

BÀI THÍ NGHIỆM BỘ BIẾN ĐỔI NGUỒN DC-DC CÔNG SUẤT (SWITCHING DC-DC INVERTER)

PHẦN LÝ THUYẾT

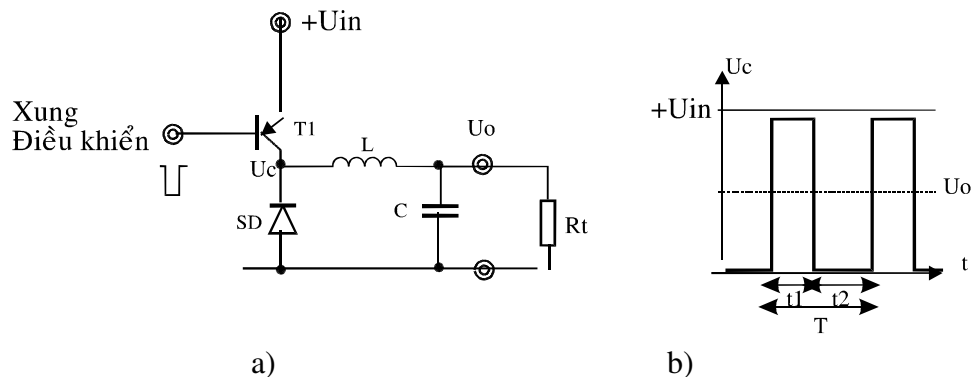
Trong các bộ nguồn ổn áp một chiều thông thường, điện áp một chiều từ lưới ra biến thế, bộ chỉnh lưu và bộ lọc tụ cấp qua một yếu tố hiệu chỉnh tuyến tính để tạo điện thế lưới ra. Trên yếu tố này sẽ sụt phần điện thế không ổn áp, còn trên tải là thế ra ổn định. Yếu tố điều chỉnh (transistor) cần phải tiêu tán một công suất có giá trị tỷ lệ với sụt thế giữa lưới vào và lưới ra của nó và dòng tải. Với yêu cầu công suất lớn, kích thước của các phần như biến thế, toả nhiệt và tụ lọc đòi hỏi lớn và tổn hao công suất là đáng kể. Trong trường hợp với dòng tải không đổi, công suất tiêu tán là cực đại khi chênh lệch điện áp vào và ra là cực đại. Như vậy hiệu suất sử dụng rất thấp.

Các bộ biến đổi nguồn DC-DC với điều khiển chuyển mạch (Switching) yếu tố công suất như Transistor hoặc MOSFET cho phép tạo nguồn DC từ thế vào U_{in} thành thế ra U_o ($U_o < U_{in}$) với dòng tải lớn. Thiết bị đảm bảo hiệu suất sử dụng cao ngay cả trong trường hợp khi chênh lệch điện áp vào và ra là cực đại.

Trong các nguồn DC chuyển mạch, thường dùng các bộ phát xung để điều khiển đóng – ngắt yếu tố công suất, tạo chuỗi xung ra tần số đủ cao. Việc chỉnh lưu và lọc xung tần số cao để có độ gợn mô của thế ra nhỏ khi dòng tải lớn trở nên dễ dàng hơn. Tín hiệu phản hồi từ lưới ra được đưa trở lại điều khiển máy phát, cho phép bù thế ra khi tải thay đổi.

Trên hình 1a giới thiệu sơ đồ khoá transistor với tải điện cảm và điện dung. Khi tác động xung điều khiển sẽ làm dẫn bão hoà transistor T1 trong thời gian t_1 , đưa thế collector T1 lên giá trị nguồn, và cấm T1 trong thời gian t_2 (hình 1b). Kết quả là lưới ra yếu tố chuyển mạch T1 có chuỗi xung có biên độ từ 0 đến U_i . Bộ lọc LC thực hiện việc san bằng xung thế vuông góc lưới ra. Giá trị thế ra sẽ bằng :

