


ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT VINH
KHOA ĐIỆN TỬ

MÔ PHỎNG MẠCH ĐIỆN TỬ
Bằng phần mềm Electronics Workbench

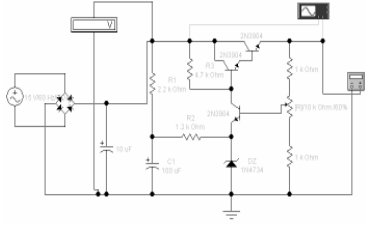
TS. LÊ THẾ VINH

1




ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT VINH
KHOA ĐIỆN TỬ

GIỚI THIỆU
MÔ PHỎNG MẠCH ĐIỆN TỬ




2



Nội dung

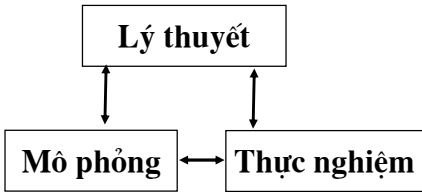
1. Mô phỏng là gì?
2. Giới thiệu PM Electronics Workbench (EWB)
3. Sử dụng đồng hồ đo
4. Mục đích môn học
5. Thực hành

3



1. Mô phỏng là gì?

- Mô phỏng đ- ợc coi là một ph- ơng pháp n/c thực nghiệm trên máy tính. Mối quan hệ giữa 3 pp nghiên cứu đ- ợc chỉ ra ở hình bên.



```
graph TD;
  LT[Lý thuyết] <--> MP[Mô phỏng];
  LT <--> TN[Thực nghiệm];
  MP <--> TN;
```

Quan hệ giữa 3 pp nghiên cứu

- *Mô phỏng có vị trí trung gian giữa 2 pp (Lý thuyết & Thực nghiệm), có vai trò gắn kết các pp lại với nhau tạo thành bộ 3 ph- ơng pháp nghiên cứu có hiệu quả nhiều bài toán phức tạp*

4



1. Mô phỏng là gì?

- Ví dụ: Mô phỏng điện cho ở hình bên

1. PP lý thuyết:

Theo định luật Ôm:

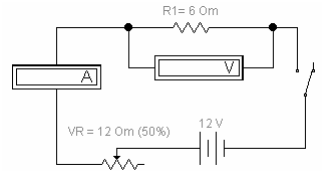
- Số chỉ của Ampe kế là 1A
- Số chỉ của Vôn kế là 6V

2. PP thực nghiệm:

Ta thực hiện theo các bước sau: b1) Mua các linh kiện, đồng hồ, nguồn, dây nối, v.v.; b2) Lắp mạch theo sơ đồ; b3) Đọc số chỉ trên các đồng hồ;

3. PP mô phỏng

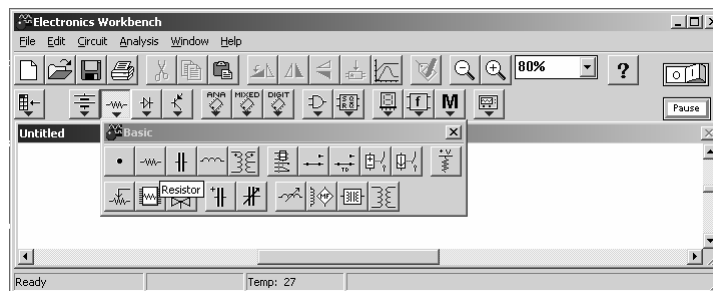
Ta thực hiện theo các bước sau: b1) Chạy phần mềm EWB trên máy tính; b2) Lấy các linh kiện, đồng hồ, nguồn v.v. từ thư viện ra cửa sổ thiết kế mạch; b3) Lắp mạch theo sơ đồ; b4) Chạy chương trình mô phỏng, đọc số chỉ trên các đồng hồ;



5



2. Giới thiệu PM Electronics Workbench



- Phần mềm EWB có giao diện cửa sổ (giống pm Microsoft Word, Excel). Nên các thao tác giữa người sử dụng với phần mềm tương tự như pm Word. Ví dụ: Chạy chương trình (Start\Programs\...), Tạo file mới (File\New), Lưu file vào bộ nhớ (File\Save), v.v.

6



2. Giới thiệu PM Electronics Workbench

Các thao tác đặc trưng làm với EWB cần chú ý:

1. Lấy linh kiện (LK), thiết bị (TB)


từ thư viện ra cửa sổ thiết kế (TK)

Rê chuột trở vào LK cần lấy ra, ấn chuột trái + giữ + rê LK ra cửa sổ TK đến vị trí thích hợp, thả chuột trái.

2. Nối các LK lại với nhau (Nối điểm A với điểm B)

Đ-a chuột đến điểm A (chấm đen xuất hiện), ấn chuột trái + giữ + rê đến điểm B (chấm đen xuất hiện), thả chuột trái

3. Chạy chương trình mô phỏng

Sau khi kiểm tra mạch cẩn thận, ta chạy chương trình mô phỏng bằng cách nhấn chuột trái vào nút Activate Simulation  (góc trên phải cửa sổ EWB). Quan sát, đọc các kết đo, phân tích, nhận xét mạch

7



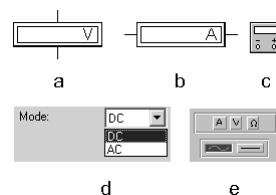
3. Sử dụng đồng hồ đo

Một số loại đồng hồ đo: (Hình bên)

1) Voltmeter (Vôn kế - a)

2) Ammeter (Ampe kế - b)

3) Multimeter (Đồng hồ vạn năng - c)



Các chế độ đo

- Một chiều (DC), Xoay chiều (AC) – d, e

- Đồng hồ vạn năng (c,e): A: đo I, V đo U và Ω đo R, \sim xoay chiều và - một chiều


Ví dụ: Cần đo dòng điện 1 chiều: sử dụng Ammeter – DC

hoặc Multimeter A -; Đo h.d.t xoay chiều: sử dụng Voltmeter

– AC hoặc Multimeter V \sim ; Đo điện trở: dùng Multimeter Ω -

; Tính trở kháng $Z=U/I$ (đ/v dòng \sim)

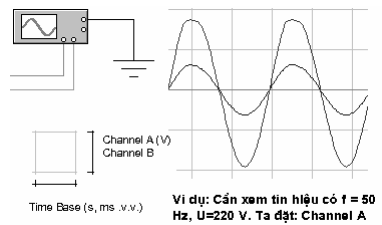
8



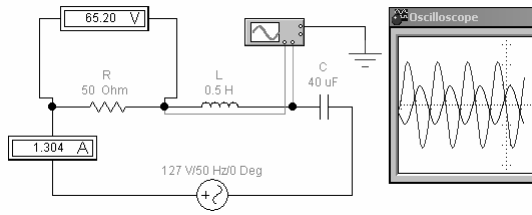
3. Sử dụng đồng hồ đo

Máy hiện sóng (Oscilloscope)
Thông số của máy
1) Time Base (s, ms, v.v.)
2) Channel A, Channel B (V, mV, kV, v.v.)
Và một số thông số khác


Ví dụ: Đo U, I, và xem dạng sóng



Vi dụ: Cần xem tín hiệu có $f = 50$ Hz, $U = 220$ V. Ta đặt: Channel A ~200 V; Time Base ~ $1/50 = 0.02$ s



9



4. Mục đích môn học

Môn học này, cung cấp cho SV

- Kiến thức cơ bản về mạch điện tử
- Phương pháp nghiên cứu mạch điện
- Làm quen với thiết kế, lắp mạch, đo các thông số, phân tích – nhận xét mạch điện, hình thành kỹ năng làm việc
- Rèn luyện ý thức chấp hành kỷ luật trong lao động, học tập

Định hướng

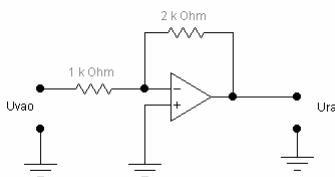
- Đối tượng nghiên cứu: Mạch điện
- Công việc cần làm: Xác định các thông số của mạch, làm bộc lộ bản chất của mạch
- Nghiên cứu: Dựa vào các thông số đo được, phân tích mối quan hệ, sự phụ thuộc lẫn nhau giữa các linh kiện, trị số của linh kiện, ảnh hưởng đến kết quả mong muốn của người thiết kế ntn? tốt hay ch- a tốt? dự đoán tại sao?

