

Trường Đại Học Bách Khoa Tp. Hồ Chí Minh
Khoa Điện - Điện tử



BÀI TẬP LỚN

VẬT LÍ BÁN DẪN

Tìm hiểu mạch chỉnh lưu AC/DC

Giảng viên
Nguyễn Trung Hiếu

Nhóm 13-L01
Lê Thanh Nhật - 2013995
Nguyễn Tiến Nhật - 2014001
Trần Minh Nhật - 2014008
Võ Hoàng Yến Nhi - 2011767
Cù Văn Nhiên - 2014033

Ngày 21 tháng 7 năm 2021

Mục lục

1 GIỚI THIỆU ĐỀ TÀI	2
2 GIỚI THIỆU MẠCH	3
2.1 CƠ SỞ LÝ THUYẾT	3
2.1.1 Khái niệm Diode và nguyên lí hoạt động.	3
2.1.2 Giới thiệu về mạch chỉnh lưu.	4
2.1.3 Các loại mạch chỉnh lưu và nguyên lí hoạt động.	4
2.1.4 Tụ lọc và ổn áp điện áp ngõ ra.	8
2.1.5 Ứng dụng của mạch chỉnh lưu AC/DC.	9
3 PHÂN TÍCH MẠCH	10
3.1 Sơ đồ khôi.	10
3.2 Sơ đồ nguyên lý.	10
3.2.1 Mô phỏng bằng phần mềm proteus	11
4 MẠCH THỰC TẾ	14
4.1 Các linh kiện chuẩn bị	14
4.2 Mạch thực tế	14
TÀI LIỆU THAM KHẢO	16

GIỚI THIỆU ĐỀ TÀI

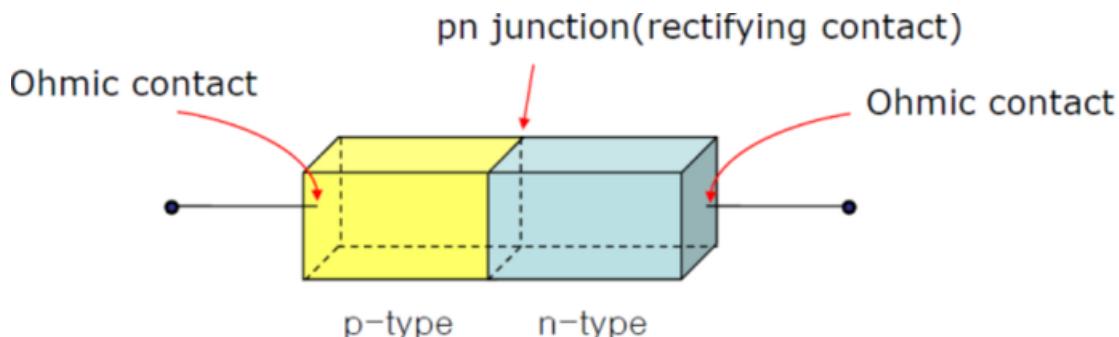
Updating!!

GIỚI THIỆU MẠCH

2.1 CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1.1 Khái niệm Diode và nguyên lý hoạt động.

- Diode bán dẫn (hay gọi tắt là Diode) là một loại linh kiện bán dẫn chỉ cho phép dòng điện đi qua theo một chiều mà không cho dòng điện đi qua theo chiều ngược lại.
- Các loại Diode đều có cấu tạo chung là một khối bán dẫn loại P ghép với một khối bán dẫn loại N được nối với 2 chân ra là Anod (khối P) và Katod (khối N) thông qua tiếp xúc Ohm.



Hình 2.1: Cấu tạo của Diode

- Ở phần này chúng ta sẽ không đi tìm hiểu sâu về sự hình của miền nghèo, sự phân bố điện tử và lỗ trong các khối P,N.

- Nguyên lý hoạt động của Diode:

- Khi ta đặt một điện áp $V_{AK} \geq V_{ON}$ vào 2 đầu của Diode thì miền nghèo thu hẹp và biến mất, lúc này tại tiếp giáp giữa 2 khối cho các hạt dẫn đi qua và Diode dẫn điện theo chiều từ Anod đến Katod.
- Khi ta đặt một điện áp $V_{AK} < V_{ON}$ vào 2 đầu của Diode thì miền nghèo mở rộng, lúc này tại tiếp giáp giữa 2 khối không cho các hạt dẫn đi qua và Diode không dẫn điện.

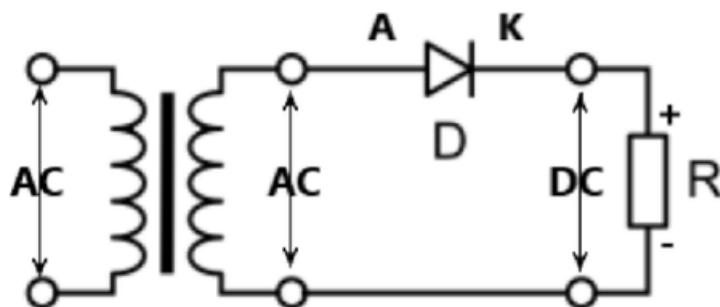
- Có nhiều loại Diode như: Diode chỉnh lưu, Diode Zener, LED, Diode biến dung,... Chúng ta sẽ cùng đi tìm hiểu về Diode chỉnh lưu và các ứng dụng của chúng trong các mạch điện.

2.1.2 Giới thiệu về mạch chỉnh lưu.

- Mạch chỉnh lưu là một mạch điện bao gồm các linh kiện điện tử dùng để biến đổi dòng điện xoay chiều thành dòng điện một chiều.
- Mạch chỉnh lưu được dùng trong các bộ nguồn cung cấp dòng một chiều, các mạch tách sóng tín hiệu vô tuyến trong các thiết bị vô tuyến.

