# 3.8 Chuỗi Fourier & bài toán xác lập chu kỳ

❖**Hàm tuần hoàn**

$$\boxed{f(t) = f(t + nT)}$$

- T : chu kỳ cơ bản

❖**Trong mạch xác lập chu kỳ các đáp ứng và kích thích là có cùng chu kỳ**

❖**Phân loại & cách phân tích**

- Mạch tuần hoàn sin: → ảnh phức
- Mạch tuần hoàn không sin: → khai triển Fourier → xếp chồng trong miền t

# 3.8.1 Khai triển Fourier

❖ **Hàm tuần hoàn**

$$\boxed{f(t) = f(t + nT)}$$

- T : chu kỳ cơ bản

❖ **Khai triển Fourier lượng giác**

$$\boxed{f(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{+\infty}\left[a_n \cos(n\omega_0 t) + b_n \sin(n\omega_0 t)\right]}$$

- $\omega_0 = \dfrac{2\pi}{T}$ : tần số cơ bản.
- $n\omega_0$ : họa tần, sóng hài.
- $a_0$ , $a_n$ , $b_n$ : các hằng số.

# 3.8.1 Khai triển Fourier

## ❖Khai triển Fourier lượng giác

$$f(t)=\frac{a_0}{2}+\sum_{n=1}^{+\infty}\left[a_n\cos(n\omega_0 t)+b_n\sin(n\omega_0 t)\right]$$

$$a_0=\frac{2}{T}\int_{-T/2}^{T/2} f(t)dt$$

$$a_n=\frac{2}{T}\int_{-T/2}^{T/2} f(t)\cos(n\omega_0 t)dt$$

$$b_n=\frac{2}{T}\int_{-T/2}^{T/2} f(t)\sin(n\omega_0 t)dt$$

- Hàm số chẵn :

$$f(t)=f(-t)\rightarrow b_n=0$$

- Hàm số lẻ :

$$f(t)=-f(-t)\rightarrow a_0=a_n=0$$

# 3.8.1 Khai triển Fourier

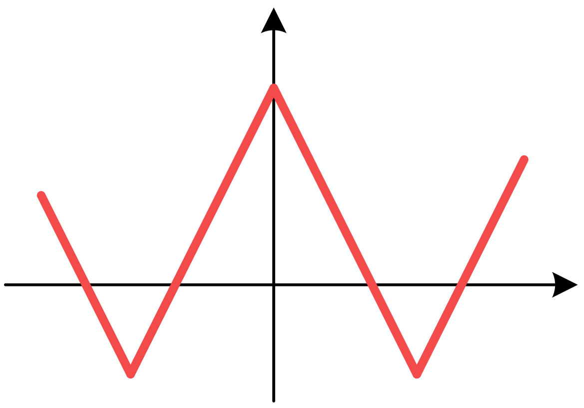
❖ **Hàm số chẵn**

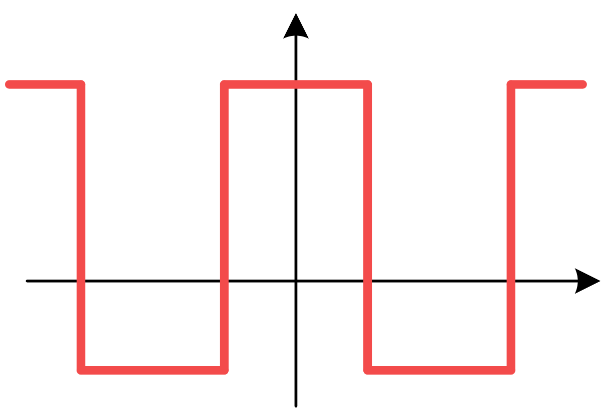
$$f(t) = f(-t) \rightarrow b_n = 0$$

$$f(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{+\infty} a_n \cos(n\omega_0 t)$$

