

BÀI 4: XÂY DỰNG MẠCH NGUỒN DC

1. Mục tiêu

- Hiểu nguyên lý hoạt động của mạch chỉnh lưu cầu.
- Biết công dụng và cách sử dụng IC ổn áp LM317.
- Biết cách xây dựng mạch tạo nguồn DC.

2. Cơ sở lý thuyết

2.1. Nguồn DC

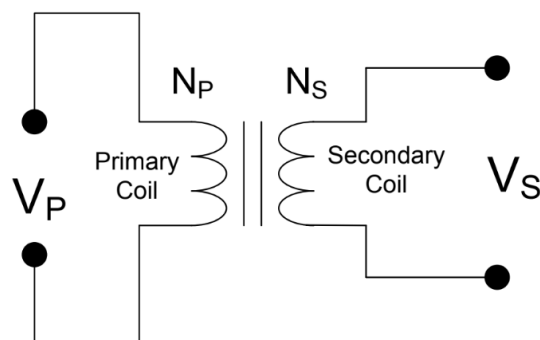
Nguồn DC là một thiết bị được dùng để cung cấp năng lượng điện một chiều cho hoạt động của nhiều thiết bị điện. Nguồn DC lý tưởng (nguồn dòng và nguồn áp) có khả năng cung cấp dòng điện hoặc điện áp ổn định không phụ thuộc vào các điều kiện của tải (*load*). Tuy nhiên, trong thực tế rất khó để xây dựng được nguồn dòng hoặc nguồn áp lý tưởng.

Trong bài thực hành này sinh viên sẽ tìm hiểu nguyên lý hoạt động và cách xây dựng một nguồn áp DC ổn định. Một nguồn áp DC thường gồm các thành phần sau:

- Máy biến áp (*transformer*).
- Bộ chỉnh lưu (*rectifier*).
- IC ổn áp (*regulator*).
- Các thành phần khác như tụ điện, mạch bảo vệ, v.v.

2.2. Máy biến áp

Máy biến áp là thiết bị có tác dụng biến đổi điện áp AC từ mức này sang mức khác dựa trên nguyên lý cảm ứng điện từ. Cấu tạo của một máy biến áp đơn giản gồm một cuộn dây sơ cấp và một hoặc nhiều cuộn dây thứ cấp, các cuộn dây được quấn quanh một lõi thép khép kín có độ từ thẩm cao (đóng vai trò mạch dẫn từ).



Hình 1. Máy biến áp.

Hình 1 mô tả ký hiệu một máy biến áp với điện áp sơ cấp (V_P), điện áp thứ cấp (V_S), số vòng cuộn sơ cấp (N_P), số vòng cuộn thứ cấp (N_S). Khi đó, $\frac{V_P}{V_S} = \frac{N_P}{N_S}$.

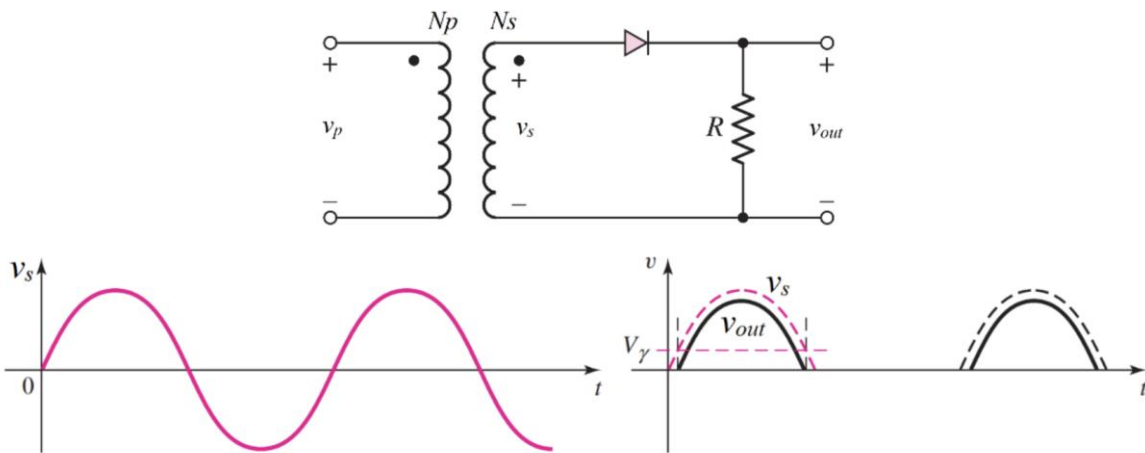
2.3. Mạch chỉnh lưu

Mạch chỉnh lưu các tác dụng chuyển đổi điện áp AC thành điện áp DC. Phân loại dựa trên chức năng, có 2 loại mạch chỉnh lưu: mạch chỉnh lưu nửa chu kỳ và mạch chỉnh lưu cả chu kỳ.

