

Chương 0: Giới thiệu

cuu duong than cong . com

Nguyễn Thanh Tuấn
(nttbk97@yahoo.com)

cuu duong than cong . com

Nội dung

- Lịch sử tên gọi môn học
- Nội dung và thời lượng môn học
- Đánh giá môn học
- Tài liệu tham khảo
- Kiến thức nền
- Phân tích các dạng mạch điện cơ bản

Nội dung và thời lượng môn học

- **Chương 1: Diode**
 - Diode chỉnh lưu
 - Diode Zener
- **Chương 2: BJT**
- **Chương 3: FET**
 - JFET
 - MOSFET
- **Chương 4: Mạch khuếch đại liên tầng dùng transistor**
 - Cascade
 - Darlington
 - Vi sai
 - Hồi tiếp

Nội dung và thời lượng môn học

- **Chương 5:** Đáp ứng tần số
 - Đáp ứng tần số thấp (tụ điện ghép thêm vào mạch)
 - Đáp ứng tần số cao (điện dung kí sinh)
- **Chương 6:** Khuếch đại thuật toán

Đánh giá môn học

- Giữa kì (30%): gồm chương 1, chương 2 và chương 3.
- Cuối kì (70%): tất cả các chương.

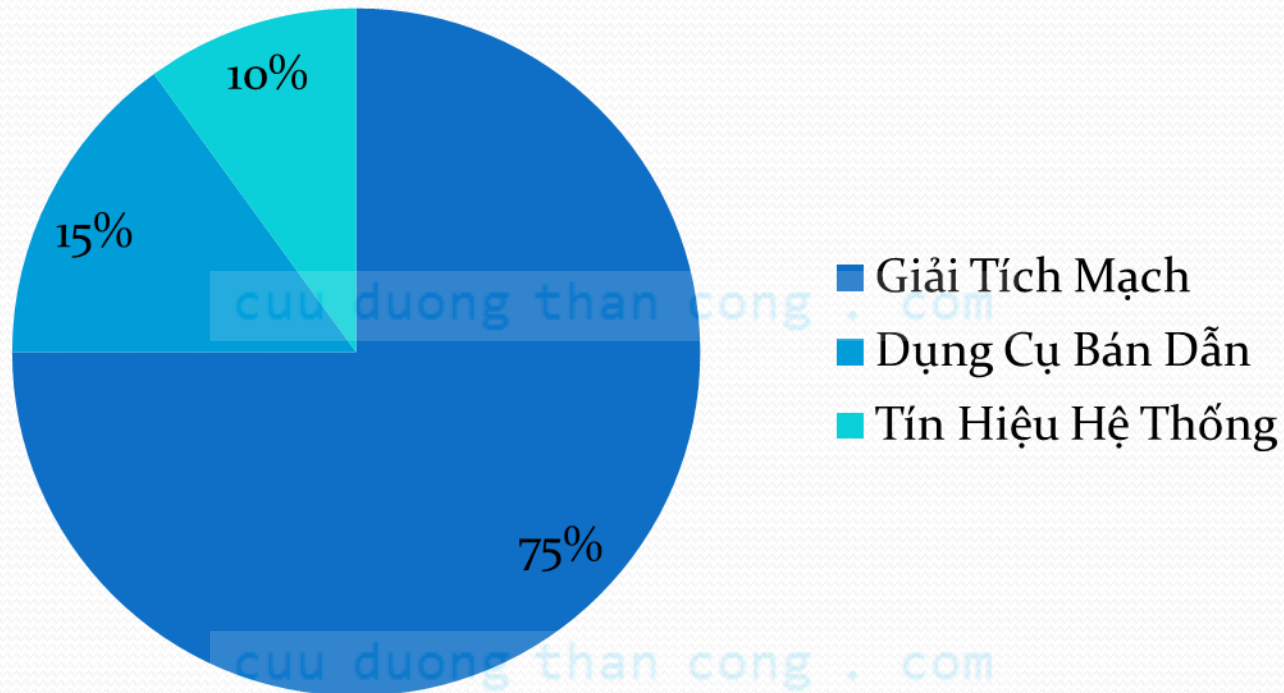
cuu duong than cong . com

cuu duong than cong . com

Tài liệu tham khảo

- Tập slides bài giảng Mạch điện tử.
- D. L. Schilling, Charles Belove, “ Electronics circuits: Discrete and Integrated”, Mc Graw-Hill Inc, 1968, 1992.
- T. F. Bogart, “Electronics devices and circuits”, Macmillan Publishing Company, 1991.
- Lê Tiến Thường, “Giáo trình Mạch điện tử 1 và 2”.
- Lê Phi Yến, Lưu Phú, Nguyễn Như Anh, “Kỹ thuật điện tử”

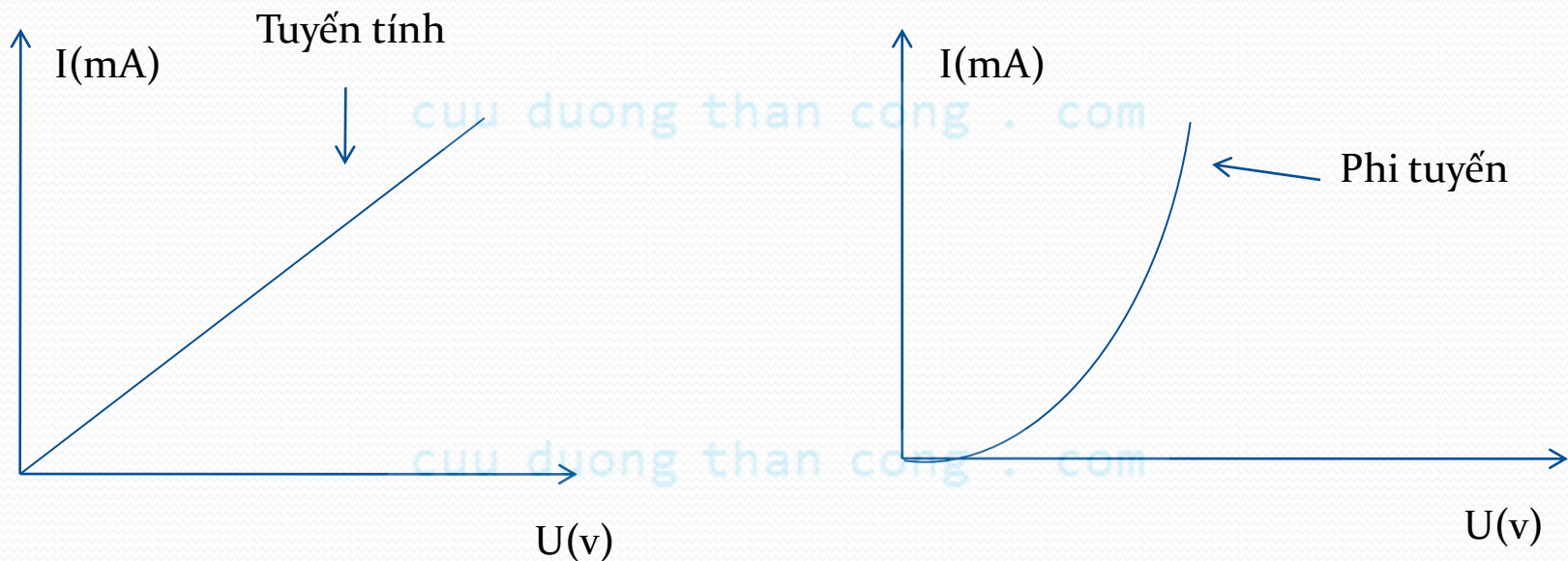
Kiến thức nền



Kiến thức nền

Định nghĩa phần tử tuyến tính và phi tuyến

Phần tử tuyến tính là phần tử có đồ thị biểu diễn quan hệ dòng áp là 1 đường thẳng. Ngược lại là phần tử phi tuyến.



Kiến thức nền

Tuyến tính

- Đặc tuyến(V-A) là đường thẳng
- Có thể áp dụng nguyên lý xếp chồng
- Không phát sinh hài mới

Phi tuyến

- Đặc tuyến (V-A) không là đường thẳng
- Không thể áp dụng nguyên lý xếp chồng
- Có thể phát sinh hài mới khi có phổ bất kỳ

cuu duong than cong . com

Kiến thức nền

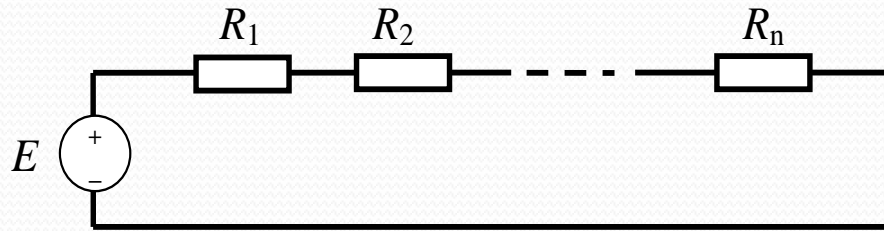
Các định luật, quy tắc cơ bản:

- Phân dòng – phân áp
- Kirchhoff 1 & 2
- Nguyên lý xếp chồng
- Nguyên lý tỷ lệ
- Định lý Thévenin và Norton

Kiến thức nền

- Quy tắc phân áp

Khi có nhiều điện trở mắc nối tiếp và biết điện áp E trên toàn bộ các điện trở đó thì điện áp rơi trên 1 điện trở bất kỳ:



$$u_{R_k} = \frac{E \cdot R_k}{\sum_{j=1}^n R_j}$$

Kiến thức nền

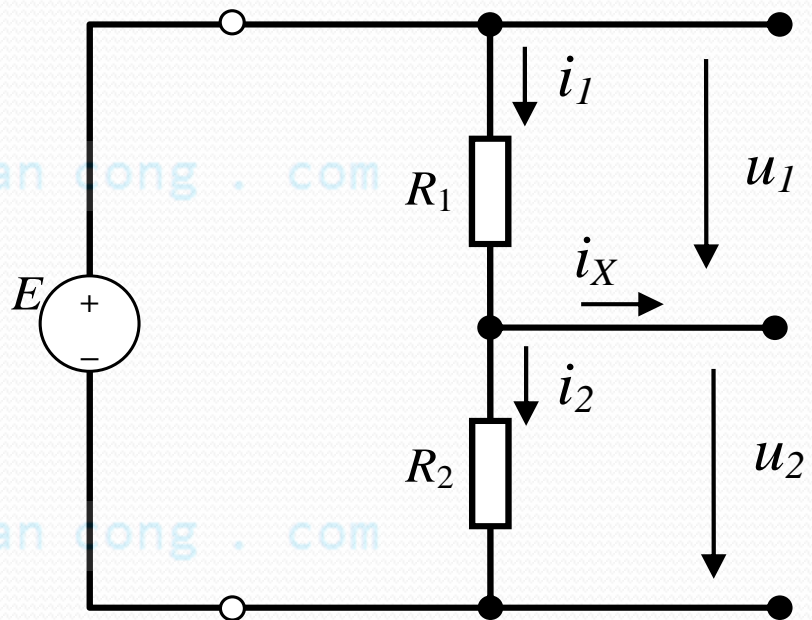
Ví dụ: cho mạch điện như hình vẽ tính U_1 và U_2 ?

