

Vài ứng dụng Điện tử

1 .Ch 9. Dao động tạo sóng

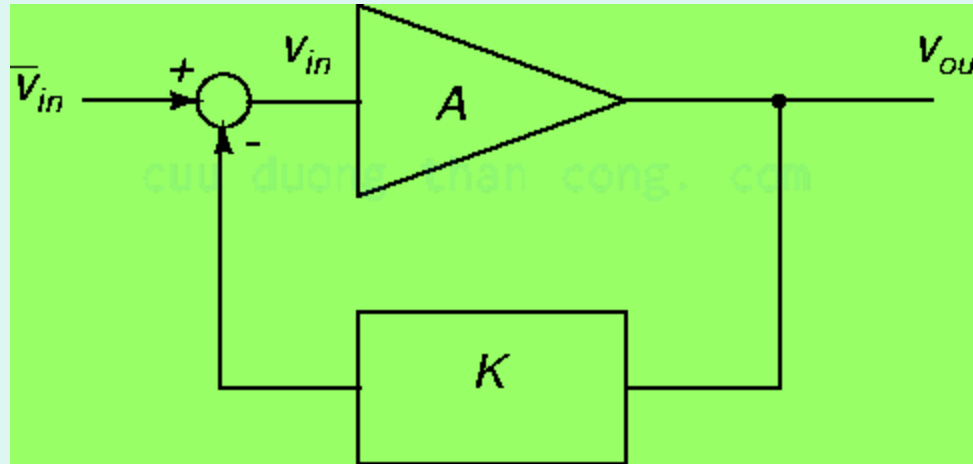
Khái niệm hồi tiếp

- Mạch Hồi tiếp là mạch mắc từ ngõ ra hoặc một phần ngõ ra về lại ngõ vào.
- Có hai loại hồi tiếp:
 - ❖ Hồi tiếp âm làm:
 - giảm độ lợi toàn mạch,
 - cải thiện mạch về tổng trở vào, ra,
 - Gia tăng băng thông và
 - ổn định tốt hơn.
 - ❖ Hồi tiếp dương làm:
 - tăng độ lợi, và do đó dễ làm hư mạch nên ít sử dụng, chỉ được dùng khi cần thiết



A. Dao động sóng sin

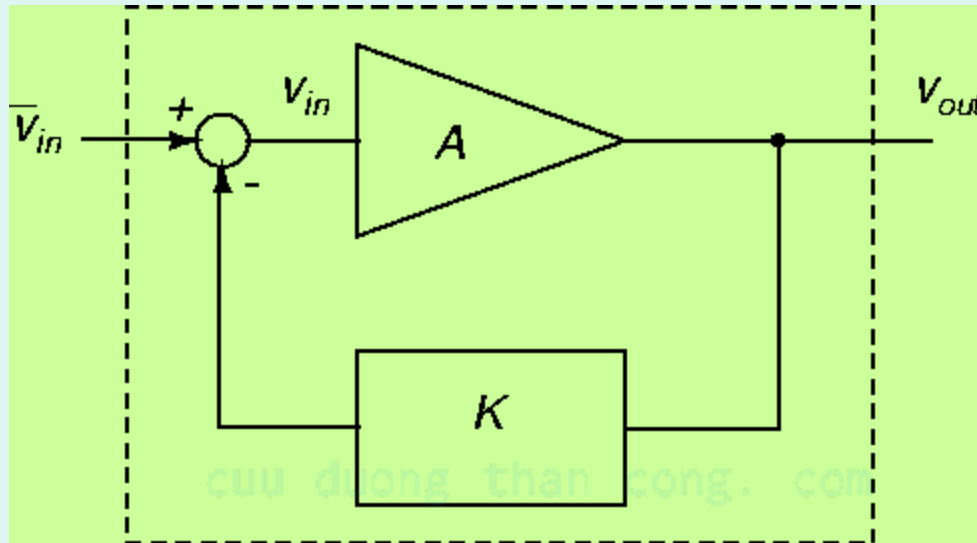
- I. Nguyên tắc- Chuẩn cứ Barkhausen
- Khuếch đại hồi tiếp âm



$$v_{in} = \bar{v}_{in} - K v_{out}$$
$$v_{out} = A v_{in}.$$

$$v_{out} = A_K \bar{v}_{in}.$$

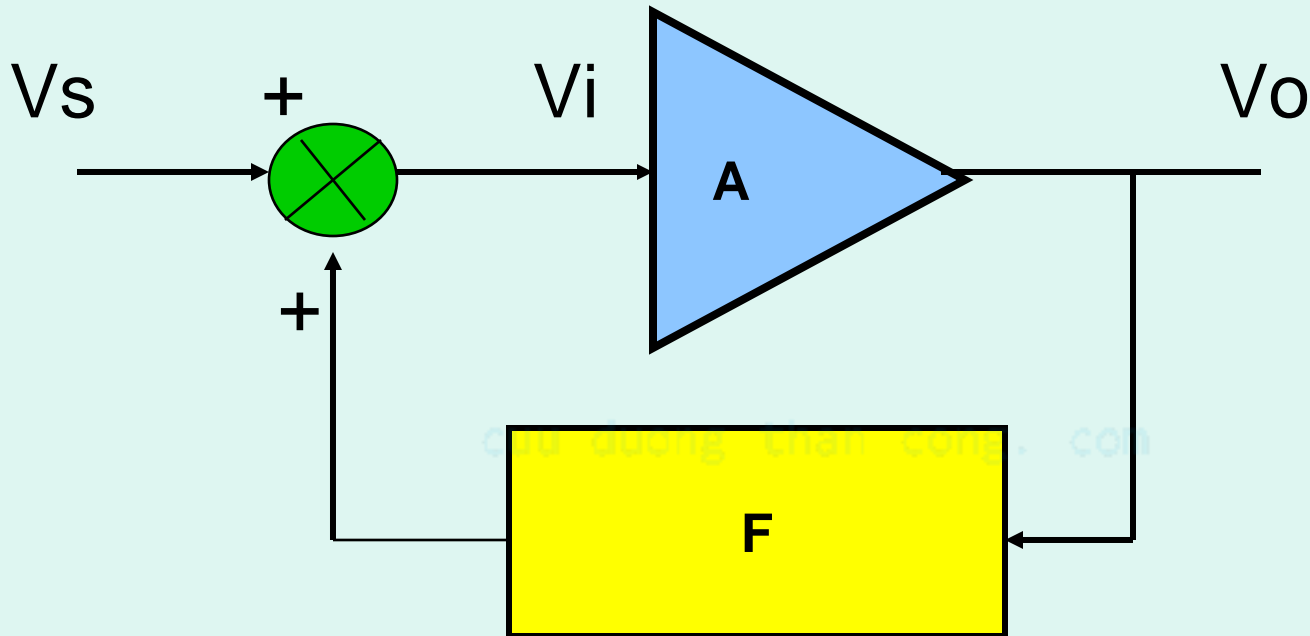
- Khuếch đại hồi tiếp âm



$$v_{out} = A v_{in} - A K v_{out} \quad v_{out} = \frac{A}{1 + A K} v_{in}$$

$$A_K = \frac{A}{1 + A K}$$

- Ta có sơ đồ **hồi tiếp dương**:

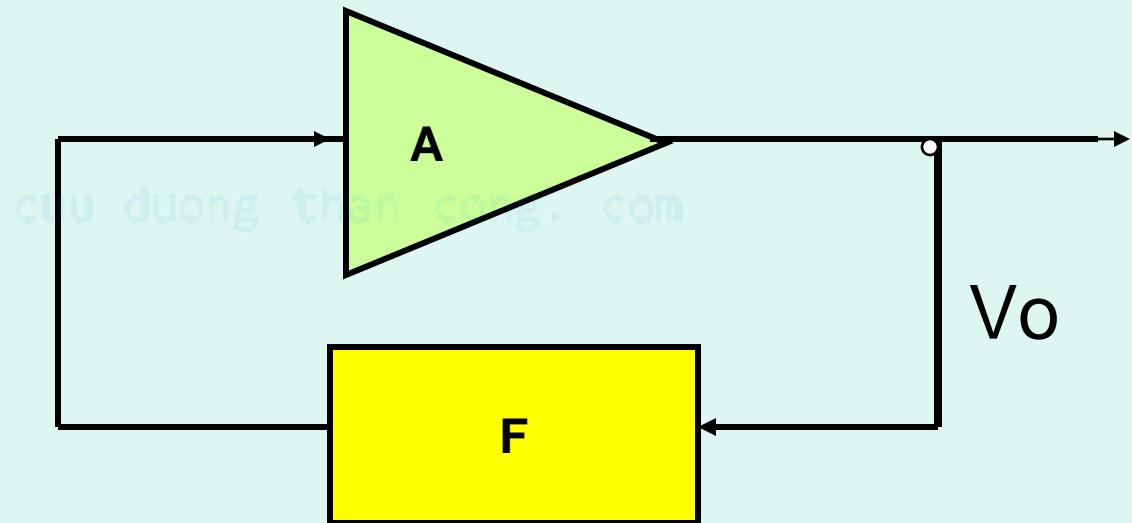


$$A_f = \frac{V_o}{V_s} = \frac{V_o}{V_i - V_F} = \frac{A V_i}{V_i - F V_o} = \frac{A V_i}{V_i - A F V_i} =$$

$$\boxed{A_f = \frac{A}{1 - FA}} \Rightarrow A_f > A$$

Chuẩn cực Barkhausen

- Công thức hồi tiếp dương cho ta thấy nếu có điều kiện sao cho độ lợi vòng $AF = 1 \rightarrow A_f \rightarrow \infty$; điều này cho thấy muốn có $v_o \rightarrow \infty$ thì tín hiệu vào phải bằng không $v_s = 0$ hay mạch không có tín hiệu vào.
- Mạch không có tín hiệu vào mà vẫn có tín hiệu ra được gọi là **mạch dao động** và được biểu diễn như sau:



Tóm lại:

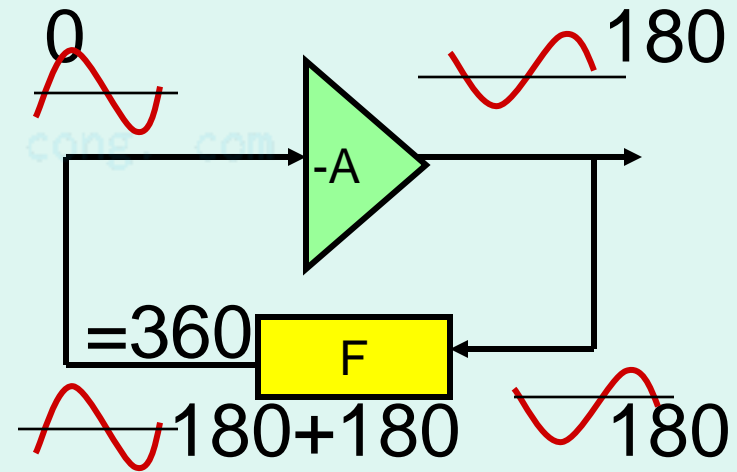
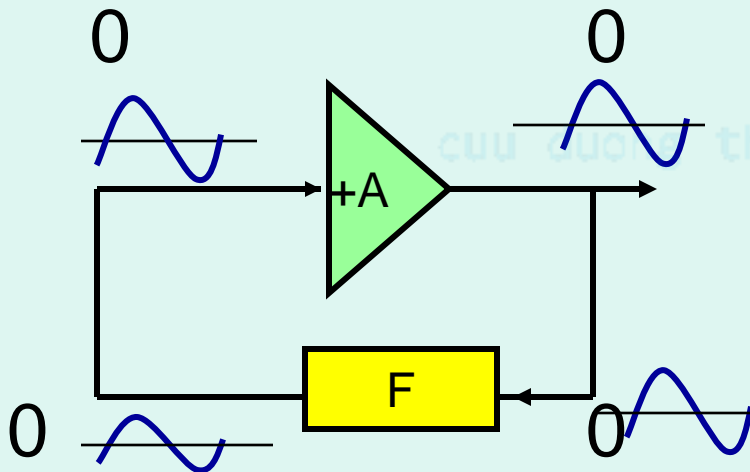
Mạch dao động phải thỏa 2 điều kiện sau:

- Mạch hồi tiếp dương
- Chuẩn cứ Barkhausen

$$AF = 1 \quad \underline{0^\circ \text{ hay } 360^\circ}$$

hay pha của độ lợi vòng AF bằng 0° (hay 360°)
và môđun bằng đơn vị ($AF = 1$) .

Có 2 trường hợp sau:



Xét theo tần số hoạt động có hai loại mạch dao động căn bản sau:

- ❖ **Mạch dao động RC**, hoạt động ở tần số thấp $f < 1 \text{ MHz}$ (dao động hạ tần):
 - Mạch dao động dịch pha
 - Mạch dao động cầu Wien
 - Mạch dao động mạch lọc chữ T, chữ T kép
- ❖ **Mạch dao động LC**, hoạt động ở tần số cao $f > 1 \text{ MHz}$ (dao động cao tần):
 - Mạch dao động điều hưởng
 - Mạch dao động Colpitts
 - Mạch dao động Hartley
 - Mạch dao động thạch anh

II. Mạch dao động RC (tần số thấp < 1MHz)

1. Mạch dao động dịch pha RC

a. Dùng Op.amp.

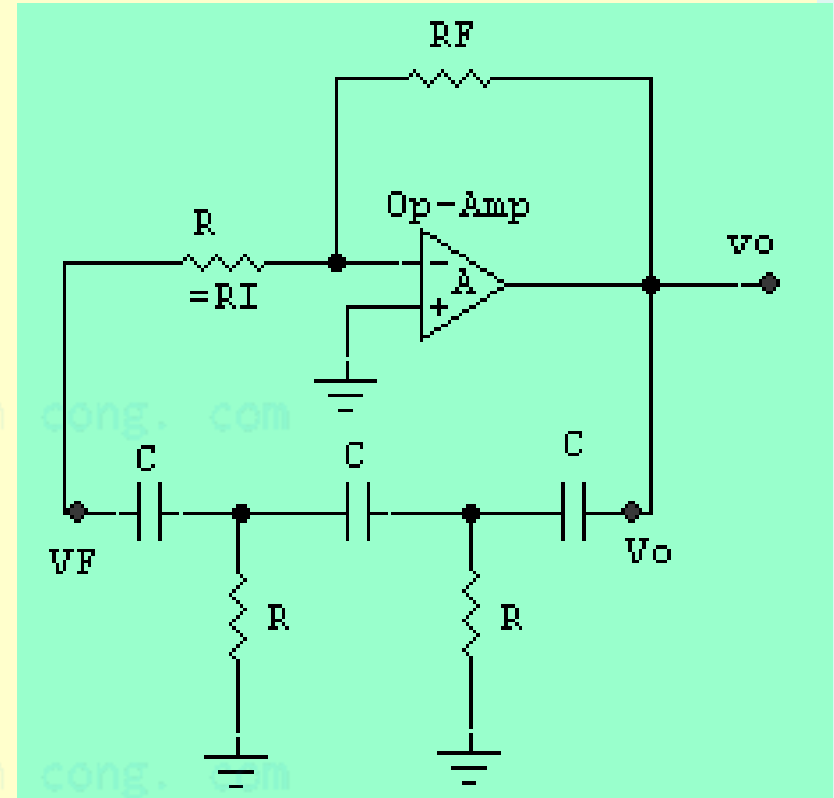
$$A = A_v = - R_F / R$$

Tín hiệu ra ngược pha (180°) với tín hiệu vào \rightarrow phải chọn 3 tế bào RC để có ngược pha 1 lần nữa giữa V_F và V_O .

- Phân giải mạch cho:

$$F = \frac{V_F}{V_O} = \frac{1}{5u^2 + 1 + 6 + u^2} u$$

$$u = 1 / j \omega RC$$



- Điều kiện dao động khi cho :

➤ pha = 0 → phần ảo = 0 → $u^2 + 6 = 0 \rightarrow u^2 = -6$

thay trị số RC vào:

$$u^2 = \frac{-1}{\omega_o^2 R^2 C^2} = -6 \Rightarrow \frac{1}{\omega_o^2 R^2 C^2} = 6 \Rightarrow \omega_o^2 = \frac{1}{6 R^2 C^2} \Rightarrow f_o = \frac{1}{2\pi R C \sqrt{6}}$$

➤ độ lợi tại tần số dao động f_o phần ảo bằng 0 còn lại phần thực F bằng:

$$F = \frac{1}{5u^2 + 1} = - \frac{1}{5(-6) + 1} = - \frac{1}{29}$$

Mặt khác :

$$AF = 1 \rightarrow A = 1/F = -29 \rightarrow Av = -29 = -R_F/R \rightarrow R_F = 29 R$$

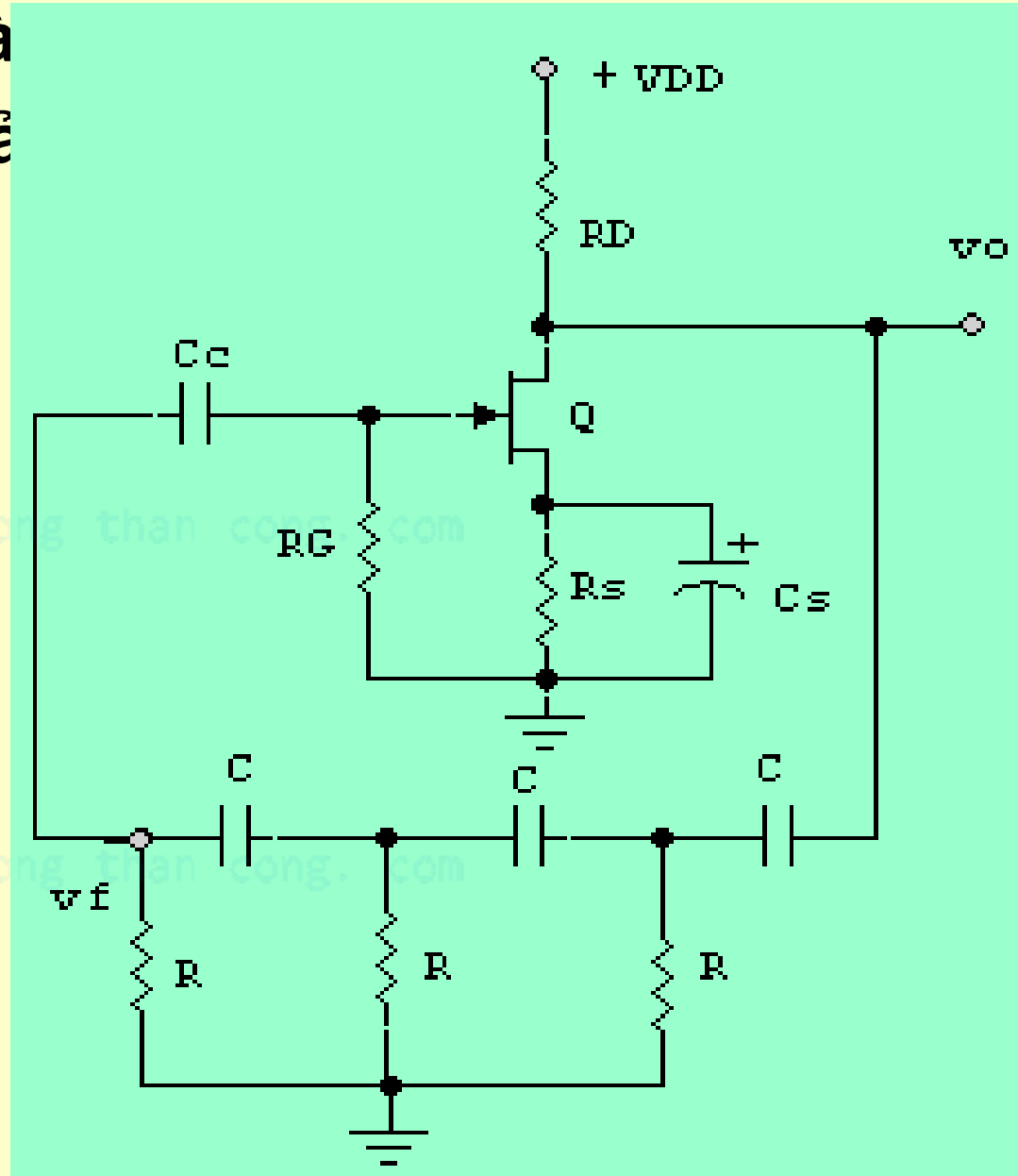
Chọn R_F là biến trở có trị $R_F > 29R$ và điều chỉnh để có hình sin đẹp không bị méo dạng (méo dạng).

