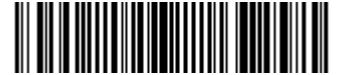




(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

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

(11)



2-0002715

(51)⁷ **H02J 3/00; H02M 1/00**

(13) **Y**

(21) 2-2016-00390

(22) 28/10/2016

(45) 25/10/2021 403

(43) 25/01/2017 346A

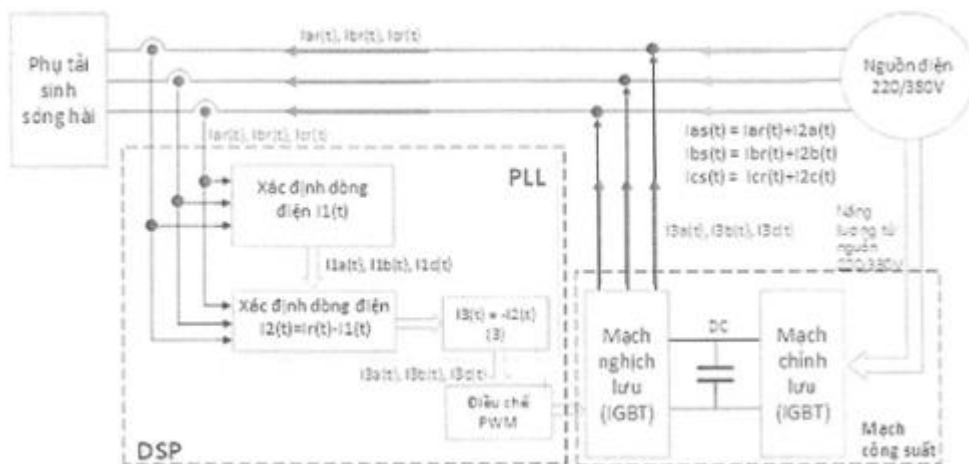
(73) Viện Khoa học Năng lượng (thuộc Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam) (VN)

Nhà A9, số 18, đường Hoàng Quốc Việt, phường Nghĩa Đô, quận Cầu Giấy, thành phố Hà Nội

(72) Đoàn Văn Bình (VN); Nguyễn Đức Minh (VN); Trịnh Trọng Chương (VN); Trương Việt Anh (VN).

(54) **THIẾT BỊ LỌC SÓNG HÀI TÍCH CỰC TRÊN LƯỚI ĐIỆN**

(57) Giải pháp hữu ích đề cập đến thiết bị lọc sóng hài tích cực trên lưới điện nhằm cải thiện chất lượng điện dạng sóng song cho lưới điện, phục vụ các cụm động cơ với cấu hình và chức năng hiện đại, phù hợp với nhu cầu sử dụng, quy mô và điều kiện kinh tế của các phụ tải sinh hoạt và công nghiệp của Việt Nam. Cấu hình của thiết bị lọc sóng hài tích cực trên lưới điện có dạng song song, ba pha, ba dây. Thiết bị lọc sóng hài tích cực trên lưới điện bao gồm các thành phần chính: bộ xử lý tín hiệu số có khả năng tín toán mạnh (DSP - Digital signal processing) và mạch công suất sử dụng các van IGBT. Thiết bị lọc sóng hài tích cực trên lưới điện tạo ra nguồn dòng điện có cùng biên độ, tần số nhưng ngược pha với các sóng hài bậc cao của tải, để cung cấp vào lưới điện, nhờ đó làm triệt tiêu các sóng hài bậc cao của tải.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích thuộc lĩnh vực kỹ thuật điện, cụ thể là đề cập đến thiết bị lọc sóng hài tích cực trên lưới điện, áp dụng cho nguồn điện lưới phục vụ các cụm động cơ với cấu hình và chức năng hiện đại, phù hợp với nhu cầu sử dụng, quy mô và điều kiện kinh tế của các phụ tải sinh hoạt và doanh nghiệp của Việt Nam.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Trong những năm gần đây, các thiết bị điện, điện tử càng trở nên hiện đại và tinh vi hơn dẫn tới ngày càng có nhiều phụ tải phi tuyến. Theo thống kê chưa chính thức, lưới điện phân phối có tải phi tuyến chiếm khoảng 75% đến 90% tổng phụ tải. Các tải phi tuyến chính là nguyên nhân sinh ra nhiều sóng hài trên hệ thống điện. Các nguồn sóng hài được quan sát thấy từ các ứng dụng như:

nguồn chỉnh lưu, nguồn xung;

các hệ biến đổi tần số (biến tần);

các thiết bị sử dụng công nghệ điện tử như lò cao tần, bếp điện từ;

các hệ thống chiếu sáng như đèn huỳnh quang, đèn LED; và

các lò hồ quang, máy cắt, máy hàn hồ quang, v.v..

Sóng hài chính là nguyên nhân làm méo dạng sóng sin của dòng điện và điện áp, làm ảnh hưởng xấu đến chất lượng điện năng. Chính vì vậy, trên thế giới ngày càng quan tâm và chú trọng tới chất lượng điện và cải tiến chất lượng điện năng. Để đánh giá chất lượng điện, cần phải dựa trên các tiêu chuẩn ổn định về tần số, ổn định về điện áp, hệ số cos ϕ trên lưới điện, chất lượng về dòng điện. Trên thế giới có các cơ quan tiêu chuẩn như IEC, IEEE, v.v., đưa ra các tiêu chuẩn chung cho ngành điện, trong đó đưa ra giá trị và giới hạn cho các thông số của điện năng.

Tại các phụ tải, để nâng cao chất lượng điện, các giải pháp kỹ thuật trước đây đã đưa ra nhiều phương pháp khác nhau như được nêu ra dưới đây.

Phương pháp dùng tụ bù nhiều cấp: phương pháp này chỉ có tác dụng giảm tổn

thất điện mà không lọc được nhiễu sóng hài.

Phương pháp lọc thụ động dùng mạch lọc sử dụng điện cảm, tụ điện (LC): phương pháp này chỉ thích hợp với tải phi tuyến tính, loại bỏ được một số nhiễu nhất định.

Phương pháp cách ly hoặc nhóm các phụ tải phi tuyến: để giảm ảnh hưởng của nhiễu sóng hài.

Càng ngày các tiêu chuẩn về điện năng càng được nâng cao và yêu cầu khắt khe hơn, nhiều thông số khác được đưa vào để đánh giá như: độ lồi - lõm điện áp, độ nhấp nháy, độ gián đoạn, nhiễu sóng hài, v.v., cộng với phụ tải phát triển phức tạp thì các phương pháp lọc cũ đã không đáp ứng được yêu cầu.

Để giải quyết vấn đề sóng hài, hiện nay có nhiều phương pháp, và được chia làm hai loại chính. Phương pháp thứ nhất là các thiết bị điện tử công suất sử dụng các kết cấu mạch mà hiện tượng phát sinh sóng hài không xảy ra (ví dụ như chỉnh lưu 12 xung, và chỉnh lưu 18 xung, v.v.), với các tải phi tuyến với lượng tiêu thụ công suất lớn (từ vài trăm kW trở lên), chỉnh lưu tích cực đối với các ứng dụng điều khiển động cơ (đối với dải công suất nhỏ hơn vài kW). Đối với phương pháp này hoặc là mức độ nhiễu còn lại rất thấp hoặc là chỉ cần thêm các thiết bị lọc điện dung nhỏ.

Phương pháp thứ hai là sử dụng các bộ lọc, phương pháp này được sử dụng phần lớn trong công nghiệp với dải công suất từ vài kW tới hàng MW. Các bộ lọc sóng hài được chia làm 3 loại:

lọc thụ động;

lọc tích cực; và

kết hợp lọc thụ động và tích cực.

