



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

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

(11)



1-0023494

(51)<sup>7</sup>

H02P 27/08

(13) B

(21) 1-2015-00761

(22) 06/03/2015

(30) 2014-043891 06/03/2014 JP

(45) 27/04/2020 385

(43) 25/09/2015 330A

(73) KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA (JP)

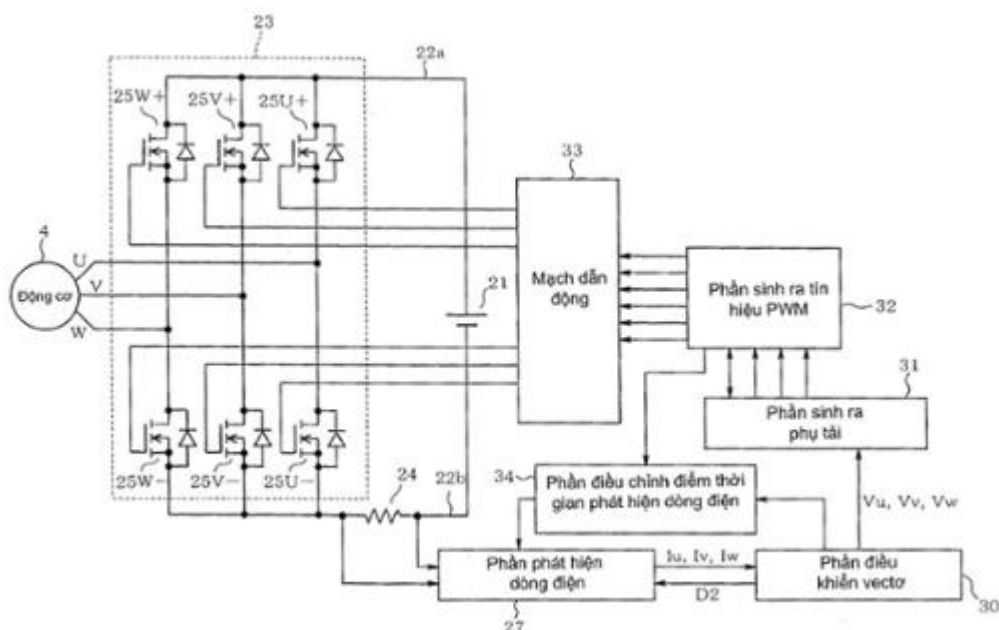
1-1, Shibaura 1-chome, Minato-ku, Tokyo, Japan

(72) Nobuyuki SUZUKI (JP); Sari MAEKAWA (JP)

(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

#### (54) THIẾT BỊ ĐIỀU KHIỂN ĐỘNG CƠ VÀ MÁY ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị điều khiển động cơ bao gồm bộ phận tạo tín hiệu PWM (Pulse Width Modulation - điều biến độ rộng xung) được tạo kết cấu để tăng/giảm phụ tải theo cả hai hướng của phía chậm pha và phía sớm pha đối với pha thứ nhất của mẫu tín hiệu PWM ba pha. Bộ phận tạo tín hiệu PWM được tạo kết cấu để tăng/giảm phụ tải theo một trong số các hướng của phía chậm pha và phía sớm pha đối với pha thứ hai. Bộ phận tạo tín hiệu PWM được tạo kết cấu để tăng/giảm phụ tải theo hướng đối diện với hướng của pha thứ hai đối với pha bất kỳ của chu kỳ sóng mang liên quan đến pha thứ ba. Bộ phận điều chỉnh thời gian được tạo kết cấu để phát hiện các dòng điện giữa hai pha tại các điểm thời gian cố định trong chu kỳ sóng mang và để điều chỉnh điểm thời gian phát hiện sao cho dòng điện có thể phát hiện được tại điểm thời gian thay đổi được đối với ít nhất một pha khi các dòng điện giữa hai pha là không phát hiện được tại các điểm thời gian cố định.



### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế đề cập đến thiết bị điều khiển động cơ mà điều khiển động cơ điện thông qua mạch biến đổi bằng cách điều khiển PWM các phần tử chuyển mạch được kết nối thành kết cấu cầu ba pha và máy điều hòa không khí có bố trí thiết bị điều khiển động cơ này.

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

Đã biết đến kỹ thuật trong đó dòng điện được phát hiện sử dụng một điện trở song song được mắc vào trong thành phần một chiều của mạch biến đổi khi các dòng điện của pha U, V và W được phát hiện nhằm mục đích điều khiển động cơ điện. Để tất cả các dòng điện ba pha có thể được phát hiện theo cách nêu trên, mẫu tín hiệu PWM (Pulse Width Modulation - điều biến độ rộng xung) ba pha cần phải được tạo ra trong một chu kỳ của sóng mang PWM sao cho các dòng điện hai hoặc nhiều pha có thể phát hiện được. Để đạt được mục đích này, thiết bị điều khiển động cơ đã được đề xuất có thể phát hiện theo cách thông thường các dòng điện hai hoặc nhiều pha bằng cách dịch chuyển pha của tín hiệu PWM trong một chu kỳ của sóng mang PWM, mà không làm tăng độ ồn. Xem bằng sáng chế Nhật Bản số 5178799, mà nội dung của nó được kết hợp vào đây nhằm viện dẫn.

Tuy nhiên, cách phát hiện dòng điện thông thường nêu trên làm nảy sinh vấn đề là có thể chỉ phát hiện được dòng một pha tại hai lần xuất hiện thời điểm phát hiện dòng điện trong vùng mà hệ số điều biến tăng.

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

Mục đích của sáng chế là đề xuất thiết bị điều khiển động cơ bao gồm:

phần tử phát hiện dòng điện được nối với phía dòng điện một chiều của mạch biến đổi mà có các phần tử chuyển mạch được kết nối thành kết cấu cầu ba pha, các phần tử chuyển mạch được tạo kết cấu để được điều khiển đóng-ngắt theo mẫu tín hiệu PWM định trước sao cho mạch biến đổi biến đổi dòng điện một chiều thành dòng điện xoay chiều ba pha, phần tử phát hiện dòng điện tạo ra tín hiệu tương ứng với trị số dòng điện;

bộ phận xác định vị trí của rôto được tạo kết cấu để xác định vị trí của rôto dựa vào các dòng điện pha của động cơ điện được dẫn động bởi mạch biến đổi;

bộ phận tạo tín hiệu PWM được tạo kết cấu để tạo ra mẫu tín hiệu PWM ba pha sao cho mẫu này ở sau vị trí của rôto;

bộ phận phát hiện dòng điện được tạo kết cấu để phát hiện các dòng điện pha dựa vào tín hiệu được tạo ra bởi phần tử phát hiện dòng điện và mẫu tín hiệu PWM,

trong đó bộ phận tạo tín hiệu PWM được tạo kết cấu để tăng/giảm phụ tải theo cả hai hướng của phía chậm pha và phía sớm pha đối với pha bất kỳ của chu kỳ sóng mang liên quan đến pha thứ nhất của mẫu tín hiệu PWM ba pha;

trong đó bộ phận tạo tín hiệu PWM được tạo kết cấu để tăng/giảm phụ tải theo một trong số các hướng của phía chậm pha và phía sớm pha đối với pha bất kỳ của chu kỳ sóng mang liên quan đến pha thứ hai của mẫu tín hiệu PWM ba pha;

trong đó bộ phận tạo tín hiệu PWM được tạo kết cấu để tăng/giảm phụ tải theo hướng ngược lại với hướng của pha thứ hai đối với pha bất kỳ của chu kỳ sóng mang liên quan đến pha thứ ba của mẫu tín hiệu PWM ba pha; và

trong đó bộ phận phát hiện dòng điện có bộ phận điều chỉnh thời gian được tạo kết cấu để phát hiện các dòng điện giữa hai pha tại các điểm thời gian cố định trong chu kỳ sóng mang của tín hiệu PWM và để điều chỉnh điểm thời gian phát hiện sao cho dòng điện có thể phát hiện được tại điểm thời gian thay đổi được theo độ lớn của điện áp đầu ra cấp cho mạch biến đổi đối với ít nhất một pha khi các dòng điện giữa hai pha là không phát hiện được tại các điểm thời gian cố định.

Mục đích khác của sáng chế là đề xuất máy điều hòa không khí bao gồm:

hệ thống bơm nhiệt có máy nén, bộ trao đổi nhiệt ngoài trời, máy giảm áp và bộ trao đổi nhiệt trong nhà;

mạch biến đổi được tạo kết cấu để điều khiển đóng-ngắt các phần tử chuyển mạch được liên kết thành cầu ba pha theo mẫu tín hiệu PWM định trước, nhờ đó chuyển đổi dòng điện một chiều thành dòng điện xoay chiều ba pha;

phần tử phát hiện dòng điện được nối với phía dòng điện một chiều để tạo ra tín hiệu tương ứng với trị số dòng điện;

bộ phận xác định vị trí của rôto được tạo kết cấu để xác định vị trí của rôto dựa

vào các dòng điện pha của động cơ điện tạo kết cấu máy nén và được dẫn động bởi mạch biến đổi;

bộ phận tạo tín hiệu PWM được tạo kết cấu để tạo ra mẫu tín hiệu PWM ba pha sao cho mẫu này ở sau vị trí của rôto;

bộ phận phát hiện dòng điện được tạo kết cấu để phát hiện các dòng điện pha dựa vào tín hiệu được tạo ra bởi phần tử phát hiện dòng điện và mẫu tín hiệu PWM,

trong đó bộ phận tạo tín hiệu PWM được tạo kết cấu để tăng/giảm phụ tải theo cả hai hướng của phía chậm pha và phía sớm pha đối với pha bất kỳ của chu kỳ sóng mang liên quan đến pha thứ nhất của mẫu tín hiệu PWM ba pha;

trong đó bộ phận tạo tín hiệu PWM được tạo kết cấu để tăng/giảm phụ tải theo một trong số các hướng của phía chậm pha và phía sớm pha đối với pha bất kỳ của chu kỳ sóng mang liên quan đến pha thứ hai của mẫu tín hiệu PWM ba pha;

trong đó bộ phận tạo tín hiệu PWM được tạo kết cấu để tăng/giảm phụ tải theo hướng ngược lại với hướng của pha thứ hai đối với pha bất kỳ của chu kỳ sóng mang liên quan đến pha thứ ba của mẫu tín hiệu PWM ba pha; và

trong đó bộ phận phát hiện dòng điện có bộ phận điều chỉnh thời gian được tạo kết cấu để phát hiện các dòng điện giữa hai pha tại các điểm thời gian cố định trong chu kỳ sóng mang của tín hiệu PWM và để điều chỉnh điểm thời gian phát hiện sao cho dòng điện có thể phát hiện được tại điểm thời gian thay đổi được theo độ lớn của điện áp đầu ra cấp cho mạch biến đổi đối với ít nhất một pha khi các dòng điện giữa hai pha là không phát hiện được tại các điểm thời gian cố định.

### **Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

Fig.1 là sơ đồ khối chức năng thể hiện sơ đồ điện của thiết bị điều khiển động cơ theo phương án thứ nhất của sáng chế;

Fig.2 là hình vẽ thể hiện sơ đồ của hệ thống bơm nhiệt;

Fig.3 là lưu đồ thể hiện quá trình ngắt được thực hiện tại các khoảng thời gian bằng nửa chu kỳ của sóng mang;

Fig.4A và Fig.4B thể hiện khoảng thời gian thực hiện bước được thể hiện trên Fig.3 cùng với sóng mang PWM;

Fig.5 thể hiện pha đầu ra của xung phụ tải PWM ba pha;

Fig.6 là lưu đồ (số 1) thể hiện quá trình xử lý tại bước S11 trên Fig.3;

Fig.7 cũng là lưu đồ (số 2) thể hiện quá trình xử lý tại bước S11 trên Fig.3;

Fig.8A và Fig.8B thể hiện các ví dụ (số 1) về các dạng sóng xung PWM hai pha và thời điểm phát hiện dòng điện tương ứng với các mẫu từ 1 đến 9 được chia bởi quá trình trên Fig.6 và Fig.7 tương ứng;

Fig.9 cũng thể hiện các ví dụ (số 2) về các dạng sóng xung PWM hai pha và các thời điểm phát hiện dòng điện tương ứng với các mẫu từ 1 đến 9 được chia bởi quá trình trên Fig.6 và Fig.7 tương ứng;

Fig.10 thể hiện các dạng sóng của tín hiệu PWM ba pha và các dịch chuyển trong các mẫu từ (0 đến 9);

Fig.11 là lưu đồ (số 1) thể hiện quá trình xử lý tại bước S12 trên Fig.3;

Fig.12 là lưu đồ (số 2) thể hiện quá trình xử lý tại bước S12 trên Fig.3;

Fig.13A và Fig.13B thể hiện các định nghĩa về  $U_0$ ,  $V_0$  và  $W_0$  và  $V_0\_bai$  và  $W_0\_bai$ ;

Fig.14 là lưu đồ (số 1) thể hiện quá trình xử lý tại bước S3 trên Fig.3;

Fig.15 là lưu đồ (số 2) thể hiện quá trình xử lý tại bước S3 trên Fig.3;

Các hình vẽ từ Fig.16A đến Fig.16D là các sơ đồ để làm ví dụ của vấn đề trong lĩnh vực kỹ thuật đã biết;

Các hình vẽ từ Fig.17A đến Fig.17C là các sơ đồ để làm ví dụ của hoạt động và hiệu quả của phương án;

Fig.18A và Fig.18B thể hiện sự thay đổi về các dạng sóng của dòng điện theo sự thay đổi của tốc độ động cơ của giải pháp đã biết và của phương án theo sáng chế;

Các hình vẽ từ Fig.19A đến Fig.19C minh họa phương án thứ hai, thể hiện trường hợp trong đó các tín hiệu PWM của sự điều biến ba pha được thay đổi thành các tín hiệu PWM của điều biến hai pha ở các mẫu 1, 3 và 5;

Các hình vẽ từ Fig.20A đến Fig.20C tương tự như các hình vẽ từ Fig.19A đến Fig.19C, thể hiện trường hợp của các mẫu 7 và 9;

Fig.21 là lưu đồ thể hiện quá trình ngắt được thực hiện sau mỗi nửa chu kỳ của

sóng mang;

Fig.22 là lưu đồ (số 1) thể hiện các quá trình xử lý của bước S15;

Fig.23 là lưu đồ (số 2) thể hiện các quá trình xử lý của bước S15;

Fig.24 là lưu đồ (số 1) thể hiện các quá trình xử lý của bước S12;

Fig.25 là lưu đồ (số 2) thể hiện các quá trình xử lý của bước S12;

Fig.26 là lưu đồ (số 3) thể hiện các quá trình xử lý của bước S12;

Fig.27 là lưu đồ thể hiện các quá trình xử lý của bước S3;

Fig.28 là lưu đồ thể hiện các quá trình xử lý của bước S16;

Fig.29 thể hiện các ví dụ về các dạng sóng xung PWM và thời điểm phát hiện dòng điện trong trường hợp trong đó các mẫu từ 7 đến 9 được chia bởi quá trình trên Fig.22 và Fig.23 được chia thành các mẫu kênh từ 7 đến 9 và 0 (số 1);

Fig.30 là hình vẽ tương tự với Fig.29 (số 2);

Fig.31 thể hiện các dạng sóng của tín hiệu PWM pha trong trường hợp trong đó sự điều biến ba pha và sự điều biến hai pha được tiến hành kết hợp;

Fig.32A và Fig.32B lần lượt thể hiện sự thay đổi về các dạng sóng của dòng điện theo sự thay đổi của tốc độ động cơ của giải pháp đã biết và của phương án theo sáng chế;

Fig.33A và Fig.33B giải thích sự hoạt động của phương án thứ ba (số 1);

Fig.34A và Fig.34B giải thích hoạt động của phương án thứ ba (số 2);

Fig.35A và Fig.35B giải thích hoạt động của phương án thứ ba (số 3);

Fig.36 là lưu đồ tương tự với Fig.22;

Fig.37 là lưu đồ tương tự với Fig.24;

Fig.38 là lưu đồ tương tự với Fig.25;

Fig.39 là lưu đồ (số 1) tương tự với Fig.28;

Fig.40 là lưu đồ (số 2) tương tự với Fig.28;

Fig.41 là lưu đồ thể hiện quá trình xử lý ở bước S9 chi tiết hơn;

Fig.42 là lưu đồ thể hiện quá trình xử lý ở bước S10 chi tiết hơn; và

Fig.43A và Fig.43B thể hiện mẫu PWM ba pha trong trường hợp trong đó việc

xử lý theo phương án thứ ba được áp dụng cho trường hợp thực tế.

### **Mô tả chi tiết sáng chế**

Phương án thứ nhất sẽ được mô tả có dựa vào các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.18B. Phương án thứ nhất liên quan đến máy điều hòa không khí sử dụng hệ thống bơm nhiệt và có động cơ máy nén. Liên quan đến Fig.2, máy nén (phụ tải) 2 bao gồm hệ thống bơm nhiệt 1 bao gồm bộ phận nén 3 và động cơ điện 4 đều được chứa trong một vỏ kín bằng sắt 5. Động cơ 4 bao gồm trục rôto được nối với bộ phận nén 3. Máy nén 2, van bốn ngã 6, bộ trao đổi nhiệt trong nhà 7, máy giảm áp 8 và bộ trao đổi nhiệt ngoài trời 9 được nối với nhau bằng các ống dẫn có tác dụng như ống dẫn môi trường truyền nhiệt thành vòng kín. Máy nén 2 là thuộc loại quay và động cơ 4 là động cơ IPM (Interior Permanent Magnet – nam châm vĩnh cửu chìm) ba pha (động cơ DC không chổi điện chẳng hạn). Máy điều hòa không khí E kết hợp hệ thống bơm nhiệt 1 nêu trên.

Van bốn ngã 6 trong quá trình gia nhiệt được thể hiện bởi nét liền trên Fig.2. Chất làm lạnh có nhiệt độ cao được nén bởi bộ phận nén 3 của máy nén 2 được cung cấp thông qua van bốn ngã 6 tới bộ trao đổi nhiệt trong nhà 7 nhờ đó được ngưng tụ. Chất làm lạnh đã ngưng tụ sau đó được giảm áp bởi máy giảm áp 8 thành chất làm lạnh có nhiệt độ thấp, chảy vào trong bộ trao đổi nhiệt ngoài trời 9. Chất làm lạnh được bay hơi trong bộ trao đổi nhiệt ngoài trời và quay trở về máy nén 2. Mặt khác, van bốn ngã 6 trong quá trình làm lạnh được chuyển đổi sang trạng thái như được thể hiện bởi nét đứt trên Fig.2. Kết quả, chất làm lạnh có nhiệt độ cao được nén bởi bộ phận nén 3 được cung cấp thông qua van bốn ngã 6 cho bộ trao đổi nhiệt ngoài trời 9 được ngưng tụ. Chất làm lạnh đã ngưng tụ sau đó được giảm áp bởi máy giảm áp 8 thành chất làm lạnh có nhiệt độ thấp, chảy vào trong bộ trao đổi nhiệt trong nhà 7. Chất làm lạnh được bay hơi trong bộ trao đổi nhiệt trong nhà 7 và quay trở về máy nén 2. Các quạt 10 và 11 được dẫn động để cung cấp không khí vào trong các bộ trao đổi nhiệt trong nhà và ngoài trời 7 và 9 tương ứng. Sự trao đổi nhiệt giữa các bộ trao đổi nhiệt 7 và 9 và không khí trong nhà và không khí ngoài trời được thực hiện một cách hiệu quả bởi các hoạt động thổi của các quạt 10 và 11.

Liên quan đến Fig.1, sơ đồ điện chức năng của thiết bị điều khiển động cơ

được thể hiện. Mặc dù nguồn điện DC 21 được biểu thị bởi ký hiệu của nguồn điện DC, nguồn điện DC 21 bao gồm mạch chỉnh lưu, cuộn cảm làm phẳng và tương tự khi nguồn điện DC được tạo ra từ nguồn điện lưới AC. Mạch biến đổi (bộ chuyển đổi DC-AC) 23 được nối thông qua thanh nối điện dương 22a và thanh nối điện âm 22b với nguồn điện DC 21. Điện trở song song 24 có tác dụng như phân tử phát hiện dòng điện được mắc vào phía thanh nối điện âm 22b. Mạch biến đổi 23 bao gồm các MOSFET điện loại N kênh 25 (U+, V+, w+, U-, V-, W-) có tác dụng như các phân tử chuyển mạch và được nối thành kết cấu cầu ba pha. Các cực đầu ra ba pha được nối với các cuộn dây pha của động cơ 4 tương ứng.

Điện áp ở cực (tín hiệu tương ứng với trị số dòng điện) của điện trở song song (phần tử phát hiện dòng điện) 24 được phát hiện bởi phần tử phát hiện dòng điện 27 (bộ phận phát hiện dòng điện). Khi chuyển đổi A/D và sau đó đọc điện áp ở cực, phần tử phát hiện dòng điện 27 phát hiện các dòng điện pha U, pha V và pha W  $I_u$ ,  $I_v$  và  $I_w$  dựa vào mẫu tín hiệu PWM hai pha hoặc ba pha được cấp tới mạch biến đổi 3. Các dòng điện pha được phát hiện bởi phần tử phát hiện dòng điện 27 được cấp tới phần điều khiển vectơ 30 (bộ phận xác định vị trí của rôto và bộ phận tạo tín hiệu PWM).

Khi được cung cấp lệnh tốc độ quay  $\omega_{ref}$  của động cơ 4 từ phần chức năng như máy vi tính mà thiết đặt các điều kiện điều khiển, phần điều khiển vectơ 30 phát ra lệnh dòng mômen  $I_{qref}$ , dựa vào sự khác biệt giữa lệnh tốc độ quay  $\omega_{ref}$  và tốc độ quay thực tế dự tính của động cơ 4. Vị trí của rôto  $\theta$  của động cơ 4 phụ thuộc vào các dòng điện pha  $I_u$ ,  $I_v$  và  $I_w$  của động cơ 4. Dòng mômen  $I_q$  và dòng kích thích  $I_d$  được tính bởi toán tử vectơ sử dụng vị trí của rôto  $\theta$ . Lệnh điện áp  $V_q$  được phát ra bởi hoạt động điều chỉnh tích phân-tỷ lệ (PI) của mức chênh lệch giữa lệnh dòng mômen  $I_{qref}$  và dòng mômen  $I_q$  chẳng hạn. Lệnh điện áp  $V_d$  được phát ra bởi quá trình xử lý tương tự như được áp dụng cho dòng kích thích  $I_d$ . Các lệnh điện áp  $V_q$  và  $V_d$  được chuyển đổi thành các điện áp ba pha  $V_u$ ,  $V_v$  và  $V_w$  sử dụng vị trí của rôto  $\theta$ . Các điện áp ba pha  $V_u$ ,  $V_v$  và  $V_w$  được cấp tới phần tạo ra phụ tải (bộ phận tạo tín hiệu PWM) 31, sao cho các phụ tải U\_DUTY, V\_DUTY và W\_DUTY để tạo ra các tín hiệu PWM của pha tương ứng được xác định.

Các phụ tải ba pha U\_DUTY, V\_DUTY và W\_DUTY được cấp tới phần tạo

ra tín hiệu PWM (bộ phận tạo tín hiệu PWM) 32 được so sánh với mức sóng mang, sao cho các tín hiệu PWM ba pha được tạo ra. Hơn nữa, các tín hiệu phía nhánh thấp hơn cũng được tạo ra bằng cách đảo các tín hiệu PWM ba pha. Thời gian chết được cộng với các tín hiệu được tạo ra nếu cần, và các tín hiệu này được cấp tới mạch dẫn động 33. Theo các tín hiệu PWM được cấp, mạch dẫn động 33 cung cấp các tín hiệu cổng cho các cổng của các MOSFET điện 25 (U+, V+, W+, U-, V- và W-) bao gồm mạch biến đổi 23. Các tín hiệu cổng được gia tăng đến mức cần thiết được cấp cho phía nhánh cao hơn. Hoạt động của phần tạo ra tín hiệu PWM 32 tạo ra các tín hiệu PWM ba pha được mô tả như hoạt động của phương án thứ tư trong bằng sáng chế Nhật Bản số 5118799 nêu trên.

Phần điều chỉnh điểm thời gian phát hiện dòng điện 34 được bố trí giữa phần tạo ra tín hiệu PWM 32 và phần tử phát hiện dòng điện 27. Dựa vào tín hiệu mang được cấp từ phần tạo ra tín hiệu PWM 32 và thông tin được cấp từ phần điều khiển vector 30, phần điều chỉnh điểm thời gian phát hiện dòng điện 34 xác định các điểm thời gian để phần tử phát hiện dòng điện 27 phát hiện các dòng điện giữa hai pha trong chu kỳ của sóng mang, cung cấp các điểm thời gian tới phần tử phát hiện dòng điện 27. Phần tử phát hiện dòng điện 27 thực hiện việc chuyển đổi A/D của điện áp ở cực của điện trở song song 24 tại các điểm thời gian được cấp từ phần điều chỉnh điểm thời gian phát hiện dòng điện 34. Trong phần mô tả trên đây, các chức năng của các kết cấu 27, 30 đến 32 và 34 được thực hiện bởi phần cứng và phần mềm của máy vi tính có CPU.

Hoạt động của phương án này sẽ được mô tả có dựa vào các hình vẽ từ Fig.3 đến Fig.25. Fig.3 thể hiện quá trình ngắt được thực hiện theo mỗi nửa chu kỳ của sóng mang. Cụ thể hơn, sự ngắt PWM xảy ra ở đỉnh và đáy của sóng mang hoặc biên độ hình tam giác. Đầu tiên, xác định liệu cờ nhớ M\_INT\_flg=0 hay không (đặt lại; Si). Khi cờ nhớ bằng 0, dữ liệu A/D được chuyển đổi trong phần tử phát hiện dòng điện 27 được trích xuất (S2). Các dòng điện ba pha được phát hiện dựa vào dữ liệu được trích xuất này (S3). Quá trình "Bắt đầu C" mà sẽ được mô tả dưới đây được tiến hành ở bước S3.

Sự chuyển đổi A/D của điện áp ở cực của điện trở song song 24 trong phần tử phát hiện dòng điện 27 được thực hiện hai lần trong một chu kỳ sóng mang độc lập

của quá trình xử lý được thể hiện trên Fig.3 (thời điểm thực hiện sẽ được mô tả sau). Dữ liệu đã được chuyển đổi A/D được lưu trữ trong bộ ghi hoặc tương tự. Do đó, dữ liệu được lưu trong bộ ghi này được đọc trong quá trình xử lý ở bước S2.

Sau đó, vị trí của rôto ( $\theta$ ) của động cơ 4 được ước tính từ các dòng điện ba pha bởi phép tính được điều khiển bởi vector (S4), và sự điều khiển tần số (sự điều khiển tốc độ, S5) và sự điều khiển dòng (điều khiển PI hoặc tương tự) được thực hiện (S6). Cờ nhớ M\_Int\_flg được thiết đặt bằng 1 (S7). Quá trình xử lý ở các bước tiếp theo từ S8 đến S11 được thực hiện bởi phần tạo ra phụ tải 31. Phần tạo ra phụ tải 31 tham chiếu trị số của bộ đếm sóng mang được cấp từ phần tạo ra tín hiệu PWM 32 để xác định liệu việc đếm xuôi hoặc đếm ngược có được thực hiện hay không (S8). Khi có thực hiện việc đếm xuôi, chỉ số D\_Pwm\_set\_2 () được thiết đặt (S9). Khi có thực hiện việc đếm ngược, chỉ số D\_Pwm\_set\_1 () được thiết đặt (S10). Các chỉ số này sẽ được mô tả sau có dựa vào Fig.4 và Fig.5. Bắt đầu và Bắt đầu B sau đó được thực hiện (S11 và S12).

Hơn nữa, khi cờ nhớ M\_Int\_flg được thiết đặt bằng 1 ở bước SI (KHÔNG), các tín hiệu PWM ba pha được cấp (S13) và cờ nhớ M\_Int\_flg được thiết đặt bằng 0 (S14). Chuỗi điều khiển sau đó được diễn ra tới bước S8.

Fig.4A và Fig.4B thể hiện hình ảnh thời gian thực hiện của quá trình ngắt cũng như dạng sóng mang PWM. Trong máy điều hòa không khí, mạch điều khiển duy nhất (máy vi tính) điều khiển động cơ điện dẫn động quạt 11 của bộ trao đổi nhiệt 9 tương ứng với thiết bị ngoài trời song song với máy nén 2. Động cơ điện dẫn động quạt 10 của bộ trao đổi nhiệt 7 tương ứng với thiết bị trong nhà được điều khiển bởi mạch điều khiển khác, IC dẫn động hoặc tương tự.

Fig.4 thể hiện, ở phần (a), các thời gian xử lý từ (1) đến (4) liên quan đến việc điều khiển của động cơ của máy nén 2 như được thể hiện trên Fig.3 và, ở phần (b), thời gian xử lý (5) liên quan đến việc điều khiển của động cơ (động cơ của quạt) của quạt 11 nêu trên. Cụ thể hơn, khi sự ngắt PWM diễn ra tại đáy của biên độ sóng hình tam giác, dòng điện của động cơ được phát hiện và sự điều khiển vector được tiến hành đối với động cơ của quạt sau khi thực hiện quá trình được thể hiện trên Fig.3. Fig.4A và Fig.4B thể hiện các bước từ (1) đến (4) được biểu thị bởi các số được khoanh tròn. Các quá trình từ (1) và (3) tương ứng với các bước từ S2 đến S8, và các

quá trình từ (2) và (4) tương ứng với các bước S9 và S10 tương ứng. Trong trường hợp này, việc điều khiển động cơ của quạt (5) được tiến hành sau khi thực hiện bước (4).

Fig.5 thể hiện các pha đầu ra của các xung phụ tải PWM của pha tương ứng. Thuật ngữ, "phụ tải" đôi khi được sử dụng với nghĩa "xung phụ tải" trong phần mô tả dưới đây. Cách thức điều khiển như được mô tả trong bảng sáng chế Nhật Bản số 5178799, mà nội dung của nó được kết hợp vào đây nhằm viện dẫn, được sử dụng như nêu trên. Cụ thể hơn, đối với pha thứ nhất trong số ba pha, phụ tải tăng/giảm theo cả hai hướng của phía chậm pha và phía sớm pha so với đáy của biên độ sóng hình tam giác. Đối với pha thứ hai, phụ tải tăng/giảm, ví dụ, về phía sớm pha so với đáy nêu trên. Đối với pha thứ ba, phụ tải tăng/giảm về phía chậm pha so với đáy nêu trên. Mặc dù các pha thứ nhất, thứ hai và thứ ba lần lượt tương ứng với các pha U, V và W trong ví dụ, mỗi quan hệ tương ứng này là không bắt buộc. Bộ đếm sóng mang hoạt động đếm ngược khi sự ngắt diễn ra tại đỉnh của biên độ sóng hình tam giác. Kết quả, các xung phụ tải đối với nửa chu kỳ đầu tiên của sóng mang dòng được đưa ra bởi D\_Pwm\_set\_2 (). Các trị số phụ tải của các pha U, V và W thu được bằng cách nhân đôi các trị số phụ tải được tính nhờ sự điều khiển vector.

Đối với pha U, các xung của nửa phụ tải được phân phối trong khoảng thời gian bắt đầu từ thời gian sau khi ngắt tại đỉnh của biên độ sóng hình tam giác đến đáy. Đối với pha V, khi phụ tải nhỏ hơn 50%, các xung được đưa ra trong khoảng thời gian bắt đầu từ thời gian sau khi ngắt tại đỉnh của biên độ sóng hình tam giác đến đáy theo cách tương tự đối với pha U. Hơn nữa, đối với pha W, khi phụ tải vượt quá 50%, các xung thừa được cấp trong khoảng thời gian bắt đầu từ thời điểm ngắt tại đỉnh đến đáy. Do đó, các xung này được đưa ra bởi D\_Pwm\_set\_2 ().