2.1.3 Các loại mạch chỉnh lưu và nguyên lý hoạt động.

* **Mạch chỉnh lưu bán kỵ.**

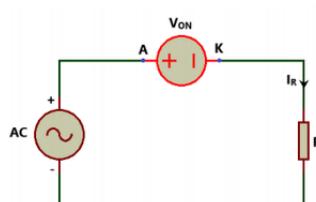


Hình 2.2: Sơ đồ cấu tạo mạch chỉnh lưu bán kỵ

- **Cấu tạo:** Máy biến áp, Diode chỉnh lưu, R_{tai} .

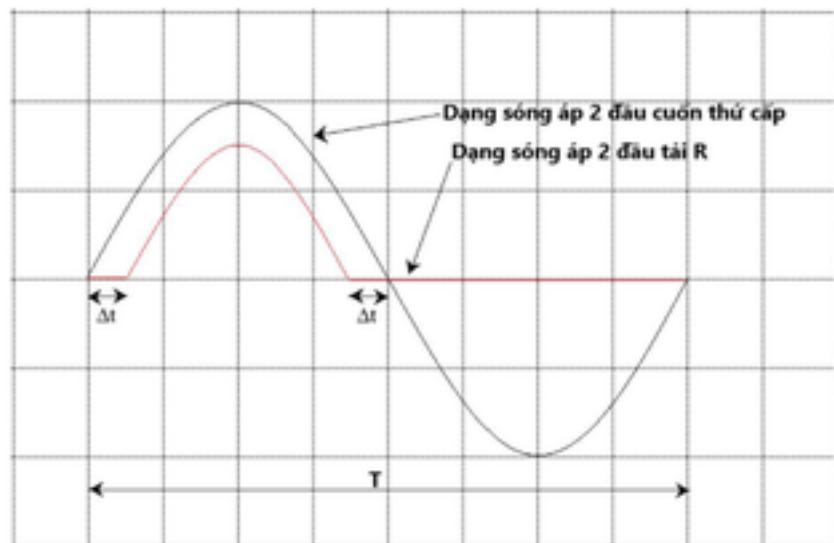
- **Máy biến áp:** Dùng để tăng hoặc hạ áp theo nhu cầu điện áp đầu ra; chúng ta cũng có thể sử dụng máy biến áp với tỉ số vòng dây là 1 : 1 để bảo vệ nguồn khi xảy ra sự cố bên tải.
- **Diode:** Có chức năng biến đổi dòng xoay chiều thành dòng một chiều.

- **Nguyên lý hoạt động:** Xét trong một chu kỳ của sóng sin ở cuộn thứ cấp. Trong phase dương của sóng sin thì điện áp $V_{AK} \geq V_{ON}$ khi này Diode ở chế độ ON và có dòng điện chạy qua tải R theo hướng từ trên xuống dưới như *Hình 2.2*, biên độ điện áp đầu ra trên tải R có giá trị bằng $V_{p-AC}-V_{ON}$ (dùng mô hình sụt áp hằng cho Diode); tuy nhiên vì trong khoảng thời gian Δt (ký hiệu như *Hình 2.4*) ở đầu và cuối phase dương thì $0 < V_{AK} < V_{ON}$ nên Diode ở chế độ OFF và hở mạch cho nên ta có dạng sóng trên tải trong khoảng thời gian Δt này là một đoạn thẳng.



Hình 2.3: Sơ đồ mạch khi Diode ở chế độ ON

Trong phase âm của sóng sin thì $V_{AK} < 0$ và Diode ở chế độ OFF, lúc này tại Diode hở mạch và không có dòng chạy qua cho nên áp trên tải bằng 0 dẫn đến dạng sóng hiển thị trên dao động ký là một đoạn thẳng.



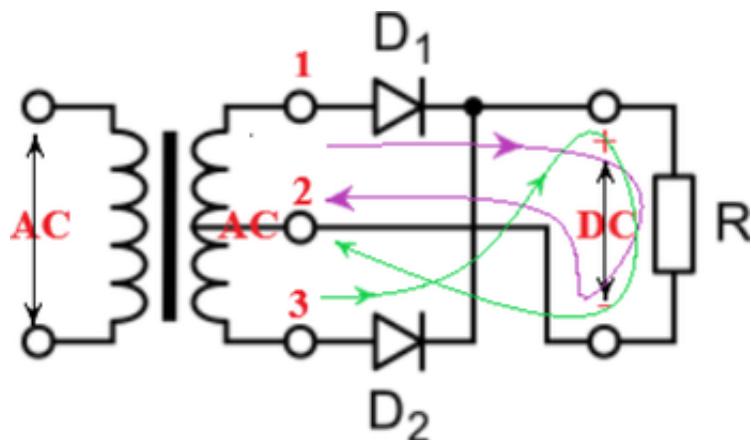
Hình 2.4: Dạng sóng trước và sau khi chỉnh lưu bán kỵ.

- **Nhận xét:**

- **Ưu điểm:** Mạch có cấu tạo đơn giản, chỉ dùng một Diode.
- **Nhược điểm:** Hiệu suất sử dụng biến áp nguồn thấp vì chỉ chỉnh được bán kỵ dương của nguồn AC, dạng sóng DC ra có độ gợn lớn nên việc lọc sẽ khó. → hiệu quả kém.
→ Chính vì những nhược điểm này nên mạch chỉnh lưu bán kỵ ít được ứng dụng trong thực tế.