Phương pháp cổ điển là sử dụng các bộ lọc thụ động, được xây dựng từ các phần tử thu động (điện trở, cuộn kháng, tụ điện). Các bộ lọc hoạt động như các mạch điện có tác dụng chặn các sóng hài tại một tần số nhất định. Ưu điểm của phương pháp này là rẻ tiền, nhược điểm của phương pháp là chỉ lọc được ở tần số xác định, có thể tạo ra cộng hưởng hệ thống.

Phương pháp lọc tích cực là phương pháp sử dụng linh kiện bán dẫn có khả năng đóng cắt với tần số cao (các van IGBT- Insulated Gate Bipolar Transistor: Transistor có cực điều khiển cách ly), được điều khiển bởi các vi xử lý tín hiệu số có khả năng tính

toán mạnh (DSP - Digital signal processing -Xử lý tín hiệu số). Các bộ lọc tích cực hoạt động dựa trên nguyên tắc giám sát dòng điện trên lưới (hoặc trên tải), phát hiện các thành phần hài và bơm vào hệ thống dòng hài có cùng biên độ, tần số nhưng ngược pha với các thành phần hài của tải phi tuyến để triệt tiêu các thành phần hài này và đảm bảo cho dòng điện trên lưới có dạng sin và cùng pha với điện áp. Do đó, bộ lọc tích cực có tính linh hoạt cao, giải quyết nhiều vấn đề liên quan đến chất lượng điện năng (ví dụ như bù công suất phản kháng).

Mặc dù việc cải thiện chất lượng điện năng và nâng cao hiệu suất tiêu thụ là một đòi hỏi cấp bách, tuy nhiên ứng dụng của công nghệ mới như thiết bị lọc tích cực còn rất hạn chế, hiện mới chỉ có một số công ty liên doanh nước ngoài có sử dụng máy móc thiết bị hiện đại và đắt tiền yêu cầu chất lượng điện năng khá khắt khe đã phải sử dụng thiết bị lọc tích cực nhập khẩu với giá thành cao. Một số bộ lọc tích cực của nước ngoài có mặt trên thị trường Việt Nam với giá thành tương đối cao như thiết bị lọc của ABB với công suất 100kW 3P/380VAC có giá thành khoảng 50.000 USD.

Công bố tư liệu sáng chế của Mỹ số US 5567994 A đề cập bộ lọc sóng hài có sử dụng máy tính được lập trình sẵn để xác định sóng hài, tuy nhiên, giải pháp theo sáng chế này có cấu trúc phức tạp và đắt tiền.

Phương án lọc nối tiếp dùng để lọc nhiều sóng hài điện áp, phương pháp này khá phức tạp, chỉ phù hợp với công suất lớn và rất lớn, chưa được thương mại hóa.

Nói chung, thiết bị lọc nhiều sóng hài dạng song song hiện đã rất phổ biến trên thế giới, các hãng đều đưa ra dạng này thành sản phẩm thương mại. Tuy nhiên, hiện thiết bị có dải công suất nhỏ của các hãng hầu như không có sẵn trên thị trường Việt Nam. Vì vậy, với dải công suất nhỏ và trung bình thì việc ứng dụng vào thực tế là dễ dàng và sẽ được khách hàng lưu ý hơn (do chi phí không quá cao).

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Để khắc phục các nhược điểm của các thiết bị lọc sóng hài tích cực đã biết như trình bày trên đây, giải pháp hữu ích đề xuất thiết bị lọc sóng hài tích cực trên lưới điện thuộc loại thiết bị lọc sóng hài tích cực có dạng song song nhằm mục đích lọc nhiều sóng hài dòng điện dùng phương án lọc dạng song song (Shunt).

Thiết bị lọc sóng hài tích cực trên lưới điện theo giải pháp hữu ích sử dụng bộ xử

lý tín hiệu số (DSP - Digital signal processing- Xử lý tín hiệu số) có khả năng tính toán mạnh và van IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor - Transistor có cực điều khiển cách ly) sử dụng cho các hệ thống 3 pha 380V, 60A, cho phép bù công suất và lọc sóng hài, với khả năng giảm sóng hài. Bộ lọc tích cực dạng song song (APF-Active Power Filter: Bộ lọc công suất tích cực) được đấu song song và có chung điểm nối lưới với tải phi tuyến. Bằng cách mắc này, bộ APF sẽ phát vào điểm đấu chung các thành phần hài bậc cao cùng biên độ, tần số nhưng ngược pha với các hài bậc cao của tải, khử các thành phần này trước khi chúng gây ảnh hưởng xấu lên lưới điện.

Theo một khía cạnh, thiết bị lọc sóng hài tích cực trên lưới điện theo giải pháp hữu ích bao gồm bộ xử lý tín hiệu số (DSP - Digital Signal Processing) có khả năng tính toán mạnh; mạch công suất sử dụng linh kiện bán dẫn đóng cắt với tần số cao là các van IGBT; và khối truyền thông với máy tính;

trong đó:

bộ xử lý tín hiệu số có khối điều khiển lọc tích cực và khối điều chế PWM,

trong đó khối điều khiển lọc tích cực được tạo cấu hình để điều khiển tựa áp lưới VOC để phát hiện góc pha điện áp lưới thông qua bộ vòng khóa pha PLL, dựa vào đó để:

xác định được dòng điện $I_1(t)$ là dòng điện có dạng sin chuẩn,

xác định được dòng điện $I_2(t)$ là các sóng hài bậc cao của tải, dòng điện $I_2(t)$ là hiệu giữa dòng điện tải thực tế $I_r(t)$ và dòng điện $I_1(t)$ nêu trên, và

xác định được dòng điện $I_3(t)$ là các sóng hài bậc cao cùng biên độ, tần số nhưng ngược pha với dòng điện $I_2(t)$ là các sóng hài bậc cao của tải;

mạch công suất có mạch nghịch lưu và mạch chỉnh lưu,

mạch chỉnh lưu để biến đổi điện áp xoay chiều (AC) từ lưới điện thành điện áp một chiều (DC) làm đầu vào cho mạch nghịch lưu hoạt động, mạch nghịch lưu được điều khiển bởi bộ xử lý tín hiệu số thông qua khối điều chế PWM để tạo ra nguồn dòng điện $I_3(t)$ mà được xác định bởi bộ xử lý tín hiệu số nêu trên, và cấp nguồn dòng điện $I_3(t)$ này vào lưới điện, nhờ đó triệt tiêu các sóng hài bậc cao của tải do nguồn dòng điện $I_3(t)$ này luôn có cùng biên độ, tần số nhưng ngược pha với các sóng hài bậc cao của tải;

khối truyền thông với máy tính tạo ra khả năng truyền thông giữa bộ xử lý tín hiệu số và máy tính để thực hiện chức năng chuẩn đoán, giám sát và bảo vệ từ xa.

Bộ điều khiển bộ lọc tích cực được tạo kết cấu để sử dụng khâu điều chỉnh tích phân tỷ lệ PI (Proportional Integral Controller) trên hệ tọa độ dq, hay còn được gọi là kết cấu điều khiển tựa áp lưới VOC (Voltage Oriented Control - điều khiển tựa áp lưới).

Theo một khía cạnh khác, giải pháp hữu ích có thể sử dụng hệ tọa độ quay theo vec-tơ điện áp lưới. Nhờ có hệ trục tọa độ này, toàn bộ các vec-tơ dòng điện không đồng bộ với điện áp lưới (khác tần số hoặc góc pha) sẽ bị phát hiện trên trục d và q của hệ trục như là các thành phần khác không trên trục q và các thành phần dao động trên trục d. Theo cách này, có thể sử dụng bộ điều khiển dòng có tác dụng áp đặt cho vec-tơ dòng điện trên lưới phải bám theo vec-tơ điện áp thông qua việc lọc bỏ toàn bộ các thành phần dòng ngang trục và các thành phần dao động dọc trục, chỉ để lại các thành phần một chiều trên trục d (thành phần đồng pha với điện áp lưới) nhằm ổn định điện áp trên tụ (do bị tổn hao trong quá trình làm việc), và thông qua đó ổn định điện áp của tải.