Mặt khác, bộ đếm sóng mang hoạt động đếm xuôi khi sự ngắt diễn ra tại đáy của biên độ sóng hình tam giác. Kết quả, các xung phụ tải đối với nửa sau của chu kỳ sóng mang dòng được đưa ra bởi D\_Pwm\_set\_1 ().

Đối với pha U, các xung của nửa phụ tải được đưa ra trong khoảng thời gian bắt đầu từ thời gian sau khi ngắt tại đáy của biên độ sóng hình tam giác đến đỉnh theo cách tương tự như ở nửa chu kỳ đầu tiên. Đối với pha V, khi phụ tải vượt quá 50%,

các xung tương ứng với phần thừa được đưa ra trong khoảng thời gian bắt đầu từ thời gian sau khi ngắt tại đáy của biên độ sóng hình tam giác đến đỉnh. Hơn nữa, đối với pha W, khi phụ tải nhỏ hơn 50%, các xung được đưa ra trong khoảng thời gian bắt đầu từ thời điểm ngắt tại đáy đến đỉnh. Do đó, các xung này được đưa ra bởi `D_Pwm_set_1()`.

Tiếp theo, quá trình xử lý (Bắt đầu A) ở bước S11 sẽ được mô tả có dựa vào Fig.6 và Fig.7. Trong quá trình này, các xung phụ tải ba pha được chia thành các mẫu từ (0) đến (9) phụ thuộc vào mối quan hệ độ lớn của các xung phụ tải pha tương ứng theo các tín hiệu PWM được điều biến ba pha. Các mẫu này sẽ được thể hiện như các biến Ptn trong quá trình này mà sẽ được mô tả sau. Việc phân chia mẫu dựa vào các điều kiện sau.

Trong phần tử phát hiện dòng điện 27, phụ tải nhỏ nhất liên quan đến phụ tải nhỏ nhất phát hiện được dòng điện, và độ rộng lớn nhất liên quan đến kết quả của phép trừ độ rộng nhỏ nhất từ phụ tải lớn nhất (100%). Ví dụ, khi thời gian nhỏ nhất phát hiện được dòng điện là  $10\mu\text{s}$  và tần số của sóng mang là 4 kHz, độ rộng nhỏ nhất được thiết đặt bằng 4% và độ rộng lớn nhất được thiết đặt bằng 96%. Mẫu đầu ra tín hiệu PWM ba pha được chia thành các tổ hợp của các phụ tải pha U, V và W:

- (1) trường hợp trong đó pha U nhỏ hơn độ rộng nhỏ nhất, và pha V lớn hơn pha W hoặc lớn hơn hoặc bằng độ rộng lớn nhất, và pha W lớn hơn pha U;
- (2) trường hợp trong đó pha U nhỏ hơn độ rộng nhỏ nhất, và pha W lớn hơn pha V hoặc lớn hơn hoặc bằng độ rộng lớn nhất, và pha V lớn hơn pha U;
- (3) trường hợp trong đó pha V nhỏ hơn độ rộng nhỏ nhất, và pha U lớn hơn pha W;
- (4) trường hợp trong đó pha V nhỏ hơn độ rộng nhỏ nhất, và pha W lớn hơn pha U hoặc lớn hơn hoặc bằng độ rộng lớn nhất, và pha U lớn hơn pha V;
- (5) trường hợp trong đó pha W nhỏ hơn độ rộng nhỏ nhất và pha U lớn hơn pha V;
- (6) trường hợp trong đó pha W nhỏ hơn độ rộng nhỏ nhất, và pha V lớn hơn pha U hoặc lớn hơn hoặc bằng độ rộng lớn nhất, và pha W nhỏ hơn pha U;
- (7) trường hợp trong đó pha U và pha V lớn hơn hoặc bằng độ rộng lớn nhất;

(8) trường hợp trong đó pha U và pha W lớn hơn hoặc bằng độ rộng lớn nhất;  
 (9) trường hợp trong đó pha V và pha W lớn hơn hoặc bằng độ rộng lớn nhất;  
 và

(0) trường hợp bất kỳ khác ngoài các trường hợp từ (1) đến (9).

Ở các bước S21 đến S33 được thể hiện trên Fig.6 và Fig.7, các mẫu (các biến Ptn) từ (0) đến (9) được phân biệt theo các điều kiện nêu trên. Fig.8 và Fig.9 thể hiện các mẫu tín hiệu PWM ba pha tương ứng với các mẫu từ (1) đến (9) nêu trên. Fig.10 thể hiện sự thay đổi về các mẫu từ (1) đến (9) theo các thay đổi thực tế của mẫu tín hiệu PWM ba pha.

Fig.11 và Fig.12 thể hiện quá trình xử lý (Bắt đầu B) ở bước S12 chi tiết hơn. Trong quá trình này, phần tử phát hiện dòng điện 27 xác định các điểm thời gian để sự chuyển đổi A/D của điện áp ở cực của điện trở song song 24 nằm trong chu kỳ sóng mang. Các điểm thời gian cho sự chuyển đổi A/D được xác định đối với từng chu kỳ đếm ngược từ đỉnh của chu kỳ sóng mang đến nửa chu kỳ (đáy) và chu kỳ đếm xuôi từ nửa chu kỳ này đến hết chu kỳ. Điểm thời gian trước có tác dụng như điểm thời gian phát hiện thứ nhất và điểm thời gian sau có tác dụng như điểm thời gian phát hiện thứ hai.

Các ký hiệu U0, V0 và W0 trên Fig.11 biểu thị các chu kỳ thời gian tương ứng với một nửa của các phụ tải pha U, V và W được xác định sơ bộ bằng điểm giữa (đáy) của chu kỳ sóng mang có tác dụng như điểm cơ sở, như được thể hiện trên Fig.13A. Các ký hiệu V0\_bai, W0\_bai trên Fig.13B tương ứng với các chiều dài xung kéo dài với điểm giữa của chu kỳ sóng mang đóng vai trò là điểm giữa khi xung phụ tải pha V và pha W được dịch chuyển để các tín hiệu PWM ba pha có thể được đưa ra theo các mẫu như được thể hiện trên Fig.5.

Fig.14 và Fig.15 thể hiện quá trình xử lý (Bắt đầu C) ở bước S3 chi tiết hơn. Trong quá trình này, phần tử phát hiện dòng điện 27 thực hiện sự chuyển đổi A/D của hai trong số ba pha theo các mẫu từ (1) đến (9). Nó còn thể hiện liệu có pha khác thu được bằng cách tính toán hay không.

Fig.8 và Fig.9 thể hiện các điểm thời gian của sự chuyển đổi A/D và các pha của dòng điện được phát hiện bởi Sự chuyển đổi A/D đối với mỗi mẫu từ (1) đến (9).

<Mẫu 1> → các bước S42 và S62

Điểm thời gian phát hiện thứ nhất được thiết đặt bằng ( $U_0 +$  độ rộng nhỏ nhất (thay đổi được)) và có tác dụng để phát hiện dòng điện của pha V.

Điểm thời gian phát hiện thứ hai được thiết đặt bằng ( $W_0_{\text{bai}}$  - độ rộng nhỏ nhất (thay đổi được)) và có tác dụng để phát hiện dòng điện của pha U (âm).

Ở bước S62, trị số được chuyển đổi A/D (trị số AD) của pha U có dấu trừ (-) được thể cho biến  $R_{Iu}$  và trị số được chuyển đổi A/D (trị số AD) của pha V được thể cho biến  $R_{Iv}$ . Dòng điện của pha W  $R_{Iw}$  thu được từ  $R_{Iw} = -R_{Iu} - R_{Iv}$ .

Hiệu quả của hoạt động nêu trên sẽ được mô tả có dựa vào các hình vẽ từ Fig.16A đến Fig.16D và từ Fig.17A đến Fig.17C. Khi các xung PWM ba pha có các độ rộng trung gian tương ứng như trong bảng sáng chế Nhật Bản số 518799 được thể hiện trên Fig.16A, các dòng điện giữa hai pha (pha W và pha V đều âm) có thể được phát hiện tại hai điểm thời gian cố định tương ứng. Khi động cơ 4 có trạng thái của mẫu (1) với các điểm thời gian được duy trì, dòng điện của pha V được phát hiện tại điểm thời gian thứ nhất và dòng điện của pha U (âm) được phát hiện tại điểm thời gian thứ hai, như được thể hiện trên Fig.16B. Do đó, pha phát hiện trong trường hợp này khác với pha phát hiện trong trường hợp như được thể hiện trên Fig.16A.

Như nêu trên, cả điểm thời gian thứ nhất và thứ hai được làm cho thay đổi được đối với mẫu (1) như được thể hiện trên Fig.17A. Pha phát hiện như được thể hiện trên Fig.17A là giống như trong trường hợp trong đó các điểm thời gian phát hiện được cố định. Tuy nhiên, các điểm thời gian phát hiện được làm cho thay đổi được để pha phát hiện có thể được ngang hàng với pha V và pha U (âm) khi xem xét với trường hợp khác của mẫu (1) như được thể hiện trên Fig.8A.

<Mẫu (2)> → các bước S44 và S64

Điểm thời gian phát hiện thứ nhất được thiết đặt bằng ( $V_0_{\text{bai}}$  - độ rộng nhỏ nhất (thay đổi được)) và có tác dụng để phát hiện dòng điện của pha U (âm).

Điểm thời gian phát hiện thứ hai được thiết đặt bằng ( $U_0 +$  độ rộng nhỏ nhất (thay đổi được)) và có tác dụng để phát hiện dòng điện của pha W.

Ở bước S64, trị số được chuyển đổi A/D của pha U có dấu trừ (-) được thể cho biến  $R_{Iu}$  và trị số được chuyển đổi A/D của pha W được thể cho dòng điện của pha

W R\_Iw. Dòng điện của pha V R\_Iv thu được từ  $R_{Iv} = -R_{Iw} - R_{Iu}$ .

<Mẫu (3)> → các bước S46 và S66

Điểm thời gian phát hiện thứ nhất được thiết đặt bằng (V0\_bai + độ rộng nhỏ nhất (thay đổi được)) và có tác dụng để phát hiện dòng điện của pha U.

Điểm thời gian phát hiện thứ hai được thiết đặt bằng độ rộng nhỏ nhất (cố định) và có tác dụng để phát hiện dòng điện của pha V (âm).

Ở bước S66, trị số được chuyển đổi A/D của pha V có dấu trừ (-) được thế cho biến R\_Iv và trị số được chuyển đổi A/D của pha U được thế cho dòng điện của pha U R\_Iu. Dòng điện của pha W R\_Iw thu được từ  $R_{Iw} = -R_{Iv} - R_{Iu}$ .

<Mẫu (4)> → các bước S48 và S68

Điểm thời gian phát hiện thứ nhất được thiết đặt bằng (U0 + độ rộng nhỏ nhất (thay đổi được)) và có tác dụng để phát hiện dòng điện của pha W.

Điểm thời gian phát hiện thứ hai được thiết đặt bằng độ rộng nhỏ nhất (cố định) và có tác dụng để phát hiện dòng điện của pha V (âm).

Ở bước S68, trị số được chuyển đổi A/D của pha V có dấu trừ (-) được thế cho biến R\_Iv và trị số được chuyển đổi A/D của pha W được thế cho biến R\_Iw.

Dòng điện của pha U R\_Iu thu được từ  $R_{Iu} = -R_{Iv} - R_{Iw}$ .

Khi cả hai điểm thời gian phát hiện được cố định theo mẫu (4), dòng điện của pha V (âm) được phát hiện ở cả hai điểm thời gian phát hiện, như được thể hiện trên Fig.17B. Vì điều này, điểm thời gian phát hiện thứ nhất được làm cho thay đổi được, sao cho dòng điện của pha W được phát hiện tại điểm thời gian phát hiện thứ nhất.

<Mẫu 5> → các bước S50 và S70

Điểm thời gian phát hiện thứ nhất được thiết đặt bằng độ rộng nhỏ nhất (cố định) và có tác dụng để phát hiện dòng điện của pha W (âm).

Điểm thời gian phát hiện thứ hai được thiết đặt bằng (W0\_bai + độ rộng nhỏ nhất (thay đổi được)) và có tác dụng để phát hiện dòng điện của pha U.

Ở bước S70, trị số được chuyển đổi A/D của pha U được thế cho biến R\_Iu và trị số được chuyển đổi A/D của pha W có dấu trừ (-) được thế cho biến R\_Iw. Dòng điện của pha V R\_Iv thu được từ  $R_{Iv} = -R_{Iu} - R_{Iw}$ .

<Mẫu (6)> → S52 và S72

Điểm thời gian phát hiện thứ nhất được thiết đặt bằng ( $U_0 - \text{độ rộng nhỏ nhất}$ ) (thay đổi được) và có tác dụng để phát hiện dòng điện của pha W (âm).

Điểm thời gian phát hiện thứ hai được thiết đặt bằng ( $U_0 + \text{độ rộng nhỏ nhất}$ ) (thay đổi được)) và có tác dụng để phát hiện dòng điện của pha V.

Ở bước S72, trị số được chuyển đổi A/D của pha V được thế cho biến  $R_{Iv}$  và trị số được chuyển đổi A/D của pha W có dấu trừ (-) được thế cho biến  $R_{Iw}$ . Dòng điện của pha U  $R_{Iu}$  thu được từ  $R_{Iu} = -R_{Iv} - R_{Iw}$ .

Do cả hai điểm thời gian phát hiện được cố định theo mẫu (6), dòng điện của pha W (âm) được phát hiện ở cả hai điểm thời gian phát hiện, như được thể hiện trên Fig.17C. Vì điều này, các điểm thời gian phát hiện thứ nhất và thứ hai được làm cho thay đổi được, sao cho dòng điện của pha V được phát hiện ở phía thứ hai.

Các mẫu từ (7) đến (9) dưới đây liên quan đến sự phát hiện của dòng điện pha duy nhất.

<Mẫu (7)> → các bước S54 và S74

Điểm thời gian phát hiện thứ nhất được thiết đặt bằng độ rộng nhỏ nhất (cố định) và có tác dụng để phát hiện dòng điện của pha W (âm).

Điểm thời gian phát hiện thứ hai không được thiết đặt do dòng điện của pha thứ hai không thể phát hiện được trong trường hợp này.

Do đó, ở bước S74, 0 được thế cho cả hai biến  $R_{Iu}$  và  $R_{Iv}$  và trị số được chuyển đổi A/D của pha W có dấu trừ được thế cho biến  $R_{Iw}$ .

<Mẫu (8)> → các bước S56 và S76

Điểm thời gian phát hiện thứ nhất không được phát hiện do dòng điện của pha thứ nhất không thể phát hiện được.

Điểm thời gian phát hiện thứ hai được thiết đặt bằng độ rộng nhỏ nhất (cố định) và có tác dụng để phát hiện dòng điện của pha V (âm).

Do đó, ở bước S76, 0 được thế cho cả hai biến  $R_{Iu}$  và  $R_{Iw}$ , và trị số được chuyển đổi A/D của pha V có dấu trừ được thế cho biến  $R_{Iv}$ .

<Mẫu (9)> → các bước S58 và S78

Điểm thời gian phát hiện thứ nhất không được thiết đặt do dòng điện của pha thứ nhất không thể phát hiện được trong trường hợp này.

Điểm thời gian phát hiện thứ hai được thiết đặt bằng hai lần độ rộng nhỏ nhất (cố định) và có tác dụng để phát hiện dòng điện của pha U (âm).

Do đó, ở bước S78, 0 được thế cho cả hai biến  $R\_Iv$  và  $R\_Iw$ , và trị số được chuyển đổi A/D của pha U có dấu trừ được thế cho biến  $R\_Iu$ .

Việc thiết đặt điểm thời gian phát hiện thứ hai bằng hai lần độ rộng nhỏ nhất khác với điểm thời gian cố định được thiết đặt cho độ rộng nhỏ nhất khác. Tuy nhiên, yêu cầu bảo hộ xác định "điểm thời gian thay đổi được theo độ lớn của điện áp đầu ra cấp cho mạch biến đổi. Theo định nghĩa này, việc thiết đặt đến hai lần độ rộng nhỏ nhất không rơi vào khái niệm của "thay đổi được" và do đó được xác định là "cố định"

<Mẫu (10)> → các bước S59 và S79

Điểm thời gian phát hiện thứ nhất được thiết đặt bằng độ rộng nhỏ nhất (cố định) và có tác dụng để phát hiện dòng điện của pha V (âm).

Điểm thời gian phát hiện thứ hai được thiết đặt bằng độ rộng nhỏ nhất (cố định) và có tác dụng để phát hiện dòng điện của pha W (âm). Xem Fig.16A. Ở bước S79, trị số được chuyển đổi A/D của pha V có dấu trừ được thế cho biến  $R\_Iv$ , và trị số được chuyển đổi A/D của pha W có dấu trừ được thế cho biến  $R\_Iw$ . Dòng điện của pha U  $R\_Iu$  thu được từ  $R\_Iu = -R\_Iv - R\_Iw$ .

Fig.18A và Fig.18B thể hiện (A) các dạng sóng của dòng điện động cơ được phát hiện bởi phương pháp đã biết trong lĩnh vực (Bảng sáng chế Nhật Bản số 5178799) và (B) các dạng sóng của dòng điện động cơ được phát hiện bởi phương pháp theo sáng chế khi hệ số điều biến về cơ bản bằng 1,0. Như được thấy từ các hình vẽ, ở giải pháp đã biết, tốc độ phát hiện dòng điện giảm và độ méo dạng sóng của dòng điện trở nên lớn hơn khi điện áp được cấp tăng dẫn đến tốc độ động cơ tăng. Mặt khác, tốc độ phát hiện dòng điện được duy trì tại trị số cao bất kể điện áp được cấp trong phương án này, sao cho dạng sóng của dòng điện có độ méo nhỏ hơn và về cơ bản có hình sin.

Theo phương án nêu trên, điện trở song song 24 được nối với phía dòng điện

một chiều của mạch biến đổi 23 tạo ra các tín hiệu theo các trị số dòng điện. Phần phát hiện dòng điện 27 phát hiện các dòng điện pha Iu, Iv và Iw của động cơ 4, dựa vào các tín hiệu được tạo ra bởi điện trở song song 24 và mẫu tín hiệu PWM. Phần điều khiển vectơ 30 xác định vị trí của rôto dựa vào các dòng điện pha và phát ra mẫu tín hiệu PWM ba pha cùng với phần tạo ra tín hiệu PWM 32 sao cho mẫu này ở sau vị trí của rôto  $\theta$ . Trong trường hợp này, đối với pha U của mẫu tín hiệu PWM ba pha, phần tạo ra tín hiệu PWM 32 tăng/giảm phụ tải theo cả hai hướng của phía chậm pha và phía sớm pha so với đáy của chu kỳ sóng mang. Đối với pha V, phần tạo ra tín hiệu PWM 32 tăng/giảm phụ tải theo một trong hai hướng của phía chậm pha và phía sớm pha so với đáy. Đối với pha W, phần tạo ra tín hiệu PWM 32 tăng/giảm phụ tải theo hướng còn lại trong số hai hướng của phía chậm pha và phía sớm pha so với đáy.

Phần điều chỉnh điểm thời gian phát hiện dòng điện 34 phát hiện các dòng điện giữa hai pha tại các điểm thời gian cố định nằm trong chu kỳ sóng mang. Hơn nữa, khi việc xác định các dòng điện giữa hai pha tại các điểm thời gian cố định là không thể, phần điều chỉnh điểm thời gian phát hiện dòng điện 34 điều chỉnh các điểm thời gian phát hiện sao cho đối với ít nhất một pha, dòng điện có thể được phát hiện tại điểm thời gian thay đổi được theo độ lớn của điện áp đầu ra cấp cho mạch biến đổi 23. Do đó, tốc độ phát hiện dòng điện có thể được cải thiện ngay cả trong vùng mà điện áp đầu ra là cao sao cho sự điều biến quá mức xảy ra, dẫn đến độ chính xác điều khiển có thể được cải thiện trong khi sự tổn hao khi chuyển mạch được loại trừ.

Phần điều chỉnh 34 còn xác định liệu có hay không các điểm thời gian cố định định trước có thể được sử dụng hoặc các điểm thời gian thu được bằng cách dịch chuyển các điểm thời gian cố định có thể được sử dụng, theo mẫu tín hiệu PWM ba pha. Cụ thể hơn, độ rộng nhỏ nhất được xác định là phụ tải nhỏ nhất mà cho phép phần phát hiện dòng điện 27 phát hiện các dòng điện pha và độ rộng lớn nhất được xác định dựa vào độ rộng nhỏ nhất. Mẫu đầu ra tín hiệu PWM hai pha được chia thành các mẫu từ (1) đến (9) phụ thuộc vào sự kết hợp của các phụ tải ba pha tương ứng với hoặc độ rộng nhỏ nhất hoặc độ rộng lớn nhất. Liệu việc phát hiện dòng điện có được tiến hành tại các điểm thời gian cố định hoặc tại các điểm thời gian được

dịch chuyển hay không, theo các mẫu từ (1) đến (9).

Kết quả, liệu có các thời điểm phát hiện dòng điện khác hay không sẽ thay đổi được có thể được xác định một cách thích hợp theo sự kết hợp của các tín hiệu PWM khi điều biến ba pha. Hơn nữa, việc phát hiện dòng điện có thể được tiến hành với sự xác định đáng tin cậy ngay cả khi chỉ dòng điện một pha về cơ bản có thể được phát hiện ở trạng thái được điều biến quá mức trong đó điện áp đầu ra rất cao, để các kết quả của sự phát hiện dòng điện có thể được sử dụng để điều khiển động cơ càng nhiều càng tốt.

Hơn nữa, máy điều hòa không khí E bao gồm hệ thống bơm nhiệt được tạo ra bởi máy nén 2, bộ trao đổi nhiệt ngoài trời 9, máy giảm áp 8, bộ trao đổi nhiệt trong nhà 7 và máy và thiết bị tương tự. Thiết bị điều khiển động cơ của phương án này được tạo ra để điều khiển động cơ 4 của máy nén 2. Do đó, hiệu quả hoạt động của hệ thống bơm nhiệt 1 và máy điều hòa không khí E có thể được cải thiện.

Các hình vẽ từ Fig.19A đến Fig.33B minh họa phương án thứ hai. Theo phương án thứ hai, các chi tiết giống hoặc tương tự được ký hiệu bởi cùng ký hiệu như các chi tiết ở phương án thứ nhất và việc mô tả các chi tiết giống nhau này sẽ được bỏ qua. Chỉ có các sự khác nhau giữa phương án thứ nhất và phương án thứ hai sẽ được mô tả. Ví dụ, ở mẫu (1), dòng điện của pha V được phát hiện tại điểm thời gian phát hiện thứ nhất và dòng điện của pha U (âm) được phát hiện tại điểm thời gian phát hiện thứ hai. Tuy nhiên, như được thể hiện trên Fig.19A, khi xung của pha U xấp xỉ nhỏ nhất và xung của pha W xấp xỉ lớn nhất, dòng điện của pha U (âm) cũng được phát hiện tại điểm thời gian phát hiện thứ nhất. Vì có sự không thích hợp này, độ rộng xung của pha U được trừ từ mỗi một trong số các độ rộng xung của pha V và của pha W và độ rộng xung của pha U được làm cho bằng 0 theo phương án thứ hai sao cho cách thức điều biến được đổi thành sự điều biến hai pha. Điểm thời gian phát hiện thứ hai được dịch chuyển thành điểm thời gian thay đổi được bằng cách trừ độ rộng nhỏ nhất từ W0\_bai, sao cho dòng điện của pha V và dòng điện của pha U (âm) được phát hiện.

Hơn nữa, ở mẫu (3), dòng điện của pha U được phát hiện tại điểm thời gian phát hiện thứ nhất và dòng điện của pha V (âm) được phát hiện tại điểm thời gian phát hiện thứ hai. Tuy nhiên, như được thể hiện trên Fig.19B, khi cả xung của pha U

và xung của pha W xấp xỉ trị số lớn nhất tương ứng, dòng điện của pha V (âm) cũng được phát hiện tại điểm thời gian phát hiện thứ nhất. Trong trường hợp này, độ rộng xung của pha V được trừ từ mỗi một trong số các độ rộng xung của pha U và của pha W và độ rộng xung của pha V được làm cho bằng 0 sao cho cách thức điều biến được đổi thành sự điều biến hai pha. Các điểm thời gian phát hiện thứ nhất và thứ hai được cố định và dòng điện của pha U và dòng điện của pha V (âm) được phát hiện như trước.

Ở mẫu (5), dòng điện của pha W (âm) được phát hiện tại điểm thời gian phát hiện thứ nhất và dòng điện của pha U được phát hiện tại điểm thời gian phát hiện thứ hai. Tuy nhiên, như được thể hiện trên Fig.19C, khi cả xung của pha U và xung của pha V xấp xỉ trị số lớn nhất tương ứng, dòng điện của pha W (âm) cũng được phát hiện tại điểm thời gian phát hiện thứ hai. Trong trường hợp này, độ rộng xung của pha W được trừ từ mỗi một trong số các độ rộng xung của pha U và của pha V và độ rộng xung của pha W được làm cho bằng 0 sao cho cách thức điều biến được đổi thành sự điều biến hai pha. Các điểm thời gian phát hiện thứ nhất và thứ hai được cố định và dòng điện của pha U và dòng điện của pha V (âm) được phát hiện như trước.

Ở mẫu (7), dòng điện của pha W (âm) có thể chỉ được phát hiện tại điểm thời gian phát hiện thứ nhất như được thể hiện trên Fig.20A. Trong trường hợp này, cũng như ở mẫu (5), độ rộng xung của pha W được trừ từ mỗi một trong số các độ rộng xung của pha U và của pha V và độ rộng xung của pha W được làm cho bằng 0 sao cho cách thức điều biến được đổi thành sự điều biến hai pha. Kết quả, dòng điện của pha U có thể phát hiện được tại điểm thời gian phát hiện thứ hai (được cố định). Ở mẫu (9), cũng như được thể hiện trên Fig.20B và Fig.20C, độ rộng xung của pha U được trừ từ mỗi một trong số các độ rộng xung của pha V và của pha W và độ rộng xung của pha U được làm cho bằng 0 sao cho cách thức điều biến được đổi thành sự điều biến hai pha. Kết quả, dòng điện của pha V có thể phát hiện được tại điểm thời gian phát hiện thứ nhất (được cố định) khi dòng điện của pha V lớn hơn ( $>$ ) dòng điện của pha W. Dòng điện của pha W có thể phát hiện được tại điểm thời gian phát hiện thứ hai (thay đổi được) khi dòng điện của pha V nhỏ hơn ( $<$ ) dòng điện của pha W.

Dưới đây, các quy trình xử lý để tiến hành các cách thức phát hiện dòng điện

nêu trên sẽ được mô tả. Liên quan đến Fig.21 tương ứng với Fig.3, bắt đầu D được thực hiện giữa các bước S11 và S12 (bước S15) và bắt đầu E được thực hiện giữa các bước S13 và S14 (bước S16). Các bước xử lý do đó được bổ sung. Tại bắt đầu D, các mẫu từ (1) đến (9) được chia thành các mẫu dạng kênh từ (0) đến (10) (các mẫu con: CH\_Ptn). Thuật ngữ, "MAX" biểu thị 50% phụ tải trong phần mô tả dưới đây. Mẫu dạng kênh (0) bao gồm tất cả các mẫu mà không thuộc các mẫu dạng kênh từ (1) đến (10).

<Mẫu (1)> → các bước S81 và S82

$U0 + \text{độ rộng nhỏ nhất} > \text{MAX} \times 2 - W0\_bai \rightarrow \text{mẫu dạng kênh (1)}$

<Mẫu (2)> → các bước S83 và S84

$U0 + \text{độ rộng nhỏ nhất} > \text{MAX} \times 2 - V0\_bai \rightarrow \text{mẫu dạng kênh (2)}$

<Mẫu (3)> → các bước S85 và S86

$V0\_bai + \text{độ rộng nhỏ nhất} > \text{MAX} \times 2 - W0\_bai \rightarrow \text{mẫu dạng kênh (3)}$

<Mẫu (4)> → các bước S87 và S88

$\text{Độ rộng nhỏ nhất} > \text{MAX} - U0 \rightarrow \text{mẫu dạng kênh (4)}$

<Mẫu (5)> → các bước S89 và S90

$W0\_bai + \text{độ rộng nhỏ nhất} > \text{MAX} \times 2 - V0\_bai \rightarrow \text{mẫu dạng kênh (5)}$

<Mẫu (6)> → các bước S91 và S92

$\text{Độ rộng nhỏ nhất} > \text{MAX} - U0 \rightarrow \text{mẫu dạng kênh (6)}$

<Mẫu (7)> → các bước S93 và S94

$\text{Độ rộng nhỏ nhất} < \text{MAX} \times 2 - V0\_bai + W0\_bai \rightarrow \text{mẫu dạng kênh (7)}$

<Mẫu (8)> → các bước S95 và S96

$\text{Độ rộng nhỏ nhất} < \text{MAX} \times 2 - W0\_bai + V0\_bai \rightarrow \text{mẫu dạng kênh (8)}$

<Mẫu (9)> → các bước S97 đến S100

$V0\_bai > W0\_bai$  và  $\text{độ rộng nhỏ nhất} > \text{MAX} \times 2 - W0\_bai + U0 \rightarrow \text{mẫu dạng kênh (9)}$

$V0\_bai \leq W0\_bai$  và  $\text{độ rộng nhỏ nhất} > \text{MAX} \times 2 - V0\_bai + U0 \rightarrow \text{mẫu dạng kênh (10)}$ .

Các hình vẽ từ Fig.24 đến Fig.26 thể hiện quá trình xử lý của bắt đầu B và tương ứng với Fig.11 và Fig.12. Trên Fig.24, xác định liệu mỗi trong số các mẫu từ (1) đến (3) có là mẫu dạng kênh (1), (2) hoặc (3) hay không (các bước S101, S103 và S105). Khi mỗi mẫu là mẫu dạng kênh (1) (CÓ ở bước S101), điểm thời gian phát hiện thứ nhất được thiết đặt bằng trị số nhỏ nhất (được cố định) (bước S102). Khi mỗi mẫu là mẫu dạng kênh (2) (CÓ ở bước S103), điểm thời gian phát hiện thứ hai được thiết đặt bằng trị số nhỏ nhất (được cố định) (S104). Khi mỗi mẫu là mẫu dạng kênh (3) (CÓ ở bước S105), các điểm thời gian phát hiện thứ nhất và thứ hai được thiết đặt bằng trị số nhỏ nhất (được cố định) (bước S106).

Trên Fig.25, xác định liệu mẫu (5) là mẫu dạng kênh (5) hay không (bước S107). Khi mẫu (5) là mẫu dạng kênh (5) (CÓ), các điểm thời gian phát hiện thứ nhất và thứ hai được thiết đặt bằng trị số nhỏ nhất (được cố định) (bước S108). Do mỗi trong số các mẫu (4) và (6) có các điểm thời gian phát hiện giống như các mẫu dạng kênh (4) và (6) tương ứng, nên mỗi trong số các mẫu (4) và (6) được xử lý theo cách tương tự như ở phương án thứ nhất.

Trên Fig.26, do các mẫu (7) và (8) lần lượt trở thành các mẫu dạng kênh (7) và (8) mà không có sự thay đổi bất kỳ, các điểm thời gian phát hiện thứ nhất và thứ hai được thiết đặt bằng trị số nhỏ nhất (được cố định) (các bước S109 và S110). Mẫu (9) hoặc là mẫu dạng kênh 9 hoặc là 10. Khi mẫu (9) là mẫu dạng kênh (9), điểm thời gian phát hiện thứ nhất được thiết đặt bằng độ rộng nhỏ nhất (cố định) và điểm thời gian phát hiện thứ hai được thiết đặt bằng trị số thu được bằng cách trừ trị số lớn nhất của phụ tải ba pha từ  $V0\_bai$  và cộng độ rộng nhỏ nhất (thay đổi được) (bước S112).