* **Mạch chỉnh lưu toàn kỵ.**

a) **Mạch chỉnh lưu toàn kỵ dùng 2 Diode.**



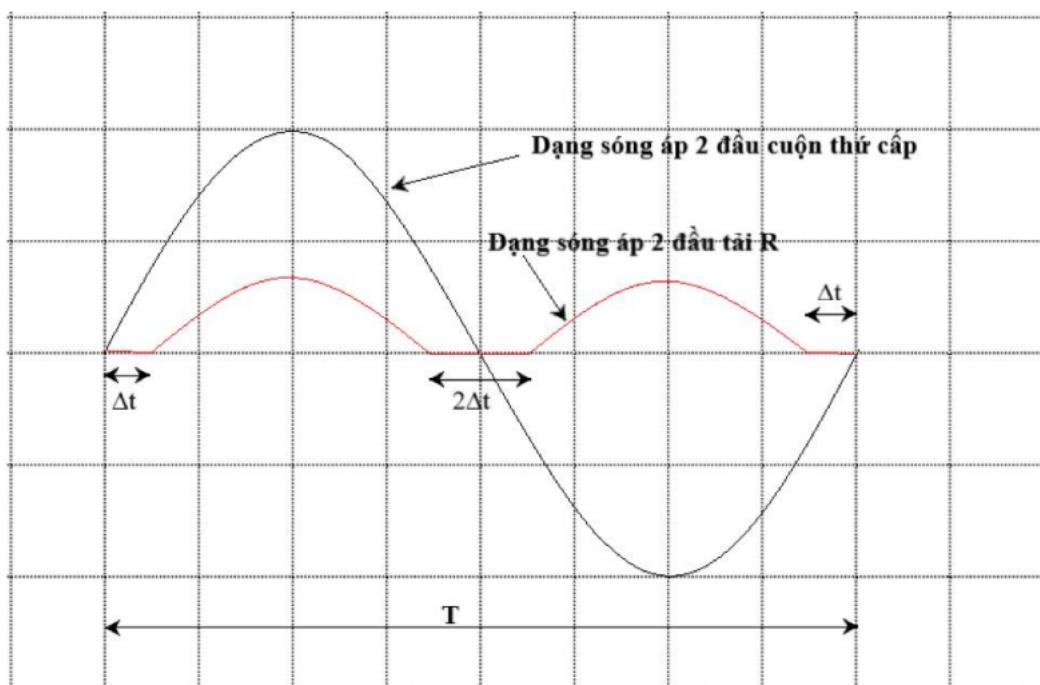
Hình 2.5: Sơ đồ cấu tạo mạch chỉnh lưu toàn kỵ dùng 2 Diode.

- **Cấu tạo:** Máy biến áp, 2 Diode chỉnh lưu, R_{tai} .

Máy biến áp: Dùng để tăng hoặc hạ áp theo nhu cầu điện áp đầu ra; chúng ta cũng có thể sử dụng máy biến áp với tỉ số vòng dây là 1 : 1 để bảo vệ nguồn khi xảy ra sự cố bên tải. Máy biến áp có 3 đầu ra và có $N_{12} = N_{23}$

Diode: Có chức năng biến đổi dòng xoay chiều thành dòng một chiều.

- **Nguyên lý hoạt động:** Xét trong một chu kỳ của sóng sin ở cuộn thứ cấp. Trong bán kỲ dương ta có $V_{12} \geq V_{ON1}$ và $V_{32} < 0 < V_{ON2} \rightarrow D1$ ON và $D2$ OFF; khi này dòng điện chạy trong mạch theo đường màu tím và điện áp DC trên tải R có biên độ bằng $V_{12}-V_{ON1}$ (theo mô hình sụt áp hằng). Trong bán kỲ âm ta có $V_{32} \geq V_{ON2}$ và $V_{12} < 0 < V_{ON1} \rightarrow D1$ OFF và $D2$ ON; khi này dòng điện chạy trong mạch theo đường màu xanh lục và điện áp DC trên tải R có biên độ bằng $V_{32}-V_{ON2}$ (theo mô hình sụt áp hằng).



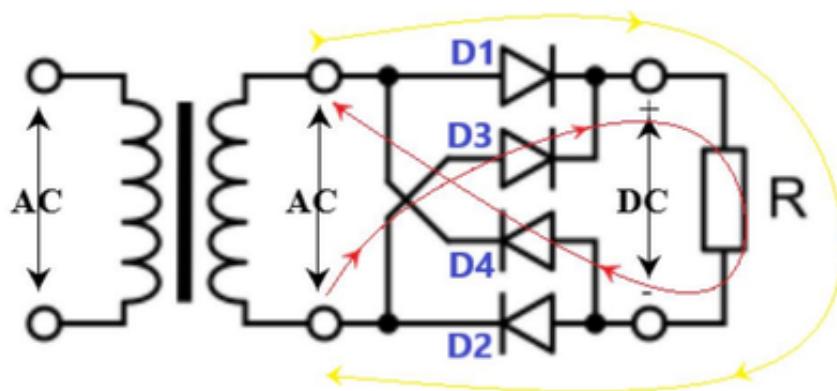
Hình 2.6: Dạng sóng trước và sau khi chỉnh lưu toàn kỲ dùng 2 Diode

Trong các khoảng thời gian Δt và $2\Delta t$ thì cả 2 Diode đều ở chế độ OFF dẫn đến không có dòng qua tải R và áp trên tải bằng 0 cho nên ta quan sát được một đoạn thẳng trong các khoảng thời gian này

- **Nhận xét:**

- **Ưu điểm:** Mạch điện đơn giản, chỉ dùng 2 Diode và dạng sóng ngõ ra có độ gợn nhỏ.
- **Nhược điểm:** Biến áp nguồn có cấu tạo phức tạp vì 2 cuộn dây ra phải có số vòng dây bằng nhau, Diode chịu điện áp ngược cao, điện áp ra có biên độ nhỏ vì chỉ lấy nửa biên độ ở nguồn AC đầu thứ cấp để chỉnh lưu

b) Mạch chỉnh lưu toàn kỲ dùng 4 Diode (cầu Diode).

