

HỌC PHẦN: ĐIỆN TỬ TƯƠNG TỰ

KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ KỸ THUẬT XUNG MẠCH LỘC THỤ ĐỘNG RC

I. Đại cương

I. Các tham số đặc trưng của tín hiệu xung

I. Mạch lọc thụ động RC

I. Đại cương

1. Định nghĩa:

Tín hiệu xung là những điện áp hay dòng điện có thời gian tồn tại rất ngắn, nó mang nội dung thông tin hoặc điều khiển.

Thời gian tồn tại của xung được tính bằng micro giây (s), bộ phận chủ yếu của hình sóng xung thường ở vào quá trình quá độ của mạch.

Tín hiệu xung có được là nhờ vào các thiết bị phối hợp với các phương pháp điều chế, khuếch đại, đo lường, nhằm biến đổi tạo ra các dạng khác nhau của tín hiệu xung

2. Phân loại

Các tín hiệu điện có biên độ thay đổi theo thời gian được chia làm 2 loại cơ bản là tín hiệu liên tục và tín hiệu gián đoạn.

Tín hiệu liên tục hay còn gọi là tín hiệu tuyến tính hay tương tự (analog)

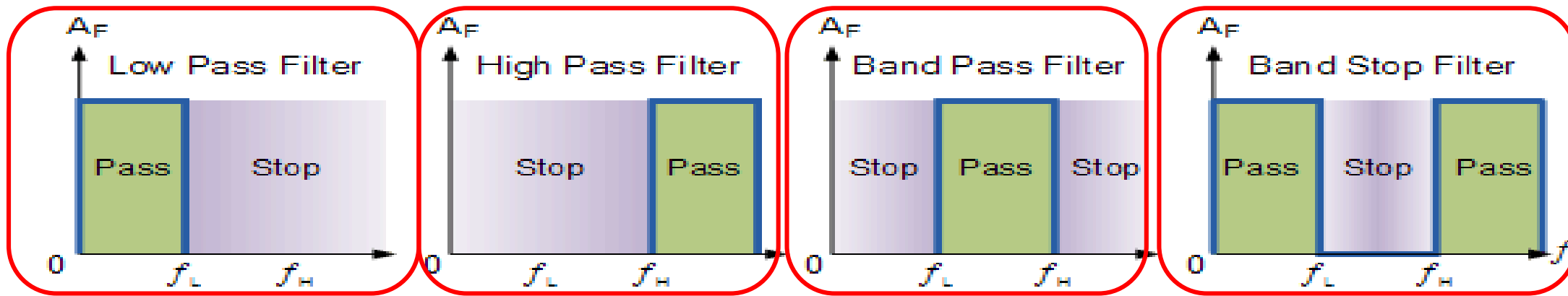
Tín hiệu gián đoạn hay còn gọi là tín hiệu **xung** hay **số (digital)**.

Tổng quát mạch lọc

Mạch lọc tần số là mạch chọn lọc lấy tín hiệu trong một hay một số khoảng tần số nào đó còn các tín hiệu ở tần số khác thì bị loại trừ

Các mạch lọc bao gồm:

- Mạch lọc thông thấp
- Mạch lọc thông cao
- Mạch lọc thông dải
- Mạch lọc chặn dải
- Mạch lọc pha



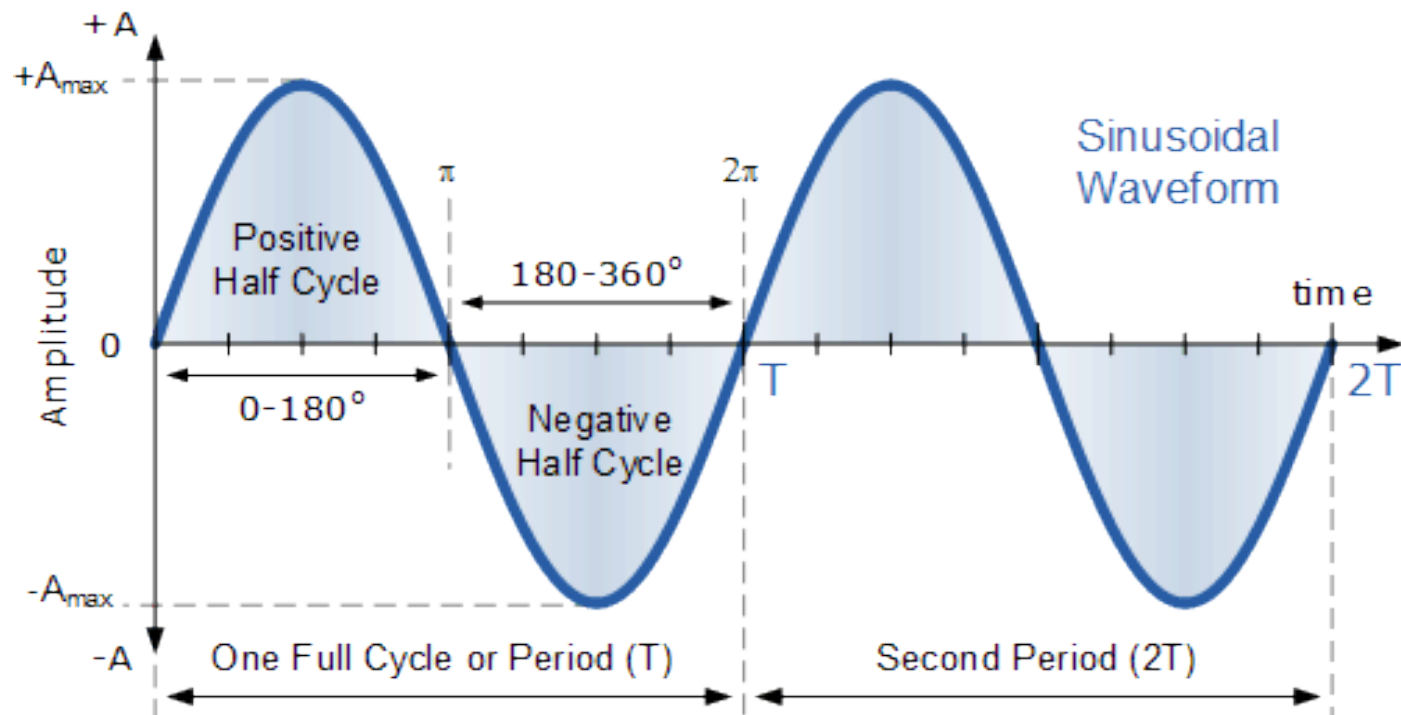
Mạch lọc thông thấp cho qua **các tần số** từ 0 tới **fc** và chặn tất cả **các tần số** từ **fc** trở lên và **fc** gọi là **tần số cắt** của mạch.

Mạch lọc thông cao cho qua **các tần số** từ **fc** trở lên và chặn tất cả **các tần số** từ **fc** trở về 0 và **fc** gọi là **tần số cắt** của mạch.

Mạch lọc thông dải Mạch lọc thông dải cho qua **các tần số** nằm trong khoảng từ f_1 tới f_2 và chặn tất cả **các tần số** nằm ngoài dải này.

Mạch lọc chặn dải cho qua **các tần số** nằm ngoài khoảng từ f_1 tới f_2 và cho tất cả **các tần số** nằm trong dải này.

