

BÀI 4. XÂY DỰNG MẠCH NGUỒN MỘT CHIỀU

1 Mục tiêu

- Tìm hiểu vai trò mạch nguồn một chiều.
- Tìm hiểu IC ổn áp LM317.
- Xây dựng mạch nguồn một chiều với mạch chỉnh lưu, IC ổn áp, và mạch lọc.

2 Lý thuyết

2.1 Mạch nguồn một chiều

Mạch nguồn một chiều là một thành phần trong các thiết bị điện tử làm nhiệm vụ cung cấp năng lượng dưới dạng dòng điện một chiều cho thiết bị hoạt động. Để thiết bị hoạt động ổn định thì dòng điện và điện áp do mạch nguồn cung cấp cần ổn định ngay cả khi tải của thiết bị thay đổi. Mạch nguồn một chiều đặc biệt quan trọng đối với các linh kiện điện tử số như module nhớ, bộ xử lý... trong đó mức giá trị logic phụ thuộc vào mức tín hiệu điện áp.

Ví dụ:

- Bộ nguồn sạc laptop, điện thoại.
- Mạch nguồn dòng cho đèn LED (yêu cầu dòng điện ổn định).
- Mạch nguồn áp 5V cung cấp cho chip ATmega trong mạch Arduino Due.
- Mạch nguồn áp 3.3V cung cấp cho chip vi xử lý ARM trong Arduino Duo.

Trong phạm vi học phần này và chuỗi học phần tiếp theo, sinh viên sẽ chủ yếu sử dụng nguồn áp một chiều.

Cấu trúc chung của một mạch nguồn áp một chiều thường gồm các phần dưới đây.

- Biến áp chuyển nguồn AC điện áp cao sang điện áp thấp, sử dụng trong trường hợp lấy nguồn trực tiếp từ điện lưới.
- Mạch chỉnh lưu để chuyển từ AC sang DC.
- Mạch ổn áp, tự động điều chỉnh để ổn định điện áp hoặc dòng điện đầu ra.
- Mạch lọc thông thấp chống nhiễu nguồn.
- Mạch bảo vệ chống quá dòng, quá áp.

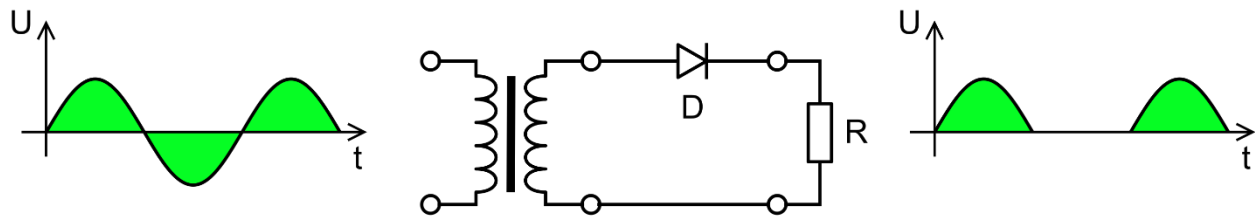
2.2 Mạch chỉnh lưu

Mạch chỉnh lưu có chức năng biến đổi tín hiệu xoay chiều thành một chiều sử dụng phần tử diode. Có 2 loại mạch chỉnh lưu:

- Chỉnh lưu nửa chu kỳ
- Chỉnh lưu cả chu kỳ

a) Chỉnh lưu nửa chu kỳ (half-wave rectifier)

Mạch chỉnh lưu nửa chu kỳ chỉ cho một nửa chu kỳ (dương hoặc âm) đi qua diode trong khi nửa kia bị chặn phụ thuộc vào chiều mắc của diode trong mạch.



Trong hình minh họa trên:

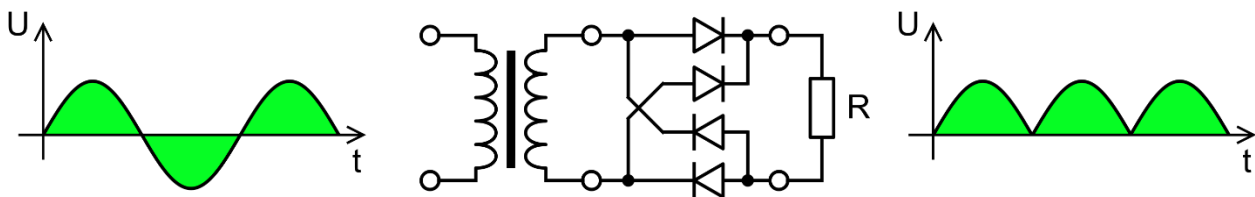
- Ở nửa chu kỳ dương của nguồn vào, diode được phân cực thuận, dẫn điện cho dòng điện chạy qua tải R
- Ở nửa chu kỳ âm của nguồn vào, diode bị phân cực ngược, không dẫn điện, không có dòng điện qua tải R

Mạch chỉnh lưu nửa chu kỳ có ưu điểm đơn giản, chỉ dùng 1 diode. Tuy nhiên mạch chỉ cho dòng qua tải một nửa chu kỳ nên hiệu suất thấp, dạng sóng ra có độ gợn sóng lớn, khó lọc, ít dùng.

b) Chỉnh lưu cả chu kỳ (Full-wave rectifier)

