ phát 3 pha C-PHY.

Fig.4 minh họa báo hiệu trong giao diện được mã hóa 3 pha C-PHY.

Fig.5 minh họa bộ thu 3 pha C-PHY.

Fig.6 là sơ đồ trạng thái minh họa các lần chuyển tiếp trạng thái tiềm năng trong giao

diện được mã hóa 3 pha C-PHY.

Fig.7 minh họa mạch giao diện bus được cung cấp trong bộ thu của bộ thu C-PHY mà có thể được làm thích ứng theo các khía cạnh nhất định được bộc lộ ở đây.

Fig.8 minh họa báo hiệu được liên kết với mạch giao diện bus trên Fig.7.

Fig.9 minh họa ví dụ về các mạch trình điều khiển C-PHY có thể được làm thích ứng theo các khía cạnh nhất định được bộc lộ ở đây.

Fig.10 minh họa ví dụ về trình điều khiển PAM được tạo cấu hình để mã hóa hai bit dữ liệu nhờ sử dụng bốn trạng thái báo hiệu.

Fig.11 minh họa giao diện được tạo cấu hình để hỗ trợ một hoặc nhiều sơ đồ mã hóa 3 pha và PAM kết hợp được đề xuất theo các khía cạnh nhất định của sáng chế.

Các Fig.12- Fig.14 minh họa ví dụ thứ nhất của sơ đồ mã hóa trong đó việc mã hóa 3 pha được kết hợp với điều chế PAM-4 theo các khía cạnh nhất định của sáng chế.

Các Fig.15 đến Fig.17 minh họa ví dụ thứ hai của sơ đồ mã hóa trong đó việc mã hóa 3 pha được kết hợp với điều chế PAM-3 theo các khía cạnh nhất định của sáng chế.

Các Fig.18 và Fig.19 minh họa ví dụ thứ ba của sơ đồ mã hóa kết hợp việc mã hóa 3 pha với điều chế PAM-8 theo các khía cạnh nhất định của sáng chế.

Fig.20 minh họa bộ giải mã để hỗ trợ một hoặc nhiều sơ đồ mã hóa 3 pha và PAM kết hợp được đề xuất theo các khía cạnh nhất định của sáng chế.

Fig.21 minh họa giao diện sử dụng các mạch bộ thu được tạo cấu hình để phân biệt giữa các ký hiệu được truyền nhờ sử dụng sự kết hợp của việc mã hóa 3 pha và điều chế PAM-4 theo các khía cạnh nhất định của sáng chế.

Fig.22 minh họa trình điều khiển chế độ điện áp được tạo cấu hình hoặc được làm thích ứng theo các khía cạnh nhất định của sáng chế.

Fig.23 minh họa ví dụ về các trình điều khiển chế độ dòng điện được tạo cấu hình hoặc được làm thích ứng theo các khía cạnh nhất định của sáng chế.

Fig.24 minh họa ví dụ về hệ thống đã được làm thích ứng để hỗ trợ sơ đồ mã hóa mà điều chế tín hiệu đa pha nhờ sử dụng PAM theo các khía cạnh nhất định được bộc lộ ở đây.

Fig.25 minh họa ví dụ về máy sử dụng mạch xử lý có thể được làm thích ứng theo các khía cạnh nhất định được bộc lộ ở đây.

Fig.26 là lưu đồ của phương pháp được thực hiện tại bộ thu theo các khía cạnh nhất định được bộc lộ ở đây.

Fig.27 là sơ đồ minh họa ví dụ về việc triển khai phần cứng cho máy thu theo các khía cạnh nhất định được bộc lộ ở đây.

### Mô tả chi tiết sáng chế

Phần mô tả chi tiết được trình bày dưới đây liên quan đến các hình vẽ kèm theo nhằm mục đích mô tả các cấu hình khác nhau và không nhằm trình bày các cấu hình duy nhất mà các khái niệm được mô tả ở đây có thể được thực hành. Phần mô tả chi tiết bao gồm các chi tiết cụ thể nhằm mục đích cung cấp sự hiểu biết thấu đáo về các khái niệm khác nhau. Tuy nhiên, những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ thấy rõ rằng những khái niệm này có thể được thực hành mà không cần có những chi tiết cụ thể này. Trong một số trường hợp, các cấu trúc và thành phần đã biết rộng rãi được thể hiện dưới dạng sơ đồ khối để tránh làm khó hiểu các khái niệm như vậy.

Như được sử dụng trong sáng chế, các thuật ngữ “thành phần”, “modun”, “hệ thống” và thuật ngữ tương tự nhằm mục đích bao gồm một thực thể liên quan đến máy tính, chẳng hạn như, nhưng không giới hạn ở phần cứng, firmware, sự kết hợp của phần cứng và phần mềm, phần mềm hoặc phần mềm đang thực thi. Ví dụ, thành phần có thể là, nhưng không giới hạn là, quy trình chạy trên một bộ xử lý, bộ xử lý, đối tượng, tệp thực thi, luồng thực thi, chương trình và/hoặc máy tính. Bằng cách minh họa, ứng dụng chạy trên thiết bị điện toán và thiết bị điện toán đều có thể là thành phần. Một hoặc nhiều thành phần có thể nằm trong quy trình và/hoặc chuỗi thực thi và thành phần có thể được đặt cục bộ trên một máy tính và/hoặc được phân phối giữa hai hoặc nhiều máy tính. Ngoài ra, các thành phần này có thể thực thi từ các phương tiện đọc được bằng bộ xử lý khác nhau có các cấu trúc dữ liệu khác nhau được lưu trữ trên đó. Các thành phần có thể truyền thông bằng các quy trình nội bộ và/hoặc từ xa,



chẳng hạn như phù hợp với tín hiệu có một hoặc nhiều gói dữ liệu, chẳng hạn như dữ liệu từ một thành phần tương tác với một thành phần khác trong hệ thống nội bộ, hệ thống phân tán và/hoặc qua mạng chẳng hạn như Internet với các hệ thống khác bằng tín hiệu.

Hơn nữa, thuật ngữ “hoặc” được dùng để chỉ “hoặc” bao hàm hơn là “hoặc” loại trừ. Nghĩa là, trừ khi được quy định khác hoặc thể hiện rõ ràng trong ngữ cảnh, cụm từ “X sử dụng A hoặc B” nhằm có nghĩa là bất kỳ hoán vị nào trong số các hoán vị bao hàm tự nhiên. Nghĩa là, cụm từ “X sử dụng A hoặc B” được thỏa mãn bởi bất kỳ trường hợp nào sau đây: X sử dụng A; X sử dụng B; hoặc X sử dụng cả A và B. Ngoài ra, các mạo từ chỉ số ít được sử dụng trong bản mô tả này và các yêu cầu bảo hộ kèm theo thường được hiểu là có nghĩa là “một hoặc nhiều” trừ khi được quy định khác hoặc thể hiện rõ ràng trong ngữ cảnh là được hướng đến dạng số ít.

#### Tổng quan

Một số khía cạnh của sáng chế có thể áp dụng để cải tiến giao diện C-PHY do Liên minh MIPI chỉ định, giao diện này thường được triển khai để kết nối các thiết bị điện tử là thành phần phụ của thiết bị di động như điện thoại, thiết bị điện toán di động, thiết bị, thiết bị điện tử ô tô, hệ thống điện tử hàng không, v.v. Ví dụ về thiết bị di động bao gồm điện thoại di động, điện thoại thông minh, điện thoại giao thức khởi tạo phiên (SIP, session initiation protocol), máy tính xách tay, máy tính notebook, máy tính netbook, máy tính smartbook, trợ lý kỹ thuật số cá nhân (PDA, personal digital assistant), đài vệ tinh, thiết bị hệ thống định vị toàn cầu (GPS, global positioning system), thiết bị đa phương tiện, thiết bị video, trình phát âm thanh kỹ thuật số (ví dụ, máy nghe nhạc MP3), camera, bảng điều khiển trò chơi, thiết bị điện toán đeo được (ví dụ, đồng hồ thông minh, thiết bị theo dõi sức khỏe hoặc thể dục, v.v.), thiết bị, máy bay không người lái, cảm biến, máy bán hàng tự động hoặc bất kỳ thiết bị hoạt động tương tự nào khác.

Các khía cạnh nhất định được bộc lộ ở đây cho phép các thiết bị truyền thông ở tốc độ dữ liệu cao hơn qua liên kết truyền thông ba dây so với mức khả thi bằng cách sử dụng tốc độ ký hiệu C-PHY thông thường. Theo các khía cạnh khác nhau của sáng chế, máy truyền thông dữ liệu có nhiều trình điều khiển đường truyền được tạo cấu hình để ghép nối máy với liên

kết 3 dây, và bộ mã hóa dữ liệu được tạo cấu hình để mã hóa ít nhất 3 bit dữ liệu nhị phân trong mỗi lần chuyển tiếp giữa hai ký hiệu được truyền liên tiếp bởi nhiều trình điều khiển đường truyền qua liên kết 3 dây sao cho mỗi cặp ký hiệu được truyền liên tiếp gồm hai ký hiệu khác nhau. Mỗi ký hiệu xác định các trạng thái báo hiệu của liên kết 3 dây trong khoảng thời gian truyền ký hiệu được kết hợp sao cho mỗi dây của liên kết 3 dây ở trong trạng thái báo hiệu khác với các dây còn lại của liên kết 3 dây trong khoảng thời gian truyền ký hiệu được kết hợp. Dữ liệu có thể được mã hóa nhờ sử dụng sự kết hợp của 3 pha và PAM. Máy có thể gồm bộ mã hóa trạng thái dây được tạo cấu hình để nhận chuỗi ký hiệu từ bộ mã hóa dữ liệu, và cung cấp các tín hiệu điều khiển cho nhiều trình điều khiển đường truyền. Các tín hiệu điều khiển khiến cho mỗi trong nhiều trình điều khiển đường truyền điều khiển một dây của liên kết 3 dây sang trạng thái báo hiệu được xác định bởi mỗi ký hiệu trong khoảng thời gian truyền ký hiệu được cung cấp cho mỗi ký hiệu trong chuỗi ký hiệu. Bộ mã hóa trạng thái dây có thể được tạo cấu hình hoặc có thể cấu hình được cho PAM-2, PAM-3, PAM-4, PAM-8 và các phương án triển khai PAM khác.

Giao diện C-PHY là giao diện nối tiếp tốc độ cao có thể cung cấp thông lượng cao qua các kênh băng thông giới hạn. Giao diện C-PHY có thể được triển khai để kết nối các bộ xử lý ứng dụng với các thiết bị ngoại vi, gồm các màn hình và camera. Giao diện C-PHY mã hóa dữ liệu thành các ký hiệu được truyền trong tín hiệu ba pha qua tập ba dây, mà có thể được gọi là bộ ba, hoặc như bộ ba các dây. Tín hiệu ba pha được truyền trong pha khác nhau trên mỗi dây của bộ ba. Mỗi bộ ba 3 dây cung cấp một lần trên liên kết truyền thông. Khoảng ký hiệu có thể được định nghĩa là khoảng thời gian trong đó một ký hiệu điều khiển trạng thái báo hiệu của bộ ba. Trong mỗi khoảng ký hiệu, một dây “không được điều khiển” hoặc được điều khiển sang trạng thái điện áp mức giữa trong khi hai dây còn lại trong số ba dây được điều khiển vi sai sao cho một trong hai dây được điều khiển vi sai giả định mức điện áp thứ nhất và dây được điều khiển vi sai còn lại giả định mức điện áp thứ hai khác với mức điện áp thứ nhất. Theo một số phương án triển khai, dây thứ ba không được điều khiển hoặc thả nổi sao cho dây này giả định mức điện áp thứ ba bằng hoặc gần điện áp mức giữa giữa các mức điện áp thứ nhất và thứ hai do hành động của các đầu cuối. Theo một số phương án triển khai, dây thứ ba được điều khiển hướng về điện áp mức giữa. Theo một ví dụ, các mức điện áp được điều khiển có thể là +V và -V với điện áp không được điều khiển là 0 V. Theo ví dụ

khác, các mức điện áp được điều khiển có thể là +V và 0 V với điện áp không được điều khiển là +V/2. Các ký hiệu khác nhau được truyền trong mỗi cặp tín hiệu được truyền liên tiếp, và các cặp dây khác nhau có thể được điều khiển vi sai trong các khoảng ký hiệu khác nhau.

Fig.1 mô tả ví dụ về máy 100 có thể sử dụng các giao thức ba pha C-PHY để triển khai một hoặc nhiều liên kết truyền thông. Máy 100 có thể gồm SoC, hoặc mạch xử lý 102 có nhiều mạch hoặc nhiều thiết bị 104, 106 và/hoặc 108, mà có thể được triển khai trong một hoặc nhiều ASIC. Theo một ví dụ, máy 100 có thể hoạt động như thiết bị truyền thông và mạch xử lý 102 có thể gồm thiết bị xử lý được bố trí trong ASIC 104, một hoặc nhiều thiết bị ngoại vi 106, và bộ thu phát 108 cho phép máy truyền thông thông qua anten 124 với mạng truy cập vô tuyến, mạng truy cập lõi, mạng Internet và/hoặc mạng khác.

ASIC 104 có thể có một hoặc nhiều bộ xử lý 112, một hoặc nhiều modem 110, bộ nhớ trên máy 114, mạch giao diện bus 116 và/hoặc các mạch logic hoặc các chức năng khác. Mạch xử lý 102 có thể được điều khiển bởi hệ điều hành mà có thể cung cấp lớp giao diện lập trình ứng dụng (API, application programming interface) cho phép một hoặc nhiều bộ xử lý 112 thực thi các môđun phần mềm nằm trong bộ nhớ trên máy 114 hoặc bộ lưu trữ đọc được bằng bộ xử lý 122 khác được cung cấp trên mạch xử lý 102. Các môđun phần mềm có thể gồm các lệnh và dữ liệu được lưu trữ trong bộ nhớ trên máy 114 hoặc bộ lưu trữ đọc được bằng bộ xử lý 122. ASIC 104 có thể truy cập bộ nhớ trên máy 114, bộ lưu trữ đọc được bằng bộ xử lý 122, và/hoặc bộ lưu trữ bên ngoài mạch xử lý 102. Bộ nhớ trên máy 114, bộ lưu trữ đọc được bằng bộ xử lý 122 có thể gồm bộ nhớ chỉ đọc (ROM, read-only memory) hoặc bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (RAM, random-access memory), ROM có thể lập trình xóa bằng điện (EEPROM, electrically erasable programmable ROM), các thẻ flash, hoặc thiết bị nhớ bất kỳ có thể được sử dụng trong các hệ thống xử lý và nền tảng máy tính. Mạch xử lý 102 có thể gồm, thực thi, hoặc có quyền truy cập vào cơ sở dữ liệu nội bộ hoặc bộ lưu trữ tham số khác mà có thể duy trì các tham số hoạt động và thông tin khác được sử dụng để tạo cấu hình và vận hành máy 100 và/hoặc mạch xử lý 102. Cơ sở dữ liệu nội bộ có thể được triển khai nhờ sử dụng các thanh ghi, môđun cơ sở dữ liệu, bộ nhớ flash, phương tiện từ, EEPROM, đĩa mềm hoặc cứng, hoặc tương tự. Mạch xử lý 102 có thể cũng được ghép nối hoạt động với các thiết bị bên ngoài như là anten 124, màn hình 126, bộ điều khiển hoạt động, như là các công tắc

hoặc các nút 128, 130 hoặc bàn phím ngoài 132, trong số các thành phần khác. Giao diện người dùng modun có thể được tạo cấu hình để hoạt động với màn hình 126, bàn phím ngoài 132, v.v. thông qua liên kết truyền thông chuyên dụng hoặc thông qua một hoặc nhiều kết nối dữ liệu nối tiếp.

Mạch xử lý 102 có thể cung cấp một hoặc nhiều bus 118a, 118b, 120 cho phép các thiết bị nhất định 104, 106, và/hoặc 108 truyền thông. Theo một ví dụ, ASIC 104 có thể gồm mạch giao diện bus 116 mà gồm sự kết hợp của các mạch bộ đếm, bộ định thời, mạch logic và các mạch hoặc các modun có thể tạo cấu hình khác. Theo một ví dụ, mạch giao diện bus 116 có thể được tạo cấu hình để vận hành phù hợp với các thông số kỹ thuật hoặc giao thức truyền thông. Mạch xử lý 102 có thể gồm hoặc điều khiển chức năng quản lý công suất mà tạo cấu hình và quản lý việc vận hành của máy 100.

Fig.2 minh họa các khía cạnh nhất định của máy 200 gồm nhiều thiết bị IC 202 và 230, mà có thể trao đổi dữ liệu và thông tin điều khiển thông qua liên kết truyền thông 220. Liên kết truyền thông 220 có thể được sử dụng để kết nối các thiết bị IC 202 và 230 được đặt gần nhau, hoặc về mặt vật lý được đặt ở các phần khác nhau của máy 200. Theo một ví dụ, liên kết truyền thông 220 có thể được cung cấp trên bộ mang chip, lớp nền hoặc bảng mạch mang các thiết bị IC 202 và 230. Theo ví dụ khác, thiết bị IC thứ nhất 202 có thể được đặt trong vùng bàn phím của điện thoại nắp gập trong khi thiết bị IC thứ hai 230 có thể được đặt trong vùng hiển thị của điện thoại nắp gập. Theo ví dụ khác, phần của liên kết truyền thông 220 có thể gồm cáp hoặc kết nối quang.

Liên kết truyền thông 220 có thể gồm nhiều kênh 222, 224 và 226. Một hoặc nhiều kênh 226 có thể là hai chiều, và có thể hoạt động ở chế độ bán song công và/hoặc chế độ song công toàn phần. Một hoặc nhiều kênh 222 và 224 có thể là một chiều. Liên kết truyền thông 220 có thể không đối xứng, cung cấp băng thông cao hơn theo một hướng. Theo một ví dụ được mô tả ở đây, kênh thứ nhất 222 có thể được gọi là kênh xuôi 222 trong khi kênh thứ hai 224 có thể được gọi là kênh ngược 224. Thiết bị IC thứ nhất 202 có thể được chỉ định là hệ thống chủ hoặc bộ phát, trong khi thiết bị IC thứ hai 230 có thể được chỉ định là hệ thống khách hoặc bộ thu, ngay cả khi cả hai thiết bị IC 202 và 230 được tạo cấu hình để truyền và nhận trên kênh 222. Theo một ví dụ, kênh xuôi 222 có thể hoạt động ở tốc độ dữ liệu cao hơn

khi truyền thông dữ liệu từ thiết bị IC thứ nhất 202 tới thiết bị IC thứ hai 230, trong khi kênh ngược 224 có thể hoạt động ở tốc độ dữ liệu thấp hơn khi truyền thông dữ liệu từ thiết bị IC thứ hai 230 tới thiết bị IC thứ nhất 202.

Mỗi thiết bị IC 202 và 230 có thể gồm bộ xử lý 206, 236 hoặc mạch hoặc thiết bị xử lý và/hoặc tính toán khác. Theo một ví dụ, thiết bị IC thứ nhất 202 có thể thực hiện các chức năng lõi của máy 200, gồm thiết lập và duy trì truyền thông không dây thông qua bộ thu phát không dây 204 và anten 214, trong khi thiết bị IC thứ hai 230 có thể hỗ trợ giao diện người dùng mà quản lý hoặc vận hành bộ điều khiển hiển thị 232, và có thể điều khiển các hoạt động của camera hoặc thiết bị đầu vào video nhờ sử dụng bộ điều khiển camera 234. Các tính năng khác được hỗ trợ bởi một hoặc nhiều thiết bị IC 202 và 230 có thể gồm bàn phím, thành phần nhận dạng giọng nói, và các thiết bị đầu vào hoặc đầu ra khác. Bộ điều khiển hiển thị 232 có thể gồm các mạch và các trình điều khiển phần mềm hỗ trợ các màn hình chẳng hạn như tấm màn hình tinh thể lỏng (LCD, liquid crystal display), màn hình chạm, các bộ chỉ báo và v.v.. Phương tiện lưu trữ 208 và 238 có thể gồm thiết bị lưu trữ bất biến và/hoặc khả biến được làm thích ứng để duy trì các lệnh và dữ liệu được sử dụng bởi các bộ xử lý 206 và 236 tương ứng, và/hoặc các thành phần khác của các thiết bị IC 202 và 230. Việc truyền thông giữa mỗi bộ xử lý 206, 236 và phương tiện lưu trữ 208 và 238 tương ứng của nó và các modul và các mạch khác có thể được tạo điều kiện thuận lợi bởi một hoặc nhiều bus nội bộ 212 và 242 và/hoặc kênh 222, 224 và/hoặc 226 của liên kết truyền thông 220.

Kênh ngược 224 có thể được vận hành theo cùng cách thức như kênh xuôi 222. Kênh xuôi 222 và kênh ngược 224 có thể có khả năng truyền ở tốc độ tương đương hoặc ở các tốc độ khác nhau, trong đó tốc độ có thể được thể hiện là tốc độ truyền dữ liệu và/hoặc tốc độ xung nhịp. Tốc độ dữ liệu xuôi và ngược về cơ bản có thể giống nhau hoặc có thể khác nhau về độ lớn, tùy thuộc vào ứng dụng. Theo một số ứng dụng, kênh hai chiều đơn 226 có thể hỗ trợ truyền thông giữa thiết bị IC thứ nhất 202 và thiết bị IC thứ hai 230. Kênh xuôi 222 và/hoặc kênh ngược 224 có thể cấu hình được để vận hành trong chế độ hai chiều khi, ví dụ, các kênh xuôi và ngược 222 và 224 chia sẻ cùng các kết nối vật lý và vận hành theo cách thức bán song công. Theo một ví dụ, liên kết truyền thông 220 có thể được vận hành để truyền thông tin điều khiển, lệnh và thông tin khác giữa thiết bị IC thứ nhất 202 và thiết bị IC thứ hai 230

phù hợp với tiêu chuẩn công nghiệp hoặc tiêu chuẩn khác.

Liên kết truyền thông 220 trên Fig.2 có thể được triển khai theo thông số kỹ thuật của liên minh MIPI cho C-PHY và có thể cung cấp bus có dây mà gồm nhiều dây tín hiệu (được ký hiệu là M dây). M dây có thể được tạo cấu hình để mang dữ liệu được mã hóa N pha trong giao diện kỹ thuật số tốc độ cao, như là giao diện kỹ thuật số hiển thị di động (MDDI). M dây có thể tạo điều kiện thuận lợi cho việc mã hóa phân cực N pha trên một hoặc nhiều kênh 222, 224 và 226. Các trình điều khiển lớp vật lý 210 và 240 có thể được tạo cấu hình hoặc được làm thích ứng để tạo dữ liệu được mã hóa phân cực N pha để truyền trên liên kết truyền thông 220. Việc sử dụng mã hóa phân cực N pha cung cấp việc truyền dữ liệu tốc độ cao và có thể tiêu thụ một nửa hoặc ít hơn một nửa công suất của các giao diện khác do có ít trình điều khiển hơn hoạt động trong các liên kết dữ liệu được mã hóa phân cực N pha.

Các trình điều khiển lớp vật lý 210 và 240 thường có thể mã hóa nhiều bit trên mỗi lần chuyển tiếp trên liên kết truyền thông 220 khi được tạo cấu hình để mã hóa phân cực N pha. Theo một ví dụ, sự kết hợp của việc mã hóa 3 pha và mã hóa phân cực có thể được sử dụng để hỗ trợ IC điều khiển LCD 80 khung hình trên giấy mảng đồ họa video rộng (WVGA, wide video graphics array) mà không có bộ đệm khung, cấp dữ liệu điểm ảnh tại 810 Mbps để làm mới màn hình.

Fig.3 là sơ đồ 300 minh họa bộ mã hóa phân cực 3 dây, 3 pha mà có thể được sử dụng để triển khai các khía cạnh nhất định của liên kết truyền thông 220 được mô tả trên Fig.2. Ví dụ về việc mã hóa 3 dây, 3 pha được lựa chọn chỉ nhằm mục đích đơn giản hóa các mô tả về các khía cạnh nhất định của sáng chế. Các nguyên tắc và kỹ thuật được bộc lộ cho các bộ mã hóa 3 dây, 3 pha có thể áp dụng được cho các cấu hình khác của các bộ mã hóa phân cực M dây, N pha.

Các trạng thái báo hiệu được xác định đối với mỗi trong số 3 dây trong bus nối tiếp mã hóa phân cực 3 dây, 3 pha có thể gồm trạng thái không được điều khiển hoặc mức giữa, trạng thái được điều khiển dương và trạng thái được điều khiển âm. Trạng thái được điều khiển dương và trạng thái được điều khiển âm có thể được thu bằng cách cung cấp vi sai điện áp giữa hai trong số các dây tín hiệu 318a, 318b và/hoặc 318c, và/hoặc bằng cách dẫn dòng điện

qua hai trong số các dây tín hiệu 318a, 318b và/hoặc 318c được mắc nối tiếp sao cho dòng điện chạy theo các hướng khác nhau trong hai dây tín hiệu 318a, 318b và/hoặc 318c. Trạng thái không được điều khiển có thể được thực hiện bằng cách đặt đầu ra của trình điều khiển của dây tín hiệu 318a, 318b hoặc 318c trong chế độ trở kháng cao. Trong một số trường hợp, trạng thái mức giữa có thể được thu trên dây tín hiệu 318a, 318b hoặc 318c bằng cách chủ động hoặc bị động khiến cho dây tín hiệu 318a, 318b hoặc 318c đạt được mức điện áp mà nằm ở giữa giữa mức điện áp âm và dương được cung cấp trên các dây tín hiệu được điều khiển 318a, 318b và/hoặc 318c. Thông thường, không có luồng dòng điện đáng kể qua dây tín hiệu không được điều khiển hoặc mức giữa 318a, 318b hoặc 318c. Các trạng thái báo hiệu được xác định cho sơ đồ mã hóa phân cực 3 dây, 3 pha có thể được biểu thị sử dụng 3 trạng thái điện áp hoặc dòng điện (+1, -1, và 0).

Bộ mã hóa phân cực 3 dây, 3 pha có thể sử dụng các trình điều khiển đường truyền 308 để điều khiển trạng thái báo hiệu của các dây tín hiệu 318a, 318b và 318c. Các trình điều khiển 308 có thể được triển khai dưới dạng trình điều khiển chế độ điện áp hoặc chế độ dòng điện mức độ đơn vị. Theo một ví dụ, mỗi trình điều khiển 308 có thể nhận tập hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu 316a, 316b và 316c mà xác định trạng thái đầu ra của các dây tín hiệu tương ứng 318a, 318b và 318c. Theo một ví dụ, các tập của hai tín hiệu 316a, 316b và 316c có thể gồm tín hiệu kéo lên (tín hiệu PU) và tín hiệu kéo xuống (tín hiệu PD) mà, khi ở mức cao, kích hoạt các mạch kéo lên và kéo xuống điều khiển các dây tín hiệu 318a, 318b và 318c hướng tới điện áp mức cao hơn hoặc thấp hơn, một cách tương ứng. Trong ví dụ này, khi cả hai tín hiệu PU và tín hiệu PD đều thấp, các dây tín hiệu 318a, 318b và 318c có thể được kết cuối ở điện áp mức giữa.

Đối với mỗi khoảng ký hiệu được truyền trong sơ đồ mã hóa phân cực M dây, N pha, ít nhất một dây tín hiệu 318a, 318b hoặc 318c ở trong trạng thái điện áp hoặc dòng điện mức giữa/không được điều khiển (0), trong khi số lượng các dây tín hiệu được điều khiển dương (trạng thái điện áp hoặc dòng điện +1) 318a, 318b hoặc 318c bằng số lượng các dây tín hiệu được điều khiển âm (trạng thái điện áp hoặc dòng điện -1) 318a, 318b hoặc 318c, sao cho tổng của dòng điện tới bộ thu luôn là 0. Đối với mỗi ký hiệu, trạng thái báo hiệu của ít nhất một dây tín hiệu 318a, 318b hoặc 318c được thay đổi từ trạng thái dây được truyền trong

khoảng thời gian truyền trước đó.

Trong khi vận hành, bộ ánh xạ 302 có thể nhận và ánh xạ dữ liệu 16-bit 310 thành 7 ký hiệu 312. Trong ví dụ 3 dây, mỗi trong số 7 ký hiệu 312 xác định trạng thái của các dây tín hiệu 318a, 318b và 318c cho một khoảng ký hiệu. 7 ký hiệu 312 có thể được nối tiếp bằng cách sử dụng các bộ biến đổi song song-nối tiếp 304 mà cung cấp chuỗi ký hiệu được định thời 314 cho mỗi dây tín hiệu 318a, 318b và 318c. Chuỗi ký hiệu 314 thường được định thời bằng cách sử dụng xung nhịp truyền. Bộ mã hóa 3 dây, 3 pha 306 nhận chuỗi 7 ký hiệu 314 được tạo ra bởi bộ ánh xạ một ký hiệu tại một thời điểm và tính toán trạng thái của mỗi dây tín hiệu 318a, 318b và 318c cho mỗi khoảng ký hiệu. Bộ mã hóa 3 dây, 3 pha 306 lựa chọn trạng thái của các dây tín hiệu 318a, 318b và 318c dựa trên ký hiệu đầu vào dòng điện 314 và trạng thái trước đó của các dây tín hiệu 318a, 318b và 318c.

Việc sử dụng mã hóa M dây, N pha cho phép một số bit được mã hóa trong nhiều ký hiệu trong đó các bit trên mỗi ký hiệu không phải là số nguyên. Trong ví dụ của liên kết truyền thông 3 dây, có 3 sự kết hợp có sẵn của 2 dây, mà có thể được điều khiển đồng thời, và 2 kết hợp khả thi của cực tính trên cặp dây được điều khiển, tạo ra 6 trạng thái khả thi. Vì mỗi lần chuyển tiếp xảy ra từ một trạng thái dòng điện, nên 5 trong số 6 trạng thái đều có sẵn ở mọi lần chuyển tiếp. Trạng thái của ít nhất một dây cần thay đổi ở mỗi lần chuyển tiếp. Với 5 trạng thái,  $\log_2(5) \cong 2,32$  bit có thể được mã hóa trên mỗi ký hiệu. Theo đó, bộ ánh xạ có thể chấp nhận một từ 16 bit và chuyển đổi nó thành 7 ký hiệu vì 7 ký hiệu mang 2,32 bit trên mỗi ký hiệu có thể mã hóa 16,24 bit. Nói cách khác, sự kết hợp của 7 ký hiệu mã hóa 5 trạng thái có  $5^7$  (78.125) hoán vị. Theo đó, 7 ký hiệu có thể được sử dụng để mã hóa  $2^{16}$  (65.536) hoán vị của 16 bit.

Fig.4 gồm ví dụ về biểu đồ định thời 400 cho các tín hiệu được mã hóa nhờ sử dụng sơ đồ mã hóa dữ liệu điều chế 3 pha, mà được dựa trên sơ đồ trạng thái tròn 450. Thông tin có thể được mã hóa theo chuỗi các trạng thái báo hiệu trong đó, ví dụ, dây hoặc bộ kết nối ở trong một trong ba trạng thái pha  $S_1$ ,  $S_2$  và  $S_3$  được xác định bởi sơ đồ trạng thái tròn 450. Mỗi trạng thái có thể được tách biệt với các trạng thái khác bởi sự dịch pha  $120^\circ$ . Theo một ví dụ, dữ liệu có thể được mã hóa theo hướng quay của các trạng thái pha trên dây hoặc bộ kết nối. Các trạng thái pha trong tín hiệu có thể quay theo chiều kim đồng hồ 452 và 452'



hoặc ngược chiều kim đồng hồ 454 và 454'. Theo chiều kim đồng hồ 452 và 452' ví dụ, các trạng thái pha có thể tăng theo chuỗi mà gồm một hoặc nhiều lần chuyển tiếp từ  $S_1$  sang  $S_2$ , từ  $S_2$  sang  $S_3$  và từ  $S_3$  sang  $S_1$ . Theo hướng ngược chiều kim đồng hồ 454 và 454', các trạng thái pha có thể tăng theo chuỗi mà gồm một hoặc nhiều lần chuyển tiếp từ  $S_1$  sang  $S_3$ , từ  $S_3$  sang  $S_2$  và từ  $S_2$  sang  $S_1$ . Ba dây tín hiệu 318a, 318b và 318c mang các phiên bản khác nhau của cùng tín hiệu, trong đó các phiên bản có thể được dịch pha  $120^\circ$  so với nhau. Mỗi trạng thái báo hiệu có thể được biểu diễn là mức điện áp khác nhau trên dây hoặc bộ kết nối và/hoặc hướng của luồng dòng điện thông qua dây hoặc bộ kết nối. Trong mỗi trạng thái trong chuỗi các trạng thái báo hiệu trong hệ thống 3 dây, mỗi dây tín hiệu 318a, 318b và 318c ở trong các trạng thái báo hiệu khác với các dây còn lại. Khi nhiều hơn 3 dây tín hiệu 318a, 318b và 318c được sử dụng trong hệ thống mã hóa 3 pha, hai hoặc nhiều hơn hai dây tín hiệu 318a, 318b và/hoặc 318c có thể ở trong cùng trạng thái báo hiệu tại mỗi khoảng thời gian báo hiệu, mặc dù mỗi trạng thái có mặt trên ít nhất một dây tín hiệu 318a, 318b và/hoặc 318c trong mọi khoảng thời gian báo hiệu.