Theo một phương án, cấu trúc điều khiển của thiết bị lọc sóng hài tích cực trên lưới điện có thể bao gồm bốn khối chính:

khối khóa pha vòng: có tác dụng phát hiện góc pha điện áp lưới (ngay cả trong trường hợp lưới bị nhiễu và mất cân bằng);

mạch vòng điện áp: có tác dụng đưa ra giá trị nạp tụ cho mạch vòng dòng điện nhằm ổn định điện áp trên tụ;

mạch vòng dòng điện: có tác dụng nhanh chóng áp đặt mức năng lượng yêu cầu của bộ điều khiển điện áp tụ (thông qua giá trị đặt dòng trên trục d) và đưa vec-tơ dòng quay theo vec-tơ điện áp (thông qua việc lọc bỏ toàn bộ dòng không đồng bộ như đã trình bày); và

khối điều chế vec-tơ không gian: đưa các giá trị tính toán bởi bộ điều khiển dòng dưới dạng số thành các đại lượng vật lý – điện áp đầu ra bộ nghịch lưu, và qua đó, gián tiếp áp đặt dòng điện đầu ra bộ nghịch lưu thông qua chênh áp rơi trên cuộn cảm.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1a là sơ đồ khối của thiết bị lọc sóng hài tích cực trên lưới điện khi lắp trong hệ thống điện theo một phương án ưu tiên của giải pháp hữu ích;

Hình 1b là các đồ thị thể hiện các dạng sóng dòng điện khác nhau;

Hình 2 là sơ đồ khối thể hiện thiết bị lọc sóng hài tích cực trên lưới điện sử dụng

các bo mạch cụ thể theo một phương án ưu tiên của giải pháp hữu ích;

Hình 3 là lưu đồ thể hiện một ví dụ về thuật toán khởi tạo các ngoại vi;

Hình 4 là lưu đồ thể hiện một ví dụ về thuật toán điều khiển thiết bị lọc sóng hài tích cực trên lưới điện theo một phương án ưu tiên của giải pháp hữu ích;

Hình 5 là sơ đồ giản lược thể hiện các trạng thái của thiết bị lọc sóng hài tích cực trên lưới điện theo một phương án ưu tiên của giải pháp hữu ích; và

Hình 6 là mô hình thử nghiệm thiết bị lọc sóng hài tích cực trên lưới điện trong phòng thí nghiệm.

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Thiết bị lọc sóng hài tích cực trên lưới điện theo giải pháp hữu ích có dạng song song, ba pha bao gồm các thành phần chính: bộ xử lý tín hiệu số và mạch công suất sử dụng các van IGBT (dưới đây có thể gọi tắt là IGBT). Sơ đồ khối của thiết bị lọc sóng hài theo giải pháp hữu ích được ghép nối với hệ thống điện và phụ tải như được thể hiện trên Hình 1a.

Các thông số và tính năng chính của thiết bị lọc sóng hài tích cực trên lưới điện theo giải pháp hữu ích được xây dựng bao gồm:

- + điện áp 3 pha 380V, dòng điện 60A;
- + lọc sóng hài dòng theo tiêu chuẩn IEEE 519;
- + hệ số công suất PF (Power Factor): 0,7 đến 1;
- + thiết bị sử dụng công nghệ DSP và IGBT;
- + có khả năng giảm lên tới 94% sóng hài;
- + có chức năng chuẩn đoán và giám sát từ xa, có mạch bảo vệ;
- + phần mềm giao diện trên máy tính, có hỗ trợ truyền thông Modbus.

Để thực hiện đầy đủ các chức năng này, thiết bị lọc sóng hài tích cực theo giải pháp hữu ích có các thành phần chính bao gồm bộ xử lý tín hiệu số (DSP - Digital Signal Processing) có khả năng tính toán mạnh; mạch công suất sử dụng linh kiện bán dẫn đóng cắt với tần số cao là các van IGBT; và khối truyền thông với máy tính;

trong đó:

bộ xử lý tín hiệu số có khối điều khiển lọc tích cực và khối điều chế PMW,

trong đó khối điều khiển lọc tích cực được tạo cấu hình để điều khiển tựa áp lưới VOC để phát hiện góc pha điện áp lưới thông qua bộ vòng khóa pha PLL, dựa vào đó để:

xác định được dòng điện $I_1(t)$ là dòng điện có dạng sin chuẩn,

xác định được dòng điện $I_2(t)$ là các sóng hài bậc cao của tải, dòng điện $I_2(t)$ là hiệu giữa dòng điện tải thực tế $I_r(t)$ và dòng điện $I_1(t)$ nêu trên, và

xác định được dòng điện $I_3(t)$ là các sóng hài bậc cao cùng biên độ, tần số nhưng ngược pha với dòng điện $I_2(t)$ là các sóng hài bậc cao của tải;

mạch công suất có mạch nghịch lưu và mạch chỉnh lưu,

mạch chỉnh lưu để biến đổi điện áp xoay chiều (AC) từ lưới điện thành điện áp một chiều (DC) làm đầu vào cho mạch nghịch lưu hoạt động,

mạch nghịch lưu được điều khiển bởi bộ xử lý tín hiệu số thông qua khối điều chế PMW để tạo ra nguồn dòng điện $I_3(t)$ mà được xác định bởi bộ xử lý tín hiệu số nêu trên, và cấp nguồn dòng điện $I_3(t)$ này vào lưới điện, nhờ đó triệt tiêu các sóng hài bậc cao của tải do nguồn dòng điện $I_3(t)$ này luôn có cùng biên độ, tần số nhưng ngược pha với các sóng hài bậc cao của tải;

khối truyền thông với máy tính tạo ra khả năng truyền thông giữa bộ xử lý tín hiệu số và máy tính để thực hiện chức năng chuẩn đoán, giám sát và bảo vệ từ xa.

Ví dụ về các mạch điện thực hiện chức năng kết nối với máy tính để chuẩn đoán, giám sát và bảo vệ từ xa được thể hiện trên Hình 6, trong đó Hình 6 minh họa mô hình thử nghiệm thiết bị lọc sóng hài tích cực trên lưới điện trong phòng thí nghiệm.

Như cũng được thể hiện trên Hình 1a, nguồn điện cấp cho tải theo các pha a, b, và c là $I_{as}(t)$, $I_{bs}(t)$, và $I_{cs}(t)$ bao gồm các dạng sóng hình sin chuẩn được mong muốn $I_{ar}(t)$, $I_{br}(t)$, và $I_{cr}(t)$ và các sóng hài bậc cao của tải $I_{2a}(t)$, $I_{2b}(t)$, và $I_{2c}(t)$. Khi các nguồn dòng điện $I_{3a}(t)$, $I_{3b}(t)$, và $I_{3c}(t)$ được cung cấp vào nguồn điện sẽ làm triệt tiêu các sóng hài bậc cao và chỉ để lại các dạng sóng hình sin chuẩn được mong muốn $I_{ar}(t)$, $I_{br}(t)$, và $I_{cr}(t)$ cấp cho tải.

Các dạng tín hiệu của các dòng điện $I_1(t)$, $I_2(t)$, và $I_3(t)$ được minh họa rõ hơn trên Hình 1b, trong đó $I_r(t)$ là dòng điện thực tế luôn thay đổi của tải.

Dựa trên đặc điểm về tín hiệu cũng như đặc điểm phần cứng của từng thành phần, thiết bị được chia thành các khối chính như thể hiện trên Hình 2.