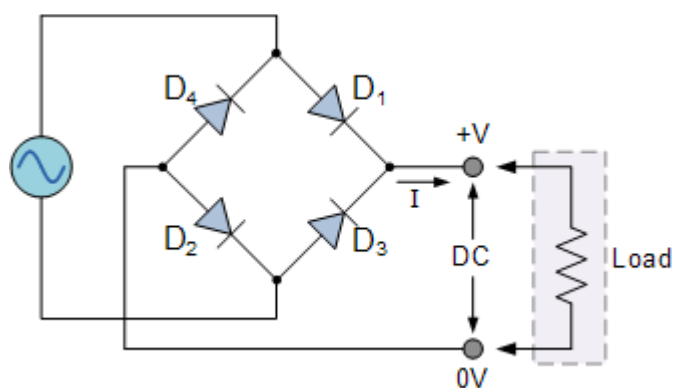
Mạch chỉnh lưu cả chu kỳ biến đổi cả hai nửa chu kỳ của dạng sóng đầu vào thành một chiều. Do đó có hiệu suất cao hơn.

Trong mạch không có điểm giữa của biến áp, cần dùng đến 4 diode, mỗi đầu cực của điện áp ra sẽ cần đến 2 diode để chỉnh lưu, các diode dùng cho kiểu nối này gọi là cầu chỉnh lưu.

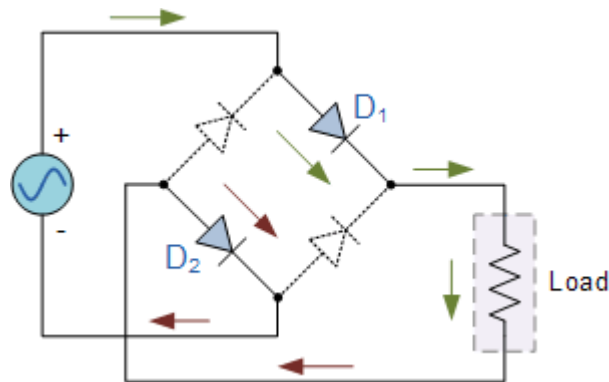


Mạch chỉnh lưu cả chu kỳ biến đổi cả hai nửa chu kỳ thành một điện áp đầu ra có một chiều duy nhất: dương (hoặc âm) vì nó chuyển hướng đi của dòng điện của nửa chu kỳ âm (hoặc dương) của dạng sóng xoay chiều. Nửa còn lại sẽ kết hợp với nửa kia thành một điện áp chỉnh lưu hoàn chỉnh.

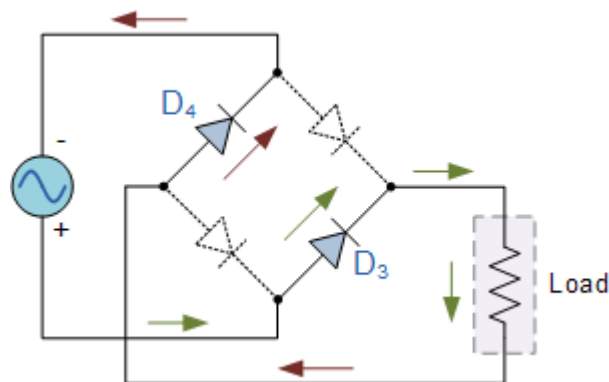
Mạch chỉnh lưu cầu:



Chỉnh lưu nửa chu kỳ dương: Diode D1, D2 phân cực thuận, Diode D3, D4 phân cực ngược, dòng qua tải theo 1 chiều



Chỉnh lưu nửa chu kỳ âm: Diode D1, D2 phân cực ngược, Diode D3, D4 phân cực thuận, dòng qua tải theo 1 chiều

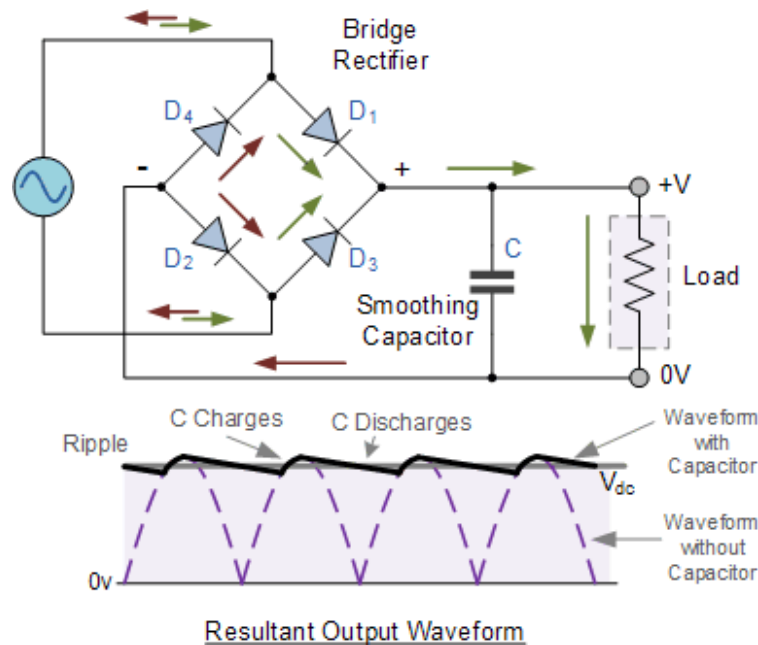


2.3 Mạch lọc

Để tăng chất lượng nguồn, giảm nhiễu ở tín hiệu điện áp đầu ra, giữa các khối của mạch nguồn sẽ có thêm mạch lọc.