Thông tin có thể được mã hóa theo hướng quay tại mỗi lần chuyển pha 410, và tín hiệu ba pha có thể chuyển hướng đối với mỗi trạng thái báo hiệu. Hướng quay có thể được xác định bằng cách xem xét các dây tín hiệu 318a, 318b và/hoặc 318c nào ở trong trạng thái '0' trước và sau việc chuyển pha, do dây tín hiệu 318a, 318b và/hoặc 318c không được điều khiển thay đổi tại mỗi trạng thái báo hiệu trong tín hiệu ba pha quay, bất kể hướng quay.

Sơ đồ mã hóa cũng có thể mã hóa thông tin theo chiều phân cực 408 của hai dây tín hiệu 318a, 318b và/hoặc 318c được điều khiển chủ động. Tại thời điểm bất kỳ trong phương án triển khai 3 dây, chính xác hai trong số các dây tín hiệu 318a, 318b, 318c được điều khiển với các dòng điện ngược chiều và/hoặc với vi sai điện áp. Theo một phương án triển khai, dữ liệu có thể được mã hóa nhờ sử dụng hai giá trị bit 412, trong đó một bit được mã hóa theo hướng của các chuyển pha 410 và bit thứ hai được mã hóa theo chiều phân cực 408 cho trạng thái dòng điện.

Biểu đồ định thời 400 minh họa việc mã hóa dữ liệu sử dụng cả hướng quay pha và chiều phân cực. Các đường cong 402, 404 và 406 liên quan đến các tín hiệu được mang trên ba dây tín hiệu 318a, 318b và 318c, tương ứng cho nhiều trạng thái pha. Ban đầu, các chuyển

pha 410 theo chiều kim đồng hồ và bit quan trọng nhất được đặt thành số nhị phân '1,' cho đến khi vòng quay của các chuyển pha 410 chuyển tại thời điểm 414 sang hướng ngược chiều kim đồng hồ, như được biểu diễn bởi số nhị phân '0' của bit quan trọng nhất. Bit ít quan trọng nhất phản ánh chiều phân cực 408 của tín hiệu trong mỗi trạng thái.

Theo các khía cạnh nhất định được bộc lộ ở đây, một bit dữ liệu có thể được mã hóa trong quá trình quay, hoặc thay đổi pha trong hệ thống mã hóa 3 dây, 3 pha, và bit bổ sung có thể được mã hóa theo chiều phân cực của hai dây được điều khiển. Thông tin bổ sung có thể được mã hóa trong mỗi lần chuyển tiếp của hệ thống mã hóa 3 dây, 3 pha bằng cách cho phép chuyển tiếp sang bất kỳ trạng thái khả thi từ trạng thái dòng điện. Với ba pha quay và hai chiều phân cực cho mỗi pha, 6 trạng thái có sẵn trong hệ thống mã hóa 3 dây, 3 pha. Theo đó, 5 trạng thái có sẵn từ trạng thái dòng điện bất kỳ, và có thể có  $\log_2(5) \cong 2,32$  bit được mã hóa trên mỗi ký hiệu (chuyển tiếp), mà cho phép bộ ánh xạ 302 chấp nhận từ 16-bit và mã hóa nó trong 7 ký hiệu.

Fig.5 là sơ đồ minh họa các khía cạnh nhất định của bộ giải mã 3 dây, 3 pha 500. Các bộ thu vi sai 502a, 502b, 502c và bộ giải mã trạng thái dây 504 được tạo cấu hình để cung cấp dạng biểu diễn kỹ thuật số của trạng thái của ba đường truyền (ví dụ, các dây tín hiệu 318a, 318b và 318c được minh họa trên Fig.3), liên quan đến nhau, và để dò các thay đổi trong trạng thái của ba đường truyền so với trạng thái được truyền trong chu kỳ ký hiệu trước đó. Bảy trạng thái liên tiếp được ghép bởi các bộ chuyển đổi nối tiếp-song song 506 để thu tập 7 ký hiệu sẽ được xử lý bởi bộ giải ánh xạ 508. Bộ giải ánh xạ 508 tạo ra 16 bit dữ liệu 518 mà có thể được đệm trong thanh ghi vào trước-ra trước (FIFO, first-in-first-out) 510 cung cấp đầu ra 520 của bộ giải mã 500.

Bộ giải mã trạng thái dây 504 có thể trích xuất chuỗi ký hiệu 514 từ các tín hiệu vi sai 522 lấy được từ các tín hiệu mã hóa pha được nhận bởi các bộ thu vi sai 502a, 502b, 502c từ các dây tín hiệu 318a, 318b và 318c. Các ký hiệu 514 được mã hóa dưới dạng sự kết hợp của việc quay pha và chiều phân cực như được bộc lộ ở đây. Bộ giải mã trạng thái dây có thể gồm mạch CDR 524 trích xuất xung nhịp 526 mà có thể được sử dụng để ghi lại một cách đáng tin cậy các trạng thái dây từ các dây tín hiệu 318a, 318b và 318c. Việc chuyển tiếp xảy ra trên ít nhất một trong các các dây tín hiệu 318a, 318b và 318c tại mỗi biên ký hiệu và mạch CDR

524 có thể được tạo cấu hình để tạo xung nhịp 526 dựa trên sự xảy ra của lần chuyển tiếp hoặc nhiều lần chuyển tiếp. Cảnh của xung nhịp có thể được trì hoãn để cho phép thời gian của tất cả các dây tín hiệu 318a, 318b và 318c ổn định và do đó đảm bảo rằng trạng thái dây hiện tại được ghi lại cho các mục đích giải mã.

Fig.6 là sơ đồ trạng thái 600 minh họa các trạng thái báo hiệu khả thi 602, 604, 606, 612, 614, 616 của ba dây, với các lần chuyển tiếp khả thi được minh họa từ mỗi trạng thái. Trong ví dụ của liên kết truyền thông ba dây ba pha, 6 trạng thái và 30 lần chuyển tiếp trạng thái có sẵn. Các trạng thái khả thi 602, 604, 606, 612, 614 và 616 trong sơ đồ trạng thái 600 bao gồm và mở rộng trên các trạng thái được minh họa trong sơ đồ trạng thái tròn 450 trên Fig.4. Như được minh họa trong ví dụ về phân tử trạng thái 628, mỗi trạng thái 602, 604, 606, 612, 614 và 616 trong sơ đồ trạng thái 600 xác định trạng thái báo hiệu điện áp của các dây tín hiệu 318a, 318b, 318c, mà được gắn nhãn A, B và C một cách tương ứng. Ví dụ, trong trạng thái 602 (+x) dây A = +1, dây B = -1 và dây C = 0, tạo ra đầu ra của bộ thu vi sai 602a  $(A-B) = +2$ , bộ thu vi sai 602b  $(B-C) = -1$  và bộ thu vi sai 602c  $(C-A) = -1$ . Các quyết định chuyển tiếp được thực hiện bởi các mạch dò sự thay đổi pha trong bộ thu được dựa trên 5 mức độ khả thi được tạo ra bởi các bộ thu vi sai 502a, 502b, 502c, gồm -2, -1, 0, +1 và +2 trạng thái điện áp.

Các lần chuyển tiếp trong sơ đồ trạng thái 600 có thể được biểu diễn bởi ký hiệu lật, quay, phân cực (ví dụ, ký hiệu FRP 626) có một trong các giá trị nhị phân ba bit trong tập: {000, 001, 010, 011, 100}. Bit quay 622 của ký hiệu FRP 626 chỉ báo hướng quay pha được liên kết với sự chuyển tiếp sang trạng thái tiếp theo. Bit phân cực 624 của ký hiệu FRP 626 được đặt thành số nhị phân 1 khi chuyển tiếp sang trạng thái tiếp theo liên quan đến sự thay đổi trong chiều phân cực. Khi bit lật 620 của ký hiệu FRP 626 được đặt thành số nhị phân 1, giá trị quay và phân cực có thể bị bỏ qua và/hoặc bằng không. Việc lật biểu diễn sự chuyển tiếp trạng thái mà chỉ liên quan đến sự thay đổi trong chiều phân cực. Theo đó, pha của tín hiệu ba pha không được xem là đang quay khi việc lật xảy ra và bit phân cực là thừa khi việc lật xảy ra. Ký hiệu FRP 626 tương ứng với các thay đổi trạng thái dây đối với mỗi lần chuyển tiếp. Sơ đồ trạng thái 600 có thể được tách thành vòng tròn trong 608 gồm các trạng thái phân cực dương 602, 604, 606 và vòng tròn ngoài 618 gồm các trạng thái phân cực âm 612, 614,

616.

Fig.7 và Fig.8 minh họa các khía cạnh nhất định về hoạt động của giao diện C-PHY, mà có thể được làm thích ứng theo các khía cạnh nhất định được bộc lộ ở đây. Fig.7 minh họa mạch giao diện bus 700 được cung cấp trong bộ thu trong giao diện 3 pha C-PHY. Mỗi bộ thu vi sai 702, 704 và 706 được tạo cấu hình để theo dõi sự chênh lệch điện áp có tại các đầu vào của nó, và tạo ra tín hiệu vi sai kỹ thuật số 1 bit 710, 712, 714 tương ứng với băng tần mà ở đó tồn tại điện áp vi sai. Mỗi bộ thu vi sai 702, 704, 706 nhận hai trong số ba dây tín hiệu 318a, 318b, 318c làm các đầu vào. Trong ví dụ được mô tả, bộ thu vi sai thứ nhất 702 so sánh trạng thái của các dây tín hiệu 318a và 318b, bộ thu vi sai thứ hai 704 so sánh trạng thái của các dây tín hiệu 318b và 318c và bộ thu vi sai thứ ba 706 so sánh trạng thái của các dây tín hiệu 318a và 318c. Mỗi bộ thu vi sai 702, 704, 706 xuất ra tín hiệu vi sai 710, 712, 714 chỉ báo hiệu mức chênh lệch giảm giữa các cặp đầu vào tương ứng của các dây tín hiệu 318a, 318b và/hoặc 318c trong bộ ba. Các tín hiệu vi sai 710, 712, 714 được cung cấp cho bộ giải mã mà, ví dụ, có thể được tạo cấu hình để hoạt động phù hợp với sơ đồ trạng thái 600 trên Fig.6. Trong ví dụ của giao diện 3 dây, 3 pha tương ứng với sơ đồ trạng thái 600 trên Fig.6, bộ giải mã 708 có thể so sánh mỗi tín hiệu vi sai 710, 712, 714 với tham chiếu điện áp 0 để xác định giá trị nhị phân đối với mỗi bit của ký hiệu 3 bit biểu diễn trạng thái báo hiệu của bộ ba. Bộ giải mã 708 có thể tạo chuỗi ký hiệu mà có thể được giải mã để trích xuất dữ liệu được mã hóa làm đầu vào 716 của bộ giải mã 708.

Fig.8 minh họa các khía cạnh nhất định của báo hiệu được mong đợi trong quá trình hoạt động của mạch giao diện bus 700. Sơ đồ định thời thứ nhất 800 minh họa ba trạng thái báo hiệu 802, 804, 806 được xác định cho mỗi trong số ba dây tín hiệu 318a, 318b, 318c trong giao diện C-PHY. Mỗi trạng thái báo hiệu 802, 804, 806 có thể được xác định liên quan tới mức điện áp quan sát được trên dây tín hiệu 318a, 318b, 318c hoặc, như được minh họa trong sơ đồ định thời thứ nhất 800, liên quan tới luồng dòng điện qua dây tín hiệu 318a, 318b, 318c. Cường độ dòng điện trong mỗi trạng thái được biểu diễn là  $\pm I$  amp hoặc 0 amp. Trong trạng thái báo hiệu thứ nhất 802 dòng điện  $+I$  amp chạy trong dây của bus C-PHY, trong trạng thái báo hiệu thứ hai 804 dòng điện 0 amp chạy trong dây, và trong trạng thái báo hiệu thứ ba 806 dòng điện  $-I$  amp chạy trong dây. Giá trị của  $I$  có thể được xác định bởi các yêu cầu hoặc mục

tiêu ứng dụng, và/hoặc các thông số kỹ thuật của thiết bị. Theo một ví dụ, giá trị của I có thể được lựa chọn để tạo ra mức điện áp hoặc khoảng điện áp tại bộ thu được nối với bus C-PHY.

Bảng 810 được cung cấp làm ví dụ về sự ánh xạ các ký hiệu đến luồng dòng điện trong ba dây tín hiệu 318a, 318b, 318c (được nhận dạng là các dây A, B và C). Mỗi ký hiệu trong tập ký hiệu được minh họa  $\{+x, -x, +y, -y, +z, -z\}$  có thể tương ứng với trạng thái 602, 604, 606, 612, 614 và 616 được minh họa trên Fig.6. Khoảng thời gian chuyển tiếp 808 biểu diễn khoảng thời gian giữa các ký hiệu liên tiếp trong đó sự chuyển tiếp giữa các trạng thái báo hiệu 802, 804, 806 có thể được mong đợi sẽ hoàn thành. Hai lần chuyển tiếp được thể hiện từ mỗi trong các trạng thái báo hiệu 802, 804, 806, và lần chuyển tiếp ký hiệu nhất định có thể không tạo ra thay đổi trong trạng thái báo hiệu của một trong số ba dây tín hiệu 318a, 318b, 318c.

Sơ đồ định thời thứ hai 820 minh họa bốn trạng thái báo hiệu 822, 824, 826, 828 của các tín hiệu vi sai 710, 712, 714 được tạo ra bởi các bộ thu vi sai 702, 704, 706. Mỗi trạng thái báo hiệu 822, 824, 826, 828 có thể xác định mức điện áp hoặc khoảng điện áp danh nghĩa quan sát được trong tín hiệu vi sai 710, 712, 714. Mức điện áp của mỗi trạng thái có thể được thể hiện là bội số của đơn vị điện áp ( $V_{State}$ ). Trạng thái báo hiệu thứ nhất 822 được biểu diễn bởi mức điện áp danh nghĩa  $+2V_{State}$ , trạng thái báo hiệu thứ hai 824 được biểu diễn bởi mức điện áp danh nghĩa  $+1V_{State}$ , trạng thái báo hiệu thứ ba 826 được biểu diễn bởi mức điện áp danh nghĩa  $-1V_{State}$ , và trạng thái báo hiệu thứ tư 828 được biểu diễn bởi mức điện áp danh nghĩa  $-2V_{State}$ . Giá trị danh nghĩa của  $V_{State}$  có thể được xác định bởi các yêu cầu hoặc mục tiêu ứng dụng, và/hoặc các thông số kỹ thuật của thiết bị.

Bảng 840 được cung cấp làm ví dụ về sự ánh xạ các ký hiệu thành trạng thái báo hiệu 822, 824, 826, 828 trong ba tín hiệu vi sai 710, 712, 714 (được nhận dạng là DiffA-B, DiffB-C, DiffC-A) được tạo ra cho tập các ký hiệu  $\{+x, -x, +y, -y, +z, -z\}$  được minh họa trên Fig.6. Khoảng thời gian chuyển tiếp 830 biểu diễn khoảng thời gian giữa các ký hiệu liên tiếp trong đó trạng thái báo hiệu 822, 824, 826, 828 có thể được mong đợi là không chắc chắn. Ba lần chuyển tiếp khả thi được thể hiện từ mỗi trạng thái báo hiệu 802, 804, 806 sang trạng thái báo hiệu khác 802, 804, 806. Việc chuyển tiếp ký hiệu nhất định có thể không tạo ra thay đổi trong hai trạng thái báo hiệu trung gian 824, 826.

Fig.9 minh họa các ví dụ về các trình điều khiển đường truyền 900, 940 có thể được sử dụng trong giao diện C-PHY. Trình điều khiển đường truyền chế độ điện áp 900 sử dụng các công tắc 910, 912, 914a, 914b để lựa chọn trạng thái điện áp cho dây 916 của bus C-PHY. Theo một ví dụ, các công tắc 910, 912, 914a, 914b có thể được điều khiển bởi bộ mã hóa 3 dây, 3 pha 306 trên Fig.3. Bảng 920 minh họa các kết hợp của các trạng thái công tắc mà cung cấp ba trạng thái báo hiệu được xác định cho dây 916 theo các giao thức C-PHY. Công tắc 910, 912, 914a, 914b được đóng hoặc được kích hoạt khi số nhị phân-1 được chỉ báo trong Bảng 920, và công tắc 910, 912, 914a, 914b được mở hoặc được hủy kích hoạt khi số nhị phân-0 được chỉ báo trong Bảng 920.

Theo ví dụ được minh họa về trình điều khiển đường truyền chế độ điện áp 900, trạng thái báo hiệu cao 922 đạt được khi dây 916 được nối với mức điện áp cao 918 thông qua điện trở thứ nhất 902 bằng cách đóng công tắc thứ nhất 910. Trạng thái báo hiệu thấp 924 đạt được khi dây 916 được nối đất hoặc với mức điện áp thấp khác thông qua điện trở thứ hai 904 bằng cách đóng công tắc thứ hai 912. Trạng thái báo hiệu mức giữa 926 đạt được khi dây 916 được nối với mức điện áp cao 918 thông qua điện trở thứ ba 906 bằng cách đóng công tắc mức giữa thứ nhất 914a trong khi công tắc mức giữa thứ hai 914b được đóng và nối dây 916 với hệ thống nối đất hoặc mức điện áp thấp khác thông qua điện trở thứ tư 908. Mỗi trong số các điện trở thứ nhất và thứ hai 902, 904 có giá trị điện trở (R) mà khớp với trở kháng đặc trưng ( $Z_0$ ) được liên kết với dây 916. Trình điều khiển đường truyền chế độ điện áp 900 biểu diễn trở kháng khớp với  $Z_0$  khi chỉ công tắc thứ nhất 910 được đóng hoặc chỉ công tắc thứ hai 912 được đóng. Mỗi điện trở trong các điện trở thứ ba và thứ tư 902, 904 có giá trị điện trở ( $2R$ ) mà, khi cả hai công tắc mức giữa 914a và 914b được đóng, khiến cho trình điều khiển đường truyền chế độ điện áp 900 biểu diễn trở kháng khớp với  $Z_0$ .

Trình điều khiển đường truyền chế độ dòng điện 940 sử dụng các công tắc 946, 948 mà có thể được vận hành để lựa chọn dòng điện tương ứng với mỗi trong các trạng thái báo hiệu được xác định cho dây 950 của bus C-PHY. Theo một ví dụ, các công tắc 946, 948 có thể được điều khiển bởi bộ mã hóa 3 dây, 3 pha 306 trên Fig.3. Bảng 960 minh họa các kết hợp của các trạng thái công tắc mà cung cấp ba trạng thái báo hiệu được xác định cho dây 950 theo các giao thức C-PHY. Công tắc 946, 948 được đóng hoặc được kích hoạt khi số nhị phân-

l được chỉ báo trong Bảng 960, và công tắc 946, 948 mở hoặc được hủy kích hoạt khi số nhị phân-0 được chỉ báo trong Bảng 960.

Theo ví dụ được minh họa của trình điều khiển đường truyền chế độ dòng điện 940, trạng thái báo hiệu cao 962 đạt được khi dây 950 được nối với nguồn điện thứ nhất 942 bằng cách đóng công tắc thứ nhất 946, tạo ra dòng điện chạy đến dây 950. Trong một số trường hợp, trình điều khiển đường truyền chế độ dòng điện 940 có điện trở kết cuối 952 có giá trị điện trở (R) mà khớp với trở kháng đặc trưng ( $Z_0$ ) được liên kết với dây 950. Điện trở kết cuối 952 được kết nối tại một đầu với điện áp điểm giữa, và luồng dòng điện đi qua điện trở kết cuối 952 tạo ra trạng thái điện áp cao. Trạng thái báo hiệu thấp 964 đạt được khi dây 950 được nối với nguồn điện thứ hai 944 bằng cách đóng công tắc thứ hai 948, tạo ra dòng điện chạy từ dây 950. Khi dòng điện chạy qua điện trở kết cuối 952, trạng thái điện áp thấp được tạo ra trên dây 950. Nguồn điện thứ nhất 942 và nguồn điện thứ hai 944 thường tạo ra dòng điện có cùng cường độ danh nghĩa, và trạng thái báo hiệu mức giữa 966 đạt được khi cả hai công tắc 946, 948 được đóng khiến cho các dòng điện từ các nguồn điện 942 và 944 bị hủy bỏ, không có dòng điện qua dây 950.

Nhu cầu tăng thông lượng dữ liệu qua liên kết C-PHY có thể được đáp ứng ở một mức độ nhất định bằng cách tăng tần số của xung nhịp được sử dụng để điều khiển các cuộc truyền qua bus C-PHY. Khả năng tăng tần số xung nhịp bị giới hạn bởi các khoảng thời gian chuyển tiếp 808, 830 và các giới hạn thời gian khác phát sinh từ tốc độ chuyển mạch thiết bị, đặc tính đường truyền, v.v..

Các khía cạnh nhất định của sáng chế cho phép các thiết bị truyền thông tại các tốc độ dữ liệu cao hơn qua liên kết truyền thông 3 dây so với mức có thể có trong phương án truyền khai C-PHY thông thường. Tốc độ mã hóa lý thuyết của bộ mã hóa 3 dây, 3 pha là  $\log_2(6) \cong 2,58$  bit trên mỗi ký hiệu. Trong giao diện C-PHY, thông tin xung nhịp được nhúng bằng cách cắm truyền cùng ký hiệu trong các khoảng ký hiệu liên tiếp, cung cấp tốc độ mã hóa kết quả là giảm  $\log_2(6 - 1) \cong 2,32$  bit trên mỗi ký hiệu. Theo các khía cạnh nhất định của sáng chế, số lượng bit được mã hóa trên mỗi ký hiệu trong giao diện C-PHY có thể được tăng lên vượt quá 2,32 bit trên mỗi ký hiệu nhờ sử dụng sơ đồ mã hóa kết hợp việc mã hóa 3 pha với PAM.

Fig.10 minh họa ví dụ về trình điều khiển PAM 1000 được tạo cấu hình để mã hóa hai bit dữ liệu nhờ sử dụng bốn trạng thái báo hiệu (PAM-4). Theo ví dụ được minh họa, trình điều khiển PAM 1000 gồm hai ô dòng điện 1002, 1004. Ô dòng điện thứ nhất 1002 cung cấp dòng điện có cường độ đơn vị ( $\pm I$ ) trong khi ô dòng điện thứ hai 1004 cung cấp dòng điện có cường độ lớn hơn (ở đây là  $\pm 2I$ ). Các dòng điện được tạo ra bởi ô dòng điện thứ nhất 1002 và ô dòng điện thứ hai 1004 được bổ sung để cung cấp dòng điện đầu ra ( $I_{out}$ ), mà tạo ra mức điện áp ( $V_{out}$ ) khi trình điều khiển PAM 1000 được kết cuối. Như được minh họa trong sơ đồ định thời 1020, bốn trạng thái 1022, 1024, 1026, 1028 có sẵn để mã hóa. Bốn trạng thái cho phép  $\log_2(4) = 2$  bit dữ liệu được mã hóa trên mỗi ký hiệu được truyền.

Các khía cạnh nhất định được bộc lộ ở đây liên quan tới các sơ đồ mã hóa mà kết hợp PAM với việc mã hóa 3 pha để tăng số lượng bit có thể được mã hóa trong mỗi lần chuyển tiếp giữa các ký hiệu được truyền. PAM có thể được sử dụng để tăng số lượng mức điện áp hoặc dòng điện có thể được sử dụng để xác định các trạng thái báo hiệu cho liên kết 3 dây. Ba mức điện áp hoặc dòng điện được sử dụng để xác định các trạng thái báo hiệu của liên kết 3 dây được vận hành phù hợp với các giao thức C-PHY thông thường, mà sử dụng hiệu quả việc điều chế PAM-2. Các khía cạnh nhất định của sáng chế cung cấp các sơ đồ mã hóa mà xác định các ký hiệu biểu diễn hoặc xác định trạng thái báo hiệu của liên kết 3 dây trong khoảng thời gian truyền ký hiệu khi ít nhất 5 mức điện áp hoặc dòng điện có sẵn cho mỗi dây. Theo một ví dụ, điều chế PAM-3 cung cấp 5 mức điện áp hoặc dòng điện trên mỗi dây của liên kết 3 dây. Theo ví dụ khác, điều chế PAM-4 cung cấp 7 mức điện áp hoặc dòng điện trên mỗi dây của liên kết 3 dây. Theo ví dụ khác, điều chế PAM-8 cung cấp 15 mức điện áp hoặc dòng điện trên mỗi dây của liên kết 3 dây.

Trong ví dụ về các tín hiệu ba pha được mã hóa PAM-4, dữ liệu được mã hóa trong các lần chuyển tiếp giữa các ký hiệu được lựa chọn từ tập các ký hiệu mà biểu diễn và/hoặc xác định pha và biên độ điện áp, hoặc pha và luồng dòng điện trong khoảng thời gian truyền ký hiệu. Tín hiệu ba pha được điều chế PAM được truyền trong pha khác trên mỗi dây của liên kết 3 dây trong mỗi khoảng thời gian truyền ký hiệu. Trong ví dụ về điều chế PAM-4, 18 ký hiệu có thể được sử dụng để mã hóa dữ liệu. Trong một số trường hợp, các bit nhất định của đơn vị dữ liệu có thể mã hóa hiệu quả trong các lần chuyển tiếp giữa các ký hiệu, và/hoặc các



bit khác của đơn vị dữ liệu có thể được mã hóa trong các mức điện áp PAM-4. Trong một số trường hợp, đơn vị dữ liệu có thể được sử dụng để lựa chọn ký hiệu cần được truyền dựa trên ký hiệu ngay trước đó và đơn vị dữ liệu được mã hóa trong lần chuyển tiếp. Trong một số trường hợp, các đơn vị dữ liệu lớn hơn (ví dụ các byte hoặc các từ) có thể được sử dụng để lựa chọn chuỗi ký hiệu cần được truyền.

Bảng A dưới đây minh họa việc lấy mẫu của các ví dụ về sơ đồ mã hóa mà có thể được triển khai theo các khía cạnh nhất định được bộc lộ ở đây.

PAM	Các trạng thái được cung cấp	$\log_2(\text{States})$	$\log_2(\text{States}-1)$
PAM-2	$6 \times (2 - 1) = 6$	2,58	2,32
PAM-3	$6 \times (3 - 1) = 12$	3,58	3,46
PAM-4	$6 \times (4 - 1) = 18$	4,17	4,09
PAM-8	$6 \times (8 - 1) = 42$	5,39	5,36

Bảng A

Mỗi sơ đồ mã hóa thực hiện việc mã hóa 3 pha để thu tín hiệu đa pha, mà được điều chế nhờ sử dụng PAM. Sơ đồ mã hóa 3 pha được sử dụng trong các giao diện C-PHY có thể được xác định là sử dụng điều chế PAM-2. Khả năng mã hóa của sơ đồ mã hóa có thể được biểu diễn là các bit trên ký hiệu, được tính là logarit cơ số 2 của số lượng trạng thái có sẵn để mã hóa mỗi ký hiệu trên liên kết đa dây. Theo các khía cạnh nhất định được bộc lộ ở đây, số lượng các trạng thái có sẵn giảm đi 1 khi thông tin xung nhịp được nhúng trong các tín hiệu được truyền. Trong các phương án triển khai nhất định, các sơ đồ mã hóa có thể sử dụng các số lượng khác nhau của biên độ xung, gồm PAM-16, PAM-32, v.v..

Fig.11 thể hiện ví dụ về giao diện 1100 gồm bộ phát 1102 và bộ thu 1104 được ghép nối thông qua liên kết 3 dây 1106, trong đó giao diện 1100 được tạo cấu hình để hỗ trợ một hoặc nhiều sơ đồ mã hóa mà sử dụng sự kết hợp của mã hóa 3 pha và PAM theo các khía cạnh nhất định của sáng chế. Mỗi dây 1112, 1114, 1116 của liên kết 3 dây 1106 có thể được kết nối tại bộ thu bằng điện trở 1118, 1120, 1122 mà khớp với trở kháng đặc trưng của các dây 1112, 1114, 1116. Theo ví dụ được minh họa, trở kháng đặc trưng có thể tương ứng với điện trở  $50\Omega$ . Bộ phát 1102 có ba trình điều khiển đường truyền 1108, mỗi trình được tạo cấu hình

để điều khiển dây tương ứng 1112, 1114, 1116 phù hợp với sơ đồ mã hóa được lựa chọn hoặc được tạo cấu hình (xem Bảng A, ví dụ). Các trình điều khiển đường truyền 1108 có thể được triển khai dưới dạng các trình điều khiển dòng điện hoặc các trình điều khiển điện áp. Bộ thu 1104 có ba bộ thu vi sai 1110 mà tạo ra các tín hiệu vi sai đa trạng thái 1124, 1126, 1128. Các tín hiệu vi sai đa trạng thái 1124, 1126, 1128 được cung cấp cho bộ giải mã 1130 mà có thể được tạo cấu hình để phân biệt tất cả các trạng thái báo hiệu khả thi được tạo ra bởi sự kết hợp của việc mã hóa 3 pha và PAM. Bộ giải mã 1130 có thể được cấu hình để giải mã dữ liệu từ các tín hiệu được mã hóa nhờ sử dụng việc mã hóa 3 pha, trong đó các tín hiệu được mã hóa 3 pha có thể còn được điều chế nhờ sử dụng PAM. Bộ giải mã 1130 có thể được tạo cấu hình để hỗ trợ các sơ đồ mã hóa được cung cấp làm ví dụ trong sáng chế.

Các trạng thái báo hiệu của dây 1112, 1114, 1116 trong liên kết 3 dây 1106 có thể được xác định dựa trên cường độ và hướng của luồng dòng điện, hoặc dựa trên mức điện áp và chiều phân cực. Theo một ví dụ, các trạng thái báo hiệu có sẵn trên dây có thể được xác định liên quan tới luồng dòng điện đơn vị danh nghĩa (I) và các trạng thái gồm trạng thái luồng 0, N trạng thái báo hiệu luồng dương  $\{I, \dots, NI\}$  và N trạng thái báo hiệu luồng âm  $\{-I, \dots, -NI\}$  cho tổng  $2N+1$  trạng thái báo hiệu. 5 trạng thái có sẵn có thể cũng được biểu thị liên quan tới các điện áp đo được tại bộ thu. Ví dụ, điện áp ( $V_{\text{State}}$ ) cho mỗi trạng thái có thể được tính toán là  $V_{\text{State}} = I_{\text{State}} \times R_{\text{Term}}$ , trong đó  $I_{\text{State}}$  biểu diễn luồng dòng điện được liên kết với trạng thái báo hiệu đang được truyền, và  $R_{\text{Term}}$  tương ứng với điện trở hoặc trở kháng đặc trưng kết thúc của dây tương ứng 1112, 1114, 1116.

Theo một số phương án triển khai, các bộ thu vi sai 1110 cung cấp các tín hiệu vi sai 1124, 1126, 1128 ở dạng tín hiệu tương tự mà được cung cấp cho bộ giải mã gồm các mạch so sánh được tạo cấu hình để chuyển đổi các tín hiệu vi sai 1124, 1126, 1128 thành các giá trị kỹ thuật số biểu diễn các ký hiệu được truyền nhờ sử dụng sự kết hợp của việc mã hóa 3 pha và PAM. Theo một số phương án triển khai, các bộ thu vi sai 1110 có thể gồm các mạch so sánh được tạo cấu hình để cung cấp các tín hiệu vi sai 1124, 1126, 1128 dưới dạng các giá trị kỹ thuật số đa bit biểu diễn các ký hiệu được truyền nhờ sử dụng sự kết hợp của việc mã hóa 3 pha và PAM.

Theo một khía cạnh của sáng chế, dòng điện thuần bằng 0 chạy giữa bộ phát 1102 và

bộ thu 1104 trong khi truyền mỗi ký hiệu được xác định bởi các sơ đồ mã hóa được bộc lộ ở đây. Mỗi ký hiệu xác định trạng thái báo hiệu cho bộ ba các dây 1112, 1114, 1116 mà khiến cho dòng điện kết hợp chạy đến bộ phát 1102 bằng với dòng điện kết hợp chạy đến bộ thu 1104. Liên kết 3 dây 1106 có thể thể hiện khả năng loại bỏ nhiễu ở chế độ chung nâng cao khi tổng của các dòng điện chạy qua liên kết 3 dây 1106 là 0.

Fig.12 đến Fig.14 minh họa ví dụ thứ nhất của sơ đồ mã hóa trong đó việc mã hóa 3 pha được kết hợp với điều chế PAM-4 theo các khía cạnh nhất định của sáng chế. Giao diện 1100 trên Fig.11 có thể được làm thích ứng để hỗ trợ việc mã hóa 3 pha với sơ đồ điều chế PAM-4 được minh họa trên Fig.12 và Fig.13. Bảng 1200 trên Fig.12 minh họa 18 ký hiệu có sẵn mà được lựa chọn từ các ký hiệu được cung cấp bởi sự kết hợp của việc mã hóa 3 pha và điều chế PAM-4. Như được minh họa trong sơ đồ định thời 1220 trên Fig.12, điều chế PAM-4 của tín hiệu ba pha có thể cung cấp 4 trạng thái báo hiệu bổ sung trên 3 trạng thái báo hiệu được cung cấp trong tín hiệu ba pha C-PHY (xem sơ đồ định thời 800 trên Fig.8). Tập 7 trạng thái báo hiệu kết quả  $\{3I, 2I, I, 0, -I, -2I, -3I\}$  xác định các luồng dòng điện có thể có qua dây của bus 3 dây, ở đây được thể hiện là bội số của luồng dòng điện danh nghĩa ( $I$ ). 7 trạng thái báo hiệu có thể cũng được thể hiện liên quan tới các điện áp dò được tại bộ thu.