Tín hiệu liên tục

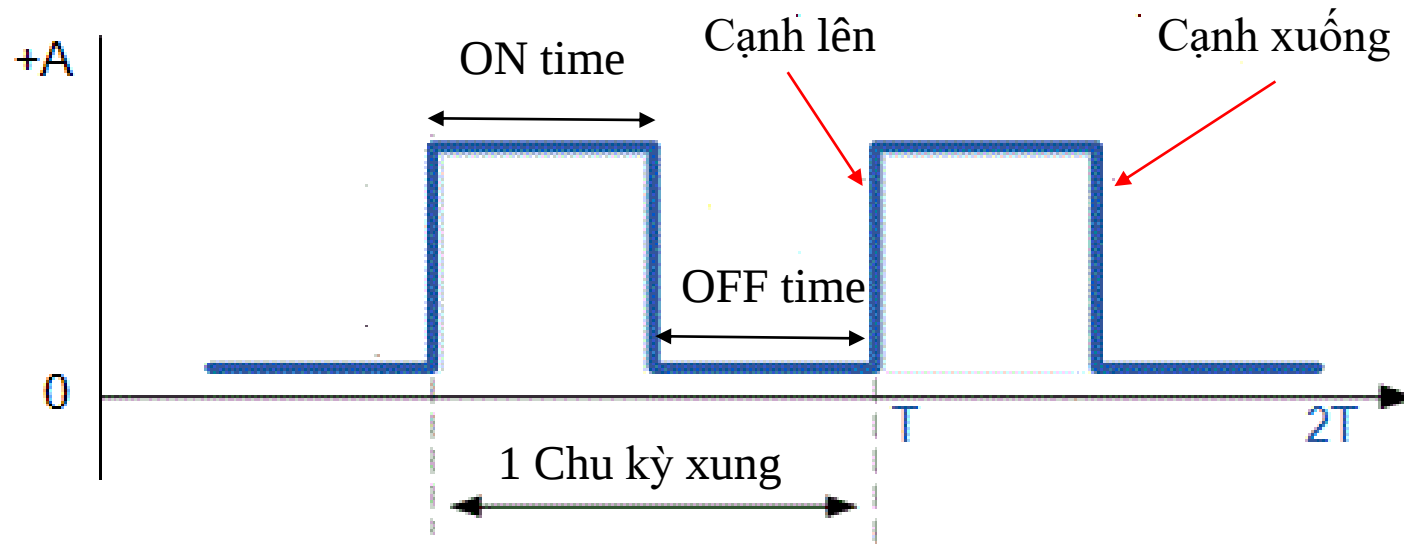


$$\text{Frequency} = \frac{1}{\text{Periodic time}} \quad \text{or} \quad f = \frac{1}{T} \text{ Hz}$$

$$\text{Periodic time} = \frac{1}{\text{Frequency}} \quad \text{or} \quad T = \frac{1}{f} \text{ sec}$$

Tín hiệu hình sin được xem là một tín hiệu tiêu biểu cho loại tín hiệu liên tục, với tín hiệu hình sin ta có thể tính được biên độ của nó ở từng thời điểm.

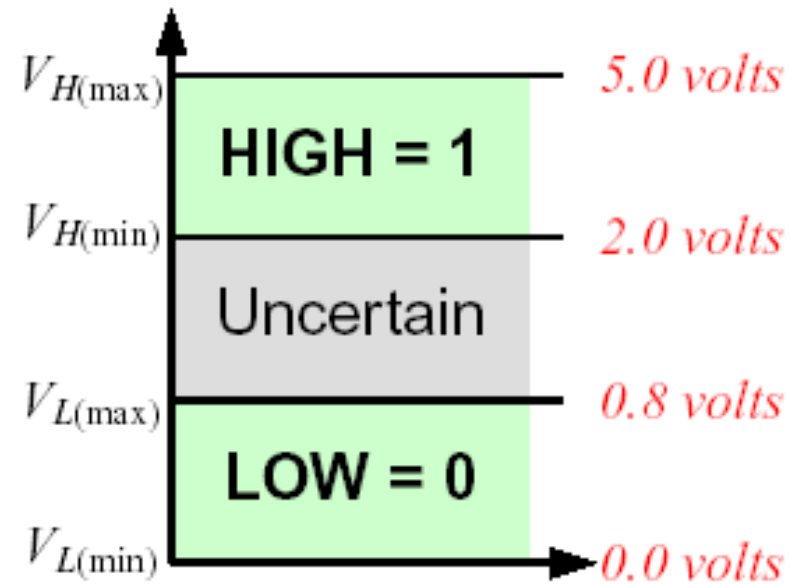
Tín hiệu số (xung)



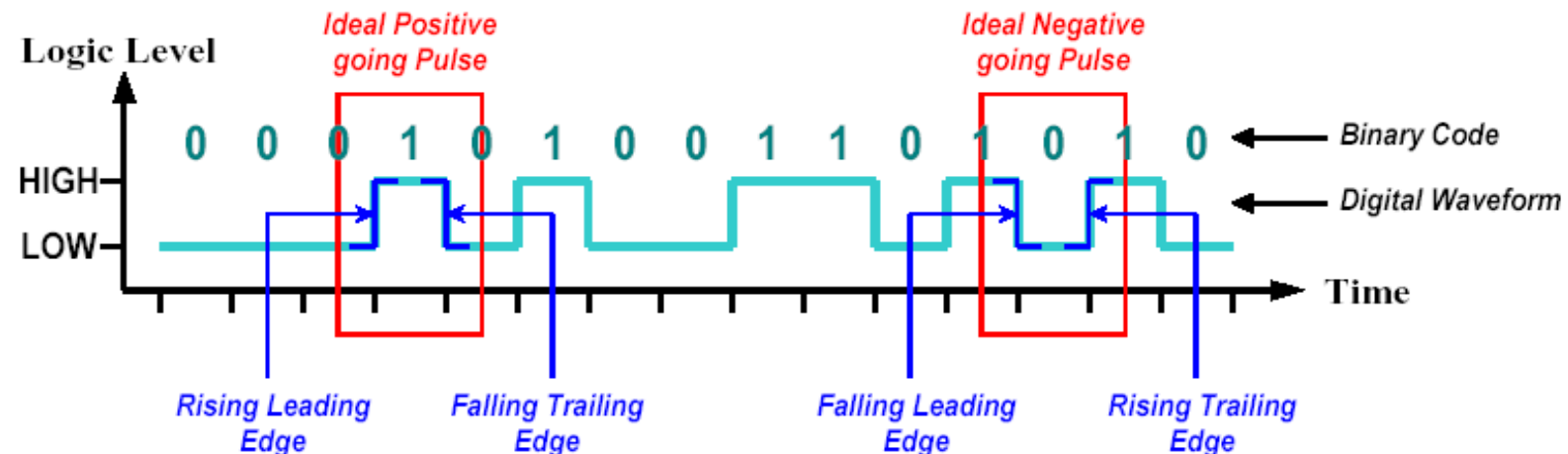
Tín hiệu hình vuông được xem là một tín hiệu tiêu biểu cho tín hiệu gián đoạn, với tín hiệu hình vuông thì biên độ của nó chỉ có 2 giá trị là mức cao và mức thấp, thời gian chuyển từ mức cao xuống mức thấp hay từ thấp lên cao rất ngắn và gần như là tức thời.

Khảo sát một tín hiệu số

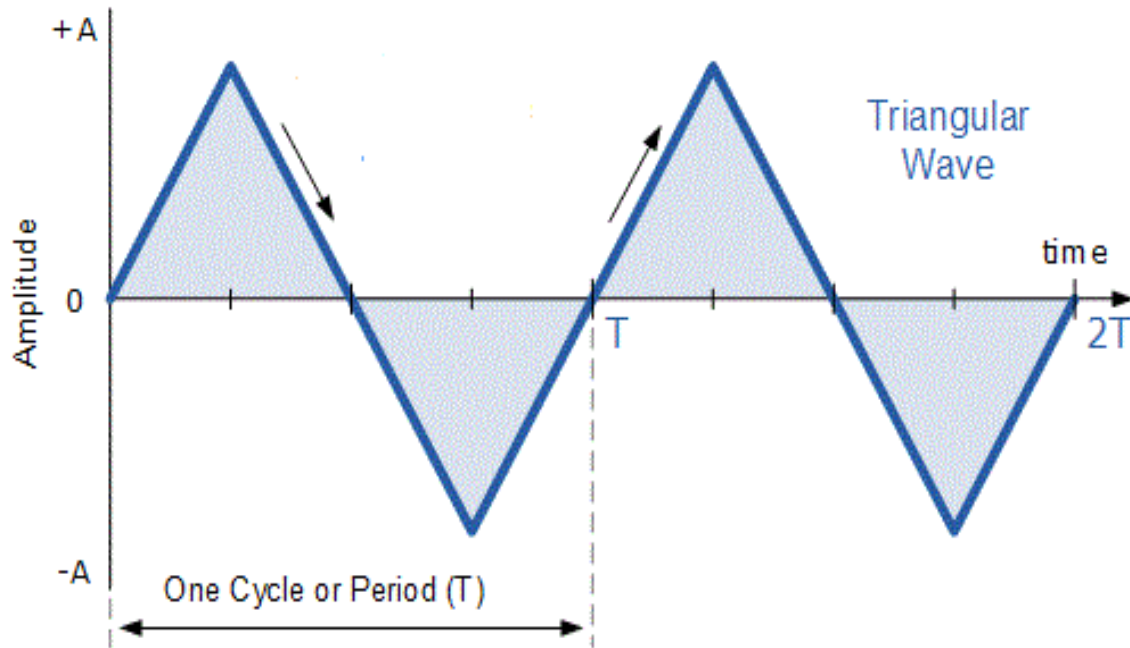
Trạng thái logic của tín hiệu số (Digital Signal):



Giải đồ xung (Waveform) của tín hiệu số:



Ngoài ra, tín hiệu xung không chỉ là tín hiệu hình vuông mà nó còn có các dạng khác nhau như: xung tam giác, xung răng cưa, xung nhọn, xung bậc thang...