a) Mạch chỉnh lưu nửa chu kỳ

Hình 2 trình bày sơ đồ của mạch chỉnh lưu nửa chu kỳ. Với điện áp vào là v_s AC và điện áp ra là v_{out} DC. Nguyên lý hoạt động của mạch như sau:

- Ở nửa chu kỳ dương, diode phân cực thuận (hoạt động gần như một ngắn mạch), do đó, sẽ có dòng điện đi qua điện trở R. Khi đó, $v_{out} = v_s - v_\gamma$, với v_γ là điện áp phân cực thuận của diode ($\sim 0.5-0.7V$).
- Ở nửa chu kỳ âm, diode phân cực ngược (hoạt động như một hở mạch), do đó, không có dòng điện qua điện trở R. Khi đó, $v_{out} = 0$.

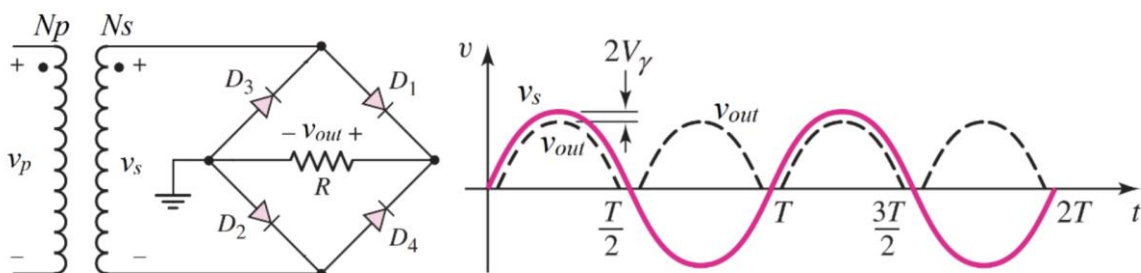


Hình 2. Mạch chỉnh lưu nửa chu kỳ và dạng tín hiệu ở đầu vào/ra.

b) Mạch chỉnh lưu cả chu kỳ

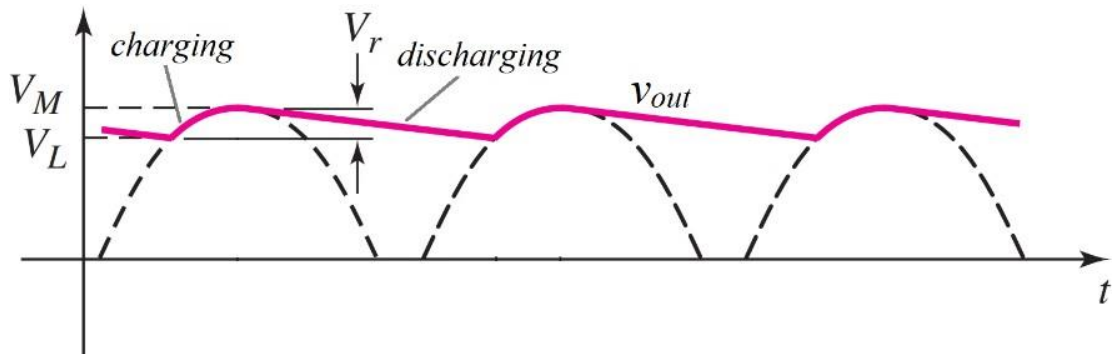
Hình 3 trình bày sơ đồ mạch chỉnh lưu cả chu kỳ. Với điện áp đầu vào là v_s AC và điện áp đầu ra là v_{out} DC. Nguyên lý hoạt động của mạch như sau:

- Ở nửa chu kỳ dương, D_1 và D_2 phân cực thuận và D_3 và D_4 phân cực ngược. Do đó, sẽ có dòng điện đi qua D_1 , R, và D_2 . Khi đó, $v_{out} = v_s - 2v_\gamma$ (so với điểm có điện thế thấp nhất).
- Ở nửa chu kỳ âm, D_3 và D_4 phân cực thuận và D_1 và D_2 phân cực ngược. Do đó, sẽ có dòng điện đi qua D_3 , R, và D_4 . Khi đó, $v_{out} = v_s - 2v_\gamma$ (so với điểm có điện thế thấp nhất).



Hình 3. Mạch chỉnh lưu cả chu kỳ.

