

Lab2- DIODE AND POWER SUPPLY

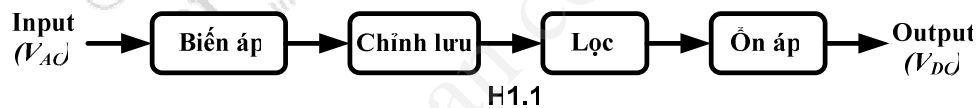
Mục đích

- [1] *Nắm vững nguyên lý hoạt động của mạch chỉnh lưu bán sóng và toàn sóng*
- [2] *Đo đạc các thông số để so sánh mạch chỉnh lưu bán sóng và toàn sóng*
- [3] *Nắm vững nguyên lý hoạt động của các mạch ổn áp cơ bản dùng zener & hồi tiếp*
- [4] *Đo đạc các thông số để so sánh mạch ổn áp dùng zener & hồi tiếp*
- [5] *Nắm vững cấu trúc của một bộ nguồn DC cơ bản*

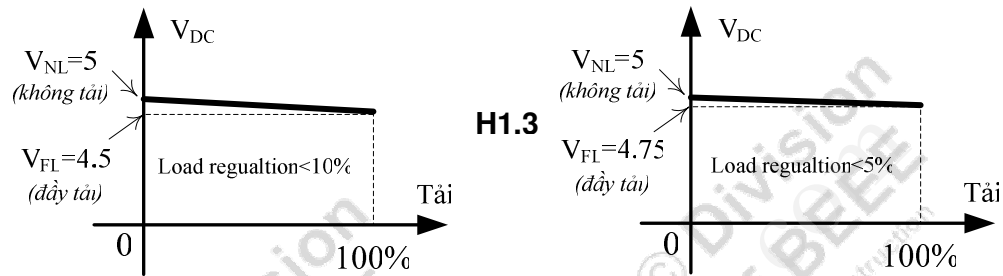
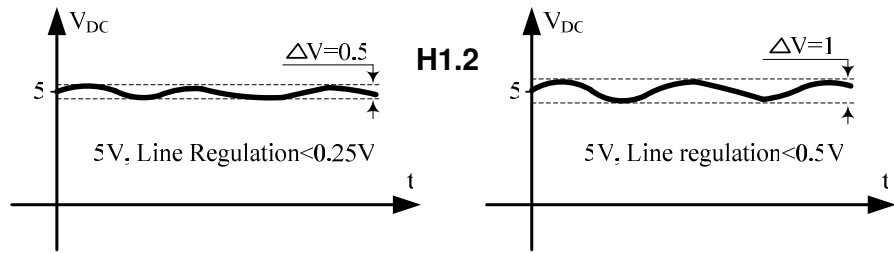
1. Kiến thức cơ bản

1.1. Bộ nguồn DC

Bộ nguồn DC là thành phần vô cùng quan trọng trong các thiết bị điện tử (TV, radio, máy vi tính,...). Trên thực tế có nhiều loại nguồn DC tùy thuộc vào yêu cầu sử dụng, trong bài này ta chỉ tập trung vào việc khảo sát cấu trúc cơ bản của bộ nguồn DC tuyến tính như **H1.1**.



Cấu trúc bên trong có thể thay đổi tùy theo người thiết kế và công nghệ hiện tại, trong bài này ta chỉ khảo sát những dạng cấu trúc cơ bản nhất. Điều quan trọng là chúng ta phải nắm được ý nghĩa các thông số vào/ra của một bộ nguồn DC. Ví dụ ta thấy một bộ nguồn có ghi như sau: Input: 230V~, 50-60Hz, Output: 5V, 0.5A, Line Regulation <5mV, Load Regulation < 2%, ta sẽ hiểu như thế nào? Đó là: ngõ vào AC 50Hz hoặc 60Hz có trị hiệu dụng 230V; ngõ ra DC 5V dòng tối đa 0.5A (tải cho phép tối đa là 10Ω), độ gợn sóng lớn nhất là 0.1%, hệ số ổn áp lớn nhất là 2%. Chất lượng của các bộ nguồn DC được so sánh trên độ ổn định của nó với sự thay đổi của các tác nhân bên ngoài (điện áp vào AC, tải, nhiễu,...). Trong các bộ nguồn thông thường ta chỉ quan tâm tới hai thông số là độ gợn sóng và hệ số ổn áp. Nếu xét tải cố định, bộ nguồn DC dù tốt thế nào thì cũng không thể tạo ra điện áp ngõ ra không thay đổi theo thời gian, tức độ gợn bằng 0, khi mà điện áp ngõ vào thay đổi. Do vậy nếu hai bộ nguồn DC có cùng giá trị tầm điện áp ngõ vào, cùng điện áp và dòng tối đa ngõ ra sẽ được so sánh dựa trên độ gợn sóng tối đa. Bộ nguồn nào có độ gợn sóng càng nhỏ thì chất lượng của nó càng tốt. Ví dụ xét 2 bộ nguồn có thông số ngõ ra lần lượt là: 5V, Line Regulation <0.25V và 5V, Line Regulation <0.5V sẽ có dạng sóng ngõ ra trong trường hợp xấu nhất như **H1.2**. Ngược lại nếu xét ngõ vào cố định, bộ nguồn DC dù tốt thế nào thì cũng không thể cho điện áp ra cố định, tức hệ số ổn áp bằng 0, với tất cả các tải. Xét 2 bộ nguồn với thông số ngõ ra như sau: 5V, Load Regulation <10% và 5V, Load Regulation <5%. Đồ thị thể hiện sự thay đổi của áp ra theo giá trị của tải cho trên **H1.3**