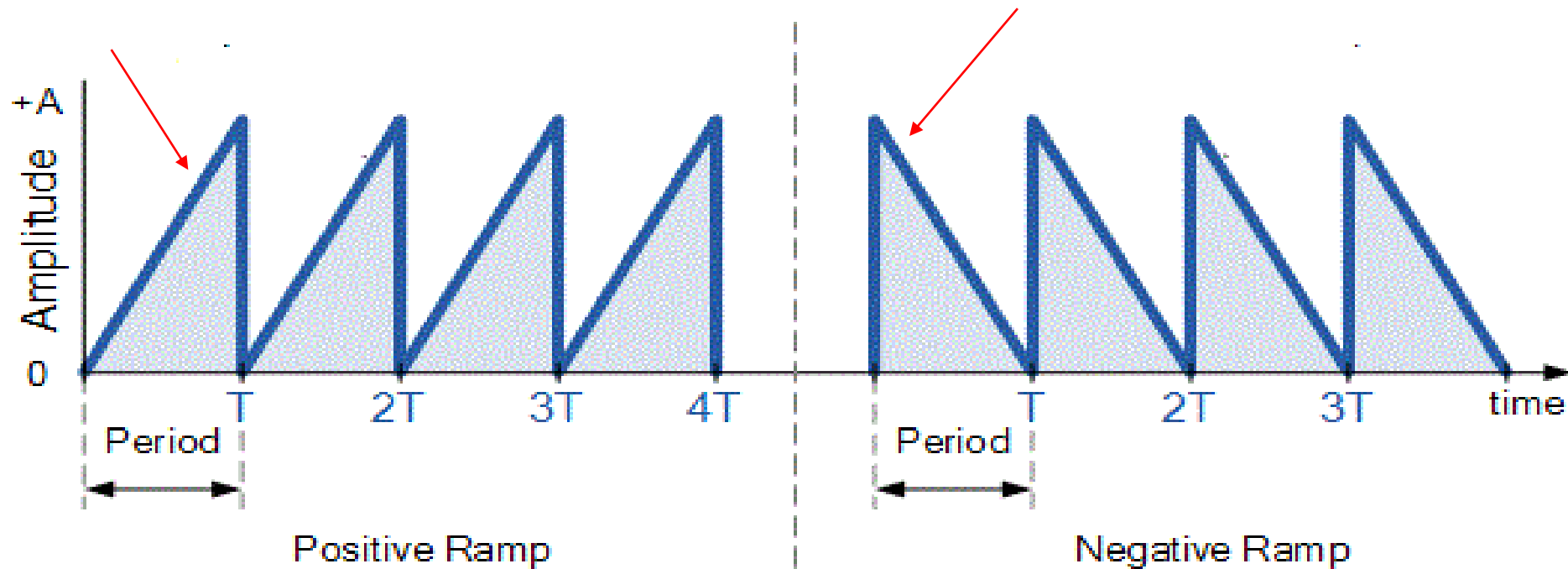


Trong nhiều trường hợp, xung tam giác có thể là xung răng cưa hoặc ngược lại.

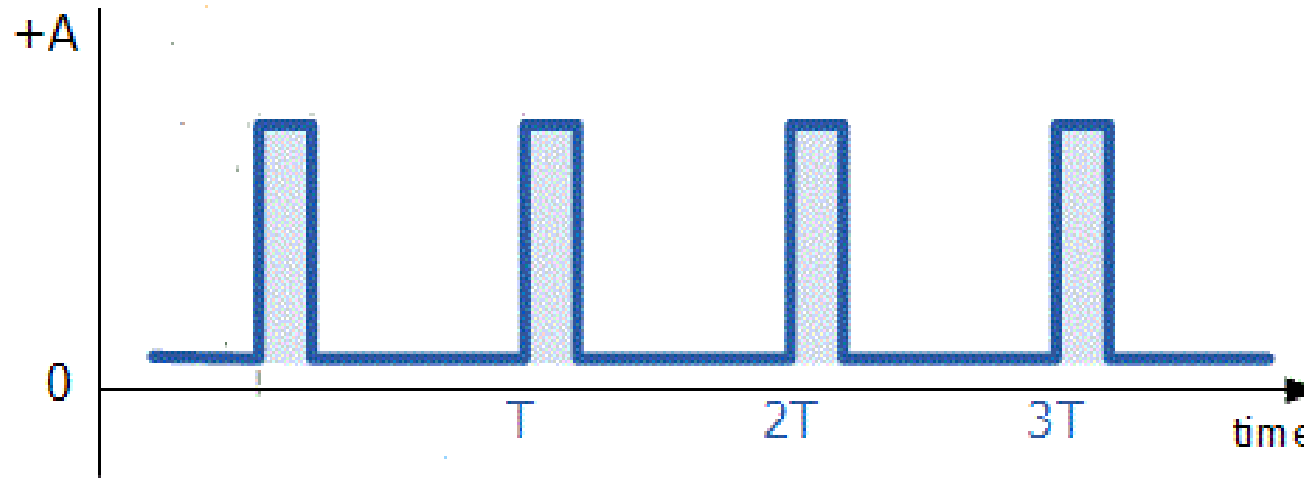
Xung kích theo dốc theo sườn dương, âm

Độ dốc theo sườn âm

Độ dốc theo sườn dương



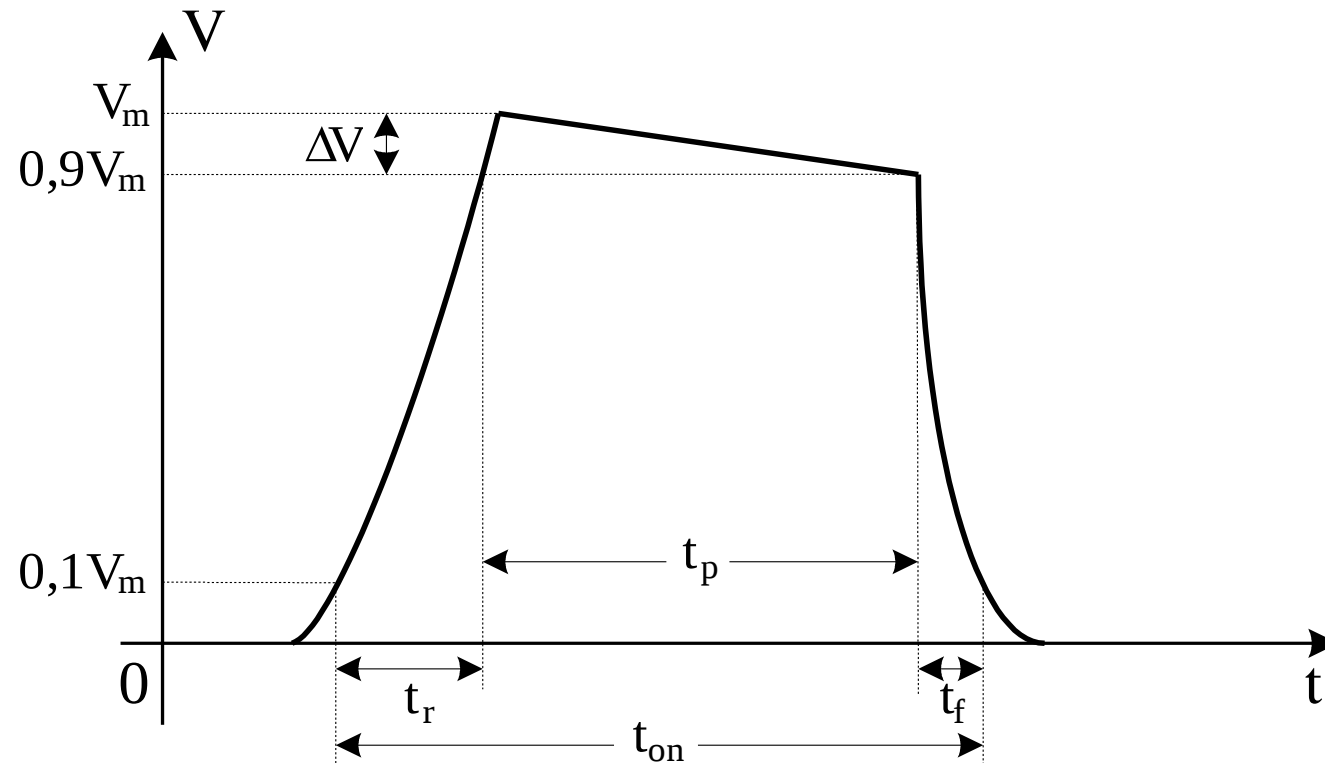
Tín hiệu xung điều khiển



Xung điều khiển được sử dụng như một tần số hoạt động chuẩn của máy, chu kỳ làm việc của máy, tạo bộ đếm thời gian hay định thời, tạo xung kích dẫn linh kiện bán dẫn như SCR, THYRISTOR....