Trong khoảng thời gian chuyển tiếp 1236 giữa các ký hiệu, sáu lần chuyển tiếp khả thi được thể hiện từ mỗi trạng thái báo hiệu 1222, 1224, 1226, 1228, 1230, 1232, 1234. Trong sơ đồ mã hóa được minh họa, ít hơn sáu lần chuyển tiếp có thể có sẵn hoặc khả thi trên một hoặc nhiều dây trong ba dây khi các lần chuyển tiếp xảy ra trên hai dây khác được xem xét. Trong mỗi trong số 18 ký hiệu trong Bảng 1200, không có 2 dây 1112, 1114, 1116 nào trong liên kết 3 dây 1106 ở trong cùng trạng thái báo hiệu. Sơ đồ mã hóa được minh họa trên Fig.12 và Fig.13 quy định rằng hai dây 1112, 1114, 1116 không thể chuyển tiếp để có thể ở trong cùng trạng thái báo hiệu 1222, 1224, 1226, 1228, 1230, 1232 hoặc 1234. Theo một ví dụ, trong đó dây thứ nhất 1112, 1114 hoặc 1116 đang chuyển tiếp sang trạng thái 2I, không có dây nào trong các dây còn lại 1112, 1114 hoặc 1116 có thể chuyển tiếp sang trạng thái 2I. Việc thay đổi trạng thái báo hiệu xảy ra trên ít nhất một trong các dây 1112, 1114, 1116 trong khoảng thời gian chuyển tiếp 1236 giữa các ký hiệu liên tiếp. Thông tin xung nhịp có thể được lấy bởi bộ thu 1104 từ các lần chuyển tiếp xảy ra trong một hoặc nhiều dây giữa mỗi cặp ký hiệu được

truyền liên tiếp.

Sự kết hợp của việc mã hóa 3 pha và điều chế PAM-4 cho phép 4 bit dữ liệu được truyền trong mỗi khoảng thời gian truyền ký hiệu. Như được minh họa trong Bảng 1200, 18 ký hiệu biểu diễn các kết hợp có thể phân biệt với nhau của các trạng thái báo hiệu hoặc các pha có thể được xác định khi việc mã hóa 3 pha và điều chế PAM-4 được kết hợp. Sự sẵn có của 18 ký hiệu cho phép tối đa  $\log_2(18) \cong 4,17$  bit được truyền trong mỗi khoảng thời gian truyền ký hiệu. Thông tin xung nhịp có thể được nhúng trong các lần chuyển tiếp giữa các ký hiệu được truyền liên tiếp bằng cách cắm truyền cùng ký hiệu trong các khoảng thời gian truyền ký hiệu liên tiếp để đảm bảo việc thay đổi trạng thái báo hiệu trên ít nhất một dây 1112, 1114, 1116. Khi 17 trong số 18 ký hiệu có sẵn để truyền tại mỗi biên giữa các khoảng thời gian truyền ký hiệu, tốc độ mã hóa kết quả có thể được tính toán là  $\log_2(18 - 1) = \log_2(17) \cong 4,08$  bit trên mỗi khoảng thời gian truyền ký hiệu.

Fig. 13 gồm sơ đồ định thời 1300 minh họa các trạng thái báo hiệu của các tín hiệu vi sai 1124, 1126, 1128 được tạo ra bởi tập các bộ thu vi sai 1110 được minh họa trên Fig. 11 cho mỗi trong các ký hiệu được xác định trong Bảng 1200 trên Fig. 12. Mỗi trạng thái báo hiệu có thể xác định mức điện áp hoặc khoảng điện áp danh nghĩa quan sát được trong các tín hiệu vi sai 1124, 1126, 1128. Trong sơ đồ mã hóa được minh họa, 18 ký hiệu được xác định và 18 kết hợp tương ứng của các trạng thái báo hiệu của các tín hiệu vi sai 1124, 1126, 1128 có thể được phát hiện tại bộ thu 1104. Chênh lệch trong các mức điện áp được biểu diễn bởi mỗi tín hiệu vi sai 1124, 1126, 1128 có thể là bội số của đơn vị điện áp ( $V_{State}$ ), và chênh lệch này có thể nằm trong khoảng chênh lệch  $+6V_{State}$  1304 và chênh lệch  $-6V_{State}$  1306. Chênh lệch điện áp 0 1302, chênh lệch  $+2V_{State}$  1308 và chênh lệch  $-2V_{State}$  1310 không được mong đợi để được tạo ra ngoài khoảng thời gian chuyển tiếp 1312, không có lỗi trong việc báo hiệu hoặc sự trục trặc của bộ phát 1102 hoặc bộ thu 1104. Giá trị danh nghĩa của  $V_{State}$  có thể được xác định bởi các yêu cầu hoặc mục tiêu ứng dụng, và/hoặc các thông số kỹ thuật của thiết bị. Bảng 1320 minh họa trạng thái báo hiệu của các tín hiệu vi sai 1124, 1126, 1128 cho mỗi ký hiệu được xác định trong Bảng 1200 trên Fig. 12.

Fig. 14 gồm Bảng 1400 mà gồm các ký hiệu không có dây 1112, 1114, 1116 của liên kết 3 dây 1106 mà không được điều khiển hoặc được điều khiển sang trạng thái báo hiệu mức

giữa 1228 theo một khía cạnh của sáng chế. Bảng 1400 gồm hai nhóm ký hiệu 1402, 1404. Một dây 1112, 1114, 1116 của liên kết 3 dây 1106 không được điều khiển hoặc được điều khiển sang trạng thái báo hiệu mức giữa 1228 khi ký hiệu từ nhóm ký hiệu thứ nhất 1402 được truyền. Dây không được điều khiển 1112, 1114, 1116 có thể không mang luồng dòng điện và/hoặc giả định mức điện áp điểm giữa. Tổng của các dòng điện giữa bộ phát 1102 và bộ thu 1104 là 0 khi ký hiệu từ nhóm ký hiệu thứ nhất 1402 được truyền. Không có dây 1112, 1114, 1116 nào của liên kết 3 dây 1106 không được điều khiển hoặc được điều khiển sang trạng thái báo hiệu mức giữa 1228 khi ký hiệu từ nhóm ký hiệu thứ hai 1404 được truyền. Tổng của các dòng điện giữa bộ phát 1102 và bộ thu 1104 là 0 khi ký hiệu từ nhóm ký hiệu thứ hai 1404 được truyền. Sự sẵn có của các ký hiệu mà không yêu cầu ít nhất một dây 1112, 1114, 1116 của liên kết 3 dây 1106 không được điều khiển hoặc được điều khiển sang trạng thái báo hiệu mức giữa 1228 cung cấp tính linh hoạt bổ sung khi lựa chọn tập ký hiệu và có thể đơn giản hóa thiết kế của các trình điều khiển đường truyền 1108.

Fig.15 đến Fig.17 minh họa ví dụ thứ hai của sơ đồ mã hóa trong đó việc mã hóa 3 pha được kết hợp với điều chế PAM-3 theo các khía cạnh nhất định của sáng chế. Giao diện 1100 trên Fig.11 có thể được làm thích ứng để hỗ trợ việc mã hóa 3 pha với sơ đồ mã hóa điều chế PAM-3 được minh họa trên Fig.15 và Fig.16. Trong một số trường hợp, bộ mã hóa hoặc giải mã PAM-3 có thể được triển khai nhờ sử dụng bộ mã hóa hoặc giải mã PAM-4, trong đó hai mức PAM biên độ lớn nhất không được sử dụng trong quá trình mã hóa. Bảng 1500 trên Fig.15 gồm 12 ký hiệu được lựa chọn từ các ký hiệu được cung cấp thông qua sự kết hợp của việc mã hóa 3 pha và điều chế PAM-3. Như được minh họa trong sơ đồ định thời 1520 trên Fig.15, điều chế PAM-3 của tín hiệu ba pha có thể cung cấp 2 trạng thái báo hiệu bổ sung trên 3 trạng thái báo hiệu được cung cấp trong tín hiệu ba pha C-PHY (xem sơ đồ định thời 800 trên Fig.8). Tập 5 trạng thái báo hiệu kết quả  $\{2I, I, 0, -I, -2I\}$  xác định các luồng dòng điện có thể có qua dây của bus 3 dây, ở đây được thể hiện là bội số của luồng dòng điện danh nghĩa ( $I$ ). 5 trạng thái báo hiệu 1522, 1524, 1526, 1528, 1530 có thể cũng được thể hiện liên quan tới các điện áp dò được tại bộ thu 1104.

Trong khoảng thời gian chuyển tiếp 1532 giữa các ký hiệu, bốn lần chuyển tiếp khả thi được thể hiện từ mỗi trạng thái báo hiệu 1522, 1524, 1526, 1528, 1530. Theo sơ đồ mã hóa

được minh họa, ít hơn bốn lần chuyển tiếp có thể có sẵn hoặc khả thi trên mỗi trong số ba dây khi các lần chuyển tiếp xảy ra trên hai dây còn lại được xem xét. Theo một khía cạnh của sáng chế, hai dây 1112, 1114 hoặc 1116 ở trong cùng trạng thái báo hiệu cho nhóm 6 ký hiệu 1502. Việc thay đổi trạng thái báo hiệu xảy ra trên ít nhất một trong các dây trong khoảng thời gian chuyển tiếp 1532 giữa các ký hiệu liên tiếp. Thông tin xung nhịp có thể được lấy bởi bộ thu từ các lần chuyển tiếp xảy ra trong một hoặc nhiều dây giữa mỗi cặp ký hiệu được truyền liên tiếp.

Sự kết hợp của việc mã hóa 3 pha và điều chế PAM-3 cho phép 3,46 bit dữ liệu được truyền trong mỗi khoảng thời gian truyền ký hiệu. Như được minh họa trong Bảng 1500, 12 ký hiệu biểu diễn các kết hợp có thể phân biệt với nhau của các trạng thái báo hiệu hoặc các pha có thể được xác định khi việc mã hóa 3 pha và điều chế PAM-3 được kết hợp. 12 ký hiệu cho phép tối đa  $\log_2(12) \cong 3,58$  bit được truyền trong mỗi khoảng thời gian truyền ký hiệu. Thông tin xung nhịp có thể được nhúng trong các lần chuyển tiếp giữa các ký hiệu được truyền liên tiếp bằng cách cắm truyền cùng ký hiệu trong các khoảng thời gian truyền ký hiệu liên tiếp để đảm bảo việc thay đổi trạng thái báo hiệu trên ít nhất một dây 1112, 1114, 1116. Khi việc thay đổi trạng thái báo hiệu trên ít nhất một dây cần được đảm bảo, 11 trong số 12 ký hiệu có sẵn để truyền tại mỗi biên giữa các khoảng thời gian truyền ký hiệu, tạo ra tốc độ mã hóa là  $\log_2(12 - 1) = \log_2(11) \cong 3,46$  bit trên mỗi khoảng thời gian truyền ký hiệu.

Fig.16 gồm sơ đồ định thời 1600 minh họa các trạng thái báo hiệu của các tín hiệu vi sai 1124, 1126, 1128 được tạo ra bởi tập các bộ thu vi sai 1110 được minh họa trên Fig.11 cho mỗi ký hiệu được xác định trong Bảng 1500 trên Fig.15. Mỗi trạng thái báo hiệu có thể xác định mức điện áp hoặc khoảng điện áp danh nghĩa quan sát được trong các tín hiệu vi sai 1124, 1126, 1128. Trong sơ đồ mã hóa được minh họa, 12 ký hiệu được xác định và 12 kết hợp tương ứng của các trạng thái báo hiệu của các tín hiệu vi sai 1124, 1126, 1128 có thể được phát hiện tại bộ thu 1104. Chênh lệch trong các mức điện áp được biểu diễn bởi mỗi tín hiệu vi sai 1124, 1126, 1128 có thể là bội số của đơn vị điện áp ( $V_{State}$ ) của dây, và chênh lệch này có thể nằm trong khoảng chênh lệch  $+4V_{State}$  1604 và chênh lệch  $-4V_{State}$  1606. Chênh lệch  $V_{State}$  1608 và chênh lệch  $-V_{State}$  1610 không được mong đợi để được tạo ra ngoài khoảng thời gian chuyển tiếp 1612, không có lỗi trong việc báo hiệu hoặc sự trục trặc của bộ phát hoặc bộ

thu. Giá trị danh nghĩa của  $V_{\text{State}}$  có thể được xác định bởi các yêu cầu hoặc mục tiêu ứng dụng, và/hoặc các thông số kỹ thuật của thiết bị. Bảng 1620 minh họa trạng thái báo hiệu của các tín hiệu vi sai 1124, 1126, 1128 cho mỗi ký hiệu được xác định trong Bảng 1500 trên Fig.15.

Fig.17 minh họa tập ký hiệu 1700 được xác định theo các khía cạnh nhất định của sáng chế gồm một số ký hiệu mà không yêu cầu rằng một trong số các dây 1112, 1114, 1116 của liên kết 3 dây 1106 không được điều khiển hoặc được điều khiển sang trạng thái báo hiệu mức giữa 1526. Tập ký hiệu 1700 gồm hai nhóm ký hiệu 1702, 1704. Một dây 1112, 1114, 1116 của liên kết 3 dây 1106 không được điều khiển hoặc được điều khiển sang trạng thái báo hiệu mức giữa 1526 khi ký hiệu từ nhóm ký hiệu thứ nhất 1702 được truyền. Dây không được điều khiển có thể không mang luồng dòng điện và/hoặc giá định mức điện áp điểm giữa. Tổng của các dòng điện giữa bộ phát 1102 và bộ thu 1104 là 0 khi ký hiệu từ nhóm ký hiệu thứ nhất 1702 được truyền. Không có dây 1112, 1114, 1116 nào của liên kết 3 dây 1106 không được điều khiển hoặc được điều khiển sang trạng thái báo hiệu mức giữa 1526 khi ký hiệu từ nhóm ký hiệu thứ hai 1704 được truyền. Hơn nữa, mỗi ký hiệu trong nhóm ký hiệu thứ hai 1704 xác định cùng trạng thái báo hiệu cho hai trong số ba dây 1112, 1114, 1116. Theo ví dụ được minh họa, việc xác định hai dây 1112, 1114, 1116 tại cùng trạng thái báo hiệu cho phép các dòng điện giữa bộ phát 1102 và bộ thu 1104 có tổng là 0 khi ký hiệu từ nhóm ký hiệu thứ hai được truyền. Sự sẵn có của các ký hiệu mà không yêu cầu ít nhất một dây 1112, 1114, 1116 của liên kết 3 dây 1106 không được điều khiển hoặc được điều khiển sang trạng thái báo hiệu mức giữa 1526 cung cấp tính linh hoạt bổ sung khi lựa chọn tập ký hiệu và có thể đơn giản hóa thiết kế của các trình điều khiển đường truyền 1108.

Fig.18 và Fig.19 minh họa ví dụ thứ ba của sơ đồ mã hóa kết hợp việc mã hóa 3 pha với điều chế PAM-8 theo các khía cạnh nhất định của sáng chế. Giao diện 1100 trên Fig.11 có thể được làm thích ứng để hỗ trợ việc mã hóa 3 pha với sơ đồ mã hóa điều chế PAM-8 được minh họa trên Fig.18 và Fig.19. Bảng 1800 trên Fig.18 gồm 42 ký hiệu được lựa chọn từ các ký hiệu được cung cấp thông qua sự kết hợp của việc mã hóa 3 pha và điều chế PAM-8. Điều chế PAM-8 của tín hiệu ba pha có thể cung cấp 42 trạng thái báo hiệu bổ sung trên 3 trạng thái báo hiệu được cung cấp trong tín hiệu ba pha C-PHY. Tập 15 trạng thái báo hiệu kết quả

{7I, 6I, 5I, 4I, 3I, 2I, I, 0, -I, -2I, -3I, -4I, -5I, -6I, -7I} xác định các luồng dòng điện có thể có qua dây của bus 3 dây, ở đây được thể hiện là bội số của luồng dòng điện danh nghĩa (I). 15 trạng thái báo hiệu có thể cũng được thể hiện liên quan tới các điện áp dò được tại bộ thu.

Có thể có 14 lần chuyển tiếp khả thi từ mỗi trạng thái báo hiệu. Trong mỗi trong số 42 ký hiệu trong Bảng 1800, không có 2 dây 1112, 1114, 1116 nào ở trong cùng trạng thái báo hiệu. Việc thay đổi trạng thái báo hiệu xảy ra trên ít nhất một trong các dây 1112, 1114, 1116 trong khoảng thời gian chuyển tiếp giữa các ký hiệu được truyền liên tiếp. Thông tin xung nhịp có thể được lấy bởi bộ thu 1104 từ các lần chuyển tiếp xảy ra trong một hoặc nhiều dây 1112, 1114, 1116 giữa mỗi cặp ký hiệu được truyền liên tiếp. Sự kết hợp của việc mã hóa 3 pha và điều chế PAM-8 cho phép 5,36 bit dữ liệu được truyền trong mỗi khoảng thời gian truyền ký hiệu. Như được minh họa trong Bảng 1800, 42 ký hiệu được biểu diễn bởi các kết hợp có thể phân biệt với nhau của các trạng thái báo hiệu hoặc các pha có thể được xác định khi việc mã hóa 3 pha và điều chế PAM-8 được kết hợp. 42 trạng thái báo hiệu cho phép tối đa  $\log_2(42) \cong 5,39$  bit được truyền trong mỗi khoảng thời gian truyền ký hiệu. Thông tin xung nhịp có thể được nhúng trong các lần chuyển tiếp giữa các ký hiệu được truyền liên tiếp bằng cách cắm truyền cùng ký hiệu trong các khoảng thời gian truyền ký hiệu liên tiếp. Khi việc thay đổi trạng thái báo hiệu trên ít nhất một dây cần được đảm bảo, 41 trong số 42 ký hiệu có sẵn để truyền tại mỗi biên giữa các khoảng thời gian truyền ký hiệu, tạo ra tốc độ mã hóa  $\log_2(42 - 1) = \log_2(41) \cong 5,36$  bit trên mỗi khoảng thời gian truyền ký hiệu.

Theo một khía cạnh của sáng chế, tập ký hiệu có thể được xác định là gồm một số ký hiệu mà không yêu cầu rằng một trong số các dây 1112, 1114, 1116 của liên kết 3 dây 1106 không được điều khiển hoặc được điều khiển sang trạng thái báo hiệu mức giữa. Bảng 1800 minh họa hai nhóm ký hiệu 1802, 1804. Một dây 1112, 1114, 1116 của liên kết 3 dây 1106 không được điều khiển hoặc được điều khiển sang trạng thái báo hiệu mức giữa khi ký hiệu từ nhóm ký hiệu thứ nhất 1802 được truyền. Dây không được điều khiển 1112, 1114, 1116 có thể không mang luồng dòng điện và/hoặc giả định mức điện áp điểm giữa. Tổng của các dòng điện giữa bộ phát 1102 và bộ thu 1104 là 0 khi ký hiệu từ nhóm ký hiệu thứ nhất 1802 được truyền. Không có dây 1112, 1114, 1116 nào của liên kết 3 dây 1106 không được điều khiển



hoặc được điều khiển sang trạng thái báo hiệu mức giữa khi ký hiệu từ nhóm ký hiệu thứ hai 1804 được truyền. Tổng của các dòng điện giữa bộ phát 1102 và bộ thu 1104 là 0 khi ký hiệu từ nhóm ký hiệu thứ hai 1804 được truyền. Sự sẵn có của các ký hiệu mà không yêu cầu ít nhất một dây 1112, 1114, 1116 của liên kết 3 dây 1106 không được điều khiển hoặc được điều khiển sang trạng thái báo hiệu mức giữa cung cấp tính linh hoạt bổ sung khi lựa chọn tập ký hiệu và có thể đơn giản hóa thiết kế của các trình điều khiển đường truyền 1108.

Fig.19 gồm bảng 1900 minh họa các trạng thái báo hiệu của các tín hiệu vi sai 1124, 1126, 1128 được tạo ra bởi tập các bộ thu vi sai 1110 được minh họa trên Fig.11 cho mỗi ký hiệu được xác định trong Bảng 1800 trên Fig.18. Mỗi trạng thái báo hiệu có thể xác định mức điện áp hoặc khoảng điện áp danh nghĩa quan sát được trong các tín hiệu vi sai 1124, 1126, 1128. Trong sơ đồ mã hóa được minh họa, 42 ký hiệu được xác định và 42 kết hợp tương ứng của các trạng thái báo hiệu của các tín hiệu vi sai 1124, 1126, 1128 có thể được phát hiện tại bộ thu 1104. Chênh lệch trong các mức điện áp được biểu diễn bởi mỗi tín hiệu vi sai 1124, 1126, 1128 có thể là bội số của đơn vị điện áp ( $V_{State}$ ), và chênh lệch này có thể nằm trong khoảng chênh lệch  $+14V_{State}$  và chênh lệch  $-14V_{State}$ . Chênh lệch điện áp 0 và các chênh lệch  $\pm 2V_{State}$ ,  $\pm 4V_{State}$ , và  $\pm 6V_{State}$  không được mong đợi để được tạo ra ngoài khoảng thời gian chuyển tiếp, không có lỗi trong việc báo hiệu hoặc sự trục trặc của bộ phát 1102 hoặc bộ thu 1104. Giá trị danh nghĩa của  $V_{State}$  có thể được xác định bởi các yêu cầu hoặc mục tiêu ứng dụng, và/hoặc các thông số kỹ thuật của thiết bị.

Fig.20 minh họa kiến trúc bộ giải mã 2000 được cung cấp trong bộ thu được tạo cấu hình để hỗ trợ một hoặc nhiều sơ đồ mã hóa 3 pha và PAM kết hợp được đề xuất theo các khía cạnh nhất định của sáng chế. Kiến trúc bộ giải mã được minh họa 2000 cung cấp ba bộ thu vi sai PAM 2002, 2004, 2006. Các bộ thu vi sai PAM 2002, 2004, 2006 được tạo cấu hình để cung cấp các giá trị chênh lệch đa bit trong các tín hiệu đầu ra tương ứng của chúng 2010, 2012, 2014 mà biểu diễn các chênh lệch về điện áp giữa các cặp khác nhau của ba dây 1112, 1114, 1116 trong liên kết 3 dây 1106. Theo một số phương án triển khai được đề xuất theo các khía cạnh nhất định của sáng chế, mỗi bộ thu vi sai PAM 2002, 2004, 2006 cung cấp giá trị chênh lệch chỉ báo băng tần có các giá trị chênh lệch gồm chênh lệch giữa các trạng thái báo hiệu của hai trong số các dây 1112, 1114, 1116.

Trong ví dụ của sơ đồ mã hóa được minh họa trên Fig.12 đến Fig.14, các bộ thu vi sai PAM 2002, 2004, 2006 được tạo cấu hình để giải mã các ký hiệu được tạo nhờ sự kết hợp của mã hóa 3 pha và PAM-4. Các bộ thu vi sai PAM 2002, 2004, 2006 có thể được làm thích ứng hoặc được tạo cấu hình để hỗ trợ các sơ đồ mã hóa sử dụng các mức độ khác của PAM, gồm PAM-3 và PAM-8. Bộ thu vi sai PAM thứ nhất 2002 so sánh các trạng thái báo hiệu của dây A 1112 và dây B 1114 trong liên kết 3 dây 1106, bộ thu vi sai PAM thứ hai 2004 so sánh các trạng thái báo hiệu của dây B 1114 và dây C 1116 trong liên kết 3 dây 1106, và bộ thu vi sai PAM thứ ba 2006 so sánh các trạng thái báo hiệu của dây C 1116 và dây A 1112 trong liên kết 3 dây 1106. Mỗi bộ thu vi sai PAM 2002, 2004, 2006 tạo ra đầu ra dựa trên sự so sánh của điện áp chênh lệch có tại các đầu vào của nó. Bộ thu vi sai PAM 2002, 2004, 2006 tạo các tín hiệu đầu ra kỹ thuật số đa bit 2010, 2012, 2014 biểu diễn bằng tần trong đó tồn tại điện áp chênh lệch, dựa trên các giá trị ngưỡng mà xác định các băng tần. Theo một ví dụ, các giá trị ngưỡng có thể được thiết lập tại  $-2,0V_{State}$ ,  $0,0V$  và  $+2,0V_{State}$ , trong đó  $V_{State}$  tương ứng với đơn vị điện áp biểu diễn khoảng cách tối thiểu giữa các mức điện áp khả thi. Các tín hiệu đầu ra 2010, 2012, 2014 được cung cấp cho bộ giải mã 2008 sử dụng các tín hiệu đầu ra kỹ thuật số đa bit 2010, 2012, 2014 nhận được trong mỗi khoảng ký hiệu để ghép chuỗi các trạng thái dây mà có thể được giải mã để trích xuất dữ liệu ký hiệu được mã hóa làm đầu ra 2016 của bộ giải mã 2008.

Fig.21 minh họa ví dụ về giao diện 2100 sử dụng bộ thu 2120 được tạo cấu hình để phân biệt giữa các ký hiệu được truyền nhờ sự kết hợp của việc mã hóa 3 pha và điều chế PAM-4 theo các khía cạnh nhất định của sáng chế. Bộ thu 2120 có thể được làm thích ứng hoặc được tạo cấu hình để hỗ trợ các sơ đồ mã hóa sử dụng các mức độ khác của PAM, gồm PAM-3 và PAM-8. Theo một ví dụ, các mạch bộ thu có thể tương ứng với bộ thu 1104 được minh họa trên Fig.11, và/hoặc có thể sử dụng kiến trúc bộ giải mã 2000 được minh họa trên Fig.20. Giao diện 2100 gồm bộ phát 2102 được nối với liên kết 3 dây 2104. Mỗi dây 2108, 2110, 2112 của liên kết 3 dây 2104 có thể được kết cuối tại bộ thu bằng điện trở 2114, 2116, 2118 mà khớp với trở kháng đặc trưng của các dây 2108, 2110, 2112. Theo ví dụ được minh họa, trở kháng đặc trưng có thể tương ứng với điện trở  $50\Omega$ . Bộ phát 2102 có ba trình điều khiển đường truyền 2106 được tạo cấu hình để điều khiển dây tương ứng 2108, 2110, 2112 sử dụng sự kết hợp của việc mã hóa 3 pha và điều chế PAM-4 theo các khía cạnh nhất

định của sáng chế. Các trình điều khiển đường truyền 2106 có thể được triển khai dưới dạng các trình điều khiển dòng điện hoặc các trình điều khiển điện áp.

Theo ví dụ được minh họa, bộ thu 2120 gồm mạch bộ đệm 2122 và mạch bộ so sánh 2132. Mạch bộ đệm 2122 có thể gồm các bộ thu vi sai 2124 được nối với liên kết 3 dây 2104 và mạch bộ đệm 2122 có thể cung cấp các tín hiệu vi sai trong tự 2126, 2128, 2130 tới mạch bộ so sánh 2132. Mạch bộ so sánh 2132 có thể gồm các mạch bộ biến đổi tương tự-kỹ thuật số (ADC, analog-to-digital converter) 2134, 2136, 2138 tạo ra các giá trị kỹ thuật số đa bit 2142, 2144, 2146 biểu diễn các mức điện áp của các tín hiệu vi sai trong tự 2126, 2128, 2130. Theo ví dụ được minh họa, các mạch ADC 2134, 2136, 2138 được triển khai nhờ sử dụng tập các bộ so sánh cho mỗi tín hiệu vi sai 2126, 2128, 2130 trong đó các bộ so sánh trong mỗi tập so sánh tín hiệu vi sai 2126, 2128, 2130 với nhiều mức điện áp ngưỡng 2140. Theo một ví dụ, các điện áp ngưỡng có thể gồm mức điện áp 0 1602, chênh lệch  $+2V_{State}$  1608 và chênh lệch  $-2V_{State}$  1610 được minh họa trên Fig.16.

Theo một số phương án triển khai, các chức năng được thực hiện bởi mạch bộ đệm 2122 và mạch bộ so sánh 2132 có thể được kết hợp. Các mạch ADC 2134, 2136, 2138 có thể được triển khai nhờ sử dụng các loại khác nhau của các mạch tương tự và kỹ thuật số.

Fig.22 minh họa trình điều khiển chế độ điện áp 2200 được tạo cấu hình hoặc được làm thích ứng theo các khía cạnh nhất định của sáng chế. Bộ phát có thể gồm một trường hợp của trình điều khiển chế độ điện áp 2200 cho mỗi dây của liên kết 3 dây. Trình điều khiển chế độ điện áp 2200 sử dụng các công tắc 2212, 2214, 2216, 2232, 2234, 2236 để lựa chọn trạng thái điện áp cho một dây 2210 của liên kết 3 dây. Theo một ví dụ, các công tắc 2212, 2214, 2216, 2232, 2234, 2236 có thể được điều khiển bởi bộ mã hóa được làm thích ứng hoặc được tạo cấu hình để lựa chọn các ký hiệu như được xác định trong Bảng 1400 trên Fig.14 và do đó có thể mã hóa dữ liệu trong các lần chuyển tiếp giữa các ký hiệu được truyền. Bảng thứ nhất 2240 trên Fig.22 minh họa các kết hợp của các trạng thái công tắc mà cung cấp bày trạng thái báo hiệu 2242 được xác định cho dây 2210 theo các khía cạnh nhất định của sáng chế. Công tắc 2212, 2214, 2216, 2232, 2234, 2236 được đóng hoặc được kích hoạt khi số nhị phân-1 được chỉ báo trong bảng thứ nhất 2240 trên Fig.22, và công tắc 2212, 2214, 2216, 2232, 2234, 2236 mở hoặc được bủy kích hoạt khi số nhị phân-0 được chỉ báo trong bảng thứ nhất

2240 trên Fig.22.

Các công tắc 2212, 2214, 2216, 2232, 2234, 2236 có thể được sử dụng để tạo cấu hình mạng của các điện trở trong trình điều khiển chế độ điện áp 2200. Mỗi trong số các công tắc 2212, 2214, 2216, 2232, 2234, 2236 được nối với điện trở tương ứng 2202, 2204, 2206, 2222, 2224, 2226. Các giá trị của các điện trở 2202, 2204, 2206, 2222, 2224, 2226 được lựa chọn sao cho mỗi sự kết hợp của các điện trở 2250 có thể được tạo ra bằng cách ghép nối hai hoặc nhiều hơn hai điện trở 2202, 2204, 2206, 2222, 2224, 2226 với dây 2210 biểu diễn điện trở kết hợp mà khớp với trở kháng đặc trưng được liên kết với dây 2210. Theo ví dụ được minh họa, ba điện trở 2202, 2204, 2206 được nối với điện áp dương 2208 và ba điện trở 2222, 2224, 2226 được nối đất hoặc với điện áp khác thấp hơn điện áp dương 2208 có thể được kết hợp để cung cấp mỗi trong số các trạng thái được xác định bởi các ký hiệu được xác định trong Bảng 1400 trên Fig.14. Ba giá trị điện trở được xác định cho ví dụ được minh họa: các điện trở 2202, 2222 có giá trị điện trở 6R, các điện trở 2204, 2224 có giá trị điện trở 3R và các điện trở 2206, 2226 có giá trị điện trở 1,5R, trong đó R là giá trị điện trở khớp với trở kháng đặc trưng được liên kết với dây 2210. Hai hoặc nhiều hơn hai điện trở 2202, 2204, 2206, 2222, 2224, 2226 được nối với dây 2210 xuất hiện dưới dạng điện trở song song đối với trở kháng đặc trưng. Bảng thứ hai 2260 trên Fig.22 xác định các kết hợp của các điện trở song song tạo ra trở kháng khớp với các giá trị điện trở 2262 hoặc các giá trị điện trở trung gian 2264 là một phần của sự kết hợp song song lớn hơn mà tạo ra một trong các giá trị điện trở khớp trở kháng 2262. Bảng thứ hai 2260 trên Fig.22 được sử dụng với trình điều khiển chế độ điện áp 2200. Điện trở song song của cặp điện trở (R1 và R2) có thể được tính toán là:

$$\frac{R1 \times R2}{R1 + R2}$$

Bảy trạng thái báo hiệu 2242 thu được nhờ sử dụng sự kết hợp tương ứng của các trạng thái công tắc được nhận dạng trong bảng thứ nhất 2240 trên Fig.22.