- Ta có :

$$i_1 = i_2 = \frac{E}{R_1 + R_2}$$

- Do $u_1 = i_1 R_1$, $u_2 = i_2 R_2$ nên:

$$u_1 = E \frac{R_1}{R_1 + R_2}; \quad u_2 = E \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$



Kiến thức nền

- Quy tắc phân dòng:

Quy tắc phân dòng áp dụng cho trường hợp hai hay nhiều điện trở mắc song song. Nếu biết trước I_0 tại nút N ta có:

$$i_2 = I_0 - i_1$$

Điện áp trên R_1 và R_2 phải bằng nhau:

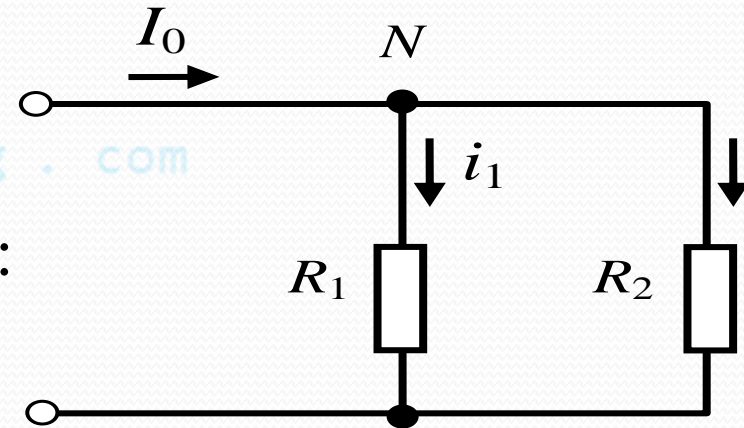
$$i_1 R_1 = i_2 R_2 \rightarrow i_1 = i_2 \frac{R_2}{R_1}$$

$$i_2 = I_0 - i_2 \frac{R_2}{R_1}$$

Hay:

$$i_2 = \frac{I_0 R_1}{R_1 + R_2}$$

$$i_1 = \frac{I_0 R_2}{R_1 + R_2}$$



Kiến thức nền

Định luật Kirchhoff 1:

Tổng các dòng điện đi vào 1 nút bằng tổng các dòng điện đi ra khỏi nút đó. Hay “**tổng đại số các dòng điện tại một nút bằng 0**”

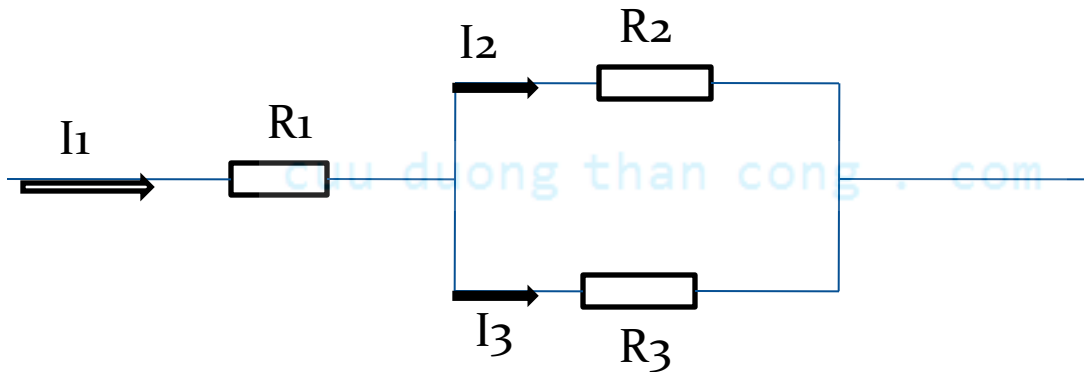
cuu duong than cong . com

$$\sum_k a_k i_k = 0$$

cuu duong than cong . com

Kiến thức nền

- Ví dụ:



- Ta có:

$$I_1 - (I_2 + I_3) = 0$$

Kiến thức nền

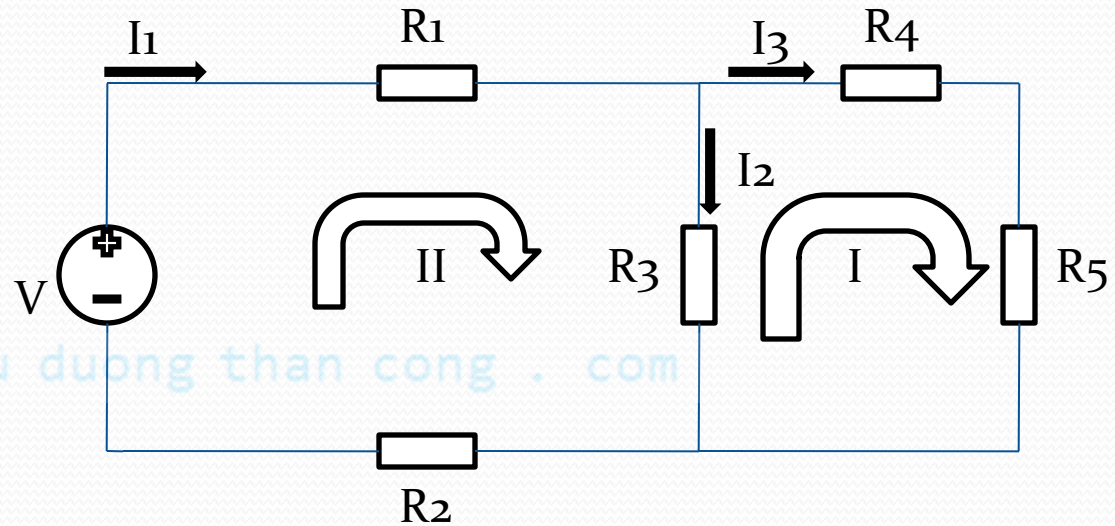
Định luật Kirchhoff 2:

“Tổng đại số các sụt áp trên các phần tử thụ động của một vòng kín bằng tổng đại số các sức điện động có trong vòng kín đó”.
Hoặc là: “Tổng đại số các sụt áp của các nhánh trong một vòng kín bằng không”.

$$\sum_k b_k u_k = 0 \quad \left\{ \begin{array}{l} b_k = 1 \text{ nếu chiều điện áp trên nhánh cùng chiều vòng quy ước.} \\ b_k = -1 \text{ nếu chiều điện áp trên nhánh ngược chiều vòng quy ước} \\ b_k = 0 \text{ nếu nhánh không thuộc vòng đang xét.} \end{array} \right.$$

Kiến thức nền

Ví dụ:



- K2 cho vòng I: $I_3 (R_4 + R_5) - I_2.R_3 = 0$
- K2 cho vòng II: $V = I_1.R_1 + I_2.R_3$

Kiến thức nền

Nguyên lý xếp chồng:

- Đáp ứng tạo bởi nhiều nguồn kích thích tác động đồng thời thì bằng tổng các đáp ứng tạo bởi mỗi nguồn kích thích tác động riêng rẽ.
- **Chú ý:** chỉ áp dụng nguyên lý xếp chồng khi mạch là **tuyến tính**, còn các trường hợp phi tuyến thì không áp dụng được! Trong thực tế khi giải mạch ta thường giả sử gần đúng là tuyến tính hay cho các phần tử hoạt động trong vùng tuyến tính khi đó ta mới có thể áp dụng nguyên lý xếp chồng.

Kiến thức nền

Nguyên lý tỷ lệ:

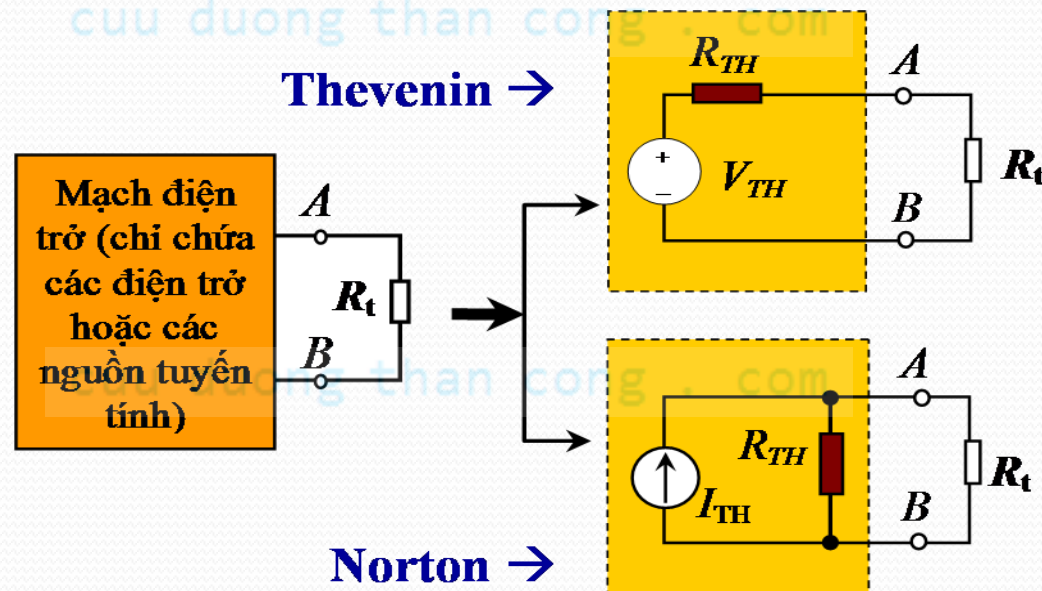
Nếu tất cả các nguồn kích thích trong một mạch tuyến tính đều được tăng lên K lần thì tất cả các đáp ứng cũng được tăng lên K lần.

cuu duong than cong . com

Kiến thức nền

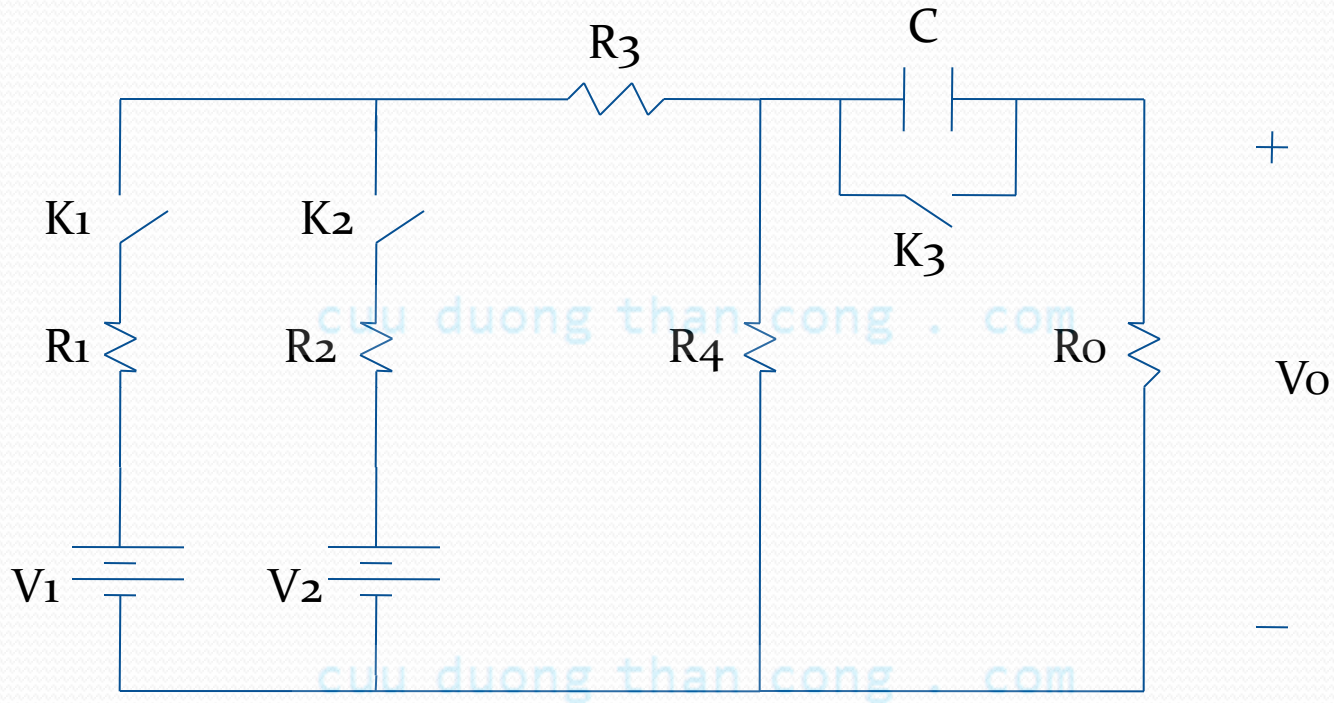
Định lý Thévenin-Norton

Có thể thay tương đương một mạng một cửa tuyến tính bởi một nguồn dòng bằng dòng điện trên cửa khi ngắn mạch mắc song song với trở kháng tương đương Thévenin của mạng một cửa.