b. Mạch dao động dịch pha dùng FET

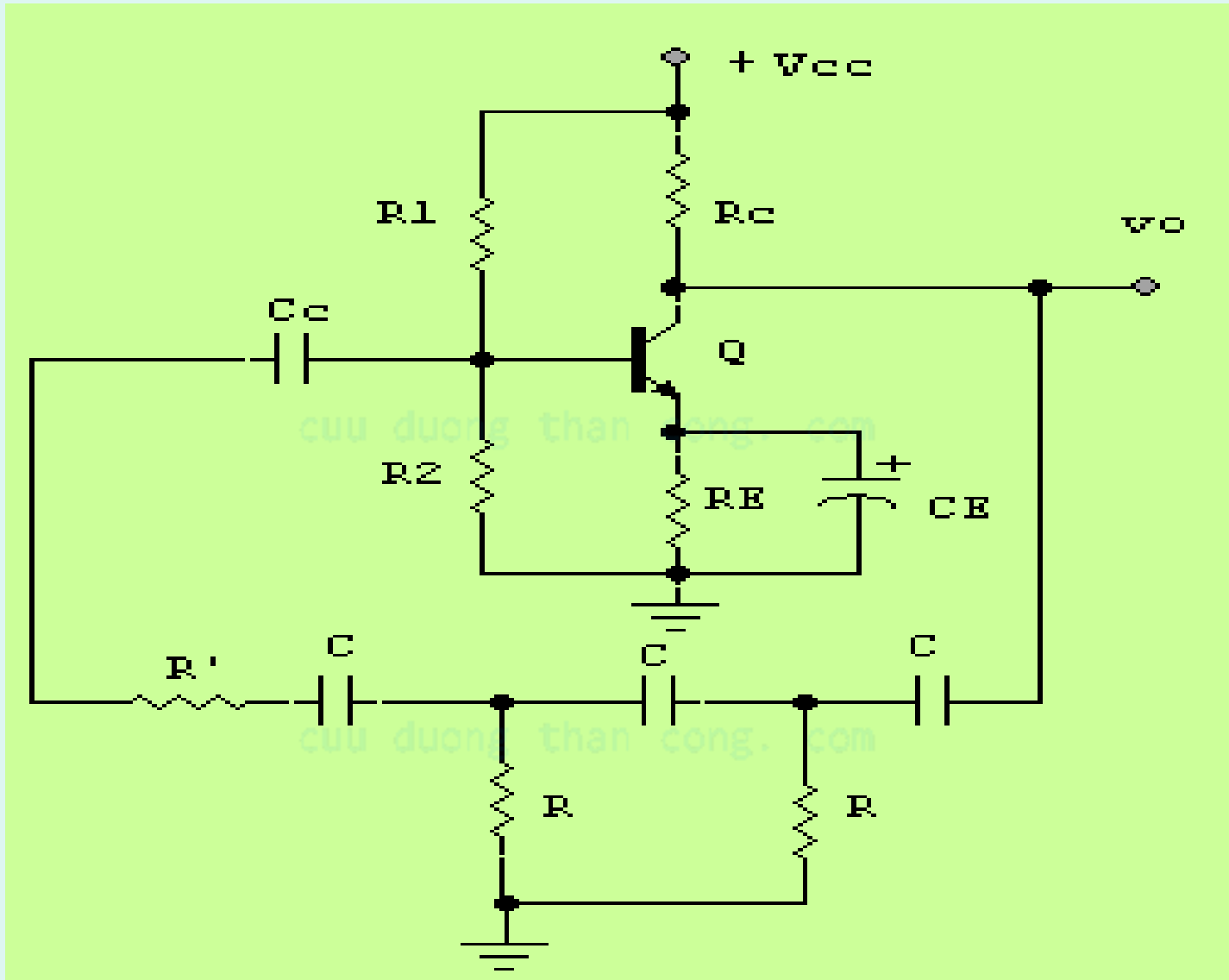
Do FET có tổng trở và lớn, nên cách phân giả cho kết quả như ở mạch dao động dùng Op.amp:

$$f_o = \frac{1}{2\pi RC\sqrt{6}}$$

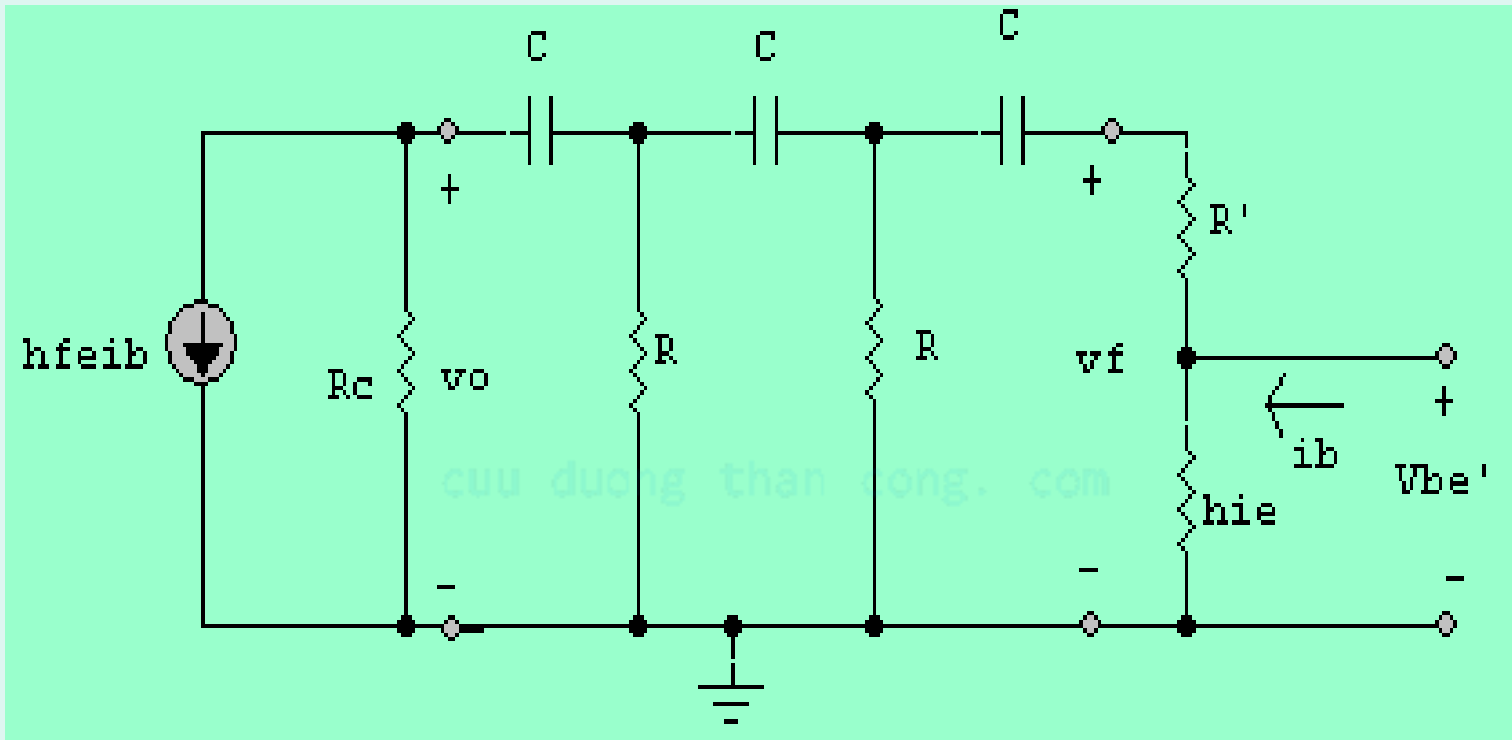
$$A_v = -29$$



c. Mạch dao động RC dùng Transistor nối:



- Mach tương đương: Chọn $R' + h_{ie} = R$



- Kết quả phân giải:

$$f_o = \frac{1}{2\pi RC \sqrt{6 + 4 R_c / R}}$$

$$h_{fe} \geq 44,6 \square 45$$

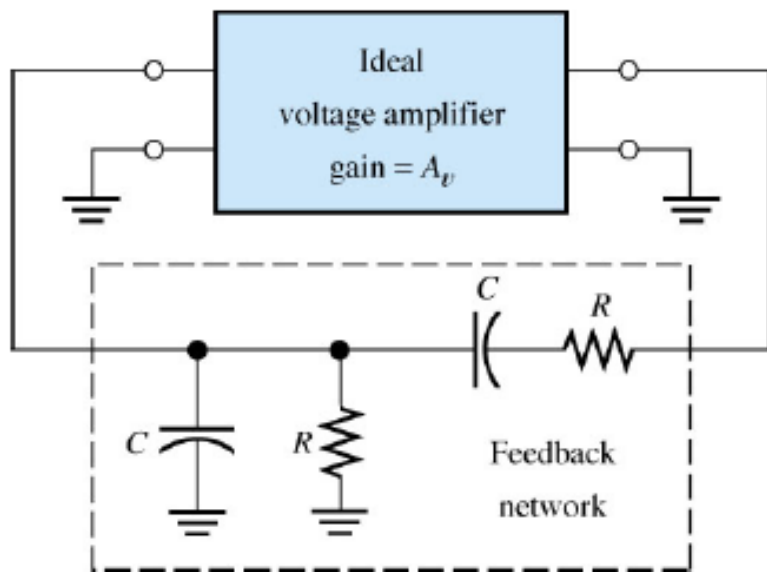


Figure 9.70 Typical linear oscillator.

$$\beta(f) = \frac{V_o}{V_{in}} = \frac{\frac{R(1/j\omega C)}{R + (1/j\omega C)}}{R + \frac{1}{j\omega C} + \frac{R(1/j\omega C)}{R + (1/j\omega C)}}$$

$$\beta(f) = \frac{R(1/j\omega C)}{R^2 + 3R/j\omega C - 1/\omega^2 C^2}$$

$$\beta(f) = \frac{R}{3R + j(\omega R^2 C - 1/\omega C)}$$

$$A_v \beta = 1$$

$$R(3 - A_v) + j\left(\omega R^2 C - \frac{1}{\omega C}\right) = 0$$

$$R(3 - A_v) = 0$$

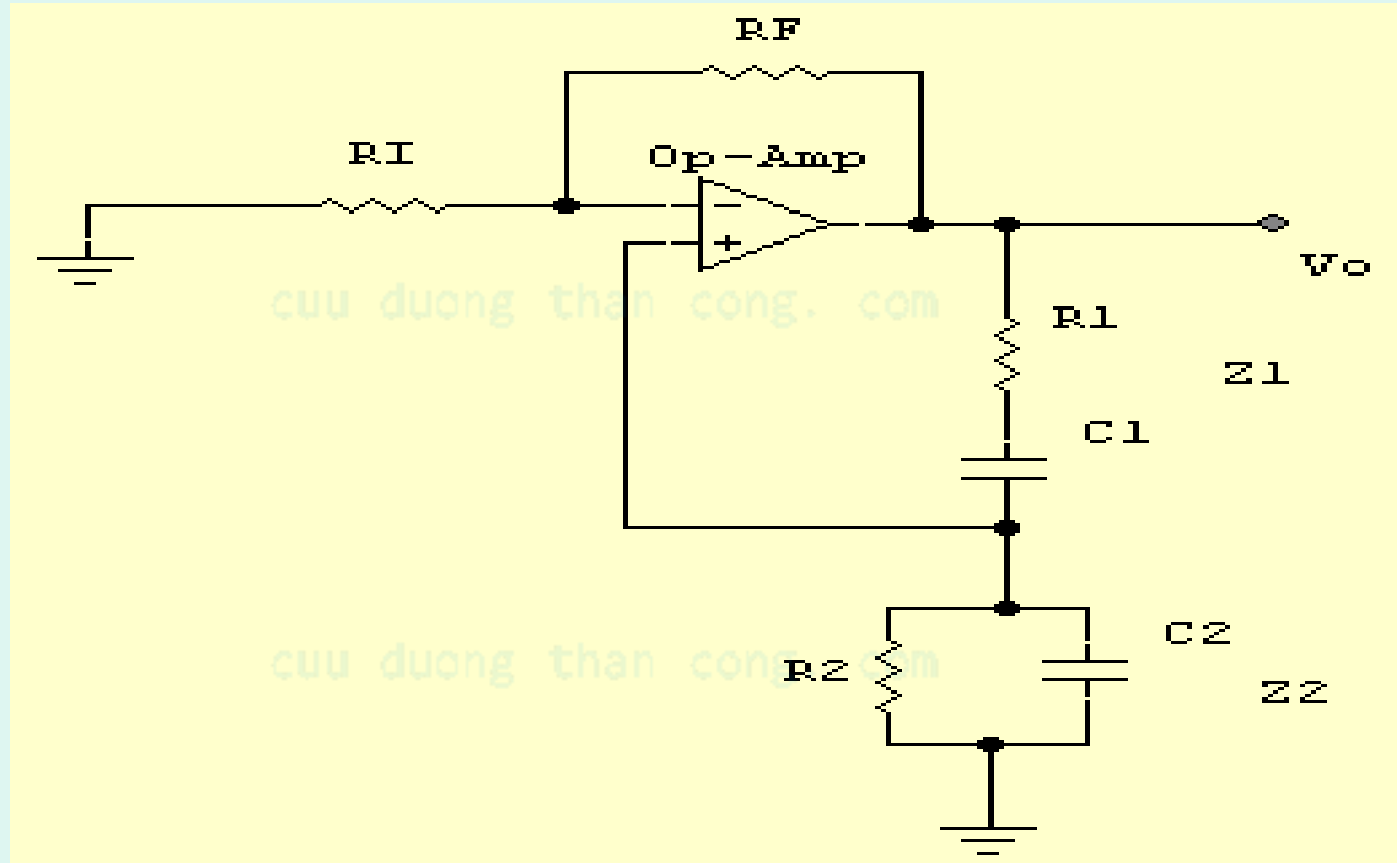
$$A_{vmin} = 3$$

$$\omega R^2 C - \frac{1}{\omega C} = 0$$

$$\omega = \frac{1}{RC}$$

2. Mạch dao động cầu Wien

- Sơ đồ mạch dùng Op.amp.



- Mạch có độ khuếch đại và thừa số hồi tiếp:

$$A = 1 + (R_F / R_I)$$

$$F = Z_2 / (Z_1 + Z_2) = 1 / \{1 + (Z_1 / Z_2)\}$$

Với:

$$Z_1 = R_1 + \frac{1}{j\omega C_1} = R_1 \left(1 + \frac{1}{j\omega R_1 C_1} \right)$$

$$\frac{1}{Z_2} = \frac{1}{R_2} + j\omega C_2 = \frac{1}{R_2} (1 + j\omega R_2 C_2) \Rightarrow Z_2 = \frac{R_2}{1 + j\omega R_2 C_2}$$

$$F = \frac{1}{1 + \left(R_1 \left(1 + \frac{1}{j\omega R_1 C_1} \right) / \frac{R_2}{1 + j\omega R_2 C_2} \right)} = \frac{1}{1 + \left(\frac{R_1}{R_2} \left(1 + \frac{1}{j\omega R_1 C_1} \right) (1 + j\omega R_2 C_2) \right)} =$$

$$= \frac{1}{1 + \frac{R_1}{R_2} \left(1 + j\omega R_2 C_2 + \frac{1}{j\omega R_1 C_1} + \frac{R_2 C_2}{R_1 C_1} \right)} = \frac{1}{\left(1 + \frac{R_1}{R_2} + \frac{C_2}{C_1} \right) + j \left(\omega R_1 C_2 - \frac{1}{\omega R_2 C_1} \right)}$$

Suy ra:

$$\omega_o^2 R_1 R_2 C_1 C_2 = 1 \Rightarrow \omega_o = \frac{1}{\sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}} \Rightarrow f_o = \frac{1}{2\pi \sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}}$$

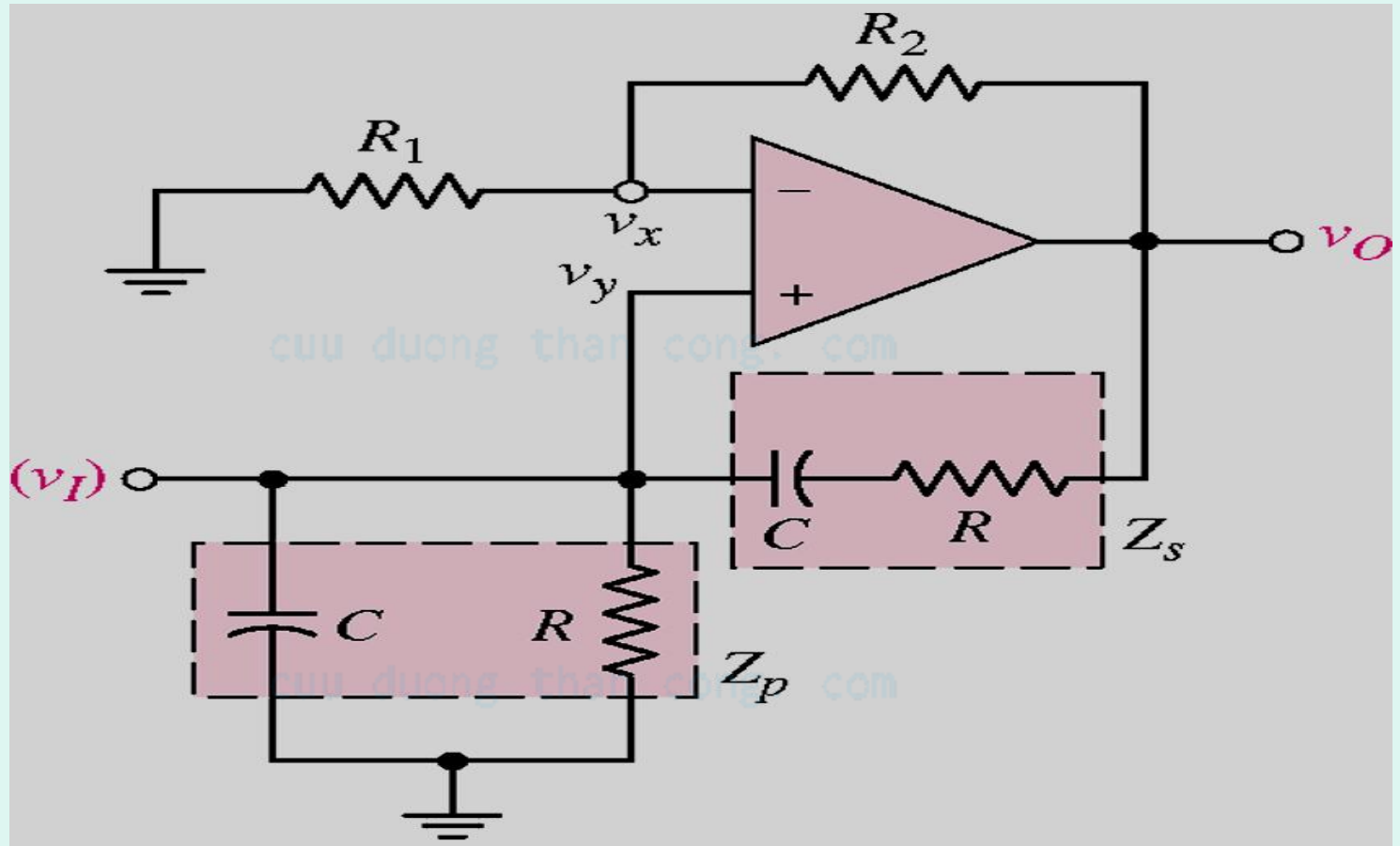
$$A_v = \frac{1}{F} = 1 + \frac{R_1}{R_2} + \frac{C_2}{C_1}$$

ta có kết quả :

$$f_o = \frac{1}{2\pi \sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}}$$

$$A_v = \frac{1}{F} = 1 + \frac{R_1}{R_2} + \frac{C_2}{C_1}$$

nếu có thêm điều kiện $R_1 = R_2$, $C_1 = C_2$ ta
được:



Ta có kết quả:

$$\omega_o = \frac{1}{RC} \Rightarrow f_o = \frac{1}{2\pi RC}$$

$$F = \frac{1}{3} \Rightarrow A_v = \frac{1}{F} = 3 \Rightarrow$$

$$A_v = 1 + \frac{R_F}{R_I} \geq 3 \Rightarrow R_F \geq 2R_I$$

Chọn R_F là một biến trở có trị lớn hơn $2R_I$ để mạch dao động, và sau đó điều chỉnh R_F cho tín hiệu hình sin tốt (không bị biến dạng).

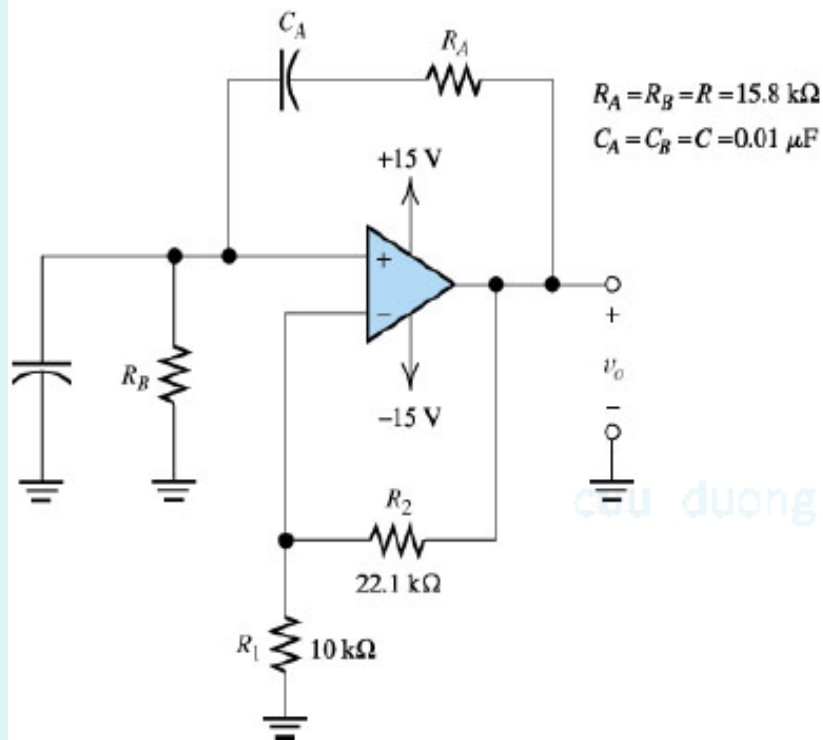


Figure 9.74 An example of a Wien-bridge oscillator designed on the basis of Example 9.12.

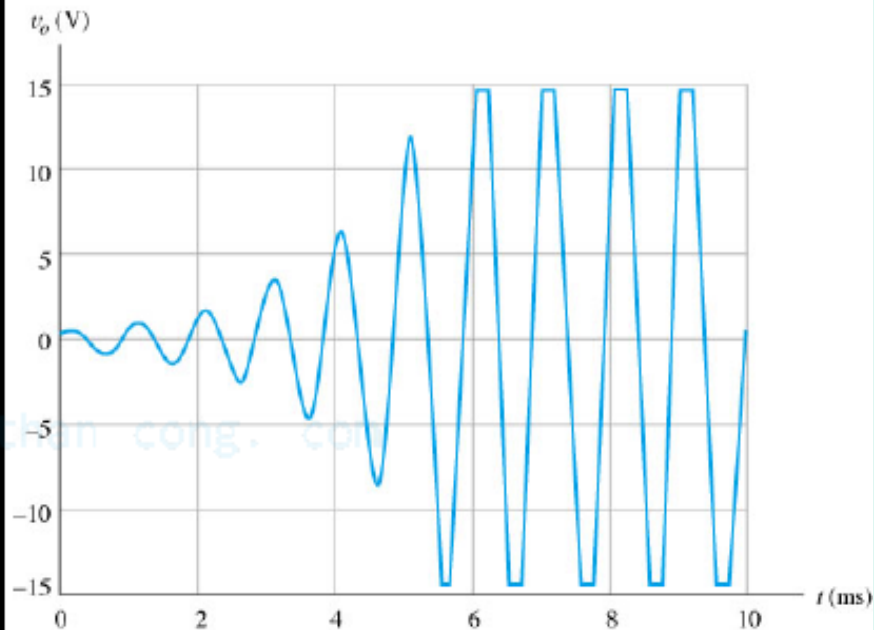


Figure 9.75 Output voltage of the oscillator in Figure 9.74.