Fig.23 minh họa các ví dụ của các trình điều khiển chế độ dòng điện 2300, 2350 mà có thể được tạo cấu hình hoặc được làm thích ứng theo các khía cạnh nhất định của sáng chế. Bộ phát có thể gồm một trường hợp của trình điều khiển chế độ dòng điện 2300 hoặc 2350 cho mỗi dây của liên kết 3 dây. Trình điều khiển chế độ dòng điện thứ nhất 2300 sử dụng các

công tắc 2312, 2314, 2316, 2332, 2334, 2336 để lựa chọn trạng thái báo hiệu cho một dây 2310 của liên kết 3 dây. Theo một ví dụ, các công tắc 2312, 2314, 2316, 2332, 2334, 2336 có thể được điều khiển bởi bộ mã hóa được làm thích ứng hoặc được tạo cấu hình để mã hóa dữ liệu trong các ký hiệu được xác định trong Bảng 1400 trên Fig.14. Bảng thứ nhất 2340 trên Fig.23 minh họa các kết hợp của các trạng thái công tắc mà cung cấp bảy trạng thái báo hiệu 2342 được xác định cho dây 2310 theo các khía cạnh nhất định của sáng chế. Công tắc 2312, 2314, 2316, 2332, 2334, 2336 được đóng hoặc được kích hoạt khi số nhị phân-1 được chỉ báo trong bảng thứ nhất 2340 trên Fig.23, và công tắc 2312, 2314, 2316, 2332, 2334, 2336 được mở hoặc được hủy kích hoạt khi số nhị phân-0 được chỉ báo trong bảng thứ nhất 2340 trên Fig.23.

Mỗi trong các công tắc 2312, 2314, 2316, 2332, 2334, 2336 được nối với nguồn điện tương ứng 2302, 2304, 2306, 2322, 2324, 2326. Theo ví dụ được minh họa, mỗi trong các nguồn điện 2302, 2304, 2306, 2322, 2324, 2326 cấp nguồn hoặc gom một đơn vị dòng điện (I) khi được nối với dây 2310 bởi công tắc tương ứng 2312, 2314, 2316, 2332, 2334, 2336. Các đơn vị dòng điện được cấp nguồn hoặc gom khi hai hoặc nhiều hơn hai nguồn điện 2302, 2304, 2306, 2322, 2324, 2326 được ghép nối đồng thời với dây 2310. dây 2310 có thể được kết cuối nhờ sử dụng điện trở khớp trở kháng 2338.

Trình điều khiển chế độ dòng điện thứ hai 2350 có thể hoạt động với ít nguồn điện 2352, 2354, 2362, 2364 hơn trình điều khiển chế độ dòng điện thứ nhất 2300. Các nguồn điện 2302, 2304, 2306, 2322, 2324, 2326 trong trình điều khiển chế độ dòng điện thứ nhất 2300 được đánh giá là cấp nguồn hoặc gom cùng giá trị dòng điện đơn vị danh nghĩa. Trình điều khiển chế độ dòng điện thứ hai 2350 gồm các nguồn điện thứ nhất 2352, 2362 mà cấp nguồn hoặc gom giá trị dòng điện đơn vị và các nguồn điện thứ hai 2354, 2364 mà cấp nguồn hoặc gom gấp đôi giá trị dòng điện đơn vị. Trình điều khiển chế độ dòng điện thứ hai 2350 vận hành các công tắc 2356, 2358, 2366, 2368 để lựa chọn dòng điện tổng tạo ra trạng thái báo hiệu mong muốn cho một dây 2360 của liên kết 3 dây.

Bảng thứ hai 2380 trên Fig.23 minh họa các kết hợp của các trạng thái công tắc mà cung cấp bảy trạng thái báo hiệu 2382 được xác định cho dây 2360 theo các khía cạnh nhất định của sáng chế. Công tắc 2356, 2358, 2366, 2368 được đóng hoặc được kích hoạt khi số

nhị phân-1 được chỉ báo trong bảng thứ hai 2380 trên Fig.23, và công tắc 2356, 2358, 2366, 2368 được mở hoặc được hủy kích hoạt khi số nhị phân-0 được chỉ báo trong bảng thứ hai 2380 trên Fig.23. Dây 2360 có thể được kết cuối nhờ sử dụng điện trở khớp trở kháng 2372.

Fig.24 minh họa ví dụ về hệ thống 2400 được làm thích ứng để hỗ trợ sơ đồ mã hóa mà sử dụng sự kết hợp của việc mã hóa 3 pha và PAM theo các khía cạnh nhất định được bộc lộ ở đây. Bộ phát 2402 được nối với bộ thu 2422 bởi liên kết 3 dây 2420.

Bộ phát 2402 gồm bộ đệm dữ liệu 2404 nhận và giữ dữ liệu cần được truyền thông tới bộ thu 2422. Dữ liệu có thể được nhận bởi bộ đệm dữ liệu 2404 từ bộ xử lý ứng dụng, thiết bị ngoại vi, cảm biến, thiết bị lưu trữ, thiết bị chụp ảnh, màn hình, hoặc nguồn dữ liệu khác. Trong một số ví dụ, dữ liệu được lưu trữ dưới dạng các byte 8 bit, các từ 16-bit, 32-bit hoặc 64-bit, hoặc các từ có kích thước khác. Trong một số ví dụ, mỗi đơn vị dữ liệu được lưu trữ với các bit chẵn lẻ, và/hoặc các bit kiểm tra lỗi; ví dụ, bit chẵn lẻ có thể được cung cấp cho mỗi byte, và/hoặc các bit chẵn lẻ hoặc các bit dự phòng theo chu kỳ có thể được tính toán cho khối gồm các byte dữ liệu hoặc các từ và được truyền dưới dạng byte hoặc từ bổ sung. Trong một số trường hợp, dữ liệu có thể được gói gọn với thông tin điều khiển trong các gói hoặc các cấu trúc dữ liệu khác được tạo phù hợp với một hoặc nhiều lớp giao thức truyền thông. Bộ đệm dữ liệu 2404 có thể được cung cấp cho bộ mã hóa dữ liệu 2406 theo kích thước được xác định bởi ứng dụng. Bộ mã hóa dữ liệu 2406 có thể gồm các thành phần được tạo cấu hình để định dạng lại dữ liệu nhận được từ bộ đệm dữ liệu 2404, ánh xạ dữ liệu được định dạng lại thành một hoặc nhiều ký hiệu, và xếp tuần tự hoặc xếp theo chuỗi các ký hiệu để truyền phù hợp với xung nhịp truyền.

Trong các phương án triển khai nhất định, bộ mã hóa dữ liệu 2406 nhận dữ liệu từ bộ đệm dữ liệu 2404 trong các kích thước đơn vị được định cỡ theo tốc độ mã hóa được liên kết với sơ đồ mã hóa. Trong một số ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu 2406 được tạo cấu hình để xử lý dữ liệu trong byte 8-bit, từ 16-bit hoặc từ 32-bit. Trong một số ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu 2406 có thể gồm các mạch sắp xếp lại dữ liệu được cung cấp bởi bộ đệm dữ liệu 2404 tới tập gồm các byte 8-bit hoặc từ 16-bit sao cho kích thước dữ liệu đơn vị không đổi bất kể sơ đồ mã hóa được tạo cấu hình cho bộ mã hóa dữ liệu 2406. Theo một ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu 2406 tạo ba mã đa bit 2416 biểu diễn trạng thái báo hiệu của mỗi dây của liên kết 3 dây 2420 trong mỗi

khoảng thời gian truyền ký hiệu. Bộ mã hóa dữ liệu 2406 cung cấp ba mã đa bit 2416 tới bộ mã hóa trạng thái dây 2410. Bộ mã hóa trạng thái dây 2410 tạo các tín hiệu điều khiển 2418 mà được cung cấp cho các trình điều khiển đường truyền 2414. Mỗi trong các trình điều khiển đường truyền 2414 nhận một hoặc nhiều tín hiệu điều khiển 2418, mà trình điều khiển sử dụng để xác định trạng thái báo hiệu của dây tương ứng của liên kết 3 dây 2420.

Trong các phương án triển khai nhất định, mỗi trong số ba mã đa bit 2416 có thể khiến cho bộ mã hóa trạng thái dây 2410 tạo tập các tín hiệu điều khiển 2418 mà tạo cấu hình các công tắc trong các trình điều khiển đường truyền 2414, trong đó trạng thái của các công tắc (ví dụ, đóng hoặc mở) có thể lựa chọn các mức dòng điện hoặc điện áp được cấp cho các dây của liên kết 3 dây 2420. Trạng thái của các tín hiệu điều khiển 2418 được tạo bởi bộ mã hóa trạng thái dây 2410 tương ứng ba mã đa bit 2416 có thể được tạo cấu hình dựa trên sơ đồ mã hóa hoạt động hoặc trên loại mạch điều khiển đường truyền được sử dụng để triển khai các trình điều khiển đường truyền 2414. Các loại mạch điều khiển đường truyền khác nhau có thể có số lượng công tắc khác nhau được điều khiển để lựa chọn trạng thái báo hiệu mong muốn. Ví dụ, số lượng tín hiệu cần để điều khiển các công tắc của trình điều khiển chế độ điện áp 2200 trên Fig.22 có thể lớn hơn số lượng tín hiệu cần để điều khiển các công tắc của trình điều khiển chế độ dòng điện 2300 trên Fig.23. Các hoạt động của bộ mã hóa dữ liệu 2406 và bộ mã hóa trạng thái dây 2410 có thể được thực hiện phù hợp với thông tin định thời được chỉ báo trong tín hiệu xung nhịp được cấp bởi bộ tạo xung nhịp.

Bộ mã hóa dữ liệu 2406 hoạt động để khiến cho luồng ký hiệu được truyền trên liên kết 3 dây 2420, trong đó mỗi ký hiệu được truyền dưới dạng sự kết hợp của các trạng thái báo hiệu của 3 dây của liên kết 3 dây 2420. Các bảng 1200, 1500 và 1800 trên Fig.12, Fig.15 và Fig.18, minh họa các ví dụ về các ký hiệu được tạo cho các sơ đồ mã hóa nhất định và các trạng thái báo hiệu tương ứng được xác định cho mỗi ký hiệu. Bộ mã hóa dữ liệu 2406 có thể được tạo cấu hình cho một hoặc nhiều chế độ hoạt động và cho một hoặc nhiều sơ đồ mã hóa.

Trong ví dụ thứ nhất, bộ phát 2402 có thể đang chủ động truyền luồng ký hiệu qua liên kết 3 dây 2420, trong đó bộ mã hóa dữ liệu 2406 đã tạo ký hiệu thứ N ( $S_N$ ) và đã bổ sung  $S_N$  vào luồng ký hiệu. Bộ mã hóa dữ liệu 2406 có thể được tạo cấu hình cho chế độ hoạt động thứ nhất trong đó mỗi đơn vị dữ liệu được mã hóa độc lập. Trong chế độ thứ nhất này, bộ mã

hóa dữ liệu 2406 sử dụng đơn vị dữ liệu tiếp theo được mã hóa để lựa chọn ký hiệu tiếp theo cho việc truyền. Theo một ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu 2406 có thể tạo chỉ số được sử dụng để lựa chọn ký hiệu tiếp theo ( $S_{N+1}$ ), trong đó chỉ số cho  $S_{N+1}$  được tạo nhờ sử dụng bốn bit tiếp theo làm phân bù từ chỉ số cho  $S_N$ . Chỉ số được tạo theo cách ngăn việc chọn ký hiệu giống như  $S_N$  và  $S_{N+1}$ . Theo một ví dụ, chỉ số cho  $S_{N+1}$  có thể được tính toán bằng cách cộng hoặc trừ bốn bit tiếp theo vào chỉ số cho  $S_N$ . Theo ví dụ khác, chỉ số cho  $S_{N+1}$  có thể được tính toán nhờ sử dụng thuật toán nhân bốn bit tiếp theo và chỉ số cho  $S_N$  là có sẵn.

Trong ví dụ thứ hai, bộ phát 2402 có thể đang chủ động truyền luồng ký hiệu qua liên kết 3 dây 2420, trong đó bộ mã hóa dữ liệu 2406 đã tạo ký hiệu thứ  $N$  ( $S_N$ ) và cộng  $S_N$  vào luồng ký hiệu. Bộ mã hóa dữ liệu 2406 có thể được tạo cấu hình cho chế độ hoạt động thứ hai trong đó một hoặc nhiều byte dữ liệu được mã hóa trong chuỗi ký hiệu  $\{S_{N+1}, S_{N+2}, \dots\}$ . Theo một ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu 2406 sử dụng giá trị của  $S_N$  và một hoặc nhiều byte dữ liệu để lập chỉ số cho Bảng duy trì các chuỗi ký hiệu. Theo ví dụ khác, bộ mã hóa dữ liệu 2406 sử dụng một hoặc nhiều byte dữ liệu để lập chỉ số cho bảng duy trì các tập phân bù được sử dụng để chọn chuỗi ký hiệu dựa trên giá trị của  $S_N$ . Bộ mã hóa dữ liệu 2406 tạo ra chuỗi ký hiệu bằng cách sử dụng các phân bù được kết hợp để tạo chỉ số cho ký hiệu tiếp theo từ chỉ số được sử dụng để tạo ký hiệu được tạo trước đó. Ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu 2406 có thể tạo chỉ số cho ký hiệu Bảng 2408 để lựa chọn  $S_{N+1}$  dựa trên giá trị của phân bù thứ nhất trong tập các phân bù và chỉ số được sử dụng để lựa chọn  $S_N$ . Trong một số trường hợp, tập các phân bù có thể được thu bằng cách lập chỉ số cho Bảng nhờ sử dụng nội dung của một hoặc nhiều byte làm chỉ số. Trong một số trường hợp, tập các phân bù có thể được tạo bằng cách chia nhỏ các đơn vị dữ liệu thành một hoặc nhiều byte hoặc từ.

Theo một số phương án triển khai, bộ mã hóa dữ liệu 2406 có thể gồm hoặc được nối với bộ chuyển đổi song song nối tiếp mà chuyển đổi các ký hiệu được thể hiện dưới dạng khối mã đa bit biểu diễn các trạng thái báo hiệu của liên kết 3 dây 2420 thành chuỗi ký hiệu theo thứ tự thời gian. Chuỗi ký hiệu  $\{S_1, S_2, \dots, S_N, S_{N+1}, \dots\}$  có thể được truyền trong các khoảng thời gian truyền ký hiệu tương ứng  $\{t_1, t_2, \dots, t_N, t_{N+1}, \dots\}$ , trong đó khoảng thời gian truyền ký hiệu được xác định dựa trên tín hiệu xung nhịp được cấp bởi bộ tạo xung nhịp 2412. Chuỗi các mã đa bit 2416 được cung cấp cho bộ mã hóa trạng thái dây 2410 gồm ký hiệu thứ



$N$  ( $S_N$ ) được sử dụng để tạo trạng thái báo hiệu của liên kết 3 dây 2420 trong khoảng thời gian truyền ký hiệu thứ  $N$  tương ứng ( $t_N$ ), theo sau là ký hiệu thứ  $(N+1)$  ( $S_{N+1}$ ) mà được sử dụng để tạo trạng thái báo hiệu của liên kết 3 dây 2420 trong khoảng thời gian truyền ký hiệu thứ  $(N+1)$  tương ứng ( $t_{N+1}$ ).

Bộ thu 2422 gồm các bộ thu vi sai 2434 nhận các tín hiệu từ liên kết 3 dây 2420. Các bộ thu vi sai 2434 có thể hoạt động để phân biệt giữa  $N$  trạng thái báo hiệu được xác định trong sơ đồ mã hóa mà điều chế tín hiệu đa pha nhờ sử dụng PAM theo các khía cạnh nhất định được bộc lộ ở đây. Các bộ thu vi sai 2434 cung cấp tín hiệu đầu ra vi sai cho bộ giải mã trạng thái dây 2430 mà được tạo cấu hình để trích xuất ký hiệu từ các tín hiệu đầu ra vi sai. Ký hiệu sau đó được cung cấp cho bộ giải mã dữ liệu 2426 mà có thể được tạo cấu hình để hoạt động trên các ký hiệu riêng lẻ hoặc trên các nhóm ký hiệu. Bộ giải mã dữ liệu 2426 có thể gồm các thành phần được tạo cấu hình để giải tuần tự các ký hiệu nhận được và giải ánh xạ một hoặc nhiều ký hiệu để thu dữ liệu được giải mã. Bộ giải mã dữ liệu 2426 có thể gồm các thành phần được tạo cấu hình để ghép lại và định dạng lại dữ liệu được giải mã.

Trong một chế độ vận hành, bộ giải mã dữ liệu 2426 có thể sử dụng chênh lệch giữa ký hiệu nhận được ( $S_{N+1}$ ) và ký hiệu trước đó ( $S_N$ ) để lập chỉ số cho bảng ký hiệu 2428 để thu 4 bit dữ liệu được giải mã. Trong chế độ vận hành khác, bộ giải mã dữ liệu 2426 có thể sử dụng chuỗi ký hiệu nhận được và ký hiệu trước đó ( $S_N$ ) để lập chỉ số cho bảng ký hiệu 2428 để thu 8, 16, 32 hoặc nhiều bit dữ liệu được giải mã hơn. Dữ liệu được giải mã có thể được cung cấp cho thanh ghi vào trước-ra trước (FIFO 2424) hoặc bộ đệm khác.

Bộ giải mã trạng thái dây 2430 có thể gồm mạch khôi phục xung nhịp và dữ liệu (CDR 2432) dò các lần chuyển tiếp trong trạng thái báo hiệu trên một hoặc nhiều dây của liên kết 3 dây 2420 và tạo tín hiệu xung nhịp dựa trên việc định thời của chuyển tiếp. Tín hiệu xung nhịp có thể được sử dụng bởi bộ giải mã dữ liệu 2426, FIFO 2424 và các thành phần khác của bộ thu 2422 có thể hoạt động phù hợp với tín hiệu xung nhịp.

Các ví dụ về mạch xử lý và các phương pháp

Fig.25 là sơ đồ khái niệm 2500 minh họa ví dụ về việc triển khai phần cứng cho máy sử dụng mạch xử lý 2502 mà có thể được tạo cấu hình để thực hiện một hoặc nhiều chức năng

được bộc lộ ở đây. Theo các khía cạnh khác nhau của sáng chế, phần tử, hoặc một phần bất kỳ của phần tử, hoặc sự kết hợp bất kỳ của các phần tử được bộc lộ ở đây có thể được triển khai nhờ sử dụng mạch xử lý 2502. Mạch xử lý 2502 có thể gồm các thiết bị, mạch, và/hoặc logic nhất định hỗ trợ các sơ đồ mã hóa khác nhau được bộc lộ ở đây. Theo một ví dụ, mạch xử lý 2502 có thể gồm một số kết hợp của mạch và môđun tạo điều kiện cho việc mã hóa dữ liệu thành các ký hiệu, và các trình điều khiển đường truyền được làm thích ứng để xác nhận ba hoặc nhiều hơn ba mức điện áp trên các dây của bus nối tiếp. Theo ví dụ khác, mạch xử lý 2502 có thể gồm một số kết hợp của mạch và môđun tạo điều kiện cho việc mã hóa dữ liệu thành các ký hiệu nhờ sử dụng sơ đồ mã hóa thông qua sự kết hợp của việc mã hóa 3 pha và PAM theo các khía cạnh nhất định được bộc lộ ở đây. Mạch xử lý 2502 có thể gồm máy trạng thái hoặc loại thiết bị xử lý khác mà quản lý quy trình mã hóa và/hoặc giải mã như được bộc lộ ở đây.

Mạch xử lý 2502 có thể gồm một hoặc nhiều bộ xử lý 2504 mà được điều khiển bởi một số kết hợp giữa môđun phần cứng và phần mềm. Ví dụ về bộ xử lý 2504 bao gồm bộ vi xử lý, bộ vi điều khiển, bộ xử lý tín hiệu kỹ thuật số (DSP), mảng cổng lập trình được theo trường (FPGA), thiết bị logic có thể lập trình (PLD), máy trạng thái, bộ tạo chuỗi, logic theo cổng, mạch phần cứng rời rạc và phần cứng phù hợp khác được tạo cấu hình để thực hiện các chức năng khác nhau được mô tả trong sáng chế. Một hoặc nhiều bộ xử lý 2504 có thể gồm các bộ xử lý chuyên biệt thực hiện các chức năng cụ thể và có thể được tạo cấu hình, tăng cường hoặc điều khiển bởi một trong các môđun phần mềm 2516. Một hoặc nhiều bộ xử lý 2504 có thể được tạo cấu hình thông qua sự kết hợp của các môđun phần mềm 2516 được tải trong khi khởi tạo và được tạo cấu hình thêm bằng cách tải hoặc bỏ tải một hoặc nhiều môđun phần mềm 2516 trong quá trình hoạt động.

Theo ví dụ được minh họa, mạch xử lý 2502 có thể được triển khai với kiến trúc bus, được biểu diễn chung bởi bus 2510. Bus 2510 có thể gồm số lượng bất kỳ các bus và cầu kết nối phụ thuộc vào ứng dụng cụ thể của mạch xử lý 2502 và các ràng buộc thiết kế tổng thể. Bus 2510 liên kết các mạch khác nhau với nhau gồm một hoặc nhiều bộ xử lý 2504, và phương tiện lưu trữ đọc được bằng bộ xử lý 2506. Phương tiện lưu trữ đọc được bằng bộ xử lý 2506 có thể gồm các thiết bị nhớ và các thiết bị lưu trữ dung lượng lớn, và có thể được gọi ở đây là

phương tiện đọc được bằng máy tính và/hoặc phương tiện đọc được bằng bộ xử lý. Bus 2510 cũng có thể liên kết nhiều mạch khác như là các nguồn định thời, các bộ định thời, thiết bị ngoại vi, các bộ điều chỉnh điện áp, và các mạch quản lý công suất. Giao diện bus 2508 có thể cung cấp giao diện giữa bus 2510 và một hoặc nhiều bộ thu phát 2512. Bộ thu phát 2512 có thể được cung cấp đối với mỗi kỹ thuật mạng được hỗ trợ bởi mạch xử lý. Trong một số trường hợp, nhiều công nghệ mạng có thể chia sẻ một số hoặc tất cả mạch hoặc các modul xử lý có trong bộ thu phát 2512. Mỗi bộ thu phát 2512 cung cấp phương tiện để truyền thông với các máy khác nhau qua phương tiện truyền. Tùy thuộc vào bản chất của máy, giao diện người dùng 2518 (ví dụ, bàn phím, màn hình, loa, micrô, cần điều khiển) có thể cũng được được cung cấp, và có thể được ghép nối truyền thông với bus 2510 trực tiếp hoặc thông qua giao diện bus 2508.

Bộ xử lý 2504 có thể chịu trách nhiệm quản lý bus 2510 và xử lý chung mà có thể gồm việc thực thi phần mềm được lưu trữ trong phương tiện đọc được bằng bộ xử lý có thể gồm phương tiện lưu trữ đọc được bằng bộ xử lý 2506. Về mặt này, mạch xử lý 2502, gồm bộ xử lý 2504, có thể được sử dụng để triển khai bất kỳ phương pháp, chức năng và kỹ thuật nào được bộc lộ ở đây. Phương tiện lưu trữ đọc được bằng bộ xử lý 2506 có thể được sử dụng để lưu trữ dữ liệu được xử lý bởi bộ xử lý 2504 khi thực thi phần mềm, và phần mềm có thể được tạo cấu hình để triển khai phương pháp bất kỳ trong số các phương pháp được bộc lộ ở đây.

Một hoặc nhiều bộ xử lý 2504 trong mạch xử lý 2502 có thể thực thi phần mềm. Phần mềm sẽ được hiểu theo nghĩa rộng có nghĩa là lệnh, tập lệnh, mã, đoạn mã, mã chương trình, chương trình, chương trình con, modul phần mềm, ứng dụng, ứng dụng phần mềm, gói phần mềm, thường trình, thường trình con, đối tượng, tệp thực thi, chuỗi thực thi, thủ tục, chức năng, thuật toán, v.v., cho dù được gọi là phần mềm, firmware, phần mềm trung gian, vi mã, ngôn ngữ mô tả phân cứng, hoặc cách khác. Phần mềm có thể nằm ở dạng máy tính có thể đọc được trong phương tiện lưu trữ đọc được bằng bộ xử lý 2506 hoặc trong phương tiện đọc được bằng bộ xử lý bên ngoài khác. Phương tiện lưu trữ đọc được bằng bộ xử lý 2506 có thể gồm phương tiện bất biến đọc được bằng bộ xử lý. Phương tiện bất biến đọc được bằng bộ xử lý bao gồm, ví dụ, thiết bị lưu trữ từ tính (ví dụ, đĩa cứng, đĩa mềm, dải từ tính), đĩa quang (ví dụ, đĩa compact (CD) hoặc đĩa đa năng kỹ thuật số (DVD)), thẻ thông minh, thiết bị nhớ flash

(ví dụ, “ổ đĩa flash”, thẻ, thẻ nhớ hoặc trình điều khiển), bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (RAM), ROM, PROM, PROM có thể xóa được (EPROM), EEPROM, thanh ghi, đĩa di động và bất kỳ phương tiện thích hợp nào khác để lưu trữ phần mềm và/hoặc lệnh có thể được máy tính truy cập và đọc. Phương tiện lưu trữ đọc được bằng bộ xử lý 2506 cũng có thể gồm, ví dụ, sóng mang, đường truyền và bất kỳ phương tiện thích hợp nào khác để truyền phần mềm và/hoặc lệnh có thể được máy tính truy cập và đọc. Phương tiện lưu trữ đọc được bằng bộ xử lý 2506 có thể nằm trong mạch xử lý 2502, trong bộ xử lý 2504, bên ngoài mạch xử lý 2502 hoặc được phân phối trên nhiều thực thể bao gồm cả mạch xử lý 2502. Phương tiện lưu trữ đọc được bằng bộ xử lý 2506 có thể được bao gồm trong một sản phẩm chương trình máy tính. Ví dụ, sản phẩm chương trình máy tính có thể gồm phương tiện đọc được bằng bộ xử lý trong vật liệu đóng gói. Những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này sẽ nhận ra cách tốt nhất để triển khai chức năng được mô tả trong sáng chế tùy thuộc vào ứng dụng cụ thể và các ràng buộc thiết kế tổng thể áp dụng cho hệ thống tổng thể.

Phương tiện lưu trữ đọc được bằng bộ xử lý 2506 có thể duy trì phần mềm được duy trì và/hoặc tổ chức trong các đoạn mã, modul, ứng dụng, chương trình, v.v. có thể tải được, có thể được gọi ở đây là modul phần mềm 2516. Mỗi modul phần mềm 2516 có thể gồm các lệnh và dữ liệu, khi được cài đặt hoặc tải trên mạch xử lý 2502 và được thực thi bởi một hoặc nhiều bộ xử lý 2504, sẽ đóng góp vào hình ảnh thời gian chạy 2514 mà điều khiển hoạt động của một hoặc nhiều bộ xử lý 2504. Khi được thực thi, một số lệnh có thể khiến mạch xử lý 2502 thực hiện các chức năng phù hợp với các phương pháp, thuật toán và quy trình nhất định được mô tả ở đây.

Một số modul phần mềm 2516 có thể được tải trong quá trình khởi tạo mạch xử lý 2502 và các modul phần mềm này 2516 có thể tạo cấu hình mạch xử lý 2502 để cho phép thực hiện các chức năng khác nhau được bộc lộ ở đây. Ví dụ, một số modul phần mềm 2516 có thể tạo cấu hình các thiết bị bên trong và/hoặc mạch logic 2522 của bộ xử lý 2504 và có thể quản lý quyền truy cập vào các thiết bị bên ngoài như bộ thu phát 2512, giao diện bus 2508, giao diện người dùng 2518, bộ định thời, bộ đồng xử lý toán học, v.v.. Modul phần mềm 2516 có thể gồm chương trình điều khiển và/hoặc hệ điều hành tương tác với trình xử lý ngắt và trình điều khiển thiết bị và điều khiển quyền truy cập vào các tài nguyên khác nhau

được cung cấp bởi mạch xử lý 2502. Các tài nguyên có thể gồm bộ nhớ, thời gian xử lý, quyền truy cập vào bộ thu phát 2512, giao diện người dùng 2518, v.v..

Một hoặc nhiều bộ xử lý 2504 của mạch xử lý 2502 có thể đa chức năng, theo đó một số modun phần mềm 2516 được tải và tạo cấu hình để thực hiện các chức năng khác nhau hoặc các phiên bản khác nhau của cùng một chức năng. Ví dụ, một hoặc nhiều bộ xử lý 2504 có thể được làm thích ứng bổ sung để quản lý các tác vụ nền được khởi tạo để đáp lại đầu vào từ giao diện người dùng 2518, bộ thu phát 2512 và trình điều khiển thiết bị, chẳng hạn. Để hỗ trợ hiệu suất của nhiều chức năng, một hoặc nhiều bộ xử lý 2504 có thể được tạo cấu hình để cung cấp môi trường đa nhiệm, theo đó mỗi chức năng trong số nhiều chức năng được triển khai dưới dạng một tập hợp các tác vụ được phục vụ bởi một hoặc nhiều bộ xử lý 2504 khi cần thiết hoặc mong muốn. Trong một ví dụ, môi trường đa nhiệm có thể được triển khai bằng cách sử dụng chương trình chia sẻ thời gian 2520 để chuyển quyền điều khiển của bộ xử lý 2504 giữa các tác vụ khác nhau, theo đó mỗi tác vụ trả lại quyền điều khiển của một hoặc nhiều bộ xử lý 2504 cho chương trình chia sẻ thời gian 2520 khi hoàn thành bất kỳ hoạt động nào còn tồn đọng và/hoặc để đáp lại đầu vào chẳng hạn như tín hiệu ngắt. Khi tác vụ có quyền điều khiển của một hoặc nhiều bộ xử lý 2504, mạch xử lý được chuyên biệt hóa một cách hiệu quả cho các mục đích được giải quyết bởi chức năng liên quan đến tác vụ điều khiển. Chương trình chia sẻ thời gian 2520 có thể bao gồm hệ điều hành, vòng lặp chính để chuyển quyền điều khiển theo cách quay vòng, chức năng phân bổ quyền điều khiển của một hoặc nhiều bộ xử lý 2504 theo mức độ ưu tiên của các chức năng và/hoặc vòng lặp chính được điều khiển bởi tín hiệu ngắt tương ứng với các sự kiện bên ngoài bằng cách cung cấp quyền điều khiển một hoặc nhiều bộ xử lý 2504 cho chức năng xử lý.

Fig.26 là sơ đồ khối 2600 của phương pháp truyền thông dữ liệu mà có thể được thực hiện tại bộ phát được nối với liên kết truyền thông đa dây. Theo một ví dụ, liên kết truyền thông có thể có ba dây và dữ liệu có thể được mã hóa trong trạng thái pha và biên độ của tín hiệu được truyền trong các pha khác nhau trên mỗi trong số ba dây. Phương pháp có thể được thực hiện, ít nhất một phần, tại bộ phát 2402 được minh họa trên Fig.24. Tại khối 2602, bộ phát 2402 có thể truyền nhiều ký hiệu qua liên kết 3 dây. Mỗi ký hiệu xác định các trạng thái báo hiệu của liên kết 3 dây trong khoảng thời gian truyền ký hiệu được kết hợp sao cho mỗi

dây của liên kết 3 dây ở trong trạng thái báo hiệu khác với các dây còn lại của liên kết 3 dây trong khoảng thời gian truyền ký hiệu được kết hợp. Tại khối 2604, bộ phát 2402 có thể mã hóa ít nhất 3 bit dữ liệu nhị phân trong mỗi lần chuyển tiếp giữa hai ký hiệu được truyền liên tiếp qua liên kết 3 dây, trong đó mỗi cặp ký hiệu được truyền liên tiếp gồm hai ký hiệu khác nhau.

Theo một số phương án triển khai, ít nhất một ký hiệu được truyền qua liên kết 3 dây xác định các luồng dòng điện khác 0 đối với mỗi dây của liên kết 3 dây, trong đó tổng của các luồng dòng điện khác 0 là 0. Các trạng thái báo hiệu của các dây của liên kết 3 dây có thể gồm bảy mức điện áp, trong đó ít nhất một ký hiệu được truyền qua liên kết 3 dây xác định mức điện áp đối với mỗi dây của liên kết 3 dây mà ở trên hoặc dưới mức điện áp ở giữa trong số bảy mức điện áp. Bộ phát 2402 có thể lựa chọn mỗi ký hiệu cho việc truyền từ tập ký hiệu được xác định cho liên kết 3 dây. Trong các ví dụ nhất định, sơ đồ mã hóa hoạt động có thể cung cấp tập ký hiệu mà gồm tối đa 12, 18, 42 ký hiệu có sẵn.

Theo một số phương án triển khai, bộ phát 2402 có thể sử dụng sự kết hợp của việc mã hóa 3 pha và PAM để mã hóa ít nhất 3 bit dữ liệu nhị phân. Bộ phát 2402 có thể truyền ký hiệu thứ nhất qua liên kết 3 dây. Bộ mã hóa dữ liệu có thể lựa chọn ký hiệu thứ nhất từ tập 12 ký hiệu khi bộ mã hóa dữ liệu được tạo cấu hình cho sơ đồ mã hóa thứ nhất. Bộ mã hóa dữ liệu có thể lựa chọn ký hiệu thứ nhất từ tập 18 ký hiệu khi bộ mã hóa dữ liệu được tạo cấu hình cho sơ đồ mã hóa thứ hai. Bộ mã hóa dữ liệu có thể lựa chọn ký hiệu thứ nhất từ tập 42 ký hiệu khi bộ mã hóa dữ liệu được tạo cấu hình cho sơ đồ mã hóa thứ ba. Bộ phát 2402 có thể truyền ký hiệu thứ hai qua liên kết 3 dây. Bộ mã hóa dữ liệu có thể lựa chọn ký hiệu thứ hai từ tập các ký hiệu có sẵn mà loại trừ ký hiệu thứ nhất.