II. Các tham số đặc trưng của tín hiệu xung.

Trong thực tế khó có một tín hiệu xung vuông mà đường biên độ tăng và đường biên độ giảm thẳng đứng như thế, ta thấy ngoài các tham số cơ bản như: biên độ xung, độ rộng xung, chu kỳ xung,...còn có thêm các tham số ứng với các đoạn đặc trưng như: sườn trước, sườn sau, đỉnh...



Biên độ xung

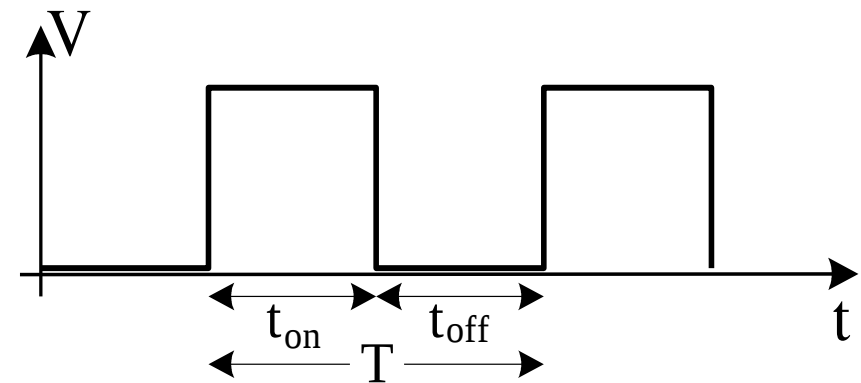
Ký hiệu là V_m là giá trị lớn nhất của tín hiệu xung có được trong thời gian tồn tại của nó và được tính bằng Volt

Chu kỳ xung

Độ rộng của xung là thời gian ứng với mức điện áp cao gọi là t_{on} .

Thời gian không có xung ứng với mức điện áp thấp gọi là t_{off} (t_{ng})

nên chu kỳ xung là: $T = t_{on} + t_{off}$



Tần số xung

Được tính theo công thức $f = \frac{1}{T}$

Độ rộng của xung.

Trong một chu kỳ của xung thời gian có xung (ton) thường rất ngắn so với chu kỳ T. người ta định nghĩa độ rộng của xung là tỉ số giữa chu kỳ xung và độ rộng xung.

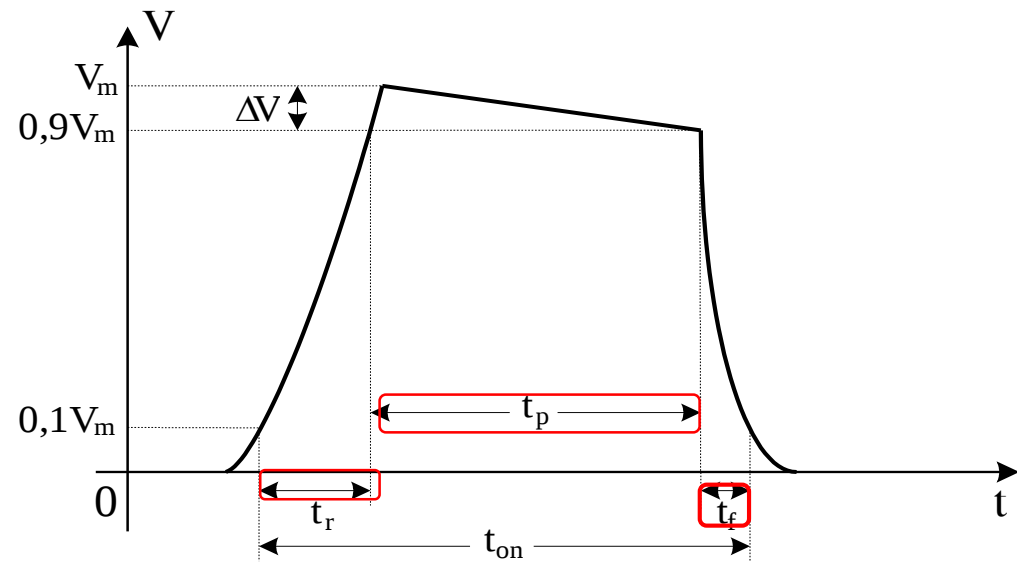
$$\text{Độ rộng } Q = \frac{T}{t_{on}}$$

Hệ số đầy của xung

Nghịch đảo của độ rộng là hệ số đầy của xung

$$\text{Hệ số đầy } n = \frac{t_{on}}{T}$$

Độ rộng sườn trước, độ
rộng sườn sau



Khi điện áp tăng sẽ có thời gian trễ tr gọi là độ rộng sườn trước, ngược lại khi điện áp giảm cũng sẽ có thời gian trễ tf gọi là độ rộng sườn sau.

Độ rộng sườn trước, độ rộng sườn sau là thời gian biên độ xung tăng hay giảm trong khoảng 0.1 V_m đến 0.9 V_m .

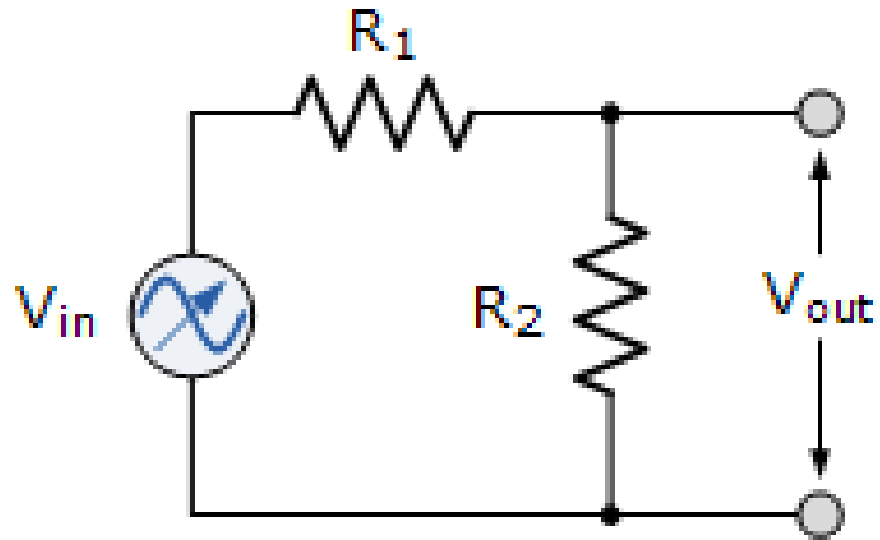
Thời gian xung có biên độ từ 0.9 V_m đến V_m ứng với đoạn đỉnh của xung gọi là t_p

Độ rộng xung thực tế: $t_{on} = t_r + t_p + t_f$

V là độ giảm biên độ ở phần đỉnh xung nên gọi là độ sụt đỉnh xung.