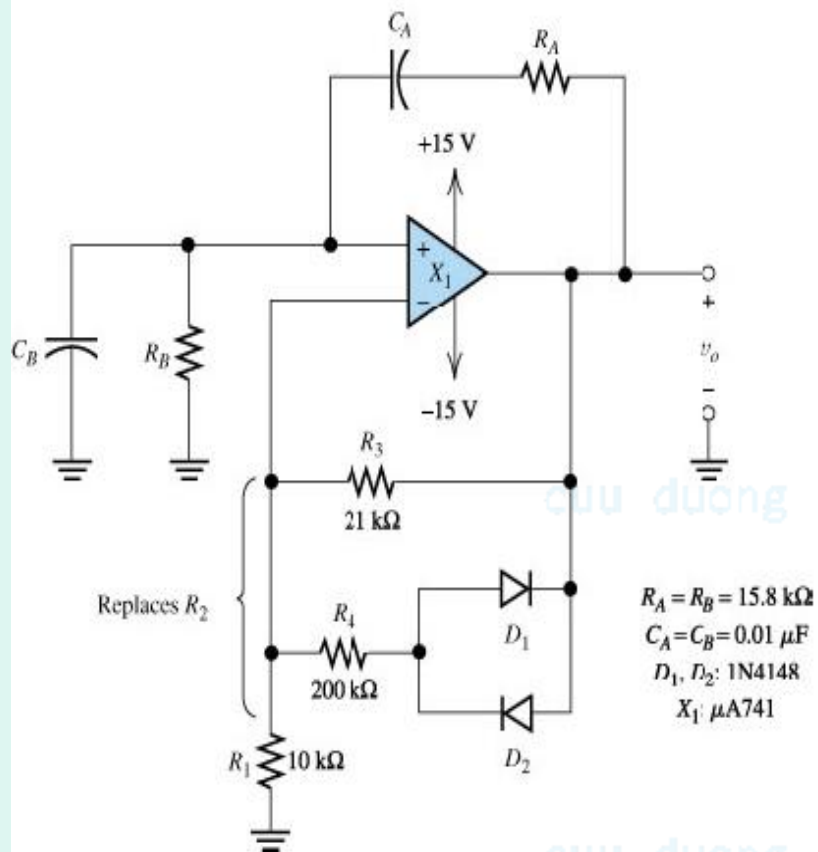


Figure 9.77 Modification of the circuit of the Wien-bridge oscillator. The diodes and the resistor R_4 limit the amplitude of the output signal. In this way is avoided its clipping.

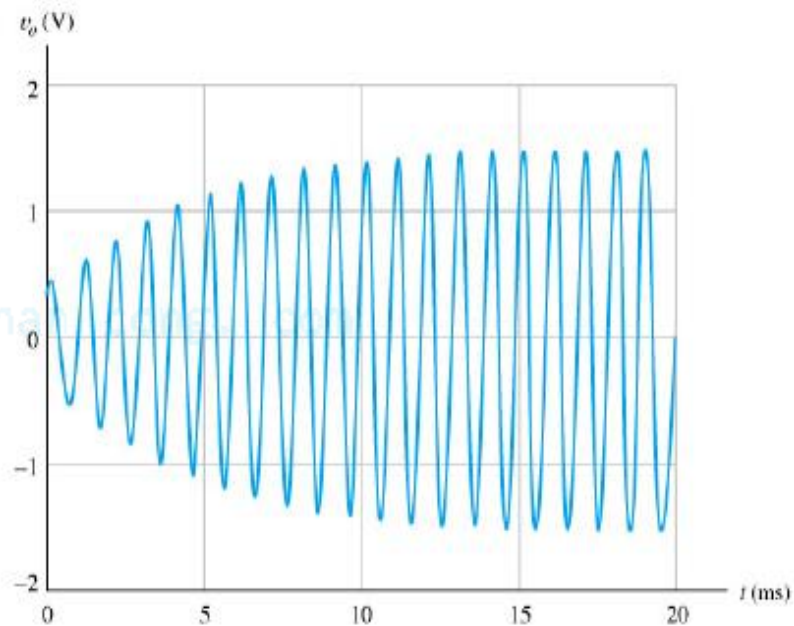


Figure 9.78 Output voltage of the oscillator of Figure 9.77.

Mạch dao động cầu Wien dùng transistor nổi

Chứng minh tương tự cho:

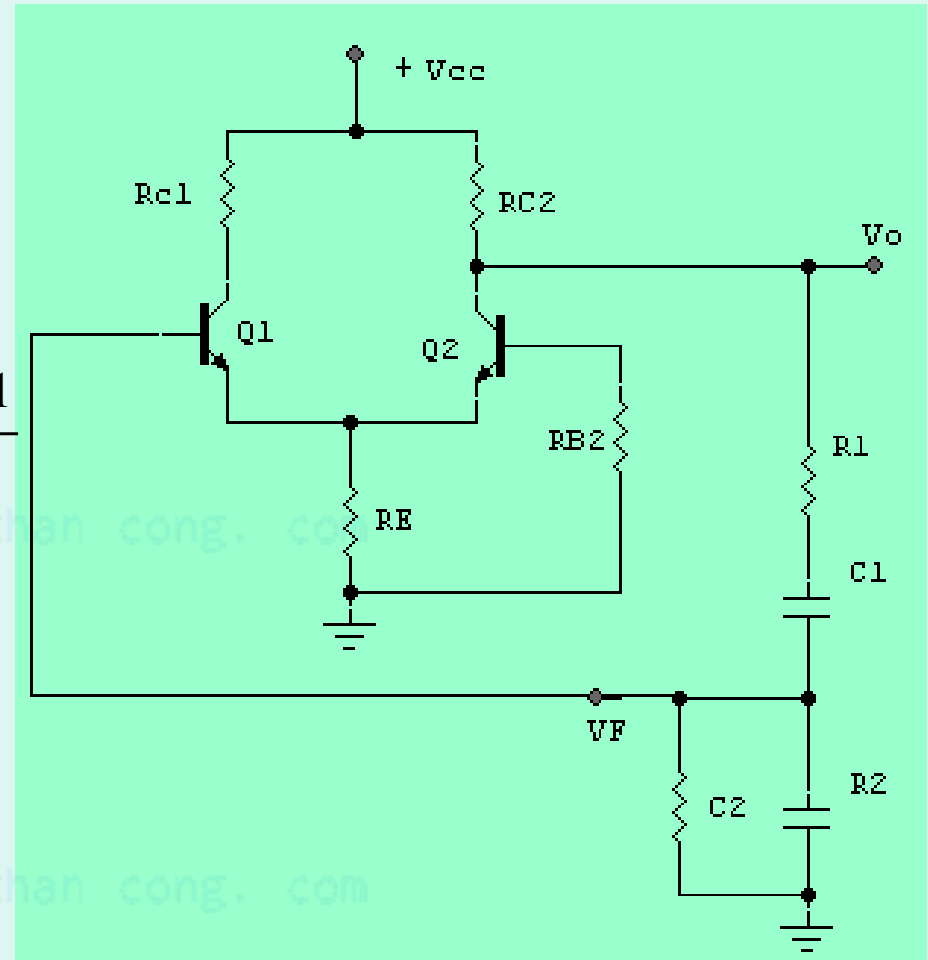
$$\frac{1}{F} = \frac{V_o}{V_F} =$$

$$= 1 + \frac{R_1}{R_2} + \frac{C_2}{C_1} + j \frac{R_1 R_2 C_1 C_2 \omega^2 - 1}{R_2 C_1}$$

Suy ra:

$$f_o = \frac{1}{2\pi \sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}}$$

$$A = \frac{1}{F} = 1 + \frac{R_1}{R_2} + \frac{C_2}{C_1}$$



Nếu có : $R_1 = R_2 = R$ và $C_1 = C_2 = C \rightarrow$
 $f_o = 1/2\pi RC$ và $A = 3$ như trên.

III. Mạch dao động LC ghép 3 điểm

1. Nguyên tắc:

$$F = \frac{V_F}{V_o} = \frac{Z_1}{Z_1 + Z_3} = \frac{1}{1 + Z_3/Z_1}$$

$$Z_1 + Z_2 + Z_3 = 0 \quad (1) \rightarrow f_o$$

Suy ra:

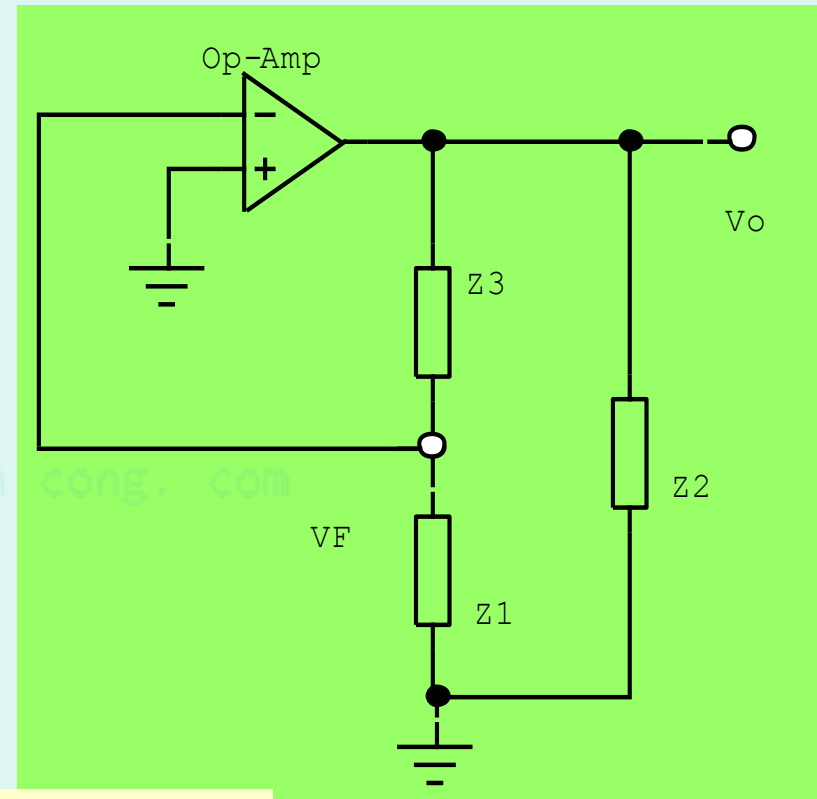
$$Z_1 + Z_3 = -Z_2 \quad (2)$$

Vậy:

$$F = -\frac{Z_1}{Z_2}$$

(3)

$$A_V F = 1 \Rightarrow A_V = \frac{1}{F} = -\frac{Z_2}{Z_1} = -\frac{X_2}{X_1}$$



Từ (2) và (3) suy ra $X_2 / X_1 > 0$ (do $A_v < 0$) hay:

➤ Z_1 Z_2 cùng loại Z_3 khác loại linh kiện

C_1 , C_2 và L_3 dao động Colpitts

L_1 , L_2 và C_3 dao động Hartley

với mạch dao động Colpitts ta có:

$$X_1 + X_2 + X_3 = 0 \Rightarrow$$

$$\frac{1}{j^\omega C_1} + \frac{1}{j^\omega C_2} + j^\omega L_3 = 0 \Rightarrow \omega_o^2 = \frac{1}{C_T L_3}$$

$$f_o = \frac{\omega_o}{2\pi} = \frac{1}{2\pi \sqrt{C_T L_3}};$$

$$C_T = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

- với mạch dao động Hartley tương tự ta có:

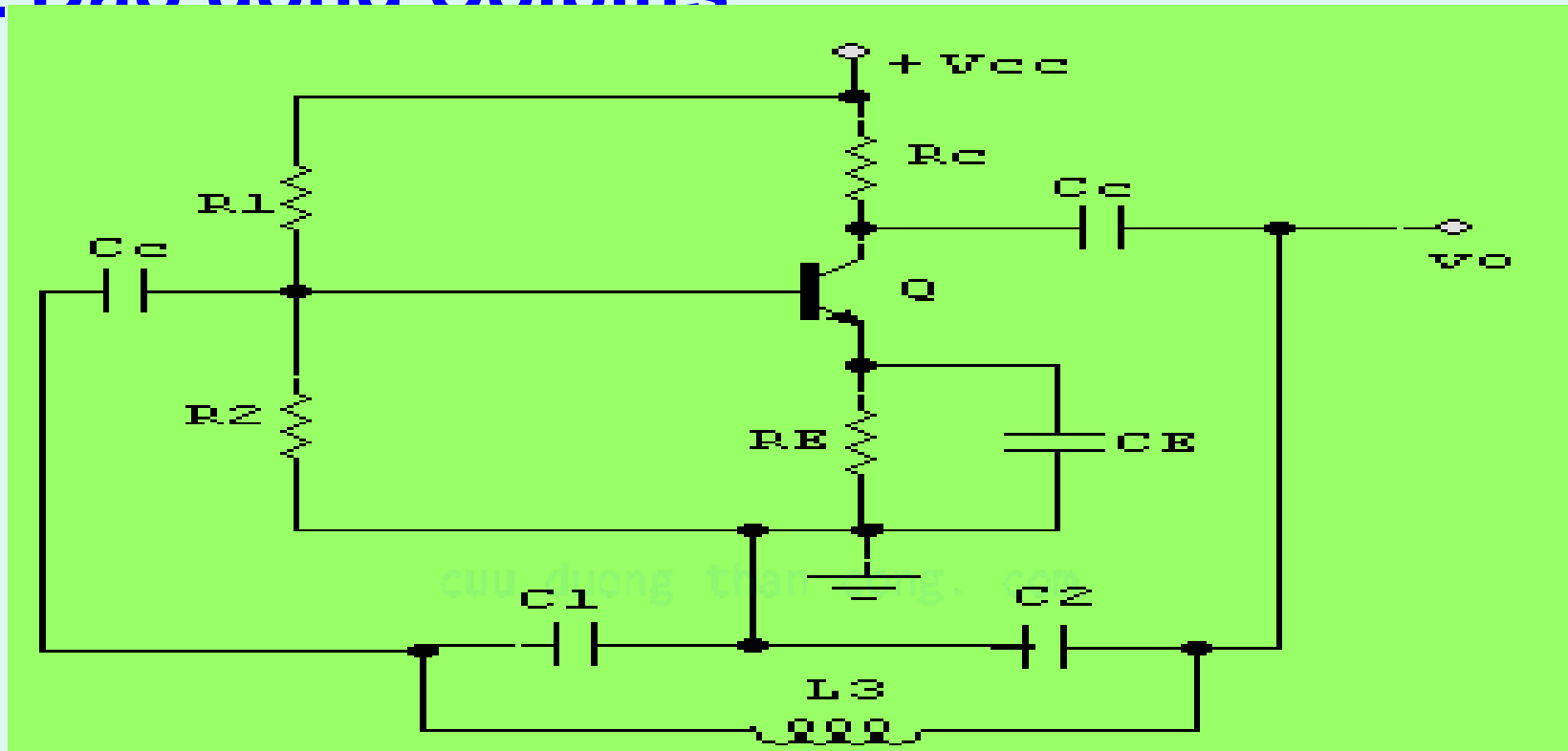
$$X_1 + X_2 + X_3 = 0$$

$$j\omega L_1 + j\omega L_2 + \frac{1}{j\omega C_3} = 0 \Rightarrow \omega_o^2 = \frac{1}{C_3 L_T}$$

$$f_o = \frac{\omega_o}{2\pi} = \frac{1}{2\pi \sqrt{C_3 L_T}}; \quad L_T = L_1 + L_2 + 2M$$

Các mạch dao động LC hoạt động ở tần số cao (cao tần).

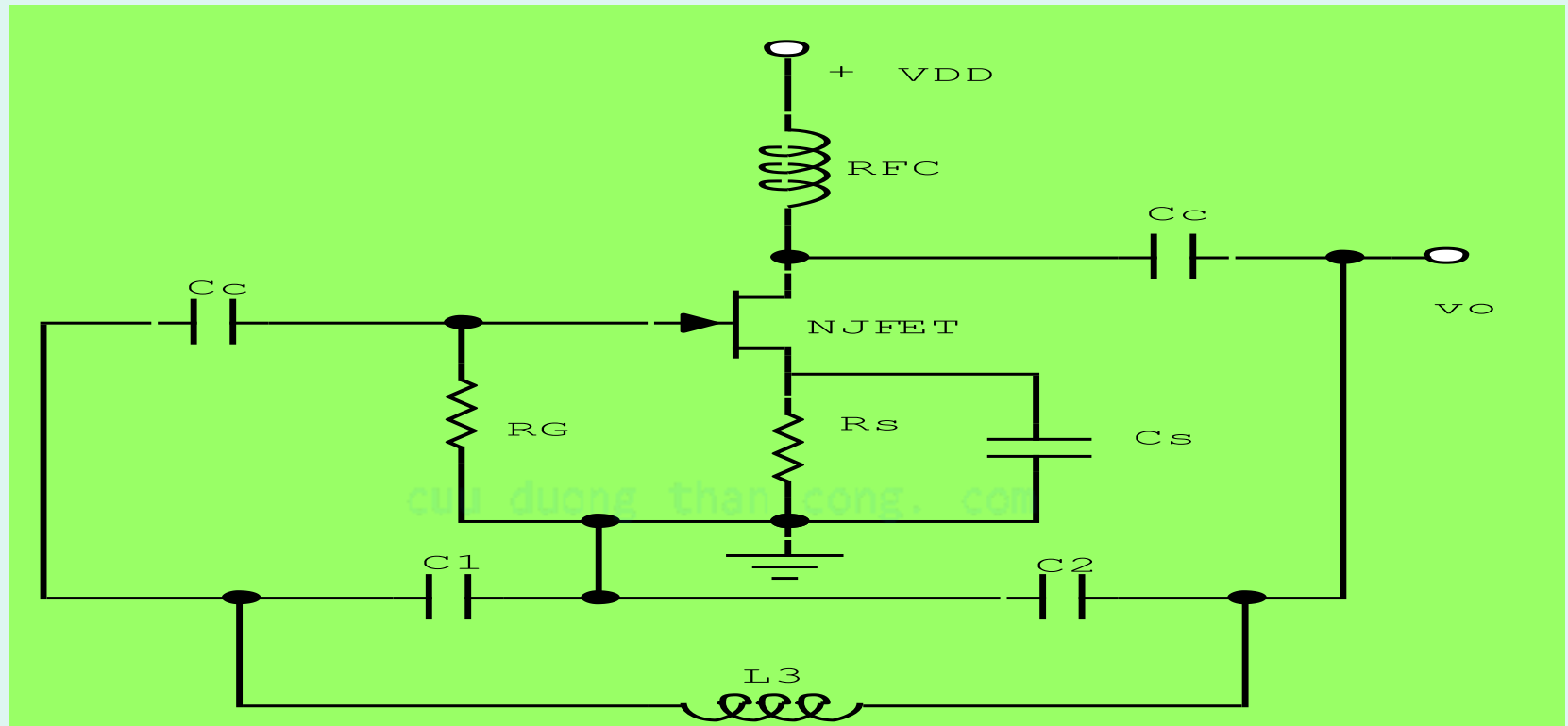
Dao động Colpitts:



$$-j \left(\frac{1}{\omega C_1} + \frac{1}{\omega C_2} \right) + j\omega L_3 = 0 \Rightarrow \omega_o^2 = \frac{1}{L_3 C_T} \Rightarrow \boxed{f_o = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_3 C_T}}}$$

$$\boxed{A_V = -g_m r_\pi = \beta = h_{fe} = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{C_1}{C_2}}; \quad \left(\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right)$$