Theo một số phương án triển khai, bộ phát 2402 có thể cung cấp các tín hiệu điều khiển cho nhiều trình điều khiển đường truyền mà khiến cho mỗi trong số nhiều trình điều khiển đường truyền điều khiển một dây của liên kết 3 dây sang trạng thái báo hiệu được xác định bởi mỗi ký hiệu trong khoảng thời gian truyền ký hiệu được cung cấp cho mỗi ký hiệu.

Theo một ví dụ, nhiều trình điều khiển đường truyền có thể gồm ba trình điều khiển điện áp, và bộ phát 2402 có thể tạo cấu hình nhiều công tắc trong mỗi trình điều khiển điện

áp sao cho mỗi dây của liên kết 3 dây được nối với một hoặc nhiều mức điện áp thông qua hai hoặc nhiều hơn hai điện trở trong một trong số ba trình điều khiển điện áp trong mỗi khoảng thời gian truyền ký hiệu. Bộ phát 2402 có thể tạo cấu hình nhiều công tắc trong mỗi trình điều khiển điện áp trong mỗi khoảng thời gian truyền ký hiệu sao cho sự kết hợp của các điện trở được nối với dây tương ứng của liên kết 3 dây khớp với trở kháng đặc trưng của dây tương ứng của liên kết 3 dây. Theo ví dụ khác, nhiều trình điều khiển đường truyền gồm ba trình điều khiển dòng điện, và bộ phát 2402 có thể tạo cấu hình nhiều công tắc khiến cho mỗi trong số ba trình điều khiển dòng điện cung cấp dòng điện trong dây tương ứng của liên kết 3 dây mà có cường độ được xác định bởi ký hiệu được truyền trong khoảng thời gian truyền ký hiệu dòng điện. Trong một số trường hợp, các điện trở được nối với liên kết 3 dây và khớp với trở kháng đặc trưng của liên kết 3 dây.

Trong một số trường hợp, các tín hiệu điều khiển có thể được cung cấp cho các trình điều khiển đường truyền mà khiến cho mỗi trong số các trình điều khiển đường truyền điều khiển một dây của liên kết 3 dây sang trạng thái báo hiệu được xác định bởi ký hiệu được truyền trong khoảng thời gian truyền ký hiệu. Khi trình điều khiển đường truyền chế độ điện áp được sử dụng, các tín hiệu điều khiển có thể tạo cấu hình nhiều công tắc trong các trình điều khiển đường truyền sao cho mỗi dây của liên kết 3 dây được nối với một hoặc nhiều mức điện áp thông qua một hoặc nhiều điện trở trong mỗi khoảng thời gian truyền ký hiệu. Nhiều công tắc có thể được tạo cấu hình trong mỗi khoảng thời gian truyền ký hiệu sao cho mỗi sự kết hợp của các điện trở được nối với một dây của liên kết 3 dây khớp với trở kháng đặc trưng của liên kết 3 dây. Khi trình điều khiển đường truyền chế độ dòng điện được sử dụng, các tín hiệu điều khiển có thể tạo cấu hình nhiều công tắc trong nhiều trình điều khiển đường truyền sao cho mỗi dây của liên kết 3 dây được nối với trình điều khiển dòng điện mà cung cấp dòng điện trong mỗi dây, trong đó dòng điện có cường độ được xác định bởi ký hiệu được truyền trong khoảng thời gian truyền ký hiệu tương ứng của nó. Trình điều khiển đường truyền chế độ dòng điện có thể gồm các điện trở mà được nối với liên kết 3 dây để khớp với trở kháng đặc trưng của liên kết 3 dây.

Fig.27 là sơ đồ minh họa ví dụ về việc triển khai phần cứng cho máy 2700 sử dụng mạch xử lý 2702. Mạch xử lý thường có bộ xử lý 2716 có thể gồm một hoặc nhiều bộ vi xử

lý, bộ vi điều khiển, bộ xử lý tín hiệu kỹ thuật số, bộ tạo chuỗi và máy trạng thái. Mạch xử lý 2702 có thể được triển khai với kiến trúc bus, được biểu diễn chung bởi bus 2710. Bus 2710 có thể gồm số lượng bất kỳ các bus và cầu kết nối phụ thuộc vào ứng dụng cụ thể của mạch xử lý 2702 và các ràng buộc thiết kế tổng thể. Bus 2710 liên kết các mạch khác nhau với nhau gồm một hoặc nhiều bộ xử lý và/hoặc module phần cứng, được biểu diễn bởi bộ xử lý 2716, các module hoặc các mạch 2704, 2706 và 2708, các trình điều khiển đường truyền 2712 mà được tạo cấu hình để điều khiển các dây của liên kết 3 dây 2420 (xem Fig.24, ví dụ), và phương tiện lưu trữ đọc được bằng bộ xử lý 2718. Bus 2710 cũng có thể liên kết nhiều mạch khác như là các nguồn định thời, các thiết bị ngoại vi, các bộ điều chỉnh điện áp, và các mạch quản lý công suất, mà thông dụng trong lĩnh vực kỹ thuật này, và do đó, sẽ không được mô tả ở đây.

Bộ xử lý 2716 chịu trách nhiệm xử lý chung, gồm việc thực thi phần mềm được lưu trữ trên phương tiện lưu trữ đọc được bằng bộ xử lý 2718. Phần mềm, khi được thực thi bởi bộ xử lý 2716, khiến cho mạch xử lý 2702 thực hiện các chức năng khác nhau được mô tả ở trên cho bất kỳ máy cụ thể nào. Phương tiện lưu trữ đọc được bằng bộ xử lý 2718 có thể cũng được sử dụng để lưu trữ dữ liệu được xử lý bởi bộ xử lý 2716 khi thực thi phần mềm, gồm bảng ký hiệu và các chỉ số trung gian được sử dụng để truy cập các bảng ký hiệu. Mạch xử lý 2702 còn gồm ít nhất một trong các module 2704, 2706 và 2708. Các module 2704, 2706 và 2708 có thể được triển khai dưới dạng các module phần mềm chạy trong bộ xử lý 2716, được đặt/lưu trữ trong phương tiện lưu trữ đọc được bằng bộ xử lý 2718, một hoặc nhiều module phần cứng được nối với bộ xử lý 2716, hoặc một số kết hợp của chúng. Các module 2704, 2706 và/hoặc 2708 có thể gồm các lệnh của bộ vi điều khiển, các tham số cấu hình máy trạng thái, hoặc một số kết hợp của chúng.

Trong một cấu hình, máy 2700 có thể được tạo cấu hình để truyền dữ liệu qua giao diện đa dây. Máy 2700 có thể gồm module và/hoặc mạch 2704 mà được tạo cấu hình để điều khiển các trình điều khiển đường truyền 2712 theo cách hỗ trợ nhiều trạng thái báo hiệu trên mỗi dây của liên kết 3 dây 2420. Theo một ví dụ, các trình điều khiển đường truyền 2712 cấp 7 hoặc nhiều hơn 7 trạng thái báo hiệu trên mỗi dây, và mỗi dây được điều khiển sang trạng thái báo hiệu khác với các dây còn lại trong liên kết 3 dây 2420. Máy 2700 có thể gồm các



modun và/hoặc các mạch mã hóa 2706 được tạo cấu hình để mã hóa dữ liệu trong các ký hiệu nhờ sử dụng sự kết hợp của việc mã hóa 3 pha và điều chế PAM-4. Theo một ví dụ, các modun và/hoặc các mạch mã hóa 2706 có thể gồm, quản lý hoặc kết hợp với các modun và/hoặc các mạch quản lý và ánh xạ bảng ký hiệu 2708.

Theo một ví dụ, máy 2700 có nhiều trình điều khiển đường truyền được tạo cấu hình để ghép nối máy với liên kết 3 dây 2420, và bộ mã hóa dữ liệu. Bộ mã hóa dữ liệu có thể được tạo cấu hình để mã hóa ít nhất 3 bit dữ liệu nhị phân trong mỗi lần chuyển tiếp giữa hai ký hiệu được truyền liên tiếp bởi nhiều trình điều khiển đường truyền qua liên kết 3 dây 2420 sao cho mỗi cặp ký hiệu được truyền liên tiếp gồm hai ký hiệu khác nhau. Theo một ví dụ, mỗi ký hiệu xác định các trạng thái báo hiệu của liên kết 3 dây 2420 trong khoảng thời gian truyền ký hiệu được kết hợp sao cho mỗi dây của liên kết 3 dây 2420 ở trong trạng thái báo hiệu khác với các dây còn lại của liên kết 3 dây 2420 trong khoảng thời gian truyền ký hiệu được kết hợp.

Theo một số phương án triển khai, ít nhất một ký hiệu được truyền qua liên kết 3 dây 2420 xác định các luồng dòng điện khác 0 đối với mỗi dây của liên kết 3 dây 2420, trong đó tổng của các luồng dòng điện khác 0 là 0. Các trạng thái báo hiệu của các dây của liên kết 3 dây 2420 có thể gồm bảy mức điện áp. Trong một số trường hợp, ít nhất một ký hiệu được truyền qua liên kết 3 dây 2420 xác định mức điện áp đối với mỗi dây của liên kết 3 dây 2420 mà ở trên hoặc dưới mức điện áp ở giữa trong số bảy mức điện áp.

Theo một số phương án triển khai, bộ mã hóa dữ liệu còn được tạo cấu hình để sử dụng sự kết hợp của việc mã hóa 3 pha và PAM để mã hóa dữ liệu nhị phân. Máy 2700 có thể truyền ký hiệu thứ nhất qua liên kết 3 dây 2420. Theo một ví dụ, bộ mã hóa dữ liệu lựa chọn ký hiệu thứ nhất từ tập 12 ký hiệu khi bộ mã hóa dữ liệu được tạo cấu hình cho sơ đồ mã hóa thứ nhất. Theo ví dụ khác, bộ mã hóa dữ liệu lựa chọn ký hiệu thứ nhất từ tập 18 ký hiệu khi bộ mã hóa dữ liệu được tạo cấu hình cho sơ đồ mã hóa thứ hai. Theo ví dụ khác, bộ mã hóa dữ liệu lựa chọn ký hiệu thứ nhất từ tập 42 ký hiệu khi bộ mã hóa dữ liệu được tạo cấu hình cho sơ đồ mã hóa thứ nhất. Máy 2700 có thể truyền ký hiệu thứ hai qua liên kết 3 dây 2420. Bộ mã hóa dữ liệu có thể còn được tạo cấu hình để lựa chọn ký hiệu thứ hai từ tập các ký hiệu có sẵn mà loại trừ ký hiệu thứ nhất.

Theo một số phương án triển khai, máy 2700 có bộ mã hóa trạng thái dây được tạo cấu hình để nhận chuỗi ký hiệu từ bộ mã hóa dữ liệu, và cung cấp các tín hiệu điều khiển cho nhiều trình điều khiển đường truyền mà khiến cho mỗi trong số nhiều trình điều khiển đường truyền điều khiển một dây của liên kết 3 dây 2420 sang trạng thái báo hiệu được xác định bởi mỗi ký hiệu trong khoảng thời gian truyền ký hiệu được cung cấp cho mỗi ký hiệu trong chuỗi ký hiệu.

Theo một ví dụ, nhiều trình điều khiển đường truyền gồm ba trình điều khiển điện áp, và bộ mã hóa trạng thái dây có thể còn được tạo cấu hình để cấu hình nhiều công tắc trong mỗi trình điều khiển điện áp sao cho mỗi dây của liên kết 3 dây 2420 được nối với một hoặc nhiều mức điện áp thông qua hai hoặc nhiều hơn hai điện trở trong một trong số ba trình điều khiển điện áp trong mỗi khoảng thời gian truyền ký hiệu. Nhiều công tắc trong mỗi trình điều khiển điện áp có thể được tạo cấu hình trong mỗi khoảng thời gian truyền ký hiệu sao cho sự kết hợp của các điện trở được nối với dây tương ứng của liên kết 3 dây 2420 khớp với trở kháng đặc trưng của dây tương ứng của liên kết 3 dây 2420.

Theo một ví dụ, nhiều trình điều khiển đường truyền gồm ba trình điều khiển dòng điện, và bộ mã hóa trạng thái dây còn được tạo cấu hình để cấu hình nhiều công tắc khiến cho mỗi trong số ba trình điều khiển dòng điện cung cấp dòng điện trong dây tương ứng của liên kết 3 dây 2420 mà có cường độ được xác định bởi ký hiệu được truyền trong khoảng thời gian truyền ký hiệu dòng điện. Theo một số phương án triển khai, các điện trở được nối với liên kết 3 dây 2420, mỗi điện trở khớp với trở kháng đặc trưng của liên kết 3 dây 2420.

Trong một số trường hợp, các tín hiệu điều khiển có thể được cung cấp tới các trình điều khiển đường truyền mà khiến cho mỗi trong số các trình điều khiển đường truyền điều khiển một dây của liên kết 3 dây sang trạng thái báo hiệu được xác định bởi ký hiệu được truyền trong khoảng thời gian truyền ký hiệu. Khi các trình điều khiển đường truyền chế độ điện áp được sử dụng, các tín hiệu điều khiển có thể tạo cấu hình nhiều công tắc trong các trình điều khiển đường truyền sao cho mỗi dây của liên kết 3 dây được nối với một hoặc nhiều mức điện áp thông qua một hoặc nhiều điện trở trong mỗi khoảng thời gian truyền ký hiệu. Nhiều công tắc có thể được tạo cấu hình trong mỗi khoảng thời gian truyền ký hiệu sao cho mỗi sự kết hợp của các điện trở được nối với một dây của liên kết 3 dây khớp với trở kháng

đặc trưng của liên kết 3 dây. Khi các trình điều khiển đường truyền chế độ dòng điện được sử dụng, các tín hiệu điều khiển có thể tạo cấu hình nhiều công tắc trong nhiều trình điều khiển đường truyền sao cho mỗi dây của liên kết 3 dây được nối với trình điều khiển dòng điện mà cung cấp dòng điện trong mỗi dây, trong đó dòng điện có cường độ được xác định bởi ký hiệu được truyền trong khoảng thời gian truyền ký hiệu tương ứng của nó. Trình điều khiển đường truyền chế độ dòng điện có thể gồm các điện trở mà được nối với liên kết 3 dây để khớp với trở kháng đặc trưng của liên kết 3 dây.

Phương tiện lưu trữ đọc được bằng bộ xử lý 2718 có thể lưu trữ các lệnh và thông tin khác liên quan đến phương pháp được minh họa trên Fig.26. Ví dụ, phương tiện lưu trữ đọc được bằng bộ xử lý 2718 có thể gồm các lệnh mà khiến cho mạch xử lý 2702 truyền nhiều ký hiệu qua liên kết 3 dây 2420, và mã hóa ít nhất 3 bit dữ liệu nhị phân trong mỗi lần chuyển tiếp giữa hai ký hiệu được truyền liên tiếp qua liên kết 3 dây 2420. Mỗi cặp ký hiệu được truyền liên tiếp có thể gồm hai ký hiệu khác nhau. Mỗi ký hiệu có thể xác định các trạng thái báo hiệu của liên kết 3 dây 2420 trong khoảng thời gian truyền ký hiệu được kết hợp sao cho mỗi dây của liên kết 3 dây 2420 ở trong trạng thái báo hiệu khác với các dây còn lại của liên kết 3 dây 2420 trong khoảng thời gian truyền ký hiệu được kết hợp.

Theo một số phương án triển khai, ít nhất một ký hiệu được truyền qua liên kết 3 dây 2420 xác định các luồng dòng điện khác 0 đối với mỗi dây của liên kết 3 dây 2420, trong đó tổng của các luồng dòng điện khác 0 là 0. Các trạng thái báo hiệu của các dây của liên kết 3 dây 2420 có thể gồm bảy mức điện áp, trong đó ít nhất một ký hiệu được truyền qua liên kết 3 dây 2420 xác định mức điện áp đối với mỗi dây của liên kết 3 dây 2420 mà ở trên hoặc dưới mức điện áp ở giữa trong số bảy mức điện áp. Mỗi ký hiệu có thể được lựa chọn cho việc truyền từ tập 18 ký hiệu được xác định cho liên kết 3 dây 2420.

Theo một ví dụ, phương tiện lưu trữ 2718 gồm các lệnh khiến cho mạch xử lý 2702 tạo cấu hình dữ liệu để sử dụng sự kết hợp của việc mã hóa 3 pha và PAM để mã hóa dữ liệu nhị phân. Các lệnh có thể khiến cho mạch xử lý 2702 truyền ký hiệu thứ nhất qua liên kết 3 dây 2420. Theo một ví dụ, ký hiệu thứ nhất được lựa chọn từ tập 12 ký hiệu khi bộ mã hóa dữ liệu được tạo cấu hình cho sơ đồ mã hóa thứ nhất. Theo ví dụ khác, ký hiệu thứ nhất được lựa chọn từ tập 18 ký hiệu khi bộ mã hóa dữ liệu được tạo cấu hình cho sơ đồ mã hóa thứ hai.

Theo ví dụ khác, ký hiệu thứ nhất được lựa chọn từ tập 42 ký hiệu khi bộ mã hóa dữ liệu được tạo cấu hình cho sơ đồ mã hóa thứ nhất. Các lệnh có thể khiến cho mạch xử lý 2702 truyền ký hiệu thứ hai qua liên kết 3 dây 2420. Ký hiệu thứ hai có thể được lựa chọn từ tập các ký hiệu có sẵn mà loại trừ các ký hiệu thứ nhất.

Trong các phương án triển khai nhất định, phương tiện lưu trữ 2718 gồm các lệnh khiến cho mạch xử lý 2702 cung cấp các tín hiệu điều khiển cho nhiều trình điều khiển đường truyền mà khiến cho mỗi trong số nhiều trình điều khiển đường truyền điều khiển một dây của liên kết 3 dây 2420 sang trạng thái báo hiệu được xác định bởi mỗi ký hiệu trong khoảng thời gian truyền ký hiệu được cung cấp cho mỗi ký hiệu. Theo một ví dụ, nhiều trình điều khiển đường truyền gồm ba trình điều khiển điện áp, và phương tiện lưu trữ 2718 có thể gồm các lệnh khiến cho mạch xử lý 2702 tạo cấu hình nhiều công tắc trong mỗi trình điều khiển điện áp sao cho mỗi dây của liên kết 3 dây 2420 được nối với một hoặc nhiều mức điện áp thông qua hai hoặc nhiều hơn hai điện trở trong một trong số ba trình điều khiển điện áp trong mỗi khoảng thời gian truyền ký hiệu. Phương tiện lưu trữ 2718 có thể gồm các lệnh khiến cho mạch xử lý 2702 tạo cấu hình nhiều công tắc trong mỗi trình điều khiển điện áp trong mỗi khoảng thời gian truyền ký hiệu sao cho sự kết hợp của các điện trở được nối với dây tương ứng của liên kết 3 dây 2420 khớp với trở kháng đặc trưng của dây tương ứng của liên kết 3 dây 2420.

Theo một ví dụ, nhiều trình điều khiển đường truyền gồm ba trình điều khiển dòng điện, và phương tiện lưu trữ 2718 có thể gồm các lệnh khiến cho mạch xử lý 2702 tạo cấu hình nhiều công tắc khiến cho mỗi trong số ba trình điều khiển dòng điện cung cấp dòng điện trong dây tương ứng của liên kết 3 dây 2420 mà có cường độ được xác định bởi ký hiệu được truyền trong khoảng thời gian truyền ký hiệu dòng điện.

Trong một số trường hợp, các tín hiệu điều khiển có thể được cung cấp cho các trình điều khiển đường truyền mà khiến cho mỗi trong số các trình điều khiển đường truyền điều khiển một dây của liên kết 3 dây sang trạng thái báo hiệu được xác định bởi ký hiệu được truyền trong khoảng thời gian truyền ký hiệu. Khi các trình điều khiển đường truyền chế độ điện áp được sử dụng, các tín hiệu điều khiển có thể tạo cấu hình nhiều công tắc trong các trình điều khiển đường truyền sao cho mỗi dây của liên kết 3 dây được nối với một hoặc nhiều mức điện áp thông qua một hoặc nhiều điện trở trong mỗi khoảng thời gian truyền ký hiệu.

Nhiều công tắc có thể được tạo cấu hình trong mỗi khoảng thời gian truyền ký hiệu sao cho mỗi sự kết hợp của các điện trở được nối với một dây của liên kết 3 dây khớp với trở kháng đặc trưng của liên kết 3 dây. Khi trình điều khiển đường truyền chế độ dòng điện được sử dụng, các tín hiệu điều khiển có thể tạo cấu hình nhiều công tắc trong nhiều trình điều khiển đường truyền sao cho mỗi dây của liên kết 3 dây được nối với trình điều khiển dòng điện mà cung cấp dòng điện trong mỗi dây, trong đó dòng điện có cường độ được xác định bởi ký hiệu được truyền trong khoảng thời gian truyền ký hiệu tương ứng của nó. Các trình điều khiển đường truyền chế độ dòng điện có thể gồm các điện trở mà được nối với liên kết 3 dây để khớp với trở kháng đặc trưng của liên kết 3 dây.

Cần hiểu rằng thứ tự hoặc thứ bậc cụ thể của các bước trong các quy trình được bộc lộ là sự minh họa cho các phương pháp tiếp cận làm ví dụ. Dựa trên các ưu tiên thiết kế, cần hiểu rằng thứ tự hoặc thứ bậc cụ thể của các bước trong quy trình có thể được sắp xếp lại. Hơn nữa, một số bước có thể được kết hợp hoặc bỏ qua. Yêu cầu bảo hộ dạng phương pháp kèm theo trình bày các phần tử của các bước khác nhau theo thứ tự mẫu và không có nghĩa là bị giới hạn ở thứ tự hoặc thứ bậc cụ thể được trình bày.

Phần mô tả phía trên được cung cấp để cho phép bất kỳ người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này thực hành các khía cạnh khác nhau được mô tả ở đây. Những sửa đổi khác nhau đối với các khía cạnh này sẽ dễ dàng nhận thấy đối với những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này và các nguyên tắc chung được xác định ở đây có thể được áp dụng cho các khía cạnh khác. Do đó, các yêu cầu bảo hộ không có ý định giới hạn trong các khía cạnh được trình bày ở đây, mà cần được hiểu theo phạm vi đầy đủ phù hợp với các điểm yêu cầu bảo hộ, trong đó việc tham chiếu đến phần tử ở dạng số ít không có nghĩa là “một và chỉ một” trừ khi đã nêu cụ thể như vậy, mà đúng hơn là “một hoặc nhiều”. Trừ khi được nêu cụ thể khác, thuật ngữ “một số” đề cập đến một hoặc nhiều. Tất cả các phần tử tương đương về cấu trúc và chức năng đối với các phần tử của các khía cạnh khác nhau được mô tả trong sáng chế đã được biết đến hoặc sau này được biết đến bởi những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này đều được đưa vào đây một cách rõ ràng bằng cách viện dẫn và được bao hàm bởi các điểm yêu cầu bảo hộ. Hơn nữa, không có gì được bộc lộ ở đây nhằm mục đích dành riêng cho công chúng bất kể việc bộc lộ đó có được trình bày

rõ ràng trong các điểm yêu cầu bảo hộ hay không. Không có phần tử nào trong yêu cầu bảo hộ được hiểu là phương tiện cộng chức năng trừ khi phần tử đó được diễn đạt một cách rõ ràng bằng cách sử dụng cụm từ “phương tiện để”.

## YÊU CẦU BẢO HỘ

### 1. Máy truyền thông dữ liệu bao gồm:

nhiều trình điều khiển đường truyền được tạo cấu hình để ghép nối máy với liên kết 3 dây; và

bộ mã hóa dữ liệu được tạo cấu hình để sử dụng sự kết hợp của việc mã hóa 3 pha và điều chế biên độ xung để mã hóa ít nhất 3 bit dữ liệu nhị phân trong mỗi lần chuyển tiếp giữa hai ký hiệu được truyền liên tiếp bởi nhiều trình điều khiển đường truyền qua liên kết 3 dây, và để cung cấp ký hiệu thứ nhất để truyền qua liên kết 3 dây, trong đó ký hiệu thứ nhất được lựa chọn từ tập 12 ký hiệu khi bộ mã hóa dữ liệu được tạo cấu hình cho sơ đồ mã hóa thứ nhất, từ tập 18 ký hiệu khi bộ mã hóa dữ liệu được tạo cấu hình cho sơ đồ mã hóa thứ hai, và từ tập 42 ký hiệu khi bộ mã hóa dữ liệu được tạo cấu hình cho sơ đồ mã hóa thứ ba,

trong đó mỗi ký hiệu được truyền qua liên kết 3 dây xác định các trạng thái báo hiệu của liên kết 3 dây trong khoảng thời gian truyền ký hiệu được kết hợp sao cho mỗi dây của liên kết 3 dây ở trong trạng thái báo hiệu khác với các dây còn lại của liên kết 3 dây trong khoảng thời gian truyền ký hiệu được kết hợp, và

trong đó mỗi cặp ký hiệu được truyền liên tiếp bao gồm hai ký hiệu khác nhau.

2. Máy theo điểm 1, trong đó ít nhất một ký hiệu được truyền qua liên kết 3 dây xác định các luồng dòng điện khác 0 đối với mỗi dây của liên kết 3 dây, và trong đó tổng của các luồng dòng điện khác 0 là 0.

3. Máy theo điểm 1, trong đó các trạng thái báo hiệu được xác định cho các dây của liên kết 3 dây bao gồm ít nhất 5 mức điện áp hoặc dòng điện, và trong đó ít nhất một ký hiệu được truyền qua liên kết 3 dây xác định mức điện áp hoặc dòng điện đối với mỗi dây của liên kết 3 dây mà ở trên hoặc dưới mức điện áp ở giữa trong số ít nhất 5 mức điện áp hoặc dòng điện.

4. Máy theo điểm 1, trong đó bộ mã hóa dữ liệu còn được tạo cấu hình để:

truyền ký hiệu thứ hai qua liên kết 3 dây, trong đó ký hiệu thứ hai được lựa chọn từ tập các ký hiệu có sẵn mà loại trừ ký hiệu thứ nhất.

5. Máy theo điểm 1, thiết bị này còn bao gồm bộ mã hóa trạng thái dây được tạo cấu hình để nhận chuỗi ký hiệu từ bộ mã hóa dữ liệu; và

cung cấp các tín hiệu điều khiển cho nhiều trình điều khiển đường truyền mà khiến cho mỗi trong số nhiều trình điều khiển đường truyền điều khiển một dây của liên kết 3 dây sang các trạng thái báo hiệu được xác định bởi chuỗi ký hiệu.

6. Máy truyền thông dữ liệu bao gồm:

nhiều trình điều khiển đường truyền được tạo cấu hình để ghép nối máy với liên kết 3 dây;

bộ mã hóa dữ liệu được tạo cấu hình để sử dụng sự kết hợp của việc mã hóa 3 pha và điều chế biên độ xung để mã hóa ít nhất 3 bit dữ liệu nhị phân trong mỗi lần chuyển tiếp giữa hai ký hiệu được truyền liên tiếp bởi nhiều trình điều khiển đường truyền qua liên kết 3 dây,

trong đó mỗi ký hiệu được truyền qua liên kết 3 dây xác định các trạng thái báo hiệu của liên kết 3 dây trong khoảng thời gian truyền ký hiệu được kết hợp sao cho mỗi dây của liên kết 3 dây ở trong trạng thái báo hiệu khác với các dây còn lại của liên kết 3 dây trong khoảng thời gian truyền ký hiệu được kết hợp, và

trong đó mỗi cặp ký hiệu được truyền liên tiếp bao gồm hai ký hiệu khác nhau; và

bộ mã hóa trạng thái dây được tạo cấu hình để nhận chuỗi ký hiệu từ bộ mã hóa dữ liệu, và để cung cấp các tín hiệu điều khiển cho nhiều trình điều khiển đường truyền mà khiến cho mỗi trong số nhiều trình điều khiển đường truyền điều khiển một dây của liên kết 3 dây sang trạng thái báo hiệu được xác định bởi chuỗi ký hiệu, trong đó các tín hiệu điều khiển tạo cấu hình nhiều công tắc trong nhiều trình điều khiển đường truyền sao cho mỗi dây của liên kết 3 dây được nối với một hoặc nhiều mức điện áp thông qua một hoặc nhiều điện trở trong mỗi khoảng thời gian truyền ký hiệu.

7. Máy theo điểm 6, trong đó nhiều công tắc được tạo cấu hình trong mỗi khoảng thời gian truyền ký hiệu sao cho mỗi sự kết hợp của các điện trở được nối với một dây của liên kết 3 dây khớp với trở kháng đặc trưng của liên kết 3 dây.



8. Máy truyền thông dữ liệu bao gồm:

nhiều trình điều khiển đường truyền được tạo cấu hình để ghép nối máy với liên kết 3 dây;

bộ mã hóa dữ liệu được tạo cấu hình để sử dụng sự kết hợp của mã hóa 3 pha và điều chế biên độ xung để mã hóa ít nhất 3 bit dữ liệu nhị phân trong mỗi lần chuyển tiếp giữa hai ký hiệu được truyền liên tiếp bởi nhiều trình điều khiển đường truyền qua liên kết 3 dây,

trong đó mỗi ký hiệu được truyền qua liên kết 3 dây xác định các trạng thái báo hiệu của liên kết 3 dây trong khoảng thời gian truyền ký hiệu được kết hợp sao cho mỗi dây của liên kết 3 dây ở trong trạng thái báo hiệu khác với các dây còn lại của liên kết 3 dây trong khoảng thời gian truyền ký hiệu được kết hợp, và

trong đó mỗi cặp ký hiệu được truyền liên tiếp bao gồm hai ký hiệu khác nhau; và

bộ mã hóa trạng thái dây được tạo cấu hình để nhận chuỗi ký hiệu từ bộ mã hóa dữ liệu, và để cung cấp các tín hiệu điều khiển cho nhiều trình điều khiển đường truyền mà khiến cho mỗi trong số nhiều trình điều khiển đường truyền điều khiển một dây của liên kết 3 dây sang trạng thái báo hiệu được xác định bởi chuỗi ký hiệu, trong đó các tín hiệu điều khiển tạo cấu hình nhiều công tắc trong nhiều trình điều khiển đường truyền sao cho mỗi dây của liên kết 3 dây được nối với trình điều khiển dòng điện mà cung cấp dòng điện trong mỗi dây, dòng điện có cường độ được xác định bởi ký hiệu được truyền trong khoảng thời gian truyền ký hiệu tương ứng.

9. Máy theo điểm 8, trong đó mỗi dây của liên kết 3 dây được nối với điện trở mà khớp với trở kháng đặc trưng của liên kết 3 dây.

10. Phương pháp truyền thông dữ liệu, phương pháp này bao gồm các bước:

truyền nhiều ký hiệu qua liên kết 3 dây, trong đó mỗi ký hiệu xác định các trạng thái báo hiệu của liên kết 3 dây trong khoảng thời gian truyền ký hiệu được kết hợp sao cho mỗi dây của liên kết 3 dây ở trong trạng thái báo hiệu khác với các dây còn lại của liên kết 3 dây trong khoảng thời gian truyền ký hiệu được kết hợp;

mã hóa ít nhất 3 bit dữ liệu nhị phân trong mỗi lần chuyển tiếp giữa hai ký hiệu mà

được truyền liên tiếp qua liên kết 3 dây sử dụng sự kết hợp của việc mã hóa 3 pha và điều chế biên độ xung, trong đó mỗi cặp ký hiệu được truyền liên tiếp bao gồm hai ký hiệu khác nhau; và

cung cấp ký hiệu thứ nhất để truyền qua liên kết 3 dây,

trong đó ký hiệu thứ nhất được lựa chọn từ tập 12 ký hiệu khi sơ đồ mã hóa thứ nhất được sử dụng, trong đó ký hiệu thứ nhất được lựa chọn từ tập 18 ký hiệu khi sơ đồ mã hóa thứ hai được sử dụng, và trong đó ký hiệu thứ nhất được lựa chọn từ tập 42 ký hiệu khi sơ đồ mã hóa thứ ba được sử dụng.

11. Phương pháp theo điểm 10, trong đó ít nhất một ký hiệu được truyền qua liên kết 3 dây xác định các luồng dòng điện khác 0 đối với mỗi dây của liên kết 3 dây, và trong đó tổng của các luồng dòng điện khác 0 là 0.

12. Phương pháp theo điểm 10, trong đó các trạng thái báo hiệu được xác định cho các dây của liên kết 3 dây gồm ít nhất 5 mức điện áp hoặc dòng điện, và trong đó ít nhất một ký hiệu được truyền qua liên kết 3 dây xác định mức điện áp hoặc dòng điện đối với mỗi dây của liên kết 3 dây mà ở trên hoặc dưới mức điện áp ở giữa trong số ít nhất 5 mức điện áp hoặc dòng điện.

13. Phương pháp theo điểm 10, phương pháp này còn bao gồm bước:

truyền ký hiệu thứ hai qua liên kết 3 dây, trong đó ký hiệu thứ hai được lựa chọn từ tập các ký hiệu có sẵn mà loại trừ ký hiệu thứ nhất.

14. Phương pháp theo điểm 10, phương pháp này còn bao gồm bước:

cung cấp các tín hiệu điều khiển cho nhiều trình điều khiển đường truyền mà khiến cho mỗi trong số nhiều trình điều khiển đường truyền điều khiển một dây của liên kết 3 dây sang trạng thái báo hiệu được xác định bởi ký hiệu được truyền trong khoảng thời gian truyền ký hiệu.