10



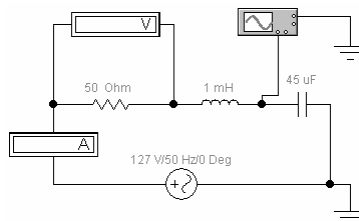
5. Thực hành

Bài 1: Sử dụng phần mềm EWB, vẽ mạch điện sau, l- u mạch vừa vẽ xong vào th- mục C:\SV\Tin28\Tên SV\kdai_dao.ewb




5. Thực hành

Bài 2: Khảo sát sự cộng h- ởng (I_{max}) của mạch RLC
 Trạng thái của mạch đ- ợc xác định bởi các thông số sau: I , U_r , U_l , U_c , U_{r_l} , U_{l_c} , góc lệch pha giữa u và i , giữa u_{r_l} và i .

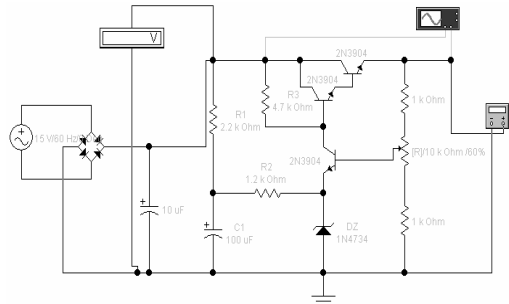


Các b- ớc thực hiện:


- b1) Xác định trạng thái (TT) ban đầu (trạng thái A) của mạch
- b2) Xđ TT cộng h- ởng do thay đổi tần số f của nguồn điện (TT B)
- b3) Xđ TT cộng h- ởng do thay đổi L (TT C)
- b4) Xđ TT cộng h- ởng do thay đổi C (TT D)
- b5) So sánh số liệu của 4 TT (A,B,C và D), phân tích, nhận xét



MÔ PHỎNG MẠCH NGUỒN MỘT CHIỀU ỔN ĐỊNH




13



Nội dung

1. Sơ đồ khối của mạch nguồn
2. Giới thiệu về mạch chỉnh l- u và mạch lọc
3. Mạch ổn áp
4. Thực hành

14




1. Sơ đồ khối của mạch nguồn

$$\begin{array}{ccccccc}
 U_1 & & U_2 & & U_t & & U_{01} & & U_{02} \\
 \rightarrow & \boxed{\text{Biến áp}} & \rightarrow & \boxed{\text{Chỉnh l- u}} & \rightarrow & \boxed{\text{Bộ lọc}} & \rightarrow & \boxed{\text{Ổn áp}} & \rightarrow
 \end{array}$$

- **BIẾN ÁP:** Biến đổi điện áp xoay chiều U_1 thành điện áp xoay chiều U_2 có giá trị thích hợp với yêu cầu (trong một số trường hợp có thể dùng trực tiếp U_1 không phải sử dụng biến áp)
- **MẠCH CHỈNH L- U:** Có nhiệm vụ chuyển điện áp xoay chiều U_2 thành điện áp một chiều U_t không bằng phẳng (có giá trị thay đổi)

15




1. Sơ đồ khối của mạch nguồn

$$\begin{array}{ccccccc}
 U_1 & & U_2 & & U_t & & U_{01} & & U_{02} \\
 \rightarrow & \boxed{\text{Biến áp}} & \rightarrow & \boxed{\text{Chỉnh l- u}} & \rightarrow & \boxed{\text{Bộ lọc}} & \rightarrow & \boxed{\text{Ổn áp}} & \rightarrow
 \end{array}$$

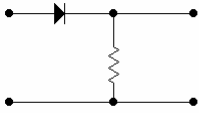
- **BỘ LỌC:** Có nhiệm vụ san bằng điện áp một chiều nhấp nhô U_t thành điện áp một chiều U_{01} ít nhấp nhô hơn
- **ỔN ÁP:** ổn định điện áp đầu ra U_{02} khi điện áp vào U_{01} thay đổi do mất ổn định của mạch nguồn hoặc do tải gây ra (trong một số trường hợp nếu không cần yêu cầu nguồn ổn định cao thì không phải sử dụng khối ổn áp)

16

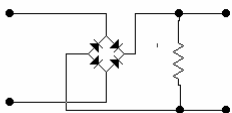


2. Giới thiệu mạch chỉnh l- u và mạch lọc

1. Mạch chỉnh l- u




**a) Mạch chỉnh l- u
nửa chu kỳ**



**b) Mạch chỉnh l- u
2 nửa chu kỳ
(chỉnh l- u cầu)**

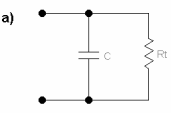
17



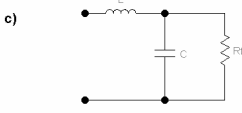
2. Giới thiệu mạch chỉnh l- u và mạch lọc

2. Mạch lọc

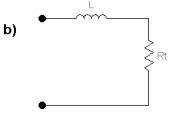
**a) Mạch lọc
bằng tụ**



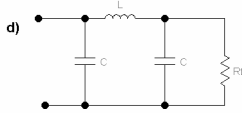
**c) Mạch lọc
hình L
ng- ọc**



**b) Mạch lọc
bằng cuộn
dây**




**d) Mạch lọc
hình pi (π)**



Mạch lọc: Sử dụng đặc tính tích phóng điện của tụ và đặc tính tạo ra suất điện động cảm kháng khi có sự thay đổi điện áp

18



3. Mạch ổn áp & Các chỉ tiêu đánh giá


1. Hệ số ổn áp

$$K_{od} = \left(\frac{\Delta U_v}{\Delta U_r} \right)_{R=const} = \left(\frac{U_{v2} - U_{v1}}{U_{r2} - U_{r1}} \right)_{R=const}$$

2. Hiệu suất

$$\eta = \frac{U_r \cdot I_t}{U_v \cdot I_v}$$

19



3. Mạch ổn áp & Các chỉ tiêu đánh giá

3. L- ượng trôi

$$\Delta U = \frac{\Delta U_v}{K_{od}}$$

20



3. Mạch ổn áp & Các chỉ tiêu đánh giá

Một số linh kiện thường dùng trong mạch ổn áp

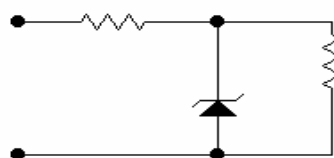
1. Diode Zener
2. Transistor
3. IC ổn áp (78xx và 79xx)