- Dao động Colpitts dùng FET



$$f_o = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_3 C_T}}$$

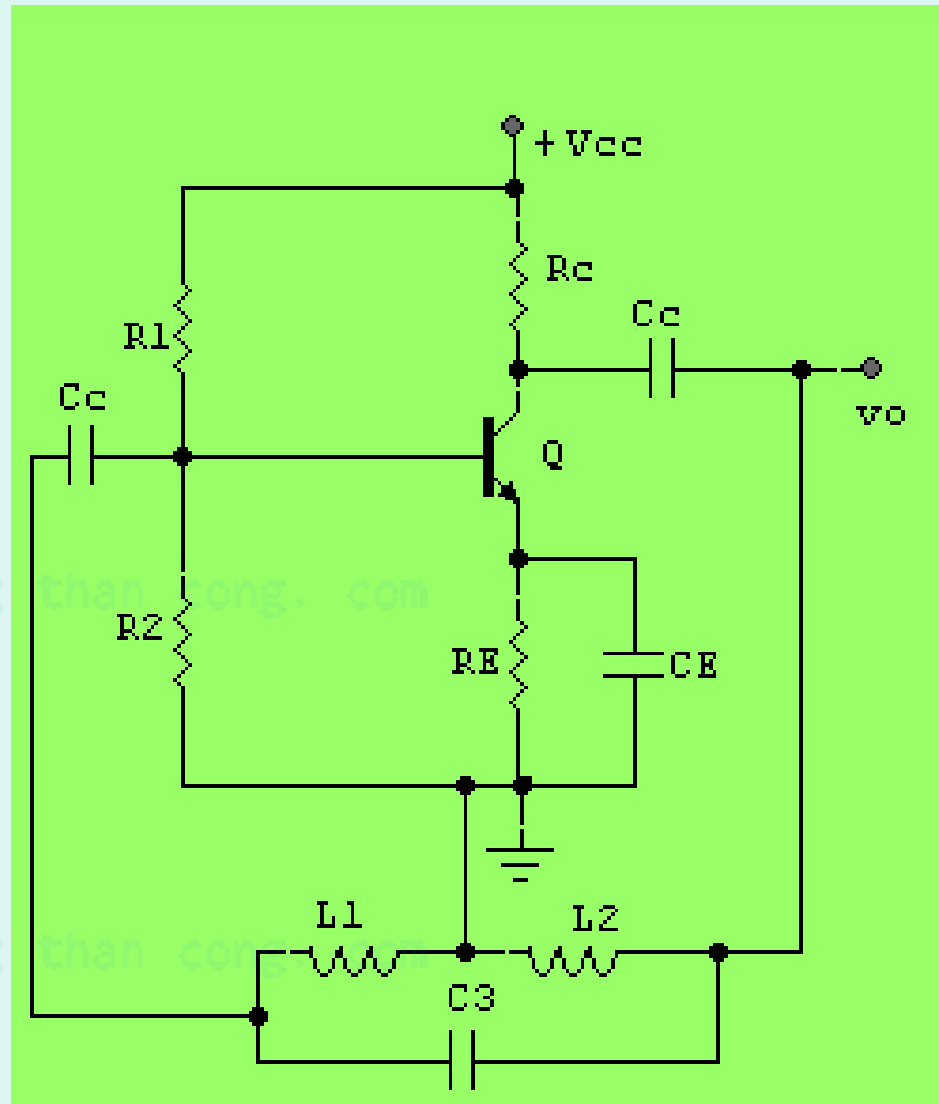
$$g_m r_d = \mu = \frac{C_1}{C_2}$$

- Dao động Hartley dùng transistor:**

$$f_o = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_T C_3}}$$

$$L_T = L_1 + L_2 + 2M$$

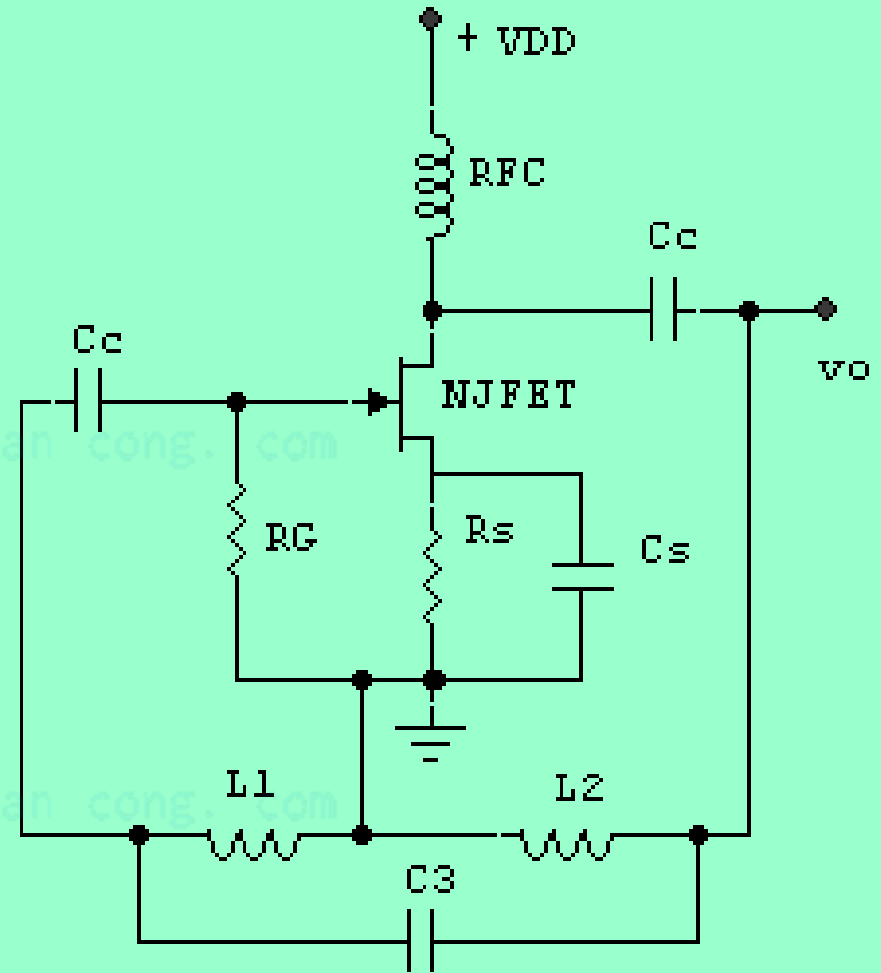
$$h_{fe} = \frac{L_2}{L_1} = \frac{n_1}{n_2}$$



Dao động Hartley dùng

$$f_o = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_T C}}$$

$$g_m r_d = \frac{L_2}{L_1}$$



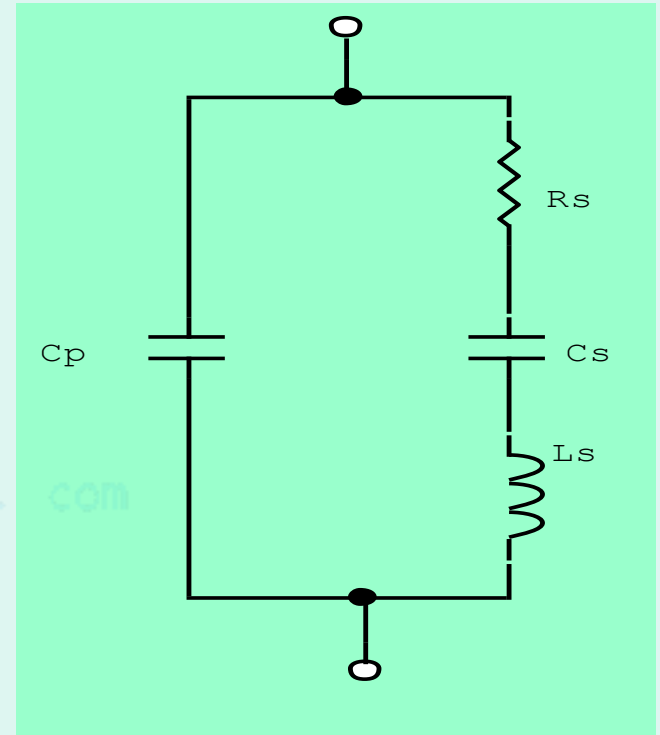
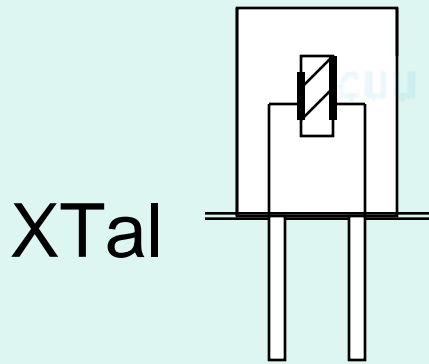
3. Dao động thạch anh (Quartz)

a. Cấu trúc thạch anh

$$f_o = 2750 / a \text{ (mm)}$$

a bề dày lát cắt

Mạch điện tương đương



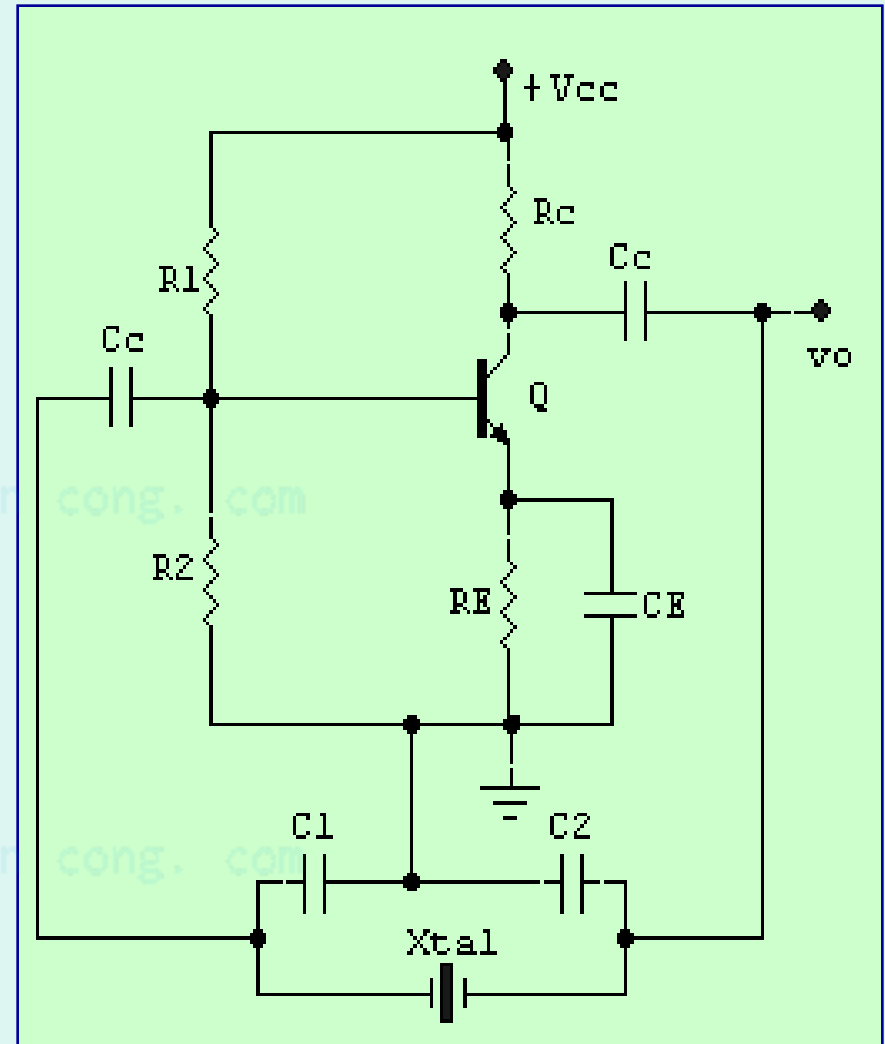
Có cộng hưởng nối tiếp và cộng hưởng song song:

$$f_{os} = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_s C_s}}$$

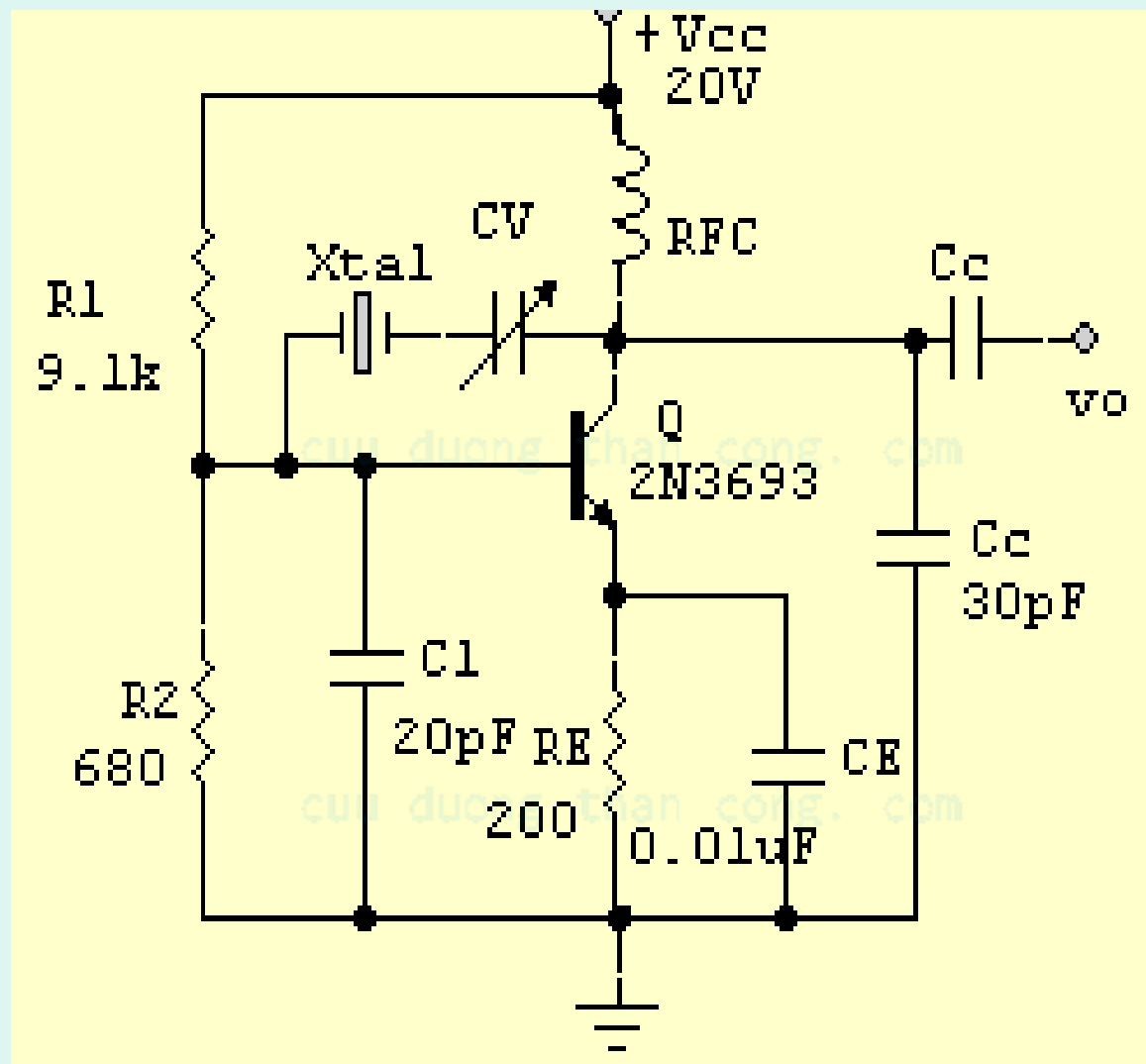
$$f_{op} = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_s C_T}}$$

- Mạch dao động thạch anh cho tần số dao động chính xác ghi trên vỏ linh kiện.
- Dao động nối tiếp và dao động song song

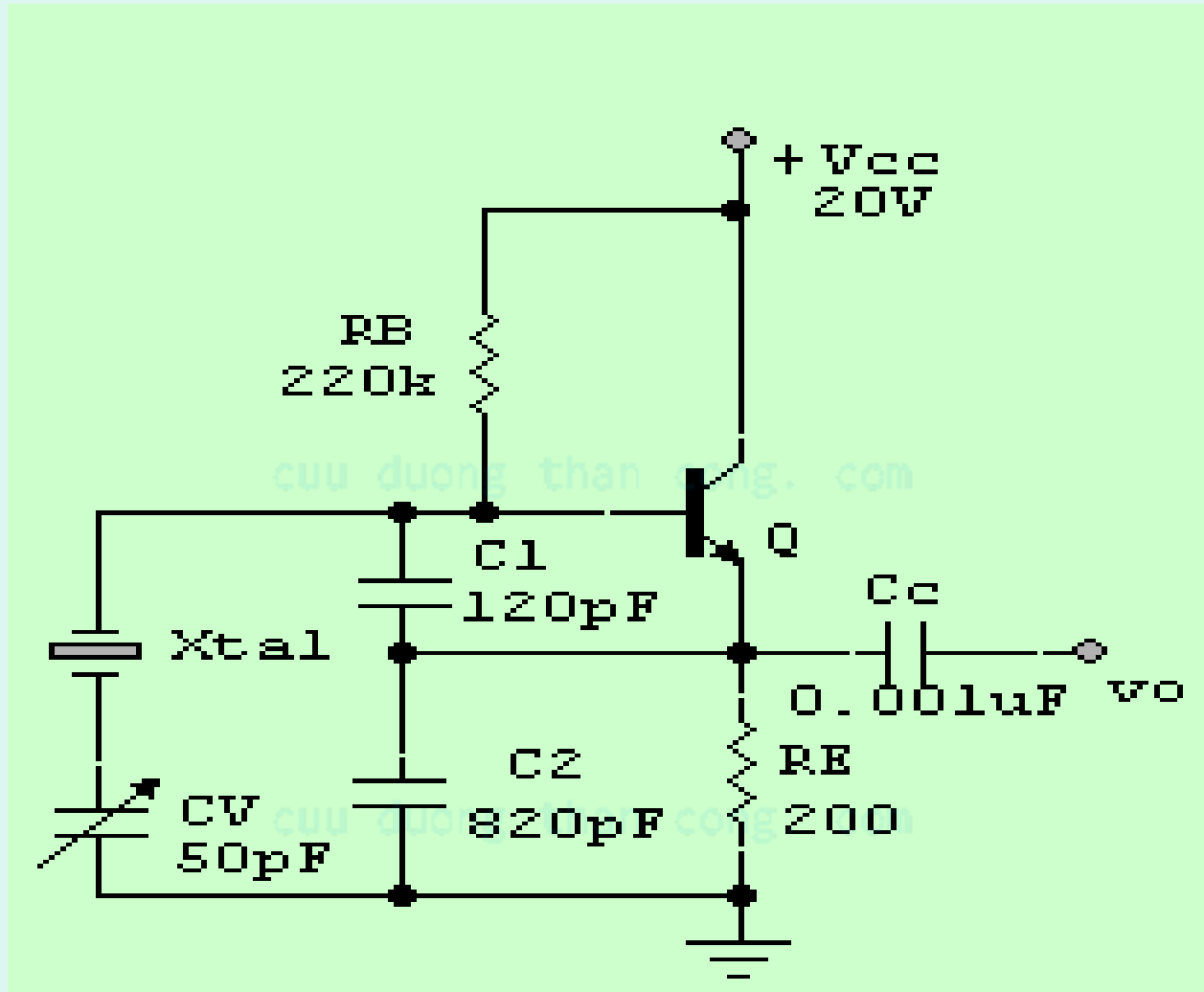
Mạch cộng hưởng song song dùng transistor



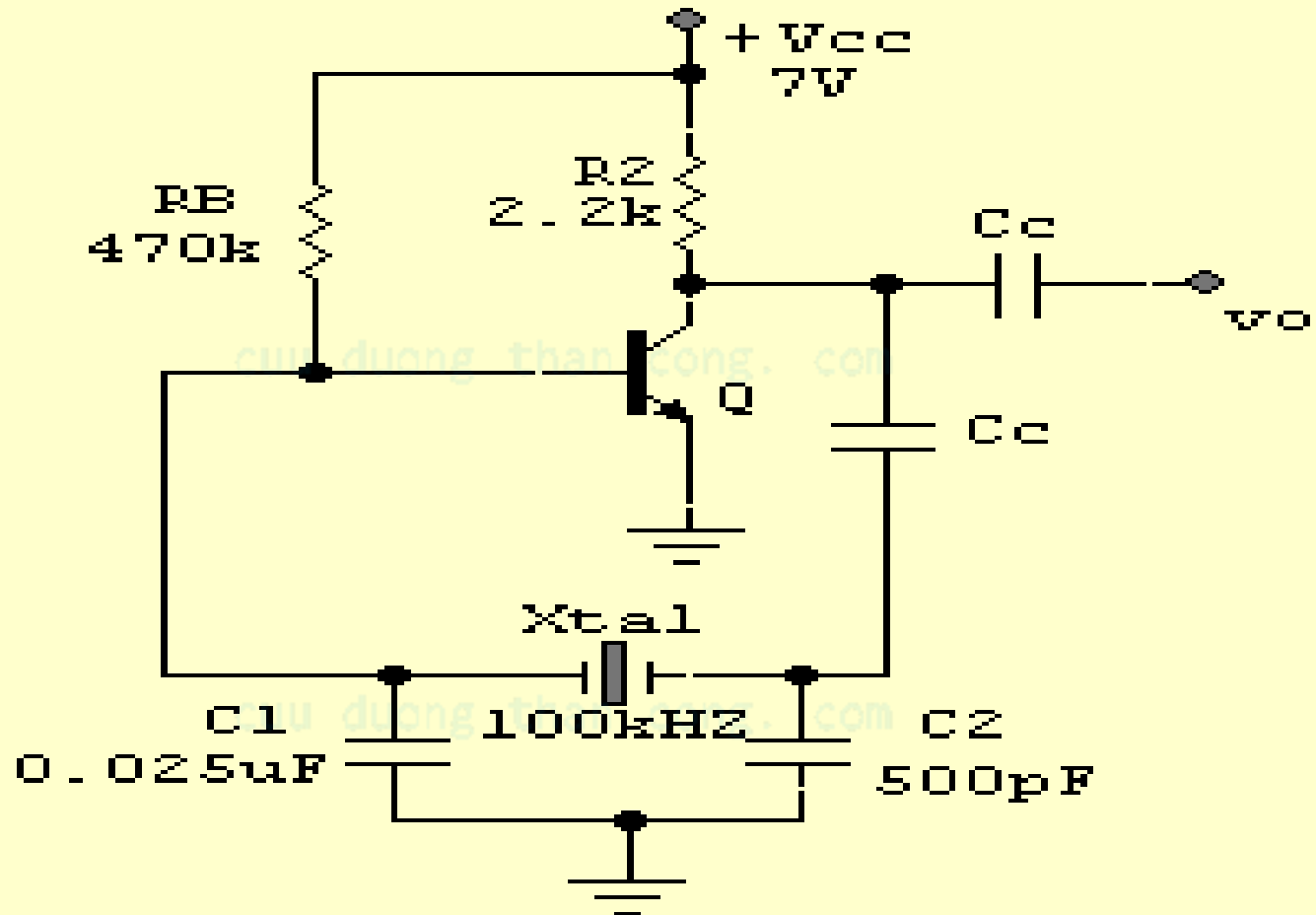
- Mạch dao động nối tiếp



- Mạch dao động CLAPP cải tiến



- Mạch dao động Pierce



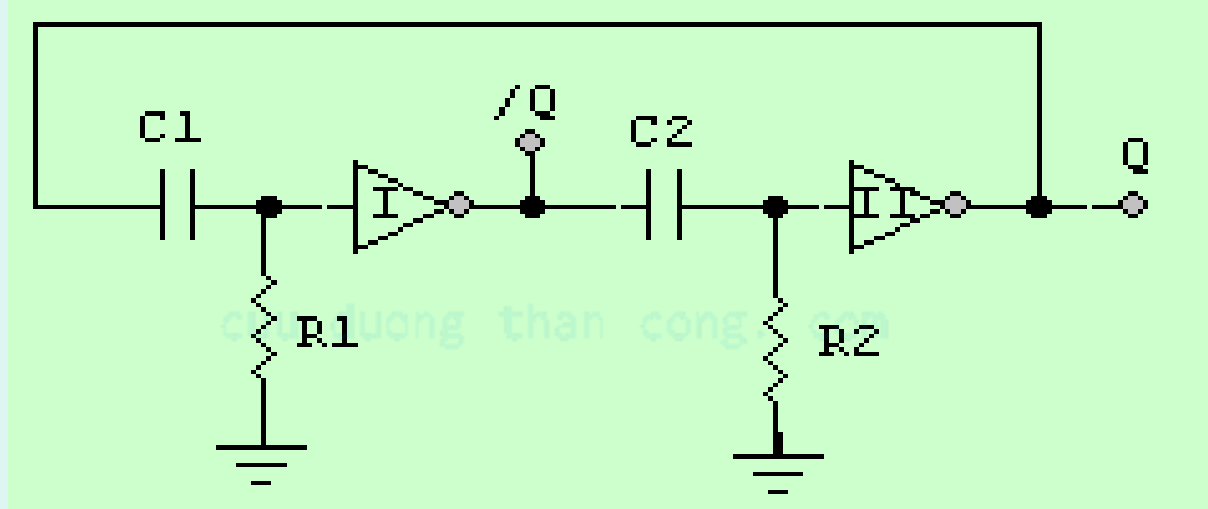
Ứng dụng của mạch dao động hình sin

- **Dao động hạ tần:** máy phát sóng sin trong học tập và nghiên cứu, trong lĩnh vực âm tần, ...
- **Dao động cao tần:** Máy phát - thu sóng, điều chế biên độ (AM), điều chế tần số (FM), hệ thống viễn thông ...