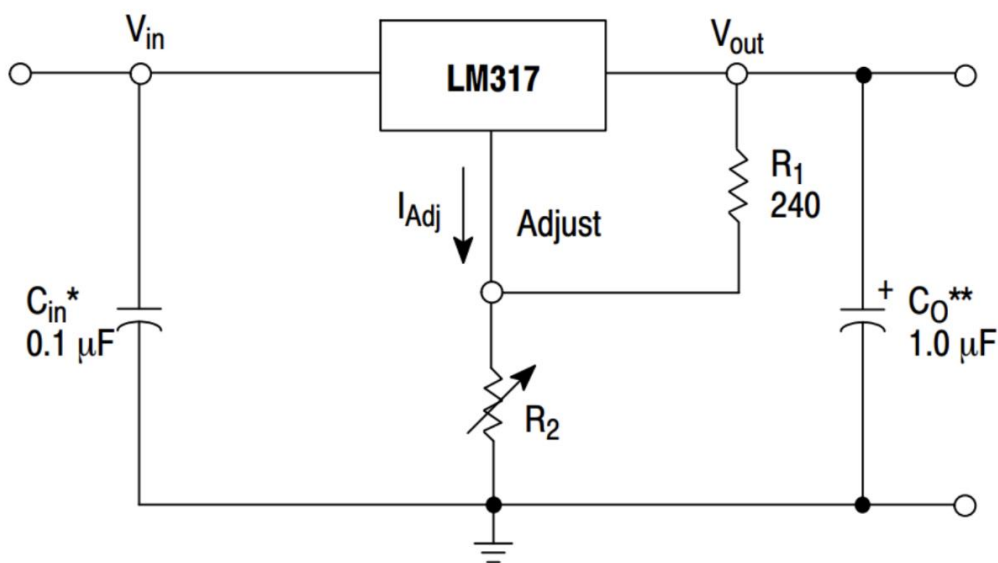
Vai trò của tụ lọc: Thông thường tụ điện được mắc song song với tải tại đầu ra của mạch chỉnh lưu. Tụ điện, với công dụng nạp và xả năng lượng điện, có tác dụng lọc nhiễu và “làm phẳng” điện áp đầu ra, như minh họa ở Hình 4.



Hình 4. Tác dụng làm phẳng điện áp ra của tụ điện.

2.4. IC LM317

Để có được điện áp DC ổn định bất chấp sự thay đổi (có giới hạn) của điện áp đầu vào, các mạch tạo nguồn DC thường sử dụng thêm các IC ổn áp. Hình 4 trình bày sơ đồ mắc IC ổn áp LM317. Trong cách mắc này, điện trở R_1 và R_2 được dùng để lập trình điện áp đầu ra, các tụ điện C_1 , C_2 có vai trò giúp mạch hoạt động ổn định và tối ưu đáp ứng quá độ (*transient response*).



Hình 4. Sơ đồ mắc LM317 trong mạch tạo nguồn DC.

Công thức tính điện áp đầu ra: $V_{out} = 1.25 \times \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) + I_{ADJ} R_2$, với I_{ADJ} có giá trị rất

nhỏ ($\approx 50\mu A$) nên có thể bỏ qua. Chi tiết về IC LM317 có thể xem trong [datasheet](#).