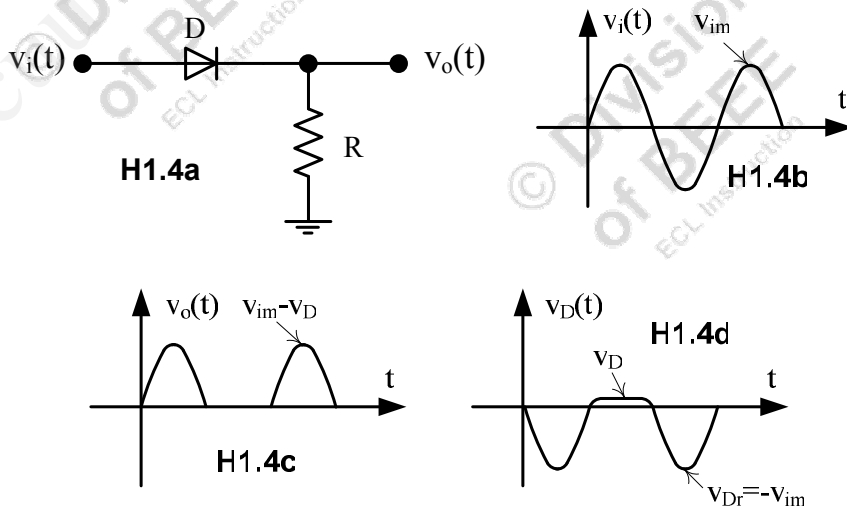


Ta có công thức tính độ gợn sóng và hệ số ổn áp như sau:

- Hệ số gợn sóng: $r = \frac{V_{AC}}{V_{DC}}$ hoặc gần đúng cho độ gợn sóng nhỏ: $r = \frac{\Delta V}{2V_{DC}}$
- Hệ số ổn áp: $VR\% = \frac{|V_{FL} - V_{NL}|}{V_{NL}} \times 100\%$

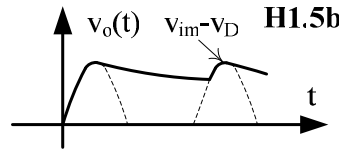
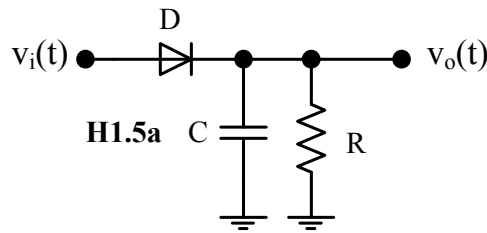
1.2. Mạch chỉnh lưu bán sóng

Sơ đồ mạch chỉnh lưu bán sóng được trình bày trên **H1.4a**, tín hiệu ngõ vào và ngõ ra được trình bày trên **H1.4b&c**. Diode chỉ được phân cực thuận và dẫn trong bán kỳ dương của ngõ vào, do vậy trong nửa chu kỳ âm sẽ có điện áp ngược đặt lên diode, dạng tín hiệu trên Diode được trình bày trên **H1.4c**.



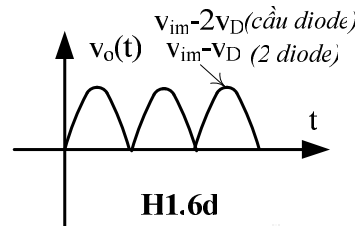
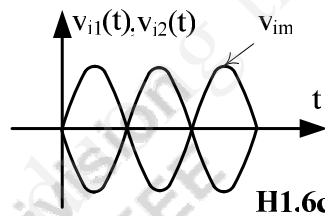
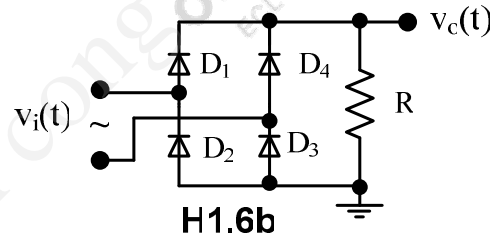
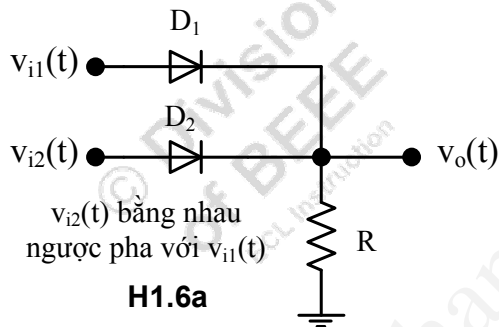
Ngõ ra là điện áp một chiều tuy nhiên độ gợn rất lớn. Để giảm độ gợn, người ta dùng bộ lọc thông thấp để giữ lại thành phần DC, trên thực tế ta thường dùng tụ lọc như trên **H1.5a**.

Muốn độ gợn sóng càng nhỏ thì giá trị điện dung càng lớn (thông thường là vài nghìn μF).
Dạng điện áp ra khi có tụ lọc được trình bày trên **H1.5b**.

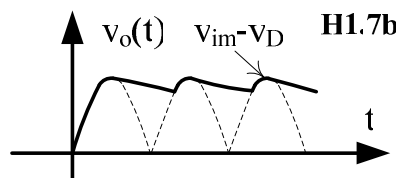
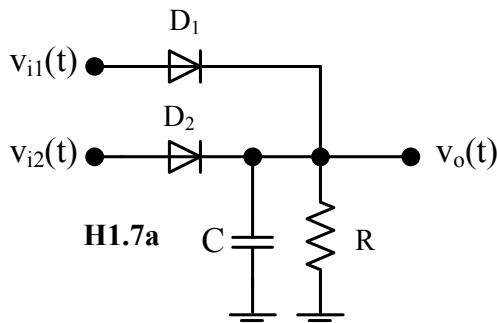


1.3. Mạch chỉnh lưu toàn sóng

Mạch chỉnh lưu toàn sóng được trình bày trên **H1.6**. **H1.6a** trình bày mạch chỉnh lưu toàn sóng dùng 2 diode và **H1.6b** trình bày mạch chỉnh lưu toàn sóng dùng cầu diode. Trong trong cả 2 mạch thì dòng qua tải R đều theo 1 chiều trong cả 2 bán kỳ. Tín hiệu vào và tín hiệu ra được trình bày trên **H1.6c & d**.