III. Mạch lọc thụ động RC

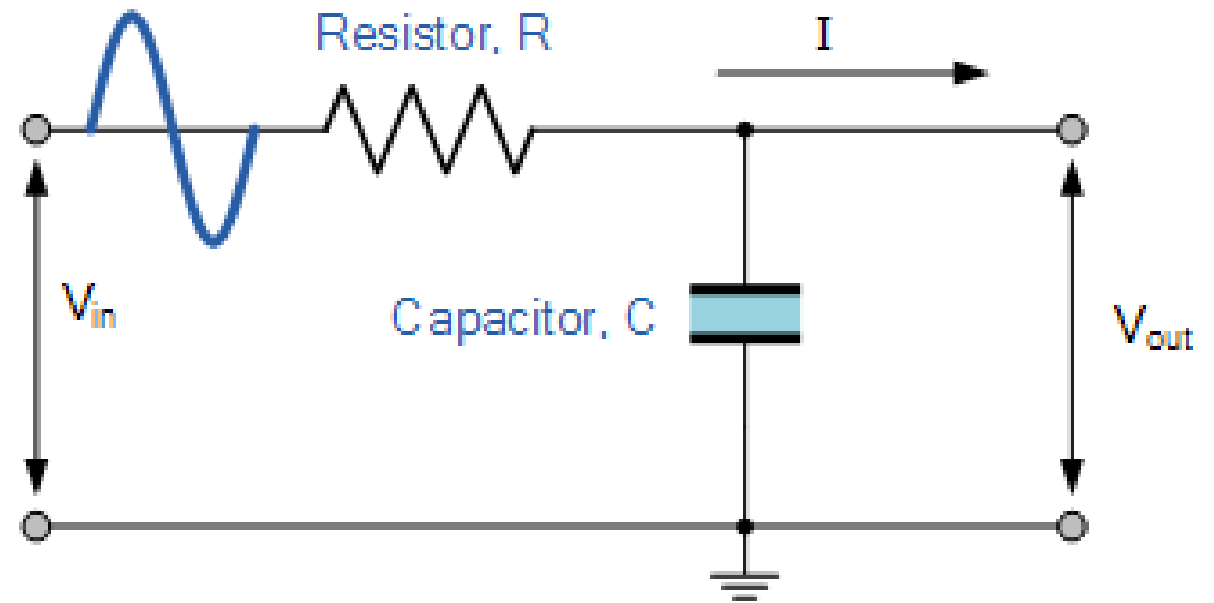
Công thức Thevernin



$$V_{out} = V_{in} \frac{R_2}{(R_1 + R_2)}$$

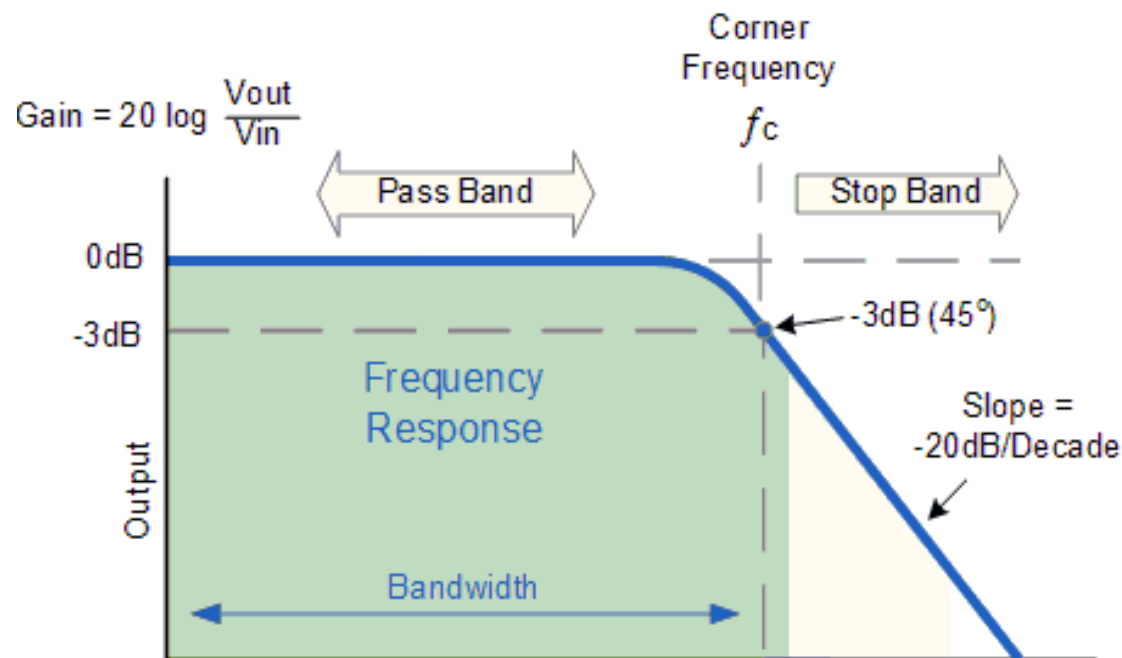
1. Mạch lọc thấp qua

Mạch lọc thấp qua cho phép tín hiệu ở tần số thấp được truyền qua nguyên vẹn, còn tín hiệu ở tần số cao thì bị suy giảm và trễ pha so với tín hiệu vào.



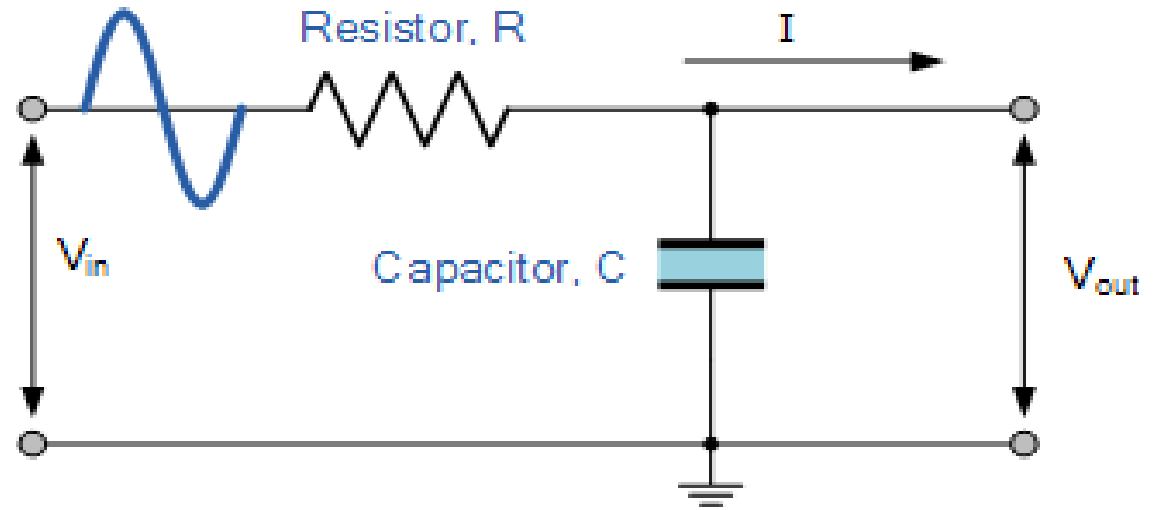
$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} \text{ in Ohm's}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$



$$V_{out} = V_{in} \times \frac{X_C}{\sqrt{R^2 + X_C^2}} = V_{in} \frac{X_C}{Z}$$

Ví dụ 1:



Cho mạch lọc thấp qua có:

$$V_{in} = 10 \text{ V}$$

$$R = 4,7\text{K}$$

$$C = 47\text{nF}$$

Tính điện áp V_{out} khi tần số $f = 100 \text{ Hz}$ và 10.000Hz

Giải:

Tại tần số $f=100\text{hz}$

$$X_c = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi \times 100 \times 47 \times 10^{-9}} = 33,863\Omega$$

$$V_{\text{OUT}} = V_{\text{IN}} \times \frac{X_c}{\sqrt{R^2 + X_c^2}} = 10 \times \frac{33863}{\sqrt{4700^2 + 33863^2}} = 9.9\text{v}$$

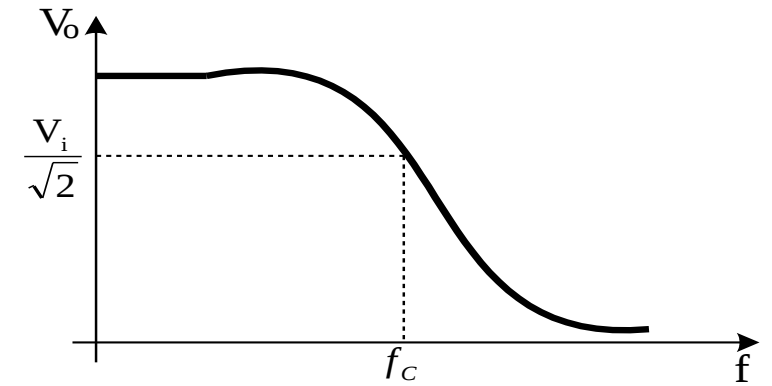
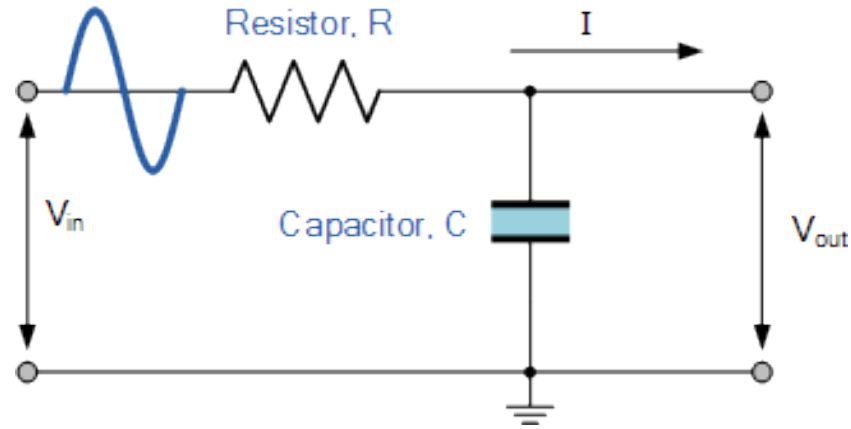
$$X_c = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi \times 10,000 \times 47 \times 10^{-9}} = 338.6\Omega$$