21

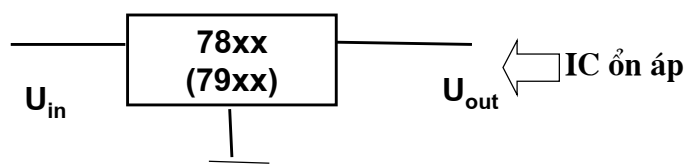


3. Mạch ổn áp & Các chỉ tiêu đánh giá

Một số mạch ổn áp đơn giản



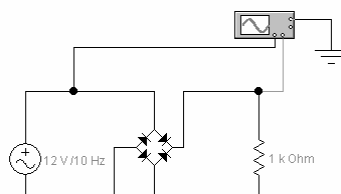
← Diode Zener



22



4. Thực hành chỉnh l- u & bộ lọc



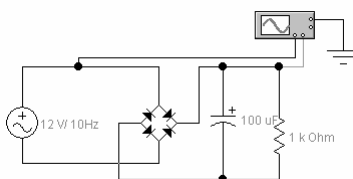
Bài 1: Chỉnh l- u cầu

- Ghi dạng điện áp vào, điện áp ra
- Nhận xét

23



4. Thực hành chỉnh l- u & bộ lọc



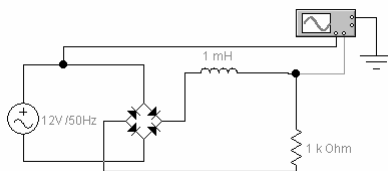
Bài 2: Mạch lọc C

- Thay đổi giá trị của tụ C
- Ghi dạng điện áp vào, điện áp ra
- Nhận xét

24



4. Thực hành chỉnh l- u & bộ lọc



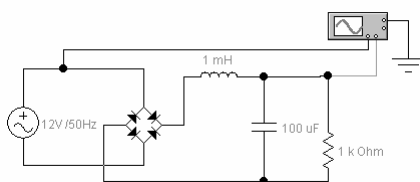
Bài 3: Mạch lọc bằng L

- Lần l- ợt thay đổi giá trị của cuộn dây L, rồi giá trị R
- Ghi dạng điện áp vào, điện áp ra
- Nhận xét

25



4. Thực hành chỉnh l- u & bộ lọc



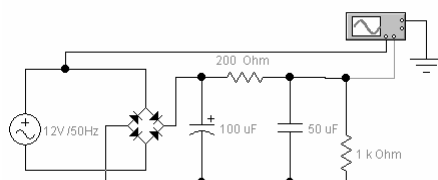
Bài 4: Mạch lọc L ng- ọc

- Lần l- ợt thay đổi giá trị của L, rồi của C
- Ghi dạng điện áp vào, điện áp ra
- Nhận xét

26



4. Thực hành chỉnh l- u & bộ lọc



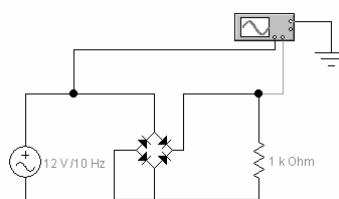
Bài 5: Mạch lọc PI

- ***Lần l- ợt thay đổi giá trị của L, rồi của C***
- ***Ghi dạng điện áp vào, điện áp ra***
- ***Nhận xét***

27



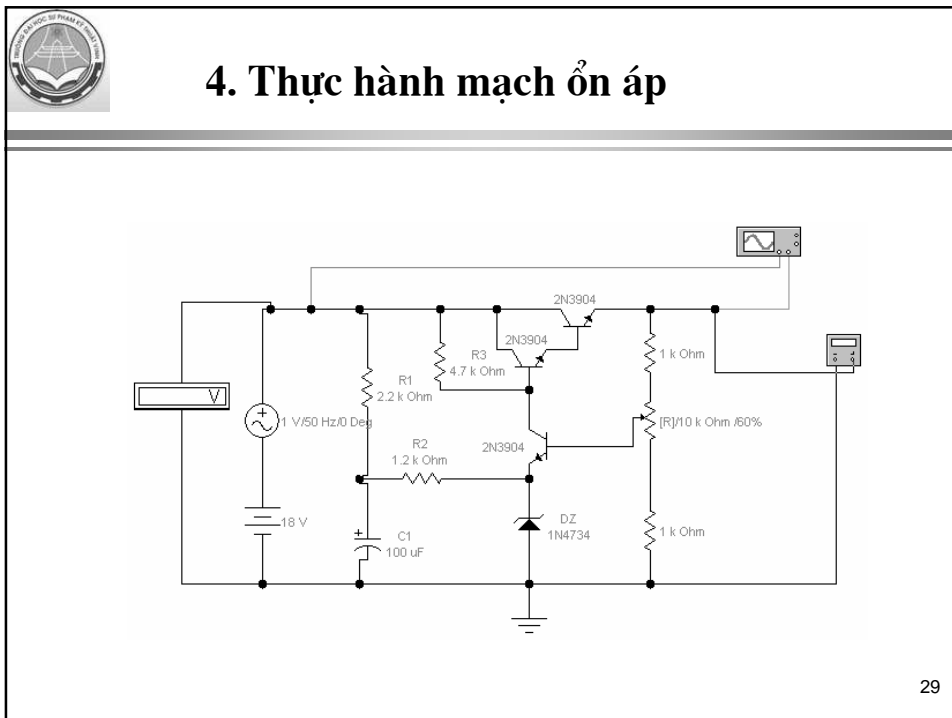
4. Thực hành chỉnh l- u & bộ lọc



Bài 1: Chỉnh l- u cầu

- ***Ghi dạng điện áp vào, điện áp ra***
- ***Nhận xét***

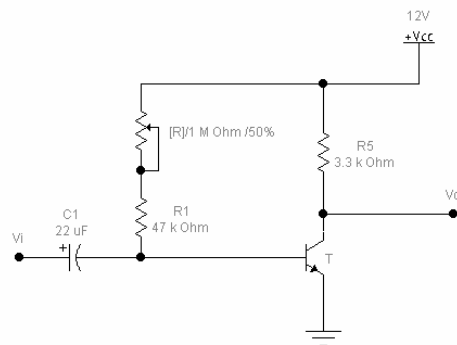
28



- 4. Thực hành**
- 1. Dùng Oscillo quan sát hình dạng $U_{\text{vào}}$, U_{ra} cho mỗi mạch**
 - 2. Thay đổi biến trở VR, đo giá trị U_{ra}**
 - 3. Thay đổi $U_{\text{vào}}$, đo giá trị U_{ra} để tính các thông số:**
 - **Hệ số ổn áp**
 - **Hiệu suất**
 - **L- ợng trôi**
- 30



MÔ PHỎNG MẠCH KHUẾCH ĐẠI



31



Nội dung

1. Giới thiệu về mạch KĐ
2. Một số mạch KĐ dùng Transistor
3. Hối tiếp, ghép tầng
4. Thực hành

32



1. Giới thiệu về mạch KĐ

- Khuếch đại là làm tăng c- ờng độ điện áp hay dòng điện của tín hiệu.
- Đây là một quá trình biến đổi năng l- ợng có điều khiển, ở đó năng l- ợng của nguồn cung cấp 1 chiều đ- ợc biến đổi thành năng l- ợng xoay chiều của tín hiệu.

33



1. Giới thiệu về mạch KĐ

Một số chỉ tiêu đánh giá

1. Hệ số khuếch đại:

$$K_u = \frac{U_r}{U_v}; \quad K_I = \frac{I_r}{I_v};$$

2. Trở kháng vào/ra:

(mạch để hở)

$$R_v = \frac{U_v}{I_v}; \quad R_r = \frac{U_r}{I_r};$$

3. Dải thông:

(gh/ghd: d- ới hạn trên /d- ới)

$$\Delta f = f_{ght} - f_{ghd};$$

34



1. Giới thiệu về mạch KĐ

Phân loại

1/ Theo tần số:

- KĐ âm tần: <2 MHz
- KĐ trung tần: <20 MHz
- KĐ cao tần: <300 MHz
- KĐ siêu cao tần: <500 MHz

2/ Theo công suất:

- Nhỏ: ~ 200 mW
- Vừa: ~ Vài W
- Lớn: ~ 100 W

3/ Phần tử chủ đạo

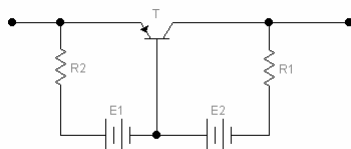
- Transistor
- FET
- IC

35



2. Một số mạch KĐ dùng Transistor

1) Mạch B chung



Tác dụng của các linh kiện

- R_2 và E_1 phân cực thuận cho c-b của T
- E_2 : phân cực ng- ợc cho c-b của T
- R_1 : còn gọi là điện trở gánh (gây sụt áp trên R_1 khi I_c tăng)


Nguyên lý làm việc:

1/2 chu kỳ + : $E = E_1 + e_1$ cực E d- ơng hơn B, làm BE phân cực thuận, dòng I_E tăng làm cho $I_c (=I_E - I_B)$ tăng, sụt áp trên R_1 tăng, U_c tăng nghĩa là e_1 d- ơng lên.