Hơn nữa, khi mẫu (9) là mẫu dạng kênh (10), điểm thời gian phát hiện thứ nhất được thiết đặt bằng trị số thu được bằng cách trừ trị số lớn nhất của phụ tải ba pha từ  $W0\_bai$  và cộng độ rộng nhỏ nhất (thay đổi được), và điểm thời gian phát hiện thứ hai được thiết đặt bằng độ rộng nhỏ nhất (cố định) (bước S114).

Fig.27 thể hiện quá trình xử lý của bắt đầu C và tương ứng một phần với Fig.15. Trên Fig.27, xác định liệu mỗi trong số các mẫu từ (7) đến (9) có phải là mẫu dạng kênh (7), (8), (9) hoặc (10) hay không (các bước S117, S119, S121 và S123). Khi mỗi trong số các mẫu từ (7) đến (9) là mẫu dạng kênh (7), trị số được chuyển đổi A/D của pha U thu được tại thời điểm phát hiện thứ hai được thế cho biến  $R\_Iu$  ở

bước S118. Hơn nữa, trị số được chuyển đổi A/D của pha W thu được tại điểm thời gian phát hiện thứ nhất và được lấy dấu âm được thể cho biến  $R_{Iw}$ . Dòng điện của pha V  $R_{Iv}$  thu được từ  $R_{Iv} = -R_{Iu} - R_{Iw}$ .

Khi mỗi trong số các mẫu từ (7) đến (9) là mẫu dạng kênh (8), trị số được chuyển đổi A/D của pha V thu được tại điểm thời gian phát hiện thứ hai và được lấy dấu âm được thể cho biến  $R_{Iv}$  và trị số được chuyển đổi A/D của pha U thu được tại điểm thời gian phát hiện thứ nhất được thể cho biến  $R_{Iu}$ , ở bước S120. Dòng điện của pha W  $R_{Iw}$  thu được từ  $R_{Iw} = -R_{Iu} - R_{Iv}$ .

Khi mỗi trong số các mẫu từ (7) đến (9) là mẫu dạng kênh (9), trị số được chuyển đổi A/D của pha U thu được tại điểm thời gian phát hiện thứ hai và được lấy dấu âm được thể cho biến  $R_{Iu}$ , ở bước S122. Hơn nữa, trị số được chuyển đổi A/D của pha V thu được tại điểm thời gian phát hiện thứ nhất được thể cho biến  $R_{Iv}$ . Dòng điện của pha W  $R_{Iw}$  thu được từ  $R_{Iw} = -R_{Iu} - R_{Iv}$ .

Khi mỗi trong số các mẫu từ (7) đến (9) là mẫu dạng kênh (10), trị số được chuyển đổi A/D của pha W thu được tại điểm thời gian phát hiện thứ hai được thể cho biến  $R_{Iw}$ . Hơn nữa, trị số được chuyển đổi A/D của pha U thu được tại điểm thời gian phát hiện thứ nhất và được lấy dấu âm được thể cho biến  $R_{Iu}$ . Dòng điện của pha U  $R_{Iv}$  thu được từ  $R_{Iv} = -R_{Iu} - R_{Iw}$ .

Khi vượt quá (MAX - trị số nhỏ nhất), điểm thời gian phát hiện thứ hai trong quá trình đếm xuôi được thay bằng trị số của (MAX-trị số nhỏ nhất) mặc dù điều này không được thể hiện trên lưu đồ của bắt đầu C. Hơn nữa, khi nhỏ hơn 0, điểm thời gian phát hiện thứ hai được thay bằng 0, sao cho tránh được sự sai chức năng. Cách thức tương tự được áp dụng cho điểm thời gian phát hiện (thứ nhất) trong quá trình đếm ngược.

Fig.28 thể hiện quá trình xử lý của bắt đầu E. Xác định liệu mỗi mẫu có phải là mẫu dạng kênh (0) hay không (bước S131). Khi mỗi mẫu là mẫu dạng kênh (0) (CÓ), sự điều biến ba pha được thực hiện như ở phương án thứ nhất, sao cho các phụ tải pha U, V và W được duy trì. Mặt khác, khi mỗi mẫu không phải là mẫu dạng kênh (0) (KHÔNG), sự điều biến hai pha được thực hiện, sao cho trị số nhỏ nhất của các phụ tải pha U, V và W được trừ từ mỗi trong số các phụ tải (bước S133).

Các Fig.29 và 30 thể hiện các điều kiện mà tại đó các mẫu từ (7) đến (9) được chia thành các mẫu dạng kênh từ (7) đến (10) và sự thay đổi của các thời điểm phát hiện dòng điện. Hơn nữa, Fig.31 thể hiện các dạng sóng của tín hiệu PWM trong trường hợp trong đó sự điều biến ba pha và sự điều biến hai pha được thực hiện kết hợp, và Fig.32A và Fig.32B là các hình vẽ tương tự Fig.18A và Fig.18B, thể hiện rằng phương án thứ hai có thể cải thiện tốc độ phát hiện dòng điện do việc giảm độ méo của dạng sóng.

Theo phương án thứ hai, phần tạo ra tín hiệu PWM 32 trừ đi phụ tải nhỏ nhất của một trong số các tín hiệu PWM ba pha từ mỗi trong số các phụ tải hai pha còn lại, nhờ đó tạo ra các tín hiệu PWM hai pha. Phần điều chỉnh điểm thời gian phát hiện dòng điện 34 phát hiện dòng điện tại điểm thời gian phát hiện cố định đối với ít nhất một trong số các mẫu của các tín hiệu PWM hai pha. Cụ thể hơn, các mẫu từ (1) đến (9) được chia thành các mẫu dạng kênh từ (0) đến (10) và sự điều biến hai pha được tiến hành phụ thuộc vào các kết quả chia tách, sao cho các thời điểm phát hiện dòng điện và các pha của dòng điện cần phát hiện được dịch chuyển. Do đó, hiệu quả phát hiện dòng điện có thể được cải thiện trong phương án này so với giải pháp đã biết dẫn đến độ méo dạng sóng của dòng điện cấp cho động cơ có thể giảm.

Các hình vẽ từ Fig.33A đến Fig.43 thể hiện phương án thứ ba. Theo phương án thứ ba, phụ tải của một trong ba pha thể hiện trị số xấp xỉ lớn nhất (pha lớn nhất), nhưng ngược lại các phụ tải của hai pha khác thể hiện các trị số tương ứng xấp xỉ nhỏ nhất (các pha nhỏ nhất). Phương án thứ ba giải quyết trường hợp trong đó sự chênh lệch phụ tải là quá lớn. Ví dụ, trong trường hợp của mẫu (1) như được thể hiện trên Fig.33A, phụ tải pha V lớn hơn và các phụ tải pha U và pha W nhỏ hơn, và dòng điện của pha V khó được phát hiện tại các điểm thời gian phát hiện thứ nhất và thứ hai.

Trong trường hợp nêu trên, phụ tải pha V được trừ từ 100%, và trị số thu được được cộng với mỗi phụ tải pha. Phụ tải pha V bằng 100%. Hơn nữa, chiều tăng/giảm của phụ tải pha U được dịch chuyển thành chiều ngược lại với chiều của phụ tải pha W từ đáy của sóng hình tam giác. Hơn thế nữa, điểm thời gian phát hiện thứ hai biến đổi được được dịch chuyển thành cố định, sao cho dòng điện của pha U (âm) được phát hiện tại điểm thời gian phát hiện thứ hai như trước.

Trong mẫu (2) như được thể hiện trên Fig.33B, phụ tải pha W lớn hơn và các

phụ tải pha U và pha V nhỏ hơn. Trong trường hợp này, dòng điện của pha W khó được phát hiện tại các điểm thời gian phát hiện thứ nhất và thứ hai. Vì điều này, phụ tải pha W được trừ từ 100%, và trị số thu được được cộng với mỗi phụ tải pha theo cách tương tự như nêu trên. Chiều tăng/giảm của phụ tải pha U được dịch chuyển thành chiều ngược lại với chiều của phụ tải pha V từ đáy của sóng hình tam giác. Hơn thế nữa, điểm thời gian phát hiện thứ nhất biến đổi được được dịch chuyển thành cố định, sao cho dòng điện của pha U (âm) được phát hiện tại điểm thời gian phát hiện thứ hai như trước.

Trong mẫu (3) như được thể hiện trên Fig.34A, phụ tải pha U lớn hơn và các phụ tải pha V và pha W nhỏ hơn. Trong trường hợp này, dòng điện của pha U khó được phát hiện tại các điểm thời gian phát hiện thứ nhất và thứ hai. Vì điều này, phụ tải pha W được trừ từ 100%, và trị số thu được được cộng với mỗi phụ tải pha. Dòng điện của pha V (âm) được phát hiện tại điểm thời gian phát hiện thứ hai. Trong trường hợp này, phụ tải pha U không được dịch chuyển.

Trong mẫu (4) như được thể hiện trên Fig.34B, phụ tải pha W lớn hơn và các phụ tải pha U và pha V nhỏ hơn. Trong trường hợp này, dòng điện của pha W khó được phát hiện tại các điểm thời gian phát hiện thứ nhất và thứ hai. Vì điều này, phụ tải pha W được trừ từ 100%, và trị số thu được được cộng với mỗi phụ tải pha. Chiều tăng/giảm của phụ tải pha U được dịch chuyển thành chiều ngược lại với chiều của phụ tải pha V từ đáy của sóng hình tam giác. Dòng điện của pha V (âm) được phát hiện tại điểm thời gian phát hiện thứ hai. Trong mẫu (5) như được thể hiện trên Fig.35A, phụ tải pha U lớn hơn và các phụ tải pha V và pha W nhỏ hơn. Trong trường hợp này, dòng điện của pha U khó được phát hiện tại các điểm thời gian phát hiện thứ nhất và thứ hai. Vì điều này, phụ tải pha U được trừ từ 100%, và trị số thu được được cộng với mỗi phụ tải pha. Dòng điện của pha W (âm) được phát hiện tại điểm thời gian phát hiện thứ nhất. Trong trường hợp này, phụ tải pha U không được dịch chuyển.

Trong mẫu (6) như được thể hiện trên Fig.35B, phụ tải pha V lớn hơn và các phụ tải pha U và pha W nhỏ hơn. Trong trường hợp này, dòng điện của pha V khó được phát hiện tại các điểm thời gian phát hiện thứ nhất và thứ hai. Vì điều này, phụ tải pha V được trừ từ 100%, và trị số thu được được cộng với mỗi phụ tải pha. Chiều

tăng/giảm của phụ tải pha U được dịch chuyển thành chiều ngược lại với chiều của phụ tải pha W từ đáy của sóng hình tam giác. Dòng điện của pha W (âm) được phát hiện tại điểm thời gian phát hiện thứ nhất. Quá trình xử lý nêu trên không cần được tiến hành đối với các mẫu từ (7) đến (9).

Việc xử lý để đạt được hoạt động nêu trên sẽ được mô tả có dựa vào các hình vẽ từ Fig.36 đến Fig.42. Trong bắt đầu D, như được thể hiện trên Fig.36, các mẫu từ (0) đến (6) được chia thành các mẫu dạng kênh (các mẫu con: CH\_Ptn2) từ (0) đến (6) khác với các mẫu theo phương án thứ hai. Mẫu dạng kênh (0) bao gồm tất cả các mẫu mà không thuộc các mẫu dạng kênh từ (1) đến (6).

<Mẫu (1)> → các bước S81, S141 và S142

$W0\_bai$  - độ rộng nhỏ nhất  $< U0$  và  $V0\_bai < MAX \times 2$  (100%) → mẫu dạng kênh (1)

<Mẫu (2)> → các bước S83, S143 và S144

$VO\_bai$  - độ rộng nhỏ nhất  $< U0$  và  $V0\_bai < MAX \times 2$  → mẫu dạng kênh (2)

<Mẫu (3)> → các bước S85, S145 và S146

Độ rộng nhỏ nhất  $> W0\_bai$  và  $U0\_bai < MAX \times 2$  → mẫu dạng kênh (3)

<Mẫu (4)> → các bước S87, S147 và S148

Độ rộng nhỏ nhất  $> U0\_bai$  và  $W0\_bai < MAX \times 2$  → mẫu dạng kênh (4)

<Mẫu (5)> → các bước S89, S149 và S150

Độ rộng nhỏ nhất  $> V0\_bai$  và  $U0\_bai < MAX \times 2$  → mẫu dạng kênh (5)

<Mẫu (6)> → các bước S89, S149 và S150

Độ rộng nhỏ nhất  $> U0$  và  $V0\_bai < MAX \times 2$  → mẫu dạng kênh (6).

Fig.37 và Fig.38 thể hiện quá trình xử lý của bắt đầu B và tương ứng với Fig.24 và Fig.25. Xác định liệu các mẫu (1), (2) và (6) có phải là các mẫu dạng kênh (1), (2) và (6) tương ứng hay không (các bước S101', S103' và S155). Khi mẫu (1) là mẫu dạng kênh (1) (CÓ ở bước S101'), điểm thời gian phát hiện thứ nhất được thiết đặt bằng ( $U0$  + trị số nhỏ nhất) và điểm thời gian phát hiện thứ hai được thiết đặt bằng trị số nhỏ nhất (bước S153). Hơn nữa, khi mẫu (2) là mẫu dạng kênh (2) (CÓ ở bước S103'), điểm thời gian phát hiện thứ nhất được thiết đặt bằng trị số nhỏ nhất và điểm thời gian phát hiện thứ hai được thiết đặt bằng ( $U0$  + trị số nhỏ nhất) (bước

S154). Khi mẫu (6) là mẫu dạng kênh (6) (CÓ ở bước S155), điểm thời gian phát hiện thứ nhất được thiết đặt bằng trị số nhỏ nhất và điểm thời gian phát hiện thứ hai được thiết đặt bằng ( $U_0$  + trị số nhỏ nhất) (bước S156). Các mẫu còn lại được xử lý theo cách tương tự như theo phương án thứ hai.

Bắt đầu E như được thể hiện trên Fig.39 và Fig.40 là việc xử lý bổ sung cho các phụ tải theo các mẫu dạng kênh từ (1) đến (6).

<Mẫu dạng kênh (1)> → các bước S161 và S162

$V_0$ \_bai được trừ từ 100% và kết quả của phép trừ này được cộng với mỗi trong số các phụ tải pha U, pha V và pha W.

<Mẫu dạng kênh (2)> → các bước S163 và S164

$W_0$ \_bai được trừ từ 100% và kết quả của phép trừ này được cộng với mỗi trong số các phụ tải pha U, pha V và pha W.

<Mẫu dạng kênh (3)> → các bước S165 và S166

$U_0$ \_bai được trừ từ 100% và kết quả của phép trừ này được cộng với mỗi trong số các phụ tải pha U, pha V và pha W.

<Mẫu dạng kênh (4)> → các bước S167 và S168

$W_0$ \_\_bai được trừ từ 100% và kết quả của phép trừ này được cộng với mỗi trong số các phụ tải pha U, pha V và pha W.

<Mẫu dạng kênh (5)> → các bước S169 và S170

$V_0$ \_bai được trừ từ 100% và kết quả của phép trừ này được cộng với mỗi trong số các phụ tải pha U, pha V và pha W.

<Mẫu dạng kênh (6)> → các bước S171 và S172

$V_0$ \_bai được trừ từ 100% và kết quả của phép trừ này được cộng với mỗi trong số các phụ tải pha U, pha V và pha W.

Fig.41 thể hiện quá trình dịch chuyển chiều tăng/giảm của phụ tải pha U ở bước S9 (nửa đầu của chu kỳ sóng mang).

<Mẫu dạng kênh (1)> → các bước S181 và S182

( $U_0 \times 2$ ) tương ứng với phụ tải pha U. "Set\_duty\_U\_phase 0 ( $U_0$ \_bai)" ở bước S192 biểu thị rằng  $U_0$ \_bai là đầu ra ở nửa đầu của chu kỳ sóng mang sao cho

phụ tải pha U là đầu ra ở chiều ngược lại với chiều của phụ tải pha W tính từ đáy của sóng hình tam giác.

<Mẫu dạng kênh (2)> → các bước S183 và S184

“Set\_duty\_U\_phase 0 (0)” ở bước S194 biểu thị rằng phụ tải pha U không phải đầu ra ở nửa đầu của chu kỳ sóng mang. U0\_bai là đầu ra ở nửa cuối của chu kỳ sóng mang.

<Mẫu dạng kênh (4) > → các bước S195 và S196

Quá trình xử lý tương tự được tiến hành ở bước S196 giống như ở bước S194.

<Mẫu dạng kênh (6)> → các bước S187 và S188

Quá trình xử lý tương tự được tiến hành ở bước S198 giống như ở bước S192.

Đối với các mẫu dạng kênh không phải (1), (2), (4) và (6), bước S189 được xác định là SET\_DUTY\_U\_PHASE0(U0), mà biểu thị rằng phụ tải pha U thường tăng/giảm theo cả hai chiều từ đáy của biên độ của các sóng hình tam giác.

Fig.42 thể hiện quá trình dịch chuyển chiều tăng/giảm của các xung phụ tải pha U ở bước S10 (ở nửa cuối của chu kỳ sóng mang).

<Mẫu dạng kênh (1)> → các bước S191 và D192

Không có phụ tải pha U là đầu ra ở nửa cuối của chu kỳ sóng mang. U0\_\_bai là đầu ra ở nửa đầu của chu kỳ sóng mang.

<Mẫu dạng kênh (2)> → các bước S193 và D194

U0\_bai là đầu ra ở nửa cuối của chu kỳ sóng mang. Không có phụ tải pha U là đầu ra ở nửa đầu của chu kỳ sóng mang.

<Mẫu dạng kênh (4)> → các bước S195 và D196

Quá trình xử lý tương tự được tiến hành ở bước S196 giống như ở bước S194.

<Mẫu dạng kênh (6)> → các bước S197 và D198

Quá trình xử lý tương tự được tiến hành ở bước S198 giống như ở bước S192.

Đối với các mẫu dạng kênh không phải (1), (2), (4) và (6), quá trình xử lý tương tự được tiến hành ở bước S199 giống như ở bước S189.

Fig.43A và Fig.43B thể hiện các mẫu PWM ba pha trong trường hợp ứng dụng thực tế của quá trình xử lý theo phương án thứ ba. Fig.43B là hình vẽ phóng to

riêng phần của Fig.43A. Phụ tải pha W là 100%. Xung phụ tải pha U được dịch chuyển thành đầu ra theo chiều ngược lại với chiều của xung phụ tải pha V tính từ đáy của sóng hình tam giác.

Theo phương án thứ ba, khi phụ tải của một trong số các tín hiệu PWM ba pha trở nên lớn hơn phụ tải của hai pha còn lại, pha đầu tiên sẽ được gọi là "pha lớn nhất" và các pha còn lại sẽ được gọi là "các pha nhỏ nhất" khi các dòng điện giữa hai pha được phát hiện tại các điểm thời gian phát hiện thứ nhất và thứ hai thuộc cùng một pha, sự chênh lệch thu được bằng cách trừ phụ tải pha lớn nhất từ phụ tải lớn nhất (100%) được cộng với mỗi phụ tải pha. Hơn nữa, khi pha lớn nhất là pha V hoặc pha W, xung phụ tải pha U được dịch chuyển để tăng/giảm theo chiều ngược lại với các pha nhỏ nhất khác. Đối với mẫu tín hiệu PWM ba pha sau khi cộng sự chênh lệch, ít nhất một trong hai lần phát hiện dòng điện được tiến hành tại điểm thời gian cố định định trước. Cụ thể hơn, trong quá trình của bắt đầu D, các mẫu từ (0) đến (6) được chia thành các mẫu dạng kênh từ (0) đến (6), và quá trình xử lý nêu trên được tiến hành theo các kết quả chia tách. Điều này có thể cũng cải thiện hiệu quả phát hiện dòng điện.

Mối quan hệ tương ứng giữa các pha thứ nhất, thứ hai và thứ ba và các pha U, V và W là không bắt buộc.

Đầu tiên với phương án thứ ba được mô tả trong bằng sáng chế Nhật Bản số 178799 có thể được áp dụng cho phương pháp xác định sự sắp xếp của các xung phụ tải pha.

Đỉnh của sóng mang hình tam giác có thể ở giữa của chu kỳ. Hơn nữa, chu kỳ sóng mang và độ rộng nhỏ nhất của phụ tải PWM có thể được thay đổi một cách thích hợp phụ thuộc vào thiết kế riêng.

Thiết bị điều khiển động cơ không chỉ giới hạn ở việc ứng dụng cho máy điều hòa không khí nhưng có thể được ứng dụng cho thiết bị trong đó động cơ điện được điều khiển bởi phương pháp điều biến ba pha.

Mặc dù các phương án nhất định đã được mô tả, các phương án này được mô tả chỉ thông qua ví dụ, và không nhằm để giới hạn phạm vi của sáng chế. Thay vào đó, các phương án mới được mô tả ở đây có thể được đưa ra theo nhiều hình thức

khác nhau; hơn thế nữa, các cách loại bỏ, thay thế và thay đổi dạng của các phương án được mô tả trong sáng chế có thể thực hiện được nhưng vẫn thuộc bản chất của sáng chế. Yêu cầu bảo hộ kèm theo và các phương án tương đương của chúng nhằm bao quát cả các dạng hoặc các cách cải biến như vậy đều thuộc phạm vi bảo hộ và thể hiện bản chất của sáng chế.

## YÊU CẦU BẢO HỘ

### 1. Thiết bị điều khiển động cơ bao gồm:

phần tử phát hiện dòng điện được nối với phía dòng điện một chiều của mạch biến đổi mà có các phần tử chuyển mạch được kết nối thành kết cấu cầu ba pha, các phần tử chuyển mạch được tạo kết cấu để được điều khiển đóng-ngắt theo mẫu tín hiệu PWM định trước sao cho mạch biến đổi biến đổi dòng điện một chiều thành dòng điện xoay chiều ba pha, phần tử phát hiện dòng điện tạo ra tín hiệu tương ứng với trị số dòng điện;

bộ phận xác định vị trí của rôto được tạo kết cấu để xác định vị trí của rôto dựa vào các dòng điện pha của động cơ điện được dẫn động bởi mạch biến đổi;

bộ phận tạo tín hiệu PWM được tạo kết cấu để tạo ra mẫu tín hiệu PWM ba pha sao cho mẫu này ở sau vị trí của rôto;

bộ phận phát hiện dòng điện được tạo kết cấu để phát hiện các dòng điện pha của động cơ điện dựa vào tín hiệu được tạo ra bởi phần tử phát hiện dòng điện và mẫu tín hiệu PWM,

trong đó bộ phận tạo tín hiệu PWM được tạo kết cấu để tăng/giảm phụ tải theo cả hai hướng của phía chậm pha và phía sớm pha đối với pha bất kỳ của chu kỳ sóng mang liên quan đến pha thứ nhất của mẫu tín hiệu PWM ba pha;

trong đó bộ phận tạo tín hiệu PWM được tạo kết cấu để tăng/giảm phụ tải theo một trong số các hướng của phía chậm pha và phía sớm pha đối với pha bất kỳ của chu kỳ sóng mang liên quan đến pha thứ hai của mẫu tín hiệu PWM ba pha;

trong đó bộ phận tạo tín hiệu PWM được tạo kết cấu để tăng/giảm phụ tải theo hướng ngược lại với hướng của pha thứ hai đối với pha bất kỳ của chu kỳ sóng mang liên quan đến pha thứ ba của mẫu tín hiệu PWM ba pha; và

trong đó bộ phận phát hiện dòng điện có bộ phận điều chỉnh thời gian được tạo kết cấu để phát hiện các dòng điện giữa hai pha tại các điểm thời gian cố định trong chu kỳ sóng mang của tín hiệu PWM và để điều chỉnh điểm thời gian phát hiện sao cho dòng điện có thể phát hiện được tại điểm thời gian thay đổi được theo độ lớn của điện áp đầu ra cấp cho mạch biến đổi đối với ít nhất một pha khi các dòng điện giữa hai pha là không phát hiện được tại các điểm thời gian cố định,

trong đó khi bộ phận phát hiện dòng điện thiết đặt phụ tải nhỏ nhất phát hiện được dòng điện đến độ rộng nhỏ nhất và thực hiện phép trừ độ rộng nhỏ nhất từ phụ tải lớn nhất (100%) và thiết đặt kết quả của phép trừ này đến độ rộng lớn nhất, bộ phận điều chỉnh thời gian chia mẫu đầu ra của tín hiệu PWM ba pha thành các mẫu từ (0) đến (9) dưới đây của các phụ tải từ thứ nhất đến thứ ba:

(1) trường hợp trong đó phụ tải pha thứ nhất nhỏ hơn độ rộng nhỏ nhất, và phụ tải pha thứ hai lớn hơn phụ tải pha thứ ba hoặc lớn hơn hoặc bằng độ rộng lớn nhất, và phụ tải pha thứ ba lớn hơn phụ tải pha thứ nhất;

(2) trường hợp trong đó phụ tải pha thứ nhất nhỏ hơn độ rộng nhỏ nhất, và phụ tải pha thứ ba lớn hơn phụ tải pha thứ hai hoặc lớn hơn hoặc bằng độ rộng lớn nhất, và phụ tải pha thứ hai lớn hơn phụ tải pha thứ nhất;

(3) trường hợp trong đó phụ tải pha thứ hai nhỏ hơn độ rộng nhỏ nhất, và phụ tải pha thứ nhất lớn hơn phụ tải pha thứ ba;

(4) trường hợp trong đó phụ tải pha thứ hai nhỏ hơn độ rộng nhỏ nhất, và phụ tải pha thứ ba lớn hơn phụ tải pha thứ nhất hoặc lớn hơn hoặc bằng độ rộng lớn nhất, và phụ tải pha thứ nhất lớn hơn phụ tải pha thứ hai;

(5) trường hợp trong đó phụ tải pha thứ ba nhỏ hơn độ rộng nhỏ nhất và phụ tải pha thứ nhất lớn hơn phụ tải pha thứ hai;

(6) trường hợp trong đó phụ tải pha thứ ba nhỏ hơn độ rộng nhỏ nhất, và phụ tải pha thứ hai lớn hơn phụ tải pha thứ nhất hoặc lớn hơn hoặc bằng độ rộng lớn nhất, và phụ tải pha thứ ba nhỏ hơn phụ tải pha thứ nhất;

(7) trường hợp trong đó phụ tải pha thứ nhất và phụ tải pha thứ hai lớn hơn hoặc bằng độ rộng lớn nhất;

(8) trường hợp trong đó phụ tải pha thứ nhất và phụ tải pha thứ ba lớn hơn hoặc bằng độ rộng lớn nhất;

(9) trường hợp trong đó phụ tải pha thứ hai và phụ tải pha thứ ba lớn hơn hoặc bằng độ rộng lớn nhất; và

(0) trường hợp bất kỳ khác ngoài các trường hợp từ (1) đến (9), và trong đó bộ phận điều chỉnh thời gian được tạo kết cấu để xác định liệu việc phát hiện dòng điện có dựa vào các điểm thời gian cố định hoặc các điểm thời gian

được dịch chuyển từ các điểm thời gian cố định hay không, theo các mẫu từ (0) đến (9).

2. Thiết bị điều khiển động cơ theo điểm 1, trong đó bộ phận tạo tín hiệu PWM được tạo kết cấu để trừ phụ tải của một pha mà là nhỏ nhất so với các phụ tải của hai pha còn lại, nhờ đó làm dịch chuyển mẫu tín hiệu PWM ba pha sao cho các tín hiệu PWM hai pha được tạo ra, và bộ phận điều chỉnh thời gian được tạo kết cấu để thực hiện việc xác định ít nhất một trong số các dòng điện giữa hai pha tại điểm thời gian cố định định trước đối với mẫu tín hiệu PWM hai pha đã được dịch chuyển.

3. Thiết bị điều khiển động cơ theo điểm 2, trong đó bộ phận tạo tín hiệu PWM chia các mẫu từ (1) đến (9) thành các mẫu con từ (0) đến (10) sau:

(1) trường hợp trong đó ở mẫu (1), tổng của một nửa của phụ tải pha thứ nhất và độ rộng nhỏ nhất lớn hơn chênh lệch thu được bằng cách trừ phụ tải pha thứ ba từ phụ tải lớn nhất (100%);

(2) trường hợp trong đó ở mẫu (2), tổng của một nửa của phụ tải pha thứ nhất và độ rộng nhỏ nhất lớn hơn chênh lệch thu được bằng cách trừ phụ tải pha thứ hai từ phụ tải lớn nhất;

(3) trường hợp trong đó ở mẫu (3), tổng của phụ tải pha thứ hai và độ rộng nhỏ nhất lớn hơn chênh lệch thu được bằng cách trừ phụ tải pha thứ ba từ phụ tải lớn nhất;

(4) trường hợp trong đó ở mẫu (4), độ rộng nhỏ nhất lớn hơn chênh lệch thu được bằng cách trừ một nửa của phụ tải pha thứ nhất từ một nửa của phụ tải lớn nhất;

(5) trường hợp trong đó ở mẫu (5), tổng của phụ tải pha thứ ba và độ rộng nhỏ nhất lớn hơn chênh lệch thu được bằng cách trừ phụ tải pha thứ hai từ phụ tải lớn nhất;

(6) trường hợp trong đó ở mẫu (6), độ rộng nhỏ nhất lớn hơn chênh lệch thu được bằng cách trừ một nửa của phụ tải pha thứ nhất từ một nửa của phụ tải lớn nhất;

(7) trường hợp trong đó ở mẫu (7), độ rộng nhỏ nhất nhỏ hơn tổng chênh lệch thu được bằng cách trừ phụ tải pha thứ hai từ phụ tải lớn nhất và phụ tải pha thứ ba;

(8) trường hợp trong đó ở mẫu (8), độ rộng nhỏ nhất nhỏ hơn tổng chênh lệch thu được bằng cách trừ phụ tải pha thứ ba từ phụ tải lớn nhất và phụ tải pha thứ hai;

(9) trường hợp trong đó ở mẫu (9), phụ tải pha thứ hai lớn hơn phụ tải pha thứ ba và độ rộng nhỏ nhất lớn hơn tổng chênh lệch thu được bằng cách trừ phụ tải pha thứ ba từ phụ tải lớn nhất và một nửa phụ tải pha thứ nhất;

(10) trường hợp trong đó ở mẫu (9), phụ tải pha thứ hai bằng hoặc nhỏ hơn phụ tải pha thứ ba và độ rộng nhỏ nhất lớn hơn tổng chênh lệch thu được bằng cách trừ phụ tải pha thứ hai từ phụ tải lớn nhất và một nửa phụ tải pha thứ nhất; và

(0) trường hợp bất kỳ không phải các mẫu con từ (1) đến (10), và trong đó bộ phận điều chỉnh thời gian được tạo kết cấu để xác định liệu việc phát hiện dòng điện có dựa vào các điểm thời gian cố định hoặc các điểm thời gian được dịch chuyển từ các điểm thời gian cố định hay không, theo các mẫu con từ (0) đến (10).