Tại tần số $f=10.000\text{hz}$

$$X_c = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi \times 10,000 \times 47 \times 10^{-9}} = 338.6\Omega$$

$$V_{\text{OUT}} = V_{\text{IN}} \times \frac{X_c}{\sqrt{R^2 + X_c^2}} = 10 \times \frac{338.6}{\sqrt{4700^2 + 338.6^2}} = 0.718\text{v}$$

Tần số cắt f_c



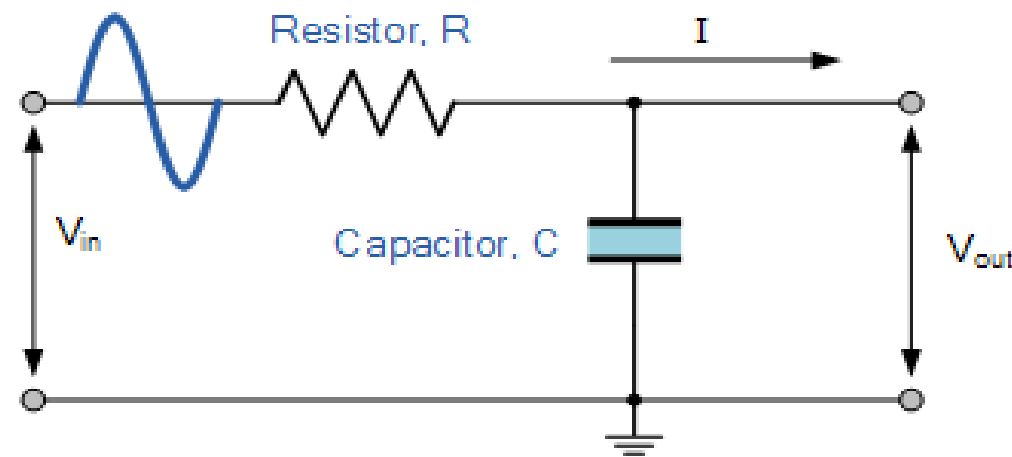
Tần số cắt được tính
$$f_c = \frac{1}{2\pi RC}$$

Tại tần số cắt f_c biên độ điện áp ra giảm $\frac{1}{\sqrt{2}}$ so với điện áp vào $V_o = \frac{V_{in}}{\sqrt{2}}$

Góc lệch pha giữa điện áp ra với điện áp vào $\varphi = \arctg \frac{1}{\omega RC}$
điện áp ra trễ pha so với điện áp vào là 45°

Mạch tích phân

Định nghĩa : Là mạch mà điện áp ra $V_o(t)$ tỉ lệ với tích phân theo thời gian của điện áp vào $V_i(t)$.



Ta có tần số cắt

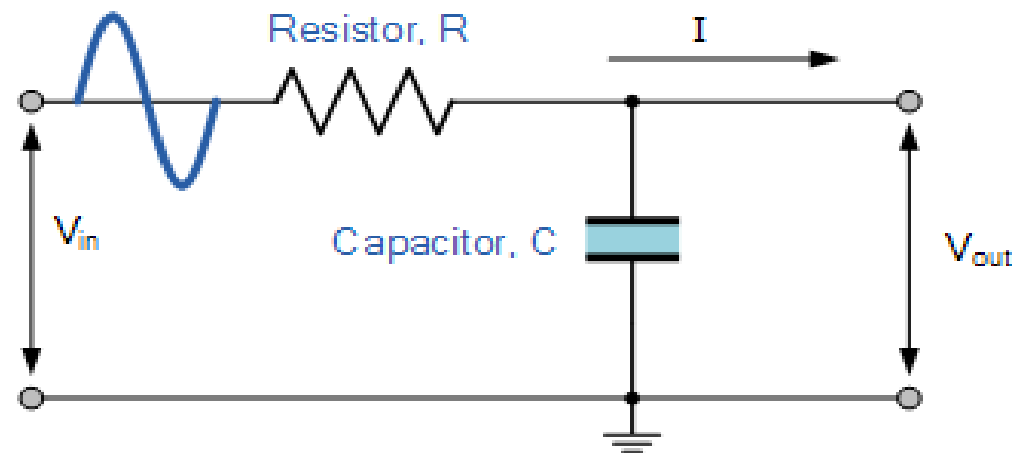
$$f_c = \frac{1}{2\pi RC}$$

Mạch tích phân

Do điện áp vào V_i là hàm biến thiên theo thời gian nên điện áp trên R và C cũng là hàm biến thiên theo thời gian:

$$V_i(t) = V_R(t) + V_C(t).$$

$$V_o(t) = \frac{1}{RC} \int V_i(t) dt$$



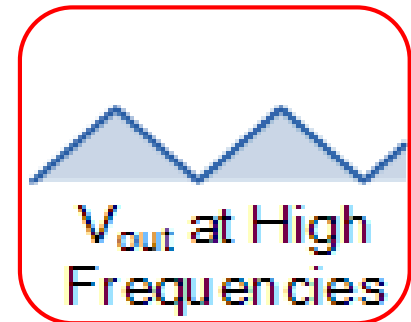
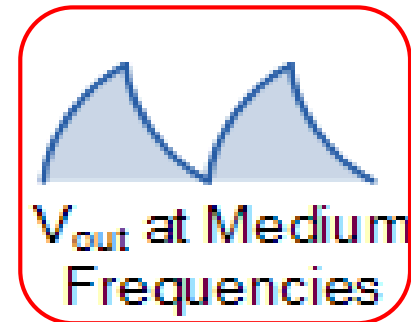
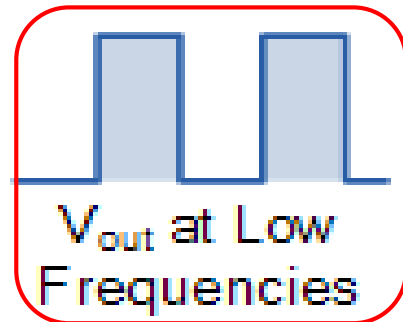
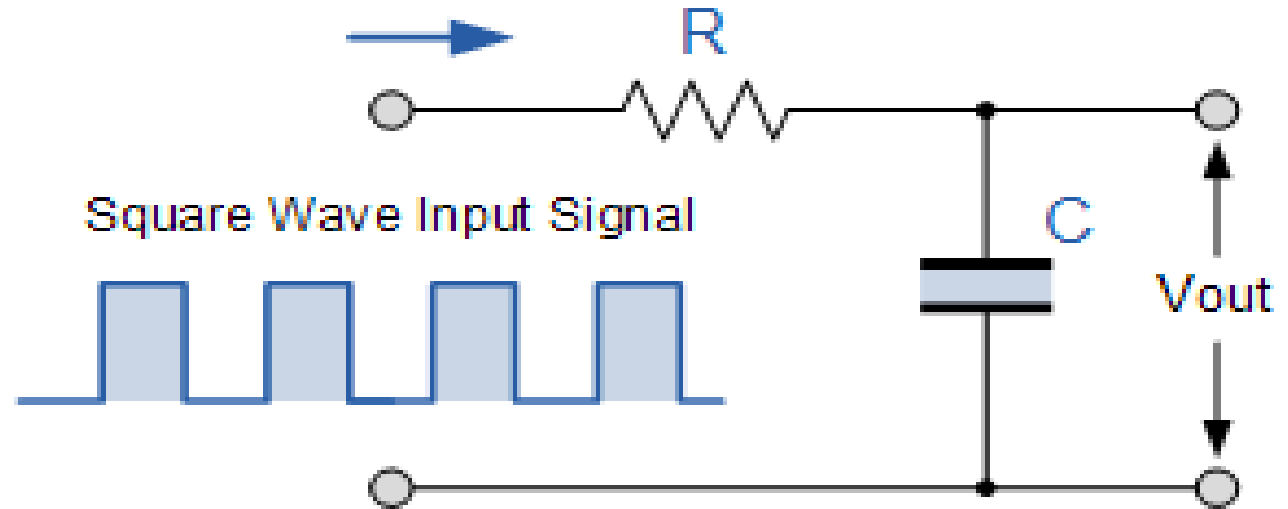
Như vậy, điện áp ra $V_o(t)$ là tích phân của điện áp vào $V_i(t)$ với hệ số tỉ lệ $K = \frac{1}{RC}$ khi $f_i \gg f_c$