Bo mạch cơ bản (Base Board): chứa khâu điều khiển và xử lý các giao tiếp giữa khâu điều khiển với khâu đo dòng áp, khâu hiển thị, khối công suất của thiết bị, đồng thời chứa khối giao tiếp của thiết bị với máy tính cá nhân;

Bo mạch cảm biến (Sensor Board): là khâu thực hiện thu thập dữ liệu dòng, áp của hệ thống điện, tiền xử lý (chuyển đổi tương tự - số) và giao tiếp với khối xử lý tín hiệu trên Bo mạch cảm biến này.

Bo mạch điều khiển (Driver Board): khâu này thực hiện quá trình điều khiển hoạt động các IGBT của thiết bị.

Màn hình LCD: thực hiện hiển thị tại chỗ.

Môđun công suất của thiết bị bao gồm khối: mạch lái (Driver), IGBT và bảng mạch của mạch lái (Driver Board), việc lựa chọn IGBT dựa trên các tiêu chí: tối ưu giữa việc nâng cao hiệu suất, giảm tiêu hao do truyền dẫn và nhiệt; điện áp hoạt động của IGBT; dòng định mức của thiết bị; tốc độ chuyển mạch; khả năng chịu dòng ngắn mạch. Dựa trên các thông số yêu cầu của thiết bị (như đã nêu trên) và tối ưu giữa các tiêu chí lựa chọn về kỹ thuật cũng như về mức độ sẵn có và giá thành của sản phẩm, nhóm tác giả đã lựa chọn sử dụng IGBT SKM100GB12T4 của SEMIKRON. IGBT SKM100GB12T4 tích hợp hai IGBT trên một vỏ, có các thông số điện chính như sau: $V_{CE\ max}$: 1200V, V_{CE} bão hòa : 1.8V-2.2V, I_c : 100A, $I_c\ max\ @160A$, V_{GES} -20..20V, V_{GE} : 5-6.5V, R_{Gint} : 7.5 Ω , $t_d\ (on)$: 165ns, $t_d\ (off)$: 400ns.

Phần mềm của thiết bị gồm các phần chính:

phần mềm điều khiển với các thuật toán đáp ứng tính năng bù công suất hoặc lọc bỏ nhiễu sóng hài;

phần mềm giao diện cho thiết bị;

phần mềm truyền thông với chuẩn truyền thông Modbus.

Khi kết nối tải phi tuyến với lưới điện, do tính chất phi tuyến của tải sẽ làm phát sinh các thành phần sóng hài bậc cao lên lưới điện, ảnh hưởng tới các thiết bị điện khác có chung điểm đấu với lưới (PCC - Point of common coupling). Bộ lọc tích cực dạng song song (APF) được đấu song song và có chung điểm nối lưới với tải phi tuyến. Bằng

cách mắc này, bộ APF sẽ phát vào điểm đầu chung các thành phần hài bậc cao cùng biên độ, tần số nhưng ngược pha với các hài bậc cao của tải, khử các thành phần này trước khi chúng gây ảnh hưởng xấu lên lưới điện.

Theo một phương án ưu tiên, cấu trúc điều khiển bộ lọc tích cực được sử dụng trong giải pháp là cấu trúc sử dụng khâu điều chỉnh tích phân tỷ lệ PI (Proportional Integral) trên hệ tọa độ dq, hay còn được gọi là cấu trúc điều khiển tựa áp lưới VOC.

Thiết bị lọc tích cực làm việc dựa trên phát hiện góc pha điện áp lưới thông qua bộ PLL, để xây dựng một hệ tọa độ quay theo véc tơ điện áp lưới. Nhờ có hệ trục tọa độ này, toàn bộ các véc tơ dòng điện không đồng bộ với điện áp lưới (khác tần số hoặc góc pha) sẽ bị phát hiện trên 2 trục d và q của hệ trục như là các thành phần khác không trên trục q và các thành phần dao động trên trục d. Bộ điều khiển dòng có tác dụng áp đặt cho véc tơ dòng điện trên lưới phải bám theo véc tơ điện áp thông qua việc lọc bỏ toàn bộ các thành phần dòng ngang trục và các thành phần dao động dọc trục, chỉ để lại các thành phần một chiều trên trục d (thành phần đồng pha với điện áp lưới) nhằm ổn định điện áp trên tụ (do bị tổn hao trong quá trình làm việc).

Theo một phương án ưu tiên cấu trúc điều khiển của thiết bị lọc sóng hài tích cực trên lưới điện có thể bao gồm bốn khối chính:

khối PLL: có tác dụng phát hiện góc pha điện áp lưới (ngay cả trong trường hợp lưới bị nhiễu và mất cân bằng);

mạch vòng điện áp: có tác dụng đưa ra giá trị nạp tụ cho mạch vòng dòng điện nhằm ổn định điện áp trên tụ;

mạch vòng dòng điện: có tác dụng nhanh chóng áp đặt mức năng lượng yêu cầu của bộ điều khiển điện áp tụ (thông qua giá trị đặt dòng trên trục d) và đưa véc tơ dòng quay theo véc tơ điện áp (thông qua việc lọc toàn bộ dòng không đồng bộ như đã trình bày);

khối điều chế véc tơ không gian: đưa các giá trị tính toán bởi bộ điều khiển dòng dưới dạng số thành các đại lượng vật lý – điện áp đầu ra bộ nghịch lưu, và qua đó, gián tiếp áp đặt dòng điện đầu ra bộ nghịch lưu thông qua chênh áp rơi trên cuộn cảm.

Từ cấu trúc điều khiển này, thiết bị lọc sóng hài tích cực theo giải pháp hữu ích sử dụng thuật toán lọc tích cực ba pha bao gồm: chương trình khởi tạo các ngoại vi và chương trình thực hiện thuật toán điều khiển như được thể hiện trên các Hình 3, Hình 4

và Hình 5.

Dưới đây sẽ mô tả chi tiết về các thuật toán điều khiển, mô phỏng các thuật toán và thực hiện các thuật toán điều khiển cho thiết bị (sử dụng thuật toán điều chế véc tơ không gian và kiểm định thuật toán trên phần mềm mô phỏng, kết hợp với các hệ thống sử dụng van đóng cắt điện tử, kết nối nguồn năng lượng với tải). Phương pháp đóng cắt van theo một chu kỳ xác định nhằm đưa ra chuỗi các giá trị trung bình của điện áp (dòng điện) có hình dạng giống với điện áp (dòng điện) yêu cầu – được gọi là phương pháp điều chế. Giá trị trung bình của đại lượng điều chế được tính bằng trung bình các giá trị tức thời của đại lượng đó trong chu kỳ đóng cắt tương ứng (hay còn gọi là chu kỳ trích mẫu). Điều đó dẫn đến yêu cầu chung đối với các phương pháp điều chế, đó là chu kỳ trích mẫu phải có giá trị đủ nhỏ so với giá trị sóng hài cơ bản của tín hiệu điện áp (dòng điện) mong muốn điều chế ra.