1/2 chu kỳ - ng- ợc lại làm cho e_1 âm hơn.

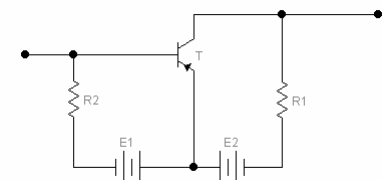
Tóm lại tín hiệu e đ- ợc khuếch đại.

36

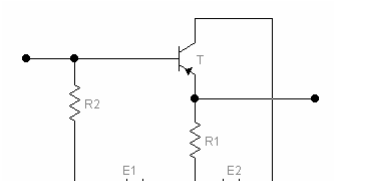


2. Một số mạch KĐ dùng Transistor


2) Mạch E chung



3) Mạch C chung

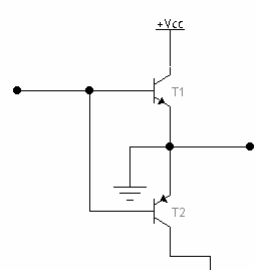


37



2. Một số mạch KĐ dùng Transistor

4) Mạch KĐ công suất (đẩy-kéo)



T1 và T2 cùng loại, nửa chu kỳ đầu của tín hiệu T1 làm việc, nửa chu kỳ sau của tín hiệu T2 làm việc, đảm bảo công suất lớn hơn tầng đơn.

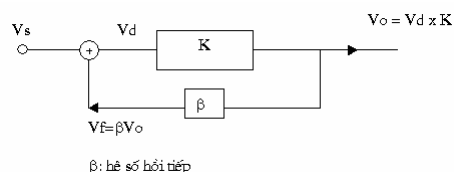
38



3. Hồi tiếp, ghép tầng

1) Hồi tiếp:

Cải thiện các tính chất của bộ KĐ, nâng cao chất lượng



Vi: tín hiệu vào
 Vo: tín hiệu ra
 Vf: tín hiệu hồi tiếp
 và
 $V_f = \beta V_o$
 $V_d = V_s - V_f = V_i$
 $V_s = V_i + \beta V_o$

$$K = \frac{V_o}{V_i}; \quad K_H = \frac{V_o}{V_s} = \frac{V_o}{V_i + \beta V_o} = \frac{\frac{V_o}{V_i}}{\frac{V_i}{V_i} + \beta \frac{V_o}{V_i}} = \frac{K}{1 + \beta K};$$

Đối với hồi tiếp âm: $-\beta K < 1$ ($\beta K > -1$)

Đối với hồi tiếp d-ương: $-\beta K \geq 1$ ($\beta K \leq -1$)



3. Hồi tiếp, ghép tầng

2) Ghép 2 tầng bộ KĐ với nhau:

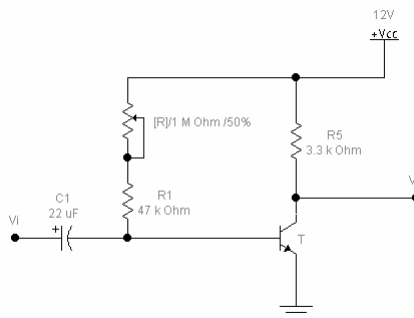
- Ghép trực tiếp
- Ghép bằng tụ C
- Ghép bằng cuộn dây L
- Ghép bằng điốt Quang (Photo Diode)



4. Thực hành

Mô phỏng mạch sau

- a) Dùng Ammeter đo I_b, I_c
- b) - Điều chỉnh VR4 để $I_b=0A$, sau đó xem giá trị của I_c
- Điều chỉnh VR4 để I_c đạt cực đại, sau đó xem giá trị của I_b
- c) Điều chỉnh VR4 và dùng Voltmeter để đo U_{be} và U_{ce} để $U_{ce} = 6V$, xem giá trị V_{be}
- d) Nối máy phát vào V_i và nối Oscilloscope vào V_o , điều chỉnh máy phát cho sóng tăng tần số tín hiệu vào cho đến khi tín hiệu ra bị méo hiển thị trên Oscilloscope. Khi đó đo tần số của tín hiệu vào.
- e) Dữ nguyên tín hiệu vào, điều chỉnh biến trở VR4 và xem dạng tín hiệu ra



Ghi lại các số liệu trên và tính:

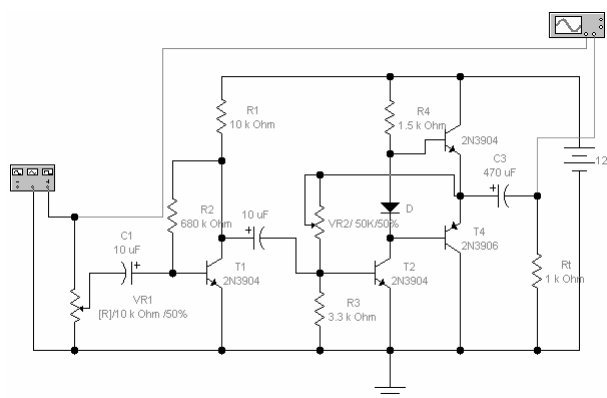
- Hệ số KĐ: $K_i=I_{ra}/I_{vào}$;
 $K_u=U_{ra}/U_{vào}$
- Xác định dải làm việc: Δf
- Trở kháng vào/ra của mạch



4. Thực hành

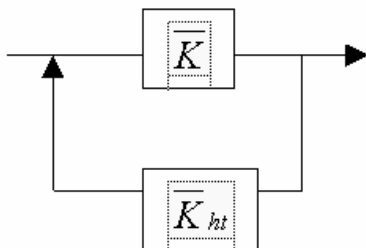
Tính:

- Hệ số KĐ:
 $K_i=I_c/I_b$;
 $K_v=V_o/V_i$
- Xác định dải làm việc: Δf
- Trở kháng vào/ra của mạch





MÔ PHỎNG MẠCH TẠO DAO ĐỘNG



43



Nội dung

- 1. Giới thiệu về mạch dao động**
- 2. Một số kiến thức cơ bản về mạch dao động**
- 3. Thực hành**

44



1. Giới thiệu về mạch dao động

- Mạch dd tạo ra nguồn cung cấp điện áp hay dòng điện biến thiên, chúng thường đ- ợc sử dụng nh- một nguồn tín hiệu.
- ứng dụng của mạch dd: Kỹ thuật điện tử, hệ thống thông tin, các máy đo, thiết bị y tế và nhiều thiết bị khác


45



1. Giới thiệu về mạch dao động

- Các dạng dd điện: hình sin (điều hòa), xung chữ nhật, răng c- a, v.v.
- Phần tử cơ bản trong mạch: Đèn điện tử, Transistor, IC (KĐTT)
- Chỉ tiêu đánh giá:
 - Tần số (f)
 - Điện áp ra (U)
 - Công suất (P), v.v

46




2. Một số kiến thức cơ bản về mạch dao động

Dao động điều hòa có thể tạo ra theo 2 nguyên tắc:

- Mạch KĐ có hồi tiếp d- ơng
- PP tổng hợp mạch

ở đây ta xét các mạch đđ tạo ra theo nguyên tắc hồi tiếp d- ơng

47

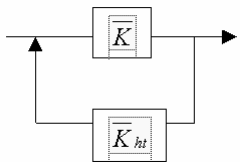


2. Một số kiến thức cơ bản về mạch dao động

a) Điều kiện và đặc điểm của mạch tạo dao động

$$\overline{K} = K \cdot e^{i\varphi_k}$$

$$\overline{K}_{ht} = K_{ht} \cdot e^{i\varphi_{ht}}$$



$$\overline{K} \cdot \overline{K}_{ht} = 1$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} K \cdot K_{ht} = 1 \\ \varphi = \varphi_k + \varphi_{ht} = 2n\pi, \quad n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \end{cases}$$