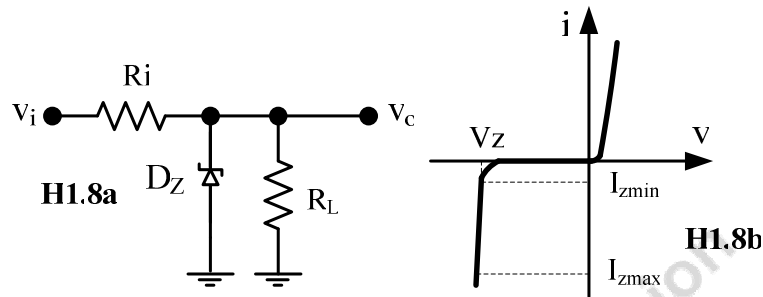
Ngõ ra là điện áp một chiều tuy nhiên độ gợn rất lớn. Để giảm độ gợn, người ta dùng bộ lọc thông thấp để giữ lại thành phần DC, trên thực tế thường dùng tụ lọc được trình bày trên **H1.7a**. Muốn độ gợn sóng càng nhỏ thì giá trị điện dung càng lớn (thông thường là vài nghìn μF). Dạng điện áp ra khi có tụ lọc được trình bày trên **H1.7b**.



1.4. Mạch ổn áp

1.4.1. Mạch ổn áp dùng Zener

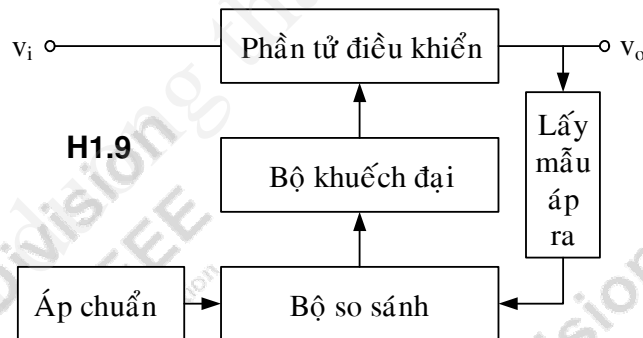
Mạch ổn áp dùng Zener được trình bày trên **H1.8a**



Để thiết kế mạch ổn áp này, ta dựa trên đặc tuyến Volt-ampere của phân tử ổn áp Zener D_Z như trên **H1.8b**, cùng với các yêu cầu đặc ra cho ngõ vào và ngõ ra của mạch. D_Z chỉ hoạt động ổn áp khi có dòng phân cực ngược nằm trong khoảng I_{Zmin} đến I_{Zmax} . I_{Zmax} có được dựa vào công suất cho phép của D_Z , I_{Zmin} thông thường được chọn bằng $0.1I_{Zmax}$. Vậy thiết kế mạch ổn áp dùng zener chính là chọn D_Z và chọn R_i sao cho thỏa mãn các yêu cầu đặt ra.

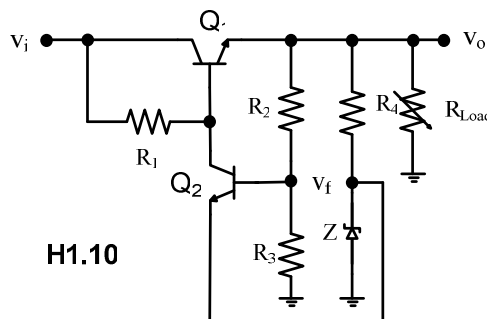
1.4.2. Mạch ổn áp hồi tiếp

Các mạch ổn áp đơn giản dùng Zener nói chung cho độ ổn áp không cao cũng như công suất ra không lớn. Để đạt được độ ổn áp cao hơn, công suất ngõ ra lớn hơn người ta dùng các mạch ổn áp có hồi tiếp. Sơ đồ khối mạch ổn áp có hồi tiếp như **H1.9**.



Nguyên lý hoạt động của mạch : Một phần điện áp ra được lấy mẫu hồi tiếp về bộ so sánh để so sánh với điện áp chuẩn. Kết quả so sánh được khuếch đại lên và đưa tới phần tử điều khiển. Phần tử điều khiển thay đổi tham số làm cho áp ra thay đổi tiệm cận dần tới giá trị áp chuẩn mong muốn.

Một mạch ổn áp hồi tiếp đơn giản được trình bày trên **H1.10**.



Q_1 : phần tử điều khiển, hoạt động ở chế độ khuếch đại

R_1 : phân cực cho Q_1 và Q_2 hoạt động

R_4 và Zener tạo điện áp tham khảo (điện áp chuẩn)

R_2, R_3 phần tử hồi tiếp lấy mẫu điện áp ra để so sánh với điện áp chuẩn

Q_2 phần tử khuếch đại sai lệch giữa điện áp hồi tiếp và điện áp chuẩn

Vì một nguyên nhân nào đó làm V_o tăng lên, sẽ làm cho điện hồi tiếp V_f tăng, Q_2 dẫn mạnh hơn, Q_1 dẫn yếu hơn và cuối cùng là V_o giảm \rightarrow ổn định tại giá trị mong muốn. Ngược lại vì một nguyên nhân nào đó làm V_o giảm xuống, sẽ làm cho điện hồi tiếp V_f giảm, Q_2 dẫn yếu hơn, Q_1 dẫn mạnh hơn và cuối cùng là V_o tăng \rightarrow ổn định tại giá trị mong muốn.