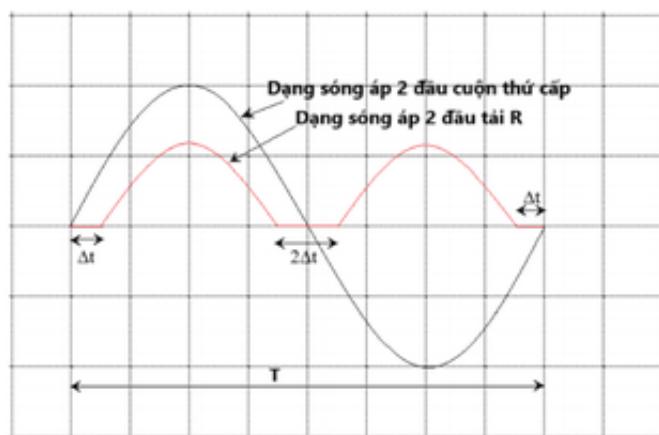


Hình 2.7: Sơ đồ cấu tạo mạch chỉnh lưu toàn kỲ dùng 4 Diode.

- **Cấu tạo:** Máy biến áp, 4 Diode chỉnh lưu, R_{tai} .

- **Máy biến áp:** dùng để tăng hoặc hạ áp theo nhu cầu điện áp đầu ra; chúng ta cũng có thể sử dụng máy biến áp với tỉ số vòng dây là 1 : 1 để bảo vệ nguồn khi xảy ra sự cố bên tải.
- **Diode:** Có chức năng biến đổi dòng xoay chiều thành dòng một chiều.

- **Nguyên lý hoạt động:** xét trong một chu kỳ của sóng sin ở cuộn thứ cấp. Trong bán kỲ dương thì $V_{D1,D2} \geq V_{ON1,2}$ và $V_{D3,D4} < V_{ON3,4}$ làm cho D1, D2 ở chế độ ON còn D3, D4 ở chế độ OFF, có dòng điện chạy từ D1 → R → D2 và biên độ điện áp trên tải R được tính bằng $V_{p-AC}-2V_{ON1/2}$ (dùng mô hình sụt áp hằng và giả sử $V_{ON1} = V_{ON2}$). Trong bán kỲ âm thì $V_{D3,D4} \geq V_{ON3,4}$ và $V_{D1,D2} < V_{ON1,2}$ làm cho D1, D2 ở chế độ OFF còn D3, D4 ở chế độ ON, lúc này trong mạch có dòng chạy từ D3 → R → D4 và biên độ điện áp trên tải R được tính bằng $V_{p-AC}-2V_{ON3/4}$ (dùng mô hình sụt áp hằng và giả sử $V_{ON3} = V_{ON4}$).



Hình 2.8: Dạng sóng trước và sau khi chỉnh lưu toàn kỲ dùng 4 Diode.

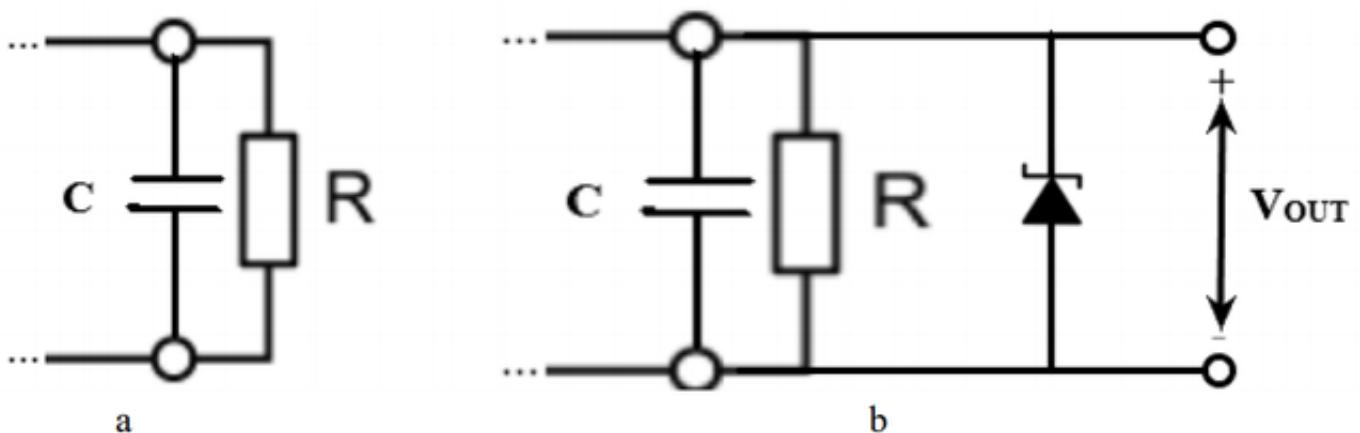
Trong khoảng thời gian Δt và $2\Delta t$ thì cả 4 Diode đều ở chế độ OFF nên không có dòng chạy qua R tải làm cho áp trên tải R bằng 0 nên dạng sóng được hiển thị trong khoảng thời gian này là một đoạn thẳng như *Hình 2.8*

- **Nhận xét:**

- **Ưu điểm:** Hiệu suất cao vì sử dụng toàn bộ chu kỳ và biên độ điện áp của nguồn AC vào, dạng sóng ra có độ gợn sóng nhỏ, biên độ áp ra lớn hơn so với trường hợp dùng 2 Diode
- **Nhược điểm:** Mạch phức tạp hơn so với chỉnh lưu toàn kỳ 2 Diode và chỉnh lưu bán kỳ, dùng nhiều Diode
 - Thường được sử dụng nhiều trong thực tế