Ví dụ thực hiện giải pháp hữu ích

Thiết bị lọc sóng hài tích cực trên lưới điện được thử nghiệm trong phòng thí nghiệm theo mô hình như được thể hiện trên Hình 6, mô hình này gồm các bộ phận sau:

bộ nguồn ba pha (Programable Power Ametek Model 2003RP): được sử dụng để giả nguồn lưới điện 3 pha, tần số 50Hz. Với khả năng thay đổi điện áp đầu vào, cho phép hệ thí nghiệm xây dựng từ mức điện áp thấp đến mức điện áp cao;

khối tải giả: bao gồm 1 chỉnh lưu cầu diot 3 pha mắc song song với bộ tải một chiều lập trình được cho phép bộ lọc chạy với các dạng tải và công suất khác nhau;

bộ phân tích chất lượng điện năng: cho phép quan sát dạng lưới điện 3 pha trên lưới điện, dạng dòng tải và dòng bù từ bộ lọc, bộ phân tích chất lượng điện năng có chức năng tính toán tổng độ méo sóng hài THD (Total Harmonic Distortion) đánh giá chất lượng bộ lọc;

khối kết nối cổng USB với hệ điều hành: bao gồm bộ mạch nạp điều khiển và máy tính cho phép quan sát các giá trị tính toán trong DSP, ví dụ như các giá trị đầu vào, đầu ra bộ điều khiển, thông tin góc pha, khoảng điều chế, v.v., các biến trong chương trình cũng có thể quan sát thông qua hàm chức năng ePWMDAC (băm xung cho bộ chuyển đổi tín hiệu) và hiển thị trên máy hiện sóng.

Hiệu quả có thể đạt được bởi giải pháp hữu ích

Thiết bị lọc sóng hài tích cực theo giải pháp hữu ích có giá trị khoa học và ý nghĩa kinh tế nhằm cung cấp thông tin, tư liệu trong công tác nghiên cứu giảm ảnh hưởng đến tính năng vận hành của lưới điện và thiết bị trong hệ thống điện do sóng hài gây ra. Kết quả này cũng là cơ sở để phục vụ công tác thiết kế, chế tạo thiết bị lọc sóng hài tích cực, giảm sự lệ thuộc vào công nghệ, thiết bị của nước ngoài.

Trên cơ sở kết quả của giải pháp hữu ích có thể ứng dụng phổ biến, cung cấp thông tin rộng rãi cho các phụ tải quan trọng và các công ty Điện lực. Sản phẩm này có thể phối hợp với Bộ Khoa học Công nghệ, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng, Bộ Công thương và Tập đoàn Điện lực Việt Nam tiếp tục nghiên cứu hoàn thiện hơn nữa, tiến tới thương mại hóa sản phẩm.

Thiết bị lọc sóng hài tích cực theo giải pháp hữu ích có thể đạt được nhiều ưu điểm như sau:

- lọc nhiều sóng hài dòng điện và bù công suất phản kháng;
- dễ dàng lắp đặt, không ảnh hưởng tới phụ tải và nhánh phân phối;
- có thể làm giảm nhiều sóng hài cho 1 phụ tải hoặc 1 cụm phụ tải;
- dễ dàng kết nối nhiều môđun song song để có thiết bị lọc với công suất lớn hơn;
- mạch điều khiển đơn giản, dễ dàng bảo vệ và cách ly thiết bị;
- chi phí thực hiện thấp.

Với dải công suất nhỏ và trung bình thì việc ứng dụng vào thực tế là dễ dàng và sẽ được khách hàng lưu ý hơn (do chi phí không quá cao).

Thiết bị lọc sóng hài tích cực trên lưới điện theo giải pháp hữu ích sử dụng công nghệ DSP (Digital Signal Processing – xử lý tín hiệu số) và IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor - Transistor có cực điều khiển cách ly) sử dụng cho các hệ thống ba pha 380V, 60A, cho phép bù công suất và lọc sóng hài, với khả năng giảm sóng hài xuống dưới 5%.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị lọc sóng hài tích cực trên lưới điện bao gồm bộ xử lý tín hiệu số (DSP - Digital Signal Processing) có khả năng tính toán mạnh; mạch công suất sử dụng linh kiện bán dẫn đóng cắt với tần số cao là các van IGBT; và khối truyền thông với máy tính;

trong đó:

bộ xử lý tín hiệu số có khối điều khiển lọc tích cực và khối điều chế PMW,

trong đó khối điều khiển lọc tích cực được tạo cấu hình để điều khiển tựa áp lưới VOC để phát hiện góc pha điện áp lưới thông qua bộ vòng khóa pha PLL, dựa vào đó để:

xác định được dòng điện $I_1(t)$ là dòng điện có dạng sin chuẩn,

xác định được dòng điện $I_2(t)$ là các sóng hài bậc cao của tải, dòng điện $I_2(t)$ là hiệu giữa dòng điện tải thực tế $I_r(t)$ và dòng điện $I_1(t)$ nêu trên, và

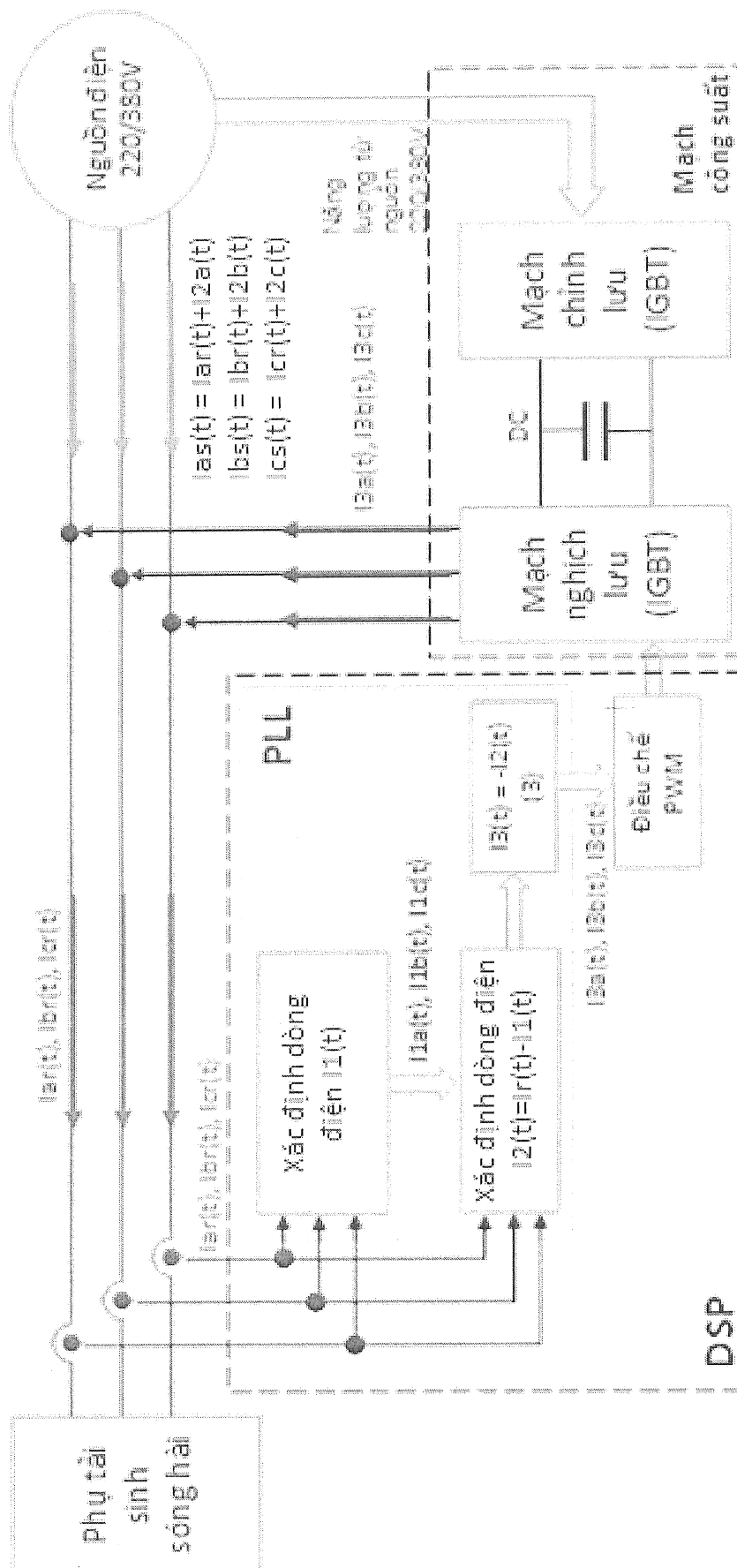
xác định được dòng điện $I_3(t)$ là các sóng hài bậc cao cùng biên độ, tần số nhưng ngược pha với dòng điện $I_2(t)$ là các sóng hài bậc cao của tải;