15. Phương pháp theo điểm 14, trong đó các tín hiệu điều khiển tạo cấu hình nhiều công tắc trong nhiều trình điều khiển đường truyền sao cho mỗi dây của liên kết 3 dây được nối với một hoặc nhiều mức điện áp thông qua một hoặc nhiều điện trở trong mỗi khoảng thời gian truyền ký hiệu.

16. Phương pháp theo điểm 15, trong đó nhiều công tắc được tạo cấu hình trong mỗi khoảng thời gian truyền ký hiệu sao cho mỗi sự kết hợp của các điện trở được nối với một dây của liên kết 3 dây khớp với trở kháng đặc trưng của liên kết 3 dây.

17. Phương pháp theo điểm 14, trong đó các tín hiệu điều khiển tạo cấu hình nhiều công tắc trong nhiều trình điều khiển đường truyền sao cho mỗi dây của liên kết 3 dây được nối với trình điều khiển dòng điện mà cung cấp dòng điện trong mỗi dây, dòng điện có cường độ được xác định bởi ký hiệu được truyền trong khoảng thời gian truyền ký hiệu tương ứng của nó.

18. Phương pháp theo điểm 17, trong đó các điện trở được nối với liên kết 3 dây khớp với trở kháng đặc trưng của liên kết 3 dây.

19. Phương tiện lưu trữ bất biến đọc được bằng bộ xử lý bao gồm mã để:

truyền nhiều ký hiệu qua liên kết 3 dây, trong đó mỗi ký hiệu xác định các trạng thái báo hiệu của liên kết 3 dây trong khoảng thời gian truyền ký hiệu được kết hợp sao cho mỗi dây của liên kết 3 dây ở trong trạng thái báo hiệu khác với các dây còn lại của liên kết 3 dây trong khoảng thời gian truyền ký hiệu được kết hợp;

mã hóa ít nhất 3 bit dữ liệu nhị phân trong mỗi lần chuyển tiếp giữa hai ký hiệu mà được truyền liên tiếp qua liên kết 3 dây sử dụng sự kết hợp của việc mã hóa 3 pha và điều chế biên độ xung, trong đó mỗi cặp ký hiệu được truyền liên tiếp bao gồm hai ký hiệu khác nhau;

cung cấp ký hiệu thứ nhất để truyền qua liên kết 3 dây, trong đó ký hiệu thứ nhất được lựa chọn từ tập 12 ký hiệu khi sơ đồ mã hóa thứ nhất được sử dụng, trong đó ký hiệu thứ nhất được lựa chọn từ tập 18 ký hiệu khi sơ đồ mã hóa thứ hai được sử dụng, và trong đó ký hiệu thứ nhất được lựa chọn từ tập 42 ký hiệu khi sơ đồ mã hóa thứ ba được sử dụng; và

truyền ký hiệu thứ hai qua liên kết 3 dây, trong đó ký hiệu thứ hai được lựa chọn từ tập các ký hiệu có sẵn mà loại trừ ký hiệu thứ nhất.

20. Phương tiện lưu trữ theo điểm 19, trong đó ít nhất một ký hiệu được truyền qua liên kết 3 dây xác định các luồng dòng điện khác 0 đối với mỗi dây của liên kết 3 dây, và trong đó tổng của các luồng dòng điện khác 0 là 0.

21. Phương tiện lưu trữ theo điểm 19, trong đó các trạng thái báo hiệu của các dây của liên kết 3 dây gồm ít nhất 5 mức điện áp hoặc dòng điện, và trong đó ít nhất một ký hiệu được truyền qua liên kết 3 dây xác định mức điện áp hoặc dòng điện cho mỗi dây của liên kết 3 dây mà ở trên hoặc dưới mức điện áp ở giữa trong số ít nhất 5 mức điện áp hoặc dòng điện.

22. Phương tiện lưu trữ theo điểm 19 còn bao gồm mã để:

cung cấp các tín hiệu điều khiển cho nhiều trình điều khiển đường truyền mà khiến cho mỗi trong số nhiều trình điều khiển đường truyền điều khiển một dây của liên kết 3 dây sang trạng thái báo hiệu được xác định bởi ký hiệu được truyền trong khoảng thời gian truyền ký hiệu,

trong đó các tín hiệu điều khiển tạo cấu hình nhiều công tắc trong nhiều trình điều khiển đường truyền sao cho mỗi dây của liên kết 3 dây được nối với một hoặc nhiều mức điện áp thông qua một hoặc nhiều điện trở trong mỗi khoảng thời gian truyền ký hiệu, và

trong đó nhiều công tắc được tạo cấu hình trong mỗi khoảng thời gian truyền ký hiệu sao cho mỗi sự kết hợp của các điện trở được nối với một dây của liên kết 3 dây khớp với trở kháng đặc trưng của liên kết 3 dây.

23. Phương tiện lưu trữ theo điểm 19 còn bao gồm mã để:

cung cấp các tín hiệu điều khiển cho nhiều trình điều khiển đường truyền mà khiến cho mỗi trong số nhiều trình điều khiển đường truyền điều khiển một dây của liên kết 3 dây sang trạng thái báo hiệu được xác định bởi chuỗi ký hiệu,

trong đó các tín hiệu điều khiển tạo cấu hình nhiều công tắc trong nhiều trình điều

khởi đường truyền sao cho mỗi dây của liên kết 3 dây được nối với trình điều khiển dòng điện mà cung cấp dòng điện trong mỗi dây, dòng điện có cường độ được xác định bởi ký hiệu được truyền trong khoảng thời gian truyền ký hiệu tương ứng của nó.

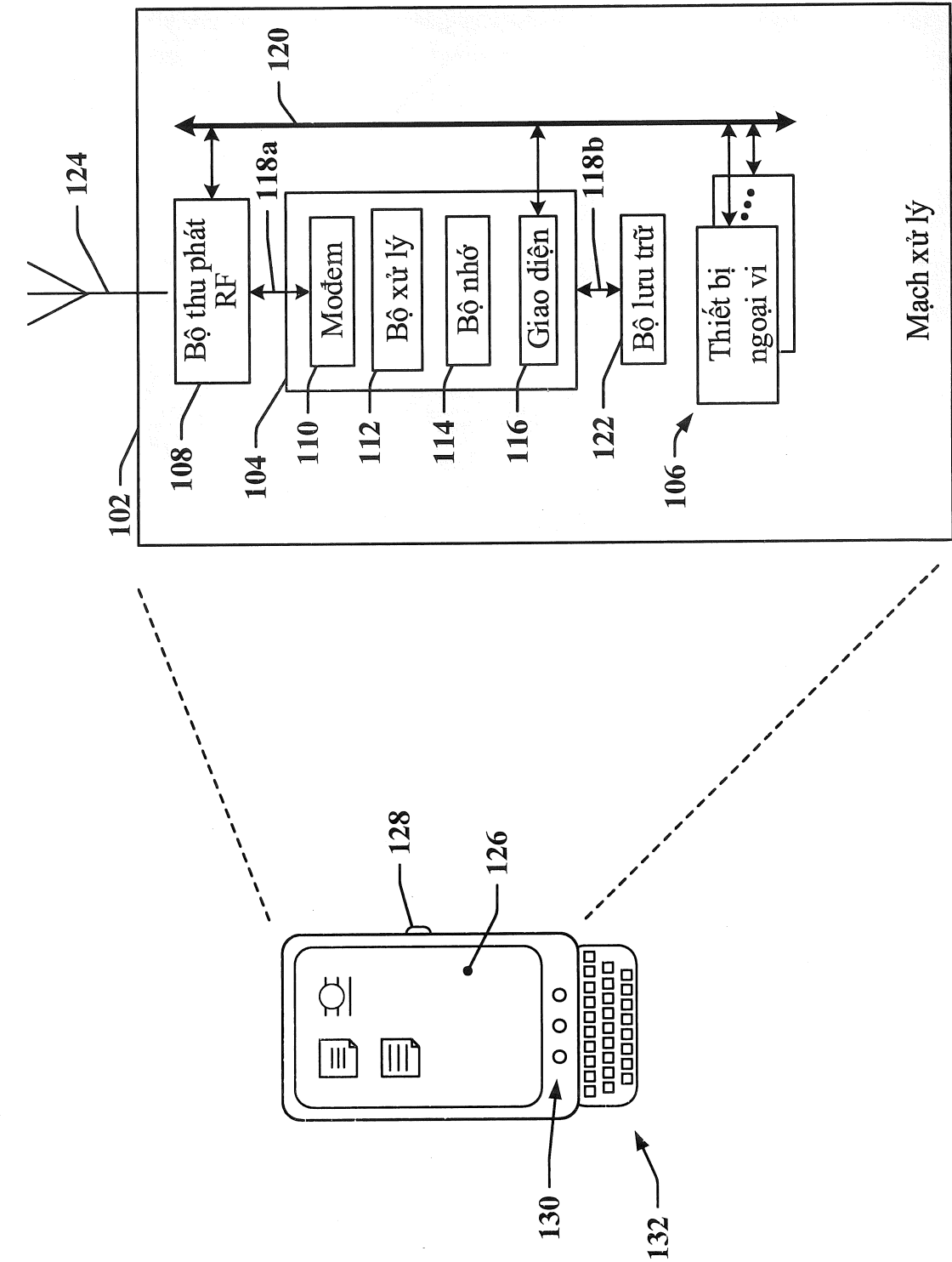


FIG. 1

200 →

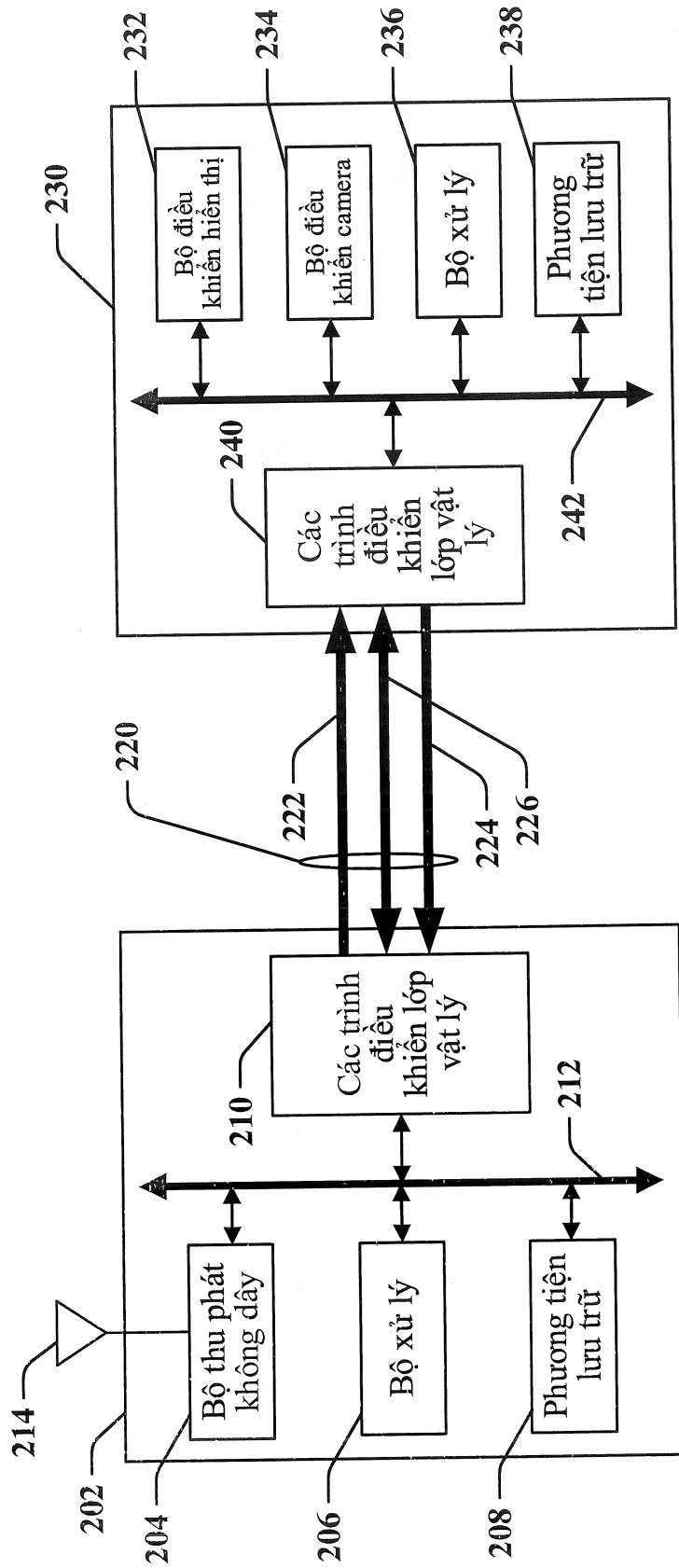


FIG. 2

3/27

300 ↗

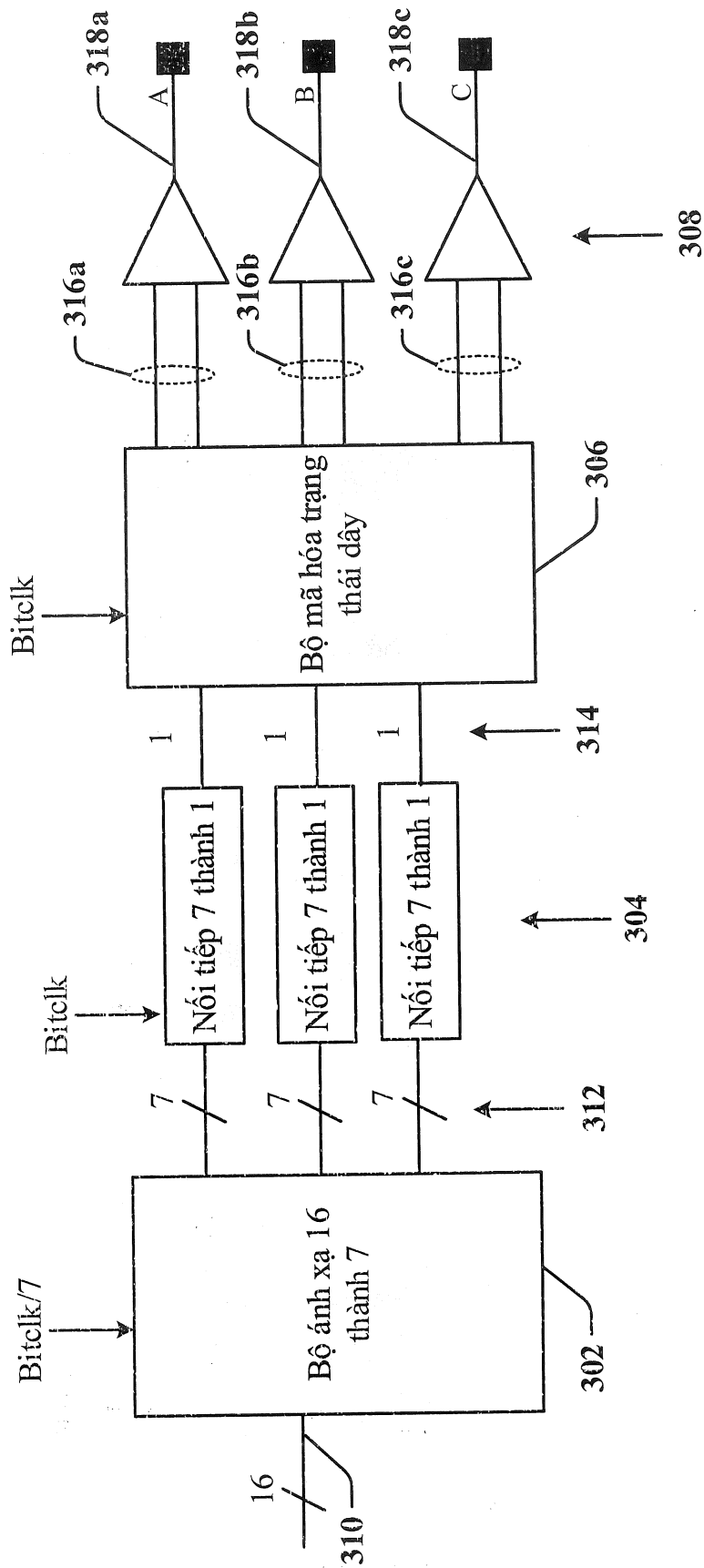
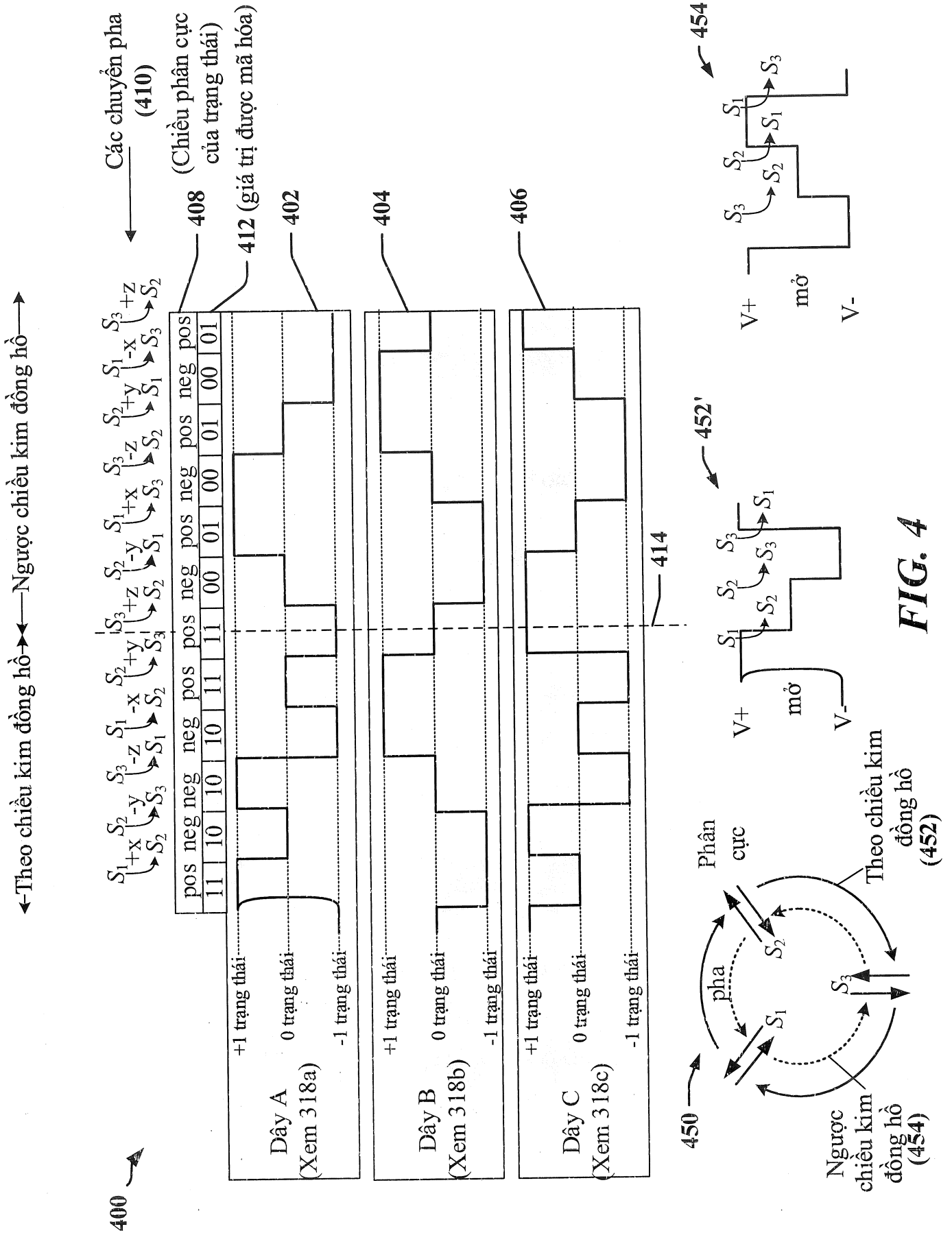


FIG. 3





5/27

500 →

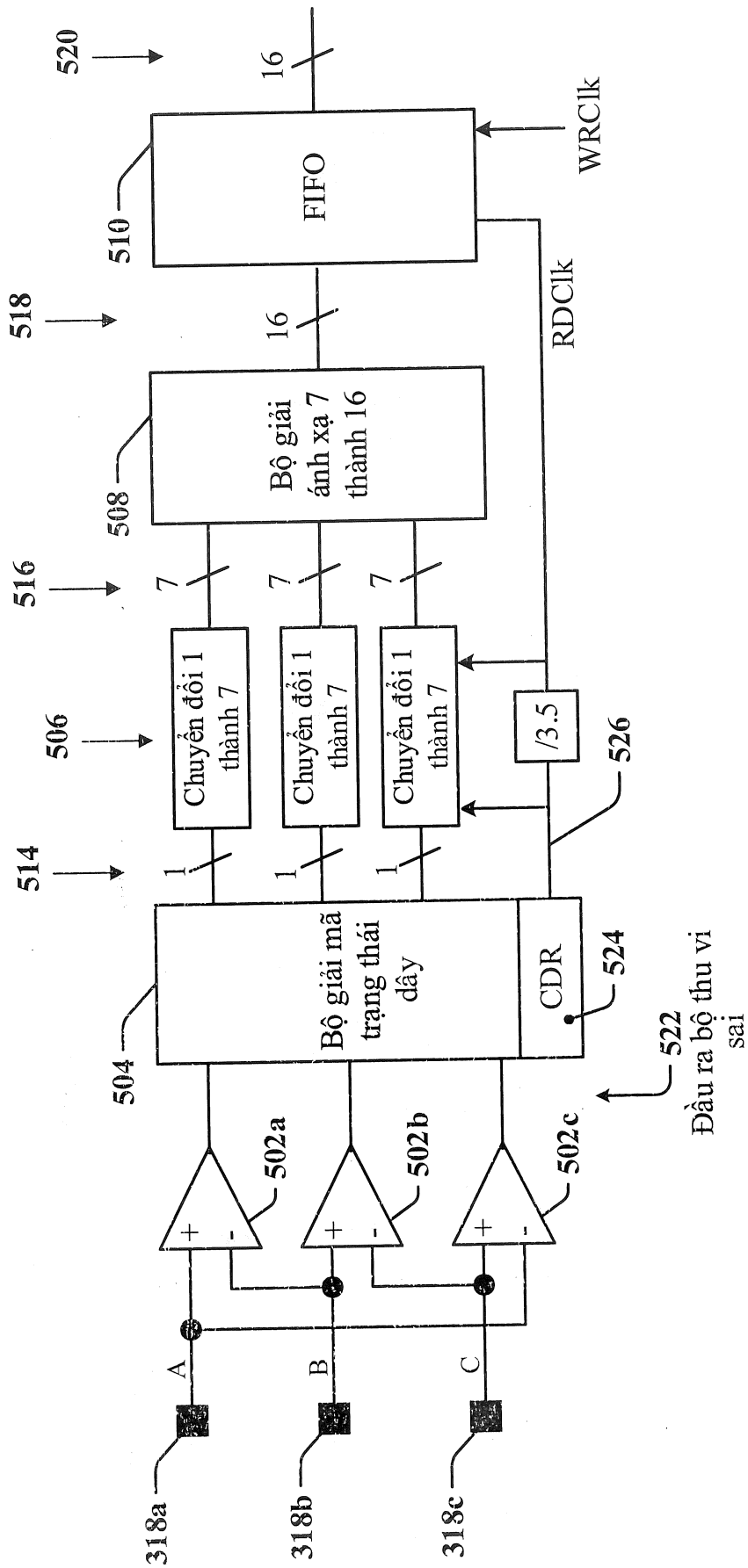


FIG. 5

6/27

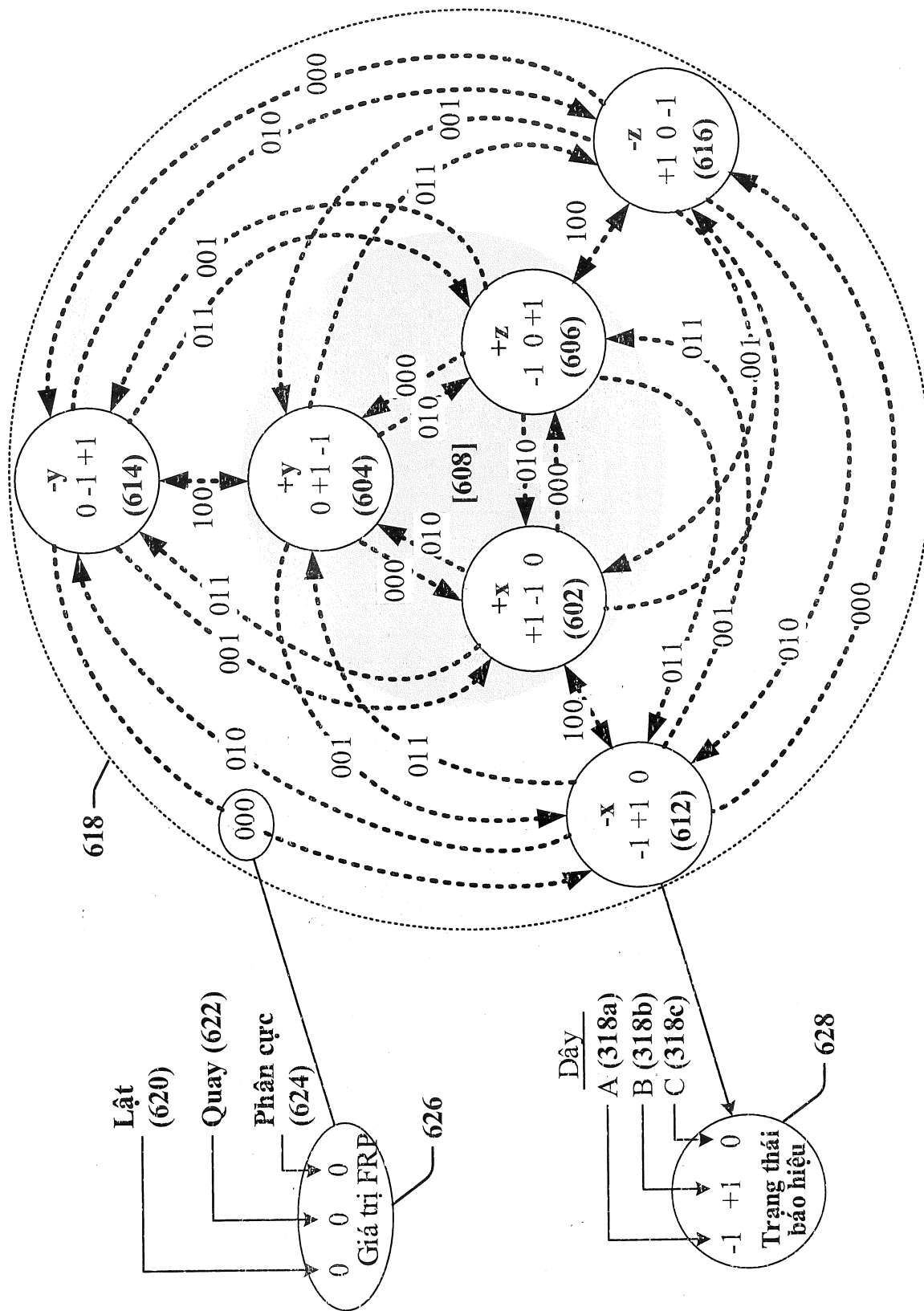


FIG. 6

600 ↗

7/27

700 →

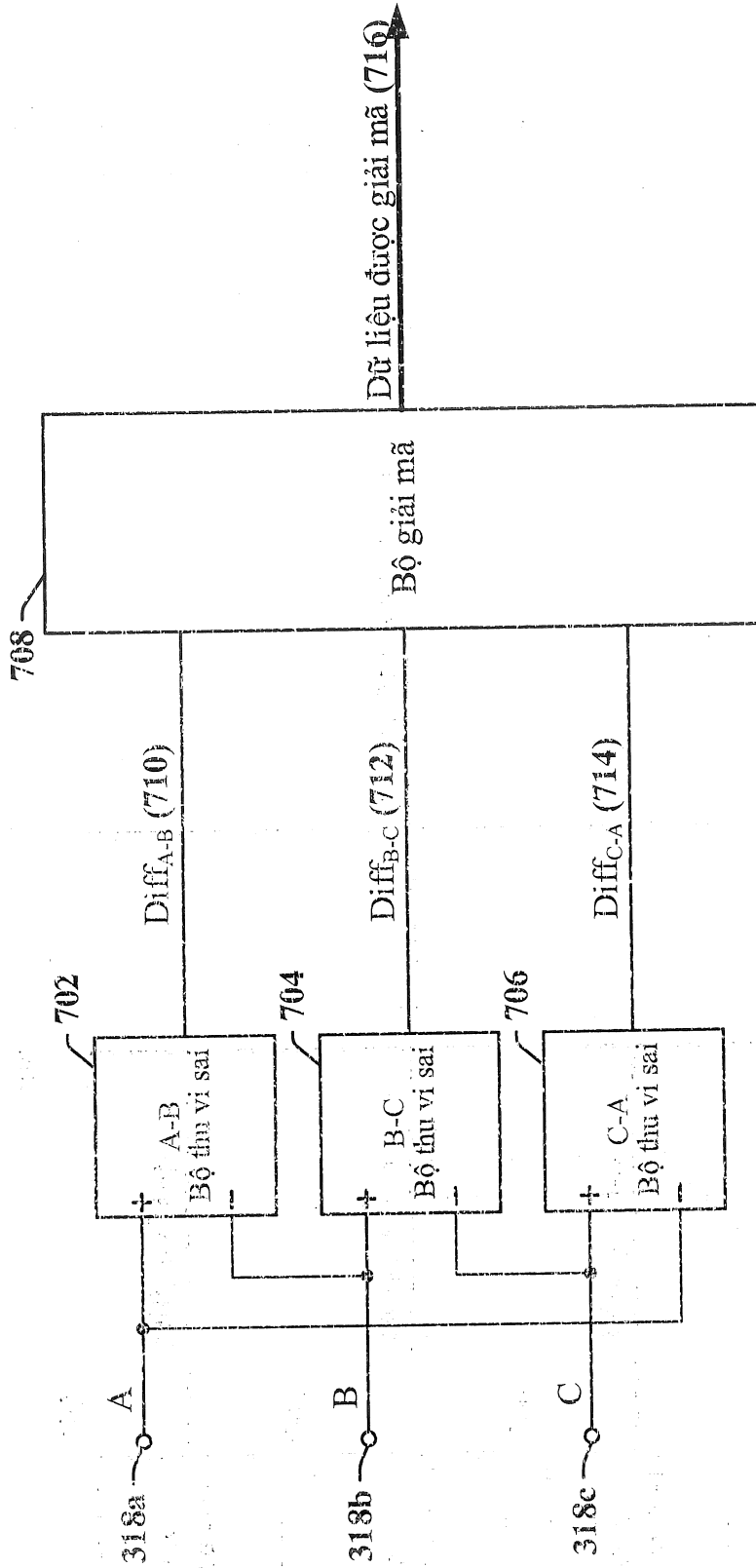
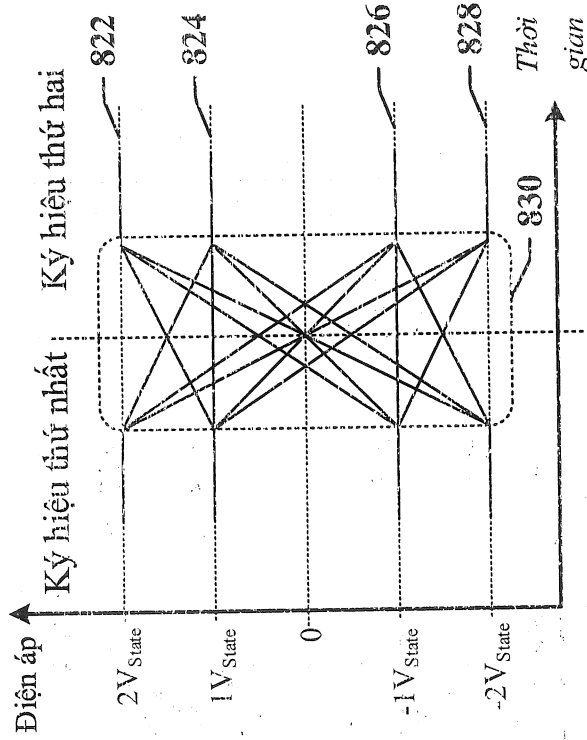


FIG. 7

8/27

820 →

**Các lần chuyển tiếp ở đầu ra của bộ thu vi sai C-PHY (702, 704 hoặc 706)**

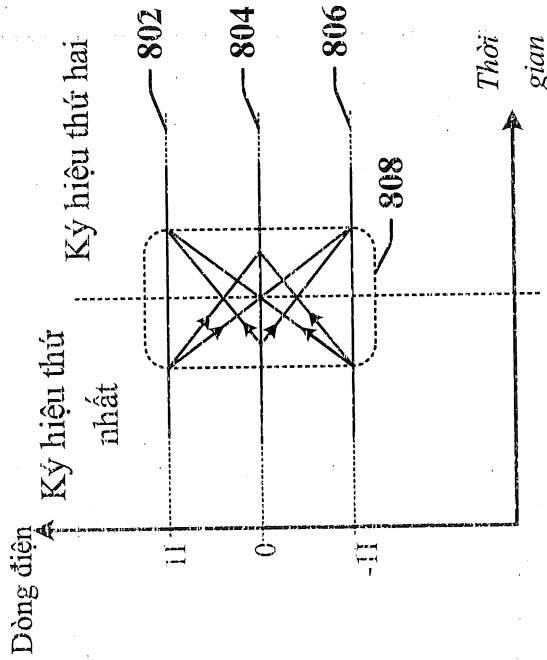


840 →

	Diff <sub>A,B</sub>	Diff <sub>B,C</sub>	Diff <sub>C,A</sub>
+X	+2V	-1V	-1V
-X	-2V	+1V	+1V
+Y	-1V	+2V	-1V
-Y	+1V	-2V	+1V
+Z	-1V	-1V	+2V
-Z	+1V	+1V	-2V