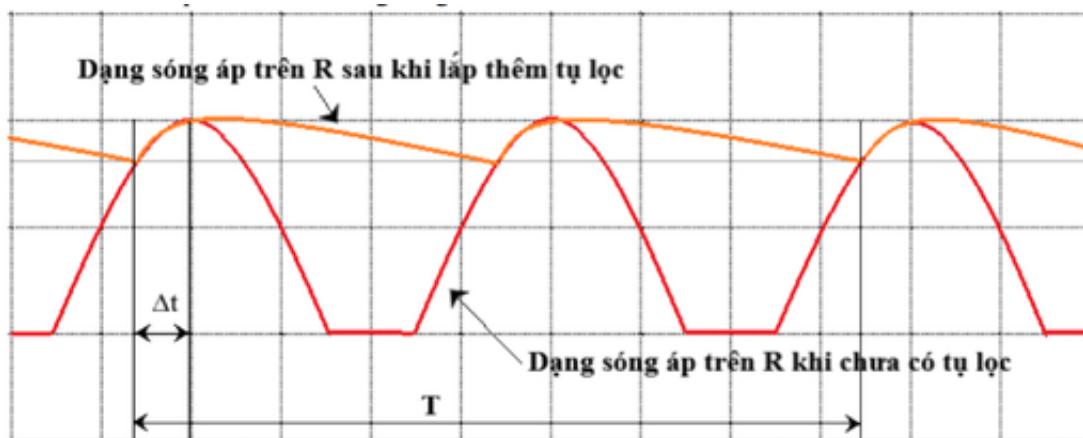
2.1.4 Tụ lọc và ổn áp điện áp ngõ ra.

- Sau khi đi qua các Diode chỉnh lưu thì ta đã thu được nguồn điện DC nhưng nguồn DC này lại không phẳng mà có dạng điện áp như 3 mạch chỉnh lưu phía trên. Để làm giảm độ gợn này ta sẽ gắn thêm các tụ điện song song với R tải như *Hình 2.9*



Hình 2.9: Tải khi có tụ lọc và Diode zener.

- Hình 2.10 với đường màu đỏ là dạng sóng trên tải R khi không có tụ điện, còn đường màu cam là khi đã lắp thêm tụ lọc song song với R.



Hình 2.10: Dạng sóng ngõ ra trên R trong mạch chỉnh lưu dùng cầu Diode trước và sau khi lắp tụ.

- Trong khoảng thời gian Δt thì Diode ON và áp trên 2 đầu tụ C nhỏ hơn áp trên R nên tụ được nạp điện liên tục, đến khi hết thời gian Δt thì điện áp ngõ vào giảm làm cho áp trên R giảm và khi này tụ bắt đầu xả điện tích qua tải R; khi tụ đang xả thì điện áp ngõ vào lại tăng và lúc này điện áp trên 2 đầu tụ nhỏ hơn áp ngõ vào nên tụ lại được nạp lại.
→ Sau khi lắp thêm tụ lọc thì điện áp ngõ ra đã ổn định hơn và chỉ bị sụt một khoảng rất nhỏ so với khi chưa lắp tụ.

- Khi điện áp ngõ ra đã được lọc ổn định hơn thì ta có thể dùng Diode zener để ổn định điện áp ngõ ra ở một mức cố định để có thể dùng có các tải bằng cách mắc song song như *Hình 2.9*. Ta phải tính toán R tải sao cho điện áp trên 2 đầu Zener nằm trong mức ổn định mà Zener có thể hoạt động tốt được.

2.1.5 Ứng dụng của mạch chỉnh lưu AC/DC.

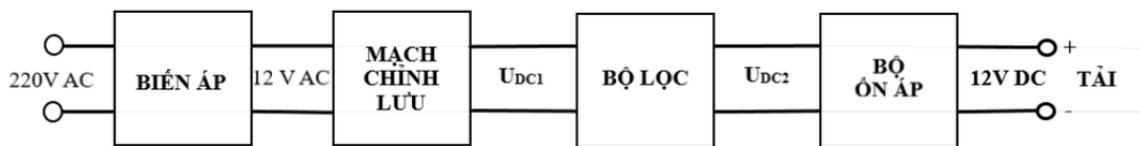
- Hầu hết các thiết bị điện tử đều sử dụng nguồn DC nên mạch chỉnh lưu được sử dụng trong tất cả các linh kiện điện tử và đây cũng là ứng dụng phổ biến nhất của mạch chỉnh lưu.
- Các mạch chỉnh lưu cũng được ứng dụng trong mạch tách sóng các tín hiệu vô tuyến.



Hình 2.11: Mạch chỉnh lưu AC/DC.

PHÂN TÍCH MẠCH

3.1 Sơ đồ khôi.

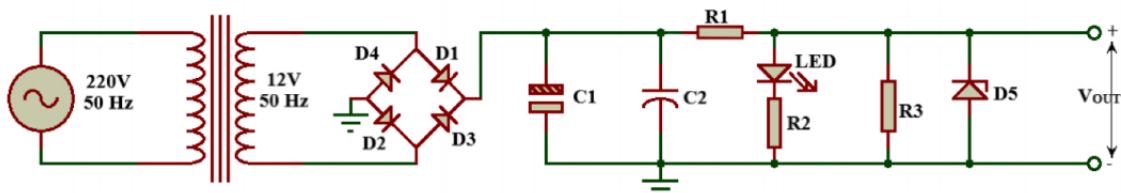


Hình 3.1: Sơ đồ khôi mạch chỉnh lưu AC/DC.

- Điện áp vào AC: $220V_{rms}$ - $50Hz$

- Điện áp ra DC: 12V

3.2 Sơ đồ nguyên lý.



Hình 3.2: Sơ đồ nguyên lý mạch chỉnh lưu 220V AC → 12V DC.