Ngoài ra, các mạch dao động hình sin còn được sử dụng trong các lĩnh vực khác ...

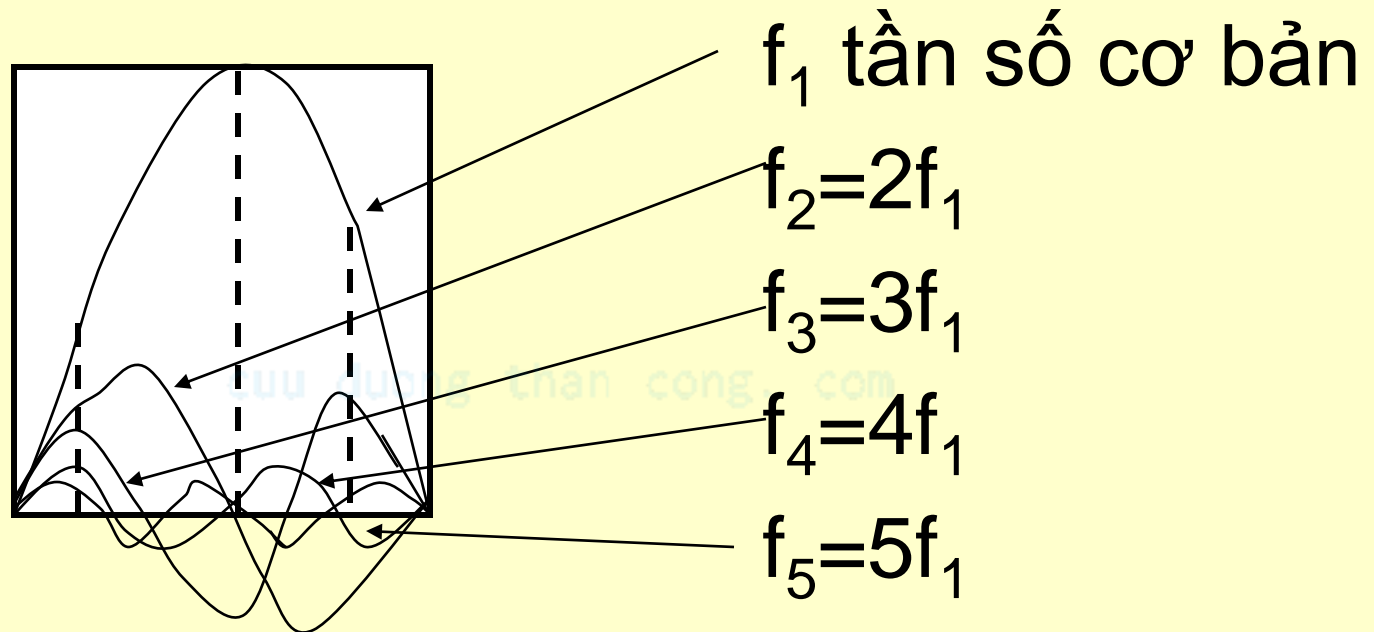
IV. Dao động đa hài

- Mạch dao động đa hài là mạch dao động tạo sóng vuông. Mạch có cấu hình:
 - Mạch hồi tiếp dương ghép RC giữa 2 tầng
 - Các tầng là mạch giao hoán (transistor, FET hoặc IC) để có xung vuông..



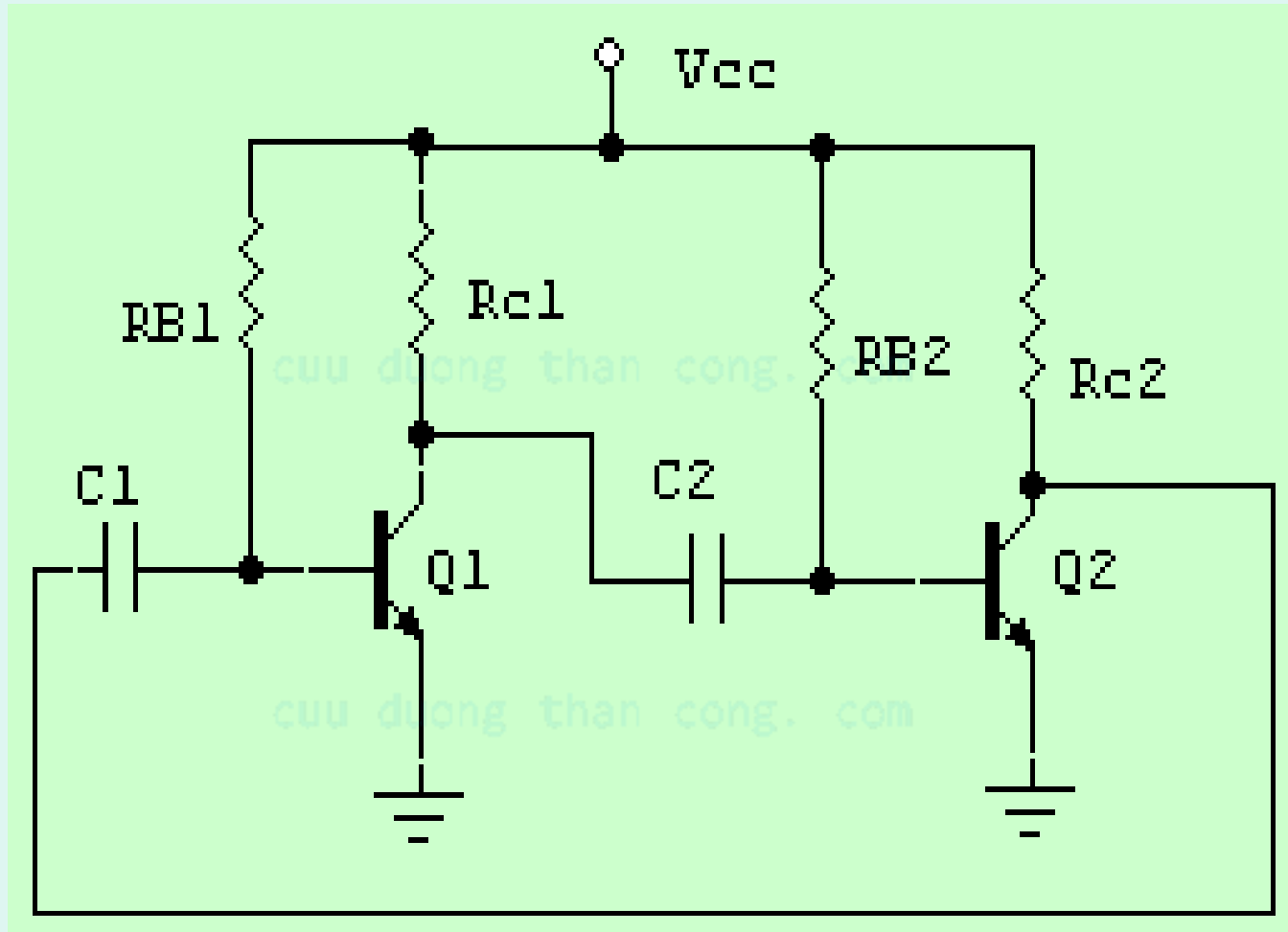
$$R_B < \beta_{min} R_C$$

- Phân tích thành phần sóng vuông:



Sóng vuông là tổng cộng các thành phần sóng sin có tần số cơ bản f_1 và các thành phần tần số họa tần (hài) $2f_1, 3f_1, 4f_1, 5f_1, \dots$

1. Dao động đa hài phi ổn (mạch không trạng thái bền)



- **Mạch thực tế (thường sử dụng) được vẽ lại:**

a.Cách hoạt động:

• Do $R_{c2} < R_{c1} \rightarrow Q2$ dẫn trước

$Q2$ dẫn: V_{CE} giảm từ $V_{CC} \rightarrow$
 $V_{ce2bh} = 0,2V = 0V$;

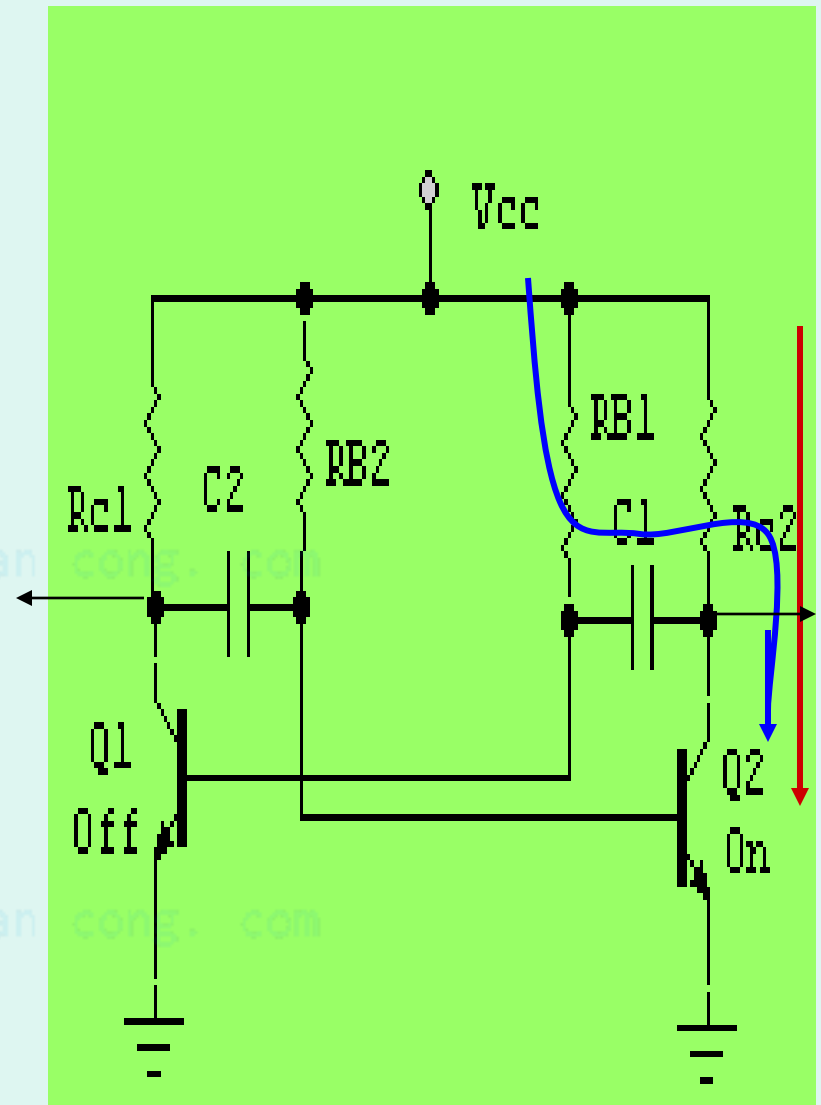
\rightarrow chuyển đổi đột ngột làm
 phía trái C_1 giảm nhanh đến
 $-V_{CC} \rightarrow V_{BE1} = -V_{CC} \rightarrow Q1$
 ngưng dẫn.

$Q1$ ngưng $\rightarrow V_{C1} \rightarrow V_{CC} \rightarrow V_{BE2}$
 càng dương $\rightarrow Q2$ càng dẫn
 bão hoà.

Ta có trạng thái thứ 1 :

$Q2$ dẫn : $Q = V_{CE2bh} = 0,2V$

$Q1$ ngưng : $/Q = V_{CC}$



- Tiếp đó, C_1 lại nạp điện qua R_{B1} đến điện thế + V_{cc} , nhưng khi V_{BE1} đạt 0,6V thì Q1 dẫn .

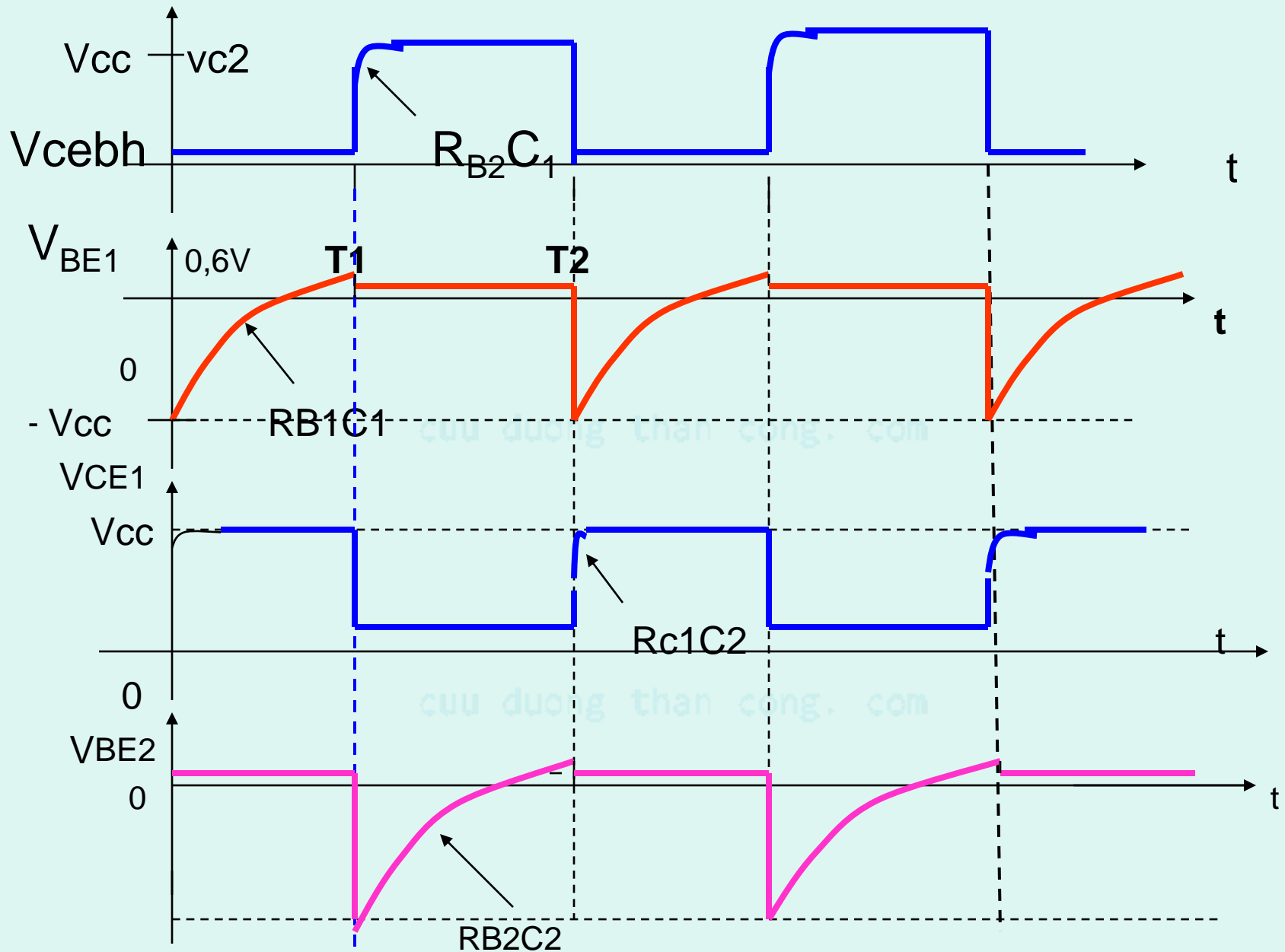
Khi Q1 dẫn , lý luận tương tự như trên với tụ $C2$ bị giảm nhanh đến $-V_{cc} \rightarrow Q2$ ngưng $\rightarrow V_{CE2}$ càng dương \rightarrow càng làm Q1 càng dẫn và Q2 càng ngưng .

Ta có **trạng thái thứ 2:**

Q1 dẫn: $V_{CE1} = 0,2V$
Q2 ngưng : $V_{CE2} = V_{cc}$

Tiếp đó C_2 lại nạp điện $\rightarrow V_{BE2} = 0,6V \rightarrow Q2$ dẫn lại $\rightarrow Q1$ ngưng : chu trình mới tái lập...một cách tự động.

- Dạng sóng ở các cực của transistor :



- **Chu kỳ dao động**

-Tụ C_1 nạp từ $-V_{cc} \rightarrow +V_{cc}$ nhưng đến 0,6V thì ngưng nạp, hay khoảng điện thế nạp là $0 - (-V_{cc}) = \frac{1}{2}(2V_{cc})$ ứng với thời gian là (xem đường cong nạp/xả phổ quát ở sau):

$$T_1 = 0,693R_{B1}C_1 = 0,7R_{B1}C_1$$

- Tụ C_2 cũng nạp trong thời gian:

$$T_2 = 0,693R_{B2}C_2 = 0,7R_{B2}C_2$$

Chu kỳ dao động :

$$T = T_1 + T_2 = 0,7(R_{B1}C_1 + R_{B2}C_2)$$

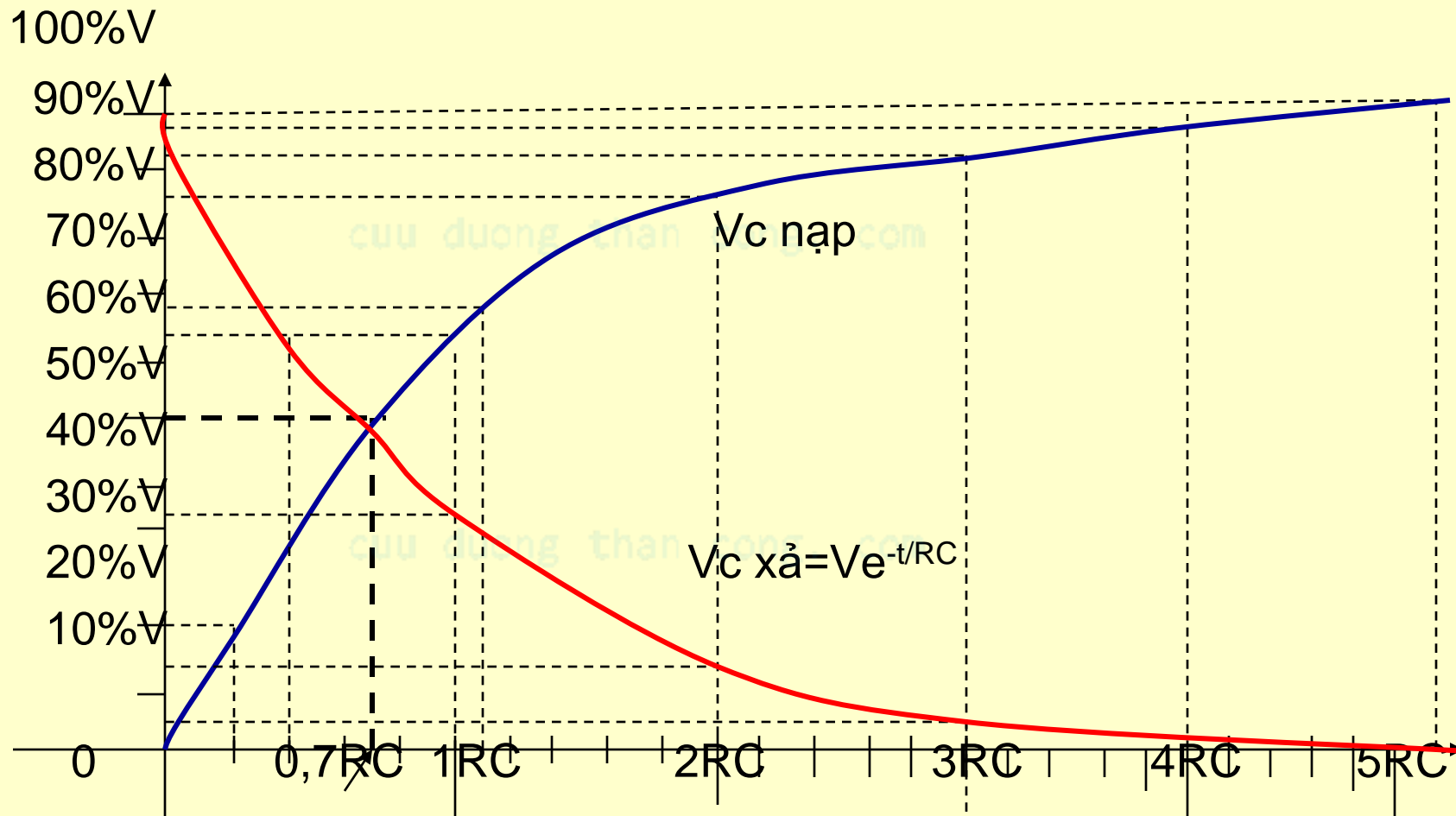
Tần số dao động:

$$f = 1 / T$$

Để có xung vuông đối xứng chọn : $R_{B1} = R_{B2} = R_B$;
 $C_1 = C_2 = C \rightarrow T = 1,4 R_B C \rightarrow f = 0,7 / R_B C$.