800 →

**Các lần chuyển tiếp trên Dây của Giao diện C-PHY**



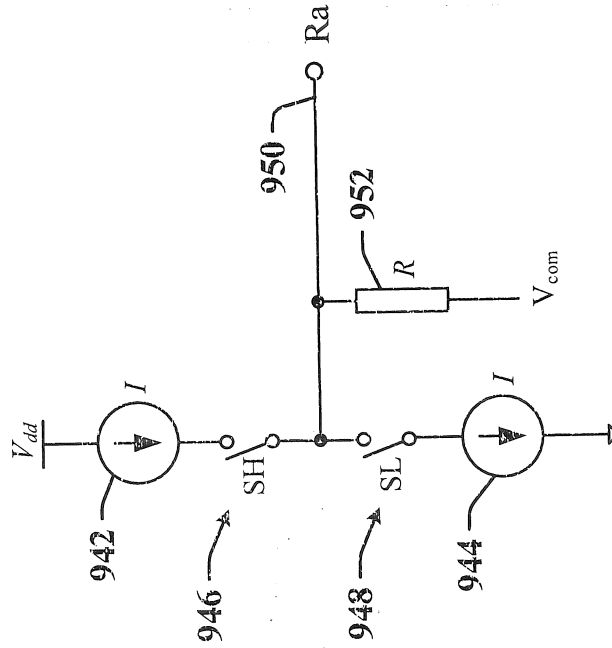
810 →

	A	B	C
+X	+I	-I	0
-X	-I	+I	0
+Y	0	+I	-I
-Y	0	-I	+I
+Z	-I	0	+I
-Z	+I	0	-I

**FIG. 8**

9/27

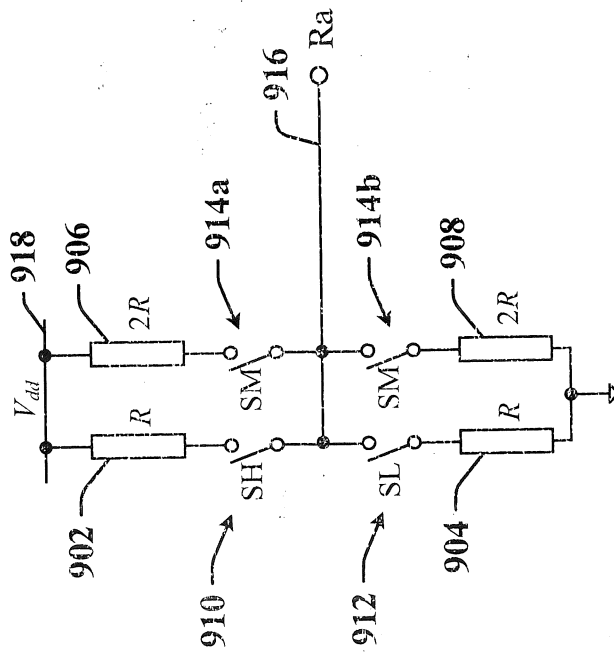
940 →  
Trình điều khiển chế độ dòng điện



960 →

	SH	SL	Trạng thái đầu ra
Trạng thái 3	1	0	Cao
Trạng thái 2	0	1	Thấp
Trạng thái 1	1	1	Trung bình

900 →  
Trình điều khiển chế độ điện áp



920 →

	SH	SL	SM	Trạng thái đầu ra
Trạng thái 3	1	0	0	Cao
Trạng thái 2	0	1	0	Thấp
Trạng thái 1	0	0	1	Trung bình

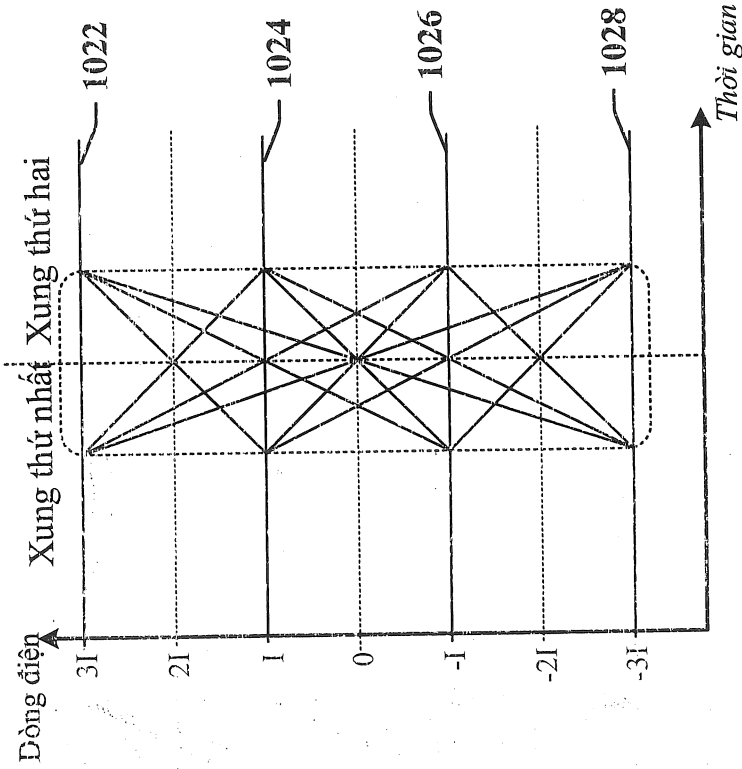
FIG. 9

10/27

1020 ↗

1000 ↗

Các trạng thái và chuyển tiếp PAM-4



Trình điều khiển PAM-4

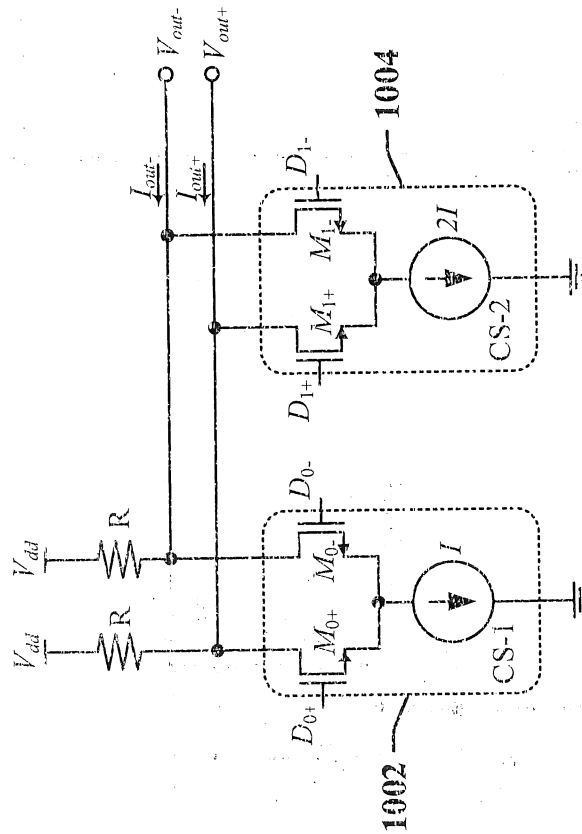


FIG. 10

11/27

1100 ↗

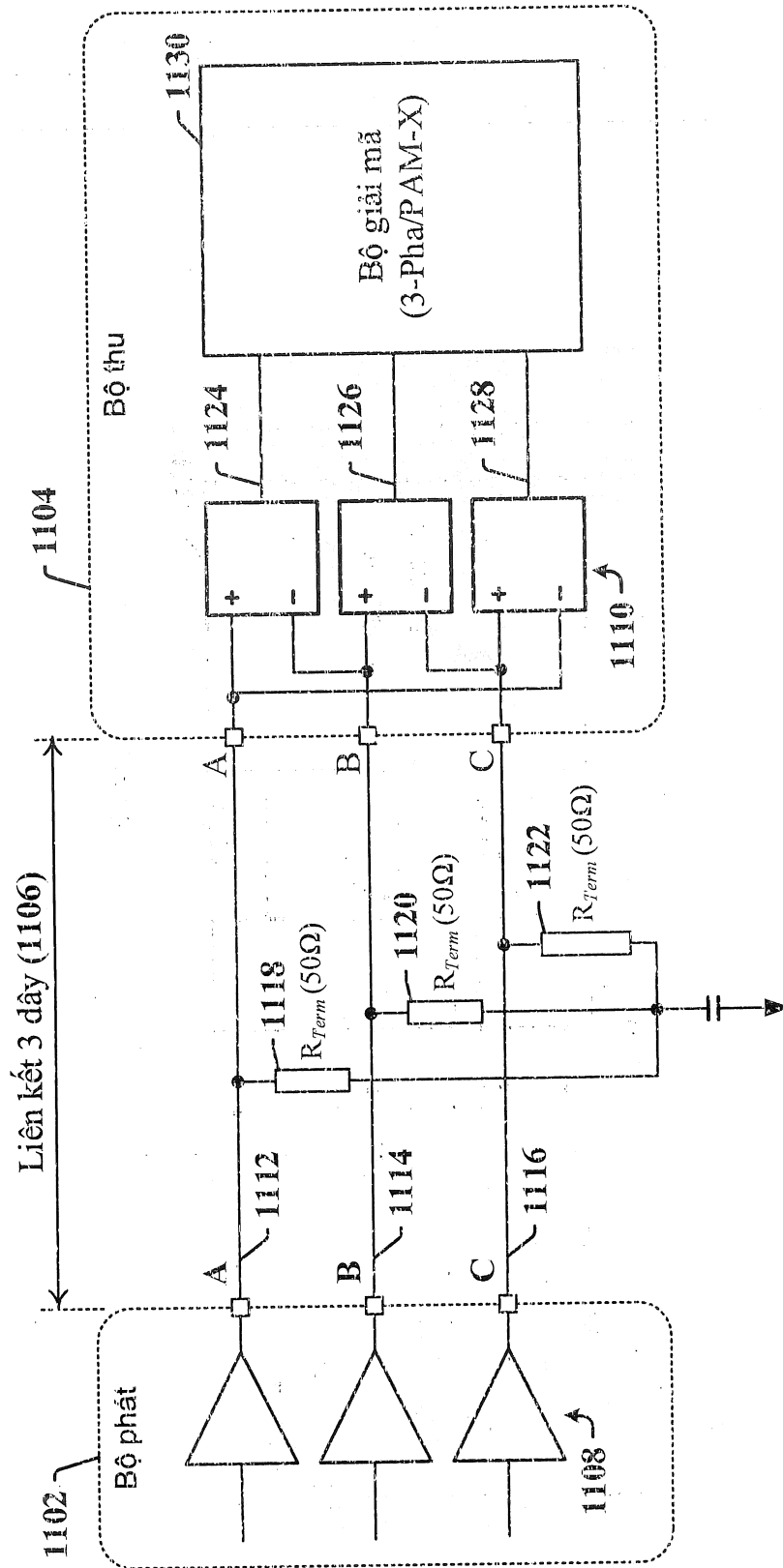
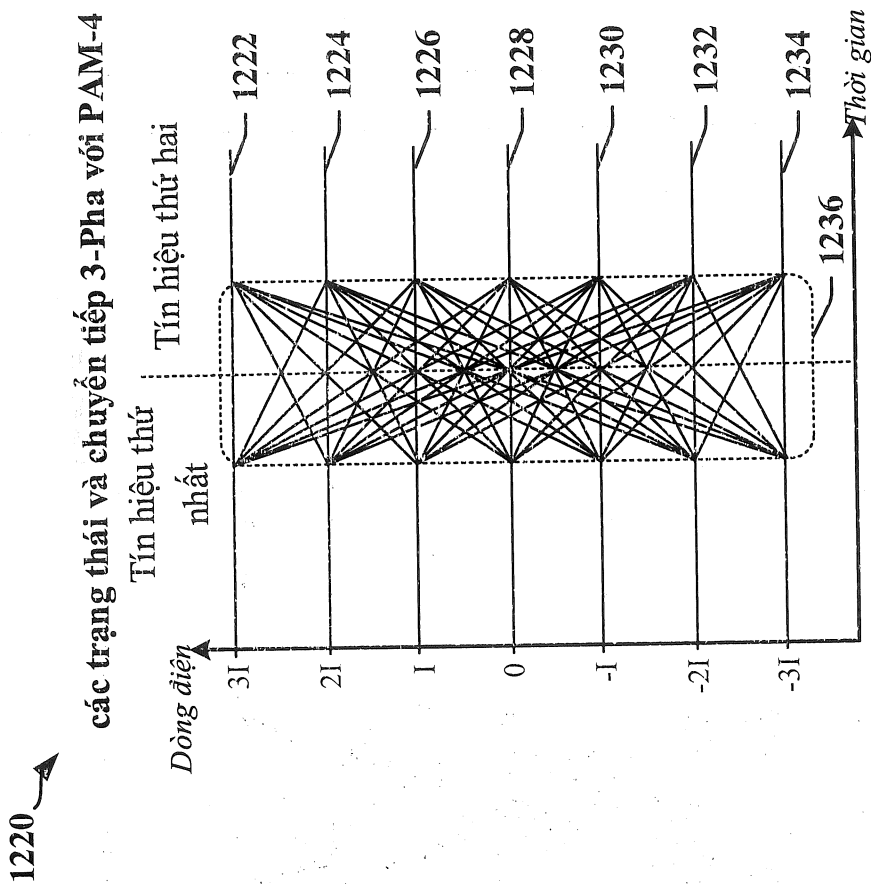


FIG. 11



12/27



1200 →

**Các ký hiệu 3-Pha + PAM-4**

Dây / Ký hiệu	A (1112)	B (1114)	C (1116)
S1	3I	0	-3I
S2	-3I	0	3I
S3	0	3I	-3I
S4	0	-3I	3I
S5	3I	-3I	0
S6	-3I	3I	0
S7	3I	-I	-2I
S8	3I	-2I	-I
S9	-I	3I	-2I
S10	-2I	3I	-I
S11	-I	-2I	3I
S12	-2I	-I	3I
S13	-3I	I	2I
S14	-3I	2I	I
S15	I	-3I	2I
S16	2I	-3I	I
S17	I	2I	-3I
S18	2I	I	-3I

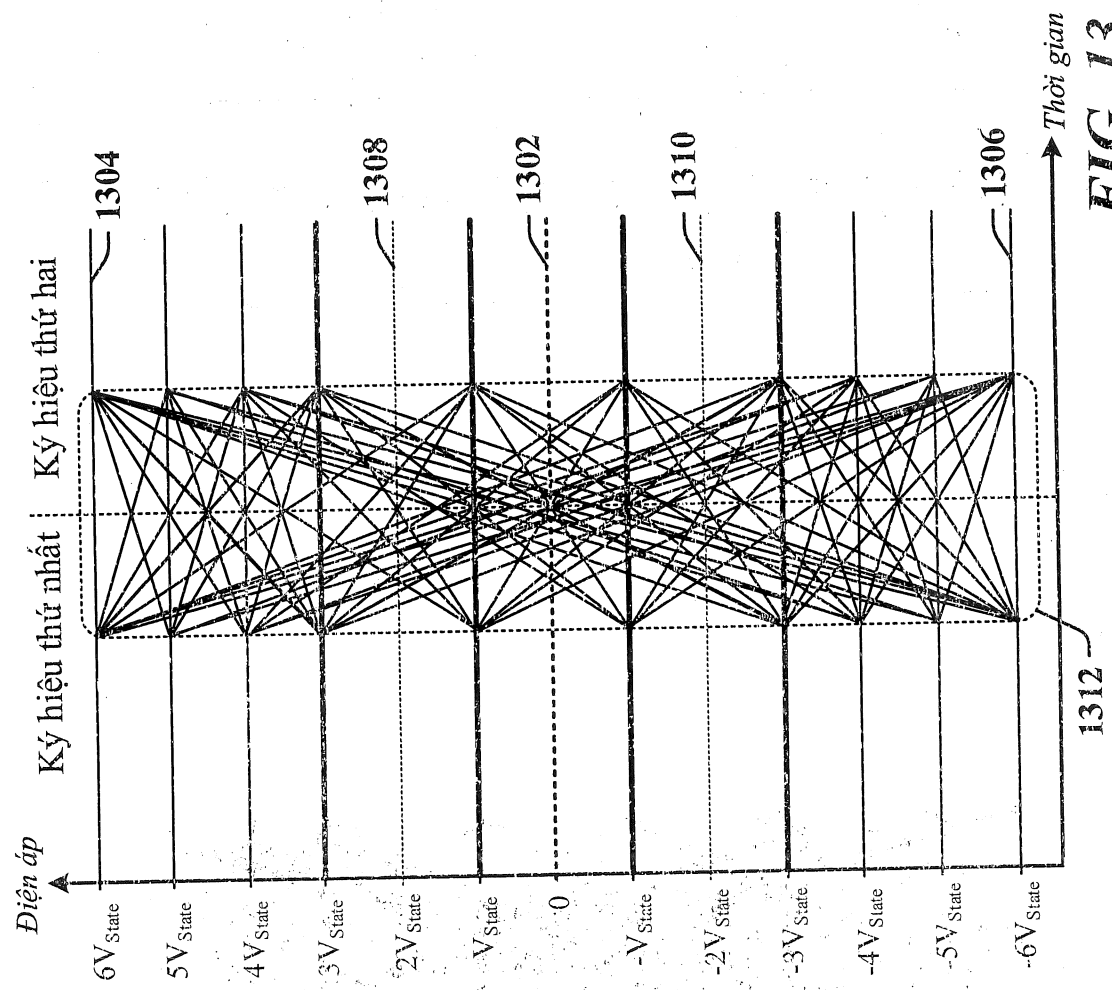
**FIG. 12**

**Các tín hiệu vi sai 3-Pha + PAM-4**

Khác biệt / Ký hiệu	A-B (1124)	B-C (1126)	C-A (1128)
S1	3V State	3V State	-6V State
S2	-3V State	-3V State	6V State
S3	-3V State	6V State	-3V State
S4	3V State	-6V State	3V State
S5	6V State	-3V State	-3V State
S6	-6V State	3V State	3V State
S7	4V State	V State	-5V State
S8	5V State	-V State	-4V State
S9	-4V State	5V State	-V State
S10	-5V State	4V State	V State
S11	V State	-5V State	4V State
S12	-V State	-4V State	5V State
S13	-4V State	-V State	5V State
S14	-5V State	V State	4V State
S15	4V State	-5V State	V State
S16	5V State	-4V State	-V State
S17	-V State	5V State	-4V State
S18	V State	4V State	-5V State

1320

1300 Các lần chuyển tiếp ở O/P bộ thu vi sai



Thời gian  
**FIG. 13**

14/27

1400 →

Các ký hiệu 3-Pha + PAM-4

Ký hiệu	Dây				Tổng A+B+C
	A (1112)	B (1114)	C (1116)		
S1	3I	0	-3I	0	
S2	-3I	0	3I	0	
S3	0	3I	-3I	0	
S4	0	-3I	3I	0	
S5	3I	-3I	0	0	
S6	-3I	3I	0	0	
S7	3I	-I	-2I	0	
S8	3I	-2I	-I	0	
S9	-I	3I	-2I	0	
S10	-2I	3I	-I	0	
S11	-I	-2I	3I	0	
S12	-2I	-I	3I	0	
S13	-3I	I	2I	0	
S14	-3I	2I	I	0	
S15	I	-3I	2I	0	
S16	2I	-3I	I	0	
S17	I	2I	-3I	0	
S18	2I	I	-3I	0	

Nhóm I  
(1402)

Nhóm II  
(1404)

FIG. 14

15/27

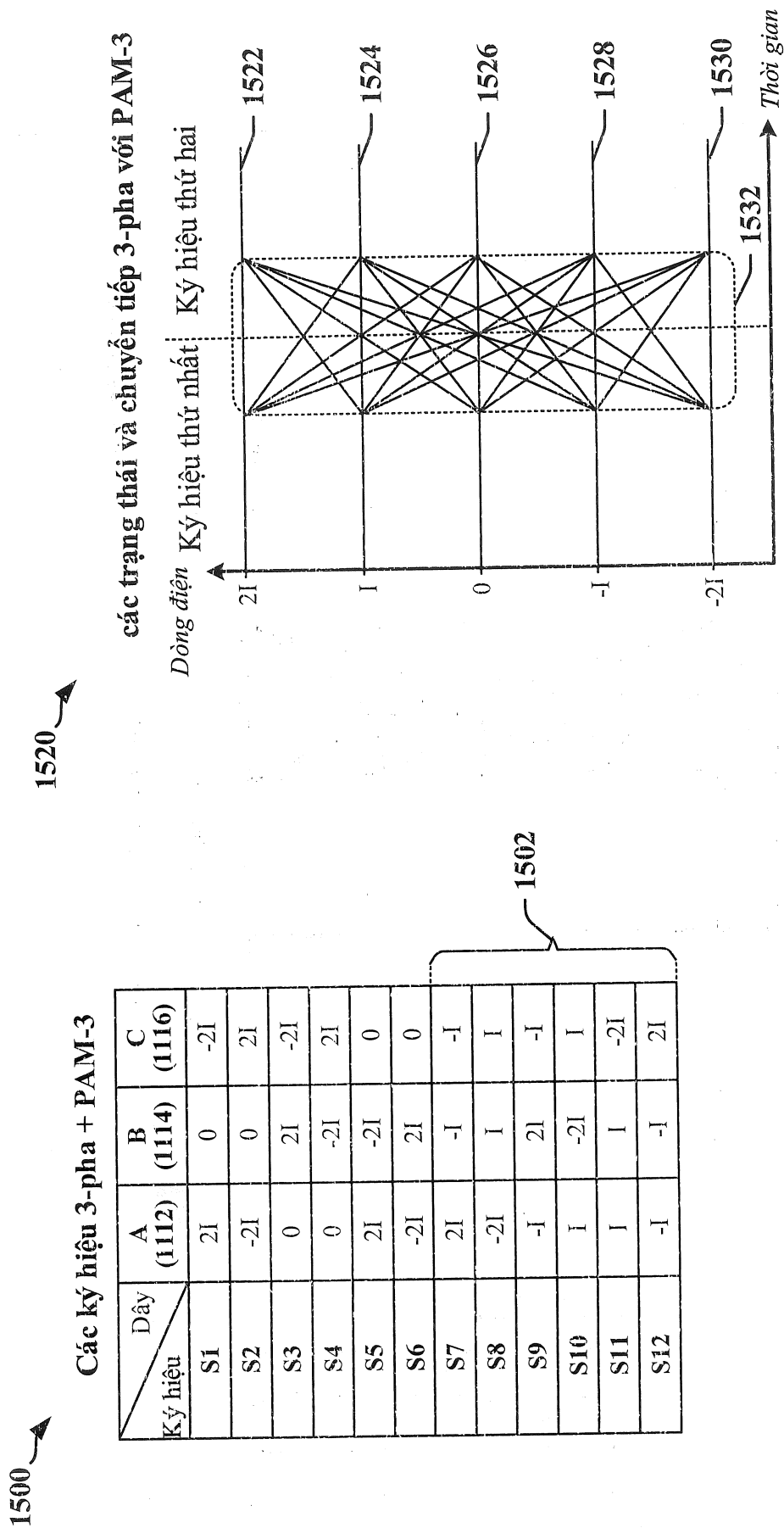
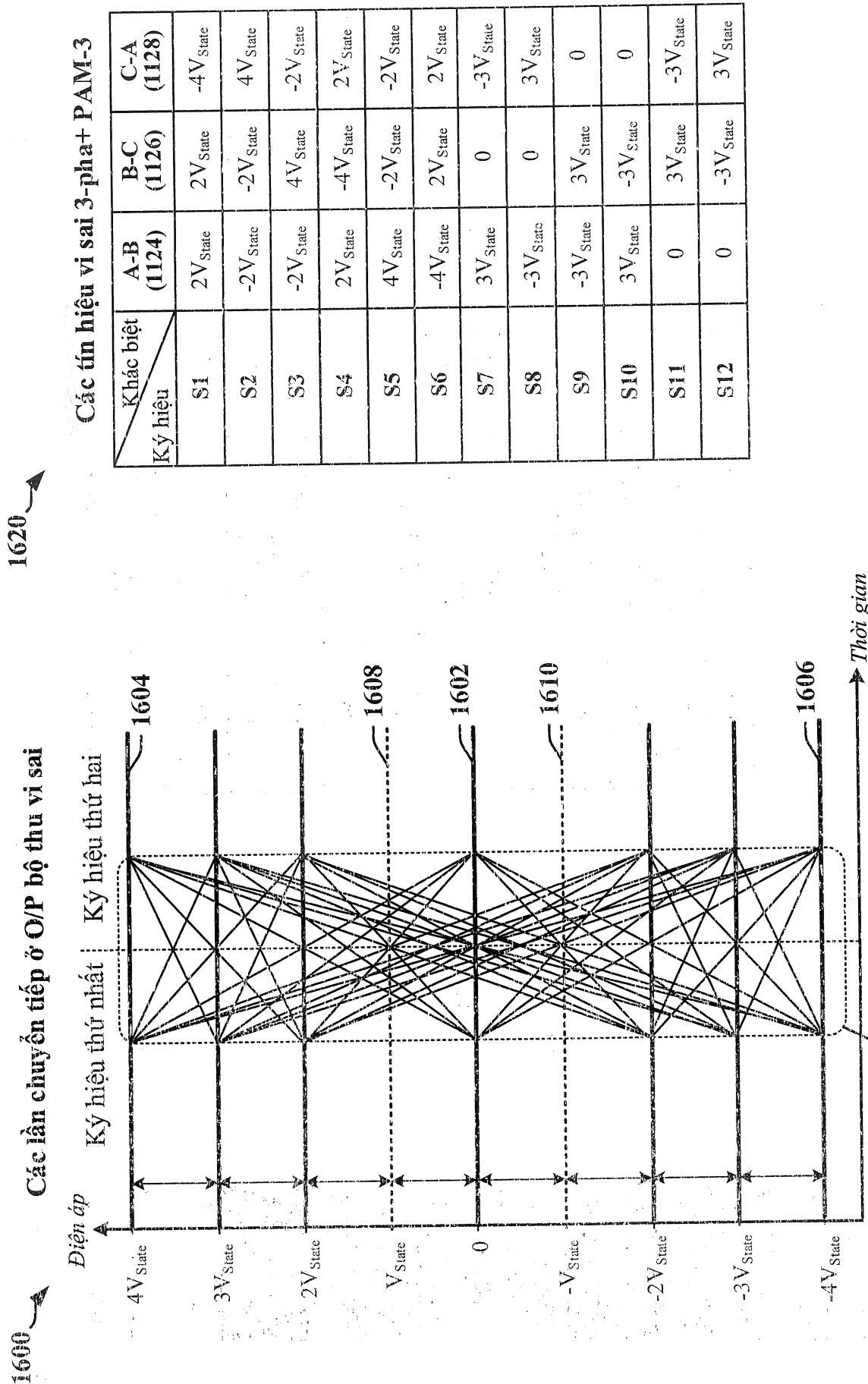


FIG. 15



**FIG. 16**

**Các tín hiệu vi sai 3-pha+ PAM-3**

Khác biệt Ký hiệu	A-B (1124)	B-C (1126)	C-A (1128)
S1	2V <sub>State</sub>	2V <sub>State</sub>	-4V <sub>State</sub>
S2	-2V <sub>State</sub>	-2V <sub>State</sub>	4V <sub>State</sub>
S3	-2V <sub>State</sub>	4V <sub>State</sub>	-2V <sub>State</sub>
S4	2V <sub>State</sub>	-4V <sub>State</sub>	2V <sub>State</sub>
S5	4V <sub>State</sub>	-2V <sub>State</sub>	-2V <sub>State</sub>
S6	-4V <sub>State</sub>	2V <sub>State</sub>	2V <sub>State</sub>
S7	3V <sub>State</sub>	0	-3V <sub>State</sub>
S8	-3V <sub>State</sub>	0	3V <sub>State</sub>
S9	-3V <sub>State</sub>	3V <sub>State</sub>	0
S10	3V <sub>State</sub>	-3V <sub>State</sub>	0
S11	0	3V <sub>State</sub>	-3V <sub>State</sub>
S12	0	-3V <sub>State</sub>	3V <sub>State</sub>

1620

1600

17/27

Các ký hiệu 3-Pha+ PAM-3

Ký hiệu	Dây	A			B			C			Tổng		
		(1112)			(1114)			(1116)			A+B+C		
S1		2I	0	-2I	0	0	2I	0	-2I	0	0	0	0
S2		-2I	0	2I	0	0	2I	0	2I	0	0	0	0
S3		0	0	2I	2I	0	-2I	-2I	0	0	0	0	0
S4		0	0	-2I	-2I	0	2I	2I	0	0	0	0	0
S5		2I	2I	0	-2I	-2I	0	0	0	0	0	0	0
S6		-2I	-2I	0	2I	2I	0	0	0	0	0	0	0
S7		2I	2I	0	-I	-I	0	-I	-I	0	0	0	0
S8		-2I	-2I	0	I	I	0	I	I	0	0	0	0
S9		-I	-I	0	2I	2I	0	-I	-I	0	0	0	0
S10		I	I	0	-2I	-2I	0	I	I	0	0	0	0
S11		I	I	0	I	I	0	-2I	-2I	0	0	0	0
S12		-I	-I	0	-I	-I	0	2I	2I	0	0	0	0

Nhóm I (1702)                      Nhóm II (1704)

FIG. 17

18/27

1800

## các ký hiệu 3-Pha+ PAM-8

Ký hiệu	Dây	A (1112)	B (1114)	C (1116)	Tổng A+B+C
	S1		7I	-7I	0
S2		-7I	7I	0	0
S3		7I	0	-7I	0
S4		-7I	0	7I	0
S5		0	7I	-7I	0
S6		0	-7I	7I	0
S7		7I	-6I	-I	0
S8		7I	-I	-6I	0
S9		-6I	7I	-I	0
S10		-I	7I	-6I	0
S11		-6I	-I	7I	0
S12		-I	-6I	7I	0
S13		-7I	6I	I	0
S14		-7I	I	6I	0
S15		6I	-7I	I	0
S16		I	-7I	6I	0
S17		6I	I	-7I	0
S18		I	6I	-7I	0
S19		7I	-5I	-2I	0
S20		7I	-2I	-5I	0
S21		-5I	7I	-2I	0
S22		-2I	7I	-5I	0
S23		-5I	-2I	7I	0
S24		-2I	-5I	7I	0
S25		-7I	5I	2I	0
S26		-7I	2I	5I	0
S27		5I	-7I	2I	0
S28		2I	-7I	5I	0
S29		5I	2I	-7I	0
S30		2I	5I	-7I	0
S31		7I	-4I	-3I	0
S32		7I	-3I	-4I	0
S33		-4I	7I	-3I	0
S34		-3I	7I	-4I	0
S35		-4I	-3I	7I	0
S36		-3I	-4I	7I	0
S37		-7I	4I	3I	0
S38		-7I	3I	4I	0
S39		4I	-7I	3I	0
S40		3I	-7I	4I	0
S41		4I	3I	-7I	0
S42		-3I	4I	-7I	0

Nhóm I  
(1802)Nhóm II  
(1804)