mạch công suất có mạch nghịch lưu và mạch chỉnh lưu,

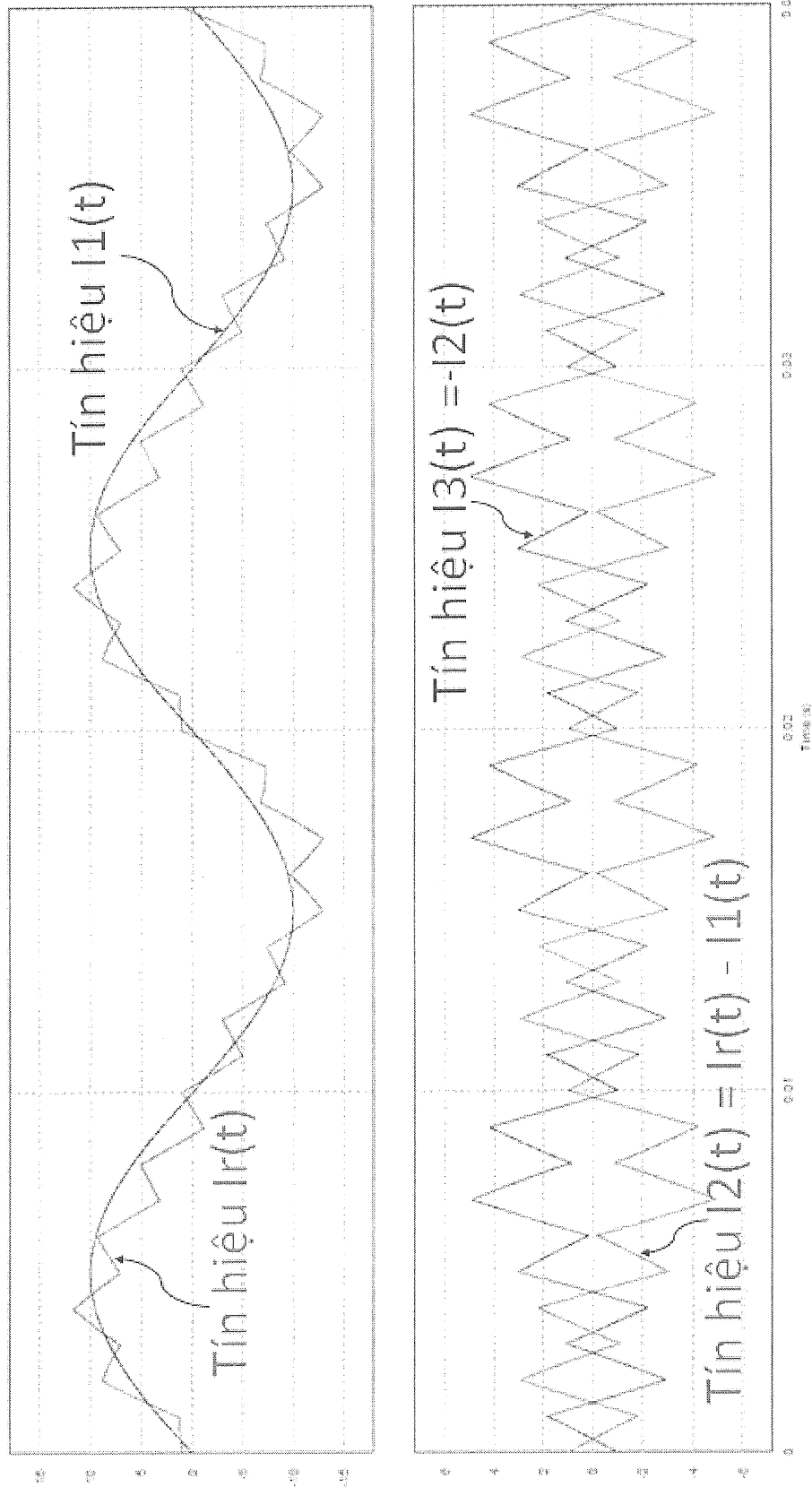
mạch chỉnh lưu để biến đổi điện áp xoay chiều (AC) từ lưới điện thành điện áp một chiều (DC) làm đầu vào cho mạch nghịch lưu hoạt động,

mạch nghịch lưu được điều khiển bởi bộ xử lý tín hiệu số thông qua khối điều chế PMW để tạo ra nguồn dòng điện $I_3(t)$ mà được xác định bởi bộ xử lý tín hiệu số nêu trên, và cấp nguồn dòng điện $I_3(t)$ này vào lưới điện, nhờ đó triệt tiêu các sóng hài bậc cao của tải do nguồn dòng điện $I_3(t)$ này luôn có cùng biên độ, tần số nhưng ngược pha với các sóng hài bậc cao của tải;

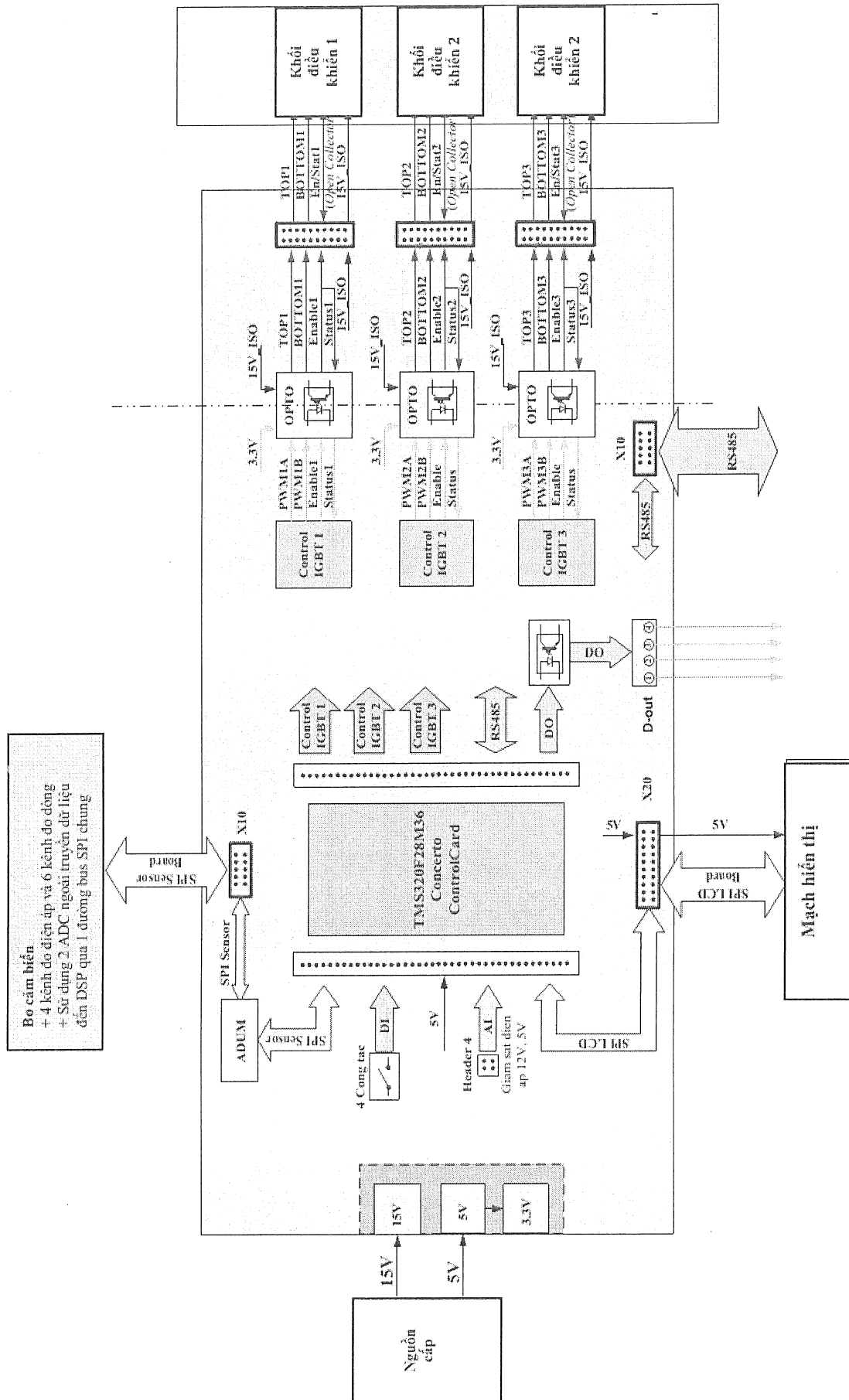
khối truyền thông với máy tính tạo ra khả năng truyền thông giữa bộ xử lý tín hiệu số và máy tính để thực hiện chức năng chuẩn đoán, giám sát và bảo vệ từ xa.