Kiến thức nền

Bài tập



Cho mạch điện như hình vẽ.

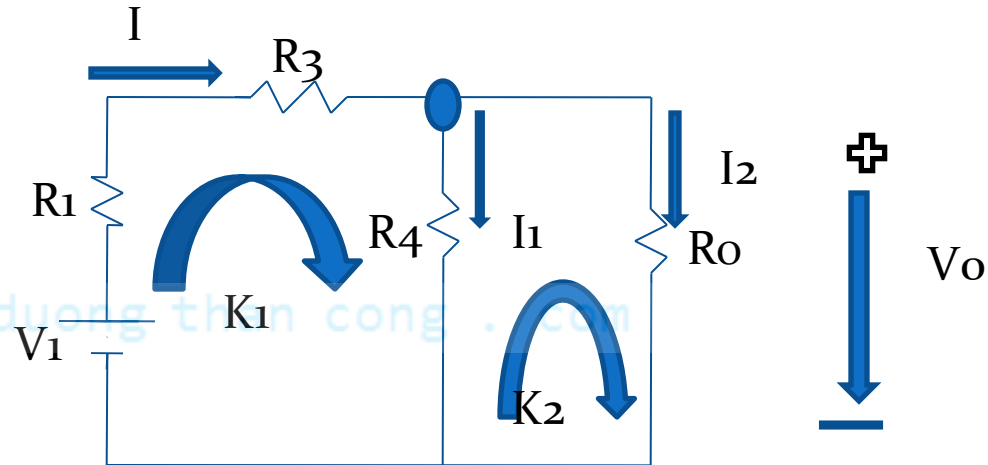
Kiến thức nền

- **A /** k_3 đóng. Tính V_o theo V_1, V_2 trong các trường hợp sau:
 - a) k_1 đóng $V_1 = V_{dc}$
 - b) k_2 đóng $V_2 = A \cdot \sin(2\pi t + b)$
 - c) k_1 và k_2 đều đóng
- **B /** k_3 hở, $C \rightarrow \infty$. Tính V_o theo V_1, V_2 trong các trường hợp sau:
 - a) k_1 đóng
 - b) k_2 đóng
 - c) k_1 và k_2 đều đóng
 - d) khi V_2 là chuỗi tuần hoàn

Kiến thức nền

- Giải: trường hợp A

a) sơ đồ mạch



Ta có:

$$I = I_1 + I_2 \quad (K1)$$

$$I(R_1 + R_3) + I_1 R_4 = V_1 \quad (K2)$$

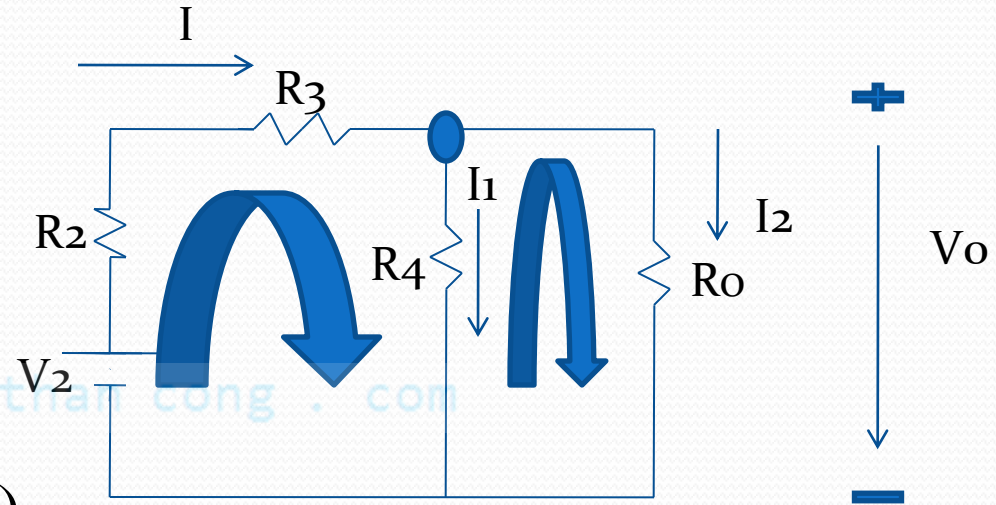
$$I_2 R_0 - I_1 R_4 = 0 \quad (K2)$$

$$V_0 = I_2 R_0$$

$$V_0 = \frac{V_1 \cdot R_4 \cdot R_0}{(R_1 + R_3)(R_4 + R_0)}$$

Kiến thức nền

b) sơ đồ mạch



$$V_2 = |V_2| \cos(2\pi f.t + \Phi)$$

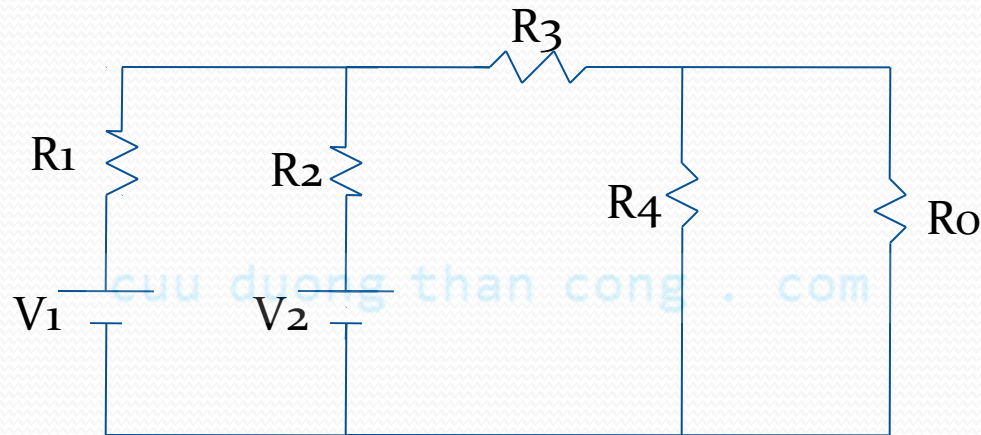
Tương tự như trường hợp trên ta thay V_1 bằng V_2 và R_1 bằng R_2
Do mạch chỉ có điện trở nên V_0 và V_2 cùng pha

$$|V_0| = \frac{|V_2| \cdot R_4 \cdot R_0}{(R_2 + R_3)(R_4 + R_0)}$$

$$V_0 = |V_0| \cdot \cos(2\pi f.t + \Phi)$$

Kiến thức nền

c) sơ đồ mạch

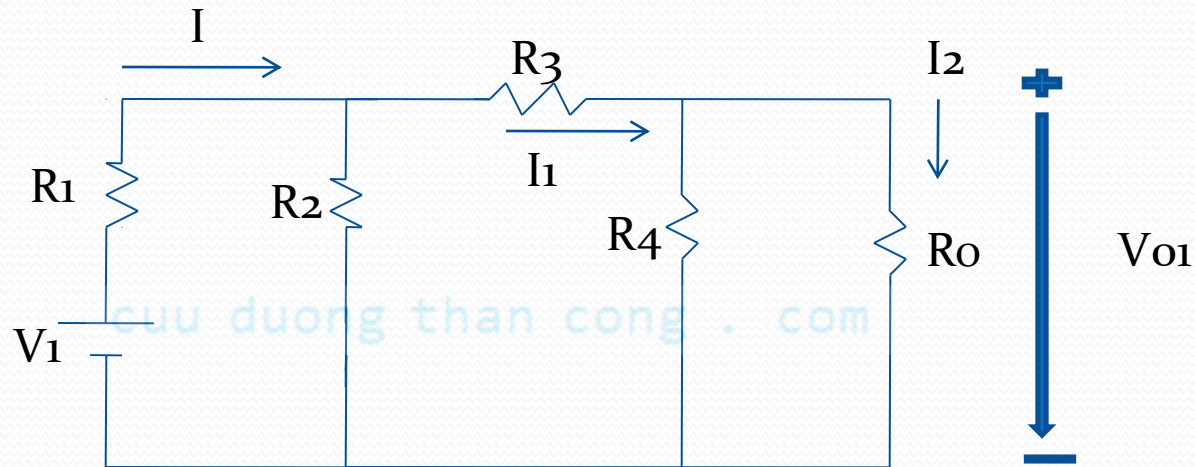


Áp dụng nguyên lý xếp chồng:

Kiến thức nền

- Triệt tiêu nguồn V2:

Ta có sơ đồ:



$$I = \frac{V_1}{(R_4 // R_o + R_3) // R_2 + R_1}$$

$$I_1 = \frac{I \cdot R_2}{R_4 // R_o + R_3 + R_2}$$

$$I_2 = \frac{I_1 \cdot R_4}{R_4 + R_o}$$

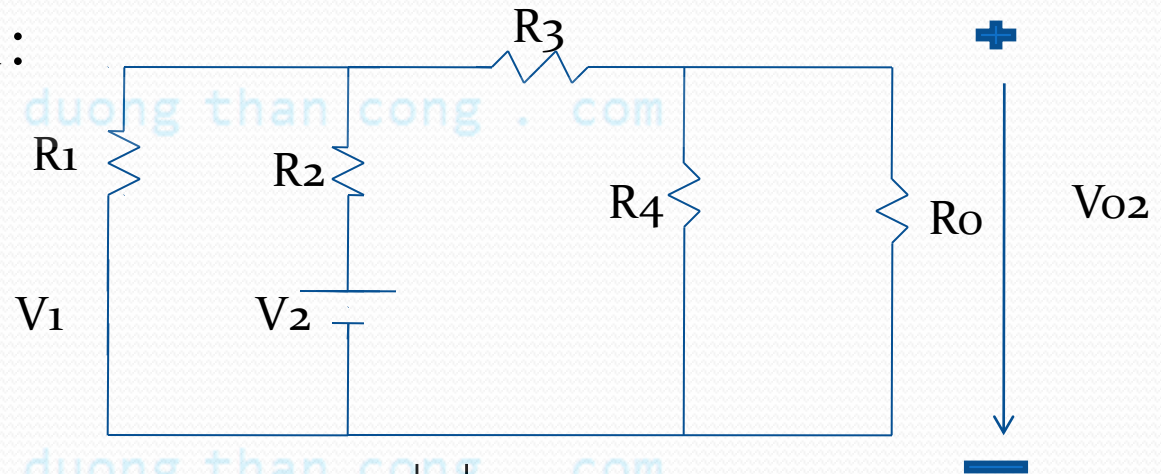
Kiến thức nền

$$V_{o1} = R_o \cdot I_2$$

$$V_{o1} = \frac{R_4}{R_4 + R_o} \cdot \frac{R_2}{R_4 // R_o + R_3 + R_2} \cdot \frac{V_1}{(R_4 // R_o + R_3) // R_2 + R_1}$$