Đường cong nạp xả phổ quát

- Là đường biểu diễn tụ nạp $v_c(t) = V(1 - e^{-t/\tau})$ và xả



Hoặc tính từ biểu thức tụ nạp từ $-V_{cc}$ đến $+V_{cc}$:

$$v_c(t) = 2V_{cc} (1 - e^{-t/R_{B1}C_1})$$

tại $t = T_1$ có $V_{BE1} = 0,6V$ làm Q_1 dẫn và:

$$V_c(T_1) = V_{cc} = 2V_{cc}(1 - e^{-T_1/R_{B1}C_1}) \text{ hay:}$$

$$1/2 = 1 - e^{-T_1/R_{B1}C_1} \rightarrow$$

$$T_1 = R_{B1}C_1 \ln(2) = 0,693R_{B1}C_1$$

Tương tự với C_2 nạp, ta có: $T_2 = 0,693R_{B2}C_2$

Chu kỳ dao động T :

$$T = T_1 + T_2 = 0,693(R_{B1}C_1 + R_{B2}C_2)$$

$$T = 0,7 (R_{B1}C_1 + R_{B2}C_2)$$

tần số dao động : $f = 1/T$

- Tính theo điện thế V_{BE2} :

Ta có:

$$V_{BE1} = V_{CC} - i_1 R_{B1} \quad (1)$$

$$i_1(t) = I_{1M} e^{-t/R_{B1} C_1} \quad (2)$$

với:

$$\begin{aligned} I_{1M} &= (V_{CC} - V_{BE1}(0+)) / R_{B1} = \\ &= (V_{CC} - V_{CC}) / R_{B1} = 2V_{CC} / R_{B1} \end{aligned} \quad (3)$$

thay (3) vào (2) cho:

$$i_1(t) = (2V_{CC} / R_{B1}) e^{-t/R_{B1} C_1} \quad (4)$$

thay (4) vào (1) được:

$$\begin{aligned} V_{BE1}(t) &= V_{CC} - (2V_{CC}) e^{-t/R_{B1} C_1} = \\ &= V_{CC}(1 - 2e^{-t/R_{B1} C_1}) \end{aligned} \quad (5)$$

Khi $t = T_1 \rightarrow V_{BE1} = 0,7$ làm Q_1 dẫn cho:

$$V_{BE1}(T_1) = 0,7V = V_{CC}(1 - 2e^{-T_1/R_{B1}C_1})$$
$$= V_{CC} - 2V_{CCE} e^{-T_1/R_{B1}C_1}$$

$$V_{CC} - 0,7V = 2V_{CCE} e^{-T_1/R_{B1}C_1}$$

lấy logarit 2 vế cho:

$$T_1 = R_{B1}C_1 \ln \left(\frac{2V_{CC}}{V_{CC} - 0,7} \right) \cong R_{B1}C_1 \ln 2$$
$$= 0,693 R_{B1}C_1$$

Do đối xứng ta có:

$$T_2 = 0,693 R_{B2}C_2$$

Chu kỳ dao động :

$$T = T_1 + T_2 = 0,693 (R_{B1}C_1 + R_{B2}C_2)$$

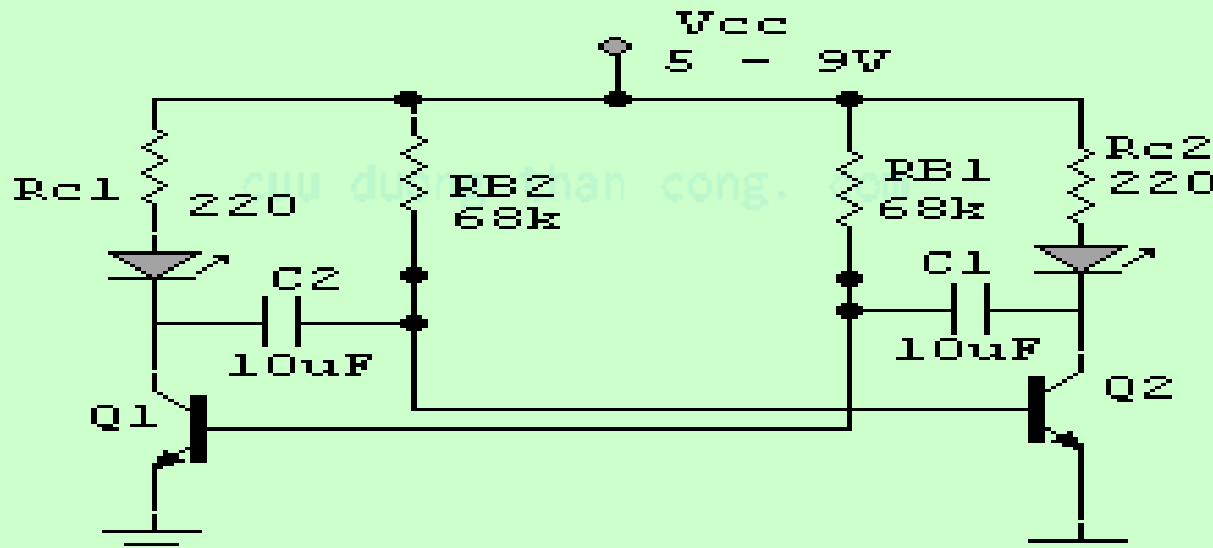
Tần số dao động: $f = 1 / T$

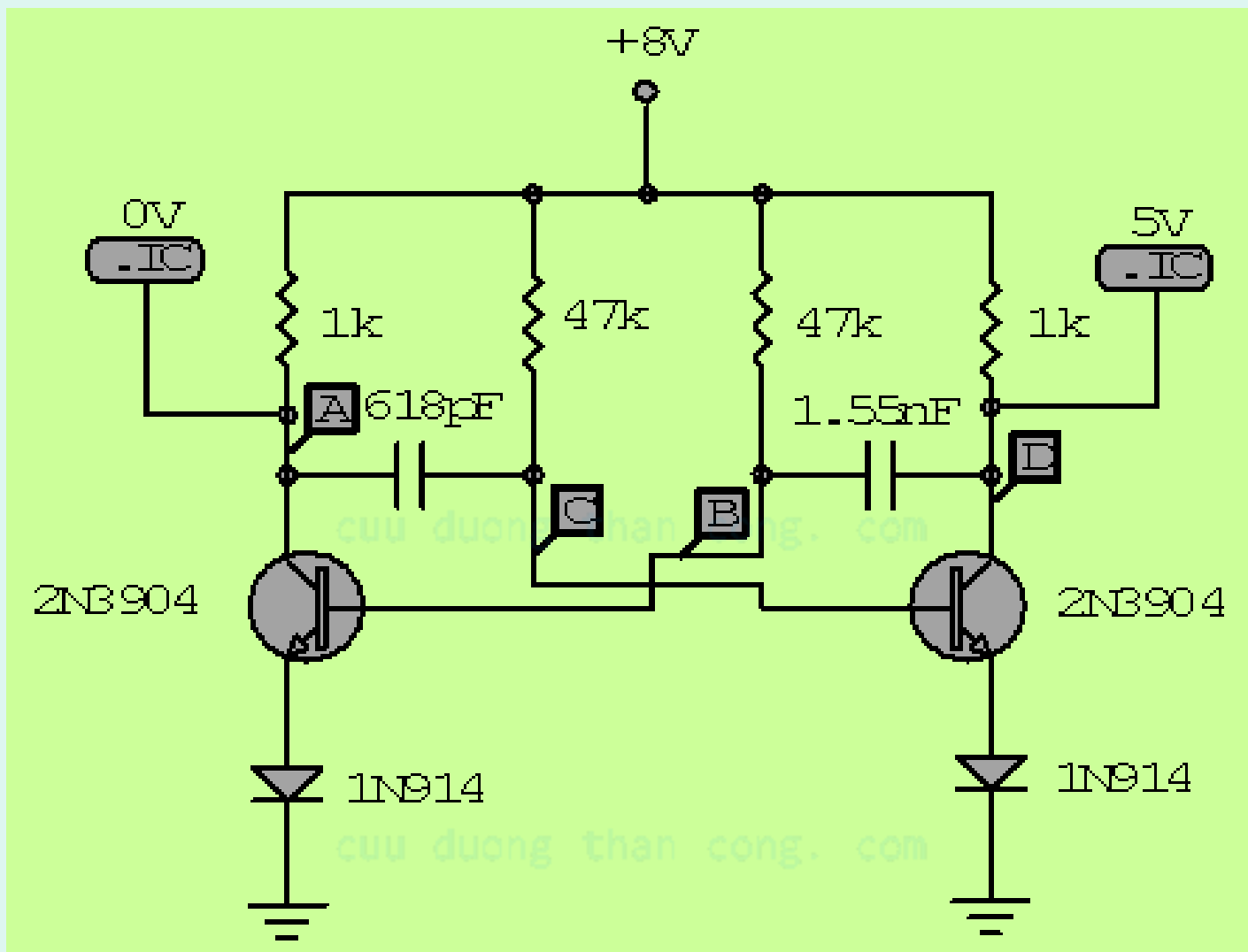
Nếu có $R_{B1} = R_{B2} = R_B$ và $C_1 = C_2 = C$ cho:

$$T = 0,693 (2 R_B C) = 1,386 R_B C = 1,4 R_B C$$

Chú ý:

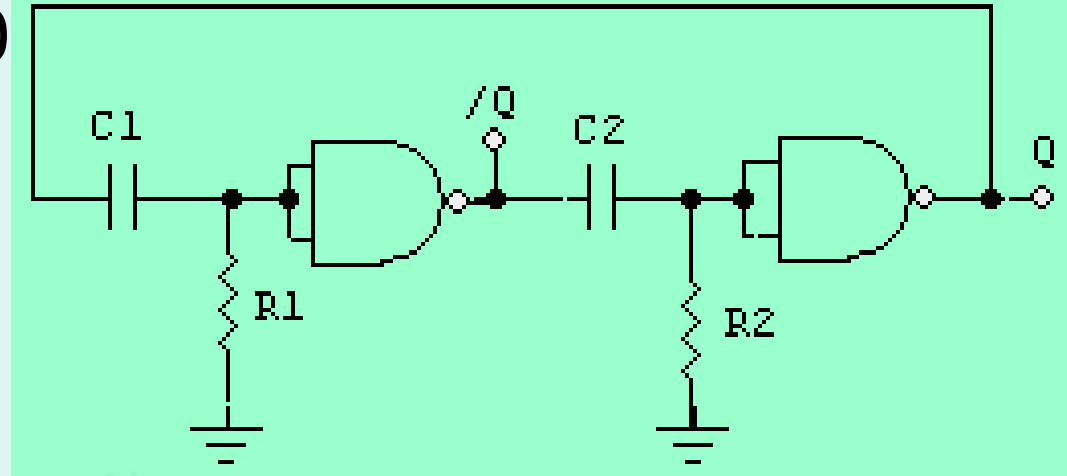
- Cần mắc thêm cổng đảo (NOT) ở ngõ ra Q để có xung thật vuông.
- Dao động đa hài dùng làm máy phát xung vuông , mạch đèn nhấp nháy, đèn báo , mạch thời chuẩn , phát xung clock





• Mạch dao động đa hài dùng cổng NAND

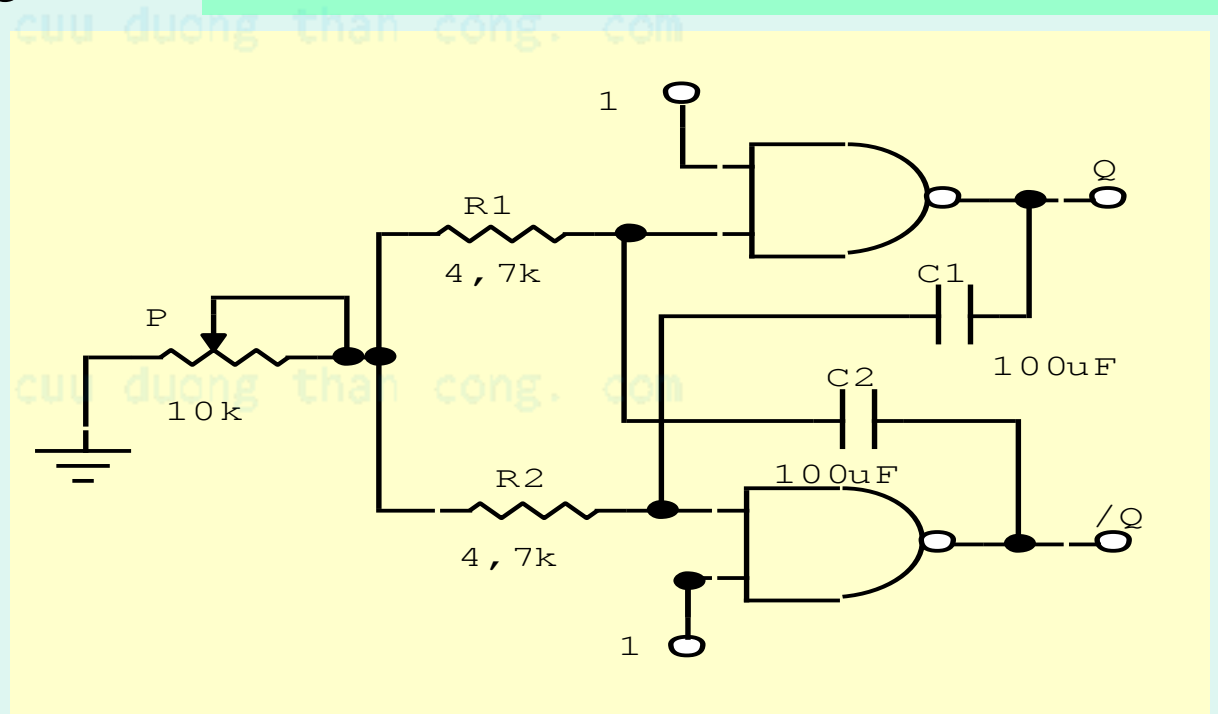
Cổng NAND TTL(7400)



$$T = 1,1(R_1C_1 + R_2C_2)$$

Với $R_1=R_2=R$ và $C_1=C_2=C$

$$T = 2,2(R + P)C$$



Cách tính chu kỳ và tần số dao động

- Khi ngõ ra $Q=1$, tụ C_1 nạp điện từ $0, 2V=0V$ đến V_{cc} với thời hằng R_1C_1 , nhưng khi đến trị $2/3(V_{cc})$ thì IC_1 chuyển trạng thái, nên ta có:

$$v_c(t) = V_{cc}(1 - e^{-t/\tau_1})$$

$$\text{tại } t = T_1 \text{ cho } v_c(T_1) = 2/3(V_{cc}) = V_{cc}(1 - e^{-T_1/\tau_1})$$

hay:

$$\frac{2}{3} = 1 - e^{-T_1/\tau_1} \Rightarrow \frac{1}{3} = e^{-T_1/\tau_1} \Rightarrow$$

$$T_1 = -\tau_1 \ln \left(\frac{1}{3} \right) = \tau_1 \ln 3 = 1,1\tau_1 = 1,1R_1C_1$$

- Tương tự với C_2 nạp làm IC_2 chuyển mạch:

$$T_2 = 1,1 R_2 C_2$$

Chu kỳ dao động:

$$T = T_1 + T_2 = 1,1 (R_1 C_1 + R_2 C_2)$$

Và tần số dao động:

$$f = 1/T$$

Nếu chọn $R_1 = R_2 = R$ và $C_1 = C_2 = C$ cho sóng vuông đối xứng:

$$T = 2,2 RC \rightarrow f = 0,45 / RC$$

Chú ý: Có thể giải bằng đường cong nạp/xả của tụ điện C.

- Tính chu kỳ:**

IC TTL có điện thế chuyển trạng thái bằng $1/3 (V_{cc})$ hay $(5/3)V = 1,67V$. \rightarrow điện thế V_{R2} :

$$V_{R2}(t) = V_{O1H} - V_{c2(t)} = 2,4V - V_{c2(t)}$$

$$V_{c2}(t) = V_f - (V_f - V_i) e^{-t/R_2 C_2} =$$

$$= 2,4V - (2,4V - 0,2) e^{-t/R_2 C_2} = 2,4V - 2,2 e^{-t/R_2 C_2}$$

Tại $t = T1$, cổng 2 chuyển trạng thái khi đạt $1,67V$:

$$V_{R2}(T1) = 1,67V = 2,4V - 2,2 \cdot e^{-T1/R_2 C_2} \rightarrow$$

$$1,67V - 2,4V = -0,73 = -2,2 \cdot e^{-T1/R_2 C_2} \rightarrow$$

$$T1 = R2C2 \ln(2,2 / 0,73) = 1,1 R2C2$$

Tương tự khi Q1 dẫn, Q2 ngưng C1 nạp điện cho ta:

$$T2 = 1,1 R1C1$$

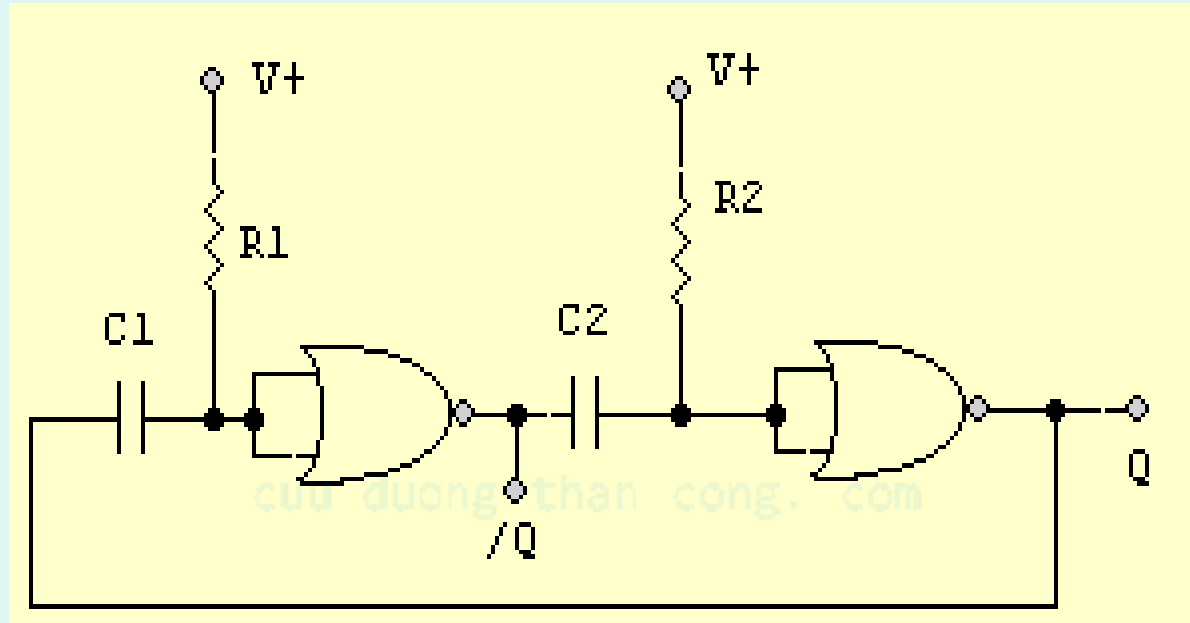
Chu kỳ dao động T :

$$T = T1 + T2 = 1,1(R1C1 + R2C2)$$

chọn $R1 = R2 = R$ và $C1 = C2 = C$ cho:

$$T = 2,2RC \rightarrow f = 0,45 / RC$$

- **Dùng cổng NOR**



Cách lý luận tương tự như trên

- **Sử dụng CMOS do có điện thế chuyển bằng $1/2$ (VDD) nên chu kỳ tính được (với mạch đối xứng):**

$$T_1 = T_2 = RC \ln(2) = 0,693RC$$

$$T = T_1 + T_2 = 1,4 RC$$

• Dao động phi ổn dùng cổng NOT CMOS

Cách hoạt động:

- Giả sử lúc đầu $A = 1$,

$/Q = 0$ và $Q = 1 \rightarrow$

C nạp điện từ ngõ ra cổng 1 qua R \rightarrow

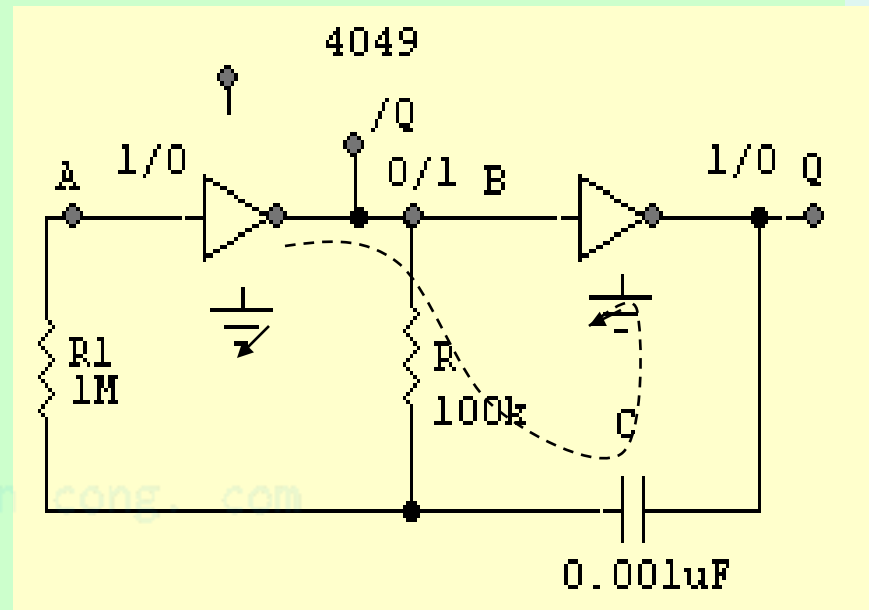
B tăng dần và khi $B = 1$

làm cổng 2 chuyển trạng thái $\rightarrow Q = 0$ và $/Q = 1$,

\rightarrow C xả điện qua R và cổng 2 đang dẫn $\rightarrow A = 1$

- Khi $A=1$ ta lý luận như trên $Q = 1$ và $/Q = 0 \dots$
chu kỳ mới tái lập.

Ta có dạng sóng vuông ở Q và /Q và ngược pha .