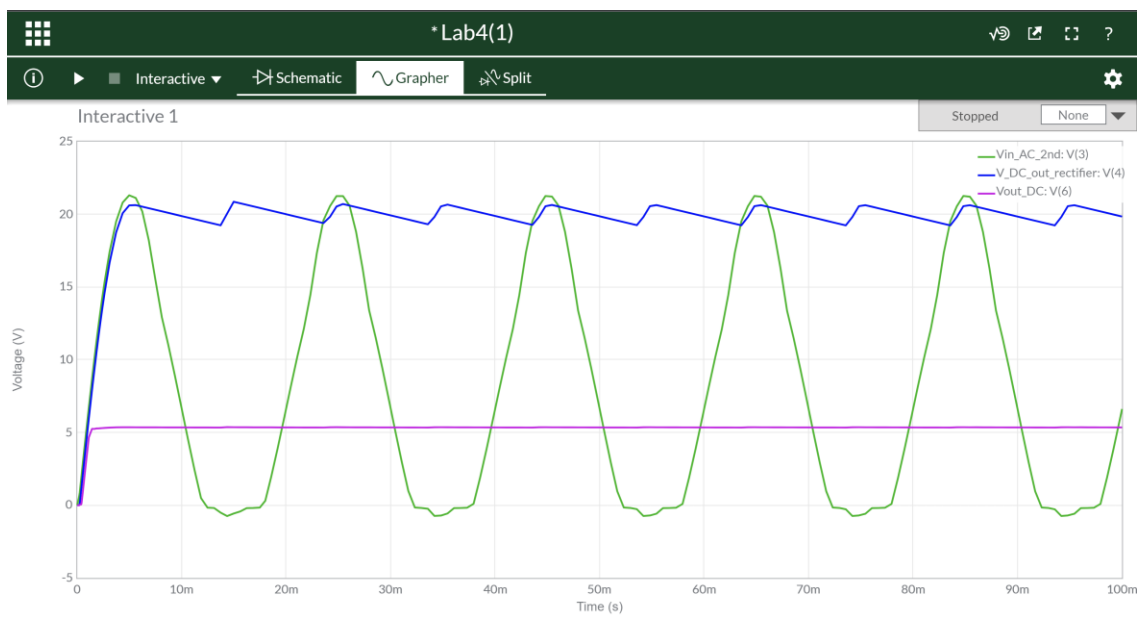
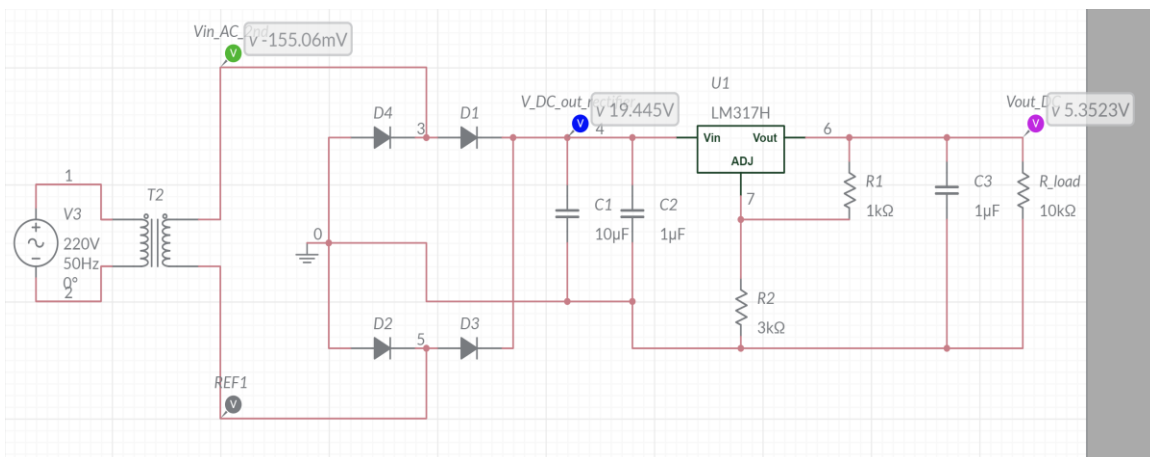
3. Bài thực hành:

Bài 1. Sử dụng công cụ Multisim Live (<https://www.multisim.com/>) để mô phỏng mạch tạo nguồn DC theo sơ đồ.

Yêu cầu:

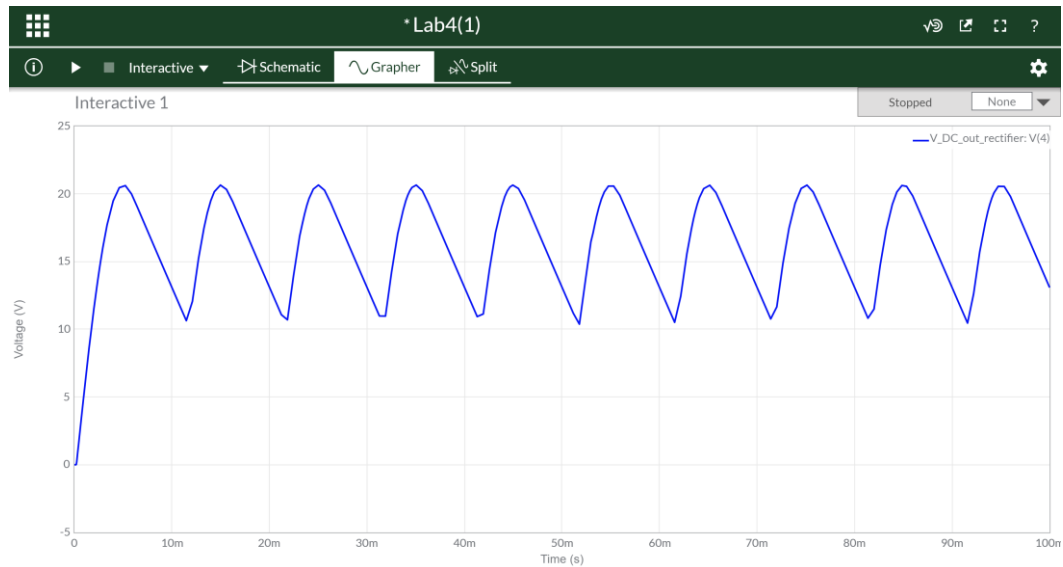
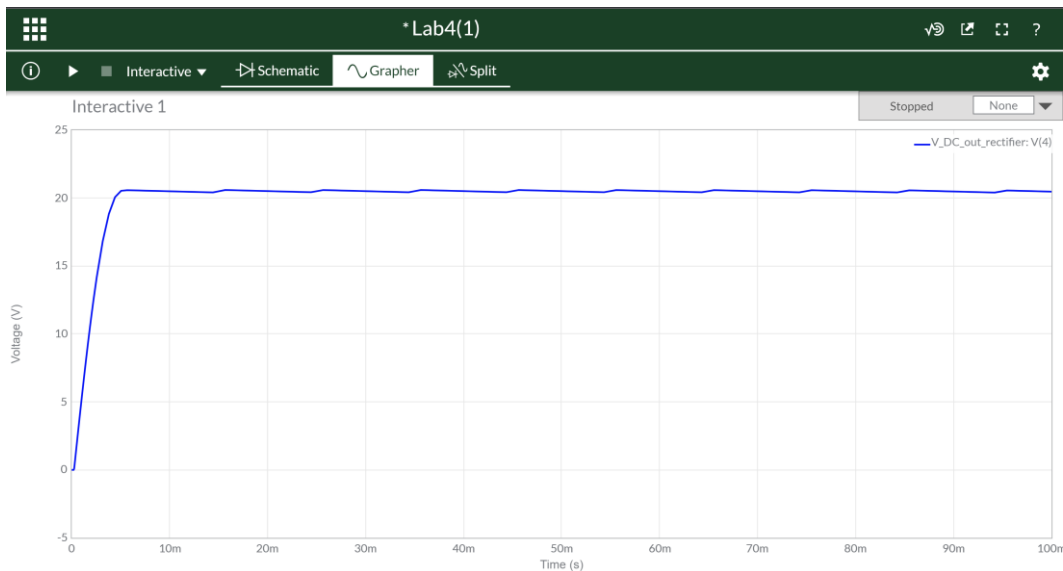
- Lắp mạch tạo nguồn DC theo sơ đồ; cấu hình biến áp với $N_{\text{Primary}}:N_{\text{Secondary}} = 20:1$; giá trị các linh kiện khác được thể hiện trên hình.
- Sử dụng Probe ($V_{\text{in_AC_2nd}}$, $V_{\text{DC_out_rectifier}}$, $V_{\text{out_DC}}$) và tính năng Grapher để xác định dạng tín hiệu ở các điểm tương ứng.
- Thay đổi giá trị của tụ C1 ($0.1\mu F - 100\mu F$) và quan sát dạng sóng điện áp đo bởi $V_{\text{DC_out_rectifier}}$. Đưa ra nhận xét về vai trò của tụ C1.
- Thay đổi giá trị của R2 ($1k\Omega \sim 10k\Omega$) và quan sát dạng sóng điện áp DC đầu ra đo bởi $V_{\text{out_DC}}$. Đưa ra nhận xét về kết quả thu được và so sánh với lý thuyết.

Bài làm



Điều chỉnh C1:

- **$C1 = 0.1\mu F$:**

 **$C1 = 100\mu F$:**

Nhận xét:

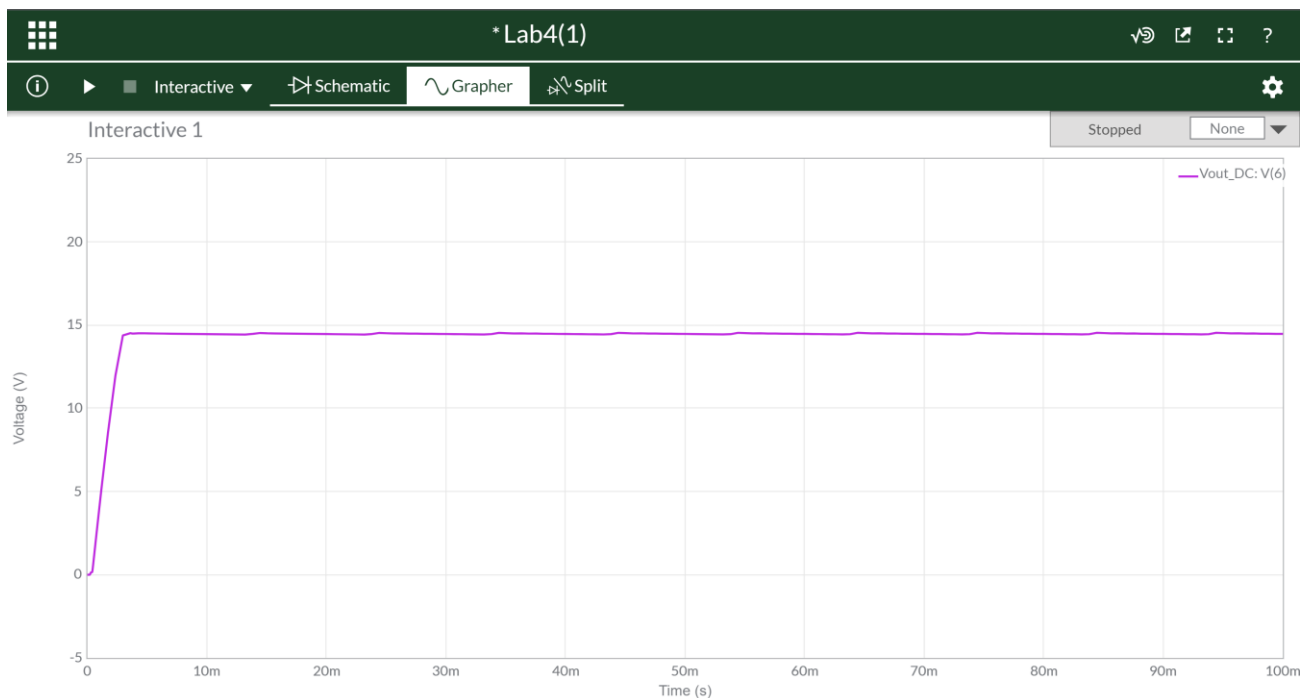
- + Khi tăng dần điện dung của tụ, $V_DC_rectifier$ có dạng đồ thị ổn định hơn, phẳng hơn.
- Tụ $C1$ có vai trò ổn định điện áp đầu ra, cho điện áp ra ổn định sau khi qua mạch chỉnh lưu cả chu kì.