$$U_o = U_i \cdot t_1 / (t_1 + t_2)$$

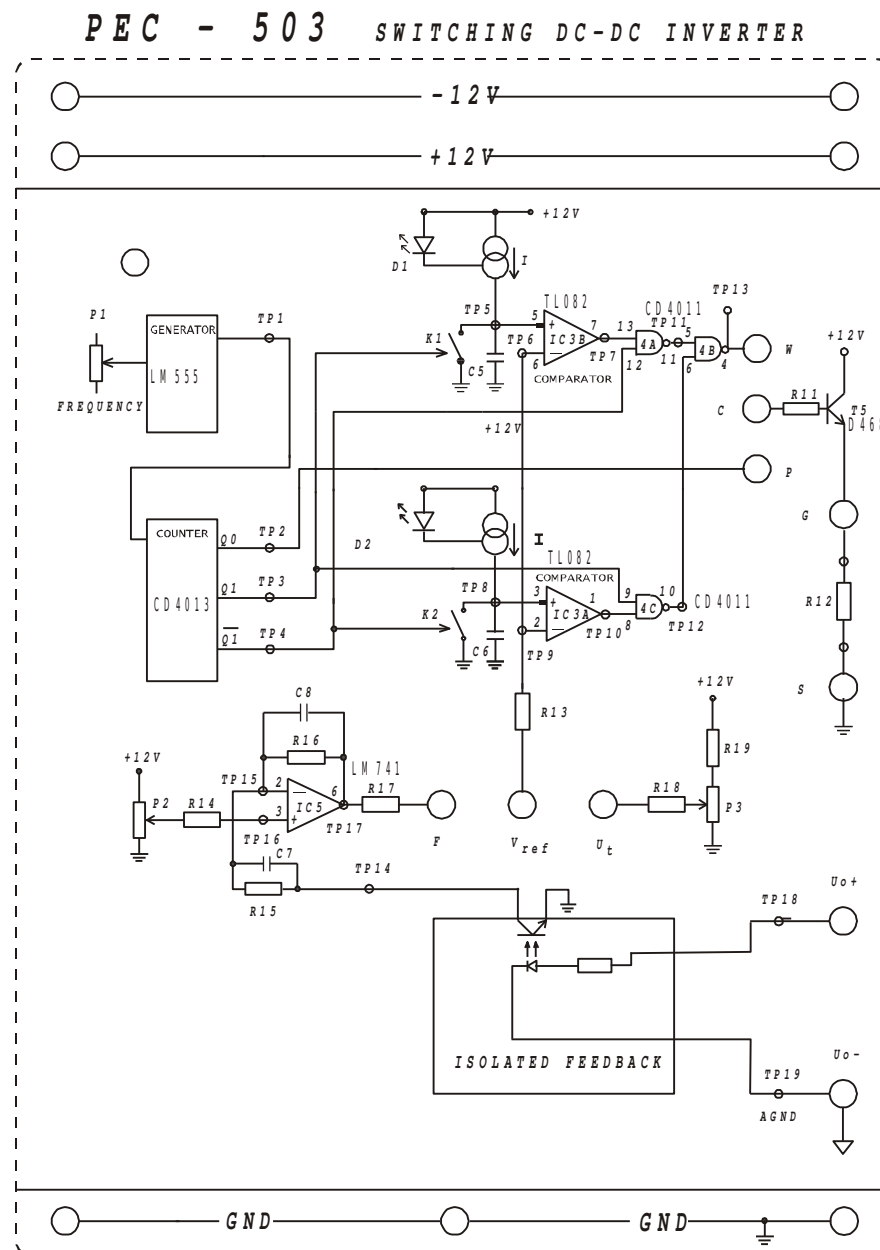


Hình 1. Bộ nguồn chuyển mạch

Nếu thay đổi độ rộng xung t_1 điều khiển dẫn transistor, khi giữ nguyên tần số điều khiển ($t_1 + t_2 = \text{const}$), có thể thay đổi thế ra U_o trong khoảng rộng.

Khi dẫn bão hoà, sụt thế trên transistor là nhỏ, có công suất tiêu tán là rất nhỏ so với phương pháp điều khiển tuyến tính và không phụ thuộc vào hiệu thế giữa thế vào và thế ra.