- Triệt tiêu nguồn V1:

Ta có sơ đồ:



$$|V_{o2}| = \frac{R_4}{R_4 + R_o} \cdot \frac{R_1}{R_4 // R_o + R_3 + R_1} \cdot \frac{|V_2|}{(R_4 // R_o + R_3) // R_1 + R_2}$$

$$V_{o2} = |V_{o2}| \cos(2\pi f \cdot t + \Phi)$$

Kiến thức nền

Theo nguyên lý xếp chồng ta có:

$$V_o = V_{o1} + V_{o2}$$

$$V_o = |V_{o2}| \cos(2\pi f.t + \Phi) + \frac{R_4}{R_4 + R_o} \frac{R_2}{R_4 // R_o + R_3 + R_2} \frac{V_1}{(R_4 // R_o + R_3) // R_2 + R_1}$$

Với:

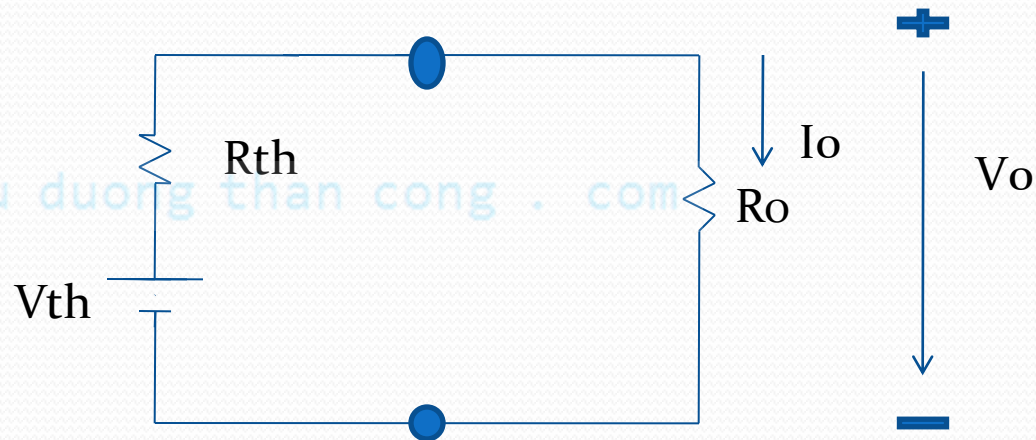
$$|V_{o2}| = \frac{R_4}{R_4 + R_o} \cdot \frac{R_1}{R_4 // R_o + R_3 + R_1} \frac{|V|_2}{(R_4 // R_o + R_3) // R_1 + R_2}$$

Kiến thức nền

B/ k3 hở, tụ C bằng vô cùng

a) k1 đóng mạch hở nên $V_o = 0$

b) sơ đồ mạch



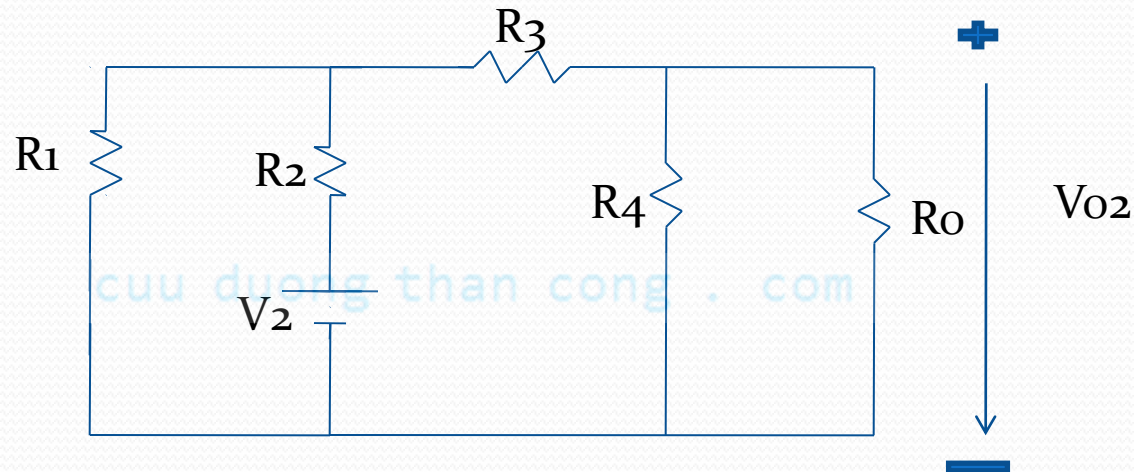
$$V_{th} = \frac{V_2 \cdot R_4}{R_2 + R_3 + R_4}$$

$$R_{th} = (R_2 + R_3) // R_4$$

$$V_o = \frac{V_{th} \cdot R_o}{R_{th} + R_o}$$

Kiến thức nền

c) Do thành phần DC không qua tụ nên ta có mạch



Làm tương tự phần A/ ta có :

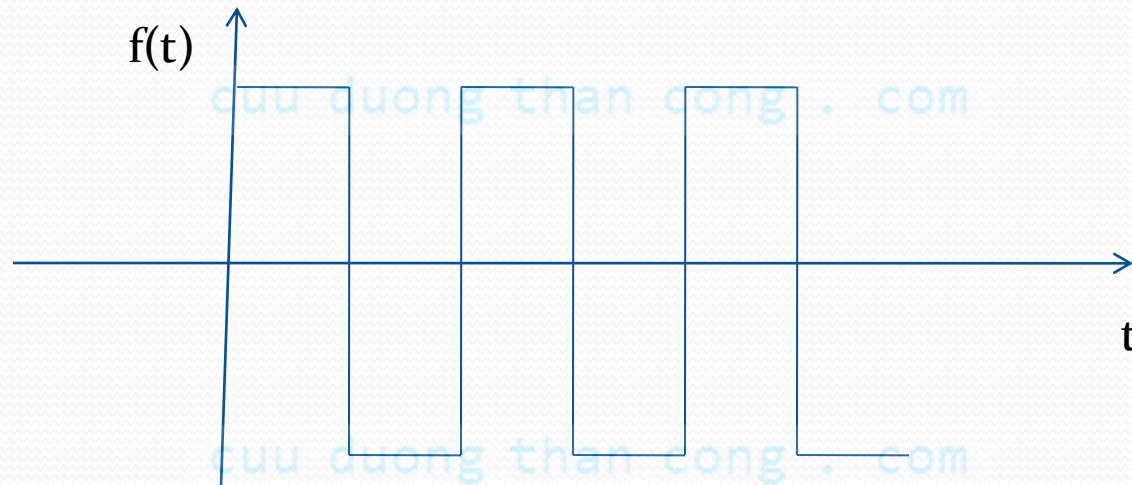
$$|V_{02}| = \frac{R_4}{R_4 + R_0} \cdot \frac{R_1}{R_4 // R_0 + R_3 + R_1} \frac{|V|_2}{(R_4 // R_0 + R_3) // R_1 + R_2}$$

$$V_{02} = |V_{02}| \cos(2\pi f.t + \Phi)$$

kiến thức nền

d) Khi V_2 là chuỗi tuần hoàn. $V_2=f(t)$

giả sử $f(t)$ có dạng:



kiến thức nền

Phân tích Fourier chuỗi $f(t)$

- $F(t)$ sẽ có dạng:

$$f(t) = A_0 + A_1 \cos(2\pi f_1.t) + A_2 \cos(2\pi f_2.t) + A_3 \cos(2\pi f_3.t) \dots$$

- Thành phần DC không qua tụ C. Chỉ có thành phần AC đi qua được tụ C tạo nên áp V_o trên R_o :
- Áp dụng nguyên lý xếp chồng ta có:

$$V_o = \frac{R_4}{R_4 + R_o} \cdot \frac{R_1}{R_4 // R_o + R_3 + R_1} \frac{A_1 \cos(2\pi f_1 t) + A_2 \cos(2\pi f_2 t) + A_3 \cos(2\pi f_3 t) + \dots}{(R_4 // R_o + R_3) // R_1 + R_2}$$

Kiến thức nền

Bán dẫn thuần

- Có nồng độ tạp chất tương đối nhỏ hay còn gọi là bán dẫn nội tại
- Hai loại bán dẫn thường gặp là bán dẫn Si và Ge. Ta có thể pha tạp chất để tạo ra các loại bán dẫn loại N và loại P.
- Bán dẫn loại N có nồng độ điện tử lớn hơn nhiều so với lỗ trống. Bán dẫn loại P thì ngược lại nồng độ lỗ trống rất lớn hơn nồng độ điện tử.

Kiến thức nền

Chuyển tiếp (tiếp xúc, mối nối) P-N

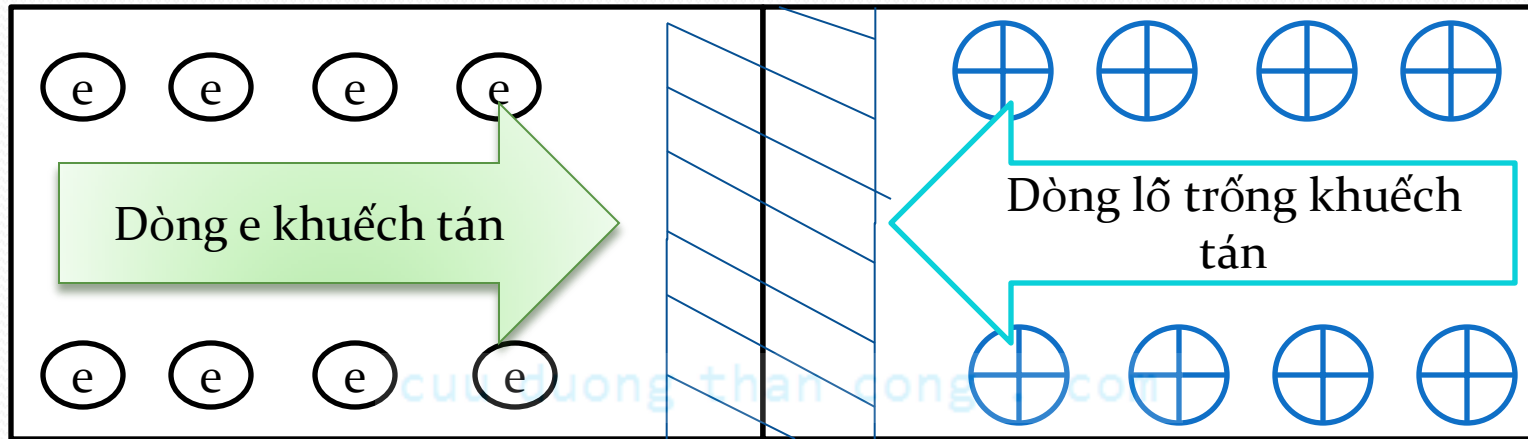
Khi ta kết nối kỹ thuật giữa bán dẫn loại N và bán dẫn loại P thì hình thành chuyển tiếp P-N.