4. Thiết bị điều khiển động cơ theo điểm 1, trong đó khi phụ tải của một trong số các tín hiệu PWM ba pha lớn hơn các phụ tải của các tín hiệu PWM hai pha khác, sao cho các dòng điện giữa hai pha được phát hiện tại các điểm thời gian được điều chỉnh bởi bộ phận điều chỉnh thời gian thuộc cùng một pha và khi pha đầu tiên có phụ tải lớn hơn sẽ được gọi là pha lớn nhất và các pha sau sẽ được gọi là các pha nhỏ nhất, bộ phận tạo tín hiệu PWM được tạo kết cấu để dịch chuyển mẫu tín hiệu PWM ba pha sao cho chênh lệch thu được bằng cách trừ phụ tải pha lớn nhất từ phụ tải lớn nhất (100%) được cộng với mỗi trong số các phụ tải ba pha, trong đó khi pha lớn nhất là pha thứ hai hoặc pha thứ ba, bộ phận tạo tín hiệu PWM được tạo kết cấu để dịch chuyển mẫu tín hiệu PWM ba pha sao cho phụ tải pha thứ nhất tăng/giảm theo chiều ngược lại với các pha nhỏ nhất khác so với pha của chu kỳ sóng mang, và trong đó bộ phận điều chỉnh thời gian được tạo kết cấu để thực hiện việc xác định ít nhất một trong số các dòng điện ba pha tại điểm thời gian cố định định trước đối với mẫu tín hiệu PWM ba pha sau khi có việc bổ sung này.

5. Thiết bị điều khiển động cơ theo điểm 4, trong đó bộ phận tạo tín hiệu PWM được tạo kết cấu để chia các mẫu từ (0) đến (6) thành các mẫu con từ (0) đến (6) sau:

(1) trường hợp trong đó trong mẫu (1), chênh lệch thu được bằng cách trừ độ rộng nhỏ nhất từ phụ tải pha thứ ba nhỏ hơn một nửa phụ tải pha thứ nhất và phụ tải pha thứ hai nhỏ hơn phụ tải lớn nhất;

(2) trường hợp trong đó trong mẫu (2), chênh lệch thu được bằng cách trừ độ

rộng nhỏ nhất từ phụ tải pha thứ hai nhỏ hơn một nửa phụ tải pha thứ nhất và phụ tải pha thứ hai nhỏ hơn phụ tải lớn nhất;

(3) trường hợp trong đó trong mẫu (3), phụ tải pha thứ ba nhỏ hơn độ rộng nhỏ nhất và phụ tải pha thứ nhất nhỏ hơn phụ tải lớn nhất;

(4) trường hợp trong đó trong mẫu (4), phụ tải pha thứ nhất nhỏ hơn độ rộng nhỏ nhất và phụ tải pha thứ ba nhỏ hơn phụ tải lớn nhất;

(5) trường hợp trong đó trong mẫu (5), phụ tải pha thứ hai nhỏ hơn độ rộng nhỏ nhất và phụ tải pha thứ nhất nhỏ hơn phụ tải lớn nhất;

(6) trường hợp trong đó trong mẫu (6), một nửa phụ tải pha thứ nhất nhỏ hơn độ rộng nhỏ nhất và phụ tải pha thứ hai nhỏ hơn phụ tải lớn nhất; và

(0) trường hợp bất kỳ không phải các mẫu con từ (1) đến (6),

trong đó bộ phận tạo tín hiệu PWM được tạo kết cấu để xác định liệu có hay không sự chênh lệch thu được bằng cách trừ phụ tải pha lớn nhất từ phụ tải lớn nhất được cộng với mỗi trong số các phụ tải ba pha và xem liệu chiều tăng/giảm của phụ tải pha thứ nhất có được dịch chuyển hay không, theo các mẫu con từ (0) đến (6); và

trong đó bộ phận điều chỉnh thời gian được tạo kết cấu để xác định liệu việc phát hiện dòng điện có được tiến hành tại điểm thời gian cố định định trước hoặc tại điểm thời gian thu được bằng cách dịch chuyển điểm thời gian cố định hay không, phụ thuộc vào các mẫu con từ (0) đến (6).

6. Máy điều hòa không khí bao gồm:

hệ thống bơm nhiệt có máy nén, bộ trao đổi nhiệt ngoài trời, máy giảm áp và bộ trao đổi nhiệt trong nhà;

mạch biến đổi được tạo kết cấu để điều khiển đóng-ngắt các phần tử chuyển mạch được liên kết thành cầu ba pha theo mẫu tín hiệu PWM định trước, nhờ đó chuyển đổi dòng điện một chiều thành dòng điện xoay chiều ba pha;

phần tử phát hiện dòng điện được nối với phía dòng điện một chiều của mạch biến đổi để tạo ra tín hiệu tương ứng với trị số dòng điện;

bộ phận xác định vị trí của rôto được tạo kết cấu để xác định vị trí của rôto dựa vào các dòng điện pha của động cơ điện tạo kết cấu máy nén và được dẫn động bởi

mạch biến đổi;

bộ phận tạo tín hiệu PWM được tạo kết cấu để tạo ra mẫu tín hiệu PWM ba pha sao cho mẫu này ở sau vị trí của rôto;

bộ phận phát hiện dòng điện được tạo kết cấu để phát hiện các dòng điện pha của động cơ điện dựa vào tín hiệu được tạo ra bởi phần tử phát hiện dòng điện và mẫu tín hiệu PWM,

trong đó bộ phận tạo tín hiệu PWM được tạo kết cấu để tăng/giảm phụ tải theo cả hai hướng của phía chậm pha và phía sớm pha đối với pha bất kỳ của chu kỳ sóng mang liên quan đến pha thứ nhất của mẫu tín hiệu PWM ba pha;

trong đó bộ phận tạo tín hiệu PWM được tạo kết cấu để tăng/giảm phụ tải theo một trong số các hướng của phía chậm pha và phía sớm pha đối với pha bất kỳ của chu kỳ sóng mang liên quan đến pha thứ hai của mẫu tín hiệu PWM ba pha;

trong đó bộ phận tạo tín hiệu PWM được tạo kết cấu để tăng/giảm phụ tải theo hướng ngược lại với hướng của pha thứ hai đối với pha bất kỳ của chu kỳ sóng mang liên quan đến pha thứ ba của mẫu tín hiệu PWM ba pha; và

trong đó bộ phận phát hiện dòng điện có bộ phận điều chỉnh thời gian được tạo kết cấu để phát hiện các dòng điện giữa hai pha tại các điểm thời gian cố định trong chu kỳ sóng mang của tín hiệu PWM và để điều chỉnh điểm thời gian phát hiện sao cho dòng điện có thể phát hiện được tại điểm thời gian thay đổi được theo độ lớn của điện áp đầu ra cấp cho mạch biến đổi đối với ít nhất một pha khi các dòng điện giữa hai pha là không phát hiện được tại các điểm thời gian cố định; và

trong đó khi bộ phận phát hiện dòng điện thiết đặt phụ tải nhỏ nhất phát hiện được dòng điện đến độ rộng nhỏ nhất và thực hiện phép trừ độ rộng nhỏ nhất từ phụ tải lớn nhất (100%) và thiết đặt kết quả của phép trừ này đến độ rộng lớn nhất, bộ phận điều chỉnh thời gian chia mẫu đầu ra của tín hiệu PWM ba pha thành các mẫu từ (0) đến (9) dưới đây của các phụ tải từ thứ nhất đến thứ ba:

(1) trường hợp trong đó phụ tải pha thứ nhất nhỏ hơn độ rộng nhỏ nhất, và phụ tải pha thứ hai lớn hơn phụ tải pha thứ ba hoặc lớn hơn hoặc bằng độ rộng lớn nhất, và phụ tải pha thứ ba lớn hơn phụ tải pha thứ nhất;

(2) trường hợp trong đó phụ tải pha thứ nhất nhỏ hơn độ rộng nhỏ nhất, và phụ

tải pha thứ ba lớn hơn phụ tải pha thứ hai hoặc lớn hơn hoặc bằng độ rộng lớn nhất, và phụ tải pha thứ hai lớn hơn phụ tải pha thứ nhất;

(3) trường hợp trong đó phụ tải pha thứ hai nhỏ hơn độ rộng nhỏ nhất, và phụ tải pha thứ nhất lớn hơn phụ tải pha thứ ba;

(4) trường hợp trong đó phụ tải pha thứ hai nhỏ hơn độ rộng nhỏ nhất, và phụ tải pha thứ ba lớn hơn phụ tải pha thứ nhất hoặc lớn hơn hoặc bằng độ rộng lớn nhất, và phụ tải pha thứ nhất lớn hơn phụ tải pha thứ hai;

(5) trường hợp trong đó phụ tải pha thứ ba nhỏ hơn độ rộng nhỏ nhất và phụ tải pha thứ nhất lớn hơn phụ tải pha thứ hai;

(6) trường hợp trong đó phụ tải pha thứ ba nhỏ hơn độ rộng nhỏ nhất, và phụ tải pha thứ hai lớn hơn phụ tải pha thứ nhất hoặc lớn hơn hoặc bằng độ rộng lớn nhất, và phụ tải pha thứ ba nhỏ hơn phụ tải pha thứ nhất;

(7) trường hợp trong đó phụ tải pha thứ nhất và phụ tải pha thứ hai lớn hơn hoặc bằng độ rộng lớn nhất;

(8) trường hợp trong đó phụ tải pha thứ nhất và phụ tải pha thứ ba lớn hơn hoặc bằng độ rộng lớn nhất;

(9) trường hợp trong đó phụ tải pha thứ hai và phụ tải pha thứ ba lớn hơn hoặc bằng độ rộng lớn nhất; và

(0) trường hợp bất kỳ khác các trường hợp từ (1) đến (9), và

trong đó bộ phận điều chỉnh thời gian được tạo kết cấu để xác định xem liệu việc phát hiện dòng điện có dựa vào các điểm thời gian cố định hoặc các điểm thời gian được dịch chuyển từ các điểm thời gian cố định hay không, theo các mẫu từ (0) đến (9).

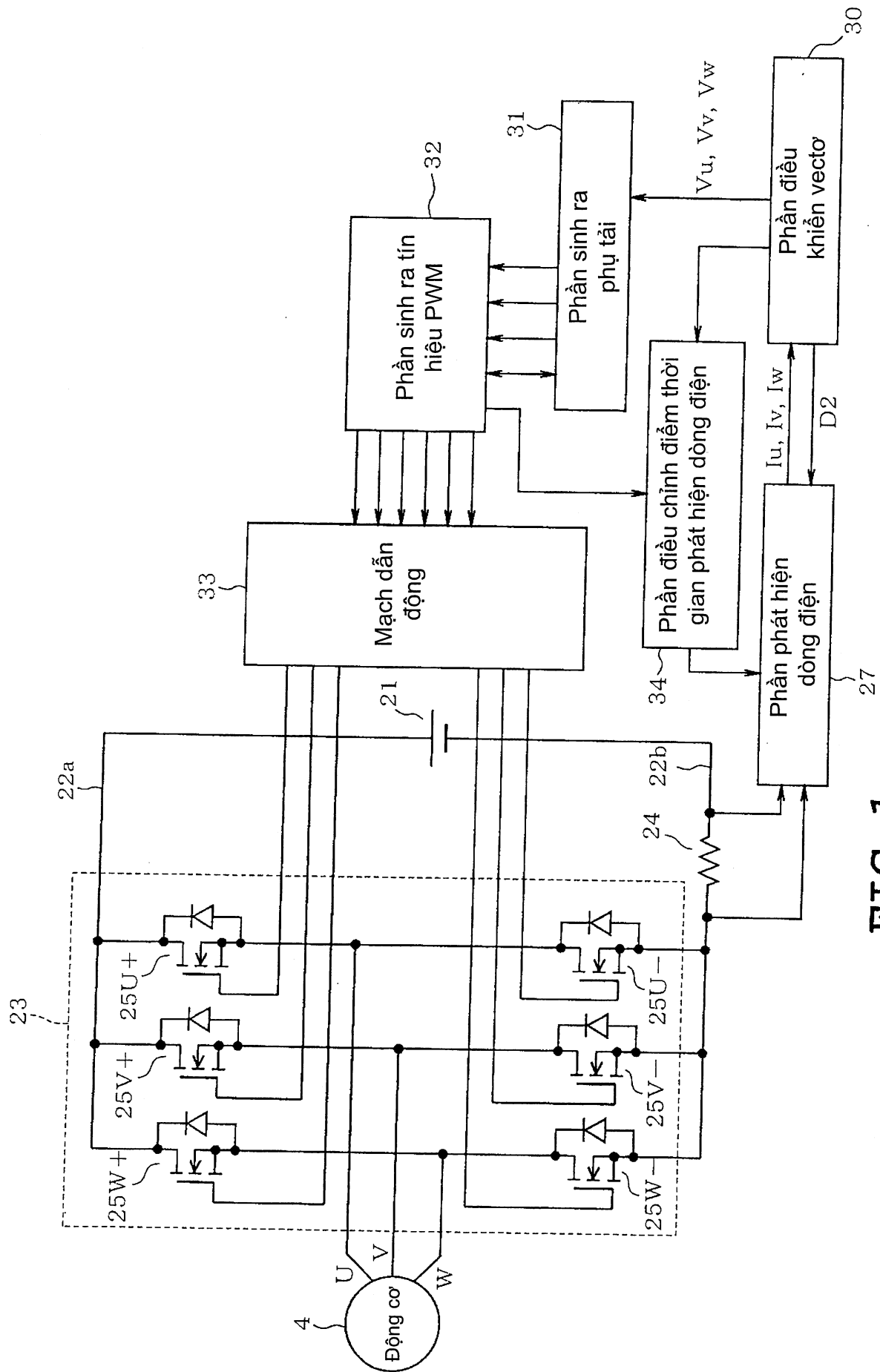


FIG. 1

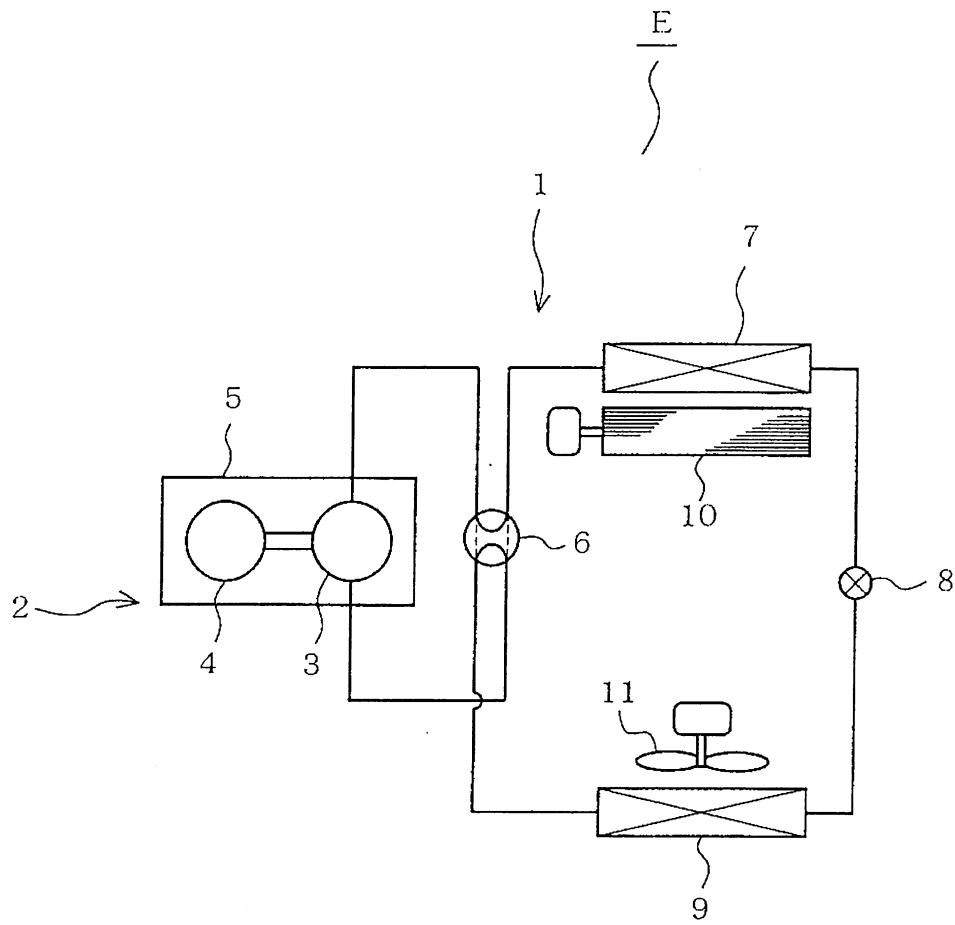


FIG. 2

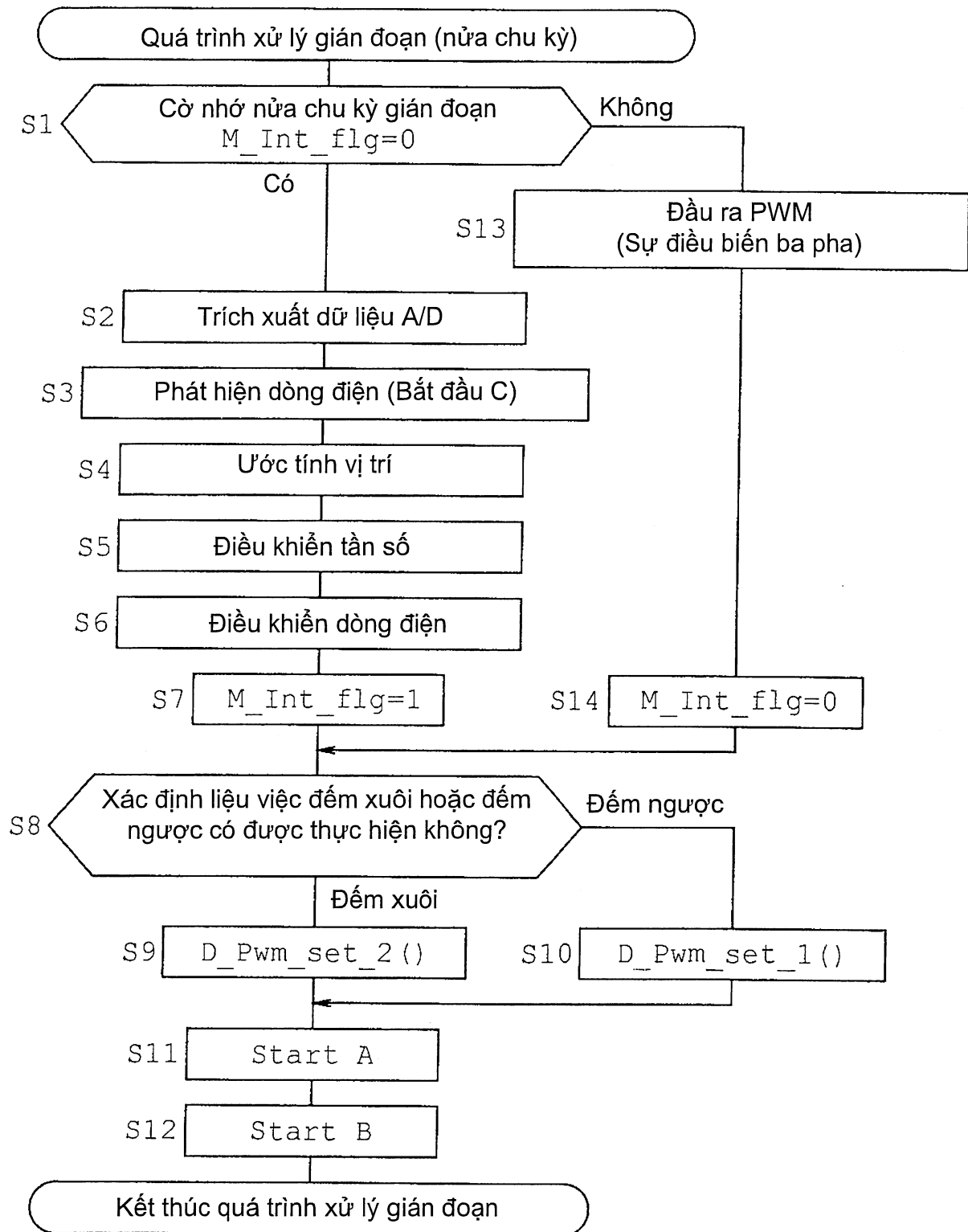


FIG. 3

FIG. 4A

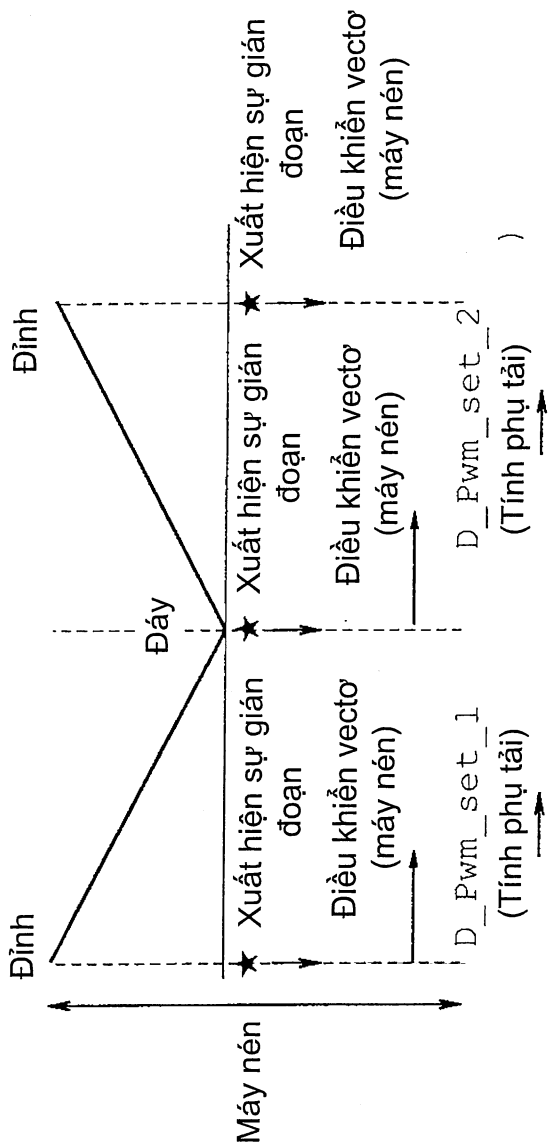
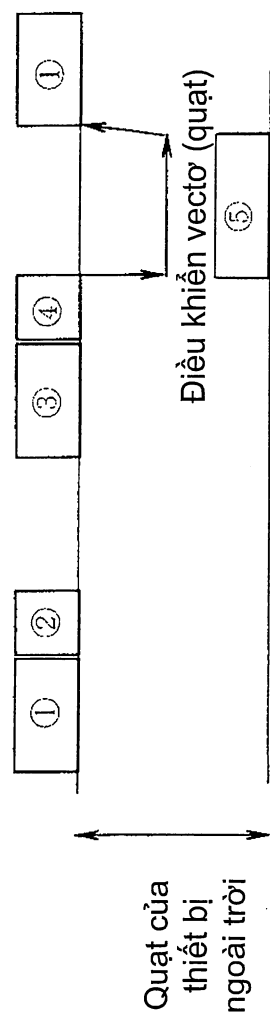


FIG. 4B



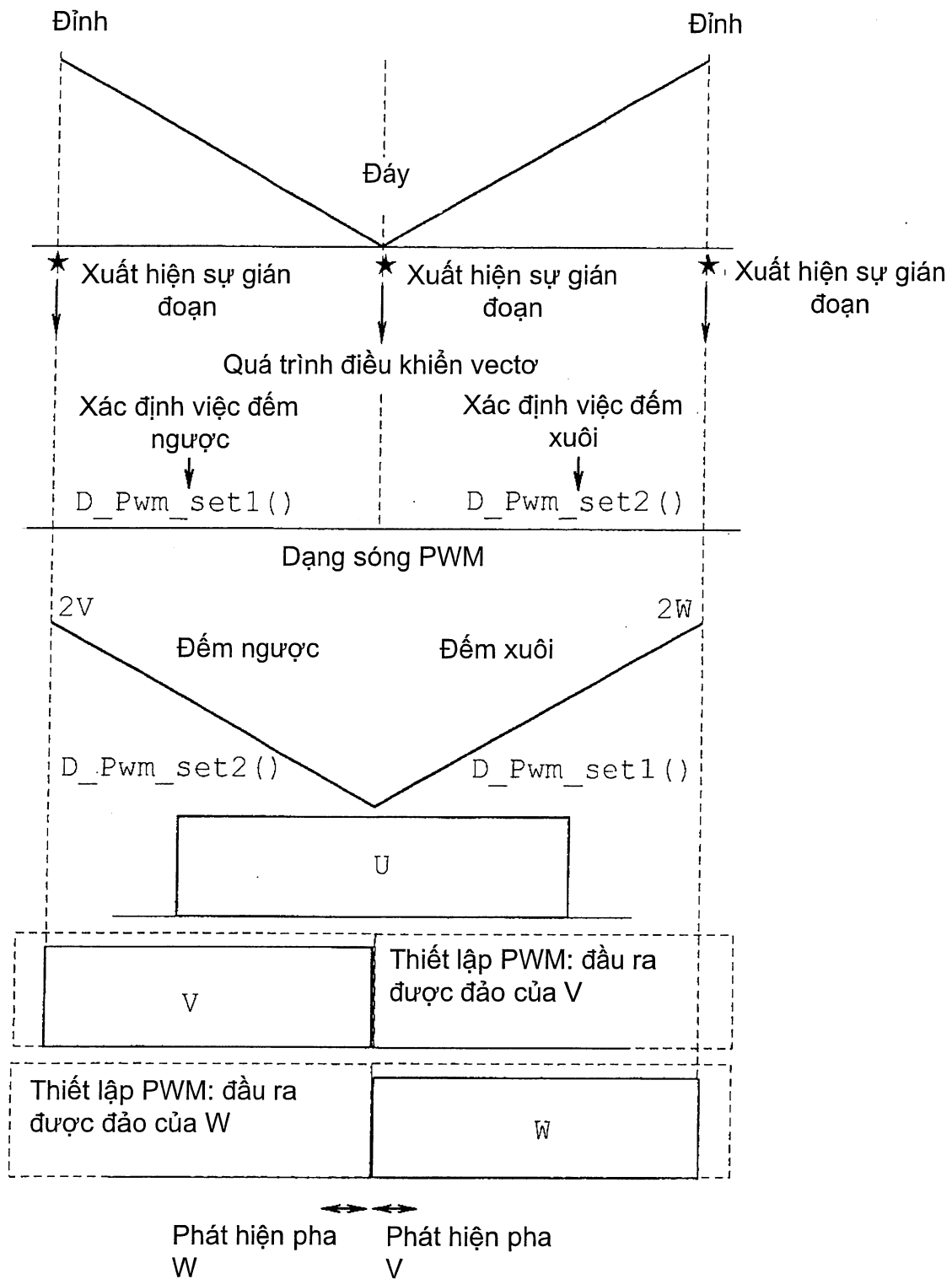


FIG. 5

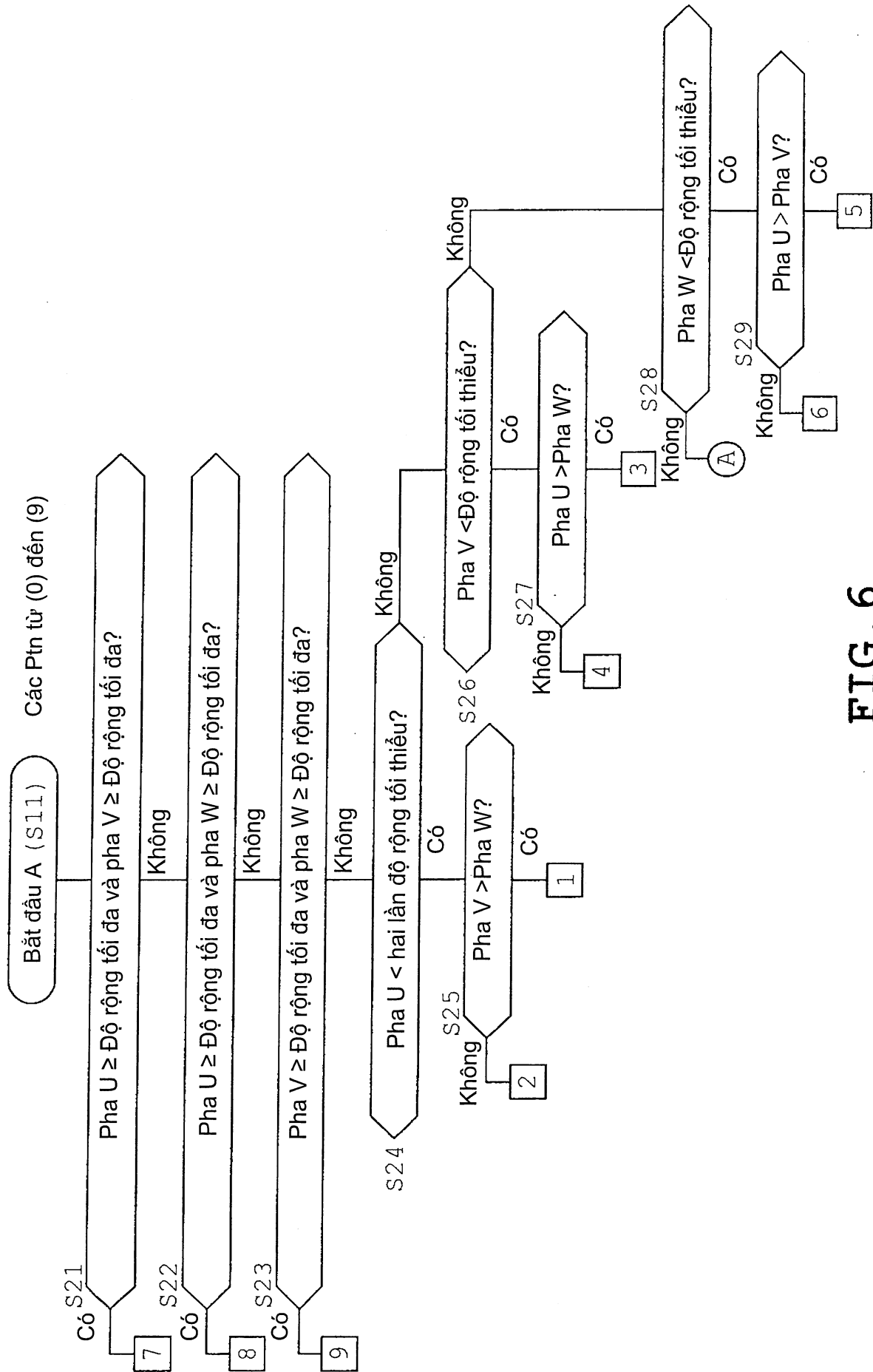


FIG. 6

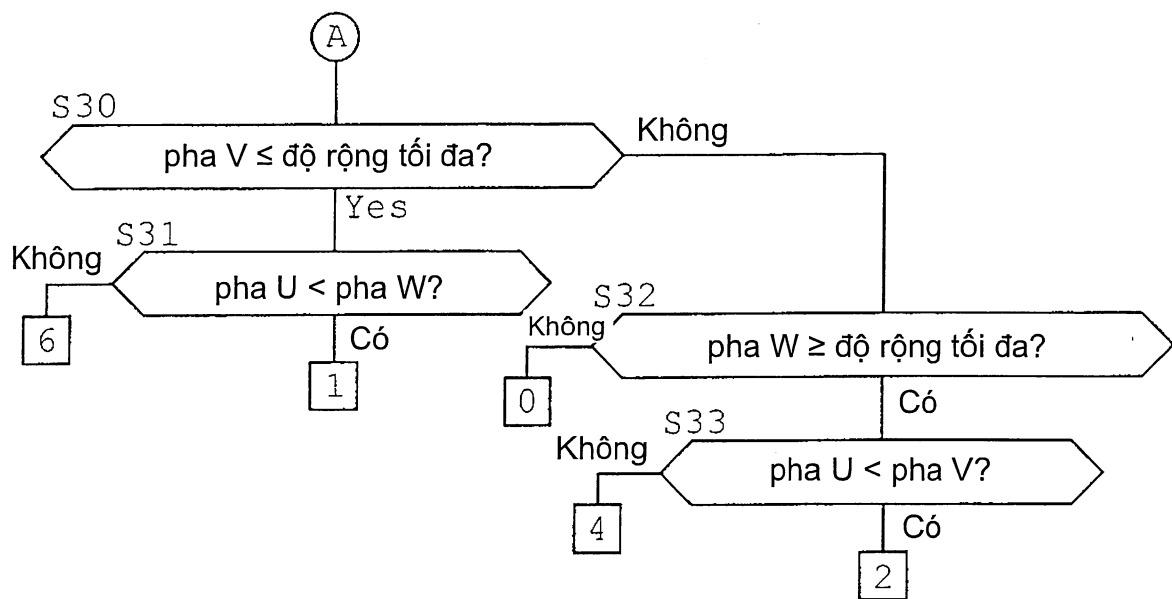


FIG. 7

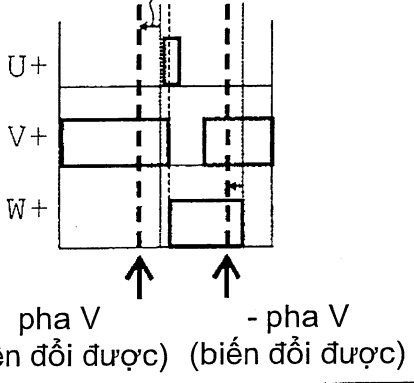
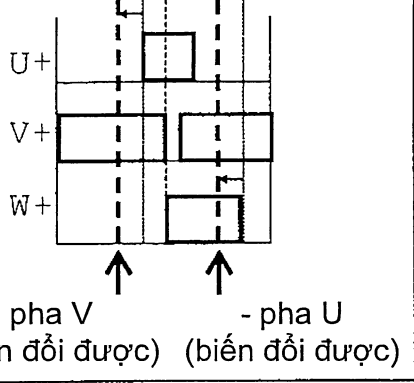
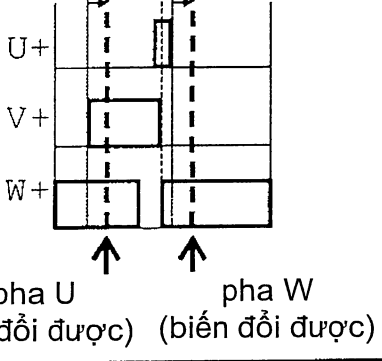
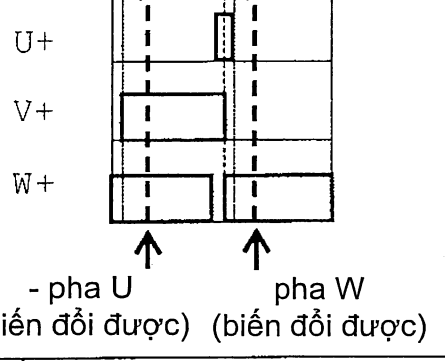
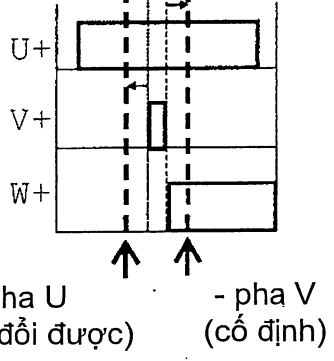
| Ptn                                                     |                                                                                                                                                                    | 1                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Điều kiện xung PWM                                      | Xung của pha U không lớn hơn độ rộng tối thiểu và xung của pha U lớn hơn xung của pha W                                                                            | Xung của pha V không nhỏ hơn độ rộng tối đa và xung của pha U nhỏ hơn xung của pha W                                                         |
| Các điểm thời gian phát hiện dòng điện và pha phát hiện | <p>Độ rộng tối thiểu</p>  <p>pha V (biến đổi được)    - pha V (biến đổi được)</p> |  <p>pha V (biến đổi được)    - pha U (biến đổi được)</p>  |
| Ptn                                                     |                                                                                                                                                                    | 2                                                                                                                                            |
| Điều kiện xung PWM                                      | Xung của pha U không nhỏ hơn độ rộng tối thiểu và xung của pha V nhỏ hơn xung của pha W                                                                            | Xung của pha W không nhỏ hơn độ rộng tối đa và xung của pha U nhỏ hơn xung của pha V                                                         |
| Các điểm thời gian phát hiện dòng điện và pha phát hiện |  <p>- pha U (biến đổi được)    pha W (biến đổi được)</p>                        |  <p>- pha U (biến đổi được)    pha W (biến đổi được)</p> |
| Ptn                                                     |                                                                                                                                                                    | 3                                                                                                                                            |
| Điều kiện xung PWM                                      | Xung của pha V không lớn hơn độ rộng tối thiểu và xung của pha U lớn hơn xung của pha W                                                                            |                                                                                                                                              |
| Các điểm thời gian phát hiện dòng điện và pha phát hiện |  <p>pha U (biến đổi được)    - pha V (cố định)</p>                              |                                                                                                                                              |