Trong hình 1, diode D là loại diode chuyển mạch, sử dụng để bảo vệ transistor khỏi các xung búa gây bởi cuộn cảm L khi đóng-ngắt transistor. Khi thiết kế nguồn chuyển mạch cần lưu ý chọn vật liệu từ cho lõi cuộn cảm L (tốt nhất là loại permaloi Molibden) và diode chuyển mạch nhanh. Chính các linh kiện này có ảnh hưởng mạnh đến hiệu suất sử dụng của sơ đồ. Tần số làm việc của các bộ nguồn kiểu chuyển mạch ~ vài chục kHz.



Hình 2. Sơ đồ khối điều khiển nguồn DC-DC

Trong bài thí nghiệm được sử dụng một máy phát xung độc lập (hình 2) có thể thay đổi tần số, độ rộng xung.

Máy phát gồm sơ đồ phát và bộ đếm, cho ra xung vuông góc trực tiếp (lối ra P). Các xung vuông góc cũng điều khiển khoá K1 ở bán kỳ ngắt cho phép dòng I nạp cho tụ C5 để hình thành xung răng cưa. Xung này được tăng ngưỡng IC3B cắt ngưỡng đồng bộ và hình thành xung ra. Kết quả là khi thay đổi ngưỡng Vref, độ rộng xung ra thay đổi. Mạch hình thành độ rộng xung trên K2, C6, IC3A ngược pha với mạch trên K1, C5 và IC3B. Vì vậy khi trộn hai tín hiệu nhờ cổng IC4, cho phép tạo chuỗi xung ra với độ rộng thay đổi từ 0 đến 100%.

Mạch phản hồi cách ly (ISOLATED FEEDBACK) thực chất là bộ cách ly quang, cho phép biến đổi thế Uo thành điện thế phản hồi. Sự thay đổi điện thế ra do tải sẽ làm thay đổi điện thế để sử dụng hiệu chỉnh độ rộng xung điều khiển và cho phép bù trừ sự thay đổi thế ra do tải. Mạch trên IC5 thực hiện vai trò hàm PID nhằm đảm bảo đáp ứng lối ra tốt nhất.

Các nguồn DC kiểu chuyển mạch được ứng dụng rộng rãi trong tất cả các thiết bị, đặc biệt ở lối vào khối công suất các bộ biến tần.

BÀI THÍ NGHIỆM BỘ BIẾN ĐỔI NGUỒN DC-DC CÔNG SUẤT (SWITCHING DC-DC INVERTER)