$$a_0 = \frac{4}{T}\int_0^{T/2} f(t)dt$$

$$a_n = \frac{4}{T}\int_0^{T/2} f(t)\cos(n\omega_0 t)dt$$

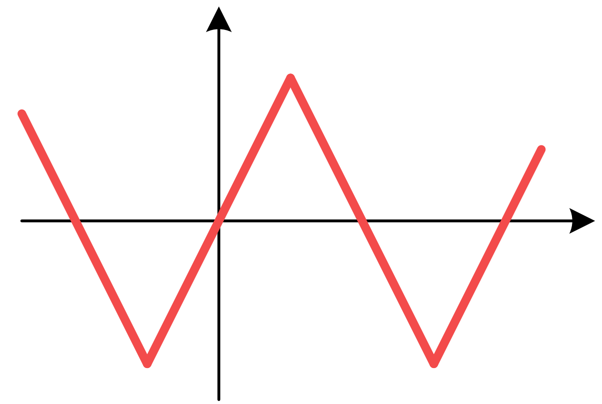




# 3.8.1 Khai triển Fourier

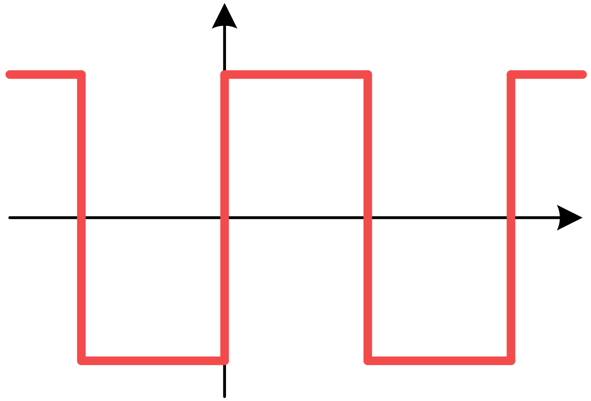
❖ **Hàm số lẻ**

$$f(t) = -f(-t) \rightarrow a_0 = a_n = 0$$



$$f(t) = \sum_{n=1}^{+\infty} b_n \sin(n\omega_0 t)$$

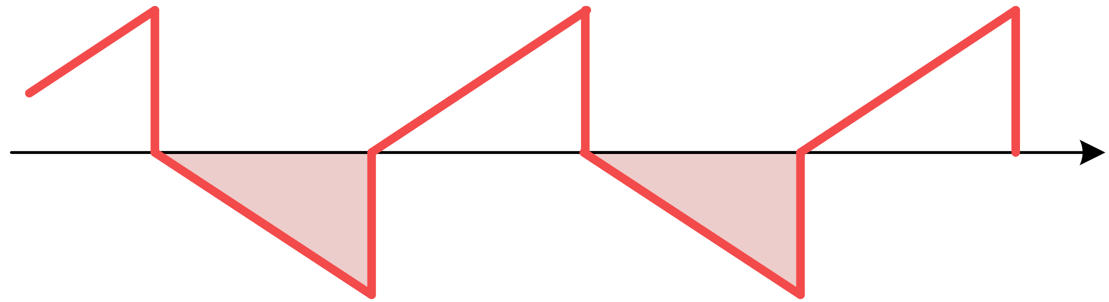
$$b_n = \frac{4}{T} \int_0^{T/2} f(t) \sin(n\omega_0 t) dt$$