FIG. 8A

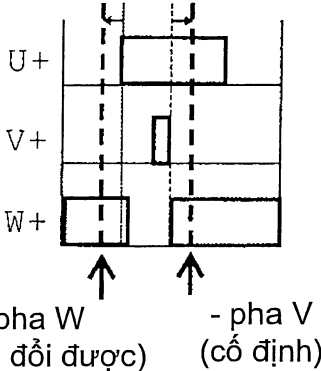
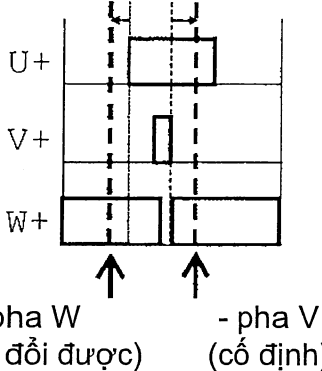
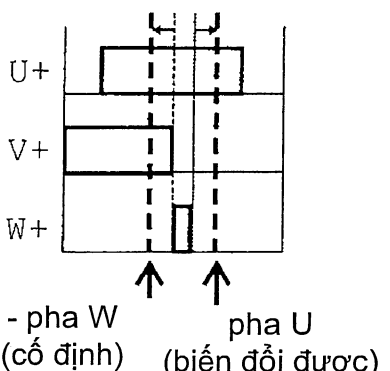
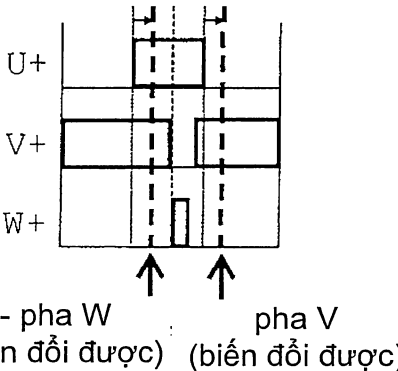
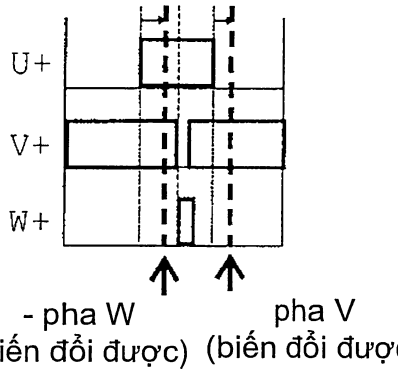
|                                                         |                                                                                                                                               |                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ptn                                                     | 4                                                                                                                                             |                                                                                                                                                |
| Điều kiện xung PWM                                      | Xung của pha V không lớn hơn độ rộng tối thiểu và xung của pha U nhỏ hơn xung của pha W                                                       | Xung của pha W không nhỏ hơn độ rộng tối đa và xung của pha U lớn hơn xung của pha V                                                           |
| Các điểm thời gian phát hiện dòng điện và pha phát hiện |  <p>pha W (biến đổi được)      - pha V (cố định)</p>         |  <p>pha W (biến đổi được)      - pha V (cố định)</p>        |
| Ptn                                                     | 5                                                                                                                                             |                                                                                                                                                |
| Điều kiện xung PWM                                      | Xung của pha W không lớn hơn độ rộng tối thiểu và xung của pha U lớn hơn xung của pha V                                                       |                                                                                                                                                |
| Các điểm thời gian phát hiện dòng điện và pha phát hiện |  <p>- pha W (cố định)      pha U (biến đổi được)</p>       |                                                                                                                                                |
| Ptn                                                     | 6                                                                                                                                             |                                                                                                                                                |
| Điều kiện xung PWM                                      | Xung của pha W không lớn hơn độ rộng tối thiểu và xung của pha U nhỏ hơn xung của pha V                                                       | Xung của pha V không nhỏ hơn độ rộng tối đa và xung của pha U lớn hơn xung của pha W                                                           |
| Các điểm thời gian phát hiện dòng điện và pha phát hiện |  <p>- pha W (biến đổi được)      pha V (biến đổi được)</p> |  <p>- pha W (biến đổi được)      pha V (biến đổi được)</p> |

FIG. 8B

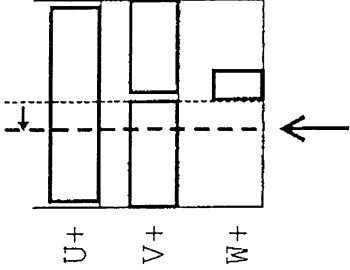
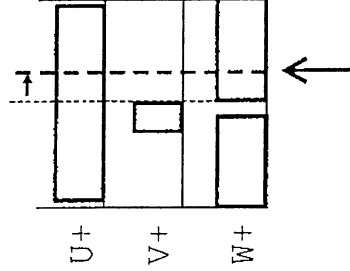
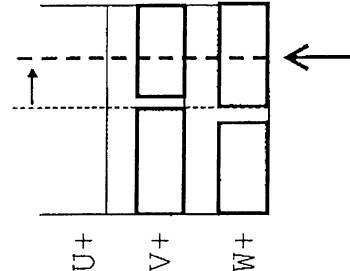
| P <sub>tn</sub>                                                        | 7                                                                                                                    | 8                                                                                                                   | 9                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Điều kiện<br>xung PWM                                                  | Xung của pha U không nhỏ hơn độ<br>rộng tối đa và xung của pha V<br>không nhỏ hơn độ rộng tối đa                     | Xung của pha U không nhỏ hơn độ<br>rộng tối đa và xung của pha W<br>không nhỏ hơn độ rộng tối đa                    | Xung của pha V không nhỏ hơn độ<br>rộng tối đa và xung của pha W không<br>nhỏ hơn độ rộng tối đa                   |
| Các điểm<br>thời gian<br>phát hiện<br>dòng điện và<br>pha phát<br>hiện |  <p>-pha W<br/>(được cố định)</p> |  <p>-pha V<br/>(được cố định)</p> |  <p>-pha U<br/>(được cố định)</p> |

FIG. 9

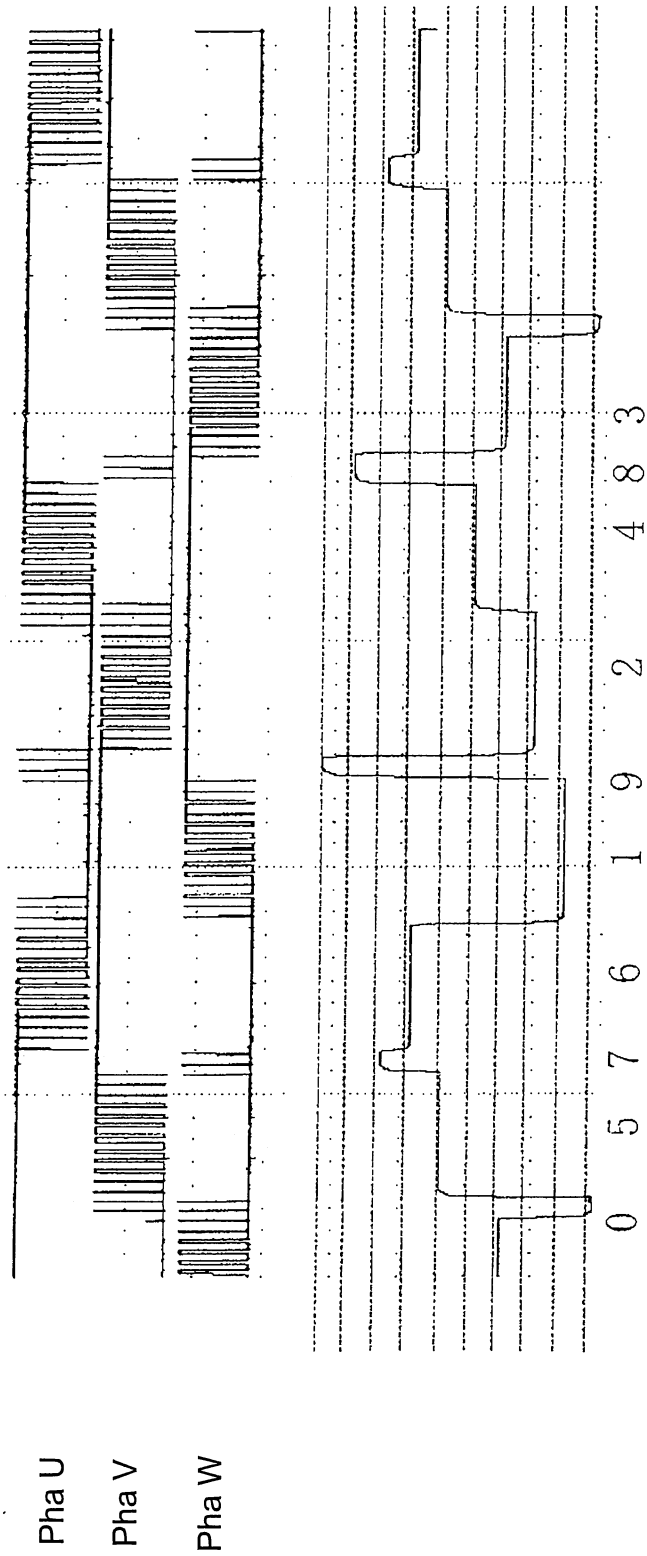


FIG. 10

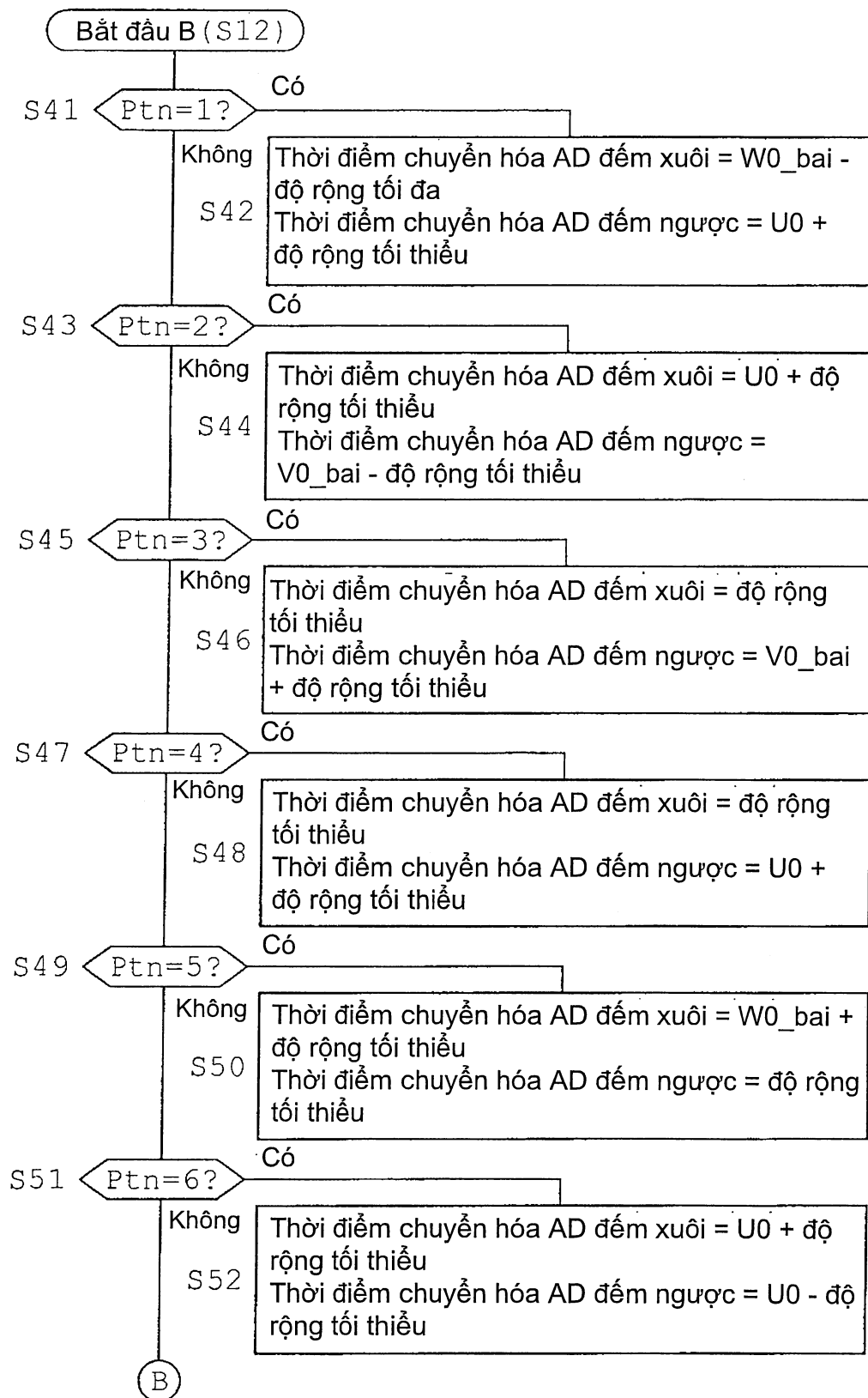


FIG. 11

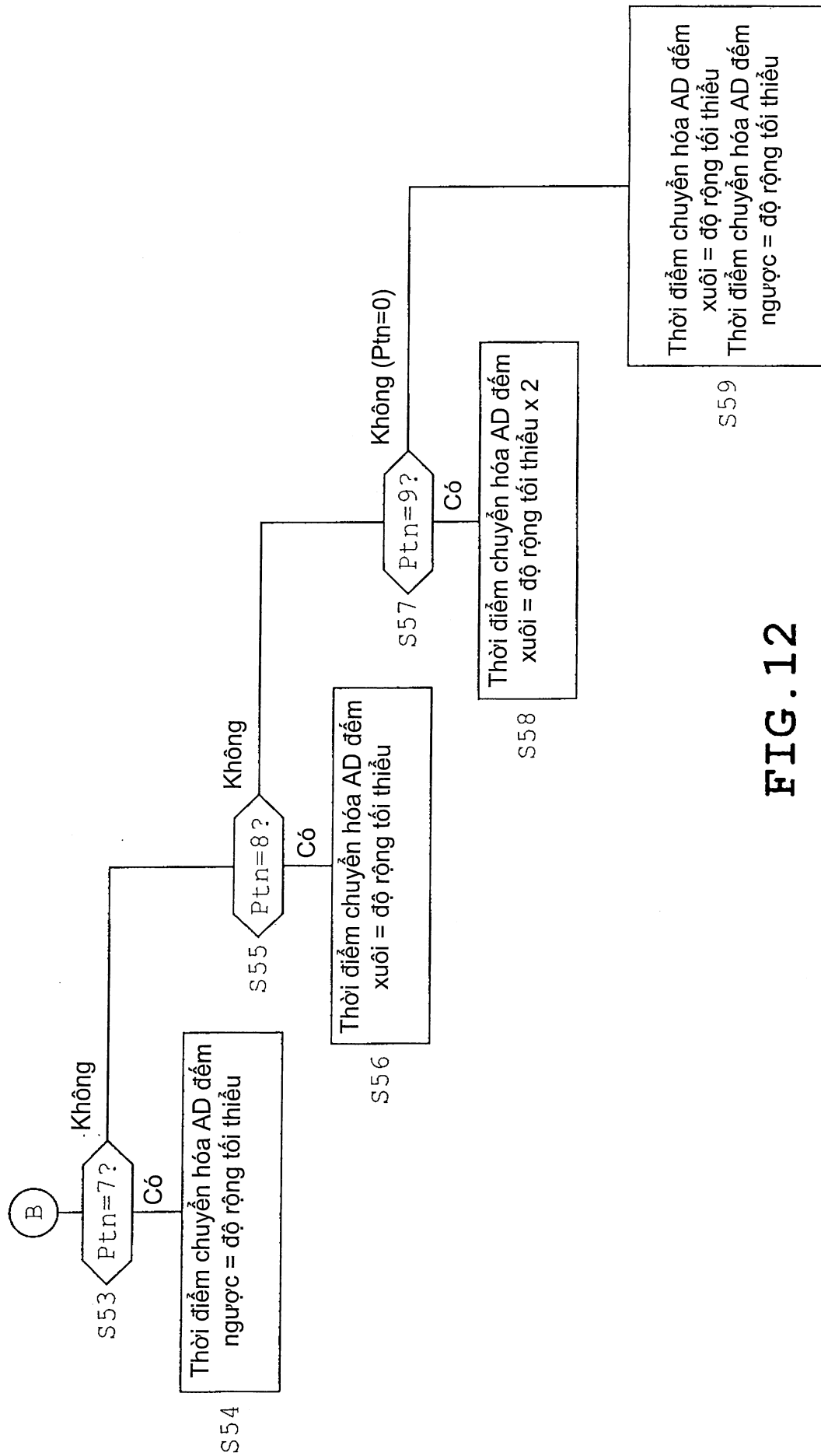


FIG.12

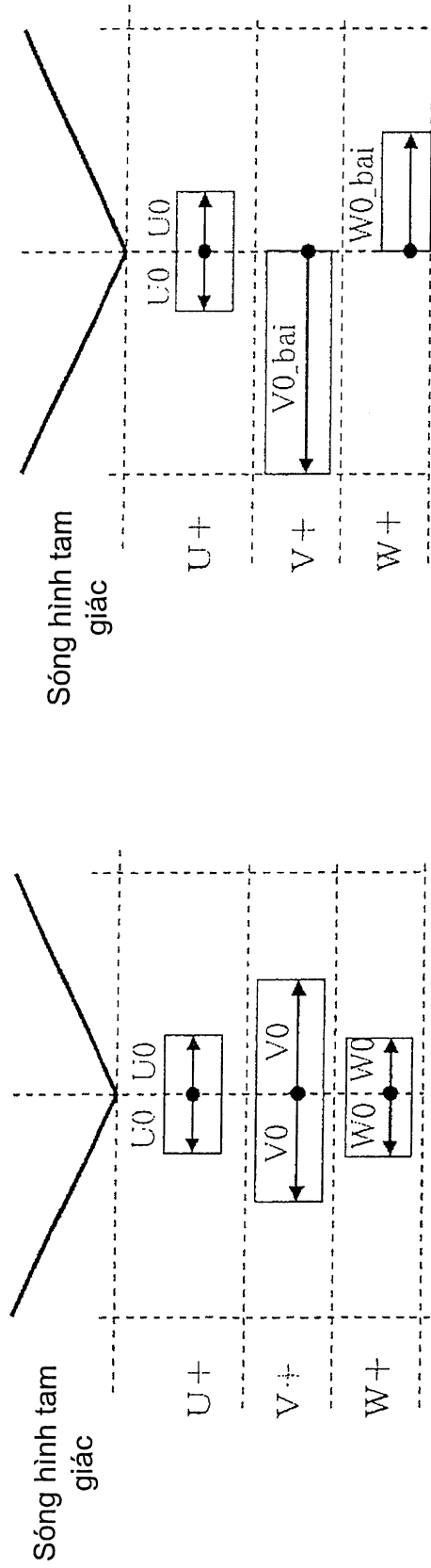


FIG. 13A

FIG. 13B

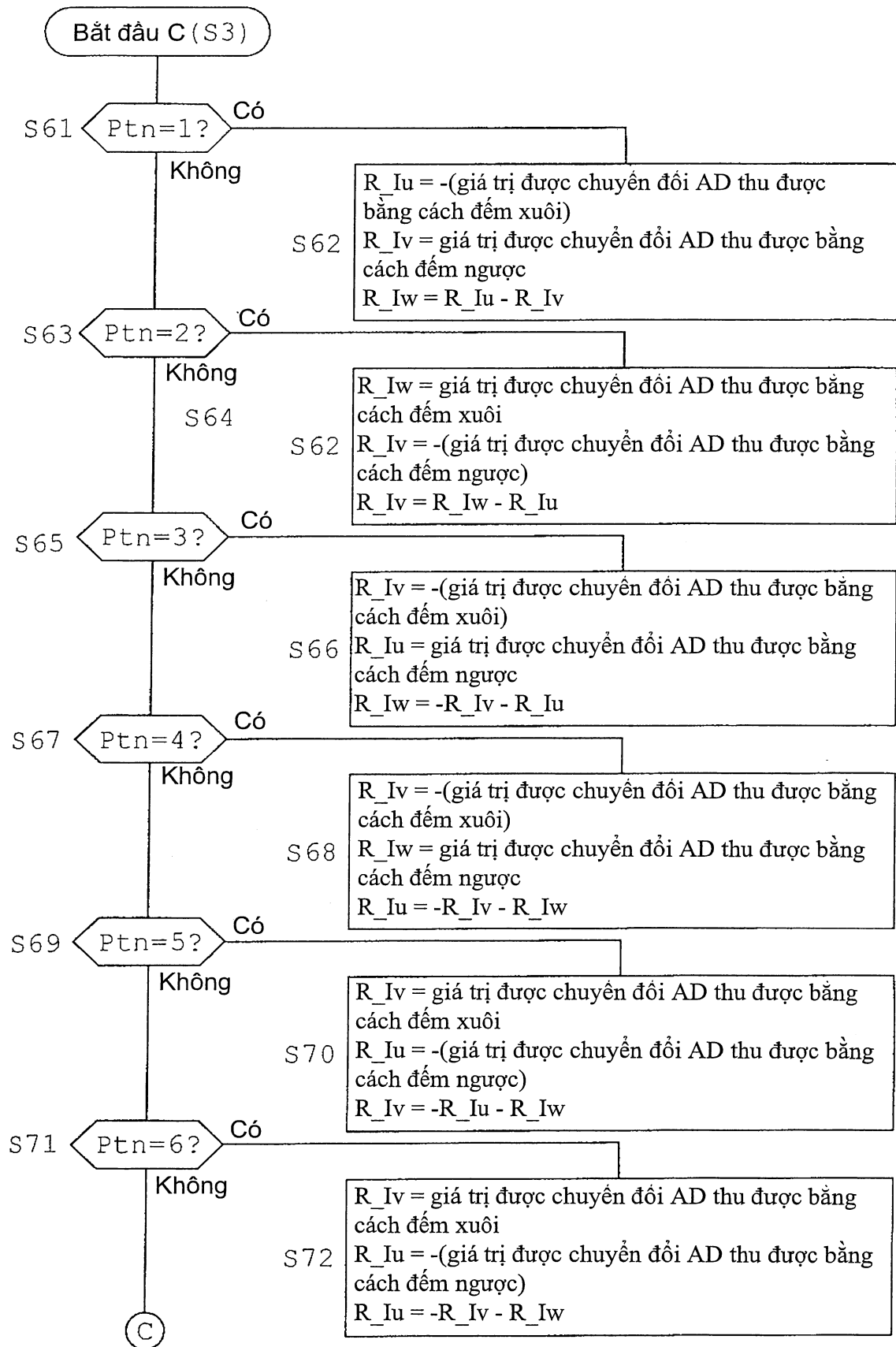


FIG. 14

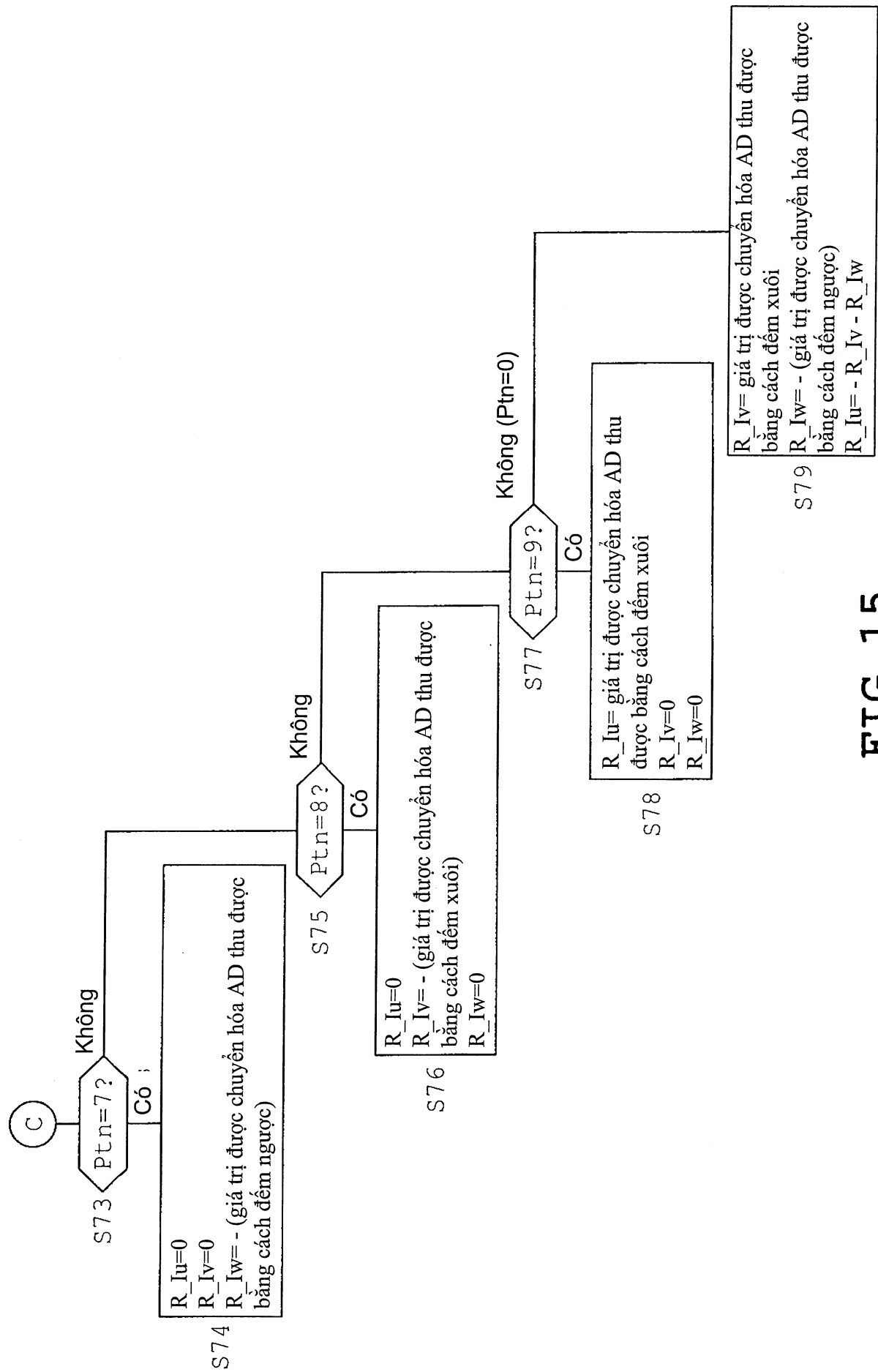


FIG. 15

Giải pháp đã biết  
(Sự điều biến ba pha)