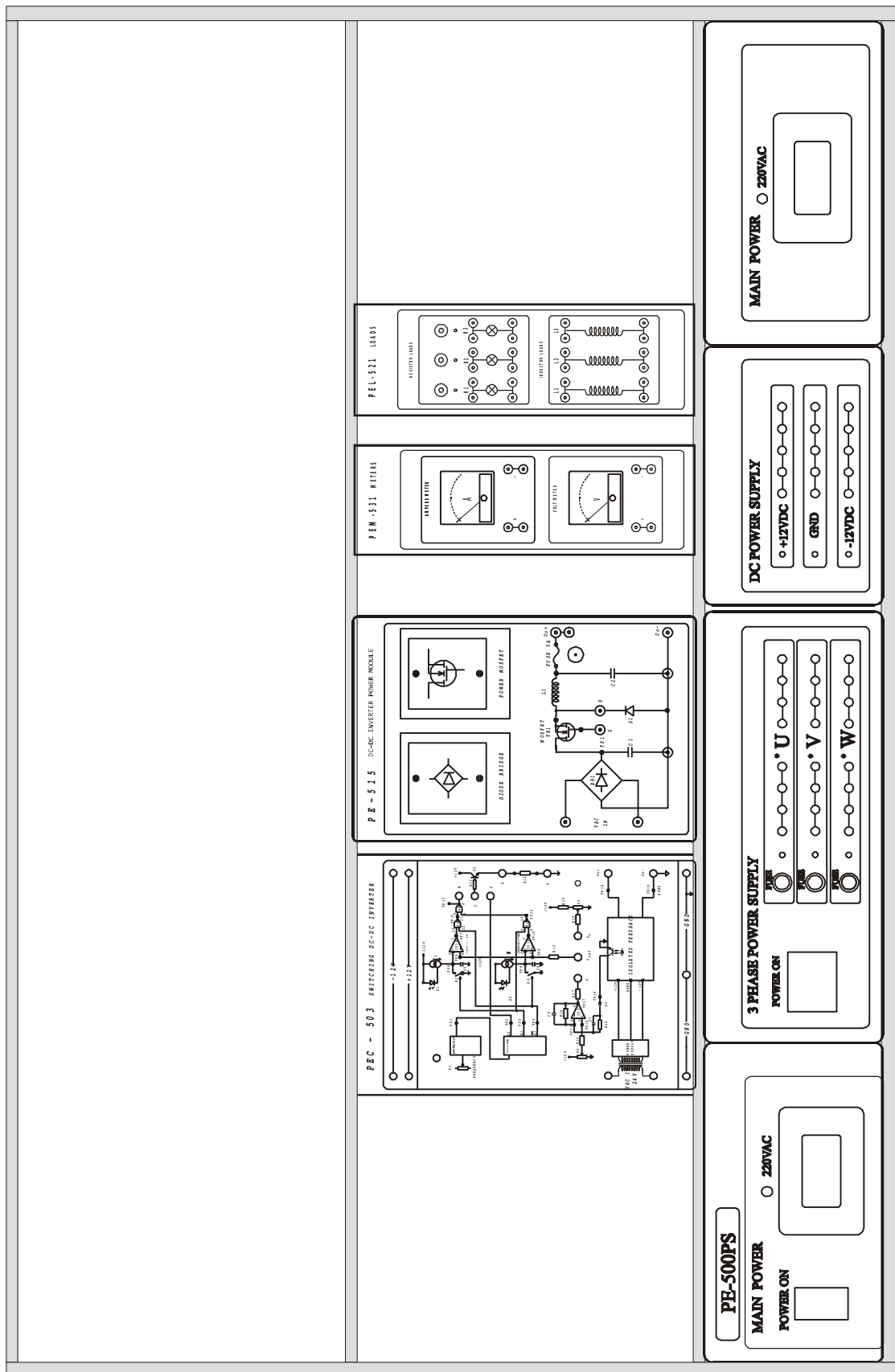
PHẦN THỰC HÀNH

A. THIẾT BỊ SỬ DỤNG

1. Thiết bị cho thực tập về biến đổi nguồn DC-DC (hình 3), chứa các phần chức năng :
 - Bảng nguồn PE-500PS , chứa Aptomat 1 pha cho các ổ điện 220VAC, Aptomat chính 3 pha cấp nguồn cho thí nghiệm, cầu chì (~24VAC), đèn báo nguồn, Các lối ra cho nguồn ~24VAC/10A 3 pha, nguồn 1 chiều +12V/1.5A và – 12V/1.5A.
 - Module tạo xung điều khiển : PEC-503
 - Module MOSFET : PE-515
 - Module tải PEL-521
2. Dao động ký 2 tia.
3. Phụ tùng : dây có chốt cắm hai đầu.
4. Lưu ý ký hiệu thống nhất cho các khối để dễ xác định khi lắp ráp :
 - PE : Power Electronics – ký hiệu cho khối công suất , ví dụ PE-511,PE-512,...
 - PEC : Power Electronics Controller – ký hiệu cho các khối điện tử điều khiển , ví dụ PEC-501A,B, PEC-502, PEC-503,...
 - PEL : Power Electronics Load – ký hiệu cho khối tải

B. LẮP RÁP THIẾT BỊ THỰC TẬP

- Tập hợp các Module cần cho thực tập theo danh mục liệt kê ở trên.
- Gắn các Module lên khung thực tập. Đưa Module vào rãnh trên trước, đẩy lên tới giới hạn, sau đó hạ Module vào rãnh dưới. Các Module có thể dịch chuyển trên rãnh trượt.
- Có thể gắn tất cả các Module lên khung hoặc chỉ lắp những khối cần theo tiến trình từng thí nghiệm.
- Dùng dây ngắn có chốt để nối song song các nguồn 12VDC và đất GND cho các Module điều khiển PEC-50X. Nối nguồn & đất (từ PE-500PS) cho các Module điện tử.
- Sử dụng dây nối để lần lượt tạo các mạch thí nghiệm theo các sơ đồ nguyên lý cho trong phần thực hành .