Bán dẫn loại N

Miền nghèo

Bán dẫn loại P



+ $\overline{V_T}$ -

Dòng điện tử dưới
tác dụng của thế $\overline{V_T}$



Dòng lỗ trống
dưới tác dụng của
thế $\overline{V_T}$

Kiến thức nền

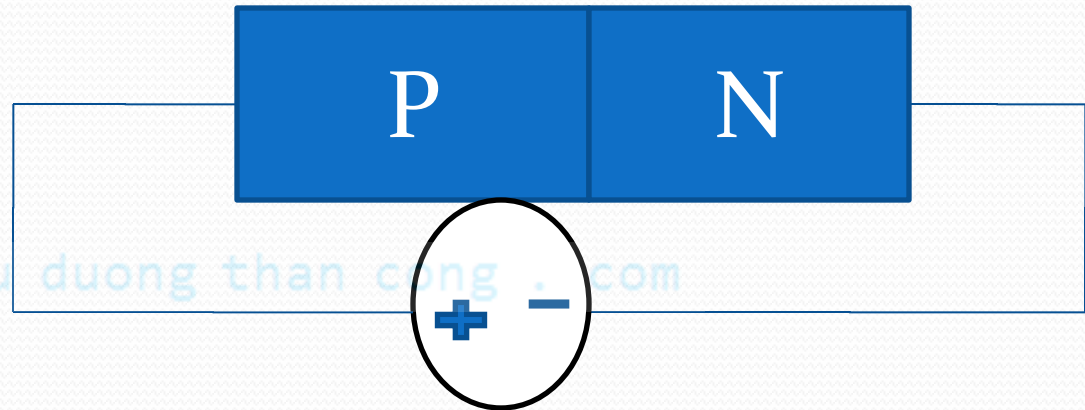
Do nồng độ điện tử bên bán dẫn loại N lớn hơn nồng độ điện tử bên P nên các electron khuếch tán sang bên N và lỗ trống khuếch tán từ P sang N dẫn đến bán dẫn loại N tích điện dương, bên bán dẫn loại P tích điện âm hình thành một thế \bar{V}_T hướng từ N sang P. Lúc này dòng điện khuếch tán và dòng trôi cân bằng động.

cuu duong than cong . com

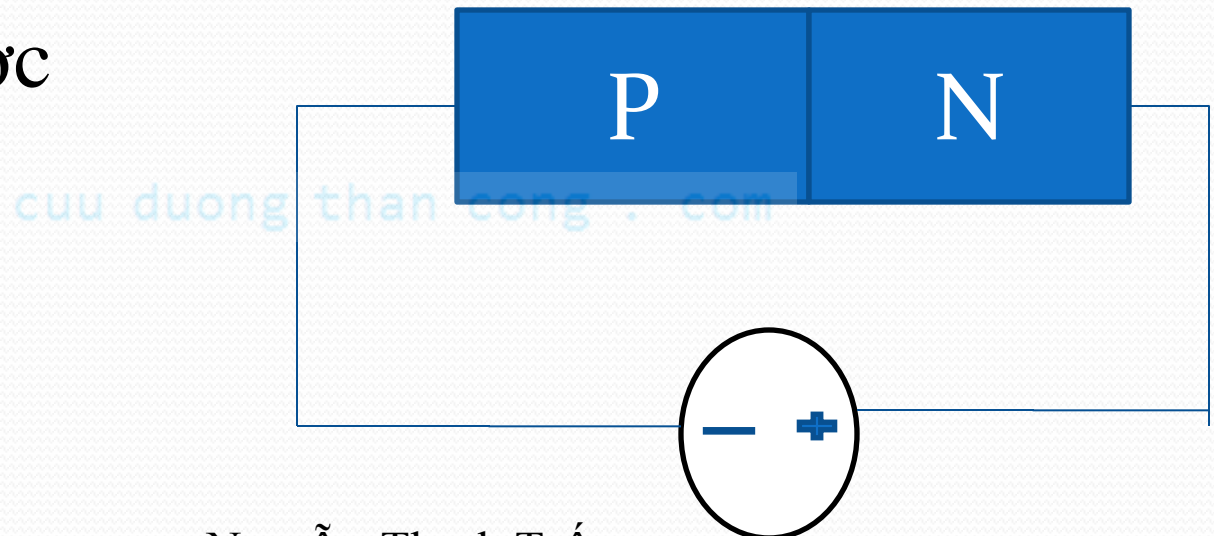
Kiến thức nền

Phân cực cho tiếp xúc P-N

Phân cực thuận

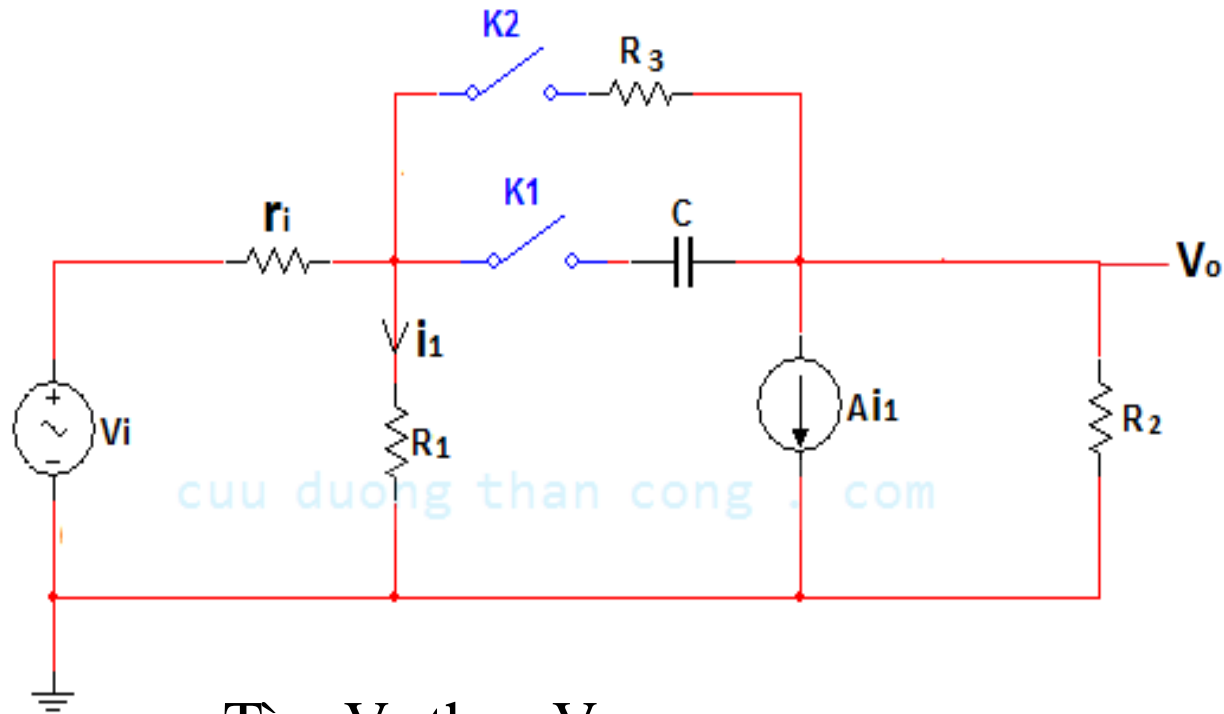


Phân cực ngược



Các dạng mạch điện cơ bản

Bài 1



Tìm V_o theo V_i

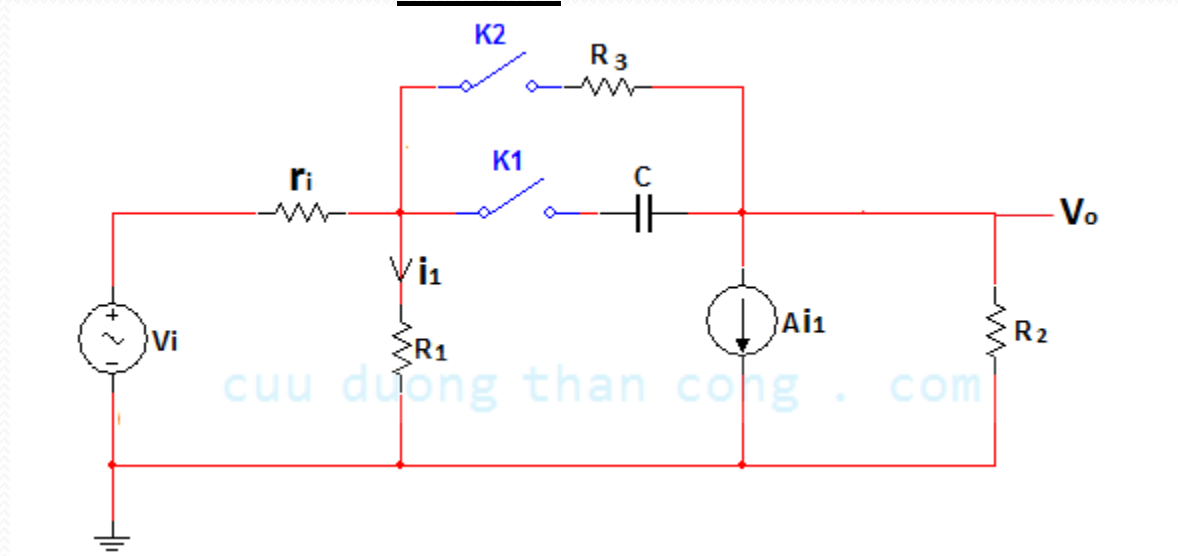
a) K_1, K_2 cùng mở.

b) K_1 đóng, K_2 mở.

c) K_1 mở, K_2 đóng.

Các dạng mạch điện cơ bản

Giải:

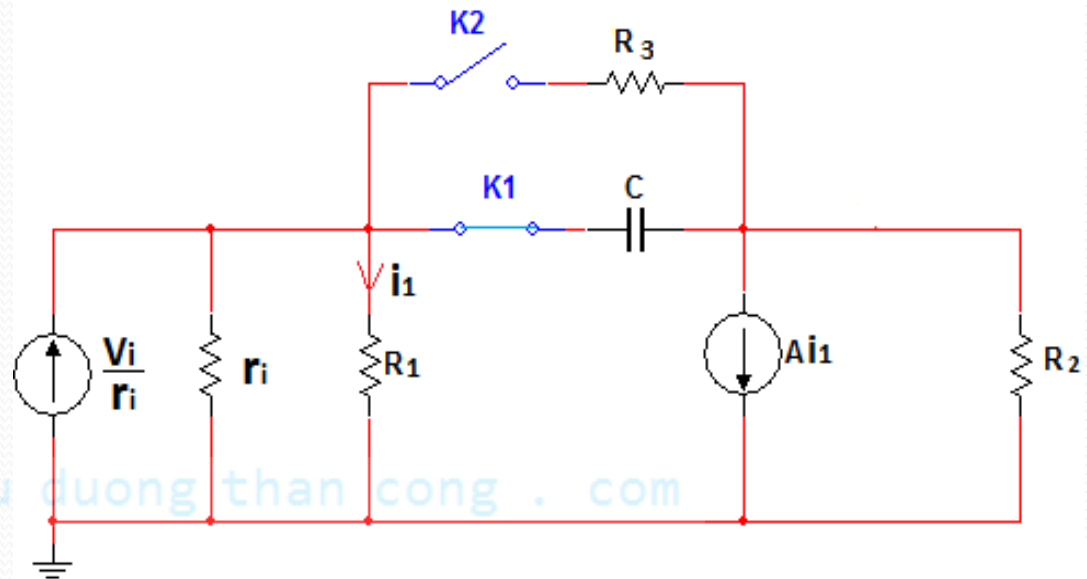


a) K_1, K_2 cùng mở.