- **Tính chu kỳ dao động:**

Do điện thế chuyển của CMOS bằng

$\frac{1}{2} (V_{DD})$ nên thay vào công thức đã tính ở IC TTL ta được:

- **Khi C nạp điện:**

$$V_f = (1/3)V_{DD}; \quad V_i = (2/3)V_{DD}$$

$$V_T = (1/2)V_{DD}$$

thay vào có:

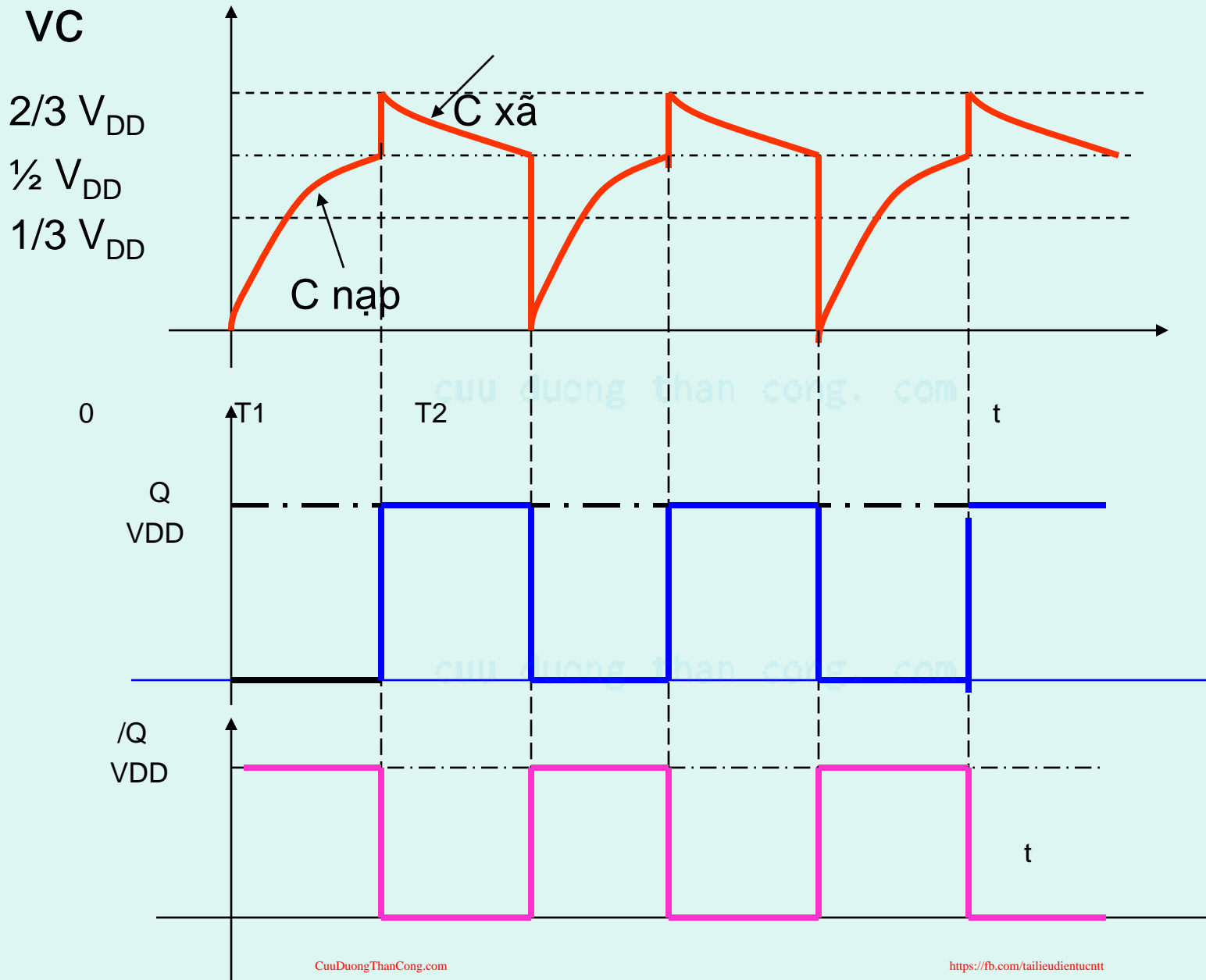
$$V_c(T_1) = (1/2)V_{DD}$$

$$V_c(T_1) = (2/3)V_{DD} - [(2/3)V_{DD} - (1/3)V_{DD}] e^{-T_1 / RC} \rightarrow$$

$$(1/2) - (2/3) = -(1/3) e^{-T_1 / RC} \rightarrow (1/6) = (1/3) e^{-T_1 / RC}$$

$$\rightarrow \mathbf{T_1 = RC \ln(2) = 0,7RC \quad (I)}$$

- Dạng sóng:



-Khi tụ C xả:

$$V_c(t) = (2/3)e^{-t/RC}$$

$$\text{tại } t=T_2 : V_c(T_2) = (1/3)V_{DD} = (2/3)e^{-T_2/RC} \rightarrow$$

$$T_2 = RC \ln(2) = 0,693 RC = 0,7 RC$$

Vậy chu kỳ dao động của mạch bằng:

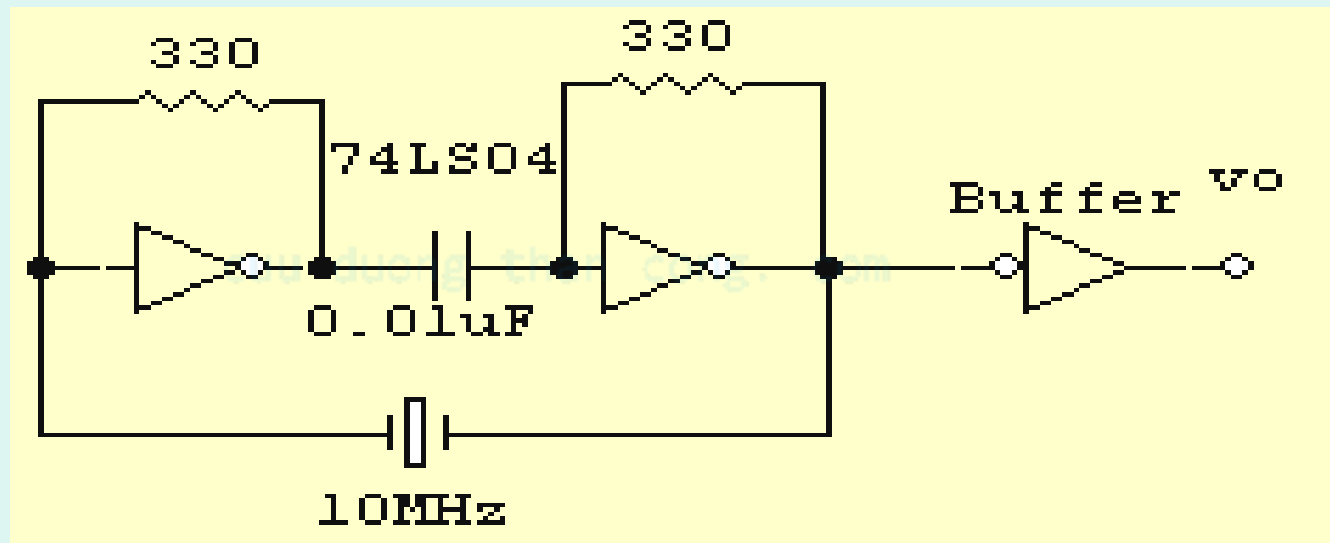
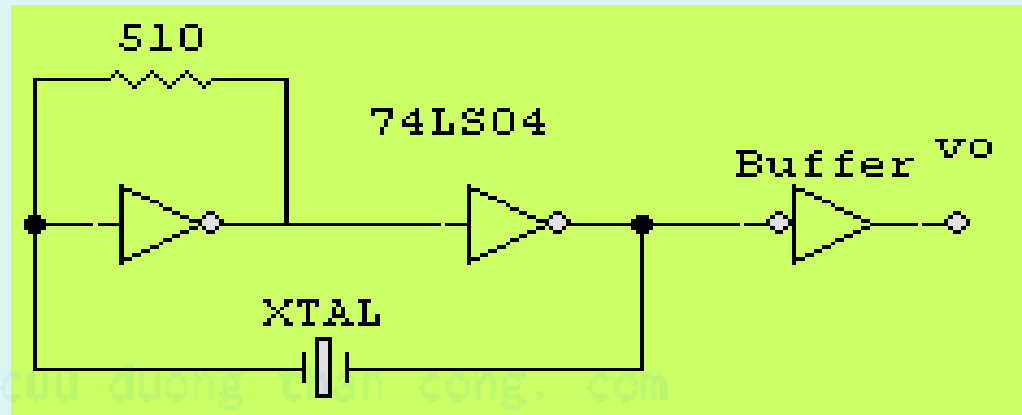
$$T = T_1 + T_2 = 1,4 RC$$

$$f = 1/T = 0,7/RC$$

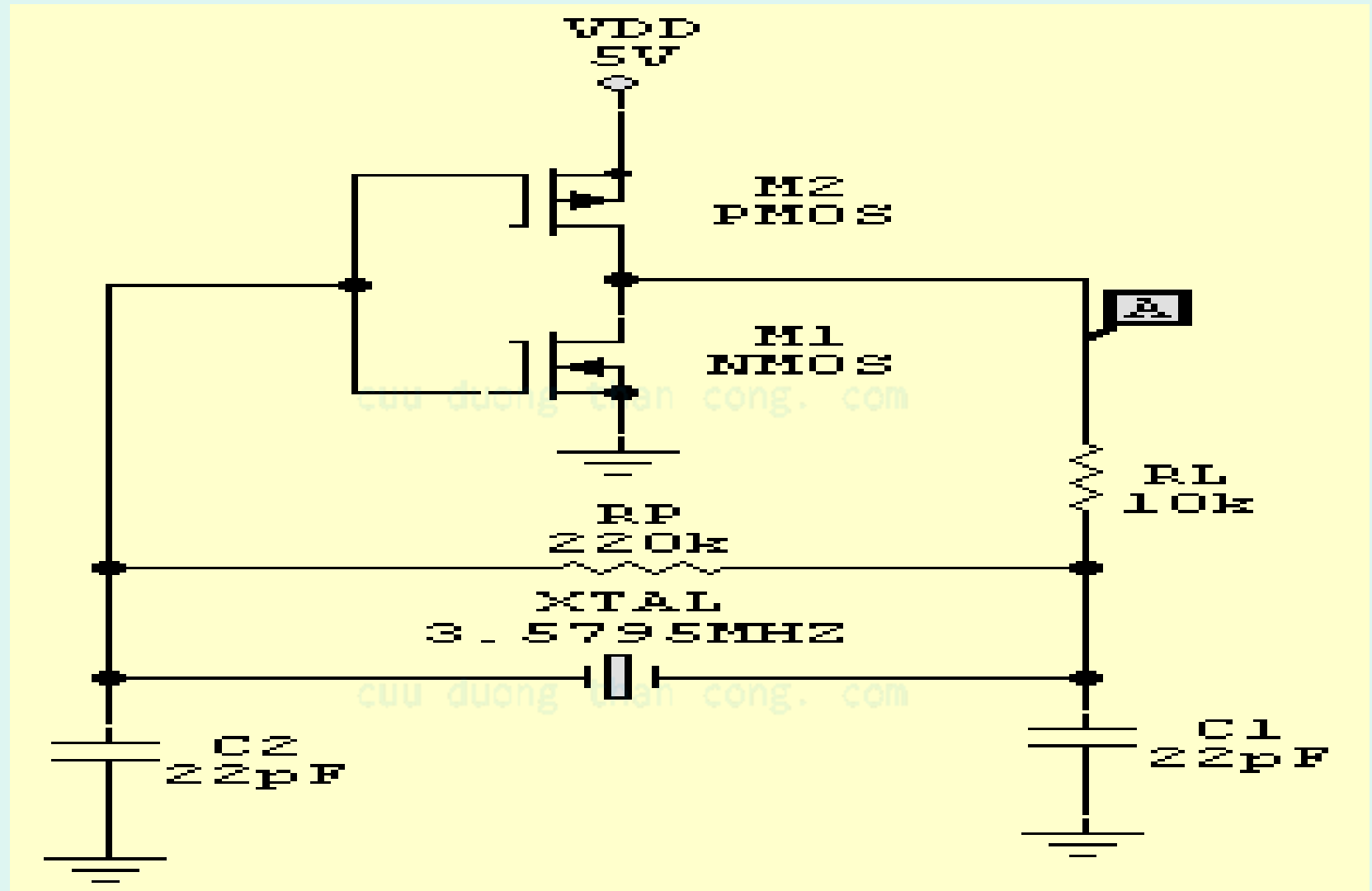
Chú ý: Do CMOS có diod bảo vệ để chống lại xung nhiễu ở ngõ vào nên dạng sóng ra hơi bị cong ở góc (do clamping diod), để cải thiện phải ráp thêm điện trở $R_1 = 10 R \rightarrow$ dạng sóng ra vuông hơn và có chu trình định dạng 50%.

- **Dao động thạch anh (Quartz oscillator)**

Cho tần số dao động ổn định hơn, tạo xung clock

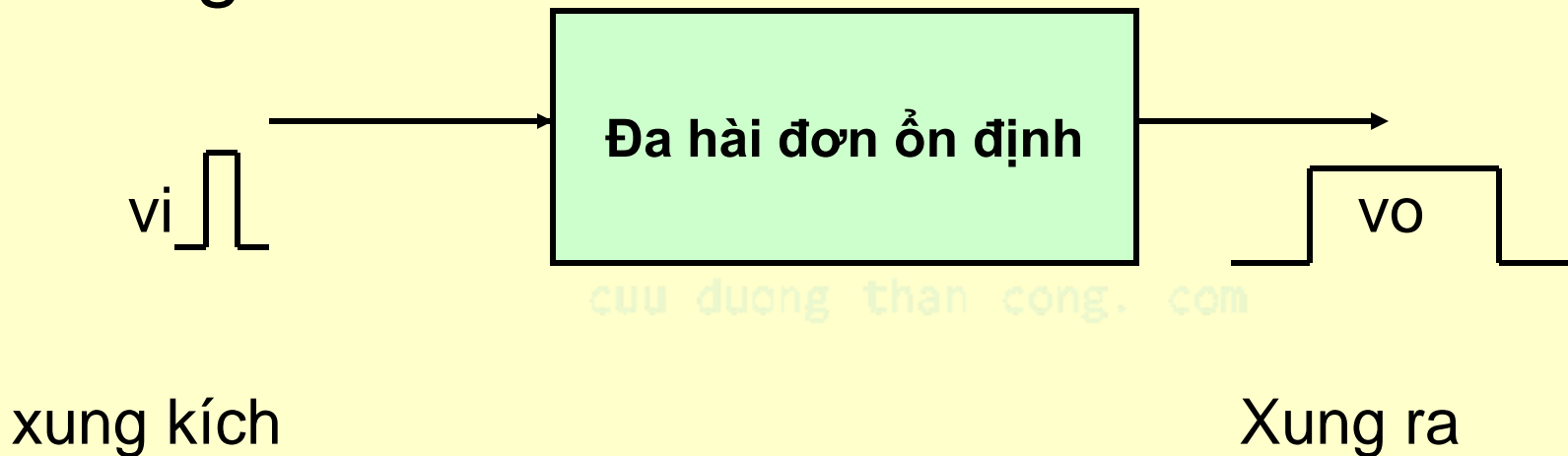


▪ Dao động thạch anh



III. Đa hài đơn ổn (monostable M/V)

- Là mạch luôn có 1 trạng thái bền và chỉ chuyển trạng thái khi có xung kích vào, nhưng sau đó lại trở về trạng thái ổn định cơ hữu .
- Xung đơn ngõ ra có độ rộng lớn hơn độ rộng xung kích.



1. Đa hài đơn ổn dùng transistor

- Mạch tương tự như mạch dao động đa hài đơn ổn nhưng transistor Q1 có cách ráp khác để luôn ngưng:

$$V_{BE1} = \frac{R_{B1}}{R_{B1} + R_{B1}} - V_{BB} - V_{CEbh} < 0$$

→ Q1 luôn ngưng ,
Q2 luôn dẫn :

$$V_{CE2bh} = 0,2V$$

$$V_{CE1} = V_{CC}.$$

- Khi có xung kích $V_p > 0,6V$ đủ lớn

→ Q1 dẫn → Q2 ngưng →

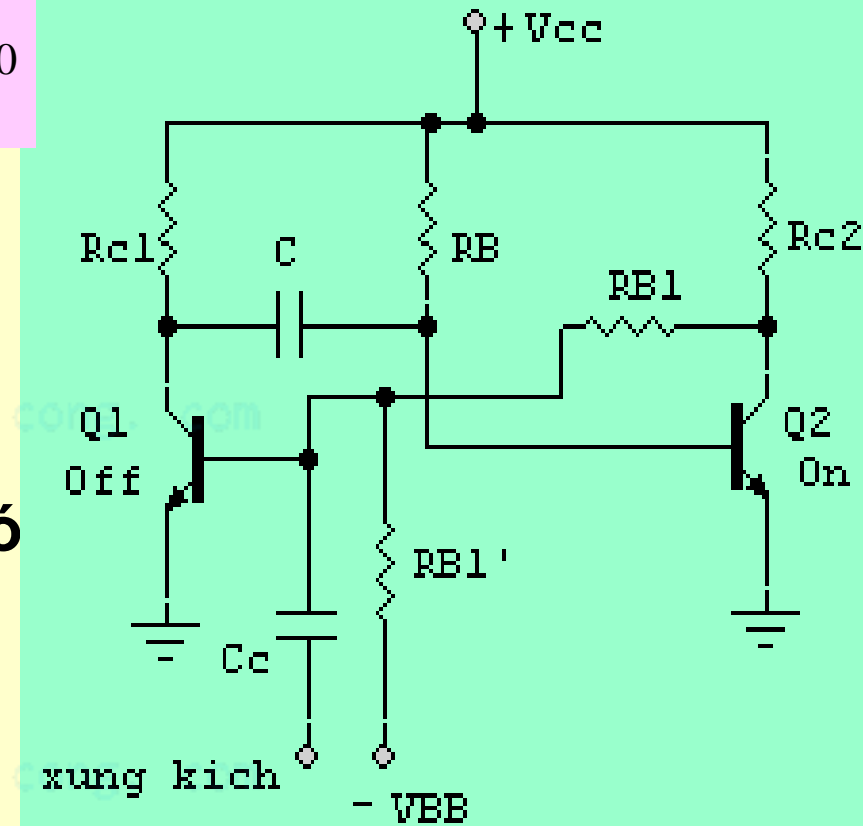
nhưng sau đó do tụ nạp qua

R_{B2} và Q1 → Q2 dẫn lại →

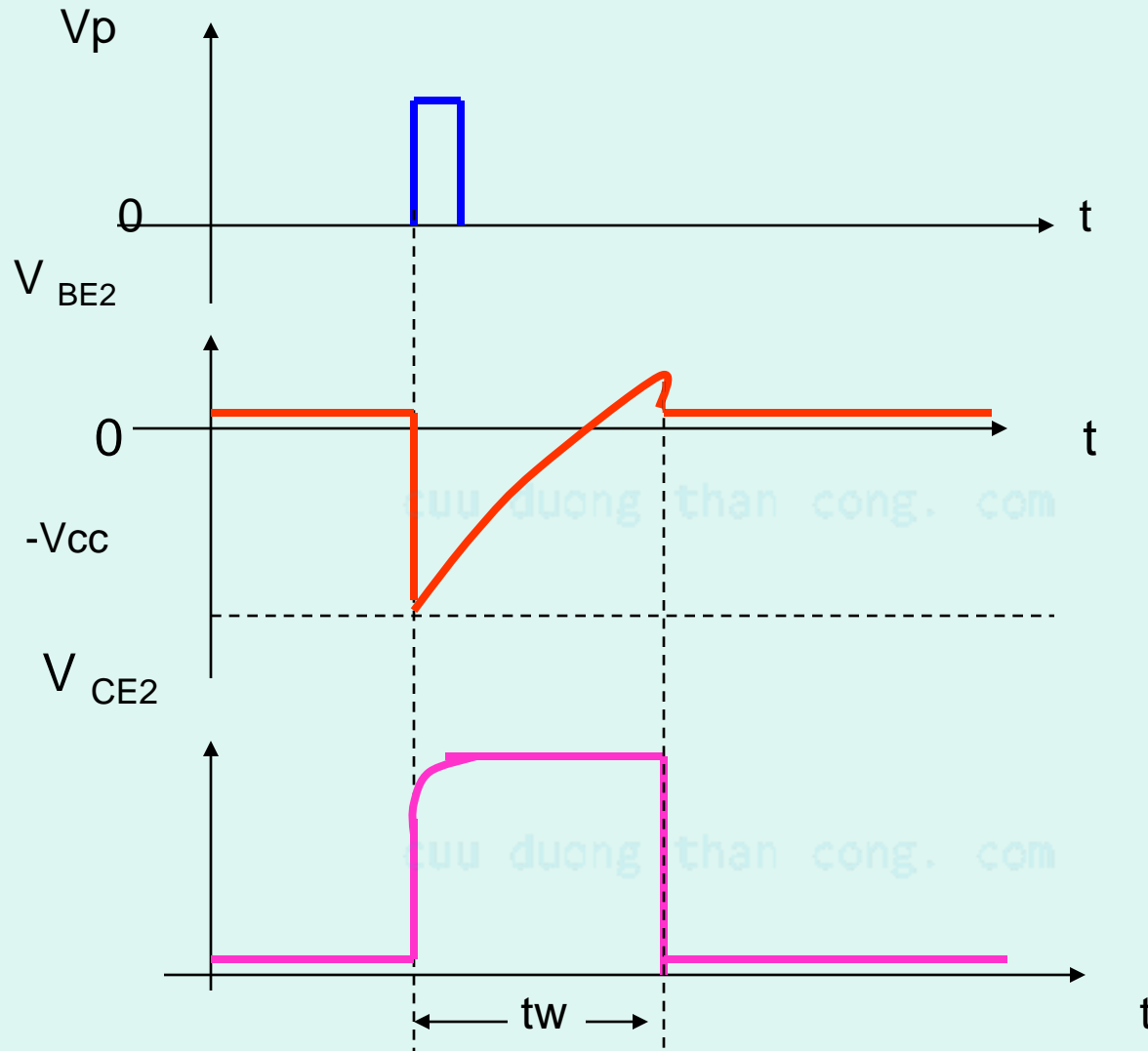
Q1 lại ngưng: Mạch lại trở về
trạng thái cơ hữu ban đầu

và giữ nguyên trạng thái đó

cho đến khi có xung kích mới.