Giá trị áp ra ổn định được tính theo công thức : $V_o = \left(1 + \frac{R_2}{R_3}\right) V_f = \left(1 + \frac{R_2}{R_3}\right) (V_z + V_{BEQ2})$

2. Chuẩn bị thí nghiệm

- Đọc lại lý thuyết về mạch dùng diode : Microelectronic Circuits, fifth Edition, Sedra/Smith, pages 140-216.
- Đọc trước bài thí nghiệm
- Viết bài chuẩn bị thí nghiệm bao gồm:
 - Sơ đồ nguyên lý các mạch cần thí nghiệm
 - Viết các công thức (biểu thức chữ cuối cùng) cho các đại lượng cần đo và kết quả tính toán lý thuyết cho các đại lượng đó (nếu đủ dữ kiện)
 - Phương pháp đo đạc các đại lượng (trình bày các bước ngắn gọn)
 - Photo các bảng biểu trong tài liệu hướng dẫn thí nghiệm

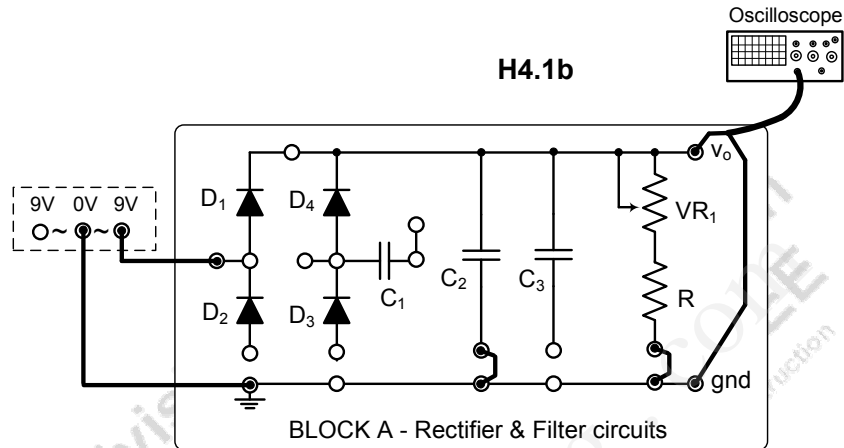
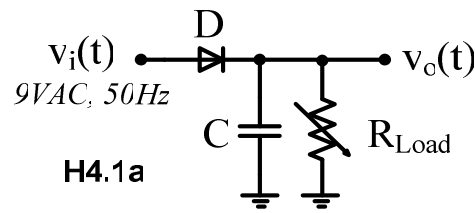
3. Dụng cụ thí nghiệm

- Bộ thí nghiệm chính **ELECTRONIC LAB ANA-MAIN**
- Module: **Diode & Power supply**
- Dao động ký: **GRS-6052A**
- Máy đo: **Fluke 45**
- Bộ dây nối

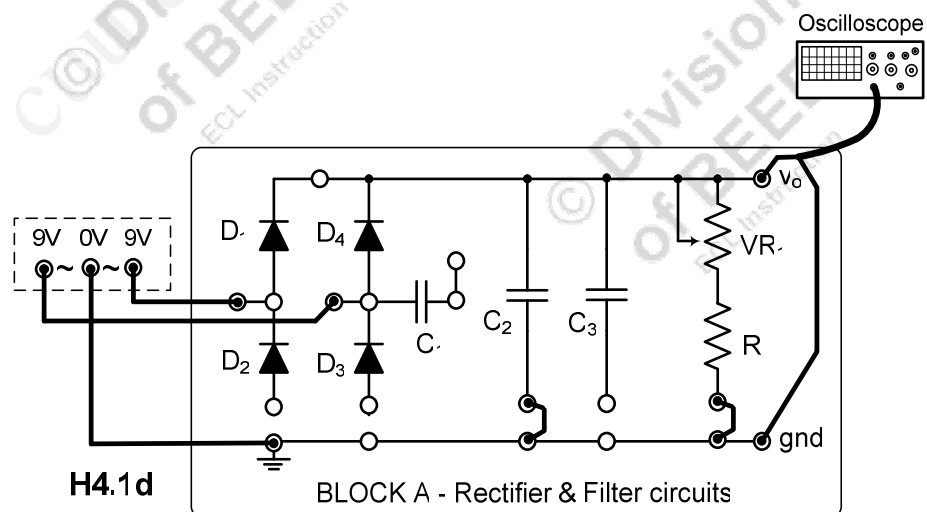
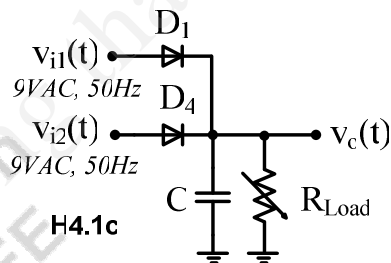
4. Thực hiện thí nghiệm