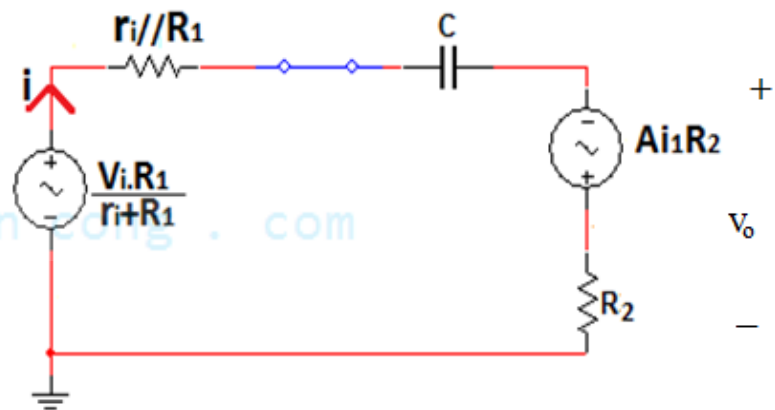
$$\frac{v_o}{v_i} = \frac{v_o}{A i_1} \cdot \frac{i_1}{v_i} = -R_2 A \cdot \frac{1}{r_i + R_1}$$

Các dạng mạch điện cơ bản

b) K_1 đóng, K_2 mở:



Biến đổi mạch tương đương ta được mạch:



Các dạng mạch điện cơ bản

Áp dụng định luật KVL cho mạch đã biến đổi ta được:

$$i \left(\frac{r_i R_1}{r_i + R_1} + R_2 + \frac{1}{j\omega C} \right) = \frac{v_i R_1}{r_i + R_1} + A i_1 R_2 \Rightarrow i = \frac{\frac{v_i R_1}{r_i + R_1} + A i_1 R_2}{\frac{r_i R_1}{r_i + R_1} + \frac{1}{j\omega C} + R_2}$$

Thay $i_1 = \left(i - \frac{v_i}{r_i} \right) \cdot \frac{r_i}{r_i + R_1}$

Ta được biểu thức:
$$i = \frac{\frac{v_i R_1}{r_i + R_1} + A \left(i - \frac{v_i}{r_i} \right) \cdot \frac{r_i}{r_i + R_1} \cdot R_2}{\frac{r_i R_1}{r_i + R_1} + \frac{1}{j\omega C} + R_2}$$

Các dạng mạch điện cơ bản

$$\Rightarrow i = \frac{\frac{v_i R_1}{r_i + R_1} - A \frac{v_i}{r_i} \frac{r_i}{r_i + R_1} \cdot R_2}{\frac{r_i R_1}{r_i + R_1} + \frac{1}{j\omega C} + R_2 - A \frac{r_i}{r_i + R_1} \cdot R_2}$$

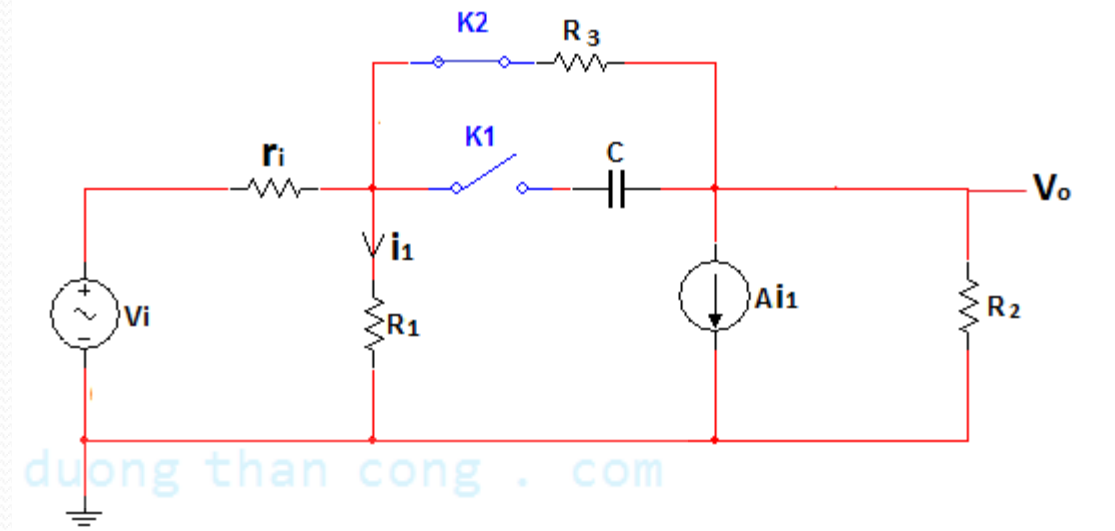
Theo mạch tương đương ta tính được $v_o = R_2 i - A i_1 R_2$

Thay i_1 ta nhận được kết quả:

$$V_o = R_2 \cdot \frac{\frac{v_i R_1}{r_i + R_1} - A \frac{v_i}{r_i} \frac{r_i}{r_i + R_1} \cdot R_2}{\frac{r_i R_1}{r_i + R_1} + \frac{1}{j\omega C} + R_2 - A \frac{r_i}{r_i + R_1} \cdot R_2} - A \left(\frac{\frac{v_i R_1}{r_i + R_1} - A \frac{v_i}{r_i} \frac{r_i}{r_i + R_1} \cdot R_2}{\frac{r_i R_1}{r_i + R_1} + \frac{1}{j\omega C} + R_2 - A \frac{r_i}{r_i + R_1} \cdot R_2} - \frac{v_i}{r_i} \right) \cdot \frac{r_i}{r_i + R_1} \cdot R_2$$

Các dạng mạch điện cơ bản

c) K_1 mở, K_2 đóng

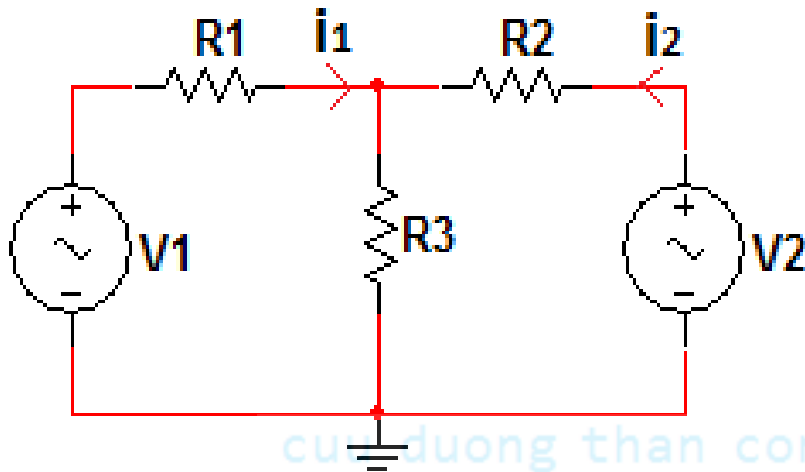


Làm tương tự câu b, thay $Z_C = \frac{1}{j\omega C}$ thành R_3 ta nhận được kết quả:

$$V_o = R_2 \cdot \frac{\frac{v_i R_1}{r_i + R_1} - A \frac{v_i}{r_i} \frac{r_i}{r_i + R_1} \cdot R_2}{\frac{r_i R_1}{r_i + R_1} + R_3 + R_2 - A \frac{r_i}{r_i + R_1} \cdot R_2} - A \left(\frac{\frac{v_i R_1}{r_i + R_1} - A \frac{v_i}{r_i} \frac{r_i}{r_i + R_1} \cdot R_2}{\frac{r_i R_1}{r_i + R_1} + R_3 + R_2 - A \frac{r_i}{r_i + R_1} \cdot R_2} - \frac{v_i}{r_i} \right) \cdot \frac{r_i}{r_i + R_1} \cdot R_2$$

Các dạng mạch điện cơ bản

Bài 2:



- a) Tìm i_1, i_2 theo V_1, V_2
- b) Tìm i_1, i_2 theo

$$V_{tb} = \frac{V_1 + V_2}{2}, \Delta V = V_1 - V_2$$

Giải:

- a) Dùng pp dòng mắc lưới ta được hệ:

$$\begin{pmatrix} R_1 + R_3 & R_3 \\ R_3 & R_2 + R_3 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} i_1 \\ i_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \end{pmatrix}$$

Các dạng mạch điện cơ bản

Giải hệ ta được kết quả:

$$i_1 = \frac{\begin{vmatrix} V_1 & R_3 \\ V_2 & R_2 + R_3 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} R_1 + R_3 & R_3 \\ R_3 & R_2 + R_3 \end{vmatrix}} = \frac{V_1(R_2 + R_3) - V_2 R_3}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_1 R_3}$$

$$i_2 = \frac{\begin{vmatrix} R_1 + R_3 & V_1 \\ R_3 & V_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} R_1 + R_3 & R_3 \\ R_3 & R_2 + R_3 \end{vmatrix}} = \frac{V_1(R_1 + R_3) - V_1 R_3}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_1 R_3}$$

Các dạng mạch điện cơ bản

b) Tìm i_1, i_2 theo $V_{tb} = \frac{V_1 + V_2}{2}, \Delta V = V_1 - V_2$

$$V_1 = \frac{V_{tb} + \Delta V}{2} \quad V_2 = \frac{V_{tb} - \Delta V}{2}$$

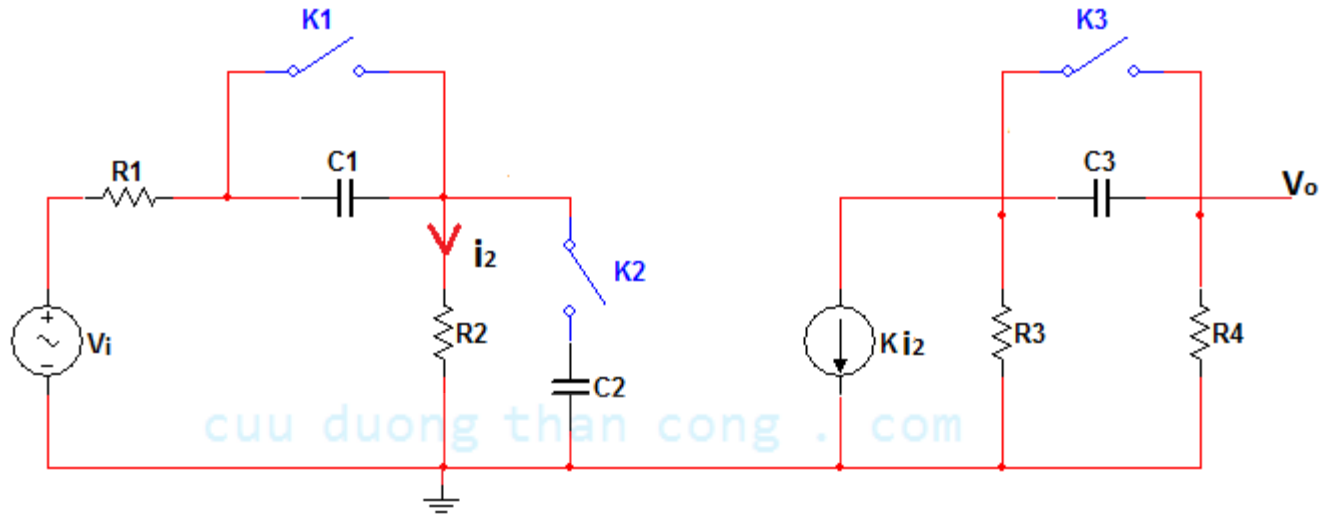
Thay vào kết quả câu a) ta được:

$$i_1 = \frac{V_{tb}R_2 + \Delta V(R_2 + 2R_3)}{2(R_1R_2 + R_2R_3 + R_1R_3)}$$

$$i_2 = \frac{V_{tb}R_1 + \Delta V(R_1 + 2R_3)}{2(R_1R_2 + R_2R_3 + R_1R_3)}$$

Các dạng mạch điện cơ bản

Bài 3:

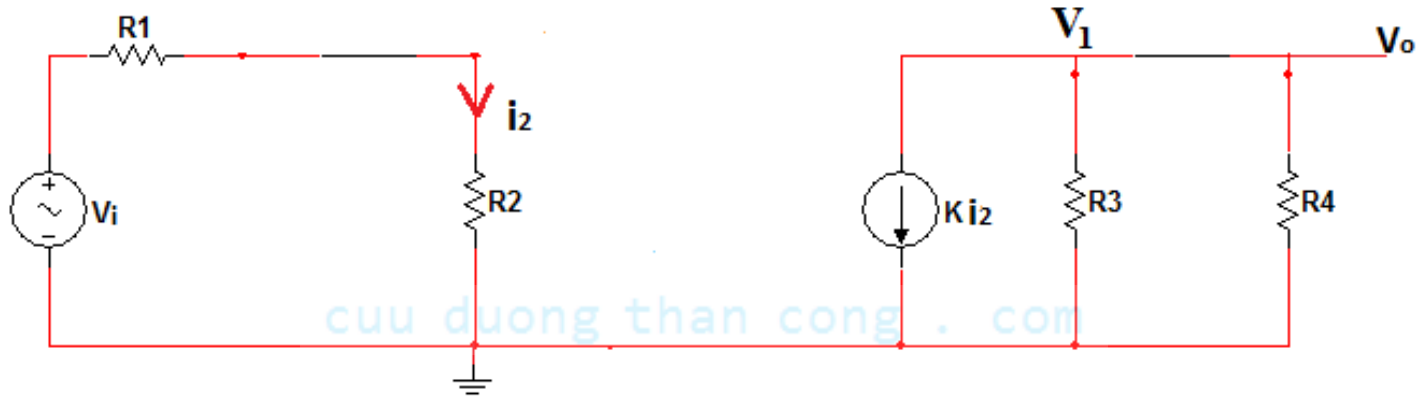


Tìm V_o theo V_i :

- a) K_1 đóng, K_2 mở, K_3 đóng.
- b) K_1 đóng, K_2 mở, K_3 mở. (đáp ứng tần số tụ ghép ngõ ra)
- c) K_1 mở, K_2 mở, K_3 đóng. (đáp ứng tần số tụ ghép ngõ vào)
- d) K_1 đóng, K_2 đóng, K_3 đóng. (đáp ứng tần số tụ thoát)

Các dạng mạch điện cơ bản

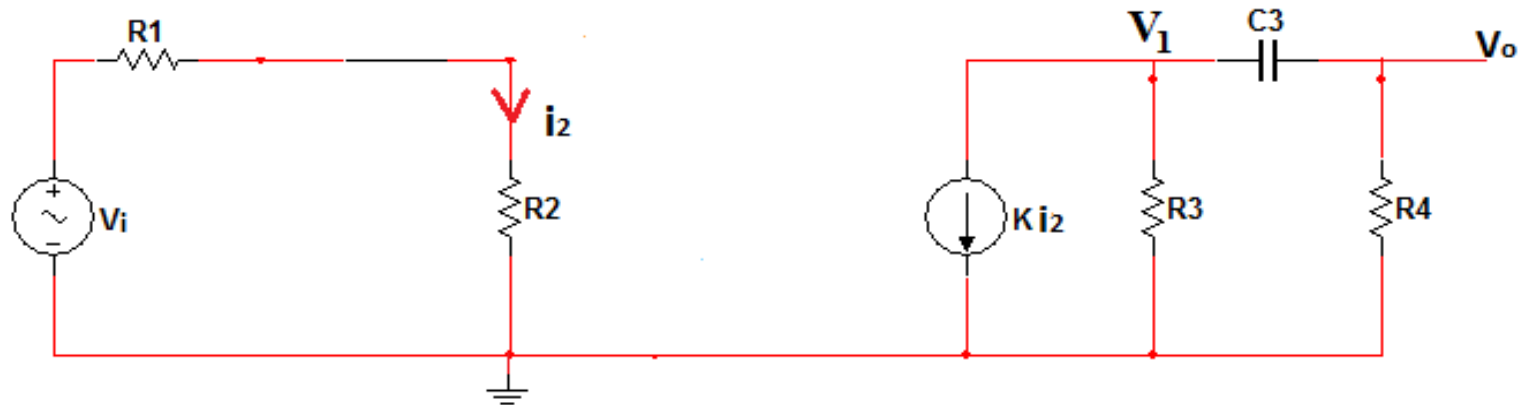
a)



$$\frac{v_o}{v_i} = \frac{v_o}{K i_2} \cdot \frac{K i_2}{v_i} = - \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} \cdot K \frac{1}{R_1 + R_2}$$

Các dạng mạch điện cơ bản

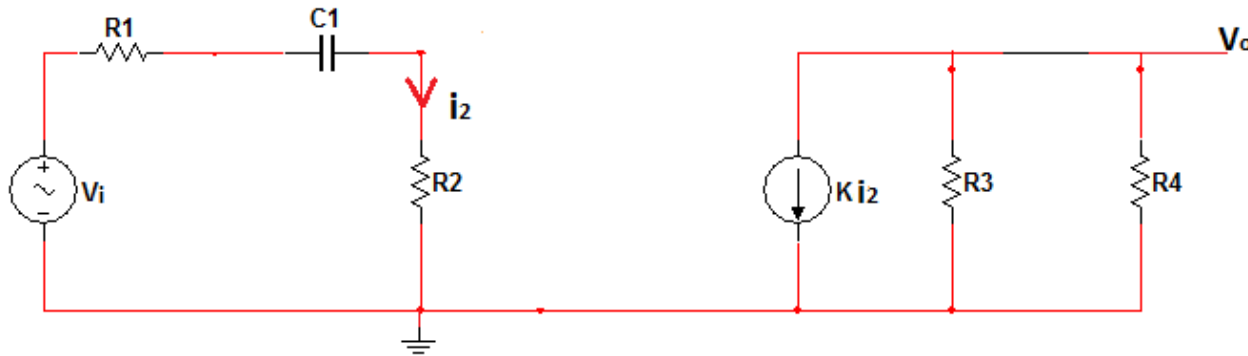
b)



$$\begin{aligned} \frac{v_o}{v_i} &= \frac{v_o}{v_1} \cdot \frac{v_1}{Ki_2} \cdot \frac{Ki_2}{v_i} = - \frac{R_4}{R_4 + \frac{1}{j\omega C_3}} \cdot \frac{R_3 \left(R_4 + \frac{1}{j\omega C_3} \right)}{R_3 + R_4 + \frac{1}{j\omega C_3}} \cdot \frac{K}{R_1 + R_2} \\ &= - \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} \cdot \frac{K}{R_1 + R_2} \cdot \frac{j\omega}{j\omega + \frac{1}{C_3(R_4 + R_3)}} = A_{vm} \cdot \frac{j\omega}{j\omega + \omega_o} \end{aligned}$$

Các dạng mạch điện cơ bản

c)



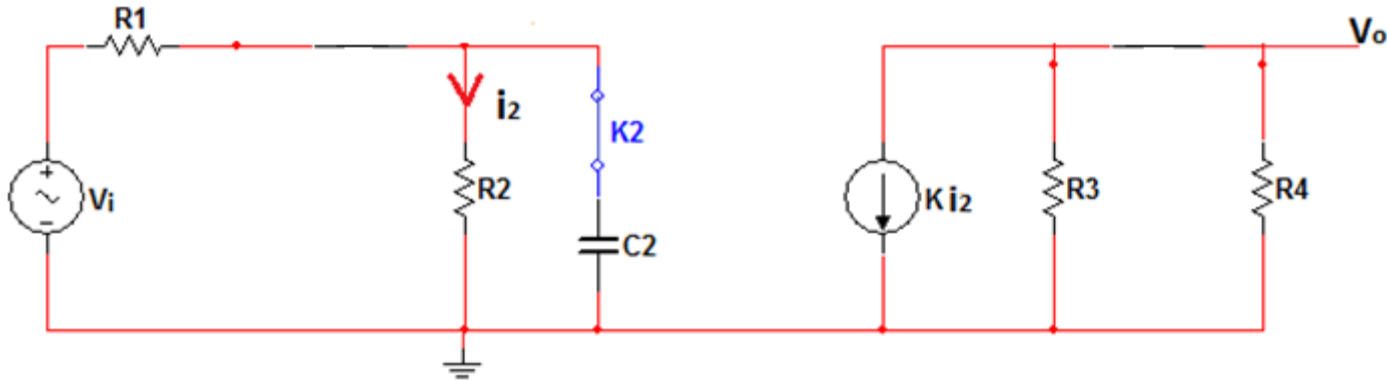
$$\frac{v_o}{v_i} = \frac{v_o}{Ki_2} \cdot \frac{Ki_2}{v_i} = -\frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} \cdot K \cdot \frac{1}{R_1 + R_2} \cdot \frac{1}{j\omega C_1}$$

$$= -\frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} \cdot \frac{K}{R_1 + R_2} \cdot \frac{j\omega}{j\omega + \frac{1}{C_1(R_1 + R_2)}} = A_{vm} \cdot \frac{j\omega}{j\omega + \omega_1}$$

Với: $\omega_1 = \frac{1}{C_1(R_1 + R_2)}$

Các dạng mạch điện cơ bản

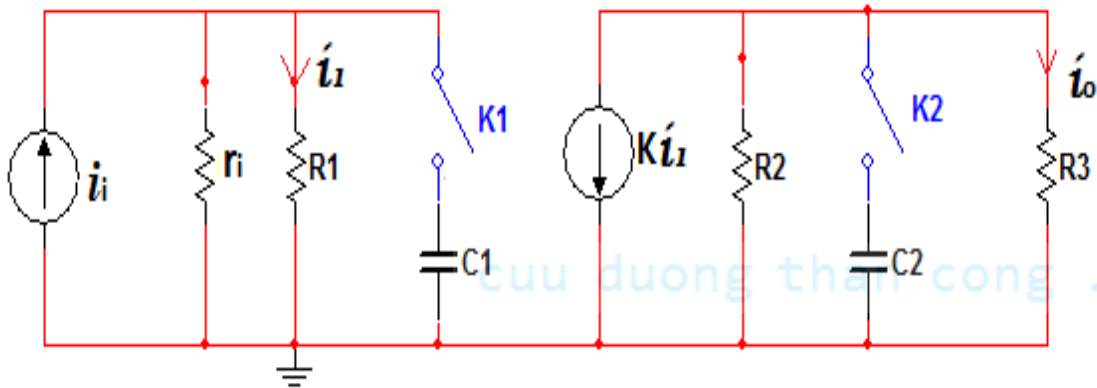
d)



$$\begin{aligned} \frac{v_o}{v_i} &= \frac{v_o}{K i_2} \cdot \frac{K i_2}{i} \cdot \frac{i}{v_i} = -\frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} \cdot K \frac{R_2}{R_2 + \frac{1}{j\omega C_2}} \cdot \frac{1}{R_1 + R_2 \parallel \frac{1}{j\omega C_2}} \\ &= -\frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} \cdot K \frac{R_2}{R_2 + \frac{1}{j\omega C_2}} \cdot \frac{1}{R_1 + \frac{R_2}{\frac{j\omega C_2}{1}}} \end{aligned}$$