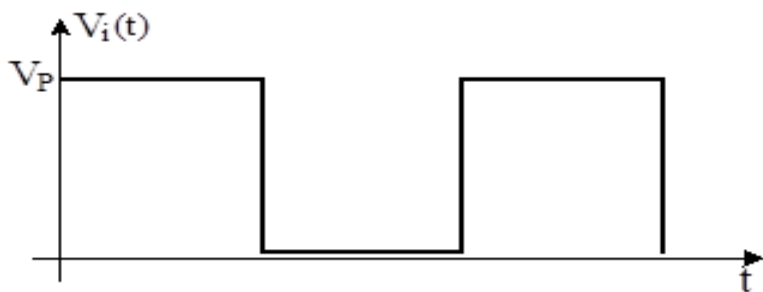
$$\text{hay } f_i \gg \frac{1}{2\pi RC} \Rightarrow RC \gg \frac{1}{2\pi f_i}$$

Dạng sóng ngõ ra mạch tích phân tùy thuộc vào hằng số thời gian của mạch

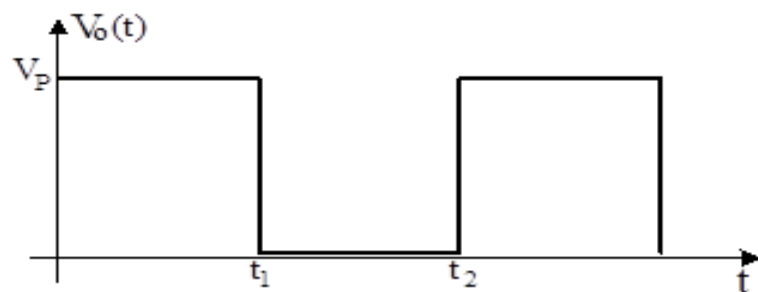
Đặt $\tau = RC$ là hằng số thời gian. Trong kỹ thuật xung, người ta xem như tụ nạp đầy sau $3 \div 5\tau$. Giá trị τ ảnh hưởng lớn đến quá trình nạp của tụ. τ càng lớn thì thời gian nạp điện càng lâu.

$$\tau \gg \frac{1}{2\pi f_i} = \frac{T}{2\pi}$$

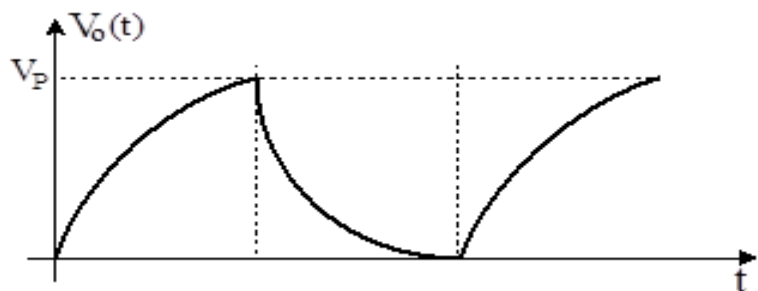




Xét điện áp ngõ vào là tín hiệu hình vuông.



Nếu hằng số thời gian τ rất nhỏ thì tụ nạp xả rất nhanh nên điện áp ngõ ra giống dạng điện áp ngõ vào.

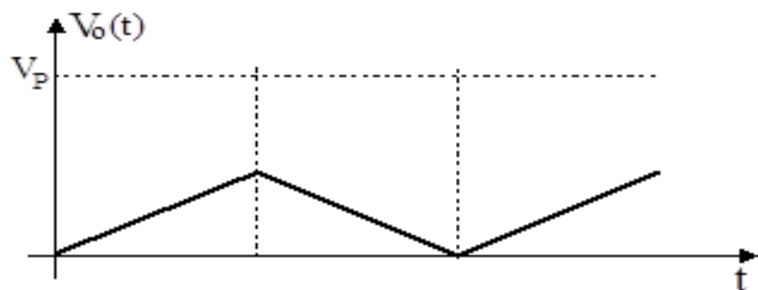


Nếu $t = 3\tau$ thì tụ sẽ nạp và xả theo hàm số mũ.

$$V_C(t) = V_P(1 - e^{-\frac{t_x}{\tau}}) + V_P e^{-\frac{t-t_x}{\tau}}$$

với t_x : độ rộng xung (μs)

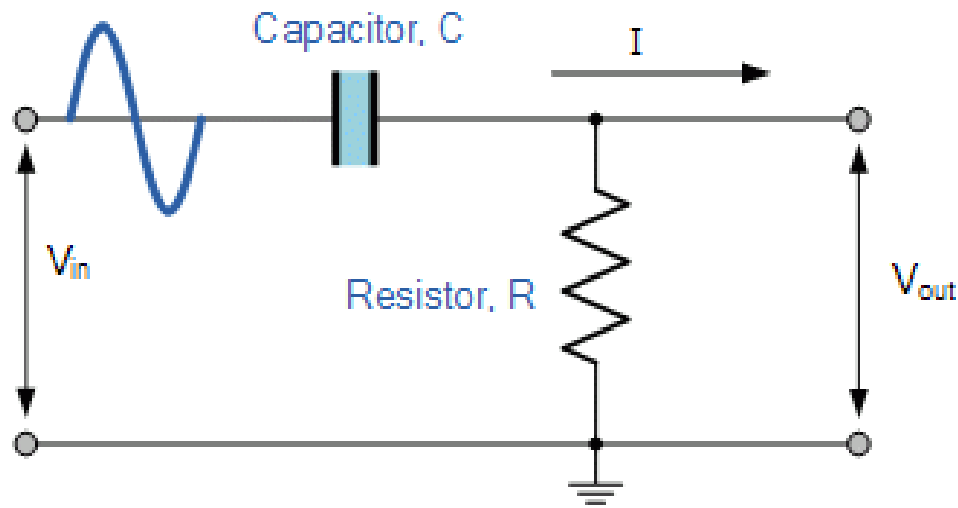
t : tại thời điểm (μs)



Nếu $t \ll \tau$ thì tụ C nạp rất chậm nên điện áp ra có biên độ rất thấp, dạng sóng ra gần như đường thẳng.

2. Mạch vi phân RC

Tần số cắt và độ dịch pha



$$f_c = \frac{1}{2\pi RC}$$

$$\text{Phase Shift } \phi = \arctan \frac{1}{2\pi f RC}$$

$$A_V = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + X_C^2}} = \frac{R}{Z}$$

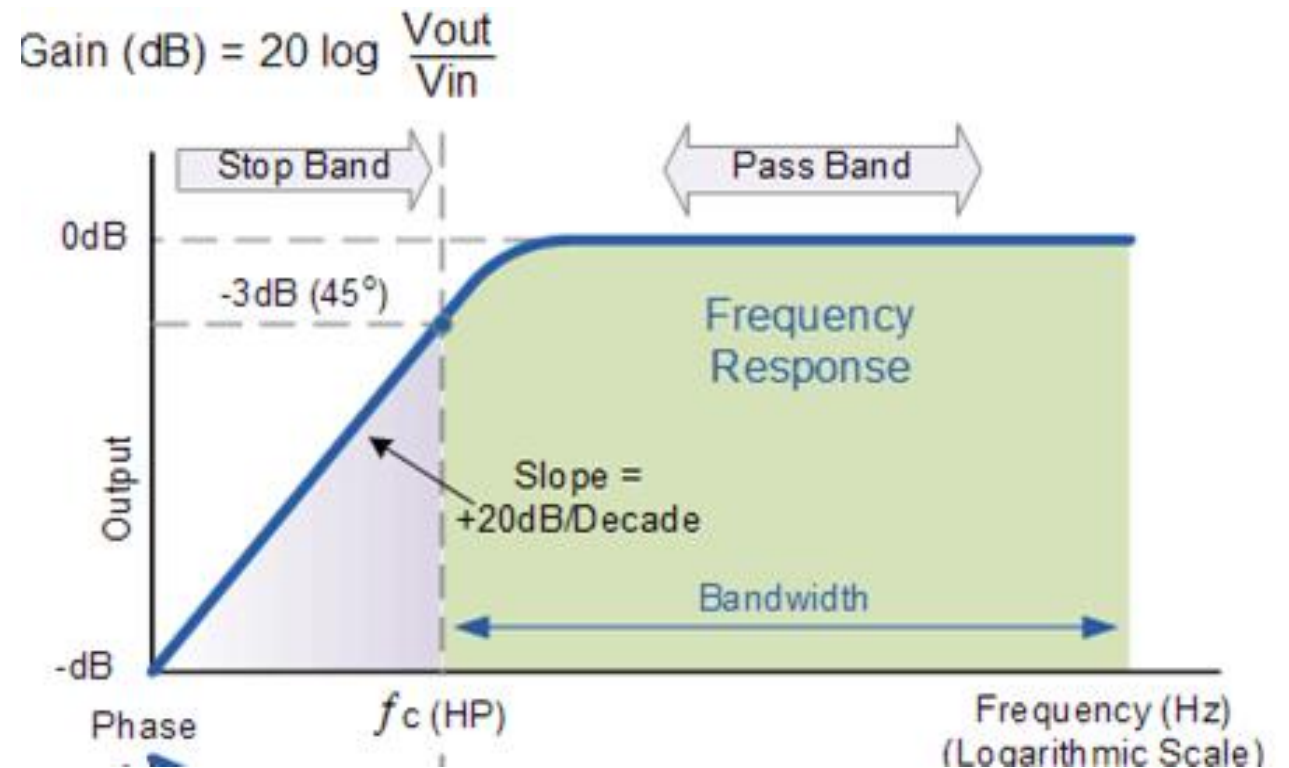
at low f : $X_C \rightarrow \infty$, $V_{out} = 0$
at high f : $X_C \rightarrow 0$, $V_{out} = V_{in}$