48



2. Một số kiến thức cơ bản về mạch dao động

Điều kiện của mạch tạo dao động:

- Cân bằng biên độ: mạch chỉ có thể dao động khi mạch KĐ có thể bù đ- ợc tổn hao năng l- ợng do mạch hồi tiếp gây ra
- Cân bằng pha: Dao động chỉ có thể phát sinh khi tín hiệu hồi tiếp cùng pha với tín hiệu vào

49



2. Một số kiến thức cơ bản về mạch dao động

Một số đặc điểm của mạch dao động

- Mạch tạo đđ cũng là một mạch KĐ, nh- ng là mạch KĐ tự điều khiển bằng hồi tiếp d- ợng. Năng l- ợng tự dao động lấy từ nguồn cung cấp 1 chiều
- Muốn có đđ mạch phải có kết cấu thảo mẫn điều kiện cân bằng biên độ và cân bằng pha
- Mạch phải chứa ít nhất một phần tử tích cực làm nhiệm vụ biến đổi năng l- ợng một chiều thành xoay chiều
- Mạch phải chứa một phần tử phi tuyến hay một khâu điều chỉnh để biên độ dao động không đổi ở trạng thái xác lập

50



2. Một số kiến thức cơ bản về mạch dao động

a) ổn định biên độ dao động bằng cách: Hạn chế điện áp ra bằng cách chọn giá trị điện áp nguồn thích hợp ($U_{\text{tín hiệu ra}} \text{ luôn } < U_{\text{nguồn}}$)

b) ổn định tần số dao động bằng cách:

- Dùng nguồn ổn áp, các linh kiện có sai số nhỏ, hệ số phụ thuộc nhiệt độ nhỏ
- Giảm ảnh hưởng của tải đến mạch bằng cách mắc thêm tầng đệm

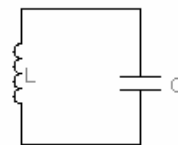
51



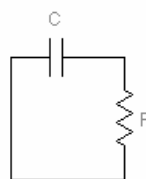
2. Một số kiến thức cơ bản về mạch dao động

Hai loại bộ tạo dao động cơ bản:

- Bộ tạo dao động LC



- Bộ tạo dao động RC

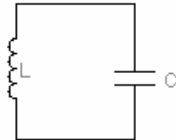


52



2. Một số kiến thức cơ bản về mạch dao động

a) Bộ tạo dao động LC



- Kết hợp sự tích phóng của tụ với hiệu ứng tạo ra s.đ.đ cảm kháng của cuộn dây tạo nên mạch dao động
- Có: q, i, u biến thiên điều hòa

Bộ tạo dao động LC đ- ợc sử dụng trong các mạch tạo dao động:

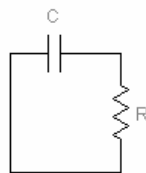
- Ghép biến áp
- 3 điểm điện cảm
- 3 điểm điện dung

53



2. Một số kiến thức cơ bản về mạch dao động

a) Bộ tạo dao động RC



Đặc điểm chung

- Dùng ở phạm vi tần số thấp
- Dễ dàng chế tạo dạng vi mạch (vì không có L)
- Có thể điều chỉnh tần số trong dải rộng $f \sim 1/C$ (khác với mạch LC $f \sim 1/\sqrt{LC}$ căn bậc hai của C)
- Giảm méo tín hiệu (vì hồi tiếp sử dụng phân tử RC) không có hiện tượng cộng hưởng tại tần số cơ bản như mạch LC

54

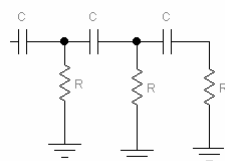
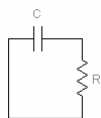


2. Một số kiến thức cơ bản về mạch dao động

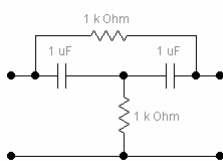
a) Bộ tạo dao động RC

Một số mạch dùng bộ đđ RC
Bộ dao động dùng

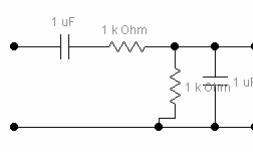
- Mạch di pha (3 khâu ghép nt nhau) (a)
- Lọc T (b) và T- kép
- Mạch cầu viên (c)



a)



b)



c)

55



3. Thực hành

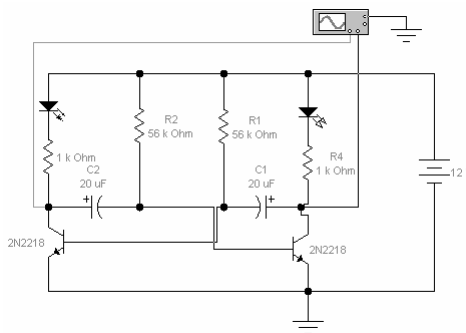
Bài 1:
Mô phỏng mạch Dao động đa hài dùng Transistor

Hãy kiểm tra tính đúng đắn của các công thức sau:

$$T1 = R1 * C1 * \ln 2 \sim 0.7 * R1 * C1$$

$$T2 = R2 * C2 * \ln 2 \sim 0.7 * R2 * C2$$

$$T = T1 + T2; \text{ Khi } R1 = R2 = R; C1 = C2 = C \text{ thì } T \sim 1.4 * R * C$$



56



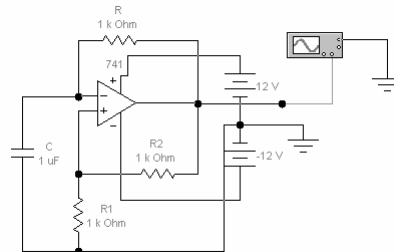
3. Thực hành

Bài 2:
**Mô phỏng mạch Dao động đa
 hài dùng IC Khuếch đại
 thuật toán**

**Hãy kiểm tra tính đúng đắn
 của các công thức sau:**

$$T = 2RC(1+(2R1)/R2)$$

Khi $R1=R2$ thì $T \sim 2.2RC$



57

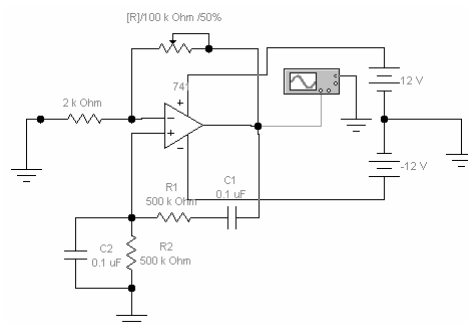


3. Thực hành

Bài 3:
**Mô phỏng mạch Phát
 xung vuông Cầu viên**

**Hãy kiểm tra tính đúng
 đắn của công thức sau:**

$$f = 1/(2 * \pi * RC) \text{ Khi } R1=R2=R; C1=C2=C;$$



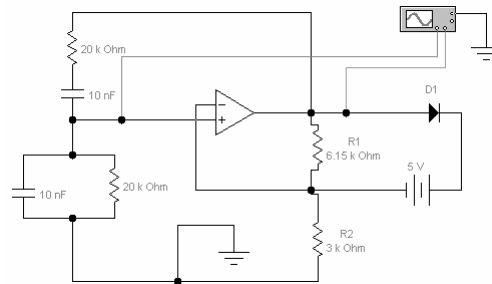
58



3. Thực hành

Bài 4:
Mô phỏng mạch Phát
xung sin Cầu viên

Hãy kiểm tra tính đúng
đắn của công thức sau:



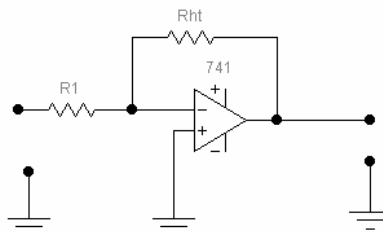
$$f = 1/2 * \pi * R * C.$$

Khi $R=20k, C=10nF. f \sim 795 \text{ Hz}.$


59



MÔ PHỎNG MẠCH KĐT




60

 **Nội dung**

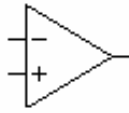
- 1. Giới thiệu Khuếch đại Thuật toán (KĐTT)**
- 2. Một số mạch ứng dụng của KĐTT**
- 3. Thực hành**

61

 **1. Giới thiệu vi mạch KĐTT**

(1) KĐTT là gì?