Sử dụng tụ lọc cân bằng cho nguồn sau chỉnh lưu

Để cải thiện đầu ra DC trung bình của bộ chỉnh lưu đồng thời giảm sự biến đổi AC của đầu ra được chỉnh lưu, có thể sử dụng các tụ điện cân bằng để lọc dạng sóng đầu ra. Các tụ điện cân bằng được kết nối song song với tải trên đầu ra của mạch chỉnh lưu cầu làm tăng mức đầu ra DC trung bình thậm chí cao hơn khi tụ hoạt động như một thiết bị lưu trữ như hình dưới.



Tụ điện cân bằng chuyển đổi đầu ra gợn sóng toàn sóng của bộ chỉnh lưu thành điện áp đầu ra DC trơn tru hơn. Nếu chạy mạch mô phỏng bộ phận với các giá trị khác nhau của tụ điện được lắp đặt, chúng ta có thể thấy hiệu ứng của nó đối với dạng sóng đầu ra được chỉnh lưu và làm phẳng.

Giá trị tụ C có thể tính gần đúng theo công thức sau

$$C \approx \frac{I_{load} T}{\Delta V}$$

Trong đó I_{load} là cường độ dòng điện qua tải.

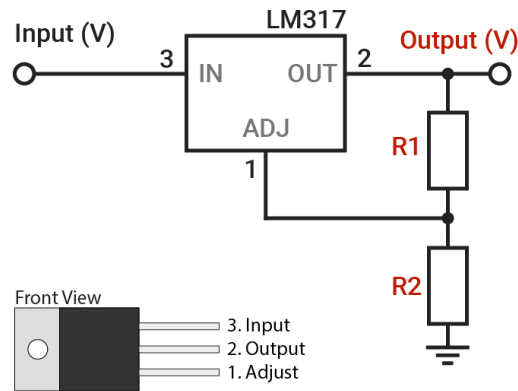
T là chu kỳ điện áp vào

ΔV là độ chênh lệch điện áp sau khi lắp tụ

2.4 IC ổn áp LM317

Tín hiệu sau biến áp và mạch chỉnh lưu là nguồn 1 chiều, tuy nhiên tín hiệu này cần được đưa qua một mạch ổn áp để tạo điện áp ổn định ở giá trị cần thiết. Để rút ngắn thời gian thiết kế và tăng chất lượng, mạch ổn áp thường được xây dựng dựa trên các IC ổn áp. Có rất nhiều loại IC ổn áp như họ 78/79, LM317... cho phép tạo điện áp đầu ra cố định, hoặc điện áp đầu ra có thể thay đổi.

IC ổn áp LM317 có 3 chân, có thể dễ dàng điều chỉnh điện áp đầu ra nhờ các điện trở mắc ngoài trong mạch (chân Adjust). Điện áp đầu vào $V_{in} < 40V$ (hoặc 60V với LM317HV), điện áp đầu ra có thể điều chỉnh được trong dải từ 1.25V đến 37V, với dòng qua tải lên tới 1.5A



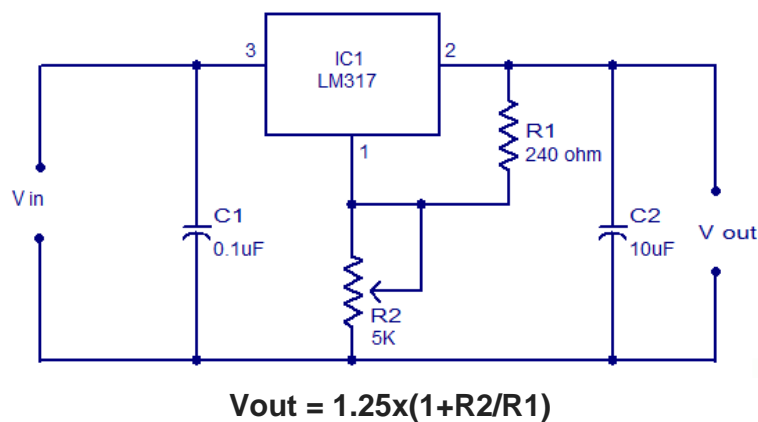
Công thức tính điện áp đầu ra:

$$V_o = V_{REF} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) + I_{ADJ} R_2$$

Trong đó $I_{ADJ} \approx 50\mu A$, vì vậy trong phần lớn các mạch có thể bỏ qua thành phần này.

$$V_{REF} = 1.25V$$

Sơ đồ tham khảo lắp mạch dùng IC ổn áp LM317, điện áp đầu ra có thể điều chỉnh bằng cách điều chỉnh giá trị biến trở R2.