Điện áp trên R cũng là điện áp ra

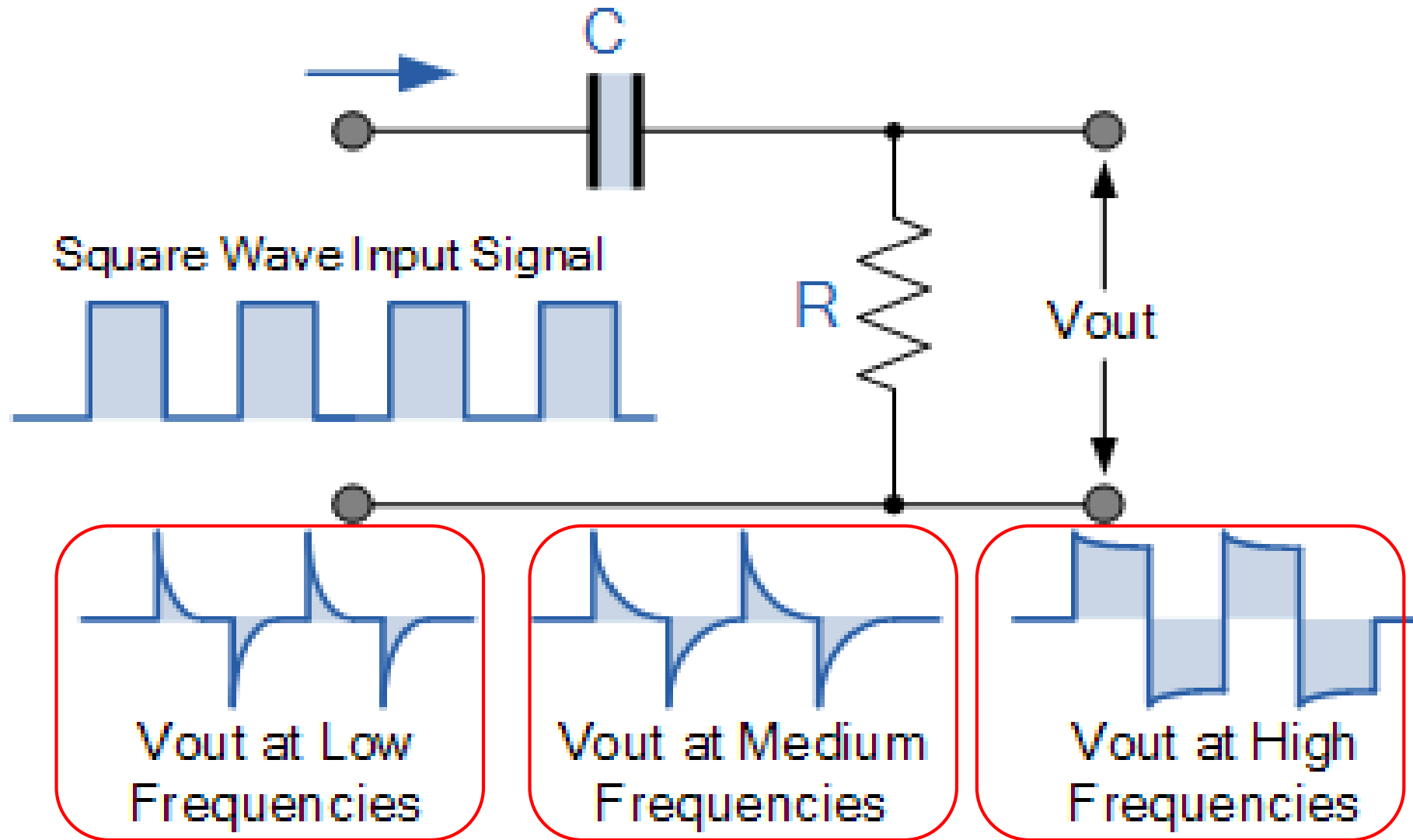
$$V_o(t) = V_R(t) = R \cdot i(t) = RC \frac{dV_i(t)}{dt}$$

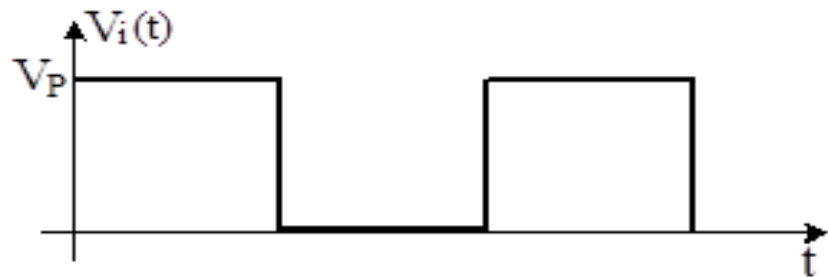
Như vậy, điện áp ra $V_o(t)$ chính là vi phân (đạo hàm) theo thời gian của điện áp vào $V_i(t)$

với hệ số tỉ lệ $K = RC$ khi $f_i \ll f_c$

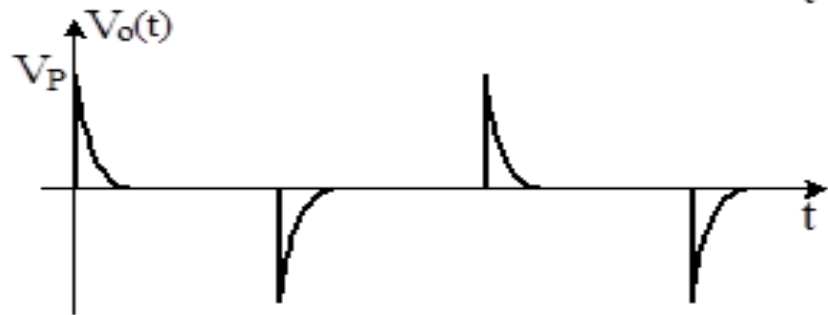


Dạng sóng ngõ ra mạch vi phân tùy thuộc vào hằng số thời gian của mạch

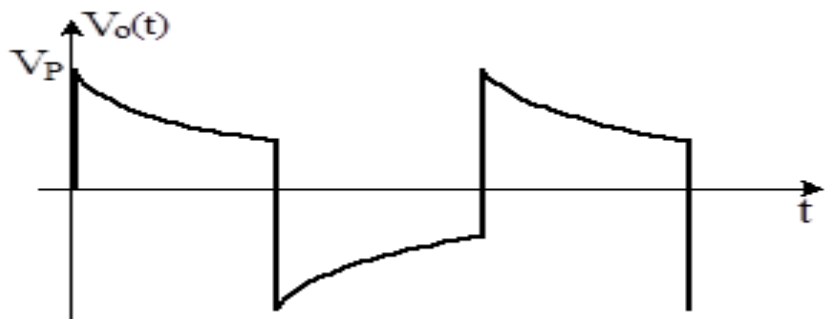




Điện áp ngõ vào là tín hiệu xung vuông lý tưởng



Nếu mạch vi phân có hằng số thời gian rất nhỏ thì tụ nạp xả rất nhanh cho ra 2 xung ngược dấu có độ rộng xung rất hẹp gọi là xung nhọn.



Nếu $t = 3\tau$

thì tụ nạp và xả điện tạo dòng $i(t)$ có điện áp giảm theo hàm số mũ:

$$V_R(t) = V_P e^{-\frac{t_x}{\tau}} - V_P e^{-\frac{t-t_x}{\tau}}$$

Khi điện áp ngõ vào bằng 0 thì đầu dương của tụ nối mass và tụ sẽ xả điện thế âm qua R, nên ngõ ra có 2 xung ngược dấu nhau và có biên độ giảm dần.