- KĐTT là một IC, nó còn đ- ợc gọi tắt là OPA.
- KĐTT là một bộ KĐ gồm 1 chân đảo (-), một chân không đảo (+) và một đầu ra, nh- hình bên.



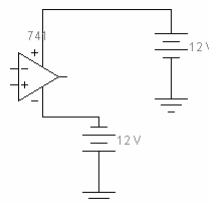
62



1. Giới thiệu vi mạch KĐTT

(1) KĐTT là gì?

- KĐTT có nguồn nuôi là kết hợp 2 nguồn có cùng độ nh- nhau nh- ng khác cực, th- ờng dùng 3-24V trong đó 12V đ- ợc dùng nhiều nhất. Cách nối nguồn đ- ợc chỉ ra ở hình bên



63



1. Giới thiệu vi mạch KĐTT

(2) KĐTT lý t- ởng có các tính chất sau:

- Hệ số KĐ $K = \infty$
- Trở kháng vào $Z_i = \infty$
- Trở kháng ra $Z_o = 0$
- Dải i thông $BW = \infty$
- Nếu $V_i = 0$ thì $V_o = 0$

Các tính chất không phụ thuộc nhiệt độ

64



1. Giới thiệu vi mạch KĐTT

(3) Thực tế không có KĐTT lý t-ởng, để đánh giá KĐTT ng-ời ta căn cứ vào các tham số của nó:

- Hệ số KĐ $K = U_{ra}/U_{vào}$
- Trở kháng vào Z_i
- Trở kháng ra Z_o
- v.v.

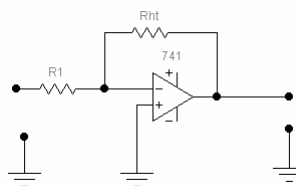
65



2. Một số mạch ứng dụng của KĐTT

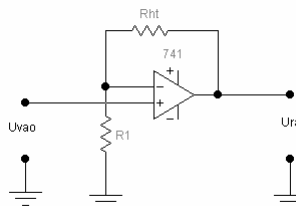
1) Bộ KĐ đảo

$$K = \frac{U_{ra}}{U_{vao}} = -\frac{R_{ht}}{R_1}$$




2) Bộ KĐ không đảo

$$K = \frac{U_{ra}}{U_{vao}} = 1 + \frac{R_{ht}}{R_1}$$



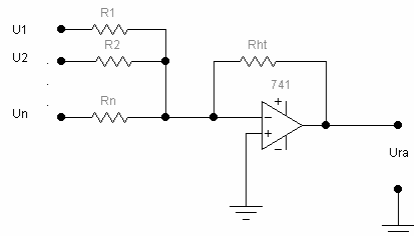
66



2. Một số mạch ứng dụng của KĐT

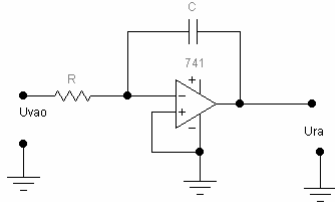
3) Bộ cộng đảo

$$U_{ra} = -R_{ht} \left(\frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_2} + \dots + \frac{U_n}{R_n} \right) = \sum_{i=1}^n \alpha_i U_i$$




4) Bộ tích phân

$$U_{ra} = \frac{1}{RC} \int_0^t U_{vao} dt = \frac{1}{\tau} \int_0^t U_{vao} dt$$



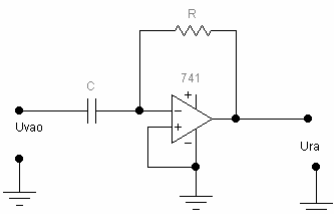
67



2. Một số mạch ứng dụng của KĐT

5) Bộ vi phân

$$U_{ra} = -RC \frac{dU_{vao}}{dt}$$



v.v.

68



3. Thực hành

Bài 1: Đo trở kháng vào của KĐT

(1) Đặt máy phát: $f = 1\text{kHz}$, $U =$ nhỏ nhất ($\sim 1\text{mV}$)

(2) Đặt VR nhỏ nhất

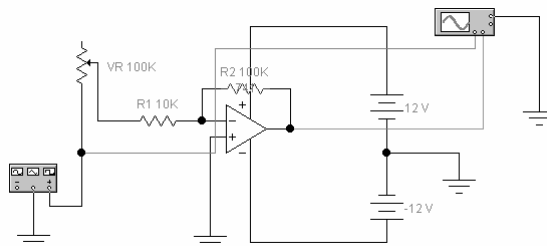
(3) Tăng U của tín hiệu vào cho đến khi tín hiệu ra bị méo.

(4) Xem và ghi lại tín hiệu vào

(5) Điều chỉnh VR cho đến khi tín hiệu vào = $1/2$ tín hiệu ra

(6) Tắt nguồn cung cấp

(7) Dùng ôm kế của đồng hồ vạn năng đo VR. Giá trị này là trở kháng vào của KĐT



69



3. Thực hành

Bài 2: Đo trở kháng ra của KĐT

(1) Đặt máy phát: $f = 1\text{kHz}$, $U =$ nhỏ nhất ($\sim 1\text{mV}$)

(2) Mở khoá K

(3) Tăng U của tín hiệu vào cho đến khi tín hiệu ra bị méo.

(4) Ghi lại U_{max} của tín hiệu ra

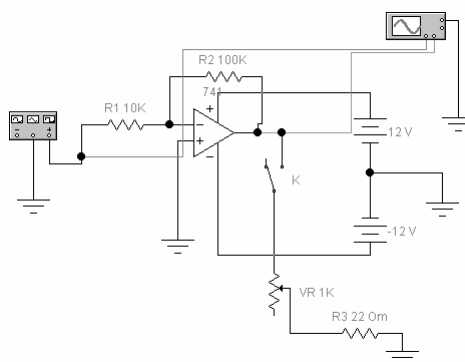
(5) Đóng khoá K, xem sự biến đổi của dạng sóng ra

(6) Điều chỉnh VR để $U_{\text{ra}} = 1/2 U_{\text{max}}$

(7) Tắt nguồn

(8) Dùng ôm kế của đồng hồ vạn năng đo trở kháng đầu ra của KĐT (giữa đầu ra với đất). Giá trị này là trở kháng ra của KĐT

(9) Thay đổi tần số của máy phát 100 Hz, 10 kHz và 50 kHz, lập lại các bước 2-9 để khảo sát sự phụ thuộc của Trở kháng ra vào tần số.

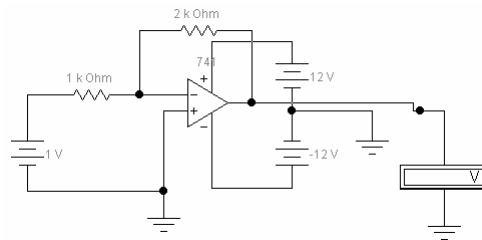


70



3. Thực hành

Bài 3: Mô phỏng mạch Khuếch đại đảo



- + Lần 1- ợt thay đổi các giá trị của: U_{vao} (1V); R_1 (1K); R_{ht} (2K)
- + Quan sát kết quả đầu ra trên Voltmeter
- + Nhận xét ???