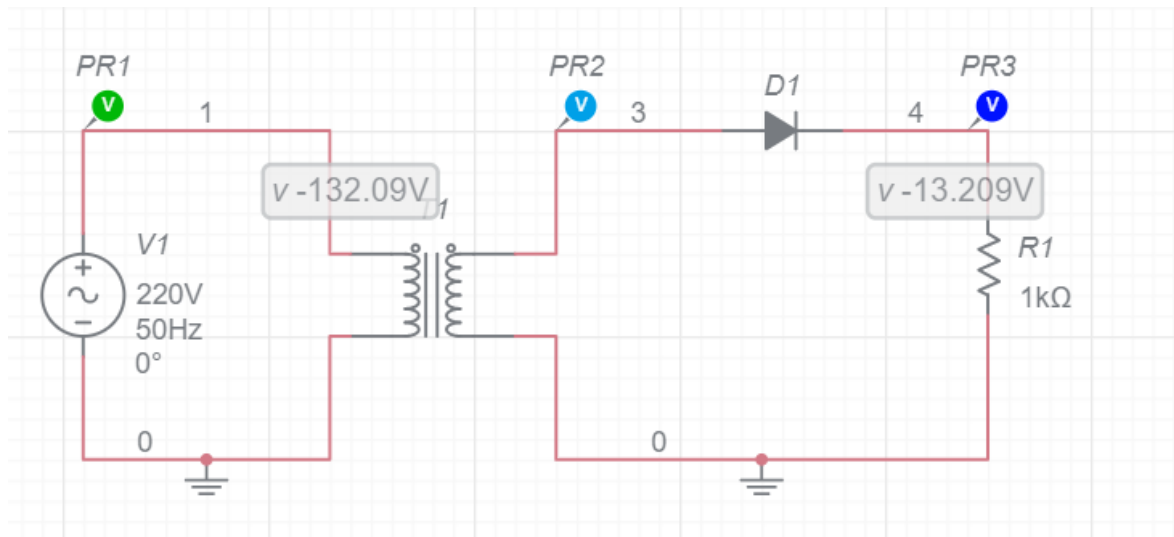
[Tài liệu tham khảo](#) (datasheet)

3 Nội dung thực hành

3.1 Mạch biến áp và chỉnh lưu

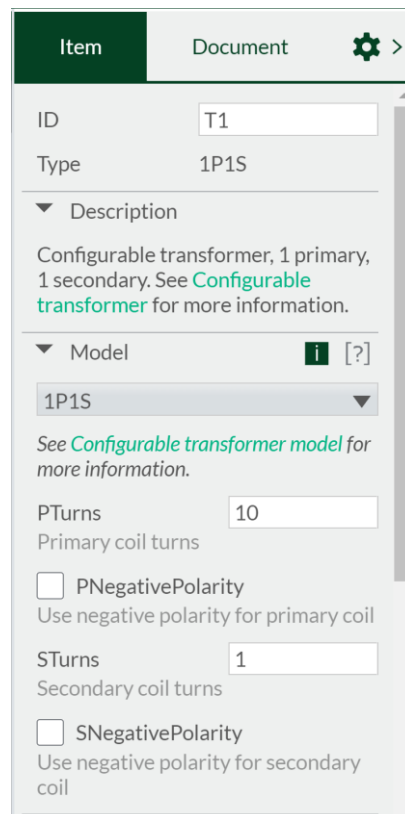
a) Khảo sát mạch biến áp và chỉnh lưu nửa chu kỳ

Bước 1. Dùng Multisim Live, thiết kế mạch biến áp và chỉnh lưu nửa chu kỳ như sơ đồ sau:



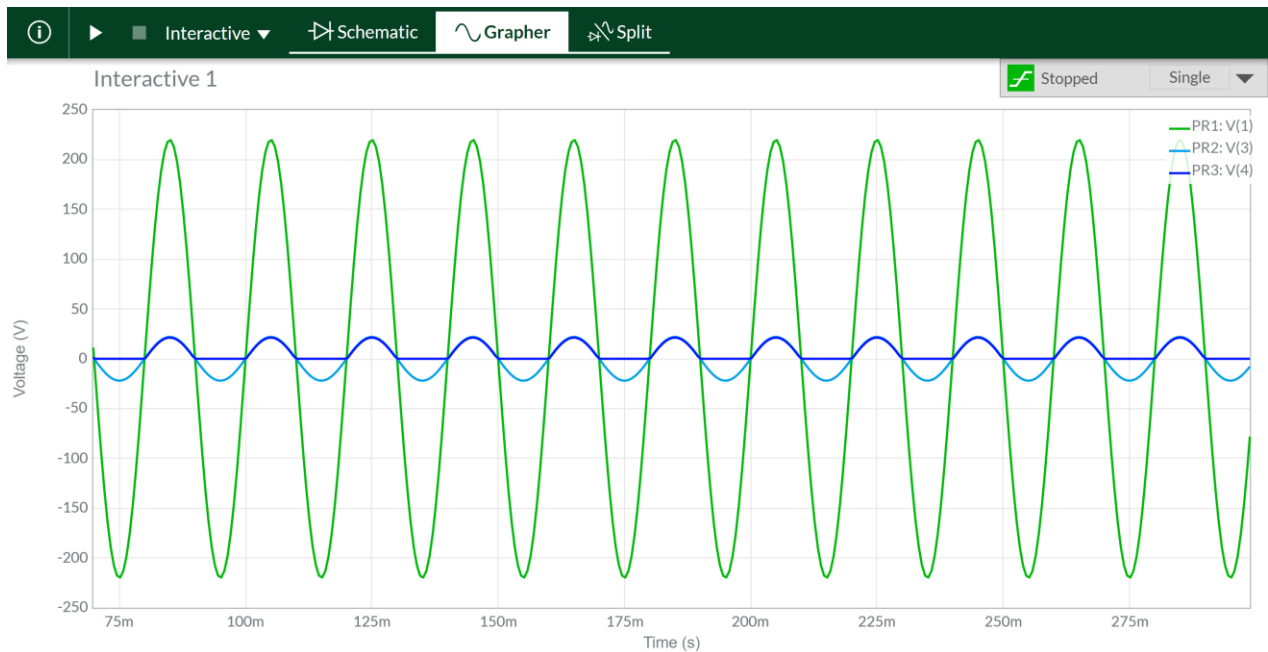
Chọn nguồn AC đầu vào 220V, 50Hz

Biến áp T1 có hệ số: $P_{Turns} : S_{Turns} = 10 : 1$



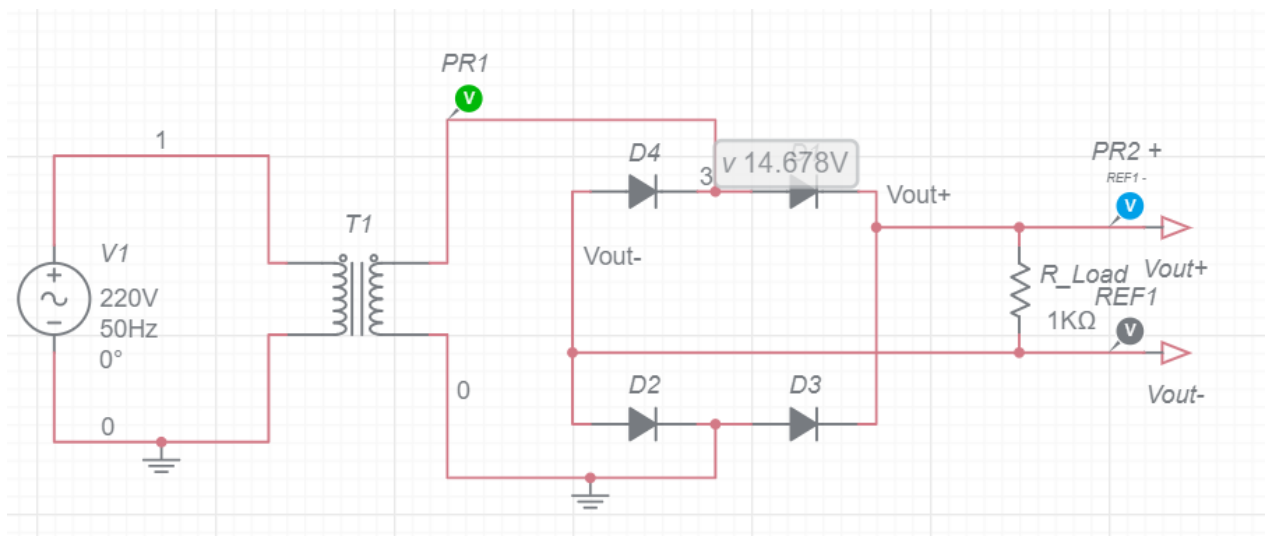
Bước 2. Lắp các Probe đo điện áp nguồn cấp đầu vào, đầu ra biến áp và đầu ra sau chỉnh lưu nửa chu kỳ

Bước 3. Chạy mô phỏng, quan sát dạng sóng điện áp đầu vào, đầu ra biến áp, đầu ra sau chỉnh lưu và kiểm nghiệm theo lý thuyết



b) Khảo sát mạch chỉnh lưu cả chu kỳ (chỉnh lưu cầu)