Hình 3. Thiết bị thực tập về biến đổi nguồn DC-DC công suất

C. CÁC BÀI THỰC TẬP

I. Khảo sát bộ hình thành tín hiệu điều khiển.

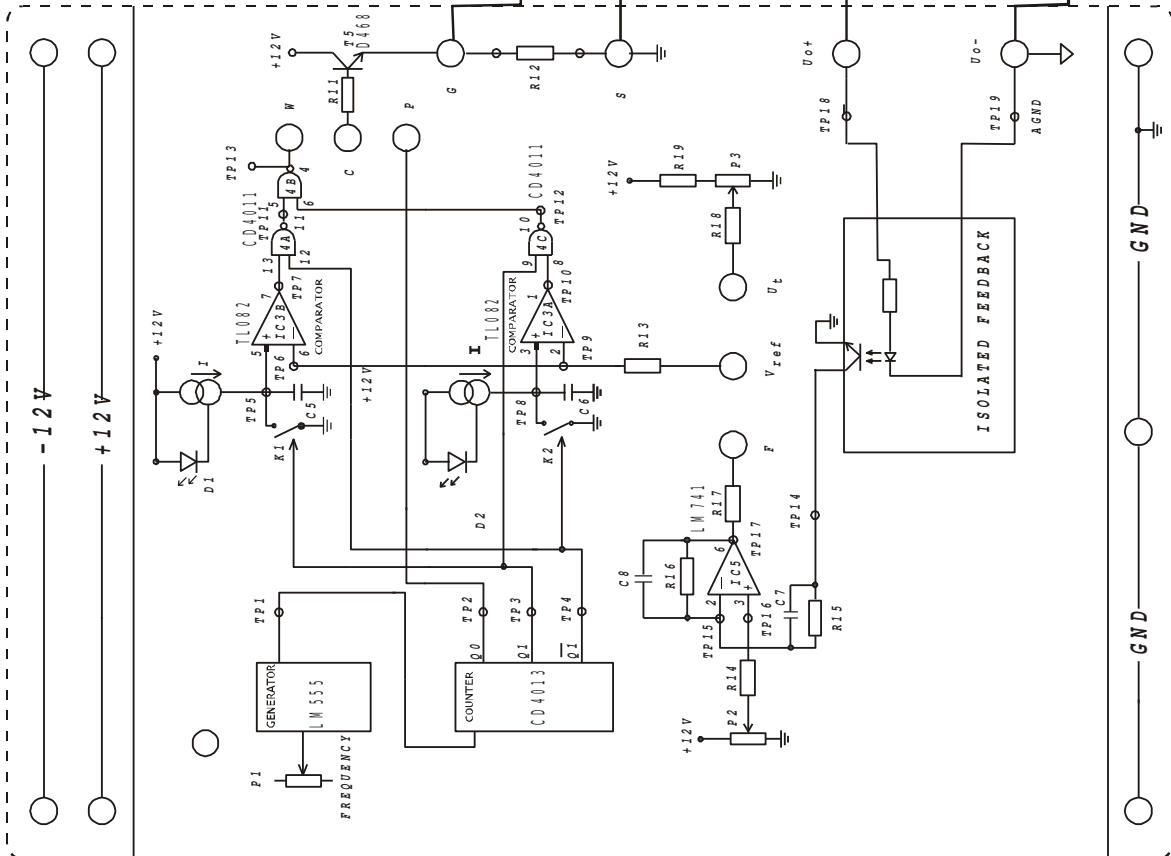
- Sử dụng khối PEC-503 (hình 2).
 - Kiểm tra việc cấp nguồn 12 và đất cho sơ đồ điều khiển PEC-503.
 - Nối thế chuẩn U_t với V_{ref} để cấp thế từ biến trở P3 cho các bộ so sánh.
2. Đặt biến trở P1 (FREQUENCY) và P3 ở vị trí giữa.
Sử dụng dao động ký quan sát dạng tín hiệu tại các chốt từ TP1 đến TP13.
Vẽ giản đồ xung quan sát theo tín hiệu đồng bộ từ TP1 cho các lối ra TP2, TP13. Vẽ vào hình 1.1.BC
Vặn biến trở P3 để thay đổi ngưỡng điều khiển đồng bộ. Quan sát sự thay đổi tín hiệu Tương Ứng.
3. Nối chốt W với C. Quan sát tín hiệu ra tại G-S (TP14) . Vẽ vào hình 1.1.BC