- Máy biến áp có chức năng hạ áp từ $220V_{rms}$ xuống còn $12V_{rms}$

- Cầu Diode dùng để chỉnh lưu dòng AC sang DC như đã nêu ở phần trước. Ví dụ này ta dùng cầu Diode GBU808 có $V_{max} = 800V$ và $I_{max} = 8A$

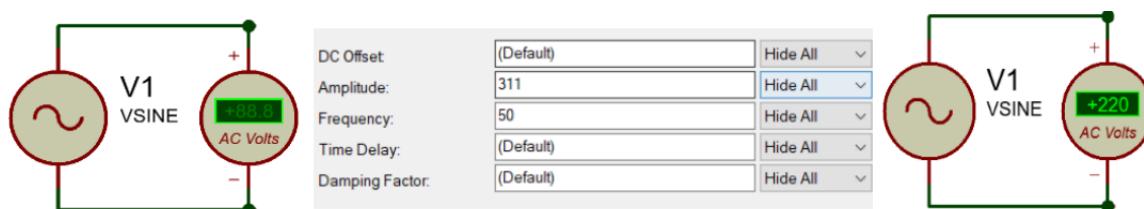
- Tụ C1 và C2 có chức năng tích điện làm phẳng tín hiệu điện áp đầu ra. Tụ C1 có thể chọn các giá trị lớn hơn $100F$, ở ví dụ này ta dùng tụ $C1 = 2200\mu F$, $V_{max} = 25V$; tương tự tụ C2 cũng có thể chọn các giá trị lớn hơn $100\mu F$, ở ví dụ này ta dùng tụ $C2 = 330nF$, $V_{max} = 50V$

- Điện trở R1 có chức năng hạn dòng cho phía sau và làm giảm điện áp xuống ngưỡng hoạt động của Diode zener, thông thường điện trở có giá trị từ $5 - 50\omega$. Ở ví dụ này ta chọn $R1 = 30\omega$

- LED có chức năng báo nguồn và điện trở R2 có chức năng hạn dòng qua LED để bảo vệ LED, chọn $R2 = 330\omega$ cho ví dụ này.
- Điện trở R3 có chức năng phụ tải cho tải chính được lắp ngoài V_{OUT} , và chia dòng giúp giảm dòng qua D5 tránh hư hỏng Diode zener D5.
- Diode zener D5 có chức năng ổn áp điện áp ngõ ra VOUT ở mức cố định. Ta dùng Diode zener 1N4742A để ổn áp điện áp ngõ ra là 12V.

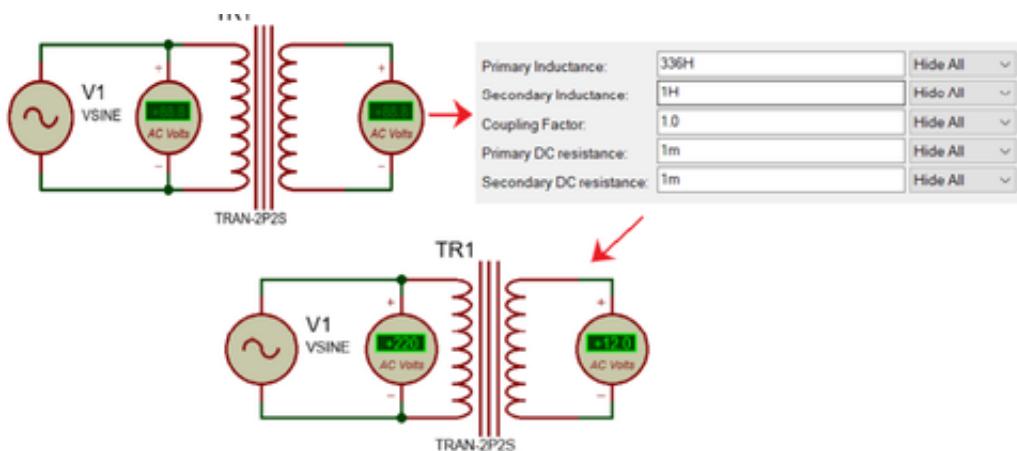
3.2.1 Mô phỏng bằng phần mềm proteus

- Chọn nguồn VSINE và chỉnh biên độ, tần số như *Hình 3.3*. Đo kiểm tra điện áp của nguồn.Tần số 50Hz là tần số lưới điện Việt Nam.



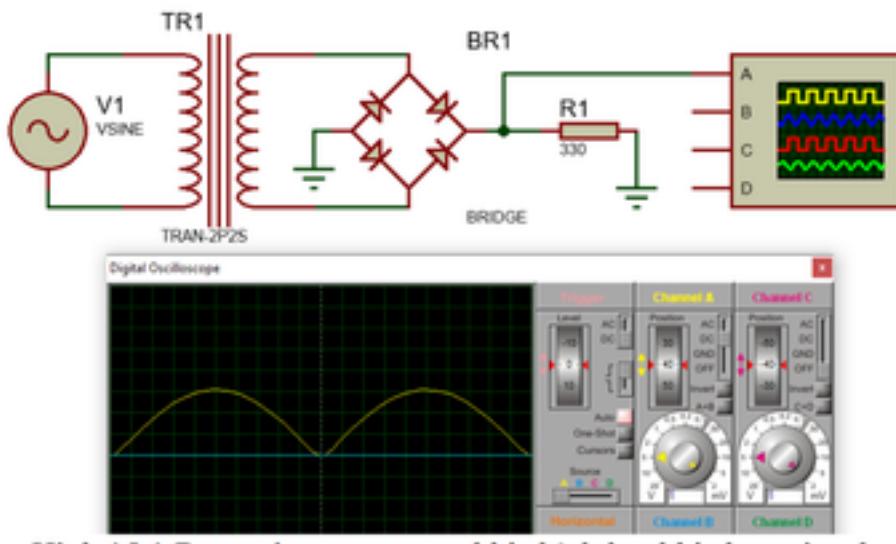
Hình 3.3: Thiết lập nguồn AC trong Proteus