71



3. Thực hành

Bài 4: Mô phỏng mạch các mạch còn lại từ mạch số 2 đến số 5.

- + Giá trị của các linh kiện là tùy ý!

72



MÔ PHỎNG MẠCH SỐ

$$X \rightarrow \text{NOT} \rightarrow f = \overline{X}$$

73



Nội dung

- 1- Khái niệm về mạch điện tử số
- 2- Biến logic và hàm logic
- 3- Các hàm, phân tử logic cơ bản
- 4- Biểu diễn hàm logic bằng sơ đồ
- 5- Tối thiểu hoá hàm logic bằng biến đổi đại số
- 6- Mạch logic tổ hợp
- 7- Mạch dây
- 8- Thực hành

74



1- Khái niệm về mạch điện tử số

Các khái niệm

- Tin tức: đ- ọc hiểu là nội dung chứa đựng bên trong một sự kiện
- Tín hiệu: mô tả các biểu hiện vật lý của tin tức
 - t/h t- ong tự: liên tục cả về biên độ và thời gian
 - t/h số: gián đoạn cả về biên độ và thời gian
- Kỹ thuật số: công cụ để làm việc với các mức logic 0, 1 do bài toán thực tế đặt ra, mạch điện thực hiện các bài toán logic gọi là mạch logic (hay mạch số)
- Đại số logic (ĐS Boole): Do nhà toán học George Boole (Anh) sáng lập vào cuối thế kỷ 19, là công cụ toán học đ- ọc sử dụng để phân tích và thiết kế mạch số

75



2- Biến logic và hàm logic

a) Biến logic

Xét tập $B = \{0,1\}$. X_i là biến logic nếu X_i thuộc tập B

b) Hàm logic

f là hàm logic nếu nh- f là hàm của một tập biến logic và f chỉ nhận 2 giá trị 0 và 1

$$f = f(X) = f(X_n, X_{n-1}, \dots, X_i, \dots, X_1)$$

X_i thuộc tập B với $i = 1 - n$

Nhận xét:

Trong đại số Boole, biến và hàm chỉ lấy 2 giá trị 0 và 1

76



2- Hệ đếm và mã

a) Hệ đếm

Hệ 2, hệ 10, hệ 16 v.v.

Ví dụ: $(1011)_2 = 1x2^3 + 0x2^2 + 1x2^1 + 1x2^0 = 8 + 2 + 1 = 11$

$(4F)_{16} = 4FH = 4x16^1 + 15x16^0 = 64 + 15 = 79$

Để đổi một số X hệ 10 sang hệ cơ số a (Y), ta chia liên tiếp X cho a, ghi lại số dư b_0, b_1, \dots, b_n , khi đó $Y=b_n \dots b_1 b_0$

b) Mã (do con người định nghĩa, quy định)

Ví dụ: Mã ASCII, mã BCD, mã nhị phân v.v

Mã ASCII dùng 8 bit (binary digit) để mã hoá 256 ký tự số 5 có mã ASCII là 35H = 0011 0101

Mã BCD dùng 4 bit để mã hoá 1 chữ số thập phân số 73 có mã BCD là 0111 0011

Mã nhị phân dùng n bit để mã hoá 2^n phần tử tin tức

77



3- Các hàm, phần tử logic cơ bản

Hàm logic

Phần tử logic

Bảng Chân lý

1/ NOT

$X \rightarrow f = \overline{X}$

X	f
0	1
1	0

2/ AND

$X_0, X_1 \rightarrow f = X_0 \cdot X_1$

X_0	X_1	f
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

3/ OR

$X_0, X_1 \rightarrow f = X_0 + X_1$


X_0	X_1	f
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1


78





3- Các phép toán, phần tử logic cơ bản

Phần tử logic Hàm logic

4/ NAND  $f = \overline{X_0 \cdot X_1}$

5/ NOR  $f = \overline{X_0 + X_1}$

6/ XOR  $f = \overline{X_0}X_1 + X_0\overline{X_1} = X_0 \oplus X_1$

7/ Hàm  $f = X_0X_1 + \overline{X_0}\overline{X_1} = \overline{X_0 \oplus X_1}$

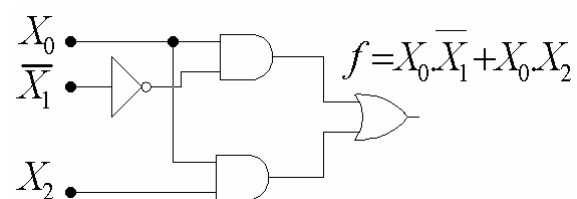
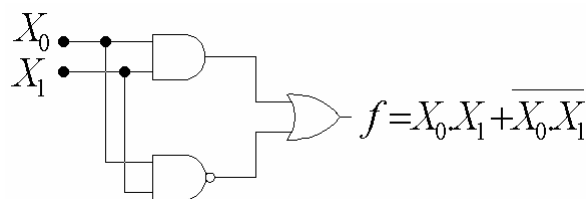
t- ong

d- ong



4- Biểu diễn hàm logic bằng sơ đồ

Một số ví dụ:





5- Tối thiểu hoá hàm logic bằng biến đổi đại số

Các hệ thức cơ bản

- (1-6) Quan hệ giữa biến và hằng =>
- (7, 8) Tính đồng nhất=>
- (9, 10) T/c giao hoán =>
- (11,12) T/c kết hợp =>
- (13, 14) T/c phân phối =>
- (15, 16) Định lý Demoorga =>

1. $A + 0 = A$	2. $A \cdot 1 = A$
3. $A + 1 = 1$	4. $A \cdot 0 = 0$
5. $A + \bar{A} = 1$	6. $A \cdot \bar{A} = 0$
7. $A + A = A$	8. $A \cdot A = A$
9. $A + B = B + A$	10. $A \cdot B = B \cdot A$
11. $(A + B) + C = A + (B + C)$	12. $(A \cdot B) \cdot C = A \cdot (B \cdot C)$
13. $A + B \cdot C = (A + B) \cdot (A + C)$	14. $A \cdot (B + C) = A \cdot B + A \cdot C$
15. $\overline{A + B} = \bar{A} \cdot \bar{B}$	16. $\overline{A \cdot B} = \bar{A} + \bar{B}$

$f = X_0 \cdot \bar{X}_1 \cdot X_2 + X_0 \cdot \bar{X}_1 \cdot \bar{X}_2$
 Ví dụ: $f = X_0 \cdot \bar{X}_1 \cdot (X_2 + \bar{X}_2)$
 $f = X_0 \cdot \bar{X}_1 \cdot 1$ (theo BT 5)
 $f = X_0 \cdot \bar{X}_1$

Tối thiểu hoá hàm logic: làm cho biểu diễn đại số trở nên đơn giản, giảm số linh kiện, nâng cao độ tin cậy cho mạch.



6. Mạch logic tổ hợp

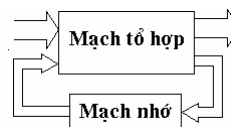
- Mạch logic tổ hợp đ- ợc tạo nên từ các phân tử logic cơ bản để thực hiện một bài toán logic cụ thể thực tế đặt ra.
- Mạch này th- ờng có nhiều đầu vào (n) và nhiều đầu ra (m). Mỗi đầu ra là hàm của các (n) biến đầu vào.
- Ng- ời ta th- ờng dùng Sơ đồ logic, Bảng chân lý, v.v. để biểu diễn chức năng của mạch
- Ví dụ một số mạch logic tổ hợp:
 - Bộ mã hoá
 - Bộ giải mã
 - Bộ so sánh
 - Bộ cộng
 - Bộ dồn kênh v.v.