II. Khảo sát bộ biến đổi nguồn DC-DC khi không có phản hồi.

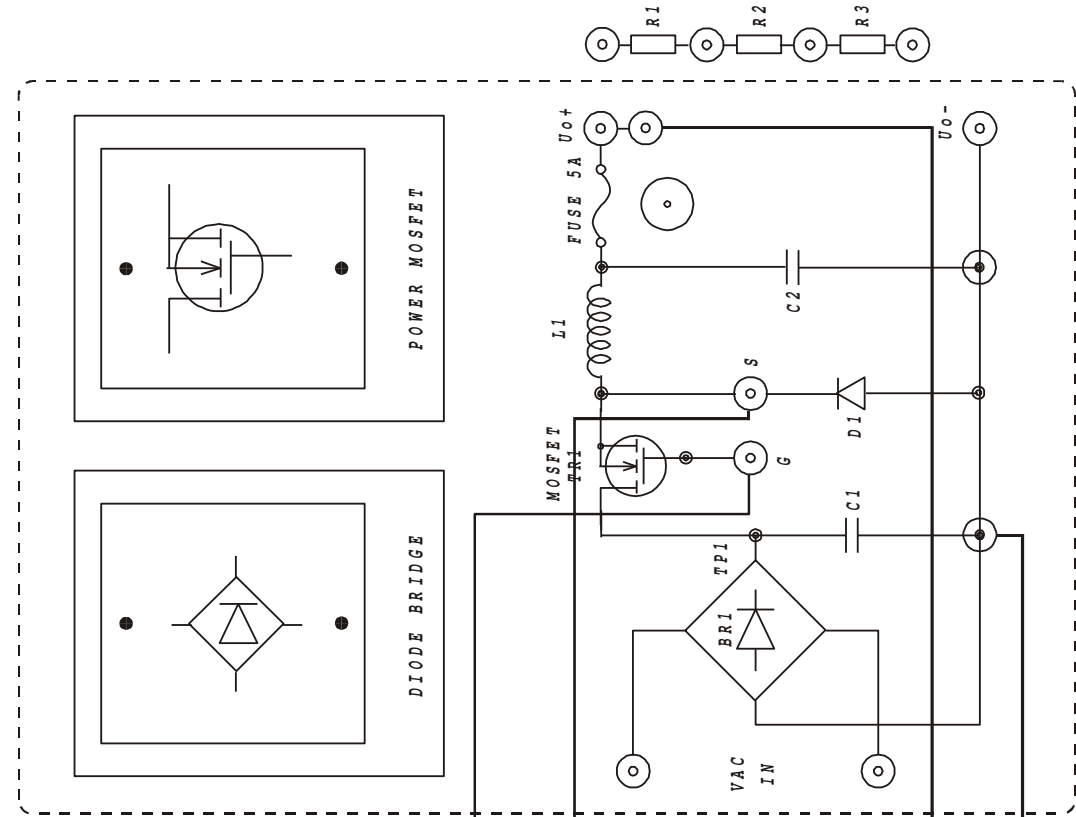
II.1. Sơ đồ điều khiển với xung vuông góc