- Lấy máy biến áp và chỉnh giá trị của máy biến áp như *Hình 3.4*. Primara Inductance (PI) là cảm kháng cuộn dây sơ cấp, Secondary Inductance (SI) là cảm kháng cuộn dây thứ cấp.
- Ta có tỉ số: $\frac{PI}{SI} = \left(\frac{V_{in}}{V_{out}}\right)^2 \rightarrow PI = SI * \left(\frac{V_{in}}{V_{out}}\right)^2 = 1 * \left(\frac{220}{12}\right)^2 = 336$



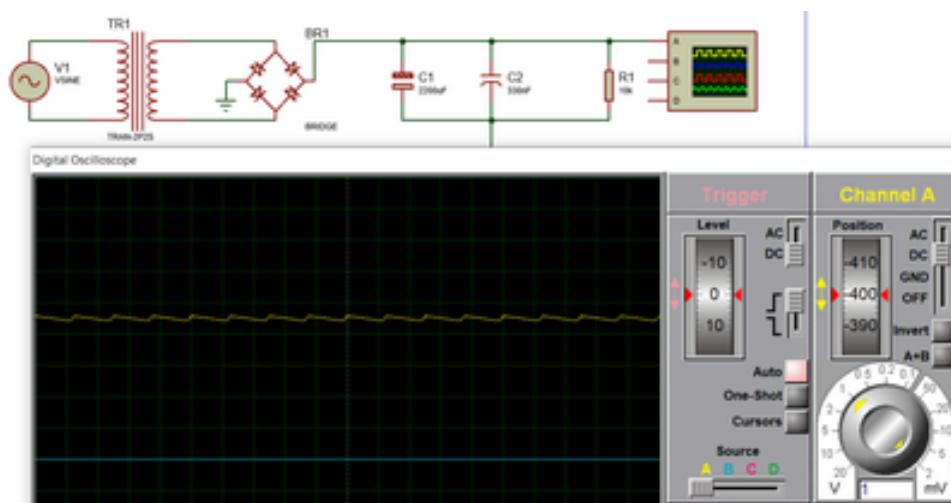
Hình 3.4: Thiết lập máy biến áp và kiểm tra giá trị đầu ra.

- Tiến hành lấy cầu Diode và kiểm tra dạng sóng ngõ ra khi chưa có tụ lọc. Quan sát *Hình 3.5*



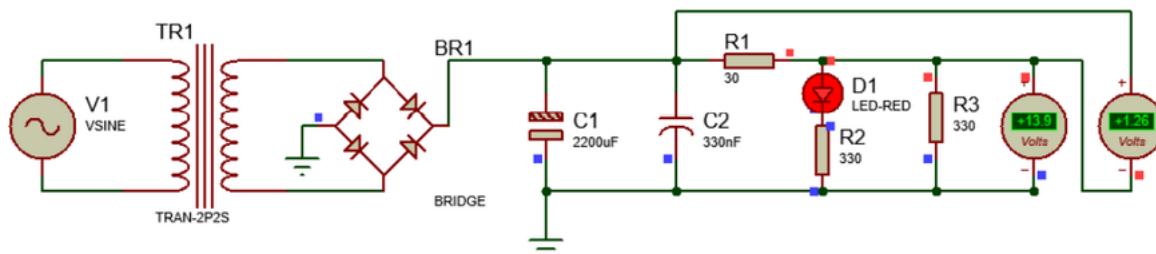
Hình 3.5: Dạng sóng ngõ ra sau khi chỉnh lưu khi chưa có tụ lọc

- Quan sát biên độ trên dao động ký ta thấy V_{PP-OUT} khi chưa lắp thêm tụ có giá trị tầm 15V, theo lý thuyết ta có $V_{PP-OUT} = 17 - 2 * V_{ON}$.
- Lắp thêm tụ C1,C2 để lọc nguồn và tải R1 để xả ta thu được điện áp ngõ ra có độ gợn nhỏ giảm như *Hình 3.6*



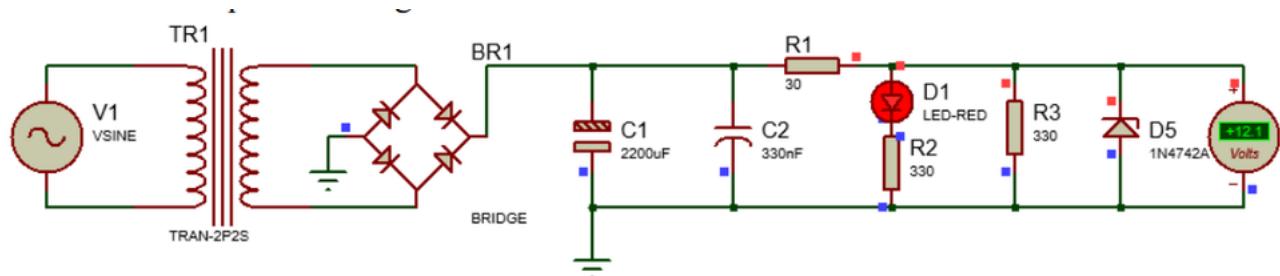
Hình 3.6: Nguồn ra sau khi lắp thêm tụ lọc.