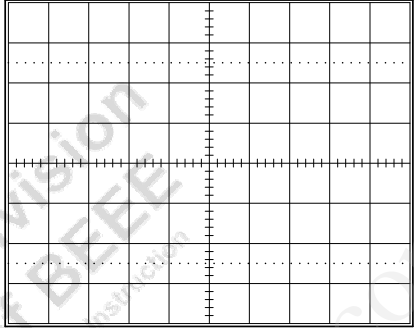
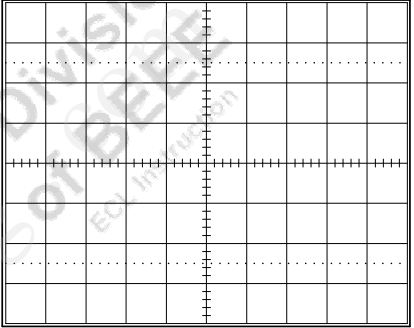
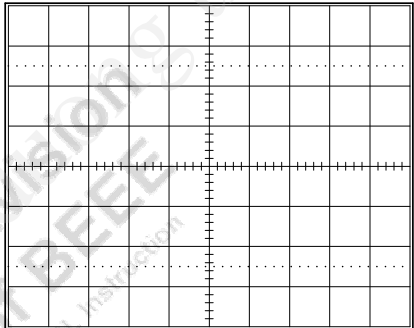
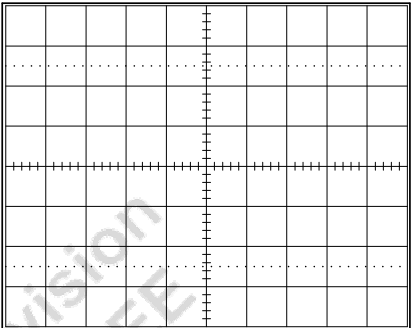
4.1. Mạch chỉnh lưu

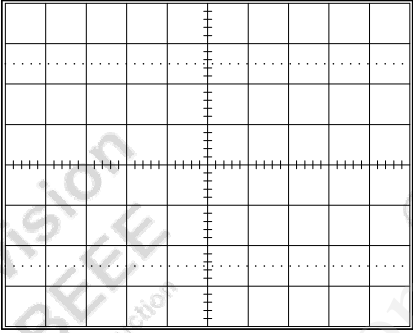
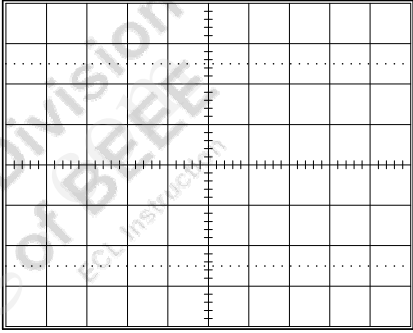
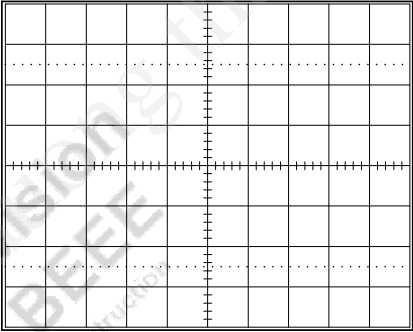
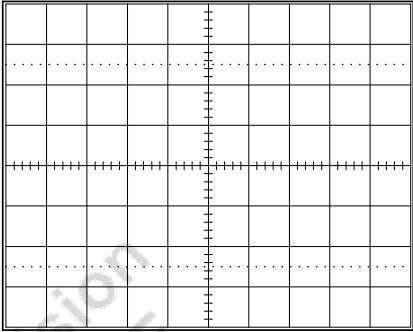
- Thực hiện mạch điện trên **H4.1a** dùng **BLOCK-A** trên **Module - Diode & Power Supply** như **H4.1b**. Trong đó: C chọn C_2, C_3 hoặc không gắn tụ điện, R_{Load} bao gồm R nối tiếp VR_1 , giá trị R_{Load} chỉnh được bằng cách chỉnh VR_1 . Dùng dao động ký, máy đo Fluke 45 để hoàn thành **Bảng 4.1a & b** phần mạch chỉnh lưu bán sóng



- Thực hiện mạch điện trên **H4.1c** dùng **BLOCK-A** trên **Module - Diode & Power Supply** như **H4.1d**. Trong đó: C chọn C_2 , C_3 hoặc không gắn tụ điện, R_{Load} bao gồm R nối tiếp VR_1 , giá trị R_{Load} chỉnh được bằng cách chỉnh VR_1 . Dùng dao động ký, máy đo Fluke 45 để hoàn thành **Bảng 4.1a** phần mạch chỉnh lưu toàn sóng