1. Nối sơ đồ để tạo bộ biến đổi nguồn DC-DC (hình 4)
 - Nối lối ra G và S của khối PEC-503 với các chốt G và S tương ứng của khối công suất PE-515 (hình 2).
 - Nối chốt C với P (PEC-503) để cấp xung vuông góc cho POWER MOSFET .
 - Nối chốt để cấp nguồn ~24VAC từ PE-500PS cho lối vào VAC IN của PEC-515.
 - Gắn 3 tải trở R1-R2-R3 (PEL-521) nối tiếp để sử dụng 3 giá trị tải R1, R1+R2, R1+R2+R3.
 - Mặc đồng hồ đo (PEM-531) giữa phần công suất và tải.
2. Sử dụng dao động ký để quan sát tín hiệu giữa G và S của TR1 (hoặc TP14 – PEC-503). Vẽ lại dạng tín hiệu giữa S và U_o vào hình 2.1.BC. Đo thế ra U_o (giữa U_o+ - U_o-).
3. Vặn biến trở P1 (FREQUENCY) để thay đổi tần số máy phát. Ghi kết quả đo (Thế ra U_o , Độ mấp mô thế ra theo tải) ứng với các tần số phát khác nhau vào bảng 1.

PEC - 503 SWITCHING DC-DC INVERTER



PE - 515 DC-DC INVERTER POWER MODULE



Hình 4. Bộ nguồn biến đổi DC-DC

II.2. Sơ đồ điều khiển với xung có độ rộng thay đổi

1. Nối sơ đồ để tạo bộ biến đổi nguồn DC-DC (hình 4)
 - Nối lối ra G và S của khối PEC-503 với các chốt G và S tương ứng của khối công suất PE-515 (hình 2).
 - Nối chốt C với W (PEC-503) để cấp xung điều rộng cho POWER MOSFET.
 - Nối chốt để cấp nguồn ~24VAC từ PE-500PS cho lối vào VAC IN của PEC-515.
 - Gắn 3 tải trở R (PEL-521) nối tiếp để sử dụng 3 giá trị tải R1, R1+R2, R1+R2+R3
 - Mặc đồng hồ đo (PEM-531) giữa phần công suất và tải.
2. Sử dụng dao động ký để quan sát tín hiệu giữa G và S của TR1. Vẽ lại dạng tín hiệu giữa S và Uo- vào hình 3.1.BC. Đo thế ra giữa Uo+ - Uo-.
3. Vận biến trở P1 (FREQUENCY) để tần số máy phát = 20kHz. Ghi kết quả đo (Thế ra Uo, Độ mấp mô thế ra theo tải) ứng với các độ rộng xung theo % của chu kỳ T (chỉnh P3) vào bảng 2.
4. Nhận xét kết quả đo trên bảng 2 về sự phụ thuộc công suất và độ mấp mô thế ra vào độ rộng xung.

III. Khảo sát bộ biến đổi nguồn DC-DC khi có phản hồi.

1. Nối sơ đồ để tạo bộ biến đổi nguồn DC-DC :
 - Nối lối ra G và S của khối PEC-503 với các chốt G và S tương ứng của khối công suất PE-515 (hình 2).
 - Nối chốt C với W (PEC-503) để cấp xung điều rộng cho POWER MOSFET.
 - Nối chốt để cấp nguồn ~24VAC từ PE-500 cho lối vào VAC IN của PEC-515.
 - Gắn 3 tải trở R (PEL-521) nối tiếp.
 - Nối các chốt Uo+ và Uo- của khối PE-515 với lối vào bộ phản hồi của PEC-503.
2. Sử dụng dao động ký để quan sát giá trị thế tại TP14. Thay đổi P2, quan sát sự thay đổi tương ứng giá trị thế tại TP14.
3. Nối chốt F với Vref (PEC-503). Vận P2 để thế ra Uo = 20V. Quan sát sự thay đổi độ rộng xung ra theo tải. Ghi kết quả đo vào hình 4.1.BC và bảng 3.
4. So sánh kết quả đo giữa trường hợp có và không có phản hồi.