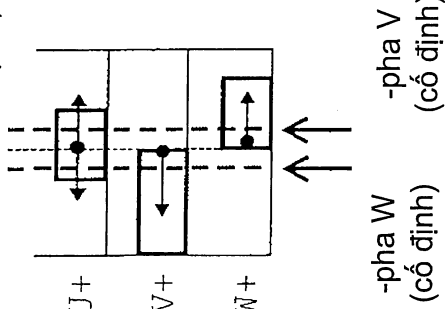


FIG. 16A

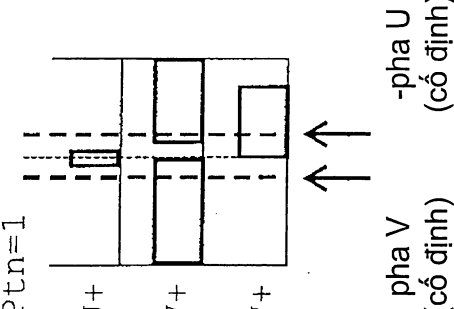
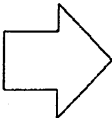


FIG. 16B

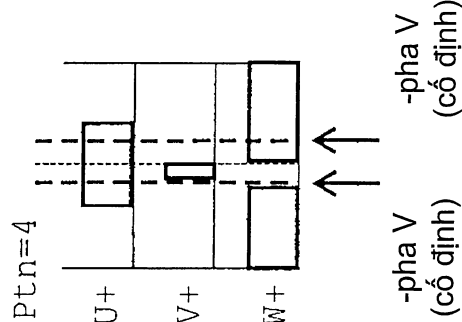


FIG. 16C

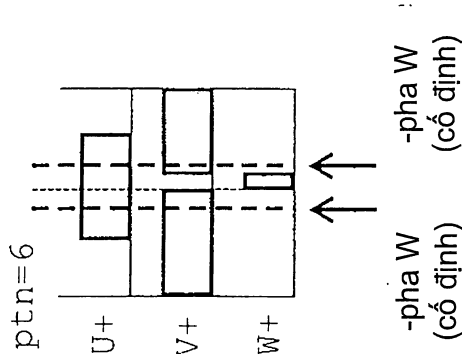


FIG. 16D

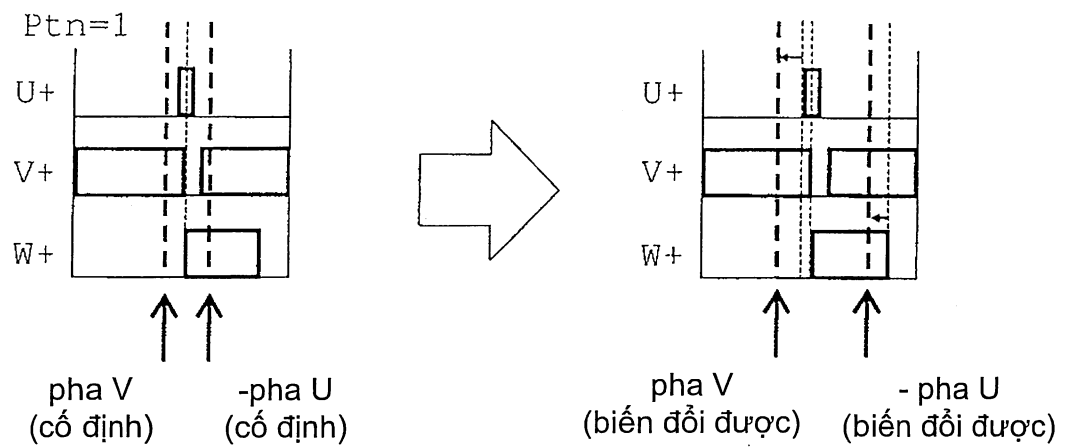


FIG. 17A

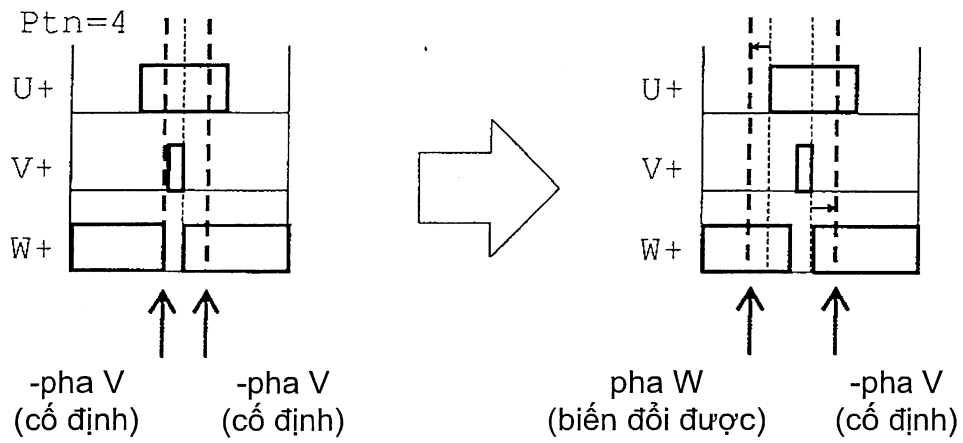


FIG. 17B

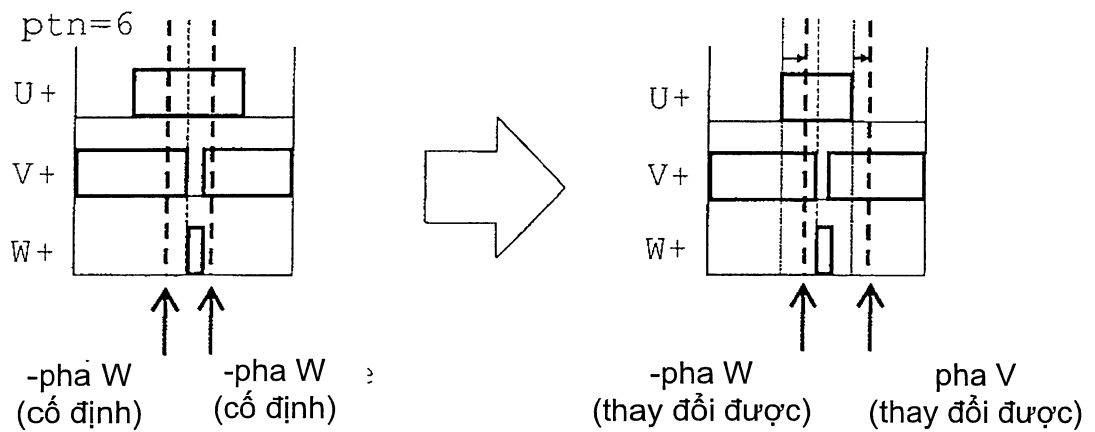


FIG. 17C

FIG. 18A

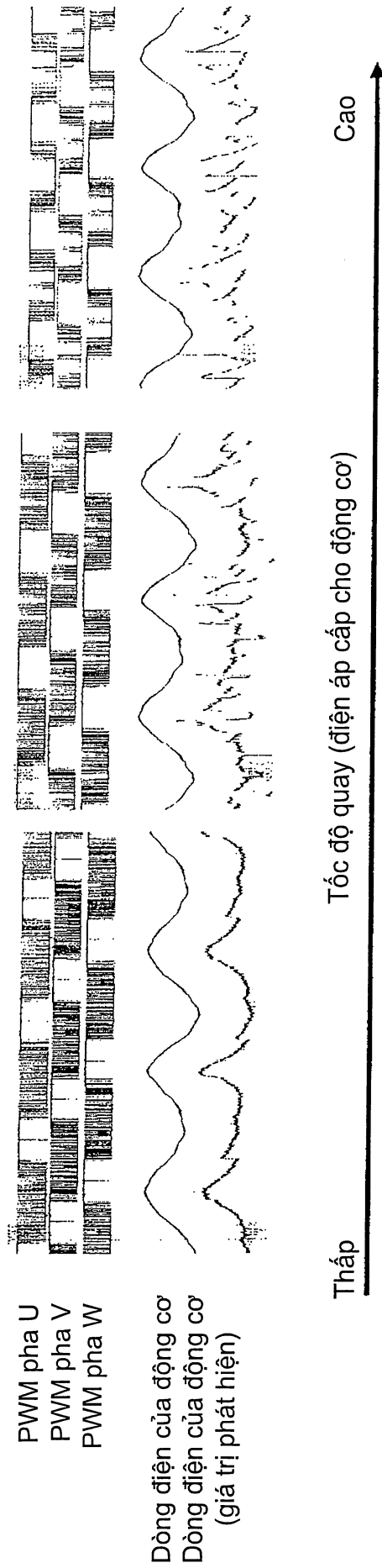
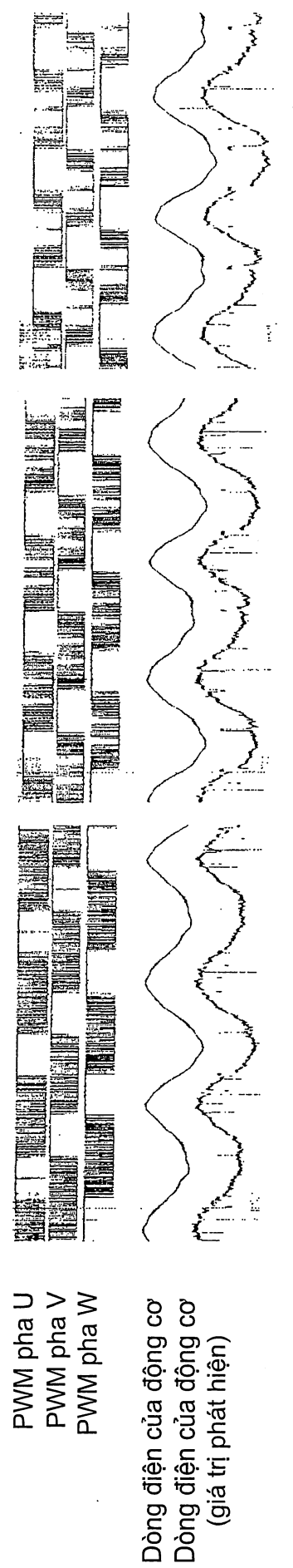


FIG. 18B



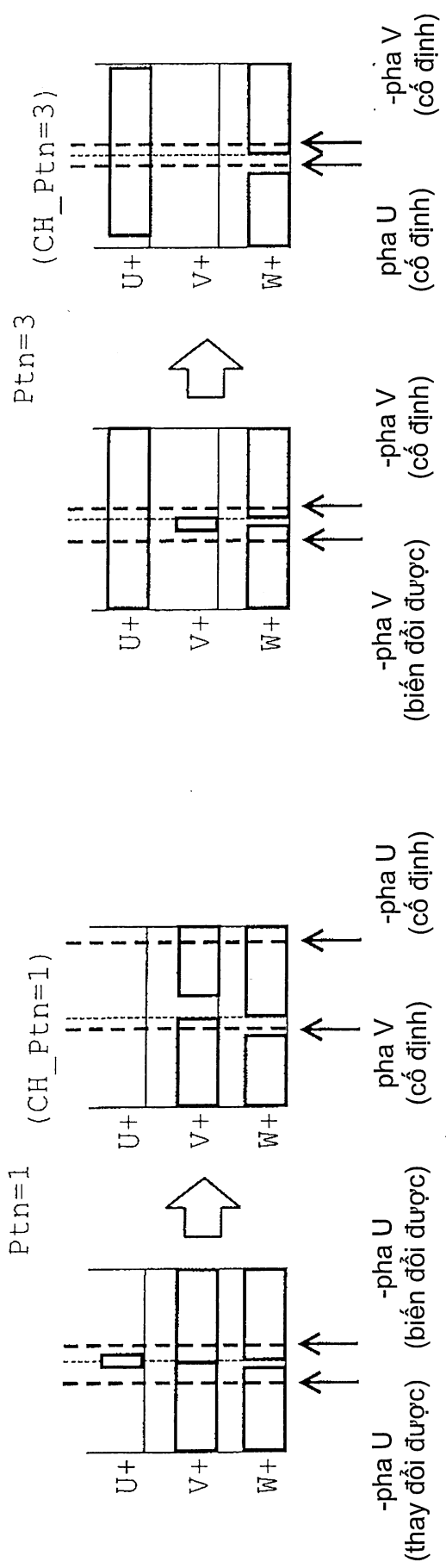


FIG. 19B

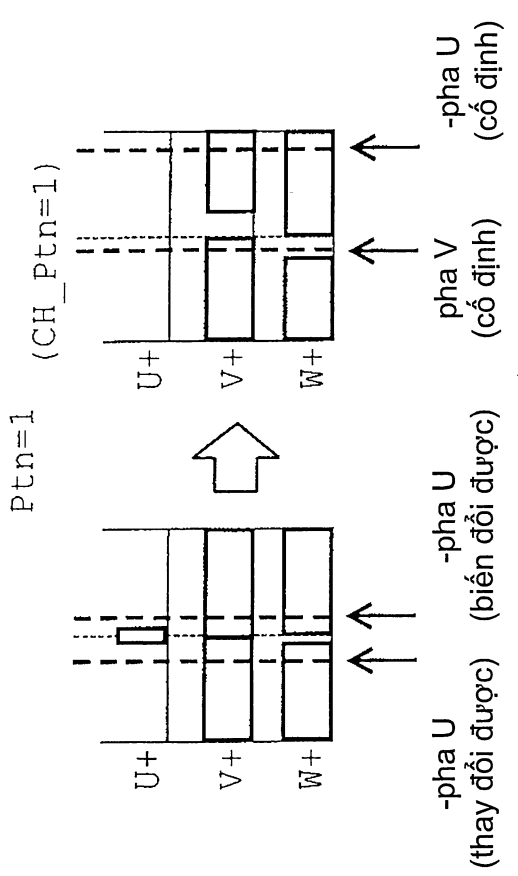


FIG. 19A

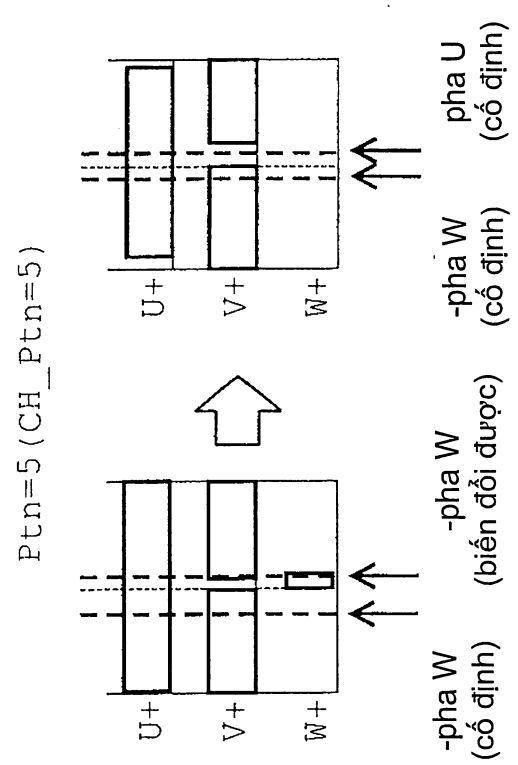
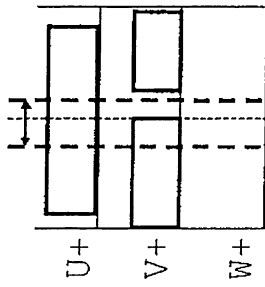
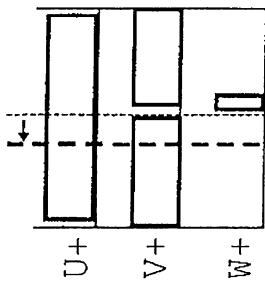


FIG. 19C

$P_{tn}=7$



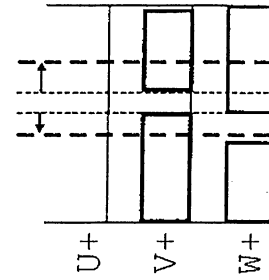
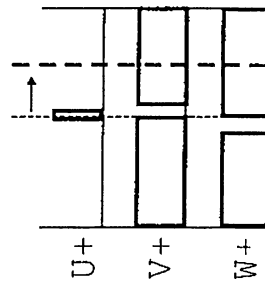
-pha W  
(cố định)

-pha U  
(cố định)

FIG. 20A

$P_{tn}=9$

Pha V > Pha W

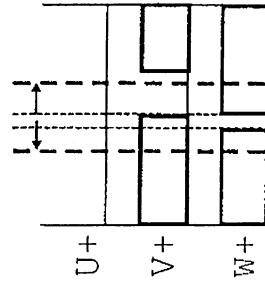
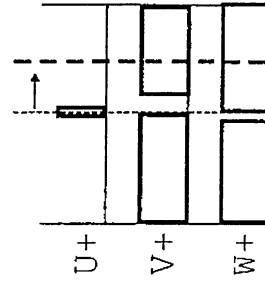


-pha U  
(cố định)

-pha U  
(biến đổi được)

$P_{tn}=9$

Pha V < Pha W



-pha U  
(cố định)

pha W  
(biến đổi được)