FIG. 18

19/27

1900

## 3-Pha+PAM-8 – Các tín hiệu vi sai

Khác biệt Ký hiệu	A-B (1124)	B-C (1126)	C-A (1128)
S1	14V <sub>State</sub>	-7V <sub>State</sub>	-7V <sub>State</sub>
S2	-14V <sub>State</sub>	7V <sub>State</sub>	7V <sub>State</sub>
S3	7V <sub>State</sub>	7V <sub>State</sub>	-14V <sub>State</sub>
S4	-7V <sub>State</sub>	-7V <sub>State</sub>	14V <sub>State</sub>
S5	-7V <sub>State</sub>	14V <sub>State</sub>	-7V <sub>State</sub>
S6	7V <sub>State</sub>	-14V <sub>State</sub>	7V <sub>State</sub>
S7	13V <sub>State</sub>	-5V <sub>State</sub>	-8V <sub>State</sub>
S8	8V <sub>State</sub>	-7V <sub>State</sub>	-13V <sub>State</sub>
S9	-13V <sub>State</sub>	8V <sub>State</sub>	5V <sub>State</sub>
S10	-8V <sub>State</sub>	13V <sub>State</sub>	-5V <sub>State</sub>
S11	-5V <sub>State</sub>	-8V <sub>State</sub>	13V <sub>State</sub>
S12	5V <sub>State</sub>	-13V <sub>State</sub>	8V <sub>State</sub>
S13	-13V <sub>State</sub>	5V <sub>State</sub>	8V <sub>State</sub>
S14	-8V <sub>State</sub>	-5V <sub>State</sub>	13V <sub>State</sub>
S15	13V <sub>State</sub>	-8V <sub>State</sub>	-5V <sub>State</sub>
S16	8V <sub>State</sub>	-13V <sub>State</sub>	5V <sub>State</sub>
S17	5V <sub>State</sub>	8V <sub>State</sub>	-13V <sub>State</sub>
S18	-5V <sub>State</sub>	13V <sub>State</sub>	-8V <sub>State</sub>
S19	12V <sub>State</sub>	-3V <sub>State</sub>	-9V <sub>State</sub>
S20	9V <sub>State</sub>	3V <sub>State</sub>	-12V <sub>State</sub>
S21	-12V <sub>State</sub>	9V <sub>State</sub>	3V <sub>State</sub>
S22	-9V <sub>State</sub>	12V <sub>State</sub>	-3V <sub>State</sub>
S23	-3V <sub>State</sub>	-9V <sub>State</sub>	12V <sub>State</sub>
S24	3V <sub>State</sub>	-12V <sub>State</sub>	9V <sub>State</sub>
S25	-12V <sub>State</sub>	3V <sub>State</sub>	9V <sub>State</sub>
S26	-9V <sub>State</sub>	-3V <sub>State</sub>	12V <sub>State</sub>
S27	12V <sub>State</sub>	-9V <sub>State</sub>	-3V <sub>State</sub>
S28	9V <sub>State</sub>	-12V <sub>State</sub>	3V <sub>State</sub>
S29	3V <sub>State</sub>	9V <sub>State</sub>	-12V <sub>State</sub>
S30	-3V <sub>State</sub>	12V <sub>State</sub>	-9V <sub>State</sub>
S31	11V <sub>State</sub>	-V <sub>State</sub>	-10V <sub>State</sub>
S32	10V <sub>State</sub>	V <sub>State</sub>	-11V <sub>State</sub>
S33	-11V <sub>State</sub>	10V <sub>State</sub>	V <sub>State</sub>
S34	-10V <sub>State</sub>	11V <sub>State</sub>	-V <sub>State</sub>
S35	-V <sub>State</sub>	-10V <sub>State</sub>	11V <sub>State</sub>
S36	V <sub>State</sub>	-11V <sub>State</sub>	10V <sub>State</sub>
S37	-11V <sub>State</sub>	V <sub>State</sub>	10V <sub>State</sub>
S38	-10V <sub>State</sub>	-V <sub>State</sub>	11V <sub>State</sub>
S39	11V <sub>State</sub>	-10V <sub>State</sub>	-V <sub>State</sub>
S40	10V <sub>State</sub>	-11V <sub>State</sub>	V <sub>State</sub>
S41	V <sub>State</sub>	10V <sub>State</sub>	-11V <sub>State</sub>
S42	-V <sub>State</sub>	11V <sub>State</sub>	-10V <sub>State</sub>

FIG. 19



Kiến trúc bộ giải mã

2000 →

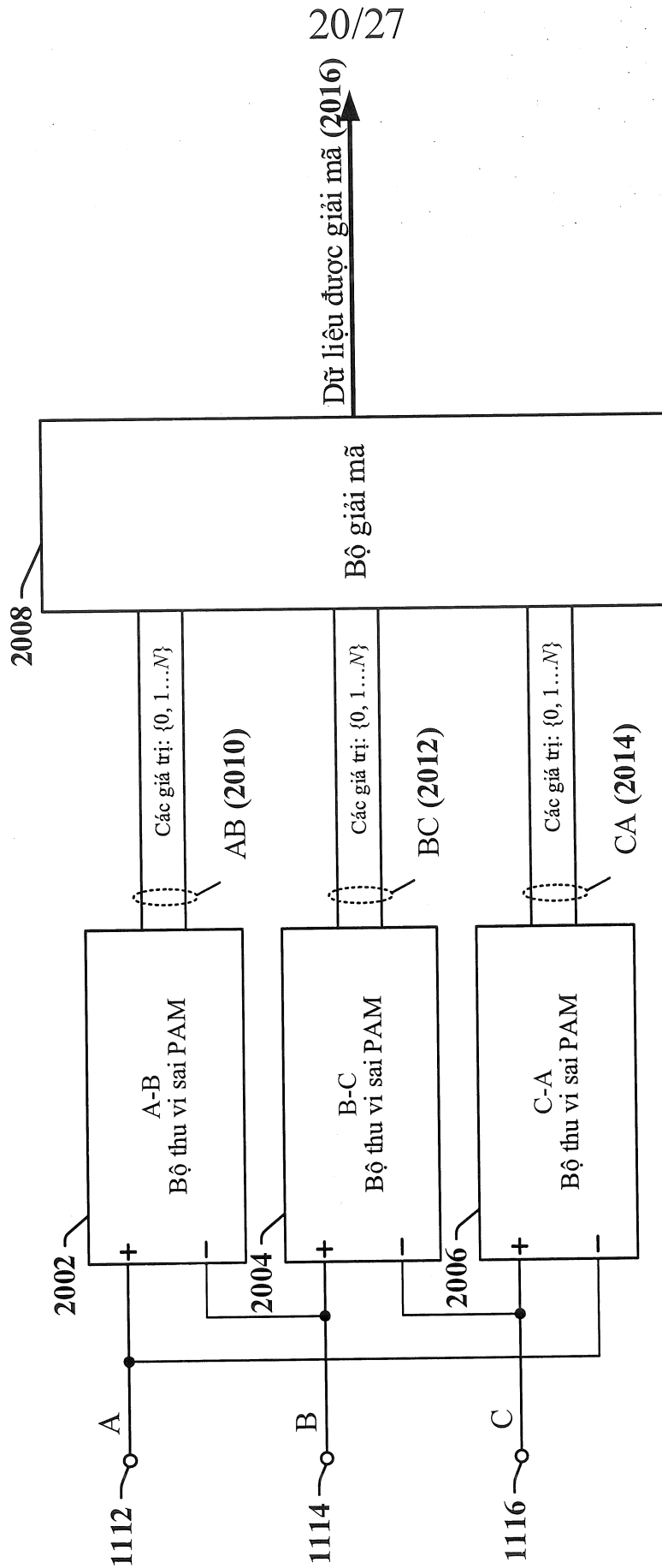


FIG. 20

21/27

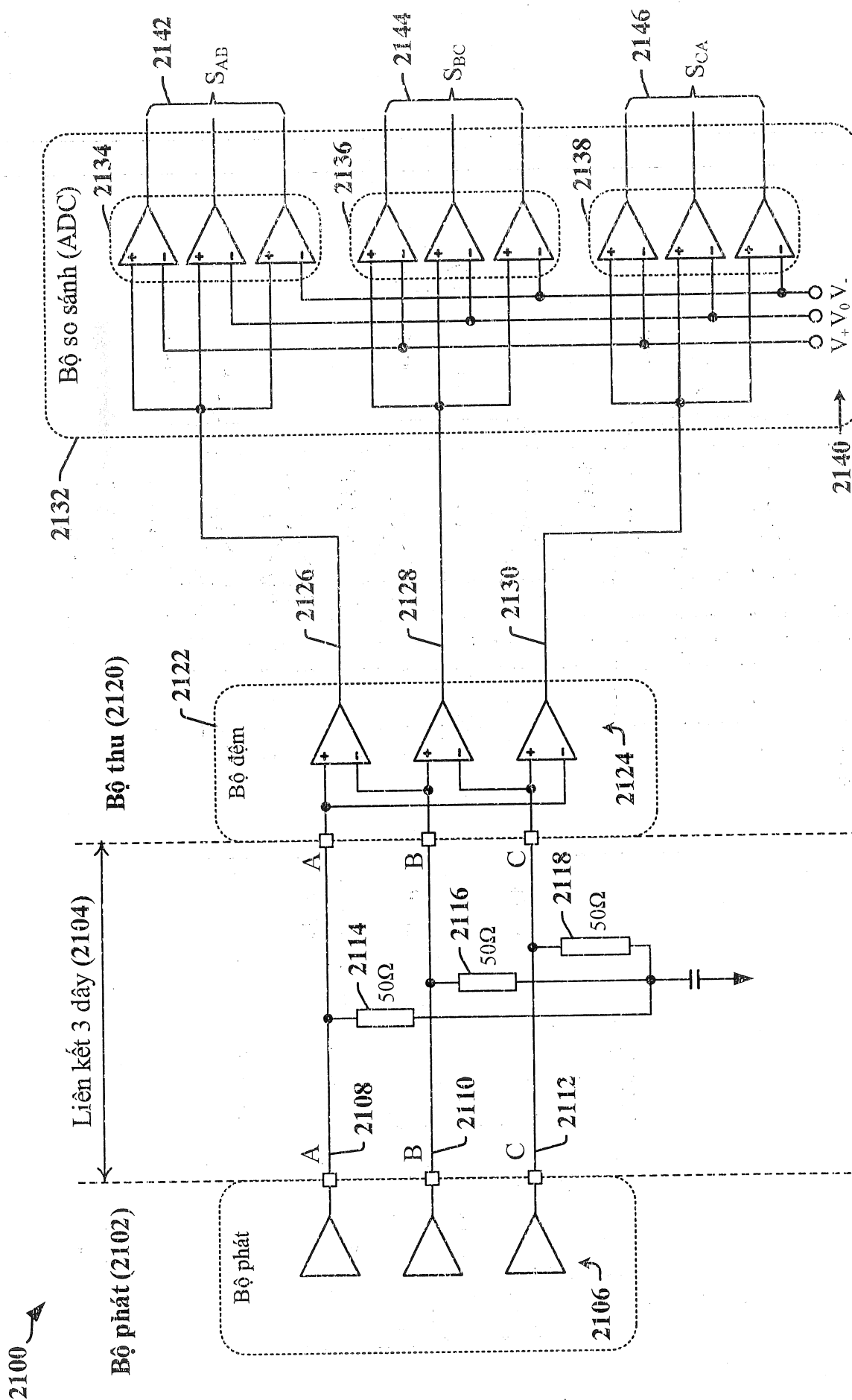
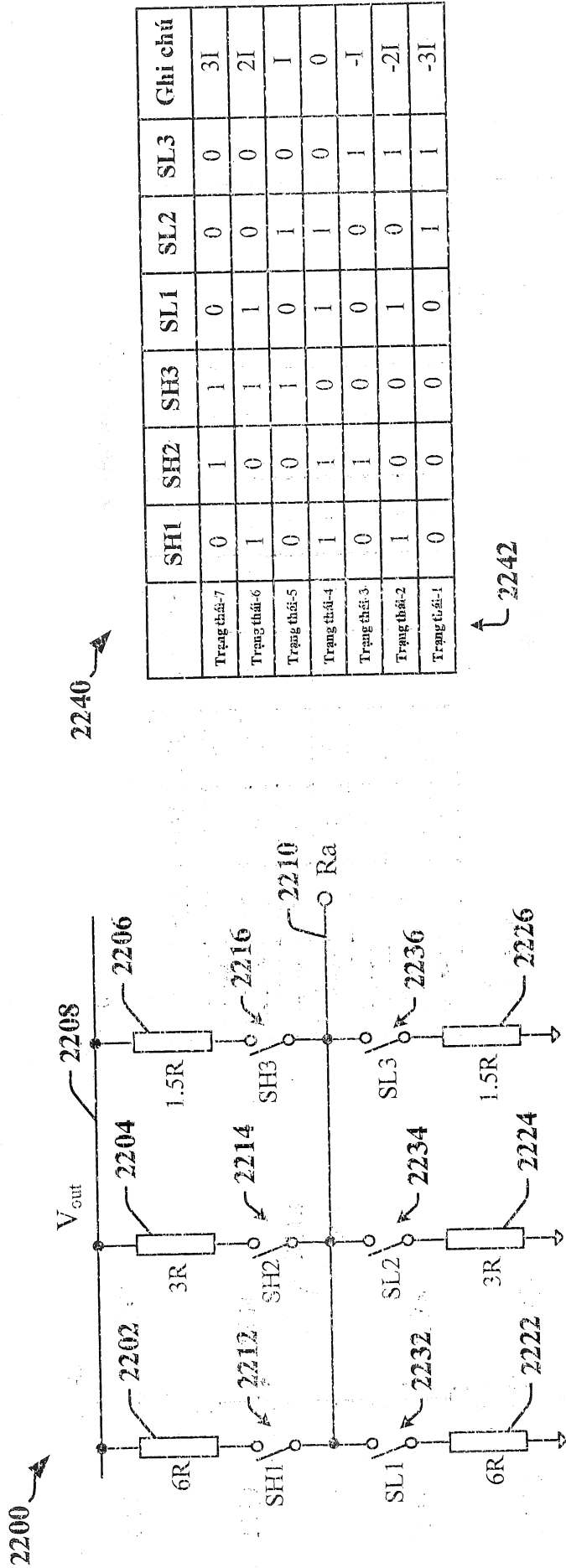


FIG. 21

22/27



	SH1	SH2	SH3	SL1	SL2	SL3	Ghi chú
Trạng thái-7	0	1	1	0	0	0	3I
Trạng thái-6	1	0	1	1	0	0	2I
Trạng thái-5	0	0	1	0	1	0	I
Trạng thái-4	1	1	0	1	1	0	0
Trạng thái-3	0	1	0	0	0	1	-I
Trạng thái-2	1	0	0	1	0	1	-2I
Trạng thái-1	0	0	0	0	1	1	-3I

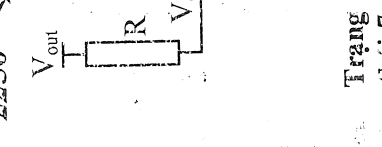
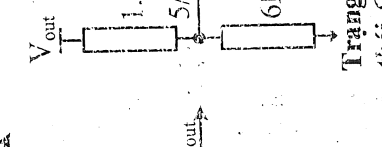
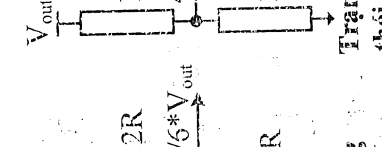
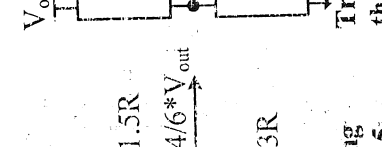
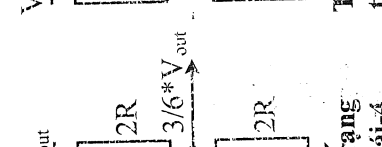
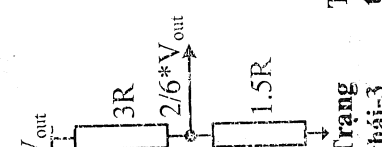
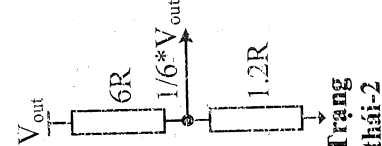
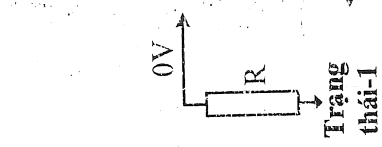
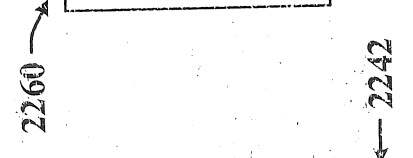
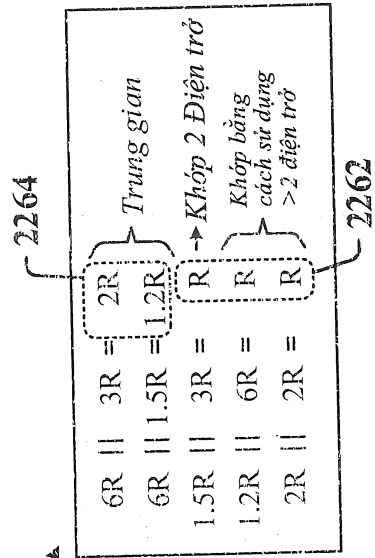
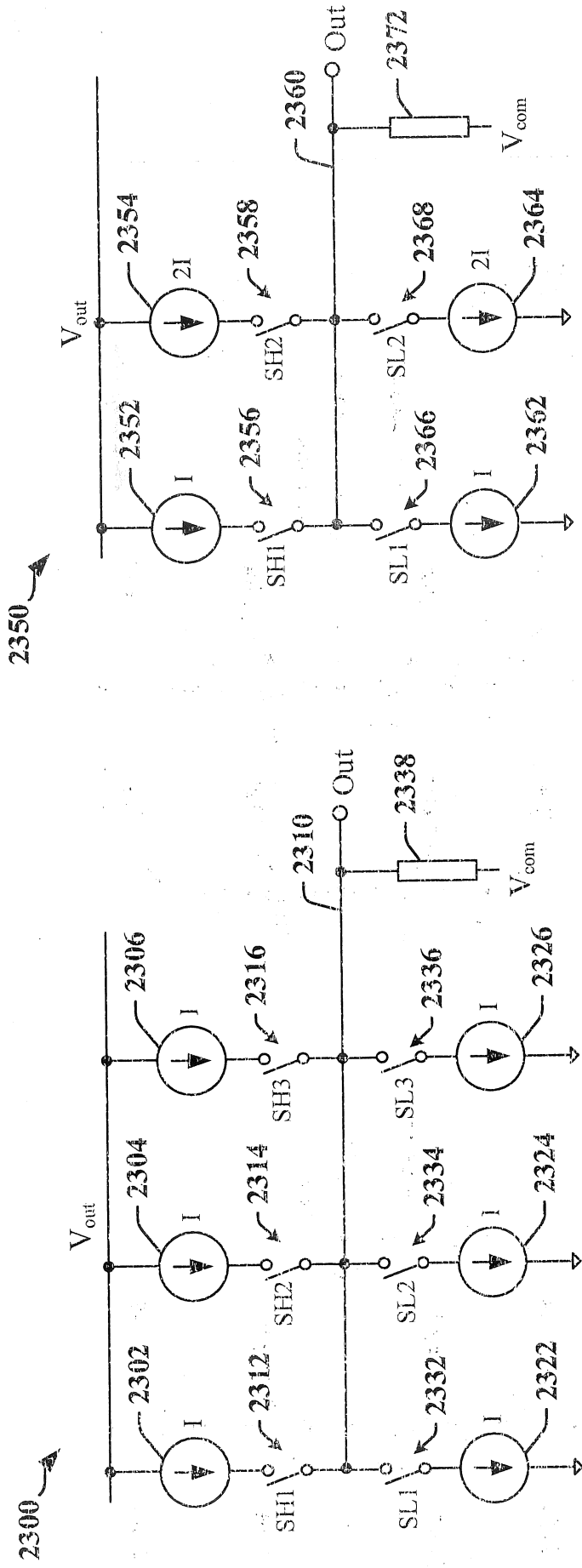


FIG. 22

23/27



2340

	SH1	SH2	SH3	SL1	SL2	SL3	Đầu ra
Trạng thái 7	1	1	1	0	0	0	3I
Trạng thái 6	1	1	0	0	0	0	2I
Trạng thái 5	1	0	0	0	0	0	I
Trạng thái 4	1	0	0	1	0	1	0
Trạng thái 3	0	0	0	1	0	0	-I
Trạng thái 2	0	0	0	1	1	0	-2I
Trạng thái 1	0	0	0	1	1	1	-3I

2342

2380

	SH1	SH2	SH2	SL1	SL2	Đầu ra
Trạng thái 7	1	1	1	0	0	3I
Trạng thái 6	0	1	1	0	0	2I
Trạng thái 5	1	0	0	0	0	I
Trạng thái 4	1	0	0	1	0	0
Trạng thái 3	0	0	0	1	0	-I
Trạng thái 2	0	0	0	0	1	-2I
Trạng thái 1	0	0	0	1	1	-3I

2382

FIG. 23

24/27

2400

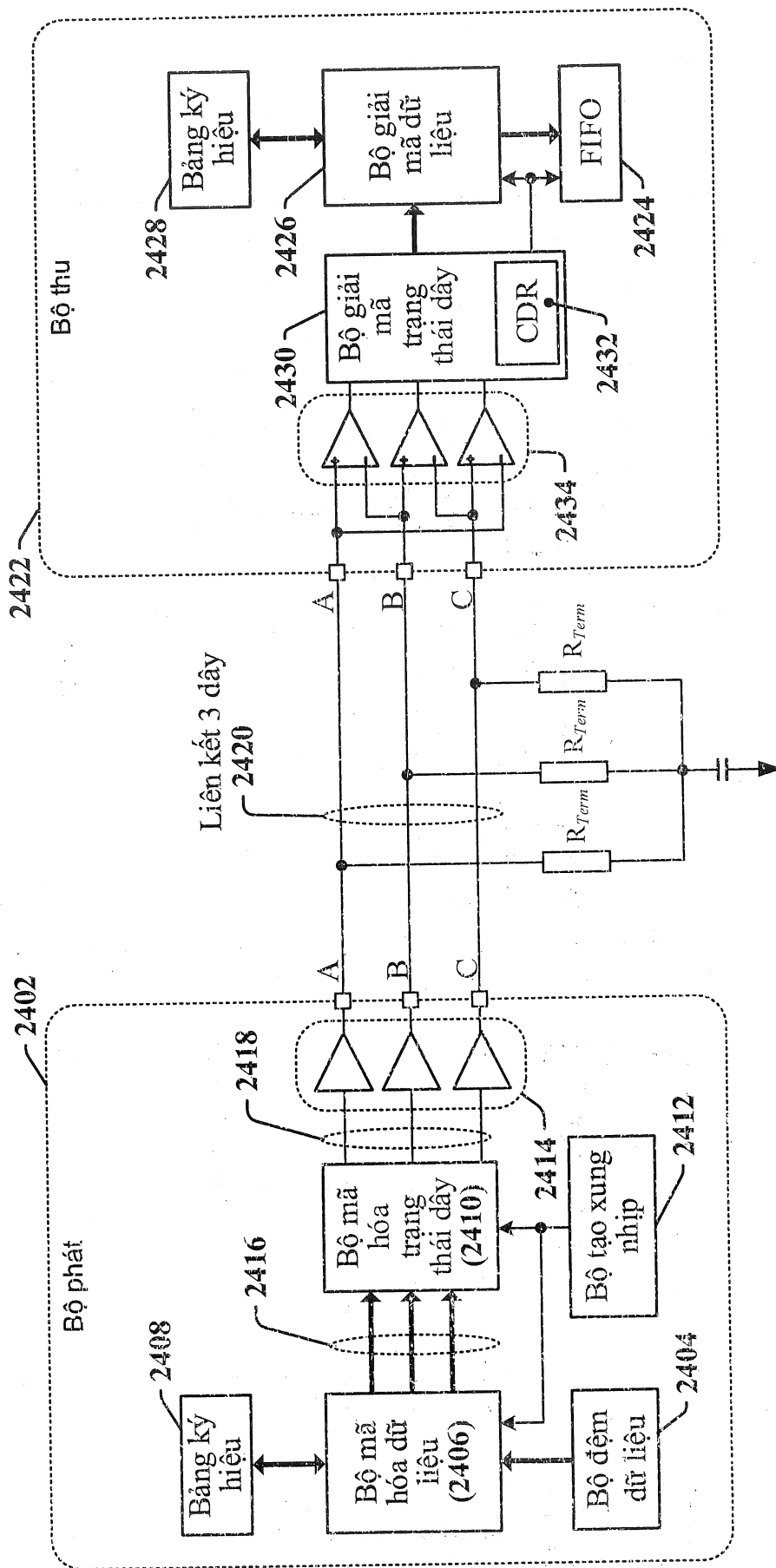


FIG. 24

25/27

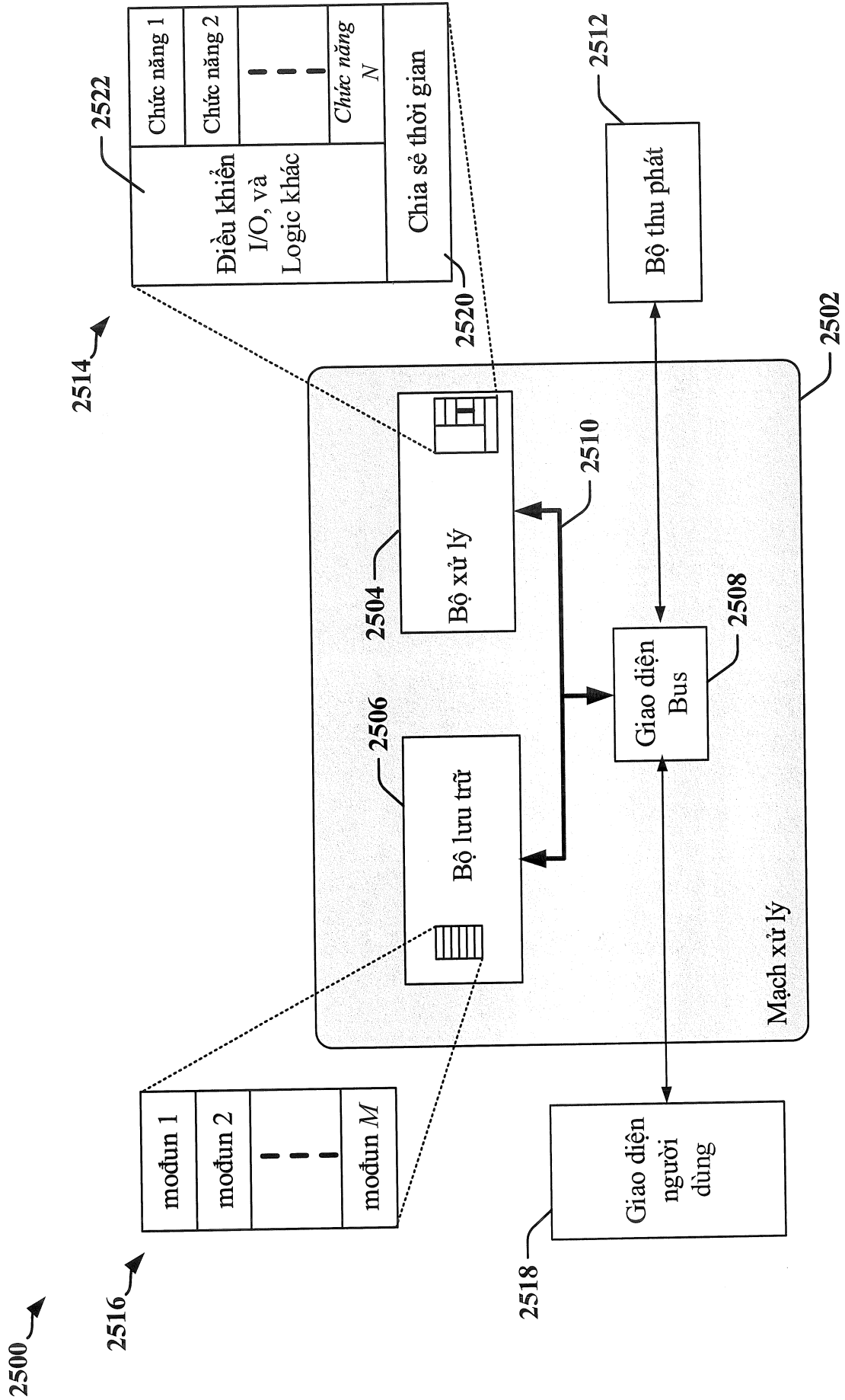


FIG. 25

2600

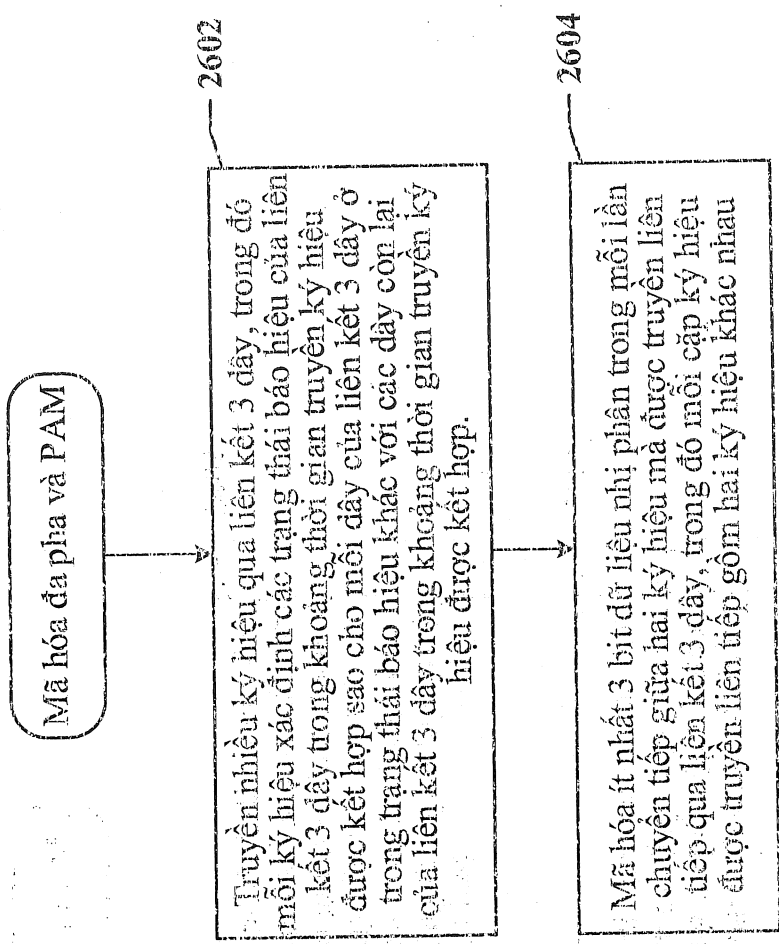


FIG. 26

27/27

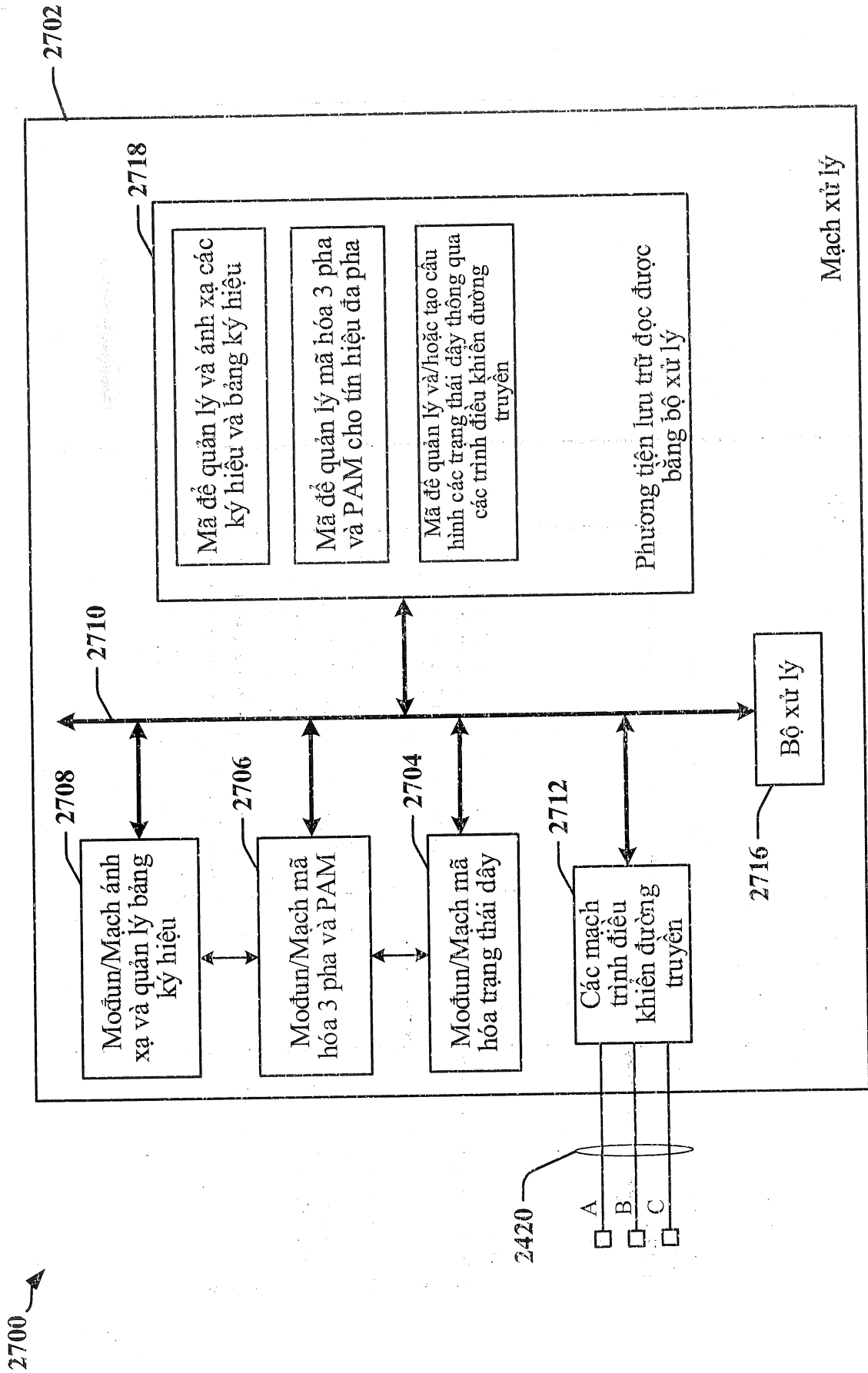


FIG. 27