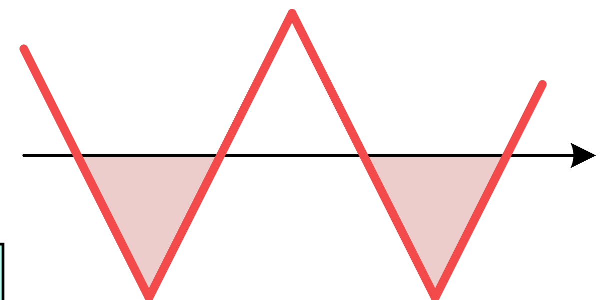
# 3.8.1 Khai triển Fourier

❖ **Hàm bán sóng**

$$f(t) = -f\left(t \pm \frac{T}{2}\right)$$

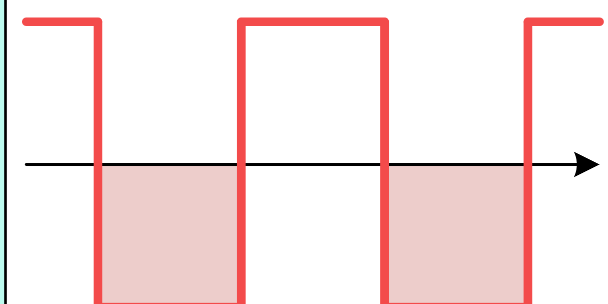


$$f(t) = \sum_{\substack{n=1 \\ n=2k+1}}^{+\infty} \left[a_n \cos(n\omega_0 t) + b_n \sin(n\omega_0 t)\right]$$



$$a_n = \frac{4}{T} \int_0^{T/2} f(t) \cos(n\omega_0 t) dt \qquad (n = 2k+1)$$

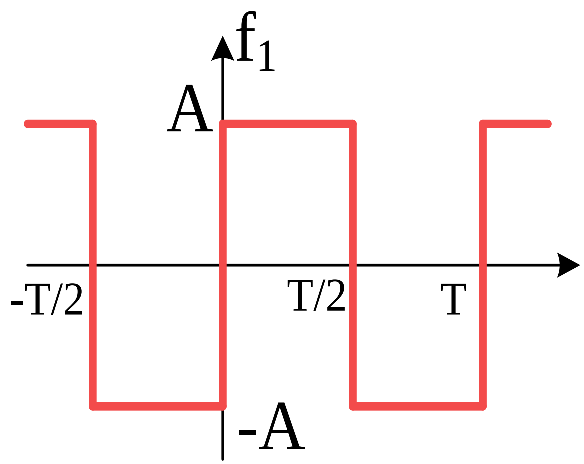
$$b_n = \frac{4}{T} \int_0^{T/2} f(t) \sin(n\omega_0 t) dt \qquad (n = 2k+1)$$



# Khai triển Fourier của các hàm thông dụng

## ❖ Sóng vuông

- $f_1(t)$ hàm lẻ




$$f_1(t) = \sum_{\substack{n=1 \\ n=2k+1}}^{+\infty} \frac{4A}{n\pi} \sin(n\omega_0 t)$$

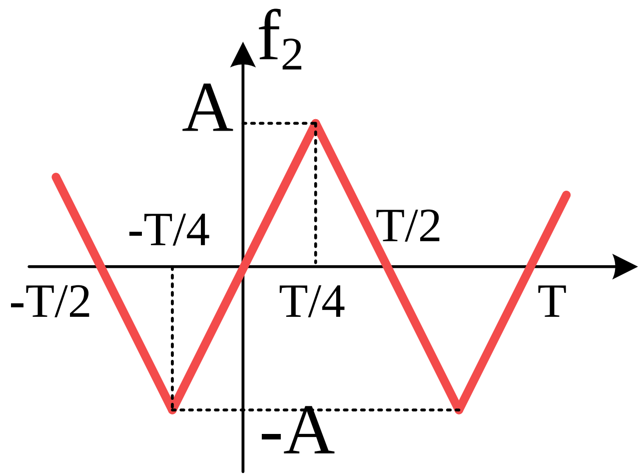
$$b_n = \frac{4}{T}\int_0^{T/2} A\sin(n\omega_0 t)dt = \frac{4A}{T}\frac{\left(-\cos(n\omega_0 t)\right)}{n\omega_0}\Bigg|_0^{T/2}$$