Điều chỉnh R2:

$R2 = 1k$:



$R2 = 10k:$

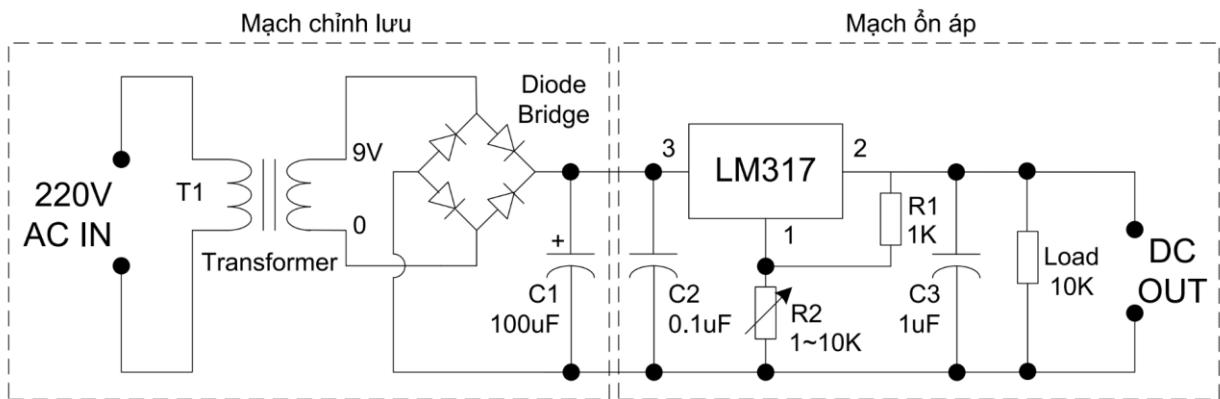


Nhận xét:

- + Khi tụ $C1 = 100\mu F$, điện áp ra V_{out} ổn định. Đồ thị khá phẳng.
- + Khi tăng $R2 \rightarrow R2/R1$ tăng và V_{out} cũng tăng, gần tiến dần đến $V_{DC_out_rectifier}$ (điện áp ra sau khi qua mạch chỉnh lưu)
- + Kết quả thu được gần đúng với công thức lý thuyết $V_{out} = 1.25 \times (1 + R2/R1)$

Bài 2. Xây dựng mạch tạo nguồn DC ổn định, sử dụng biến áp, diode, tụ điện, điện trở/biến

trở, và IC LM317, theo sơ đồ ở Hình 6.



Hình 6. Sơ đồ mạch tạo nguồn DC ổn định.

Yêu cầu:

a) Thực hiện các bước sau để xây dựng mạch chỉnh lưu cả chu kỳ:

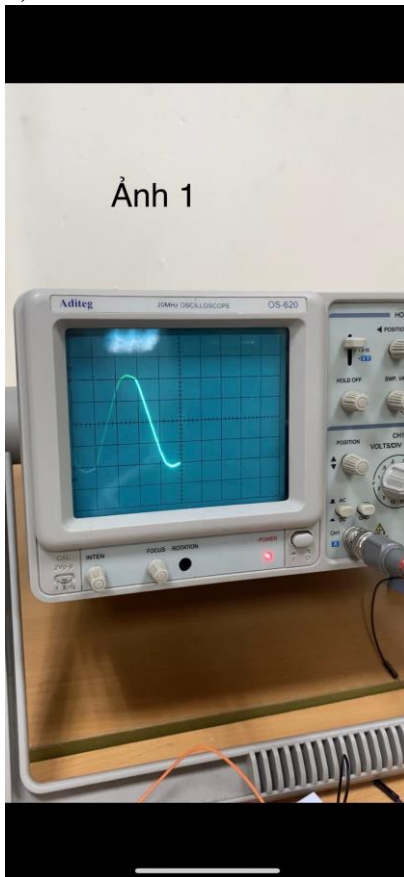
- Lắp mạch gồm biến áp có điện áp vào sơ cấp là 220V AC, điện áp ra thứ cấp là 9V AC (giá trị hiệu dụng). Sử dụng máy hiển thị sóng để xác định dạng sóng điện áp ra thứ cấp. Ghi lại kết quả quan sát được và giải thích.
- Lắp mạch chỉnh lưu cầu với điện áp vào được lấy từ điện áp ra thứ cấp của biến áp (9V AC). Sử dụng máy hiển thị sóng để xác định dạng sóng điện áp ra của mạch chỉnh lưu. Ghi lại kết quả quan sát được và giải thích.
- Lắp thêm tụ điện, có giá trị lần lượt là 0.1µF, 10µF, và 100µF, ở đầu ra của mạch chỉnh lưu. Sử dụng máy hiển thị sóng để xác định dạng sóng điện áp ra của mạch chỉnh lưu. Ghi lại kết quả quan sát được và giải thích vai trò của tụ điện. **Lưu ý, cần mắc đúng cực (+ và -) của tụ điện.**

b) Thực hiện các bước sau để xây dựng mạch tạo nguồn DC ổn định với IC LM317:

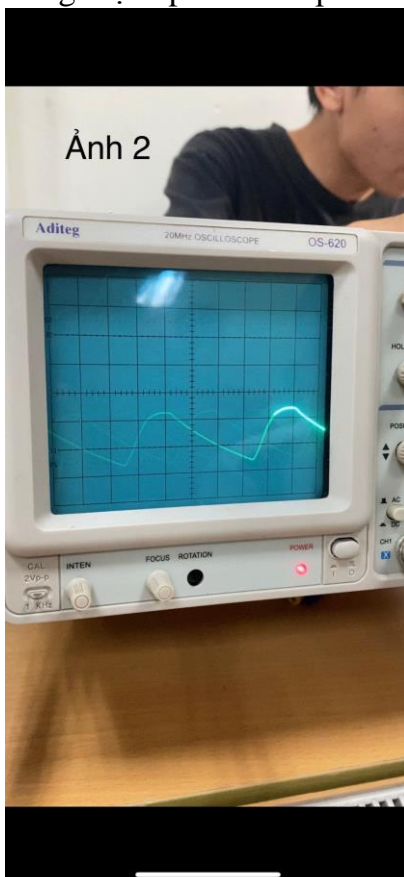
- Lắp mạch ổn áp với điện áp ra của mạch chỉnh lưu được dùng làm điện áp vào của mạch ổn áp. Sử dụng máy hiển thị sóng để xác định dạng sóng điện áp tại đầu ra. Ghi lại kết quả quan sát được và giải thích.
- Lần lượt chọn giá trị của R1 và R2 để: $\frac{R2}{R1} = 1, \frac{R2}{R1} = 2, \frac{R2}{R1} = 3, \frac{R2}{R1} = 4$. Ứng với mỗi tỷ số $\frac{R2}{R1}$, sử dụng đồng hồ vạn năng để đo điện áp đầu ra. Ghi lại kết quả đo được, giải thích và so sánh với lý thuyết.
- Chọn giá trị của R1 và R2 để tỷ số $\frac{R2}{R1} > 5$ và sử dụng đồng hồ vạn năng để đo điện áp đầu ra. So sánh kết quả đo được với lý thuyết và giải thích.