FIG. 20B

FIG. 20C

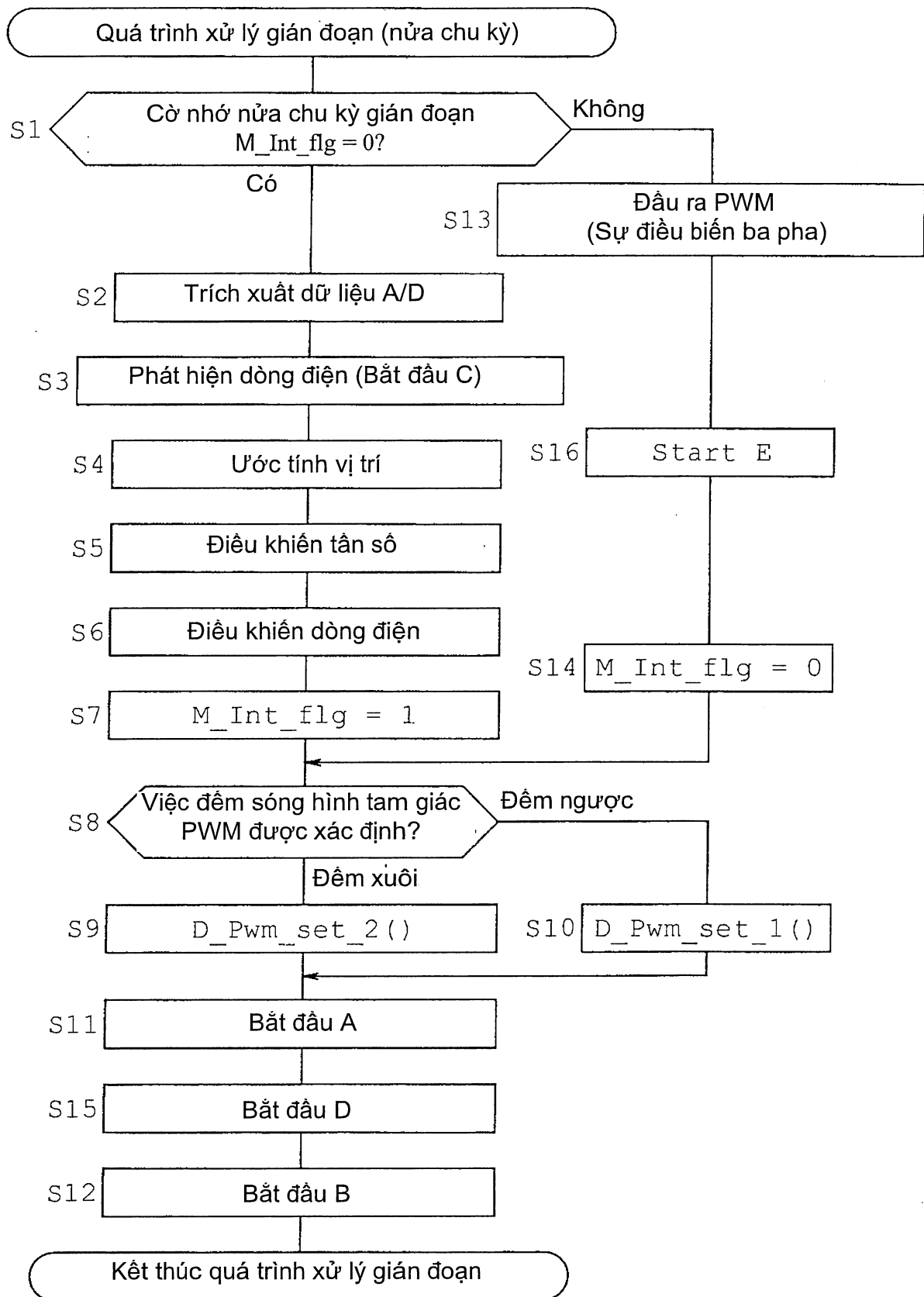


FIG. 21

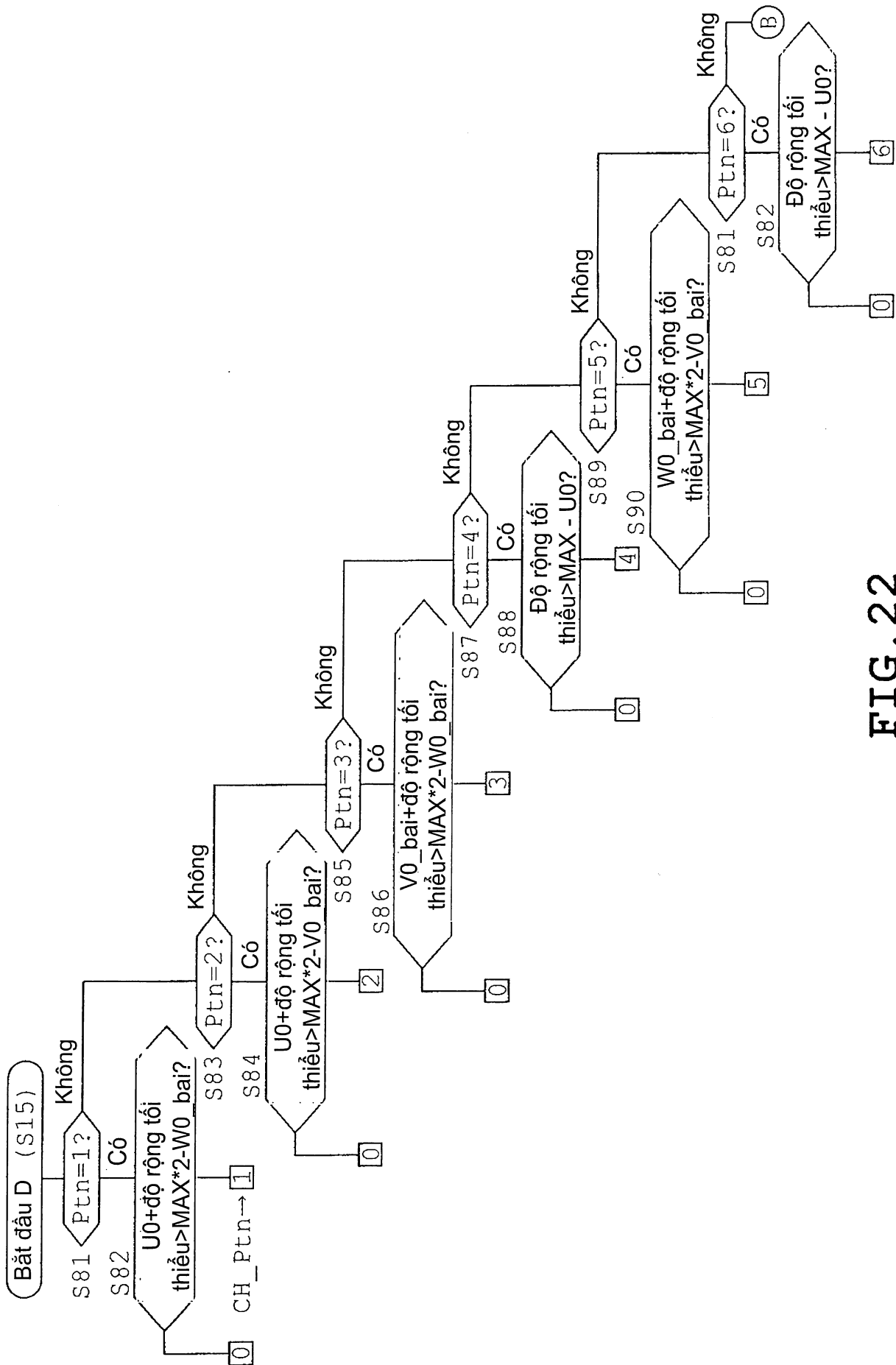


FIG. 22

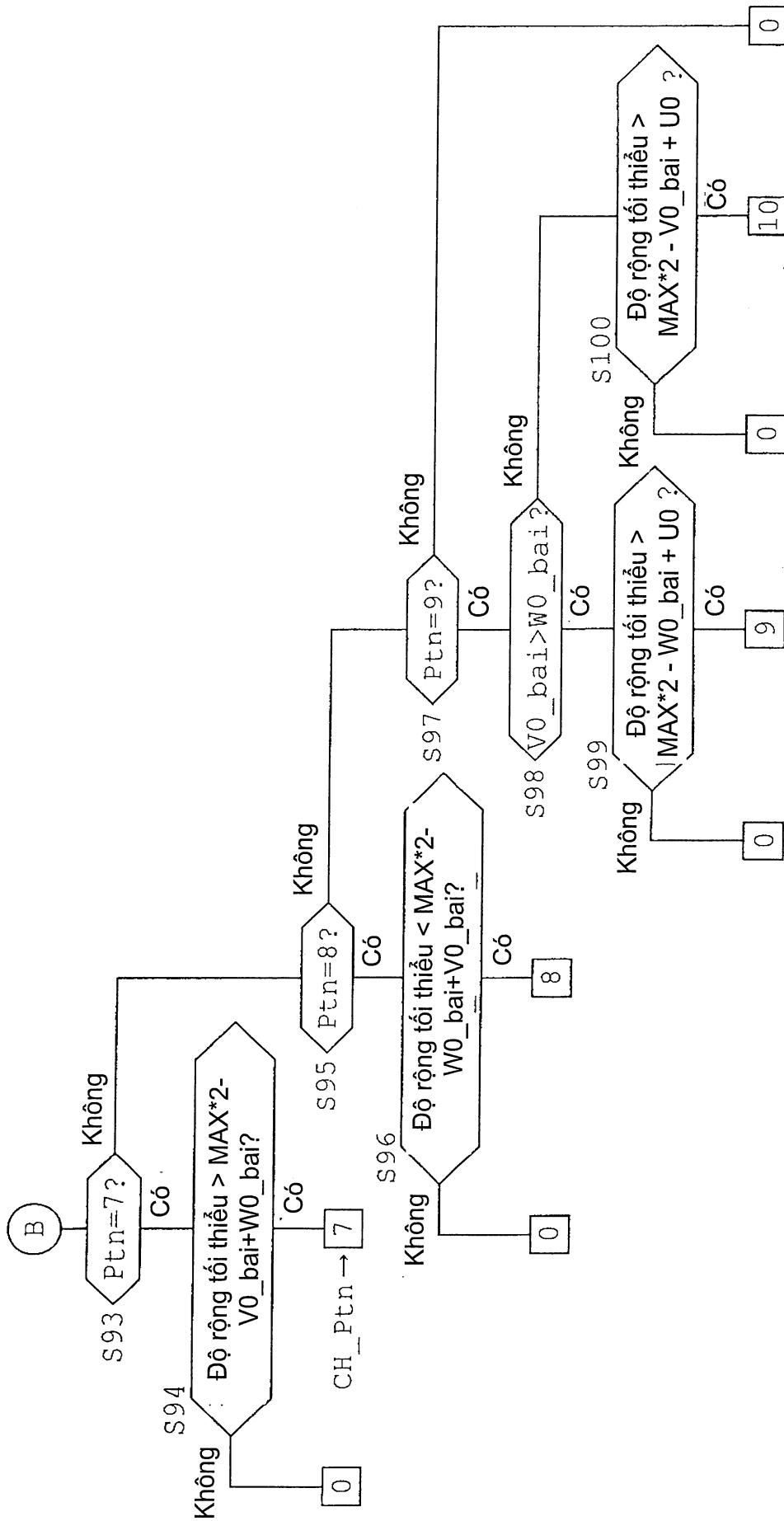


FIG. 23

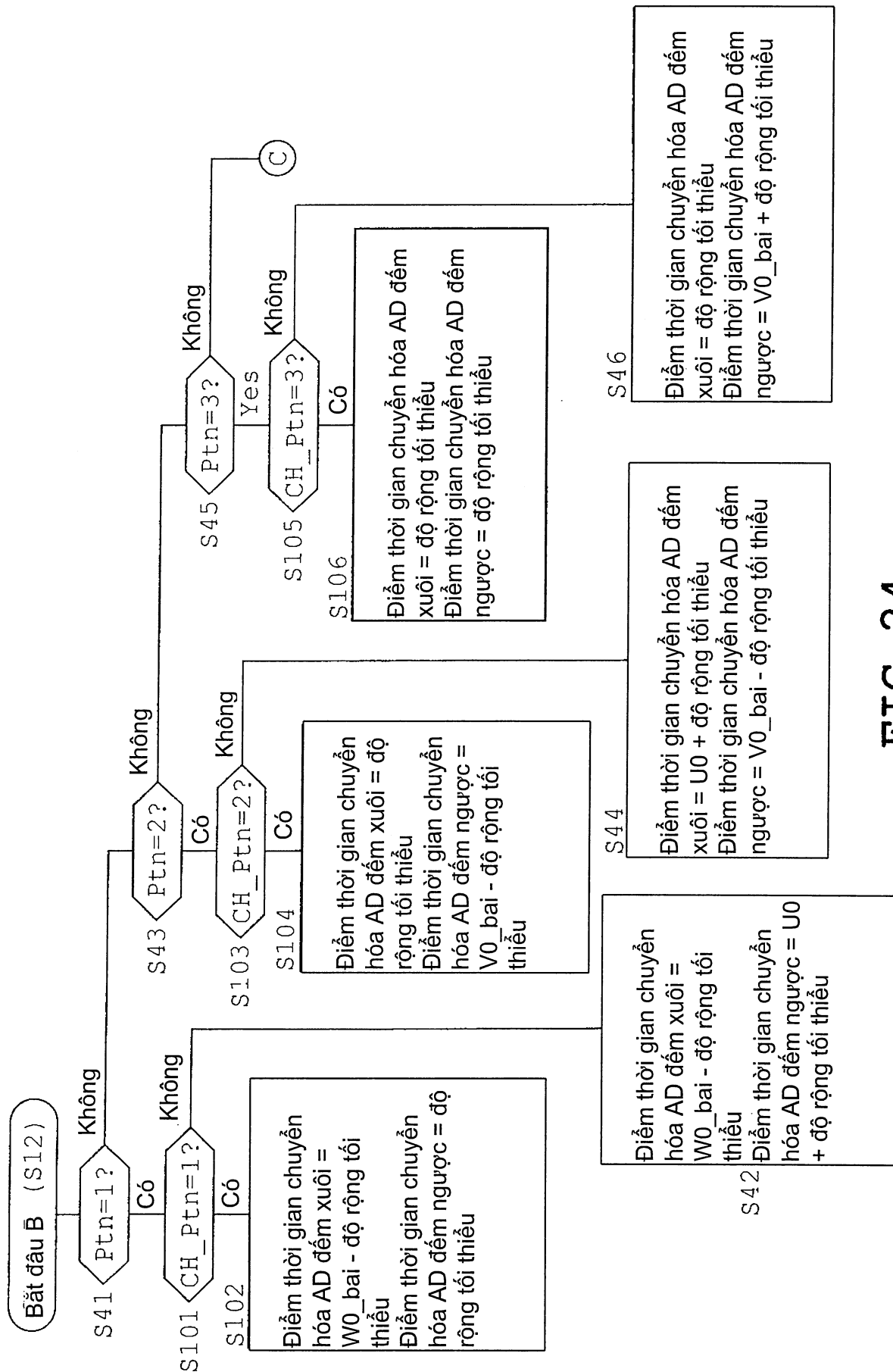


FIG. 24

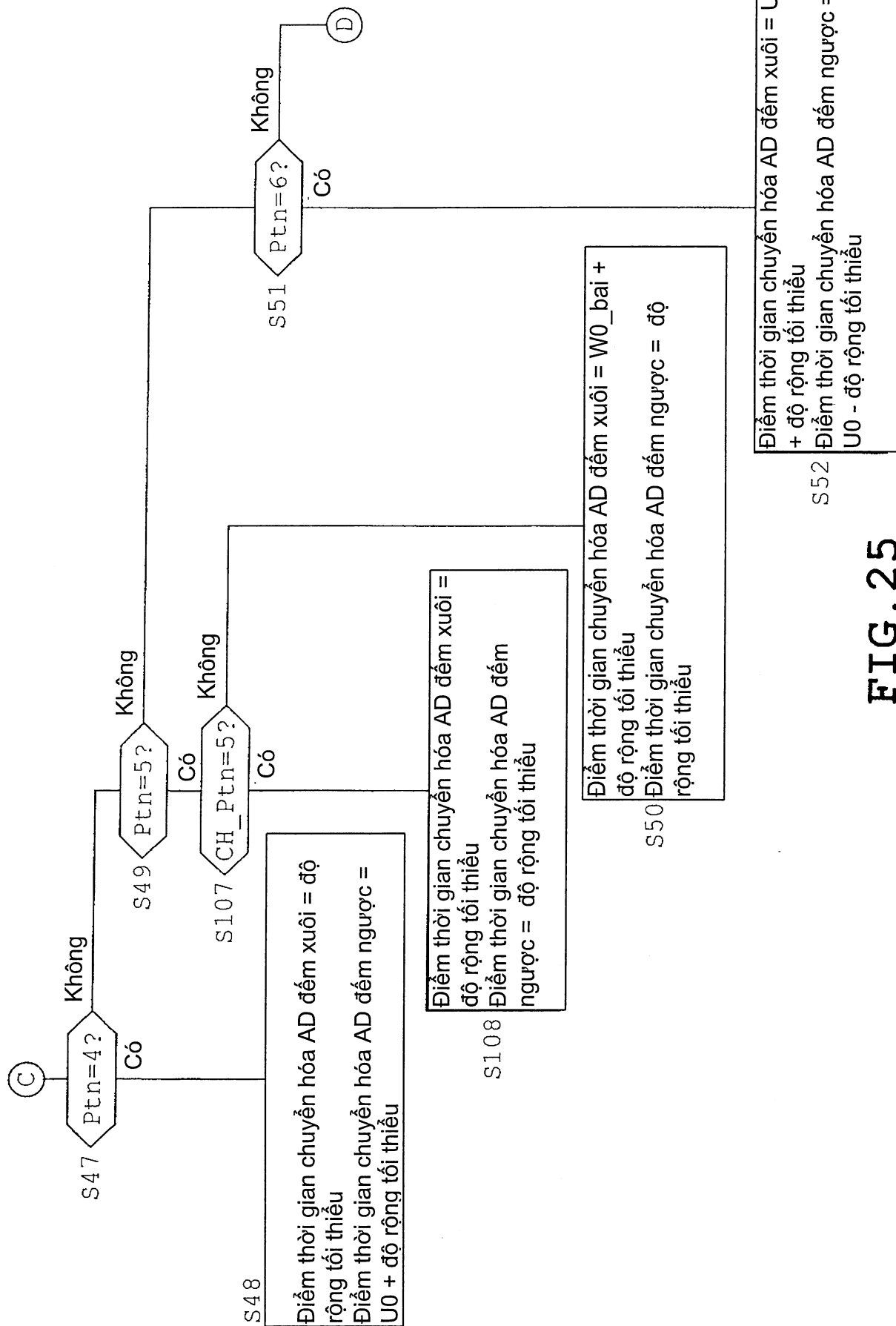


FIG. 25

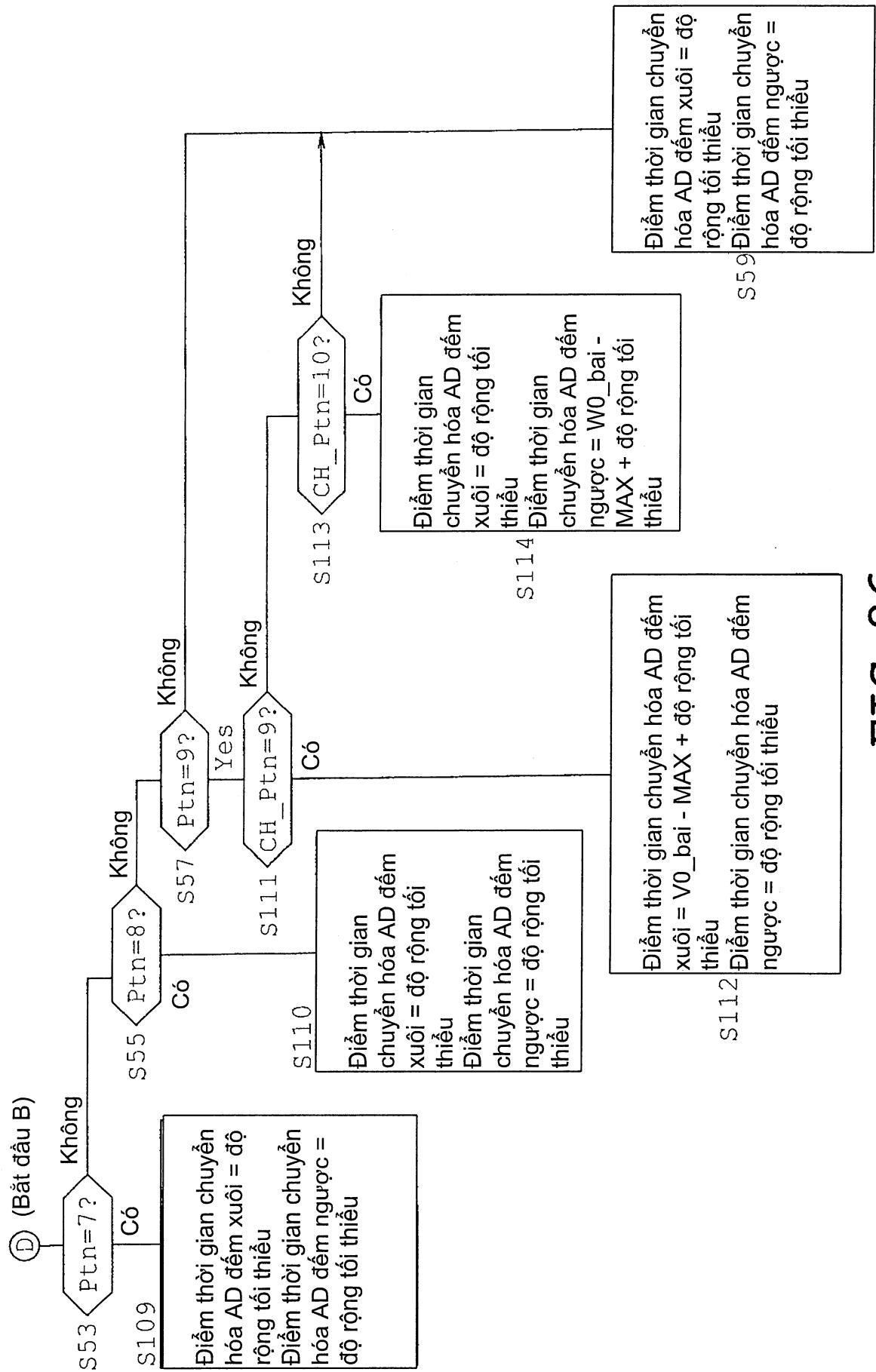


FIG. 26

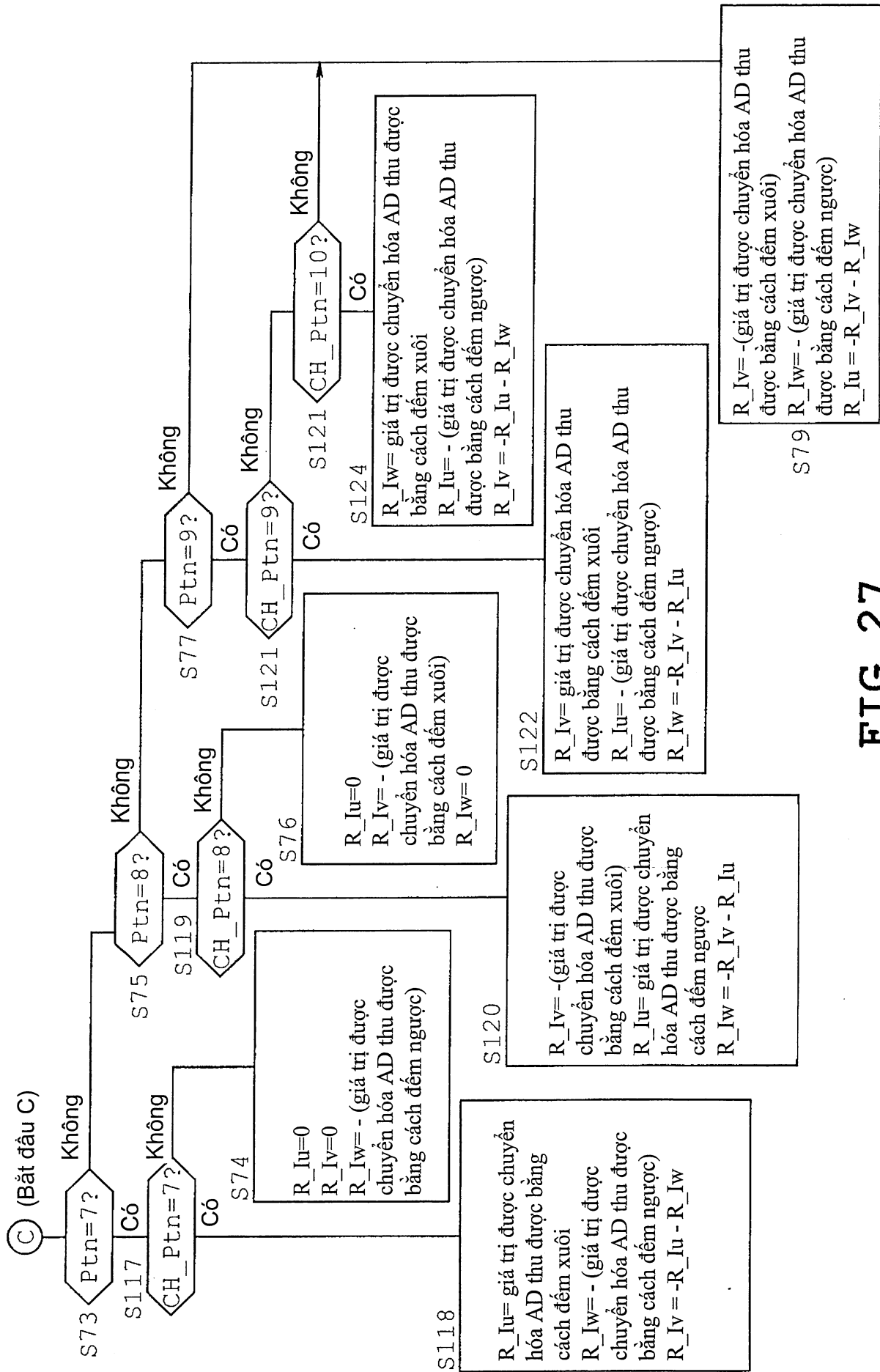


FIG. 27

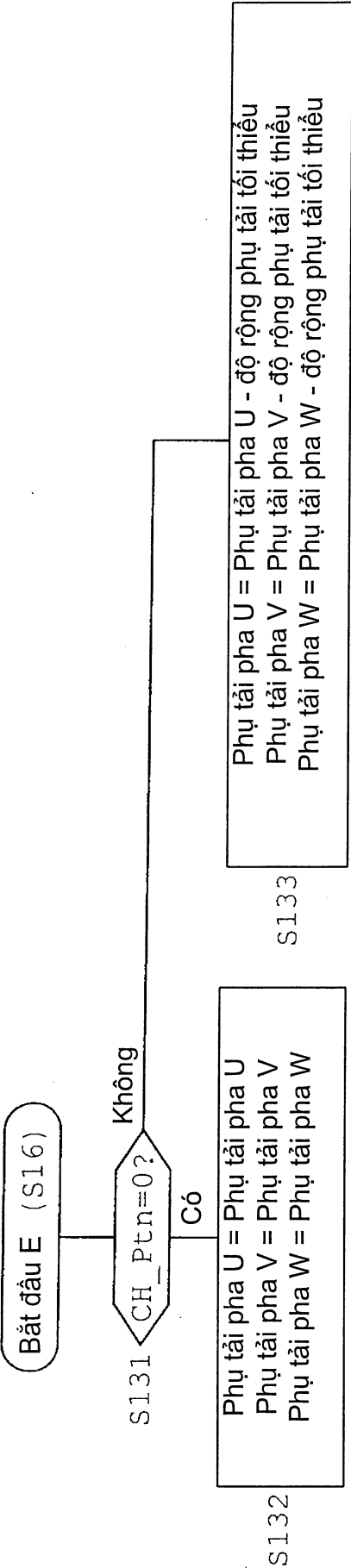


FIG. 28

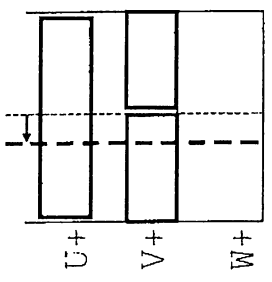
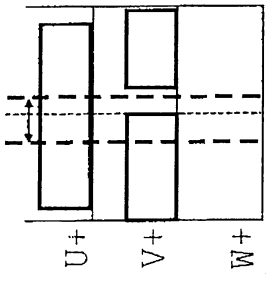
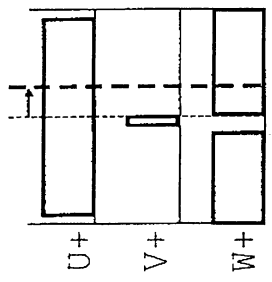
| P <sub>tn</sub>                                         | 7                                                                                                                                    |                                                                                                                                      | 8                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CH_P <sub>tn</sub>                                      | 0                                                                                                                                    | 7                                                                                                                                    | 8                                                                                                                                  |
| Điều kiện xung PWM 1                                    | Xung của pha U không nhỏ hơn độ rộng tối đa và xung của pha V không nhỏ hơn độ rộng tối đa                                           | Xung của pha U không nhỏ hơn độ rộng tối đa và xung của pha W không nhỏ hơn độ rộng tối đa                                           | Xung của pha V không nhỏ hơn độ rộng tối đa và xung của pha W không nhỏ hơn độ rộng tối đa                                         |
| Điều kiện xung PWM 2                                    | Độ rộng tối thiểu > MAX*2-pha V+pha W                                                                                                | Độ rộng tối thiểu > MAX*2-pha V+pha W                                                                                                | Độ rộng tối thiểu > MAX*2-pha W+pha V                                                                                              |
| Các điểm thời gian phát hiện dòng điện và pha phát hiện |  <p>pha W (cố định)</p> <p>- pha U (cố định)</p> |  <p>pha U (cố định)</p> <p>- pha V (cố định)</p> |  <p>pha U (cố định)</p> <p>- pha V (cố định)</p> |

FIG. 29

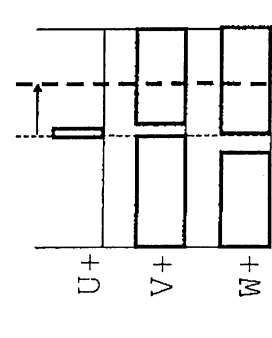
|                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                    |                                       |                                       |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Ptn                                                     | 9                                                                                                                                                                                                                                                  |                                       |                                       |
| CH_Ptn                                                  | 0                                                                                                                                                                                                                                                  | 9                                     | 10                                    |
| Điều kiện xung PWM 1                                    | Xung của pha U không nhỏ hơn độ rộng tối đa và xung của pha V không nhỏ hơn độ rộng tối đa                                                                                                                                                         |                                       |                                       |
| Điều kiện xung PWM 2                                    | -                                                                                                                                                                                                                                                  | Pha V > Pha W                         | Pha V > Pha W                         |
| Điều kiện xung PWM 3                                    | -                                                                                                                                                                                                                                                  | Độ rộng tối thiểu > MAX*2-pha W+pha V | Độ rộng tối thiểu > MAX*2-pha V+pha U |
| Các điểm thời gian phát hiện dòng điện và pha phát hiện |  <p>U+      V+      W+</p> <p>↑      ↑      ↑</p> <p>-pha U (cố định)</p> <p>pha V (cố định)      -pha U (cố định)</p> <p>pha U      pha W (thay đổi được)</p> |                                       |                                       |

FIG. 30

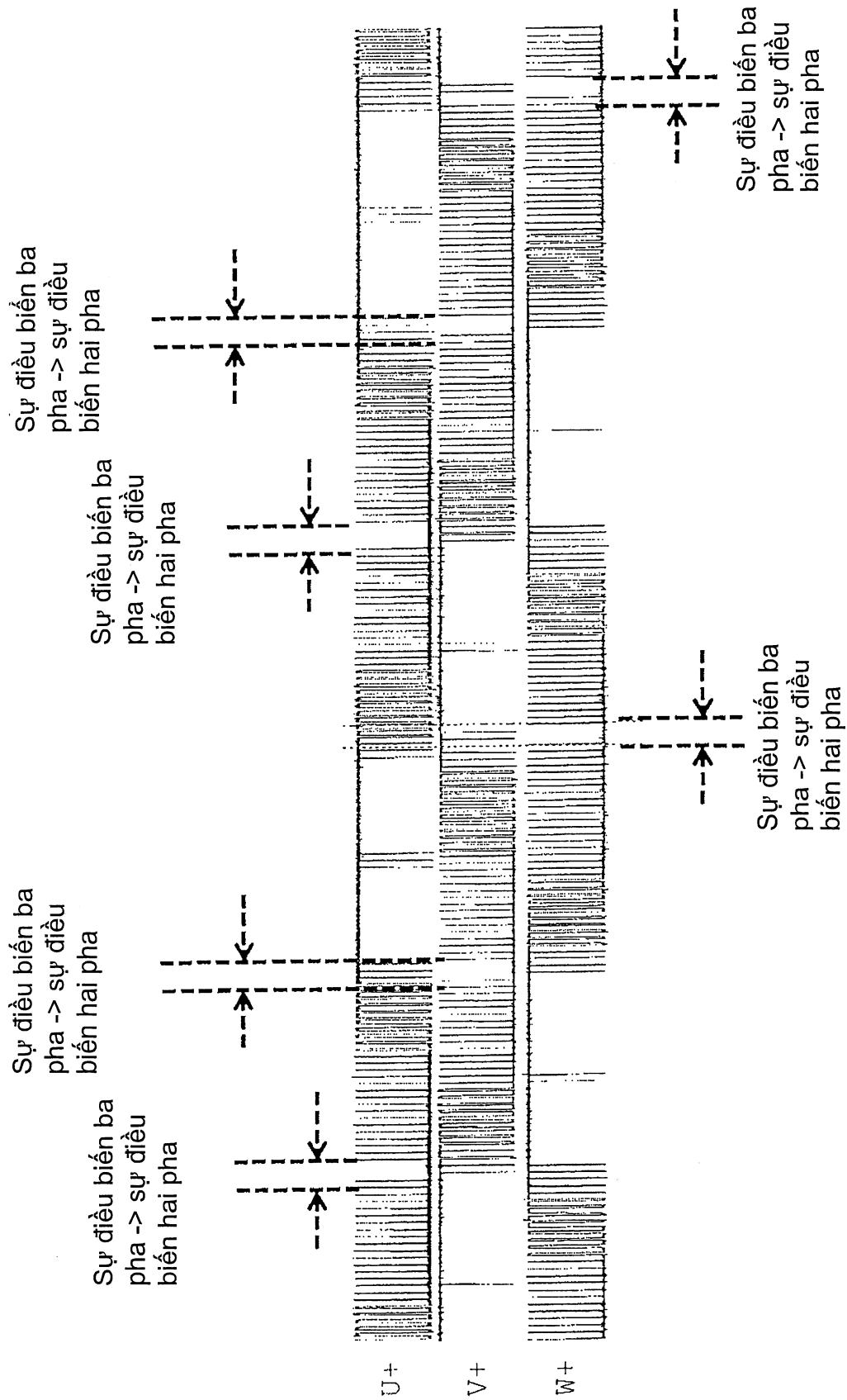


FIG. 31

FIG. 32A

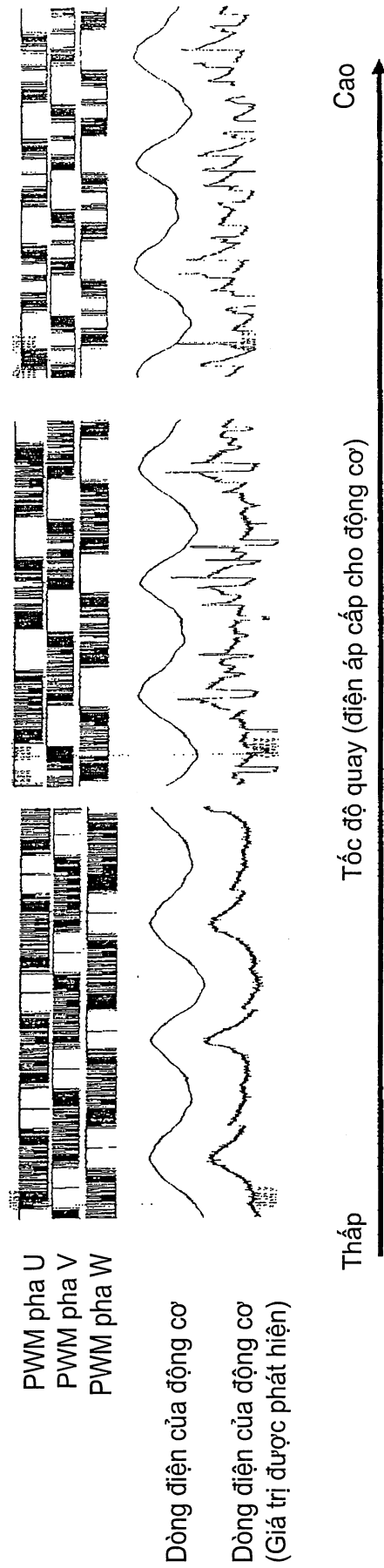
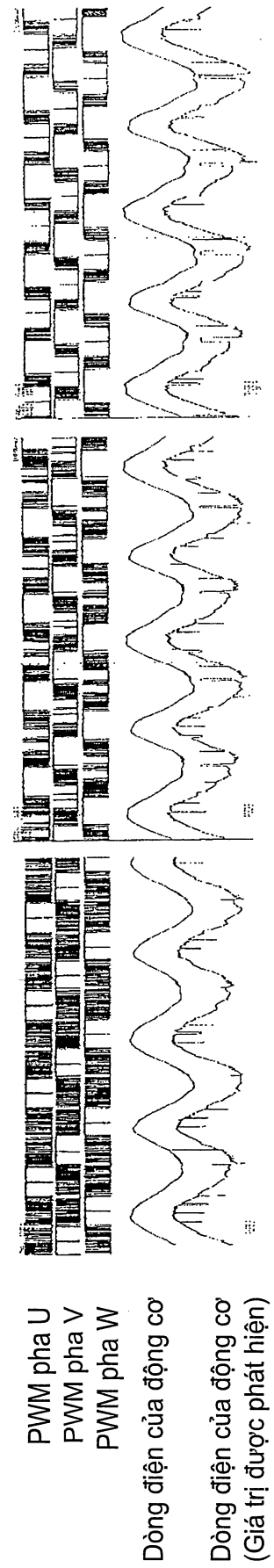