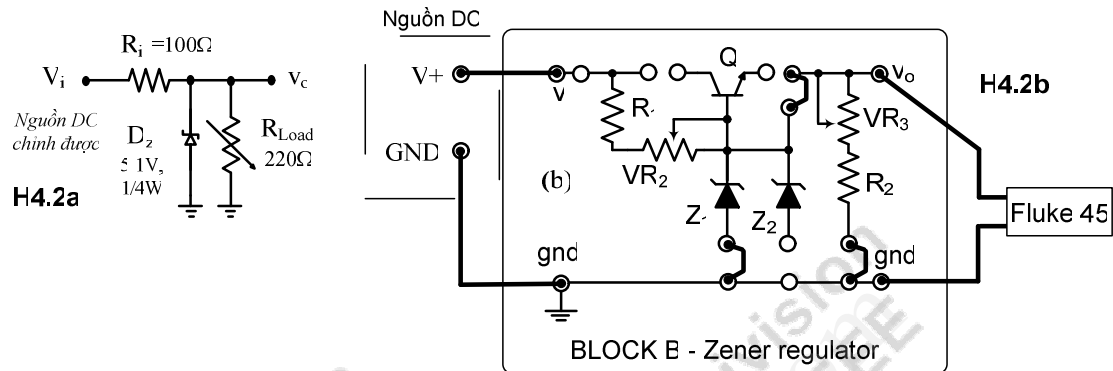


Bảng 4.1a - Kết quả đo đặc mạch chỉnh lưu																
Trường hợp	Mạch chỉnh lưu bán sóng								Mạch chỉnh lưu toàn sóng							
	V_{im}	V_{omax}	V_{omin}	V_{oDC}	V_{oAC}	V_D	V_{Dr}	r	V_{im}	V_{omax}	V_{omin}	V_{oDC}	V_{oAC}	V_D	V_{Dr}	r
$C=0$ $R_{Load}=Max$																
	$v_o(t)$  VOLTS/DIV 5V, TIME/DIV 5ms, Mode DC								$v_o(t)$  VOLTS/DIV 5V, TIME/DIV 5ms, Mode DC							
$C=C_3=47\mu F$ $R_{Load}=500\Omega$																
	$v_o(t)$  VOLTS/DIV 5V, TIME/DIV 5ms, Mode DC								$v_o(t)$  VOLTS/DIV 5V, TIME/DIV 5ms, Mode DC							

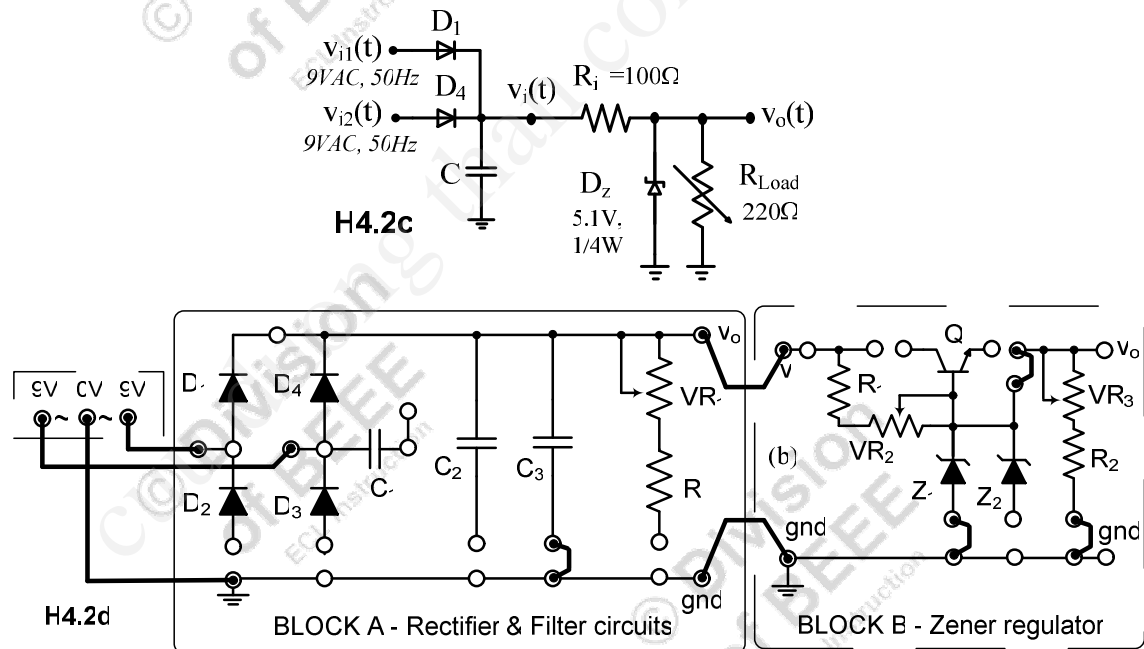
Bảng 4.1b. Kết quả đo đặc mạch chỉnh lưu																
Trường hợp	Mạch chỉnh lưu bán sóng								Mạch chỉnh lưu toàn sóng							
$C=C_2=22\mu\text{F}$ $R_{\text{Load}}=500\Omega$	V_{im}	V_{omax}	V_{omin}	V_{oDC}	V_{oAC}	V_{D}	V_{Dr}	r	V_{im}	V_{omax}	V_{omin}	V_{oDC}	V_{oAC}	V_{D}	V_{Dr}	r
	$v_o(t)$  VOLTS/DIV 5V, TIME/DIV 5ms, Mode DC								$v_o(t)$  VOLTS/DIV 5V, TIME/DIV 5ms, Mode DC							
$C=C_2=22\mu\text{F}$ $R_{\text{Load}}=200\Omega$	V_{im}	V_{omax}	V_{omin}	V_{oDC}	V_{oAC}	V_{D}	V_{Dr}	r	V_{im}	V_{omax}	V_{omin}	V_{oDC}	V_{oAC}	V_{D}	V_{Dr}	r
	$v_o(t)$  VOLTS/DIV 5V, TIME/DIV 5ms, Mode DC								$v_o(t)$  VOLTS/DIV 5V, TIME/DIV 5ms, Mode DC							