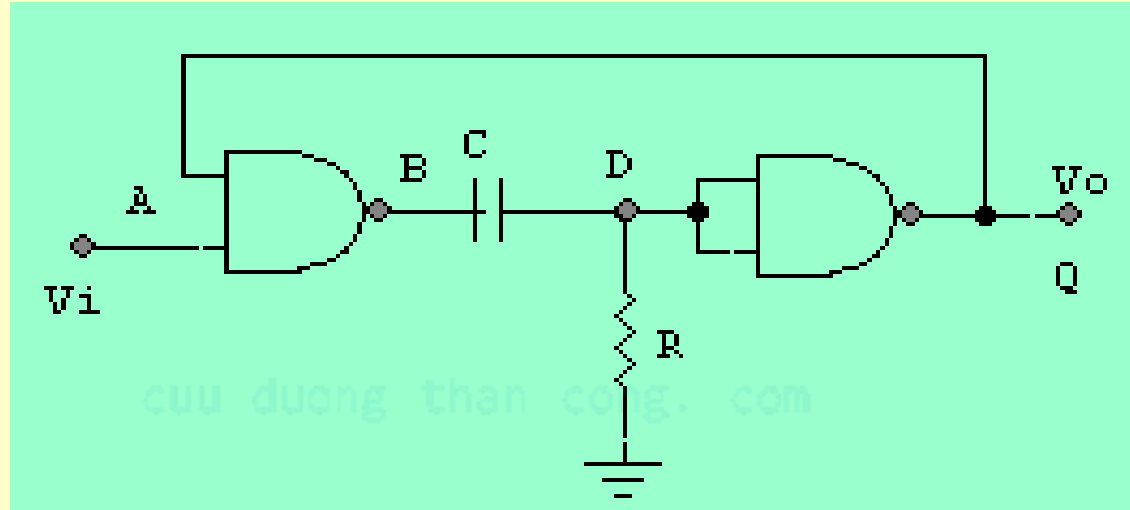
- **Dạng sóng:**



Độ rộng xung bằng $t_w = 0,7R_B C = 0,7RC$

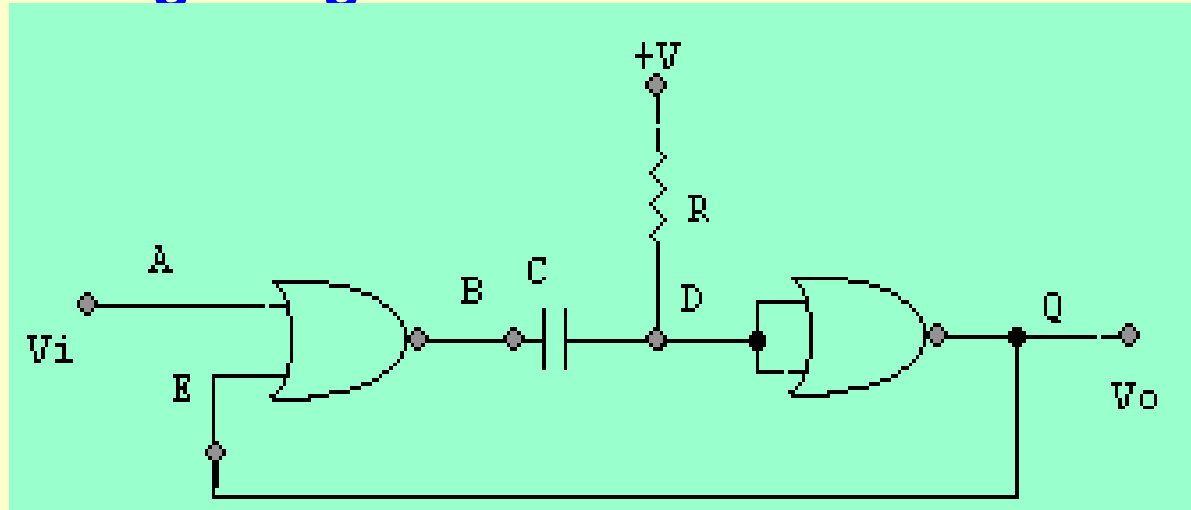
Đa hài đơn ổn dùng cổng logic

- Mạch dùng cổng NAND



- Bình thường $A = 1 \rightarrow B = 0$, tụ không nạp và cổng $\rightarrow Q = 1$
- Khi cho xung âm kích vào $A = 0 \rightarrow B = 1$ tụ chuyển nhanh $\rightarrow D = 1 \rightarrow Q = 0$,
Sau đó tụ nạp $\rightarrow D = 0 \rightarrow Q = 1$
đồng thời làm ngõ vào cổng N1 lên cao $\rightarrow B = 0 \rightarrow Q = 1$: mạch trở về trạng thái bền cơ hữu

- Đa hài đơn ổn dùng cổng NOR



- Khi bình thường $A = 0 \rightarrow B = 1 \rightarrow$ tụ không nạp $D=1 \rightarrow Q = 0$: ngõ ra ở thấp (trạng thái bền cơ hữu)
- Khi cho xung kích dương $A = 1 \rightarrow B = 0$, C chuyển nhanh làm D giảm $D = 0 \rightarrow Q = 1$.

Tiếp đó, C nạp D tăng dần $D = 1 \rightarrow Q = 0$ trở lại : mạch trở lại trạng thái cơ hữu ban đầu.

Độ rộng của xung ra: $t_w = 1,1 RC$ (IC TTL)
 $= 0,7 RC$ (IC CMOS)
 (cho cả 2 mạch dùng cổng NAND và NOR).

Ứng dụng của mạch đa hài đơn ổn

- Mạch định thời
- Bộ điều khiển
- Mạch định thời
- Mạch báo động

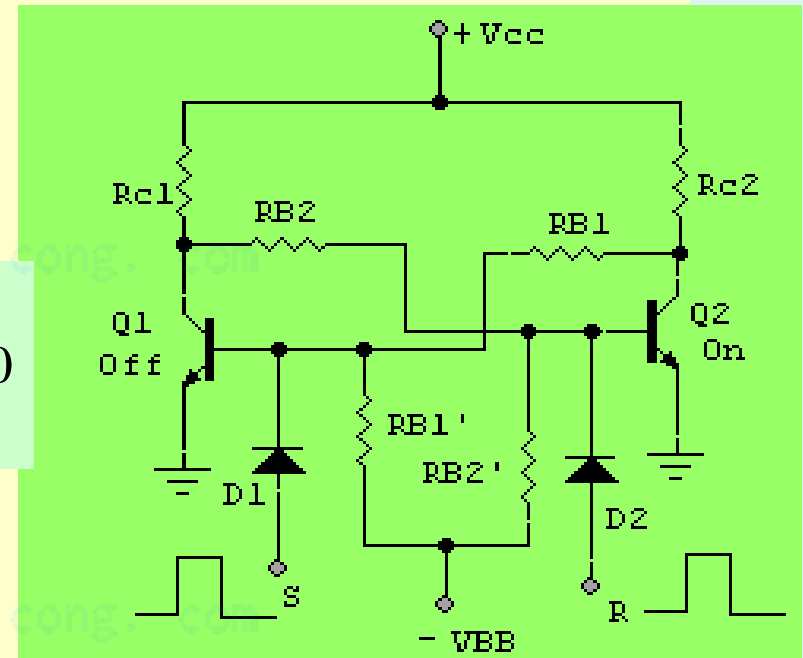
IV. Đa hài lưỡng ổn (Bistable Multivibrator)

- Là mạch luôn ở 1 trong 2 trạng thái bền cơ hữu. Chỉ chuyển trạng thái khi có xung kích vào 1 trong 2 ngõ vào
- Để Q2 luôn dẫn Q1 ngưng phải có điều kiện:

$$V_{BE2} = \frac{R_{B2}}{R_{B2} + R_{B2}} V_{CC} - V_{BB} > 0$$

Tương tự giờ nếu muốn cho Q1 dẫn phải cho xung dương đủ lớn vào ngõ S ($V_{BE1} > 0.6V$) hay:

$$V_{p1} \geq 0,6V + \frac{R_{B2}}{R_{B2} + R_{B2}} (-V_{BB})$$



• Bảng trạng thái (chân lý):

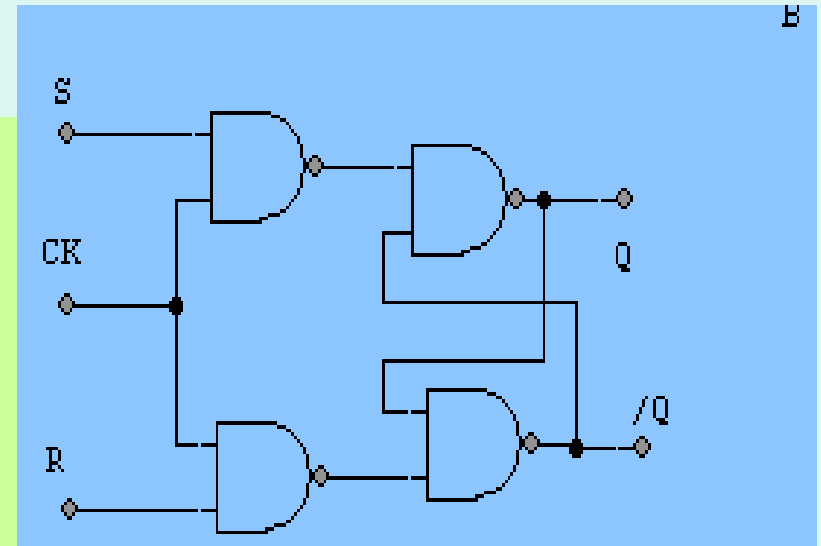
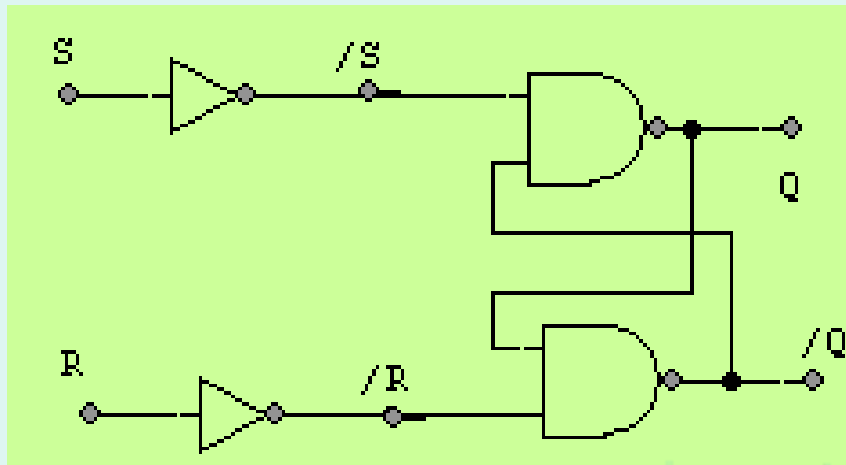
(cách hoạt động)

Mạch đa hài
lượng ổn còn
được gọi là
mạch **SR-Flip Flop**
và ký hiệu như sau

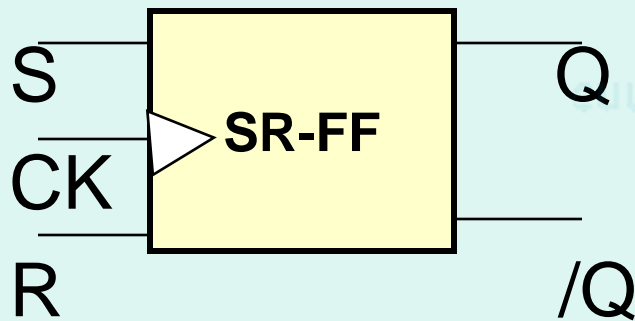
S	R	Q	/Q	
0	0	Q ₀	/Q ₀	Nhớ
0	1	0	1	Reset
1	0	1	0	Set
1	1	x	x	Cấm



- SR-FF dùng cổng logic:



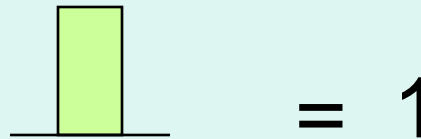
- Bảng chân lý:



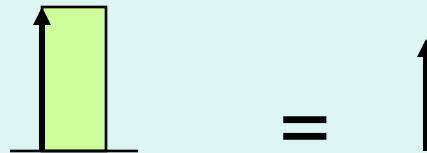
CK	S	R	Q	/Q
0	x	x	Q ₀	/Q ₀
↑	0	0	Q ₀	/Q ₀
↑	0	1	0	1
↑	1	0	1	0
↑	1	1	*	*

Ký hiệu xung kích (xung nảy)

- Nảy bằng mức cao của xung:



- Nảy bằng cạnh lên (hướng dương) của xung:



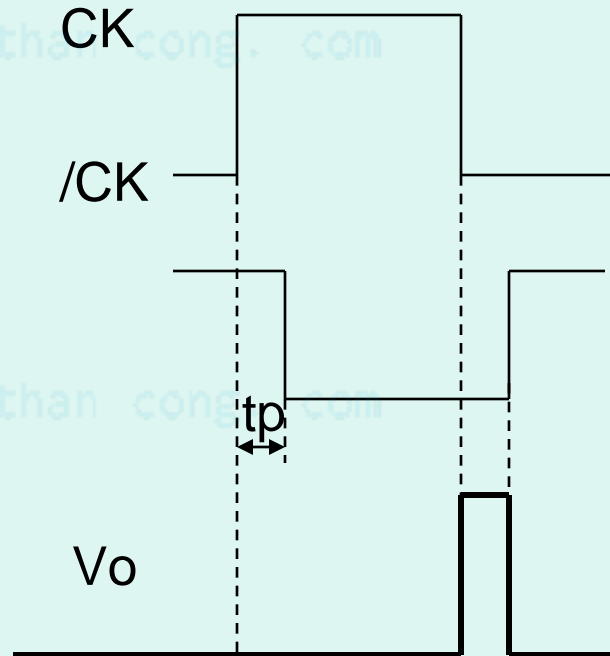
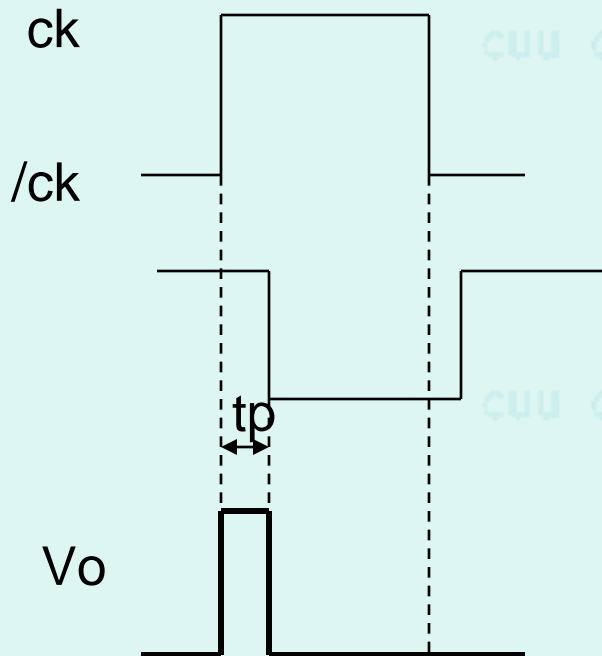
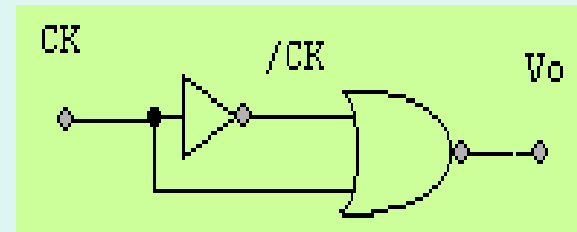
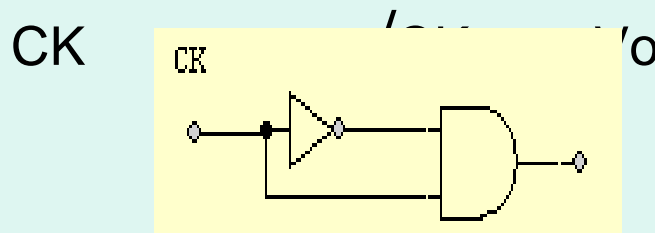
- Nảy bằng cạnh xuống (hướng âm) của xung:



- Do có mắc các cổng ở ngõ vào như sau:

a. Nảy ở cạnh lên:

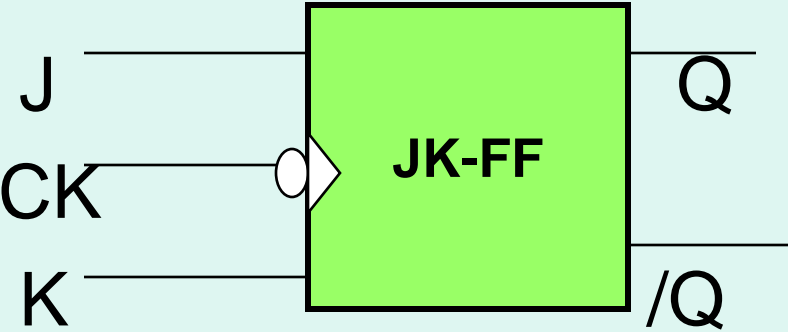
b. Nảy bởi cạnh xuống



a. Nảy bởi cạnh lên

b. Nảy bởi cạnh xuống

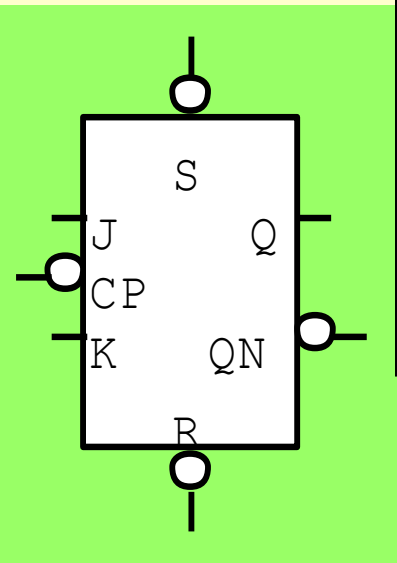
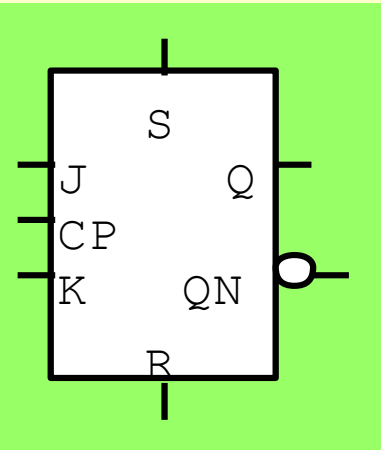
- **JK-Flip Flop**



Khắc phục trạng thái
 $S = R = 1$ bị cấm,
trở thành $J = K = 1$
các ngõ ra bị đảo
(toggle).
**JK-FF có rất nhiều
ứng dụng trong kỹ thuật số.**

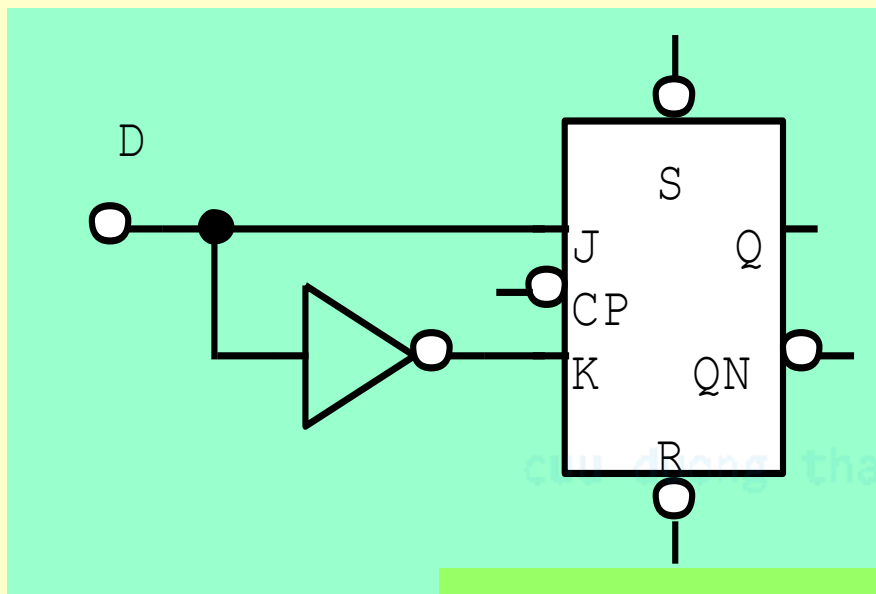
CK	J	K	Q	/Q
0	x	x	Q_0	$/Q_0$
↓	0	0	Q_0	$/Q_0$
↓	0	1	0	1
↓	1	0	1	0
↓	1	1	$/Q_0$	Q_0

JK-Flip Flop với Preset (hoặc S) và Clear (hoặc R)

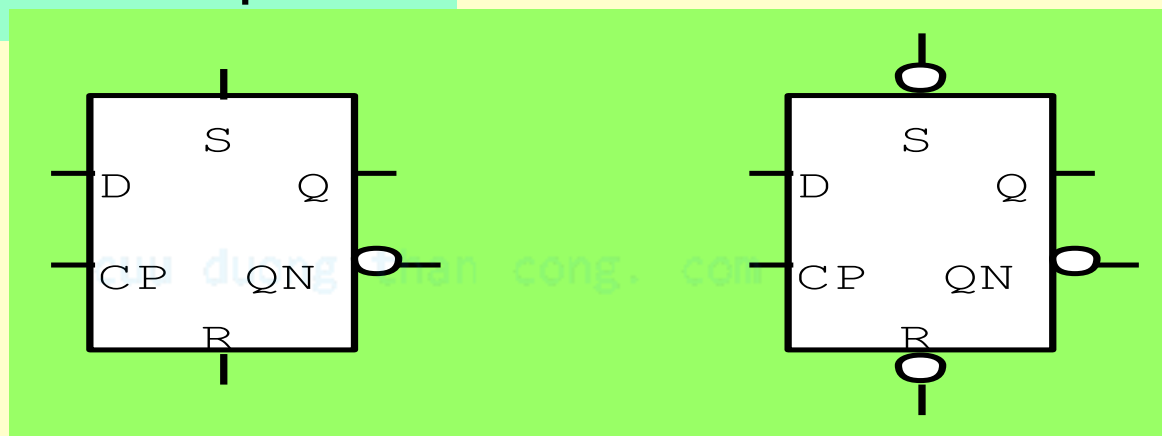


PRE	CLR	CK	S	R	Q	/Q	
0	0	x	x	x	*	*	Nonstable
0	1	x	x	x	1	0	
1	0	x	x	x	0	1	
1	1	1	0	0	Q ₀	/Q ₀	Hold
1	1	1	0	1	0	1	Reset
1	1	1	1	0	1	0	Set
1	1	1	1	1	/Q ₀	Q ₀	Toggle

D-Flip Flop

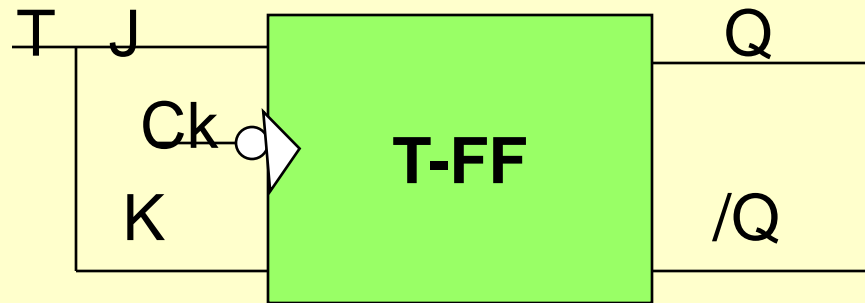


CK	D _n	Q _{n+1}
0	x	Q _n
1	0	0
1	1	1



Ứng dụng D-FF : bộ truyền số liệu, bộ ghi dịch.

• T-Flip Flop



CK	T _n	Q _{n+1}
↓	0	Q _n
↓	1	/Q _n

**T-FF được sử dụng
trong thiết kế các mạch đếm (counter)
(xem lại chương 8. IC)**