- Lắp thêm tụ C1, C2 để lọc gọn và các linh kiện còn lại như *Hình 3.7*

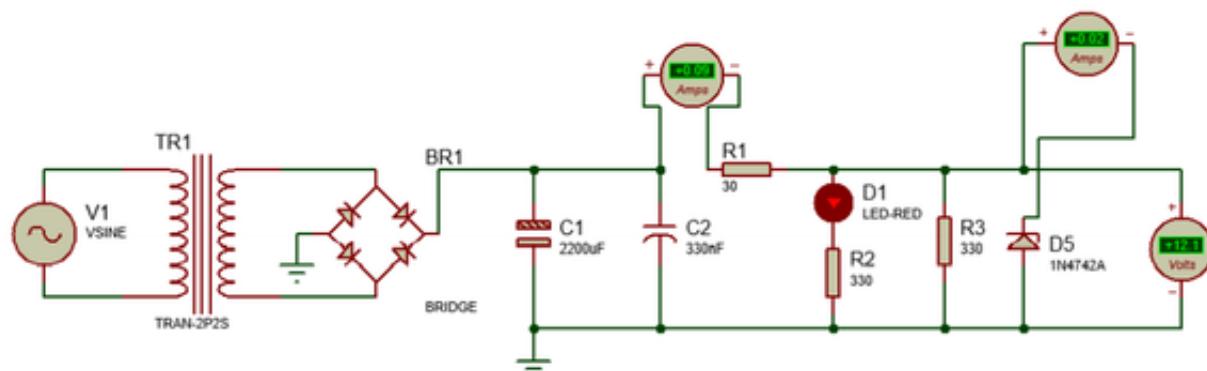


Hình 3.7: Điện áp ngõ ra sau khi được lọc gọn, hạn dòng và cho sụt áp trên R1.

- Như *Hình 3.7* sau khi qua R1 thì điện áp ngõ ra chỉ còn khoảng 14 V và điện áp này là thuận lợi cho Diode zener hoạt động và ổn áp đầu ra.Tiếp theo ta sẽ lắp thêm Diode zener 1N4742A để ổn áp đầu ra bằng 12 V.



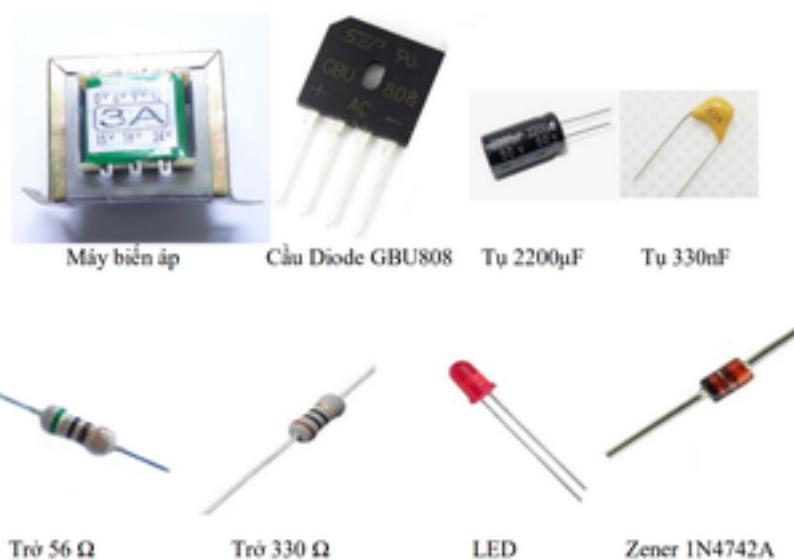
Hình 3.8: Mạch hoàn chỉnh với điện áp ngõ ra là 12V



Hình 3.9: Dòng qua R1 và dòng qua Diode zener.

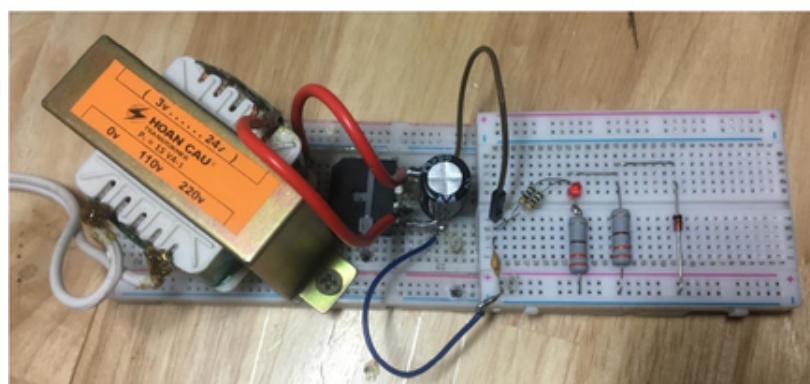
MẠCH THỰC TẾ

4.1 Các linh kiện chuẩn bị

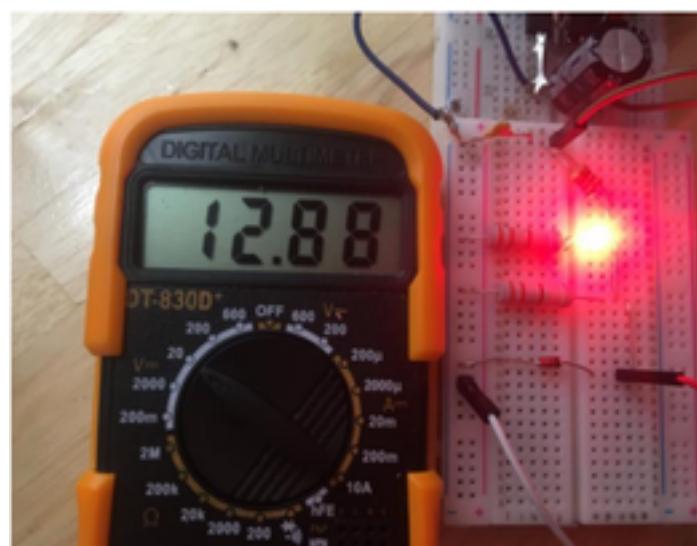


Hình 4.1: Các linh kiện chuẩn bị.

4.2 Mạch thực tế



Hình 4.2: Mạch chỉnh lưu và ổn áp AC/DC thực tế.



Hình 4.3: Điện áp ngõ ra thực tế.

Tài liệu tham khảo

- [1] Simon M.Sze,Ming-Kwei Lee - *Semiconductor Devices: Physics and Technology, 3rd Edition* - National Chiao Tung University _National Xano Device Laboratories [distributor] (2001)