4.2. Mạch ổn áp

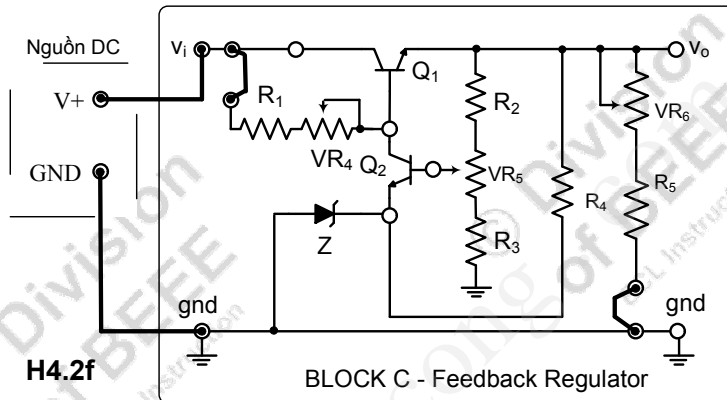
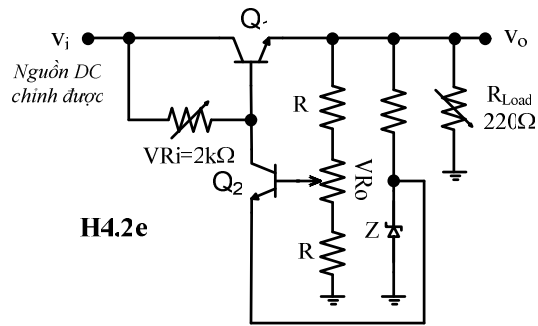
- Thực hiện mạch trên **H4.2a** dùng **BLOCK-B** trên **Module - Diode & Power Supply** như **H4.2b**. R_i bao gồm R₁ nối tiếp VR₂, R_{Load} bao gồm R₂ nối tiếp VR₃, D_z là Z₁. Hãy thực hiện đo đặc các số liệu để hoàn thành **Bảng 4.2a**, phần mạch ổn áp dùng zener.



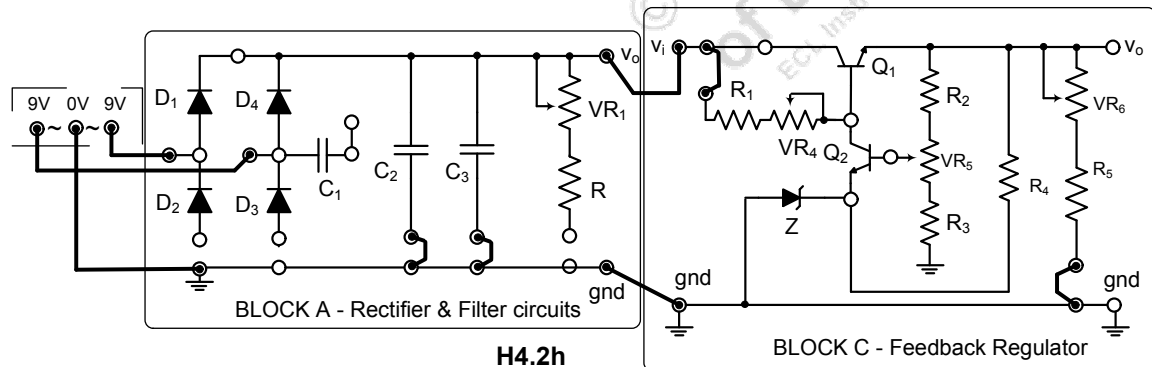
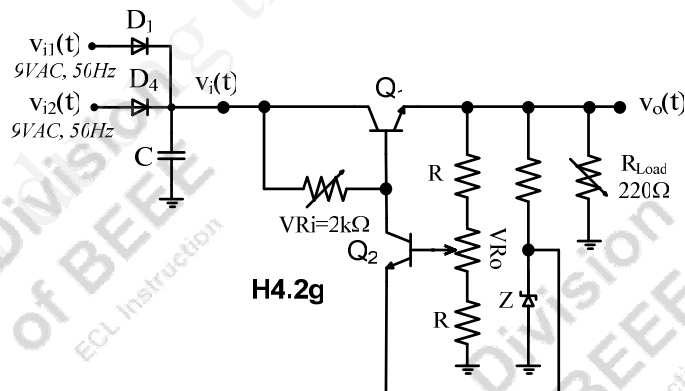
- Thực hiện mạch trên hình **H4.2c** dùng **BLOCK-A&B** trên **Module - Diode & Power Supply** như **H4.2d**. Hãy thực hiện đo đặc các số liệu để hoàn thành **Bảng 4.2a**, phần mạch ổn áp dùng zener.