Các dạng mạch điện cơ bản

Bài 4:



Tìm i_o theo i_i

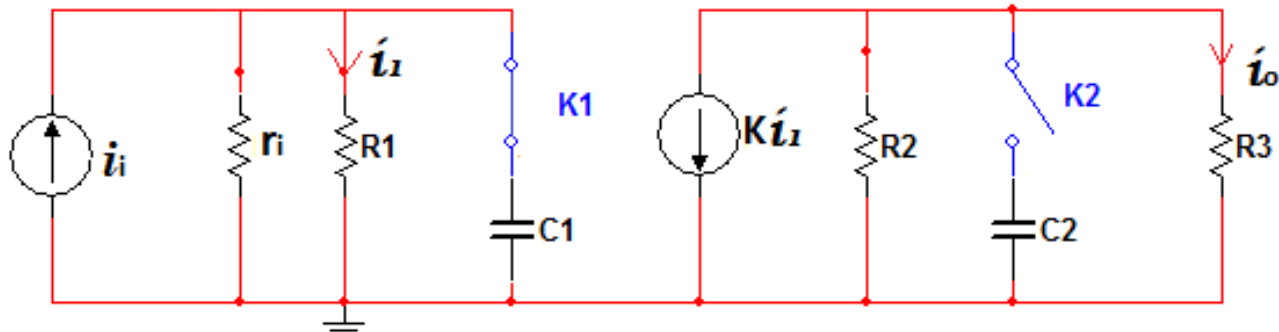
- a) K_1 mở, K_2 mở.
- b) K_1 đóng, K_2 mở.
- c) K_1 mở, K_2 đóng.
- d) K_1 đóng, K_2 đóng.

Giải

$$a) \quad \frac{i_o}{i_i} = \frac{i_o}{K i_o} \cdot \frac{K i_1}{i_i} = - \frac{R_2}{R_2 + R_3} \cdot \frac{K r_i}{r_i + R_1}$$

Các dạng mạch điện cơ bản

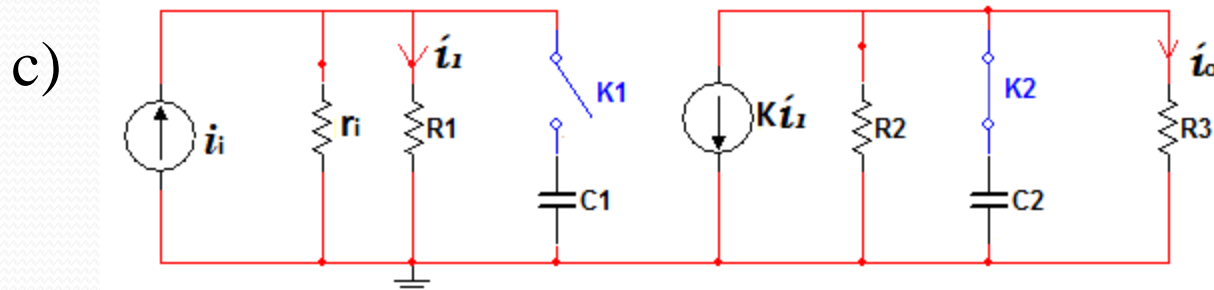
b)



$$\begin{aligned} \frac{i_o}{i_i} &= \frac{i_o}{K i_1} \cdot \frac{K i_1}{i_i} = - \frac{R_2}{R_2 + R_3} \cdot K \frac{r_i // C_1}{r_i // C_1 + R_1} \\ &= - \frac{R_2}{R_2 + R_3} \cdot K \frac{r_i \cdot \frac{1}{j\omega C_1}}{r_i + \frac{1}{j\omega C_1}} \\ &= - \frac{R_2}{R_2 + R_3} \cdot K \frac{r_i \cdot \frac{1}{j\omega C_1}}{\frac{r_i + \frac{1}{j\omega C_1}}{1}} \\ &= - \frac{R_2}{R_2 + R_3} \cdot \frac{K r_i}{r_i + R_1} \cdot \frac{1}{1 + (r_i // R_1) C_1 \cdot j\omega} = A_{im} \cdot \frac{\omega_0}{j\omega + \omega_0} \end{aligned}$$

$$\omega_0 = \frac{1}{C_1 (r_i // R_1)}$$

Các dạng mạch điện cơ bản



$$\frac{i_o}{i_i} = \frac{i_o}{K i_1} \cdot \frac{K i_1}{i_i} = - \frac{R_2 \parallel C_2}{R_2 \parallel C_2 + R_3} \cdot K \cdot \frac{r_i}{r_i + R_1}$$

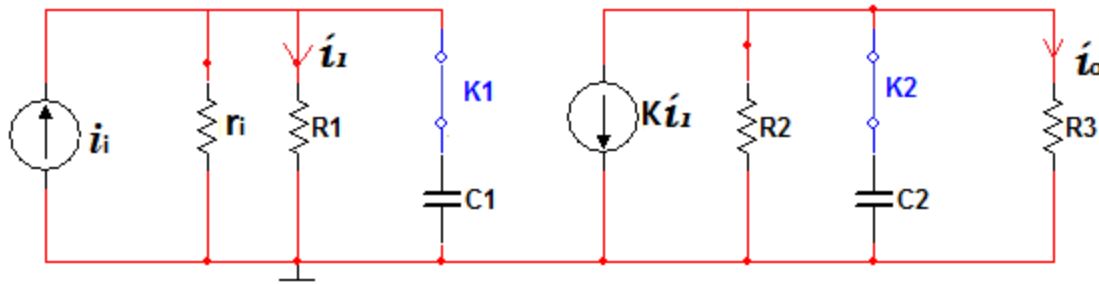
$$= - \frac{R_2 \cdot \frac{1}{j\omega C_2}}{R_2 + \frac{1}{j\omega C_2}} \cdot \frac{K r_i}{r_i + R_1}$$

$$= - \frac{R_2}{R_2 + R_3} \cdot \frac{K r_i}{r_i + R_1} \cdot \frac{1}{1 + (R_2 \parallel R_3) C_2 \cdot j\omega} = A_{im} \cdot \frac{\omega_1}{j\omega + \omega_1}$$

$$\omega_1 = \frac{1}{C_2 (R_2 \parallel R_3)}$$

Các dạng mạch điện cơ bản

d)



$$\frac{i_o}{i_i} = \frac{i_o}{K i_1} \cdot \frac{K i_1}{i_i} = - \frac{R_2 \parallel C_2}{R_2 \parallel C_2 + R_3} \cdot K \cdot \frac{r_i \parallel C_1}{r_i \parallel C_1 + R_1}$$

$$= - \frac{\frac{R_2 \cdot \frac{1}{j\omega C_2}}{R_2 + \frac{1}{j\omega C_2}}}{\frac{R_2 \cdot \frac{1}{j\omega C_2}}{R_2 + \frac{1}{j\omega C_2}} + R_3} \cdot K \cdot \frac{\frac{r_i \cdot \frac{1}{j\omega C_1}}{r_i + \frac{1}{j\omega C_1}}}{\frac{r_i \cdot \frac{1}{j\omega C_1}}{r_i + \frac{1}{j\omega C_1}} + R_1}$$

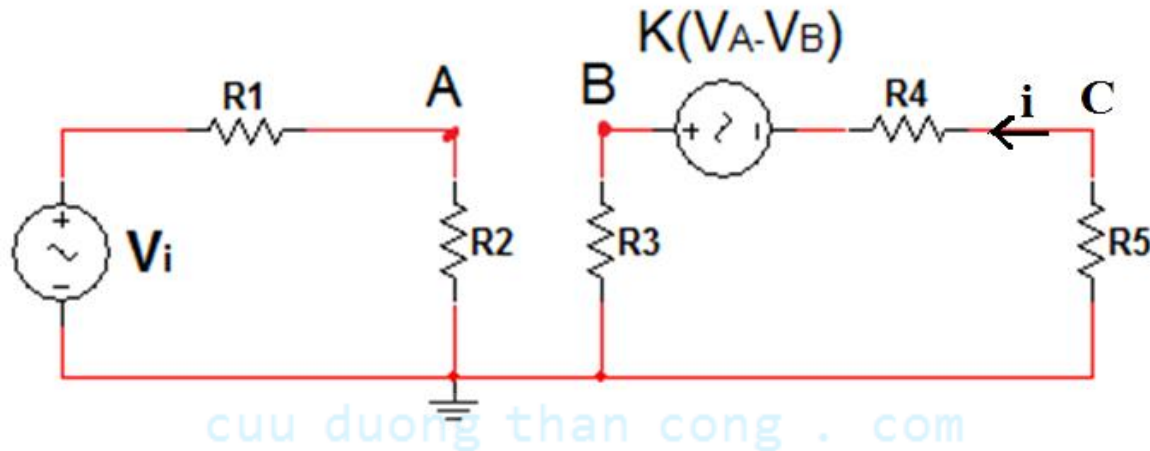
$$= - \frac{R_2}{R_2 + R_3} \cdot \frac{K r_i}{r_i + R_1} \cdot \frac{1}{1 + (R_2 \parallel R_3) C_2 \cdot j\omega} \cdot \frac{1}{1 + (r_i \parallel R_1) C_1 \cdot j\omega} = A_{im} \cdot \frac{\omega_0}{j\omega + \omega_0} \cdot \frac{\omega_1}{j\omega + \omega_1}$$

$$\omega_1 = \frac{1}{C_2 (R_2 \parallel R_3)}$$

$$\omega_0 = \frac{1}{C_1 (r_i \parallel R_1)}$$

Các dạng mạch điện cơ bản

Bài 5



Tính

- a) V_B theo V_A , theo V_i
- b) V_C theo V_A , theo V_i

Các dạng mạch điện cơ bản

Giải:

a)

• Tính theo V_A

$$i.(R_3 + R_4 + R_5) = K(V_A - V_B)$$

$$V_B = R_3.i = R_3 \cdot \frac{K(V_A - V_B)}{R_3 + R_4 + R_5}$$

Suy ra:

$$V_B = \frac{R_3 K}{R_3 + R_4 + R_5 + KR_3} \cdot V_A$$

• Tính theo V_i

$$V_A = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_i$$

Các dạng mạch điện cơ bản

Thay vào kết quả trên ta được

$$V_B = \frac{R_3 K}{R_3 + R_4 + R_5 + KR_3} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_i$$

b)

• Tính theo V_A $V_C = -R_5 \cdot i = -R_5 \frac{K(V_A - V_B)}{R_3 + R_4 + R_5} = R_5 \cdot \frac{K(V_B - V_A)}{R_3 + R_4 + R_5}$

Thay kết quả V_B ở câu a vào ta được:

$$V_C = \frac{KR_5 V_A}{R_3 + R_4 + R_5 + KR_3}$$

• Tính theo V_i :

$$V_C = \frac{KR_5}{R_3 + R_4 + R_5 + KR_3} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_i$$