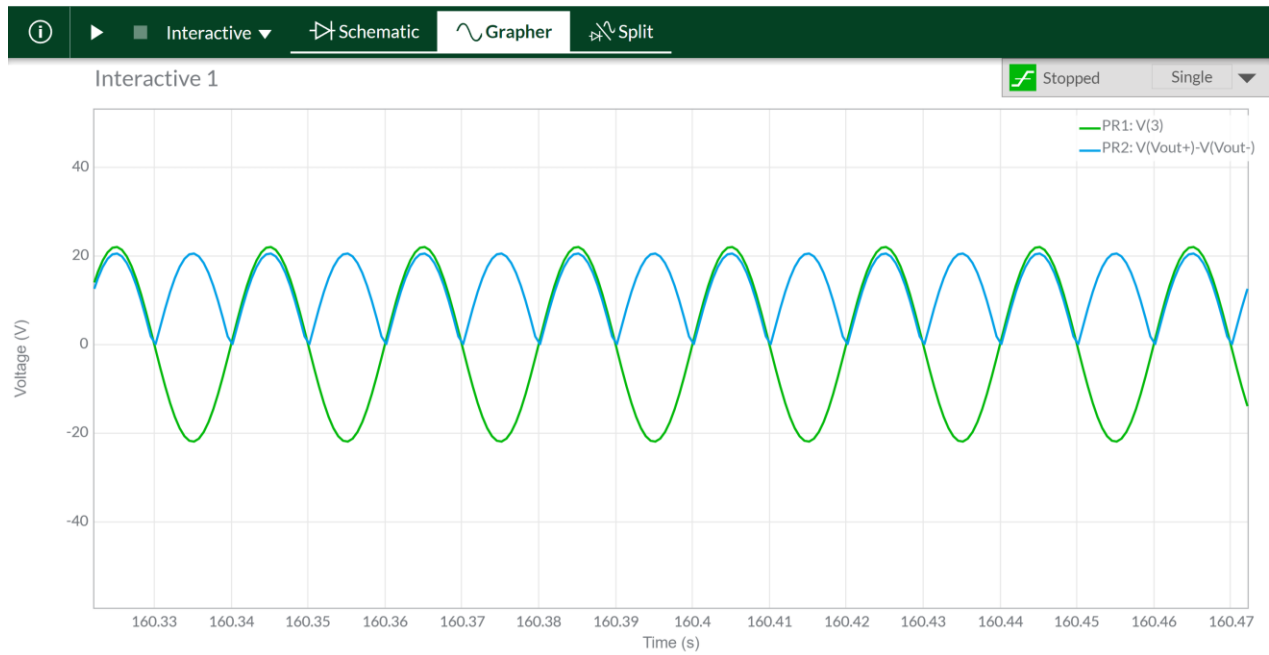
Bước 1. Từ sơ đồ mạch thiết kế ở phần (a) thay thế phần chỉnh lưu nửa chu kỳ dùng 1 diode bằng bộ chỉnh lưu cầu như sơ đồ dưới



Bước 2. Lắp các Probe đo điện áp đầu ra sau biến áp và đầu ra sau bộ chỉnh lưu cầu như trên sơ đồ.

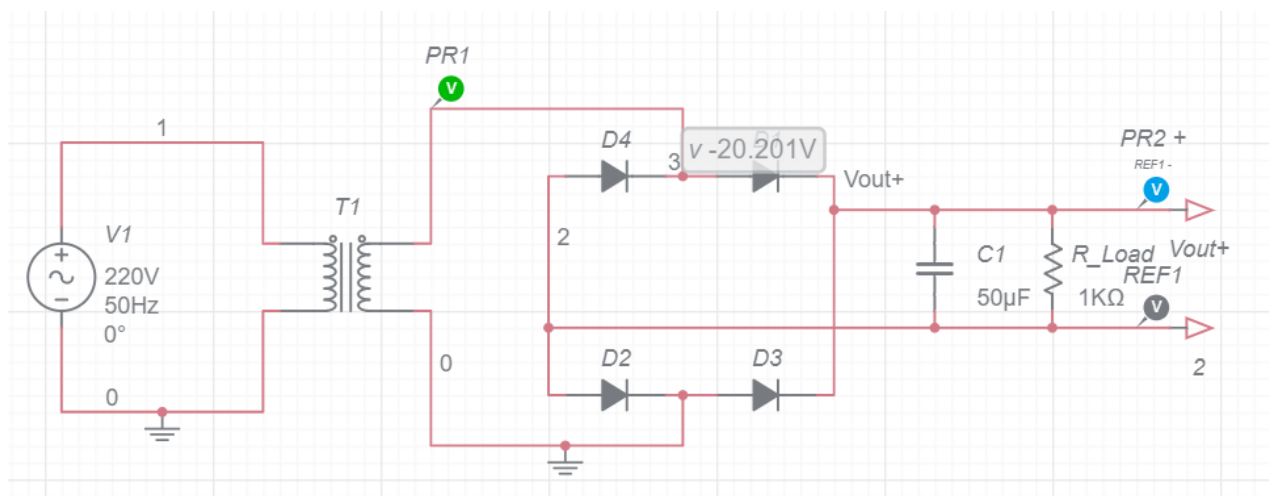
Chú ý: PR2 đo điện áp đầu ra sau chỉnh lưu (trên tải R_Load) tham chiếu với REF1

Bước 3. Chạy mô phỏng và quan sát dạng sóng tín hiệu điện áp đo đặc ở trên, kiểm nghiệm kết quả theo lý thuyết



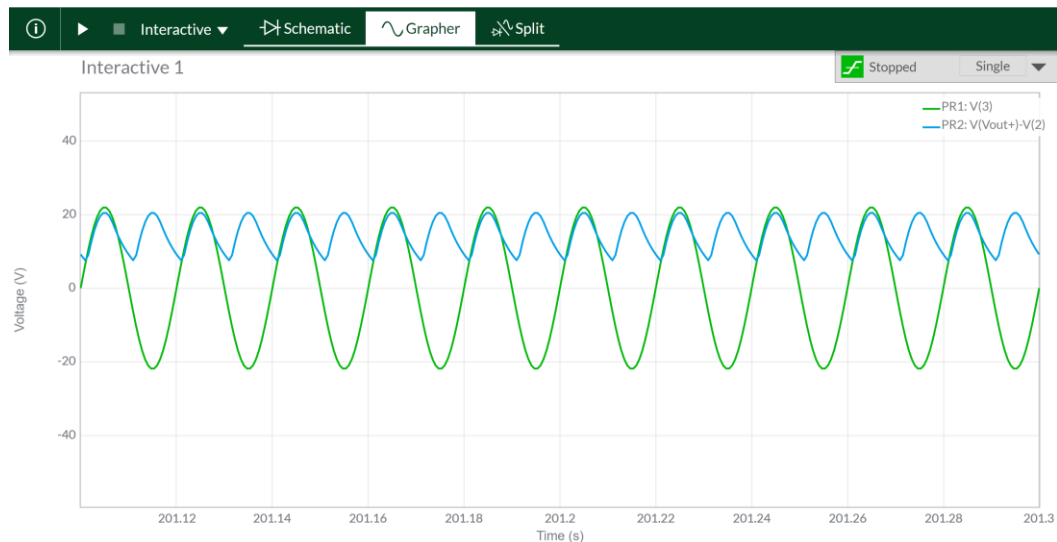
c) Khảo sát mạch chỉnh lưu cầu với tụ lọc