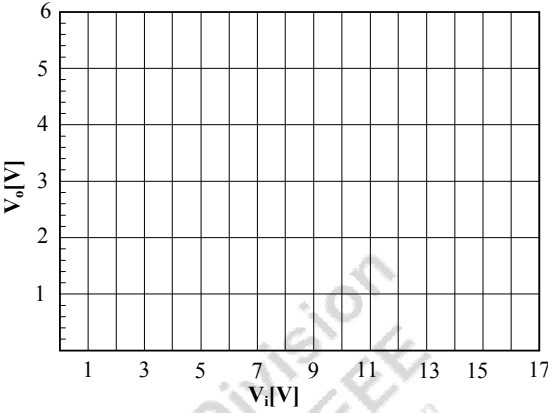
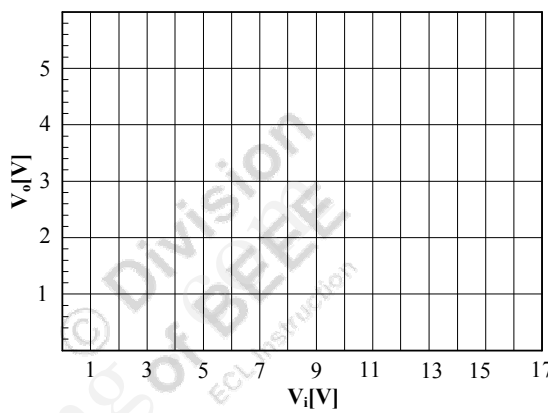
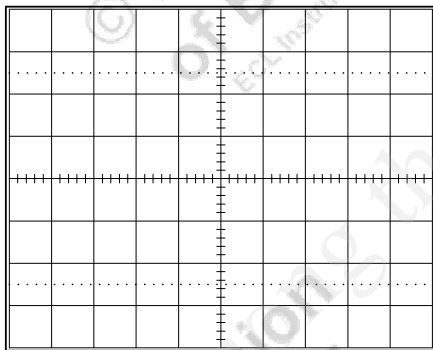
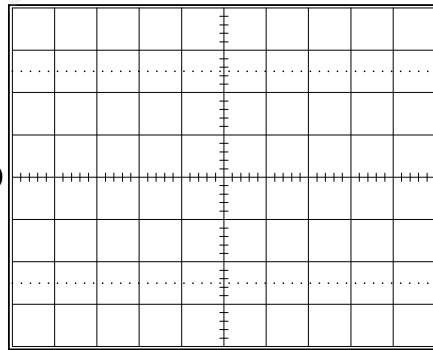
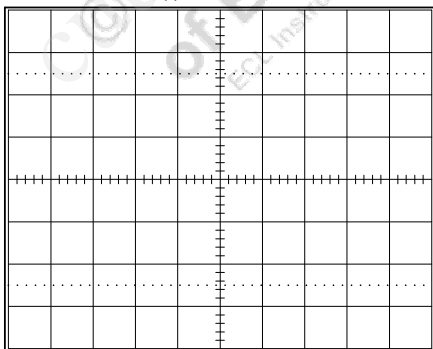
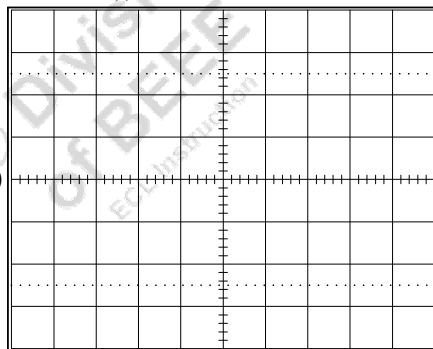
- Thực hiện mạch trên **H4.2e** dùng **BLOCK-C** trên **Module - Diode & Power Supply** như **H4.2f**. chỉnh VR₄ để VR_i (R₁ nối tiếp R₄) bằng 2kΩ, chỉnh VR₆ để R_{Load} (R₅ nối tiếp VR₆) bằng 220Ω, chỉnh nguồn DC để V_i=10V. chỉnh VR₅ để ngõ ra V_o=5.1V. Hãy thực hiện đo đặc các số liệu để hoàn thành hàng 1 trong **Bảng 4.2a**, phần mạch ổn áp hồi tiếp.



- Thực hiện mạch trên **H4.2g** dùng **BLOCK-A&C** trên **Module - Diode & Power Supply** như **H4.2h**. Hãy thực hiện đo đặc các số liệu để hoàn thành hàng 2 trong **Bảng 4.2a**, phần mạch ổn áp hồi tiếp.



Bảng 4.2a - Khảo sát ngõ ra theo sự thay đổi của ngõ vào

Mạch ổn áp dùng zener										Mạch ổn áp hồi tiếp									
V_i	0	3	5	7	9	11	13	15	17	V_i	0	3	5	7	9	11	13	15	17
V_o										V_o									
																			
$V_i(t); C=C_3=47\mu F$  VOLTS/DIV: 5V, TIME/DIV: 5ms, Mode:DC $V_{imax} = \dots [V]$ $V_{imin} = \dots [V]$										$V_i(t); C=C_2+C_3=22\mu F+47\mu F$  VOLTS/DIV: 5V, TIME/DIV: 5ms, Mode:DC $V_{imax} = \dots [V]$ $V_{imin} = \dots [V]$									
$V_o(t); C=C_3=47\mu F$  VOLTS/DIV: 5V, TIME/DIV: 5ms, Mode:DC $V_{oDC} = \dots [V]$ $\Delta V_o = \dots [V]$ $r = \dots$										$V_o(t); C=C_2+C_3=22\mu F+47\mu F$  VOLTS/DIV: 5V, TIME/DIV: 5ms, Mode:DC $V_{oDC} = \dots [V]$ $\Delta V_o = \dots [V]$ $r = \dots$									

- Thực hiện mạch như trên **H4.2b**, nguồn V+ chỉnh 12V, đo đặc số liệu để hoàn thành **Bảng 4.2b**, phần mạch ổn áp dùng Zener.
- Thực hiện mạch như trên **H4.2f**, nguồn V+ chỉnh 12V, đo đặc số liệu để hoàn thành **Bảng 4.2b**, phần mạch ổn áp hồi tiếp.

Bảng 4.2b - Khảo sát ngõ ra theo sự thay đổi của tải																			
Mạch ổn áp dùng zener										Mạch ổn áp hồi tiếp									
R_{Load}	1000	900	800	700	600	500	400	300	200	R_{Load}	1000	900	800	700	600	500	400	300	200
V_o										V_o									
<p>$V_{NL} = \dots [V]$ $V_{FL} = \dots [V]$ $VR\% = \dots [\%]$</p>										<p>$V_{NL} = \dots [V]$ $V_{FL} = \dots [V]$ $VR\% = \dots [\%]$</p>									

5. Báo cáo kết quả thí nghiệm

5.1. Mạch chỉnh lưu : dựa trên kết quả thí nghiệm.

- Phân tích ảnh hưởng của giá trị tụ điện C.
- Phân tích ảnh hưởng của R_{Load} .
- Phân tích so sánh 2 dạng mạch chỉnh lưu

5.2. Mạch ổn áp: dựa trên kết quả thí nghiệm

- Phân tích so sánh chất lượng của 2 dạng mạch ổn áp do sự thay đổi của điện áp vào.
- Phân tích so sánh chất lượng của 2 dạng mạch ổn áp do sự thay đổi của tải.