$$= \frac{2A\left(-\cos(n\pi)+1\right)}{n\pi} = \frac{4A}{n\pi}\Bigg|_{n=2k+1}$$

# Khai triển Fourier của các hàm thông dụng

❖ **Sóng tam giác**

- $f_2(t)$ hàm lẻ

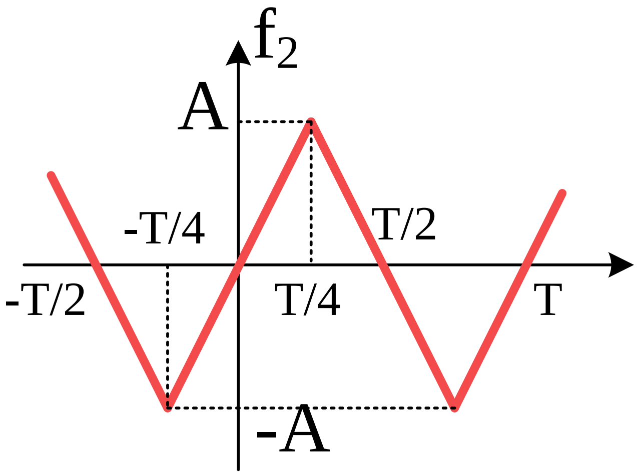



$$b_n = \frac{4}{T}\left[\int_0^{T/4}\left(\frac{4A}{T}t\right)\sin(n\omega_0 t)dt + \int_{T/4}^{T/2}\left(\frac{-4A}{T}(t-\tfrac{T}{2})\right)\sin(n\omega_0 t)dt\right]$$

$$= \frac{16A}{T^2}\left\{\left[\frac{-t\cos(n\omega_0 t)}{n\omega_0} + \frac{\sin(n\omega_0 t)}{(n\omega_0)^2}\right]_0^{T/4} + \right.$$
$$\left. + \left[\frac{(t-\frac{T}{2})\cos(n\omega_0 t)}{n\omega_0} - \frac{\sin(n\omega_0 t)}{(n\omega_0)^2}\right]_{T/4}^{T/2}\right\}$$

# Khai triển Fourier của các hàm thông dụng

❖ **Sóng tam giác**



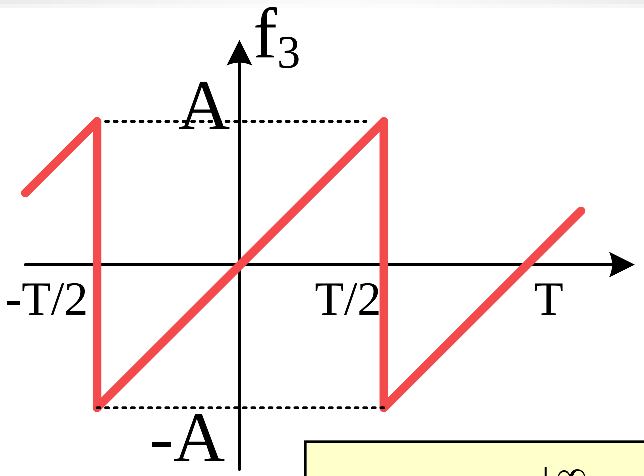

$$f_2(t) = \sum_{\substack{n=1 \\ n=2k+1}}^{+\infty} \frac{8A}{n^2\pi^2} \sin(\tfrac{n\pi}{2}) \sin(n\omega_0 t)$$

$$b_n = \frac{16A}{T^2} \left\{ \begin{aligned} &\left[ \frac{-\frac{T}{4}\cos(\frac{n\pi}{2})}{n\omega_0} + \frac{\sin(\frac{n\pi}{2})}{(n\omega_0)^2} \right] + \\ &+ \left[ \frac{\frac{T}{4}\cos(\frac{n\pi}{2})}{n\omega_0} - \frac{\sin(n\pi) - \sin(\frac{n\pi}{2})}{(n\omega_0)^2} \right] \end{aligned} \right\} = \frac{8A}{n^2\pi^2} \sin(\tfrac{n\pi}{2})$$