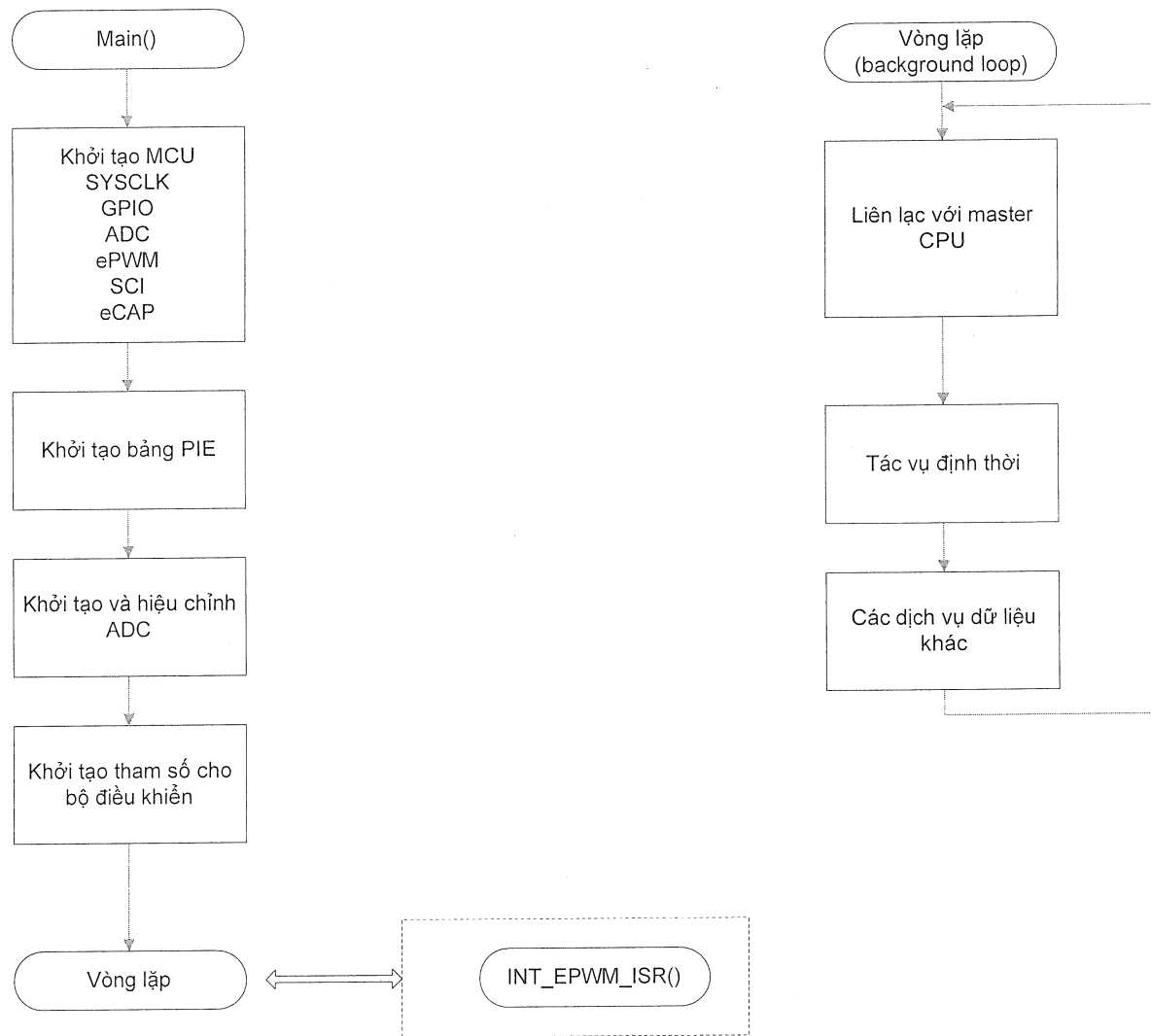
Hình 1 a



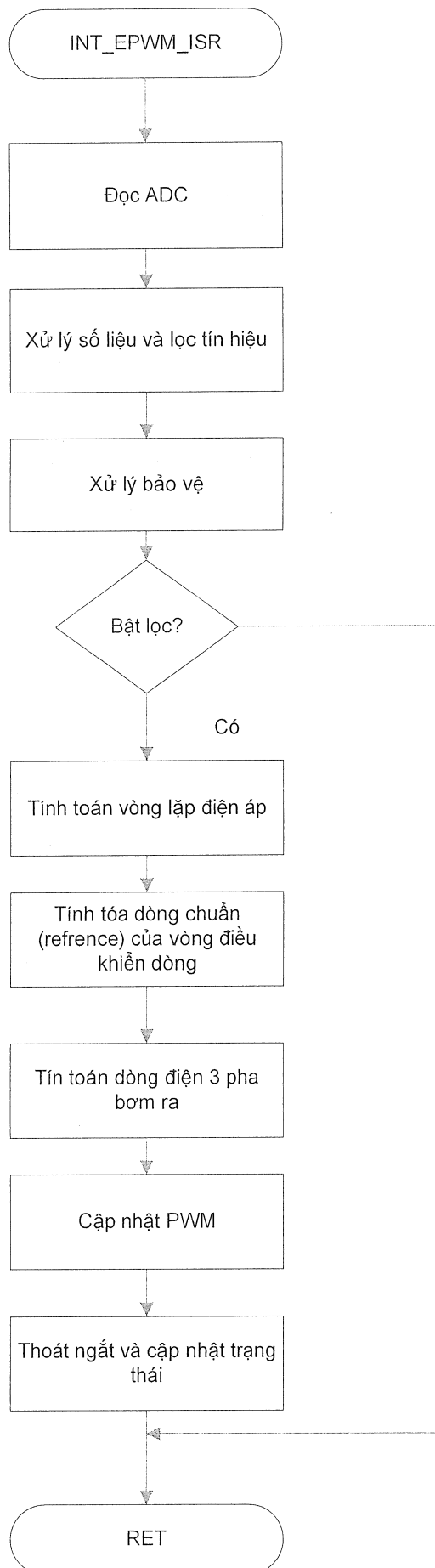
Hình 1b



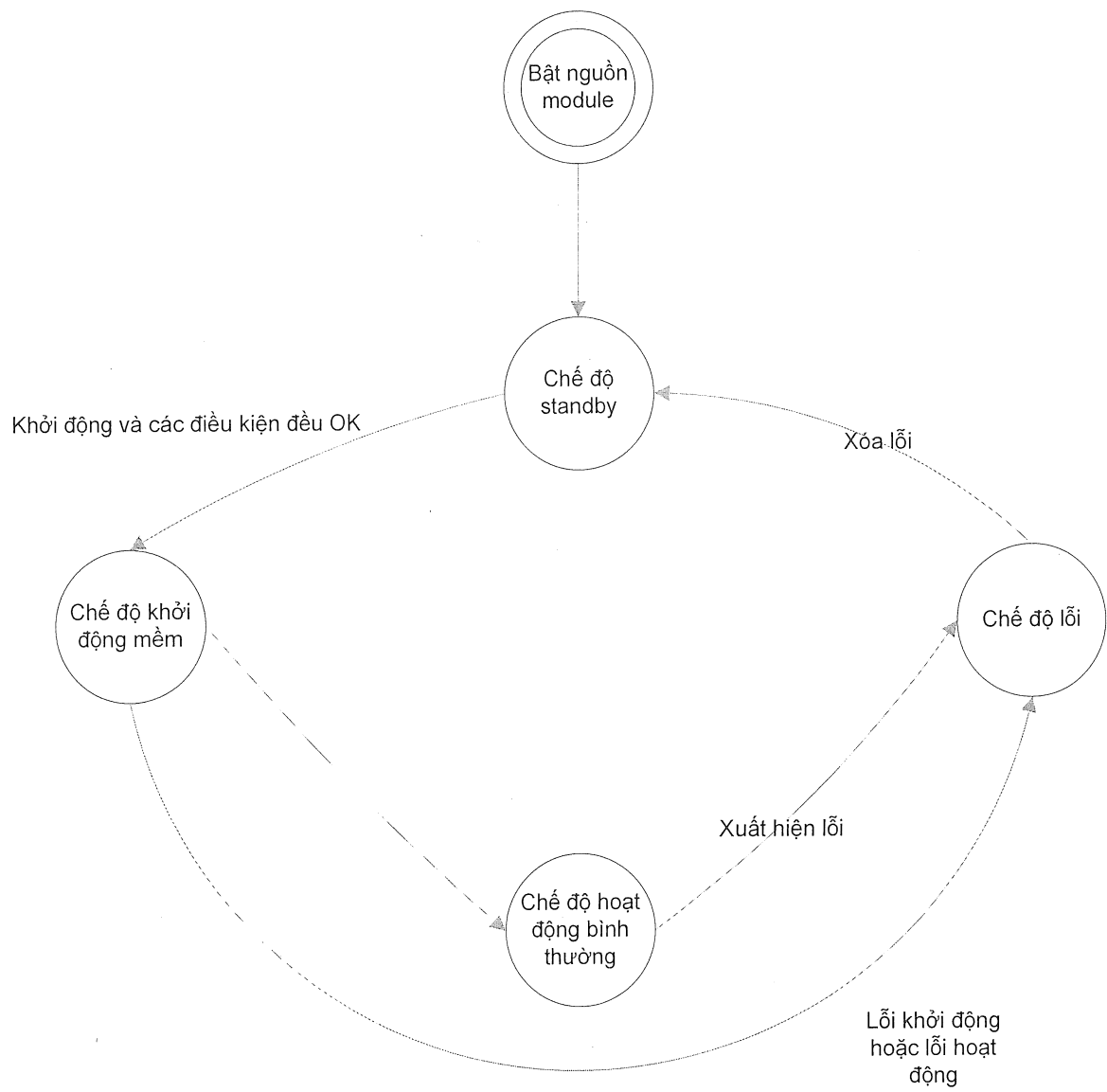