FIG. 32B



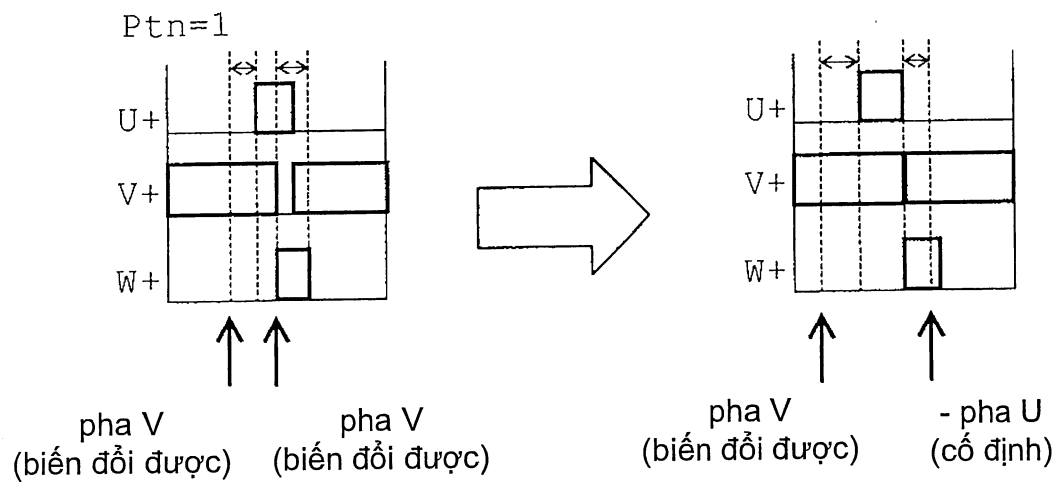


FIG. 33A

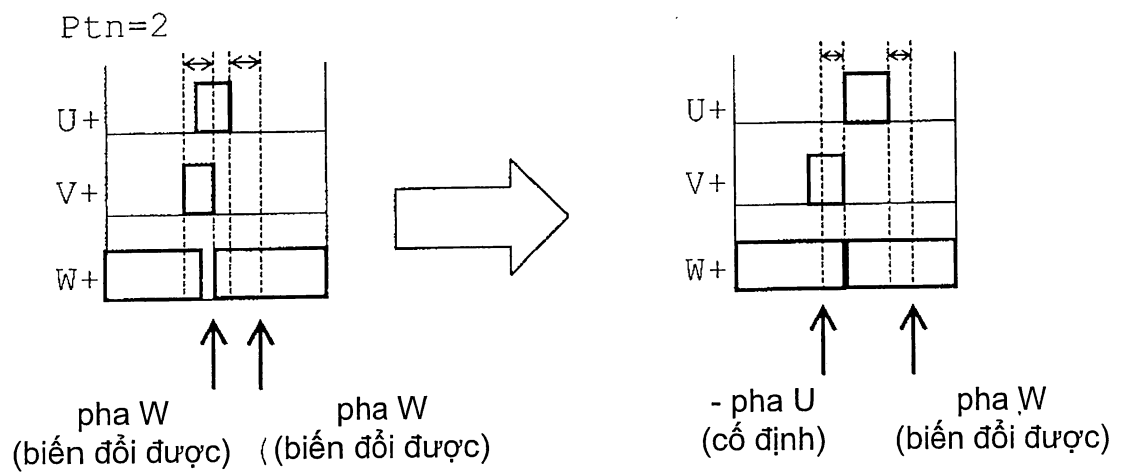


FIG. 33B

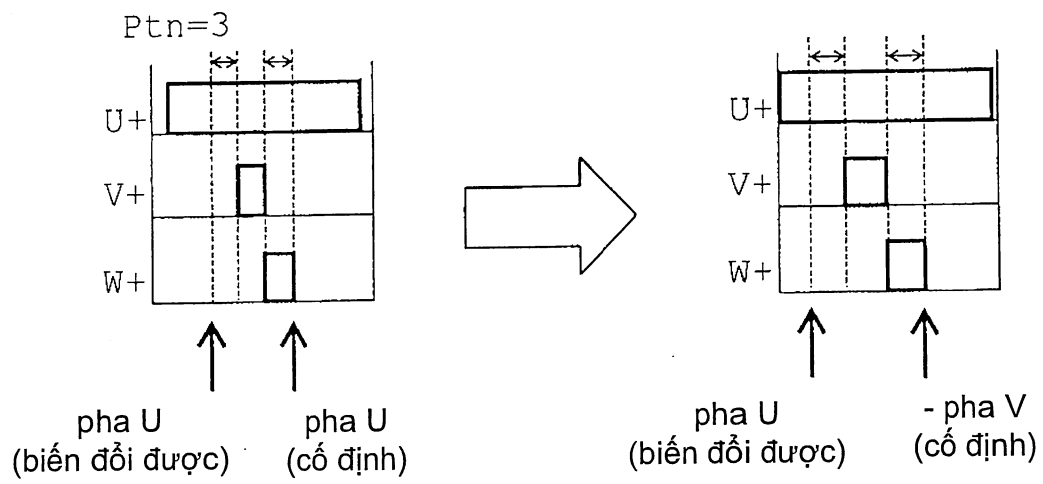


FIG. 34A

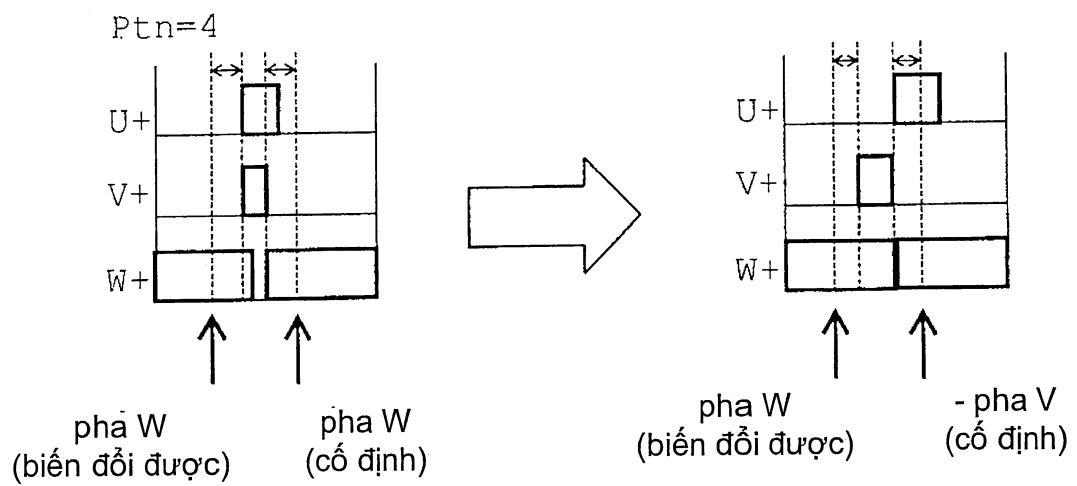


FIG. 34B

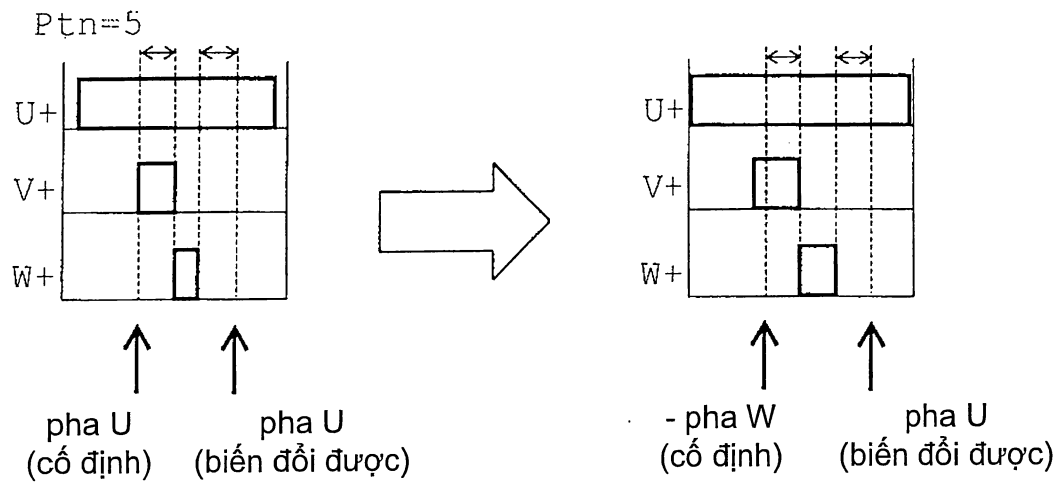


FIG. 35A

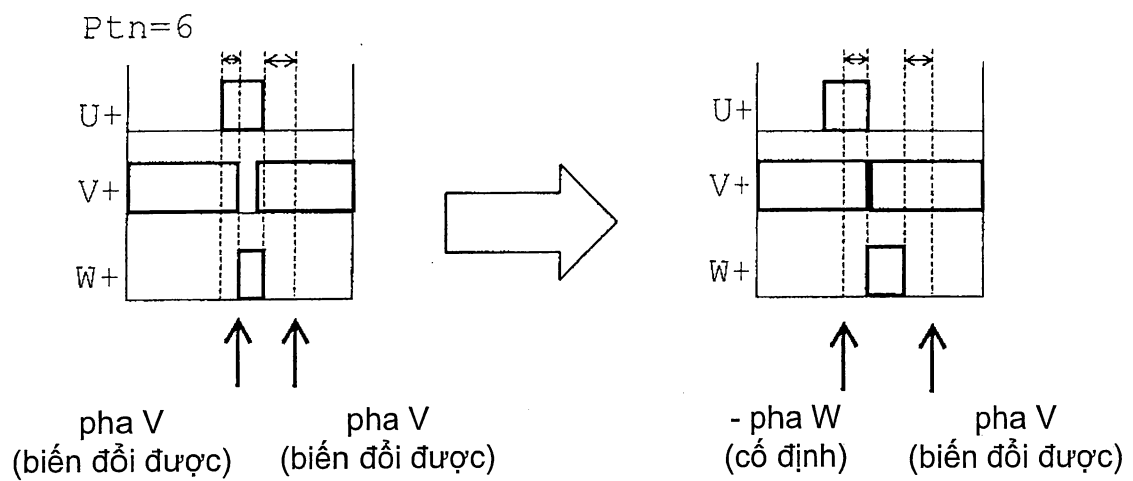


FIG. 35B

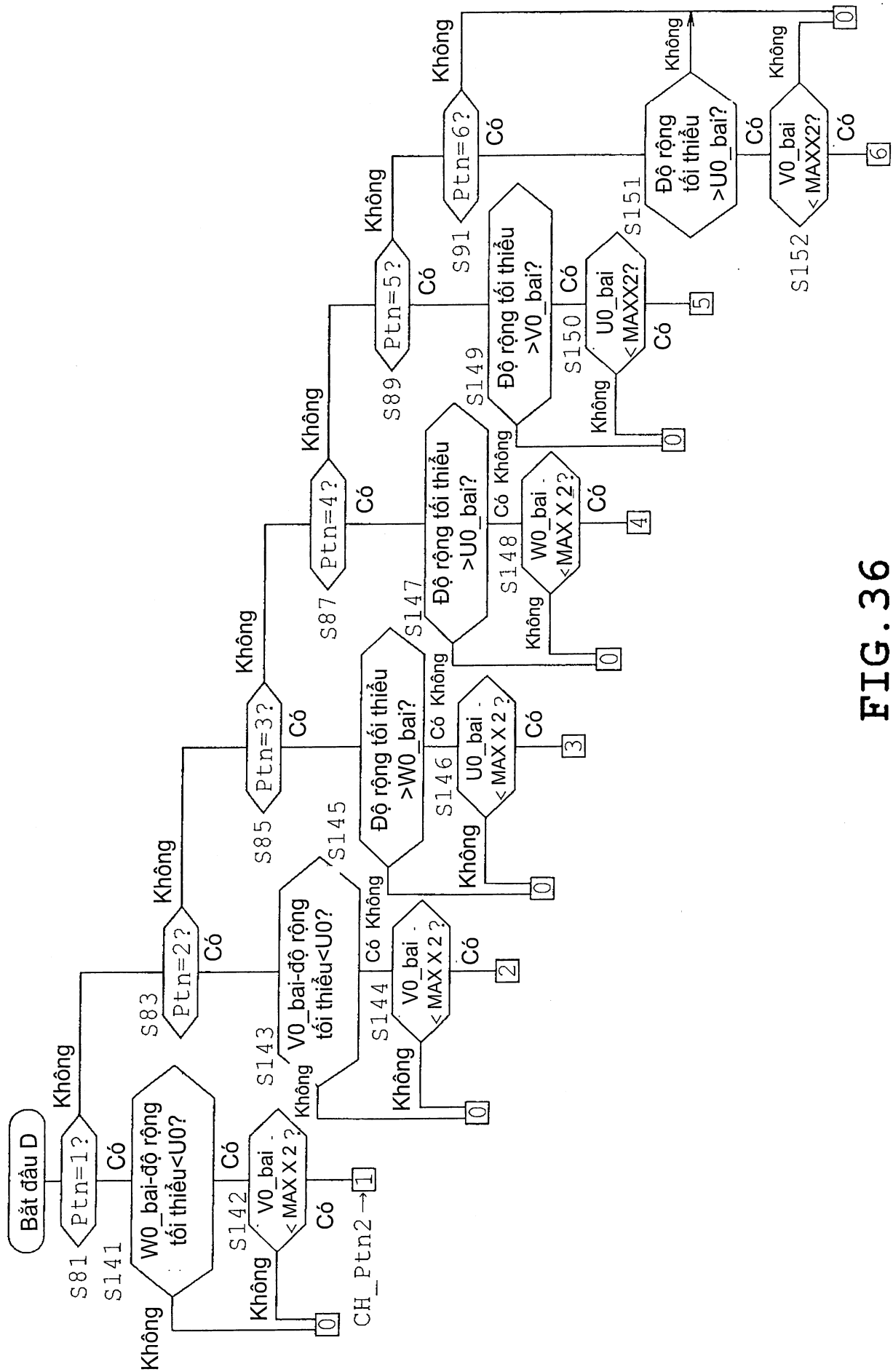


FIG. 36

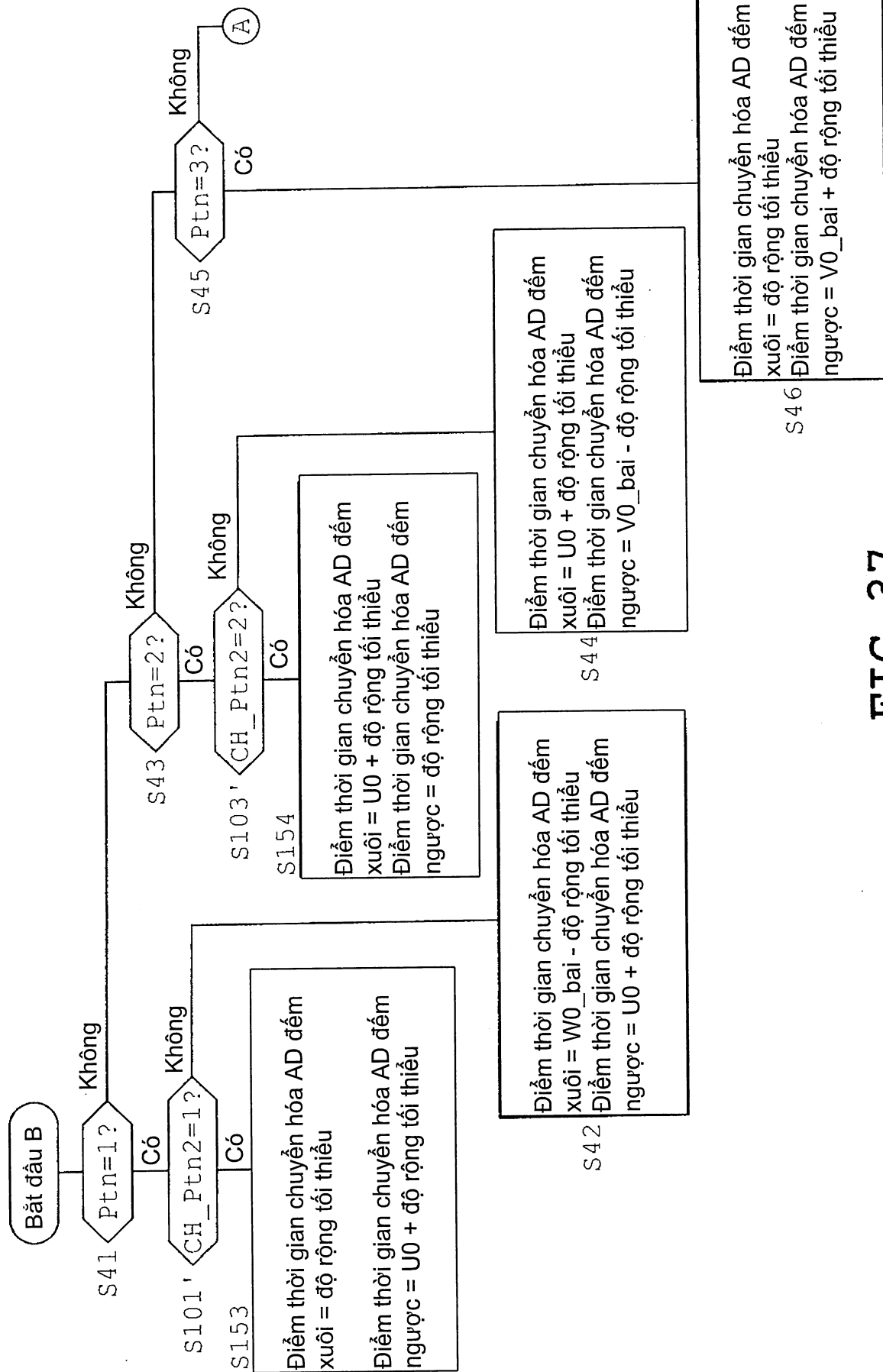


FIG. 37

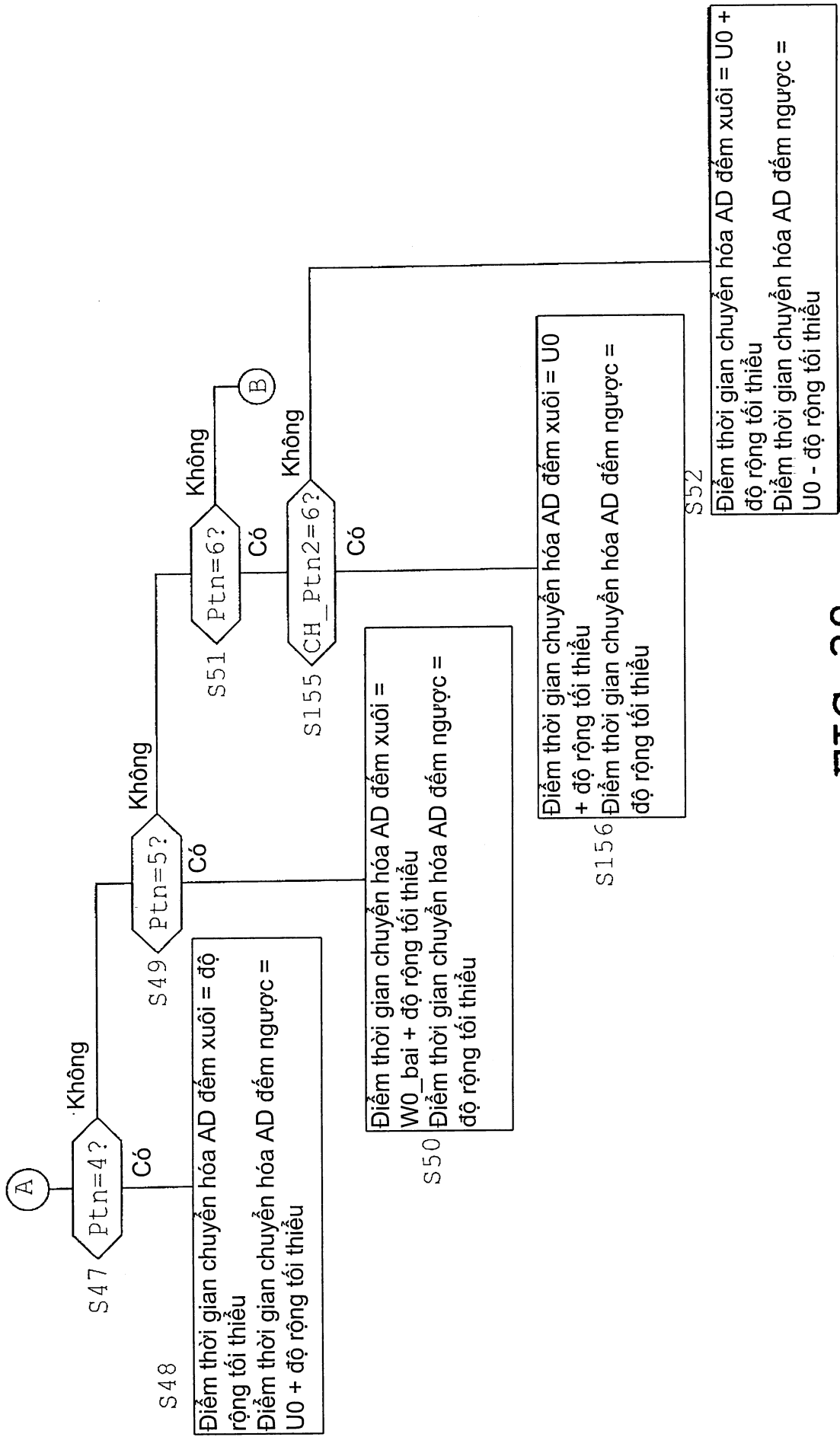


FIG. 38

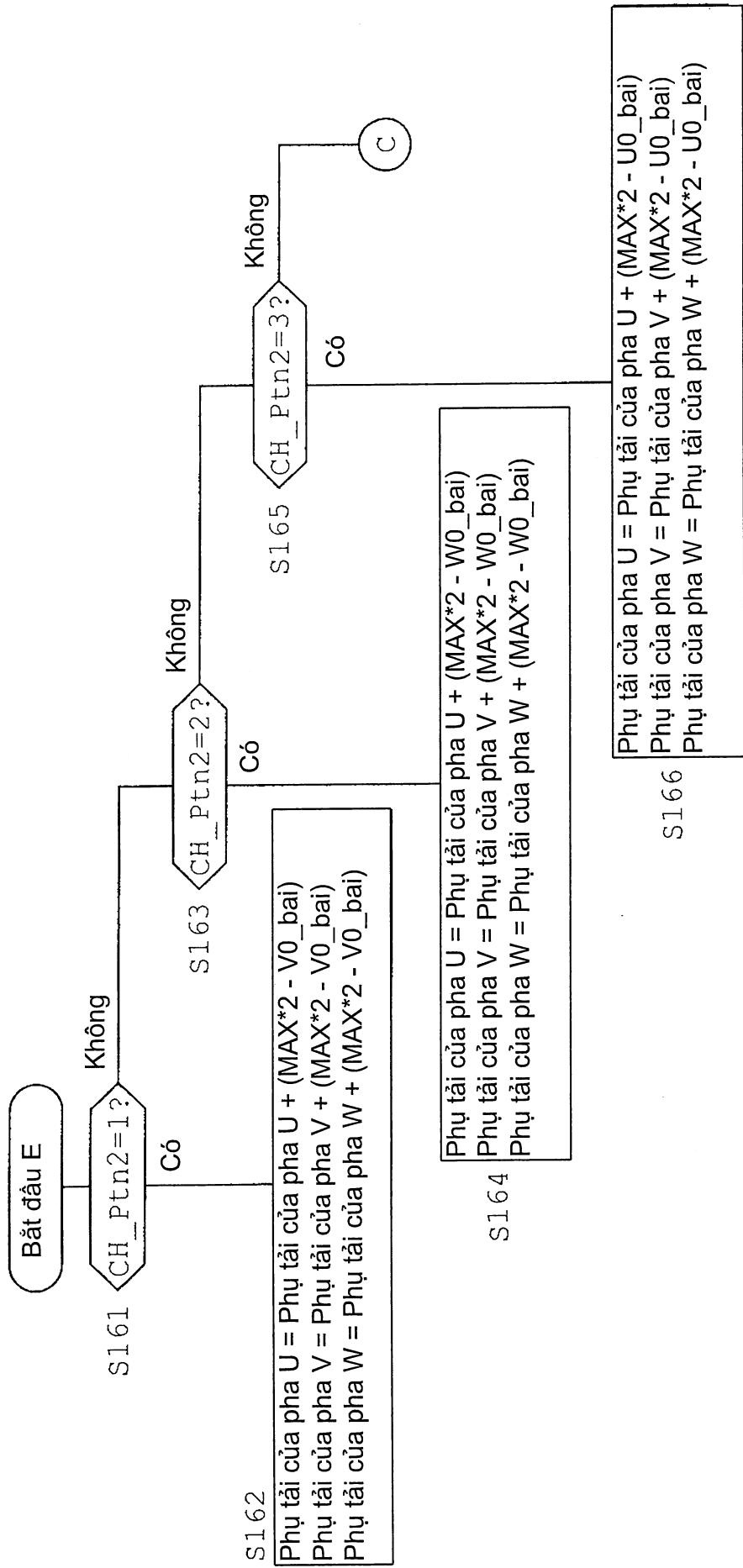


FIG. 39

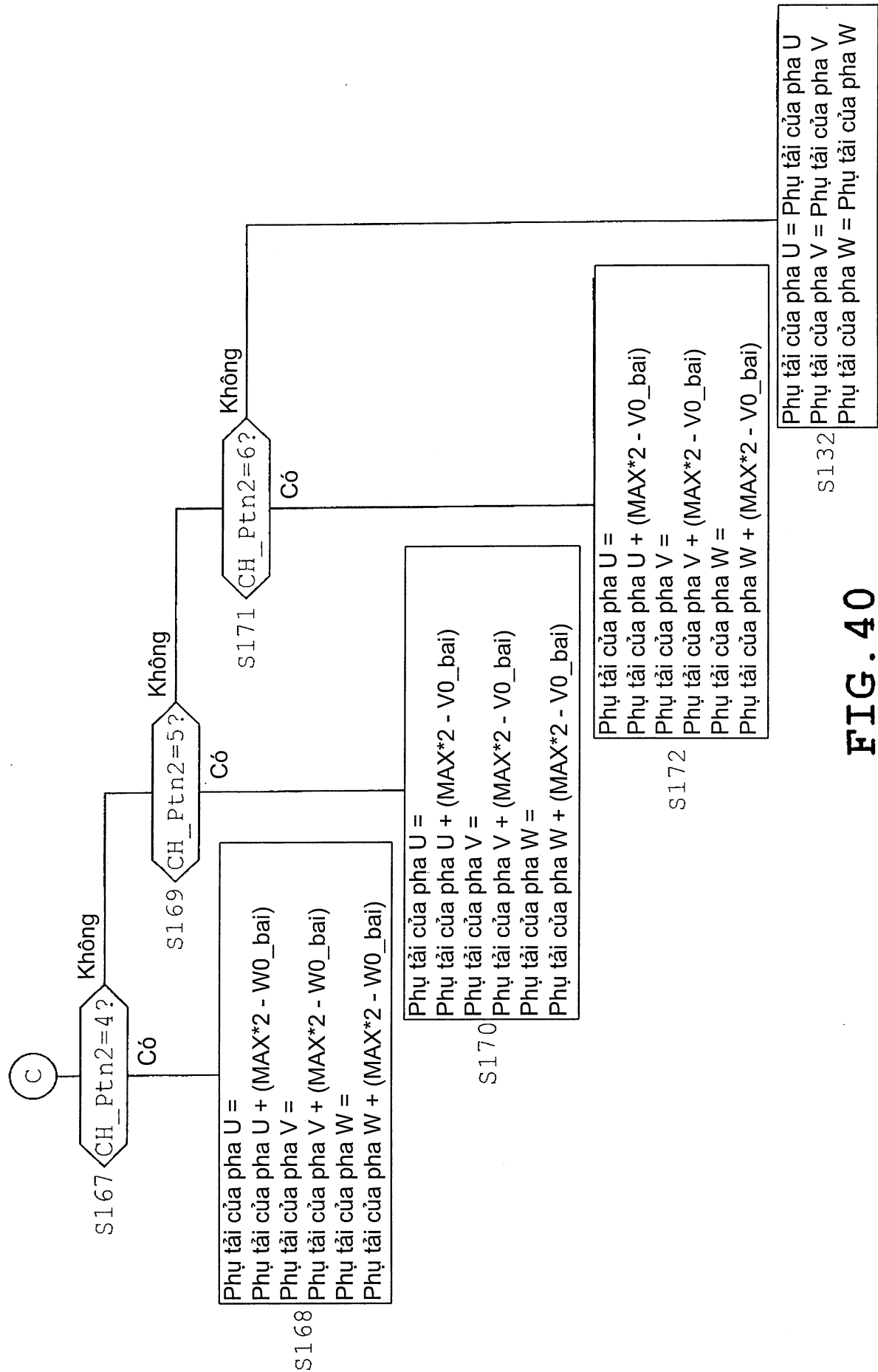


FIG. 40

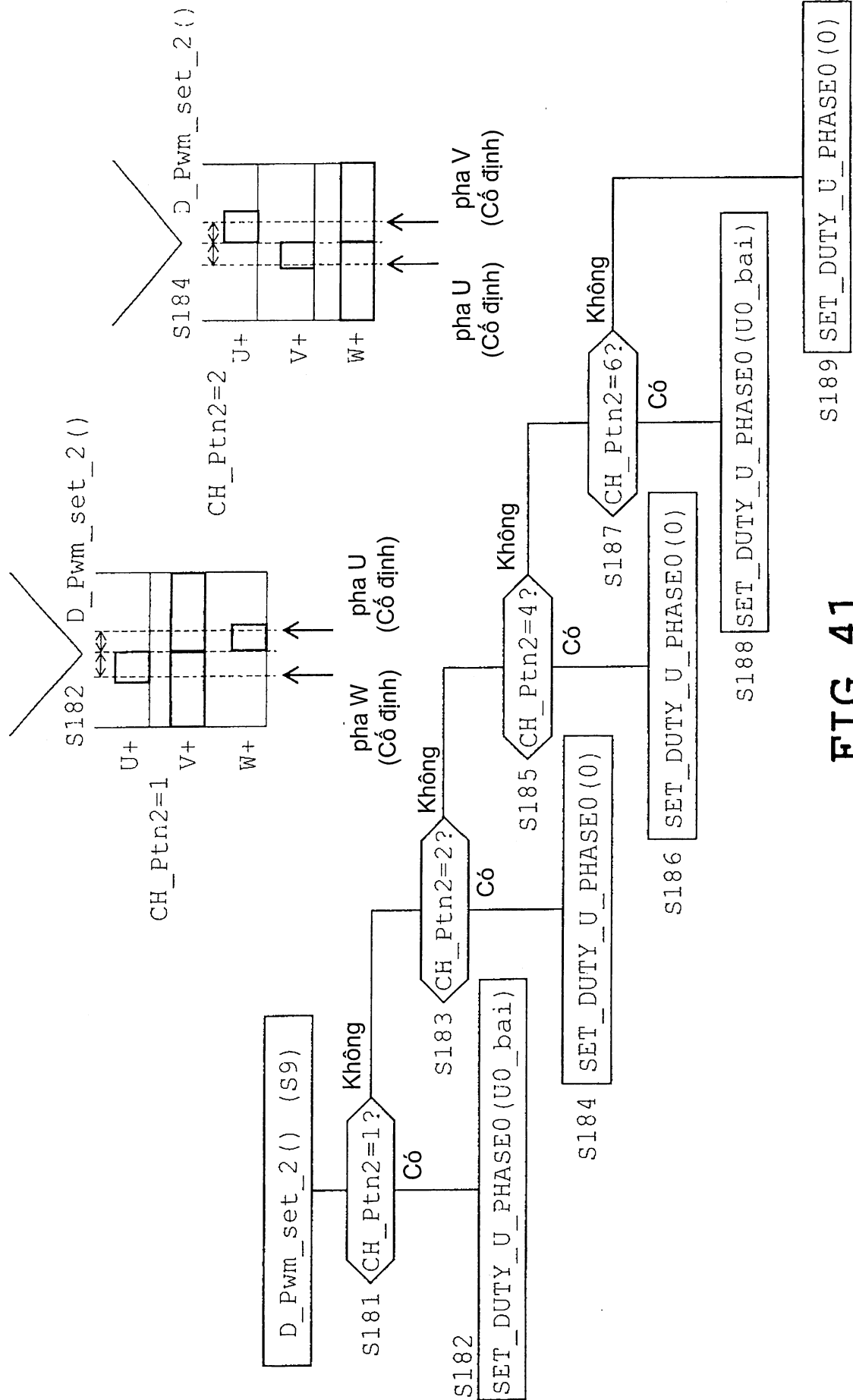


FIG. 41

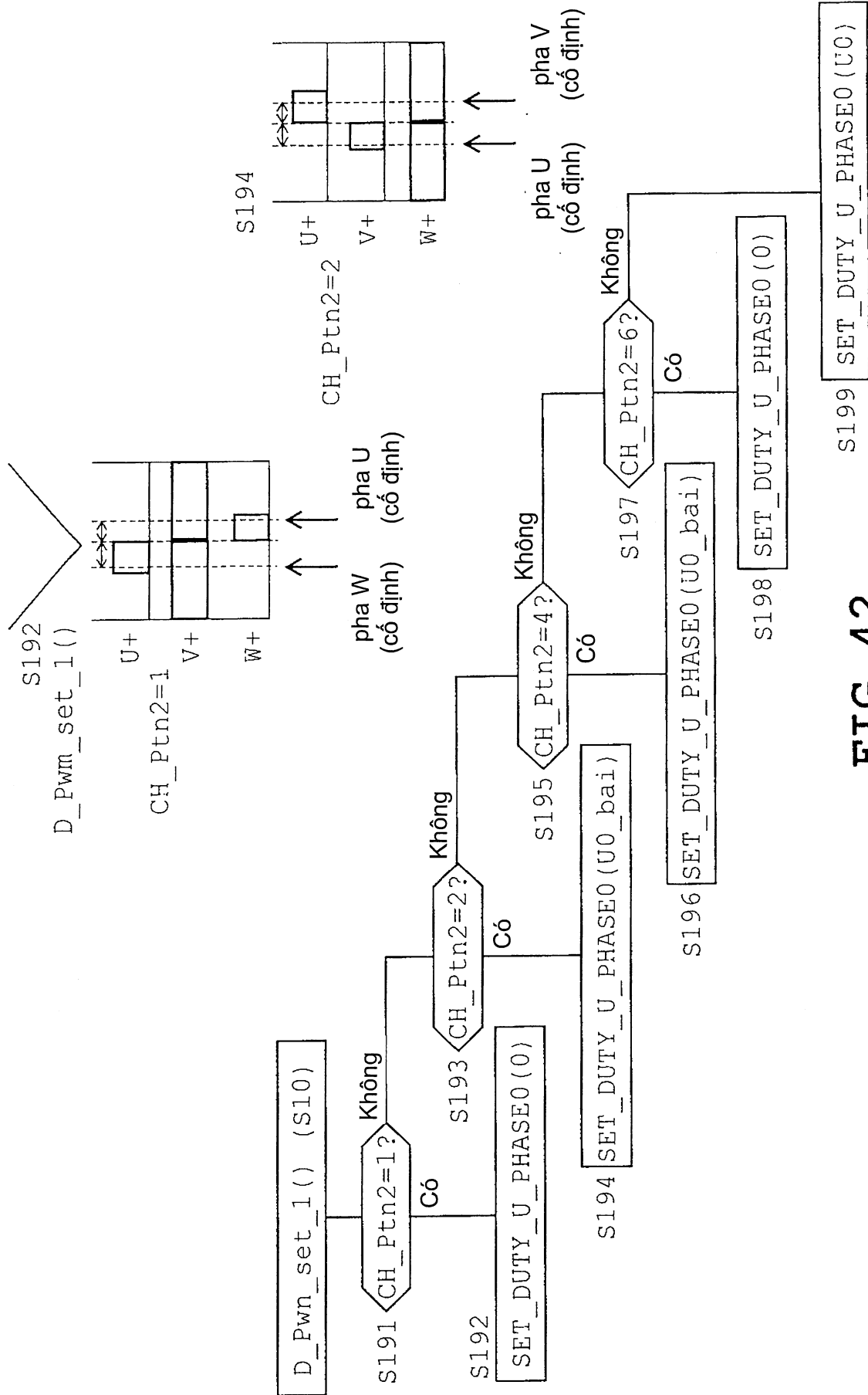


FIG. 42

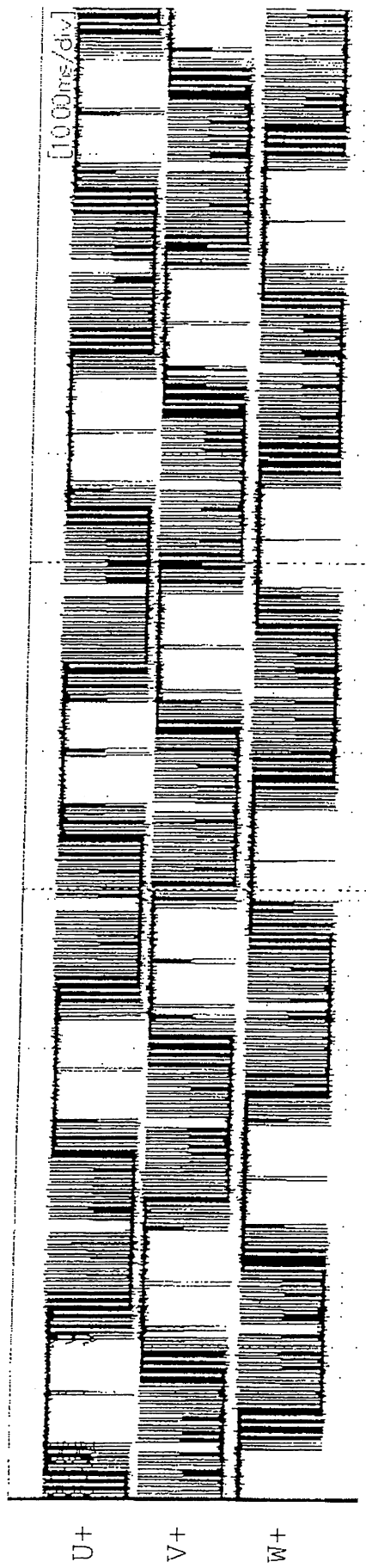


FIG. 43A

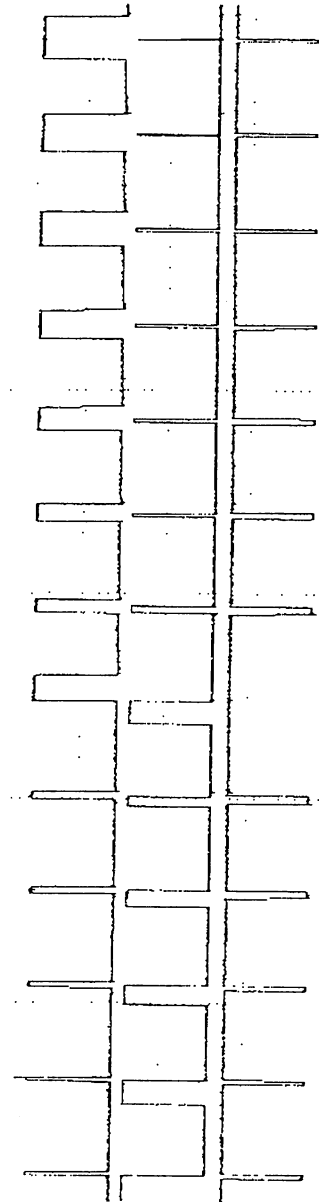


FIG. 43B