# Khai triển Fourier của các hàm thông dụng

❖ **Sóng răng cưa**

- $f_3(t)$ hàm lẻ



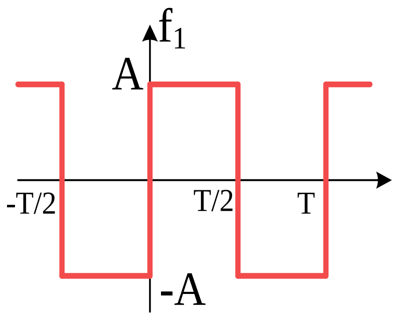

$$f_3(t)=\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{-2A}{n\pi}\cos(n\pi)\sin(n\omega_0 t)$$

$$b_n=\frac{4}{T}\int_0^{T/2}\left(\frac{2A}{T}t\right)\sin(n\omega_0 t)dt$$

$$=\frac{8A}{T^2}\left[\frac{-t\cos(n\omega_0 t)}{n\omega_0}+\frac{\sin(n\omega_0 t)}{(n\omega_0)^2}\right]_0^{T/2}$$

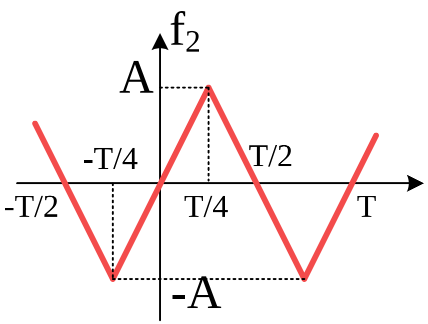
$$=\frac{8A}{T^2}\left[\frac{-\frac{T}{2}\cos(n\pi)}{n\omega_0}+\frac{\sin(n\pi)}{(n\omega_0)^2}\right]=\frac{-2A}{n\pi}\cos(n\pi)$$

# Khai triển Fourier của các hàm thông dụng



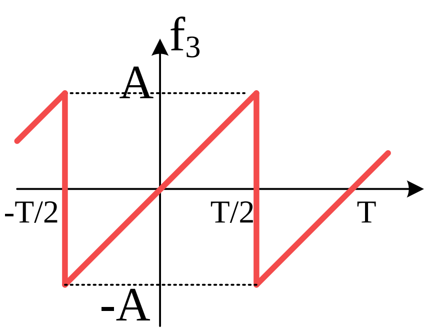

$$f_1(t) = \sum_{\substack{n=1 \\ n=2k+1}}^{+\infty} \frac{4A}{n\pi} \sin(n\omega_0 t)$$

$$f_1(t) = \frac{4A}{\pi}\left( \sin(\omega_0 t) + \frac{\sin(3\omega_0 t)}{3} + \frac{\sin(5\omega_0 t)}{5} + \ldots \right)$$




$$f_2(t) = \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{8A}{n^2\pi^2} \sin\left(\tfrac{n\pi}{2}\right) \sin(n\omega_0 t)$$

$$f_2(t) = \frac{8A}{\pi^2}\left( \sin(\omega_0 t) - \frac{\sin(3\omega_0 t)}{3^2} + \frac{\sin(5\omega_0 t)}{5^2} - \ldots \right)$$




$$f_3(t) = \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{-2A}{n\pi} \cos(n\pi) \sin(n\omega_0 t)$$

$$f_3(t) = \frac{2A}{\pi}\left( \sin(\omega_0 t) - \frac{\sin(2\omega_0 t)}{2} + \frac{\sin(3\omega_0 t)}{3} - \ldots \right)$$