Bài làm

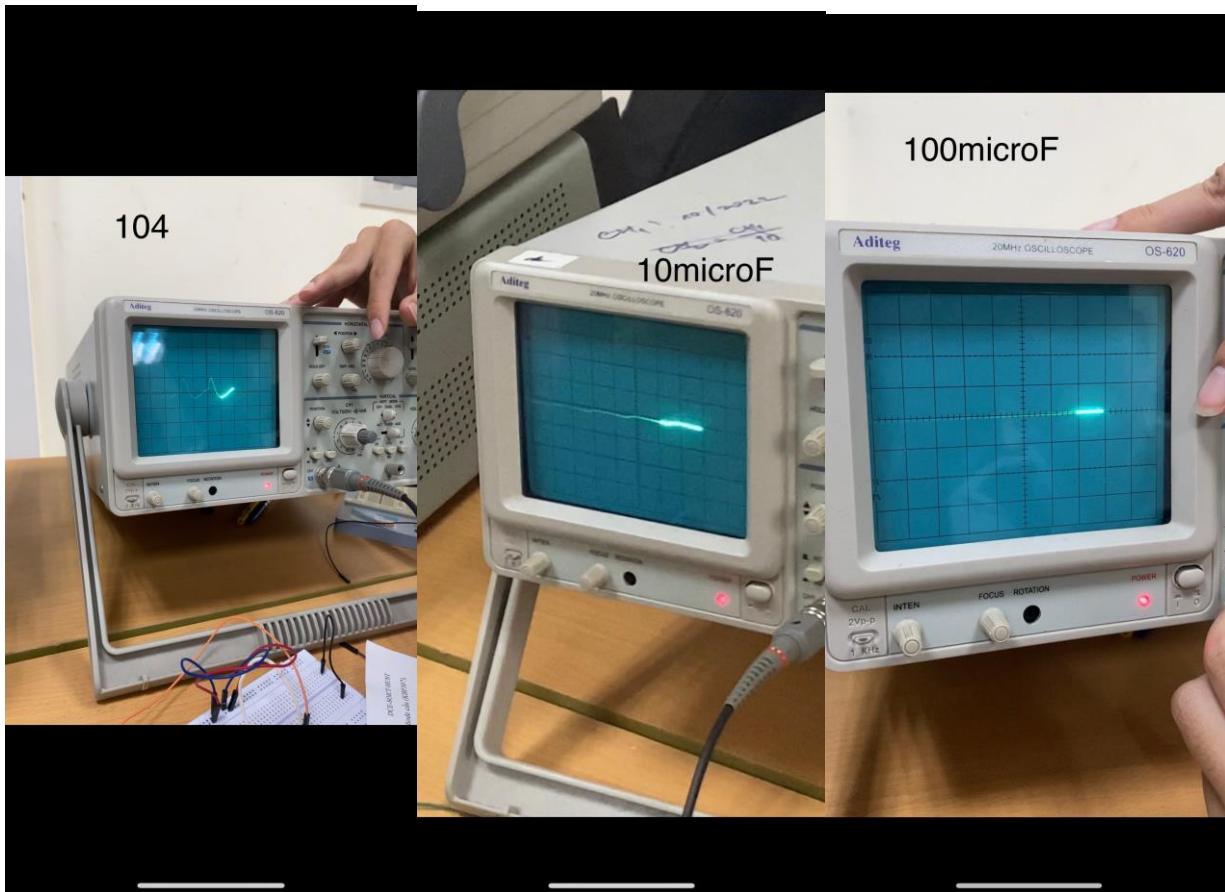
a)



Sóng điện áp ra thứ cấp.



Sóng điện áp ra mạch chỉnh lưu.



Thay đổi C1.

b)

R2	Thực tế (Vout)	Multisim (Vout)
1k	2.87	2.67
2k	4.21	4.02
3k	5.67	5.35
4k	7.02	6.69
6k	9.86	9.33

Nhận xét:

- Điện dung tụ là 10uF hoặc 100 uF thì điện áp đầu ra của cả mạch sẽ là một đường ổn định hơn so với 0.1 MF.

- Công dụng của tụ điện:

- Khả năng lưu trữ năng lượng điện, lưu trữ điện tích hiệu quả. Nó được so sánh với khả năng lưu trữ như ắc quy. Tuy nhiên, ưu điểm lớn của tụ điện là lưu trữ mà không làm tiêu hao năng lượng điện.
- Ngoài ra, công dụng tụ điện còn cho phép điện áp xoay chiều đi qua, giúp tụ điện có thể dẫn điện như một điện trở đa năng. Đặc biệt khi tần số điện xoay chiều (điện dung của tụ càng lớn) thì dung kháng càng nhỏ. Hỗ trợ đắc lực cho việc điện áp được lưu thông qua tụ điện.

Các linh kiện, thiết bị sử dụng trong bài thực hành:

Linh kiện	Mô tả	Số lượng
Tụ điện	0.1 μ F / 10 μ F / 100 μ F	1/1/1
Điện trở	1 k Ω / 10 k Ω	1/1
Biến trở	1 k Ω ~ 10 k Ω , WH148 datasheet	1
Biến áp	3A, 3V ~ 24VAC	1
Diode	1N4007	4
IC ổn áp	LM317	1
Bo mạch		1
Dây kết nối		Tùy chọn
Máy hiển thị sóng		1
Đồng hồ vạn năng		1

Thành viên nhóm:

Vũ Quốc Bảo – 20225694

Vương Quốc Huy – 20225637

Bùi Minh Bá – 20225788

Phan Hồng Minh – 20225888

Nguyễn Đình Lượng – 20225878

Nguyễn Tiến Đức - 20225704