Bước 1. Từ sơ đồ mạch thiết kế ở phần (b) bổ sung một tụ lọc $C1$ mắc song song với tải R_Load như sơ đồ dưới.

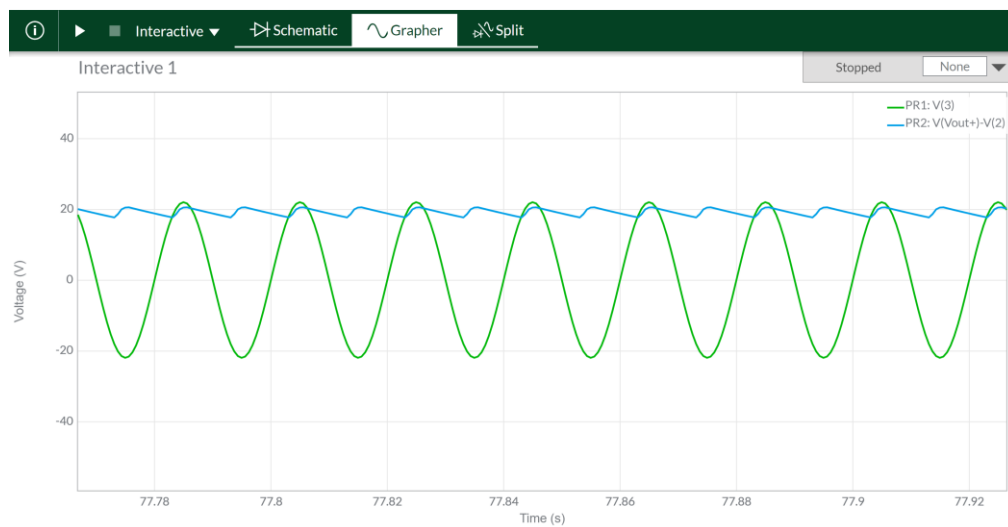


Bước 2. Chạy mô phỏng với giá trị tụ lọc $C1$ lần lượt thay đổi bằng $1\mu F$, $5\mu F$, $50F$. Quan sát dạng sóng tín hiệu điện áp sau khi lọc cân bằng với tụ $C1$ ứng với mỗi trường hợp.

Trường hợp $C1 = 5\mu F$

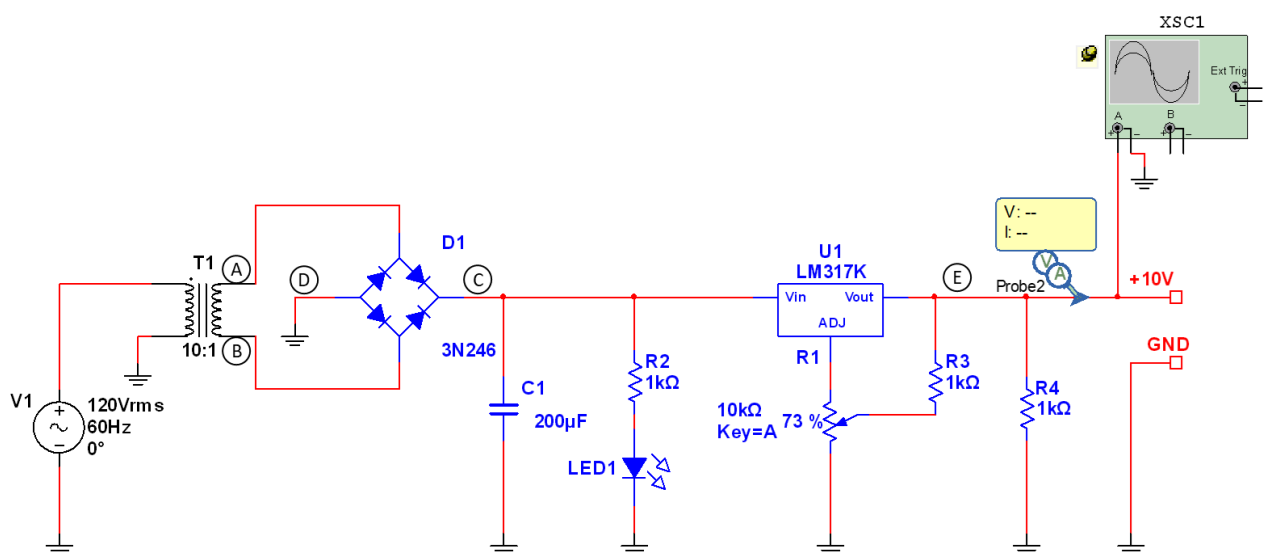


Trường hợp $C1 = 50\mu\text{F}$



3.2 Mạch nguồn đầy đủ

Thiết kế mạch theo sơ đồ sau:



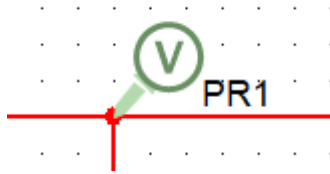
Bước 1. Lắp mạch

Bước 2. Sử dụng oscilloscope để đo U_{AB} , U_{CD} , U_{ED} và nhận xét

Bước 3. Sử dụng oscilloscope so sánh U_{CD} trong 2 trường hợp có và không có tụ C1

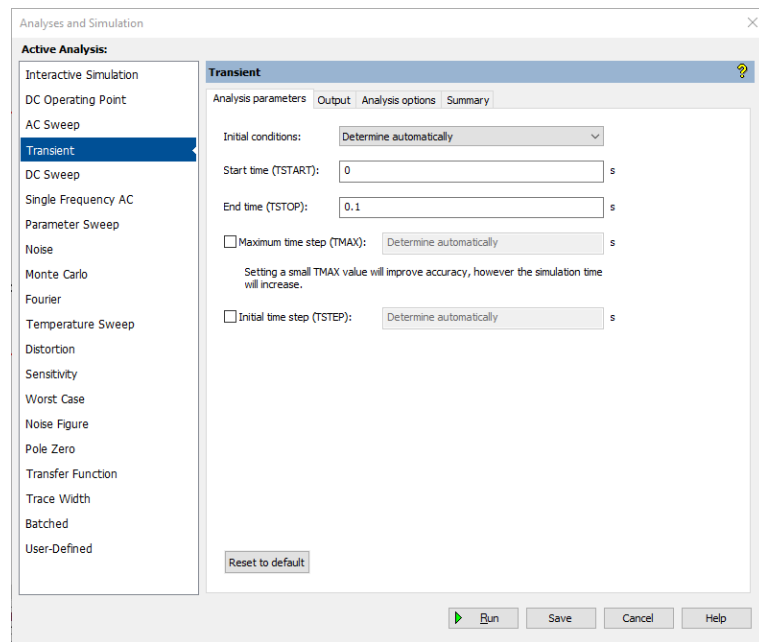
Bước 4. Khảo sát U_{CD} với tụ C1

a) Đặt Probe vào điểm cần khảo sát

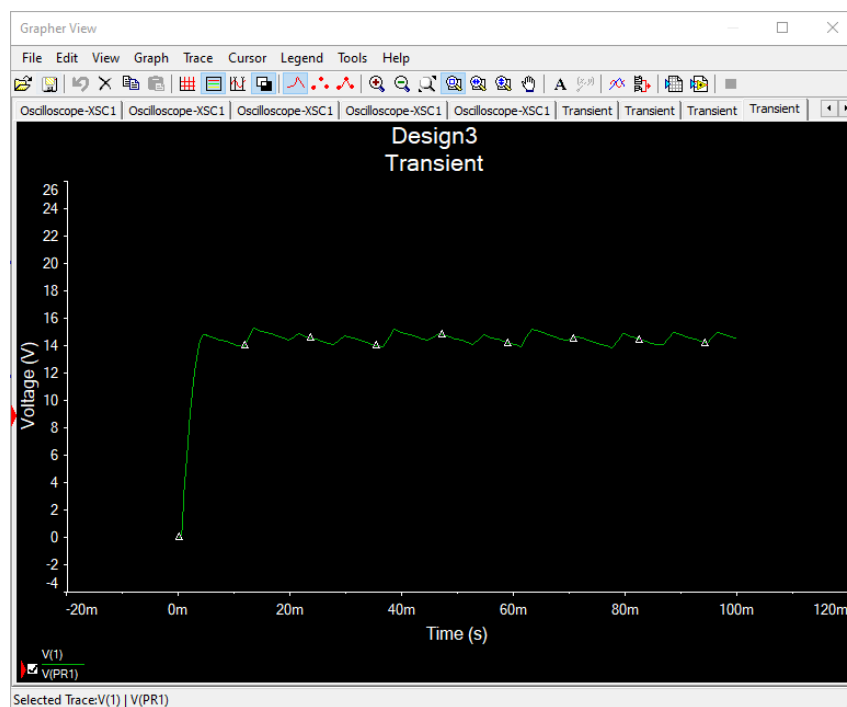


b) Thiết lập tham số

Chọn **Simulate > Analyses & Simulation**



c) Chạy và quan sát kết quả



Nhận xét dạng sóng của tín hiệu điện áp đầu ra.

4 Bài tập tự làm

Xây dựng mạch chuyển đổi từ AC sang 5V DC với dạng điện áp đầu vào như sau $V_{IN} = 220 \cos(2\pi ft)$ với $f = 50 \text{ Hz}$ sử dụng các thành phần sau: biến áp, diode, tụ điện, LM317

- Tính toán các tham số linh kiện
- Lắp mạch, chạy và quan sát kết quả
- Khảo sát U_{CD} với các giá trị khác nhau của tụ C1 (1F, 1mF, 1uF) và nhận xét.