Hình 2



Hình 3

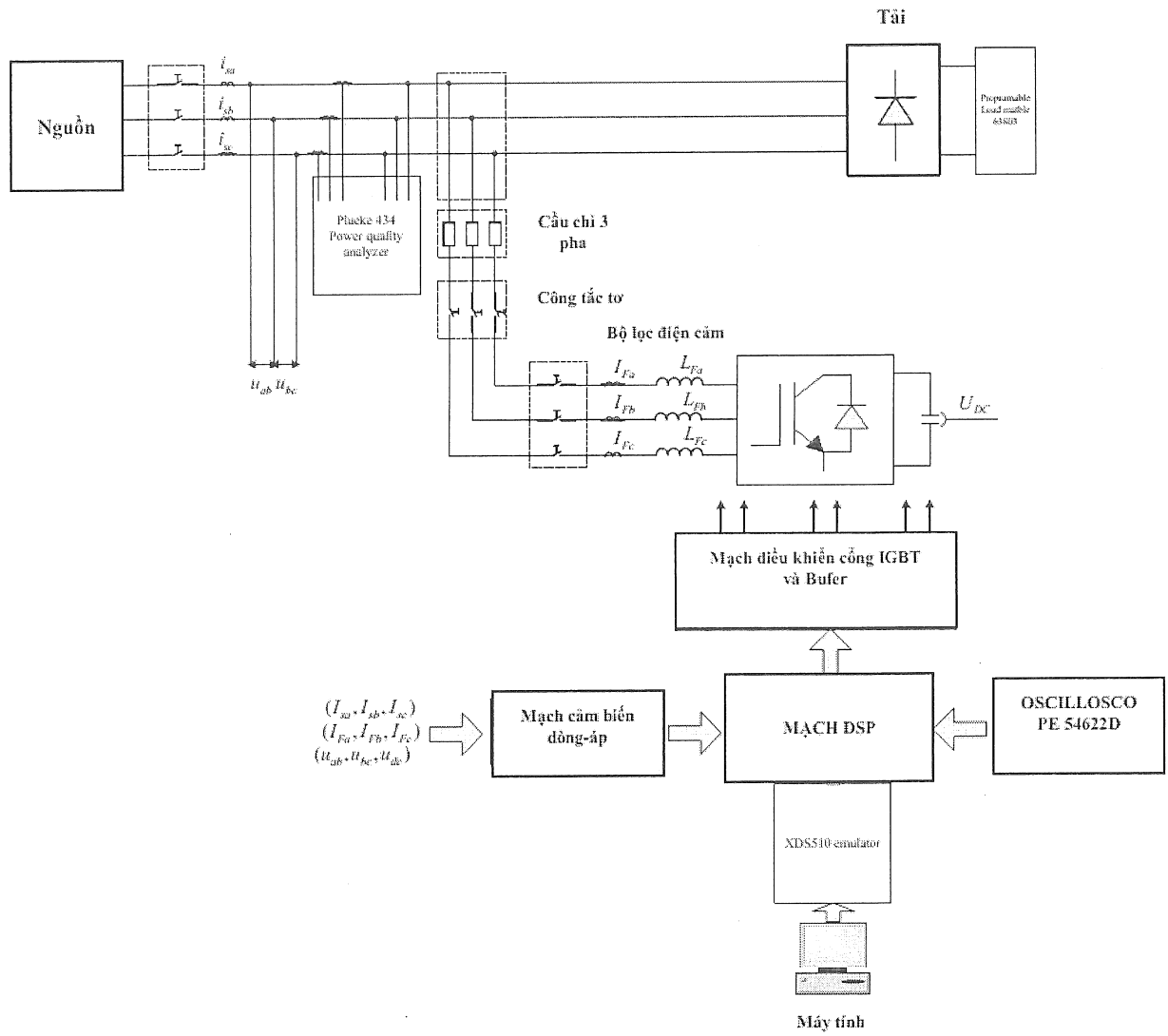


Hình 4



Máy trạng thái của thiết bị

Hình 5



Hình 6