7. Mạch dãy y (Sequential Circuits)

- Mạch dãy là mạch điện có trạng thái đầu ra ổn định ở thời điểm bất kỳ, trạng thái này phụ thuộc vào

- 1/ Trạng thái đầu vào tại thời điểm đó
- 2/ Trạng thái của mạch ở thời điểm trước đó



- Nh- vậy, để xây dựng mạch dãy, ngoài các mạch tổ hợp cơ bản, cần phải có các phần tử nhớ (Flip-Flop).
- Ng- ời ta th- ờng dùng hàm logic, bảng trạng thái (bảng chân lý), v.v để mô tả chức năng của mạch dãy.
- Ví dụ một số mạch logic tổ hợp:
 - Bộ nhớ
 - Bộ đếm các loại v.v.

83



7b. Thiết kế mạch số

Quá trình thiết kế mạch số thông th- ờng đ- ọc thực hiện theo các b- ớc sau:

- 1/ Phân tích yêu cầu của bài toán**
- 2/ Lập bảng chân lý**
- 3/ Viết biểu thức hàm logic và tối thiểu hóa nó**
- 4/ Biểu diễn biểu thức đã tối thiểu hóa bằng sơ đồ logic**

Ta xét ví dụ sau . . .

84



7b. Thiết kế mạch số

Ví dụ: Thiết kế mạch mã hóa nhị phân 5 tín hiệu vào, tại một thời điểm chỉ có 1 tín hiệu tích cực

1/ Phân tích yêu cầu của bài toán

Đầu vào: 5 dòng tín hiệu,

Đầu ra: là các bit của số nhị phân thể hiện cho tín hiệu tích cực

t-ong ứng. Số bit: $2^N \geq 5$; suy ra $N=3$, vậy có 3 đầu ra (Số nhị phân có 3 chữ số)

2/ Lập bảng chân lý

3/ Viết biểu thức hàm logic và tối thiểu hóa nó

Biểu thức quan hệ Đầu ra với đầu vào: (cũng là biểu thức tối thiểu)

	ABC
X0	000
X1	001
X2	010
X3	011
X4	100
X5	101
...	z

$$A = X4 + X5$$

$$B = X2 + X3$$

$$C = X1 + X3 + X5$$

4/ Biểu diễn biểu thức đã tối thiểu hóa bằng sơ đồ logic

85



7b. Thiết kế mạch số

3/ Viết biểu thức hàm logic và tối thiểu hóa nó

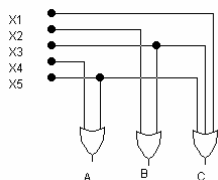
Biểu thức quan hệ Đầu ra với đầu vào: (cũng là biểu thức tối thiểu)

$$A = X4 + X5$$

$$B = X2 + X3$$

$$C = X1 + X3 + X5$$

4/ Biểu diễn biểu thức đã tối thiểu hóa bằng sơ đồ logic



86



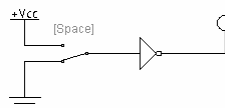
8. Thực hành

Bài 1: Mô phỏng mạch các cổng logic cơ bản:
NOT, AND, OR, NAND, NOR, XOR
 Kiểm tra sự đúng đắn của bảng chân lý.

Ví dụ: Cổng logic NOT
Bảng chân lý

X	F
0	1
1	0

0: Bật công tắc nối với GND (hoặc đèn LED tắt)
1: Bật công tắc nối với +Vcc (hoặc đèn LED sáng)



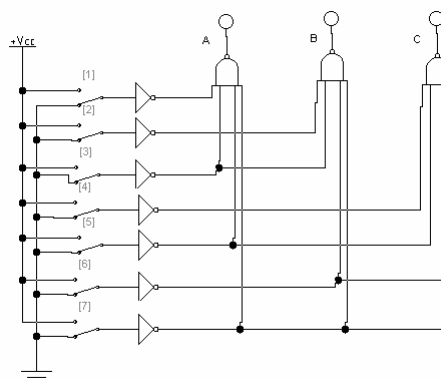
87



8. Thực hành

Bài 2: Mô phỏng bộ mã hóa nhị phân 3 bit

Đầu vào: 7 đ-ờng tín hiệu
 Đầu ra: 3 chữ số (bit) nhị phân
 Tại 1 thời điểm chỉ có 1 tín hiệu vào mức 1, đầu ra là số nhị phân ứng với tín hiệu đó.
 Ví dụ: dây số 3 có tín hiệu, đầu ra sẽ là 011



Sinh viên thực tập cần làm theo 4 b-ớc để thiết kế các mạch này!

88



8. Thực hành

Bài 3: Thiết kế bộ giải mã nhị phân 3 bit. Mạch có 3 tín hiệu vào (3 bit số nhị phân), 8 tín hiệu ra. Đầu vào là một số nhị phân, đầu ra dây tín hiệu tương ứng ở mức logic 1. Ví dụ: Đầu vào là 011 đầu ra dây số 3 ở mức 1, các dây khác ở mức 0

Bài 4: Thiết kế bộ cộng hai số 1 bit. $y = a + b$, khi đó:

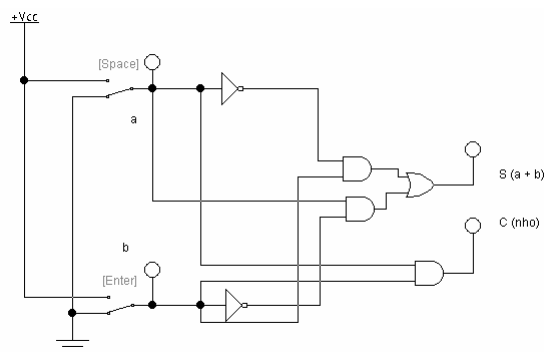
a=	0	0	1	1	
b=	0	1	0	1	
y=	0	1	1	0	
c=	0	0	0	1	(Nhớ)

Bài 5: Thiết kế bộ so sánh hai số 1 bit. a so sánh với b (a, b là các tín hiệu vào), G, L, M là các tín hiệu ra. Thỏa mãn quan hệ sau:


a=b	thì	G = 1
a>b	thì	L = 1
a<b	thì	M = 1



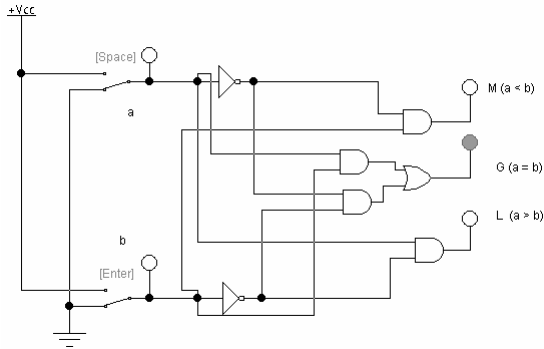
8. Thực hành



Bộ cộng 2 số nhị phân 1 bit




8. Thực hành



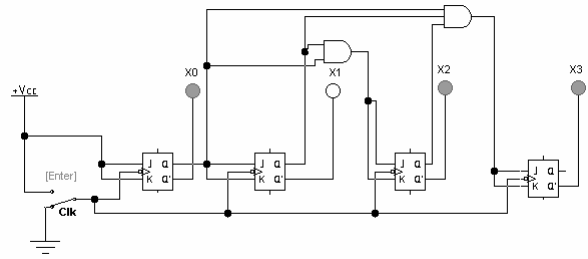
Bộ so sánh 2 số nhị phân 1 bit

91



8. Thực hành

Bài 6: Mô phỏng mạch đếm xung 4 bit sau:
 Hãy kiểm tra bảng chân lý của mạch bằng cách ấn Enter, ấn 1 lần
 4 bit số nhị phân sẽ là 0000, lần 2: 0001, lần 3: 0010 ... lần 15:
 1111, lần 16 (trở về 0): 0000



Các bài khác: Mô phỏng mạch giải mã 7 thanh, ALU

92



CHÚC CÁC BẠN HỌC TỐT!

HẾT