# 3.8.1 Khai triển Fourier

❖**Khai triển Fourier dạng sóng hài**

- Dạng sóng hài cosin

$$f(t) = C_0 + \sum_{n=1}^{+\infty} C_n \cos(n\omega_0 t + \alpha_n)$$

- Dạng sóng hài sin

$$f(t) = C_0 + \sum_{n=1}^{+\infty} C_n \sin(n\omega_0 t + \beta_n)$$

- Các hệ số khai triển

$$C_0 = \frac{a_0}{2} \quad ; \quad C_n = \sqrt{a_n^2 + b_n^2}$$

$$\alpha_n = -arctg\frac{b_n}{a_n} \quad ; \quad \beta_n = arctg\frac{a_n}{b_n}$$

# 3.8.1 Khai triển Fourier

❖ **Khai triển Fourier dạng mũ phức**

$$f(t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \dot{D}_n \, e^{jn\omega_0 t}$$

- Các hệ số khai triển phức

$$\dot{D}_n = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(t) e^{-jn\omega_0 t} dt$$

- Quan hệ với các hệ số của khai triển lượng giác và khai triển hài

$$\dot{D}_0 = C_0 = \frac{a_0}{2}$$

$$\dot{D}_n = \frac{a_n - jb_n}{2} = \frac{C_n}{2} \angle \alpha_n$$

$$\dot{D}_{-n} = \frac{a_n + jb_n}{2} = \frac{C_n}{2} \angle -\alpha_n = \overset{*}{D}_n$$

# 3.8.2 Phổ tần số

❖**Phổ tần số** Là biểu diễn đồ thị các hệ số chuỗi Fourier.

*a) Phổ tần số một phía biểu diễn chuỗi Fourier dạng :*

$$\boxed{f(t) = C_0 + \sum_{n=1}^{+\infty} C_n \cos(n\omega_0 t + \alpha_n)}$$

$$\boxed{f(t) = C_0 + \sum_{n=1}^{+\infty} C_n \sin(n\omega_0 t + \beta_n)}$$

Phổ biên độ : biểu diễn $C_n$ theo n .

Phổ pha : biểu diễn $\alpha_n$ , $\beta_n$ theo n .

# 3.8.2 Phổ tần số

❖**Phổ tần số** Là biểu diễn đồ thị các hệ số chuỗi Fourier.

*b) Phổ tần số hai phía biểu diễn chuỗi Fourier dạng :*

$$\boxed{f(t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \dot{D}_n e^{jn\omega_0 t}}$$

➢Phổ biên độ : biểu diễn $|D_n|$ theo n .

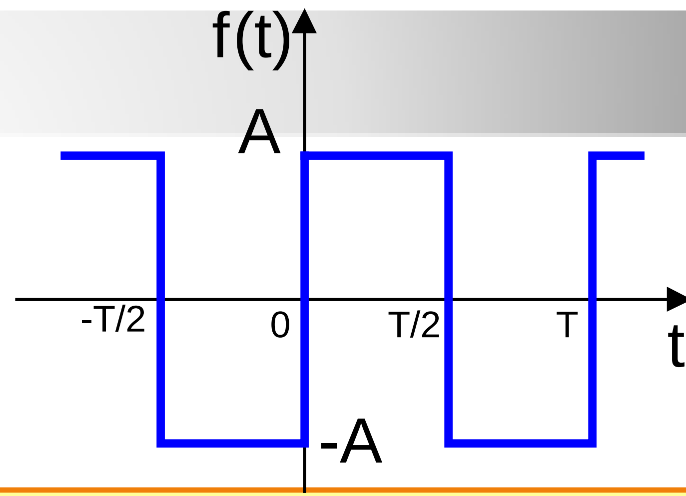
Phổ biên độ nhận trục tung làm trục đối xứng.

➢Phổ pha : biểu diễn $\angle D_n$ theo n .

Phổ pha nhận gốc tọa độ làm tâm đối xứng.

✓ ***Cả hai loại phổ có cùng thông tin***

# Ví dụ phổ biên độ



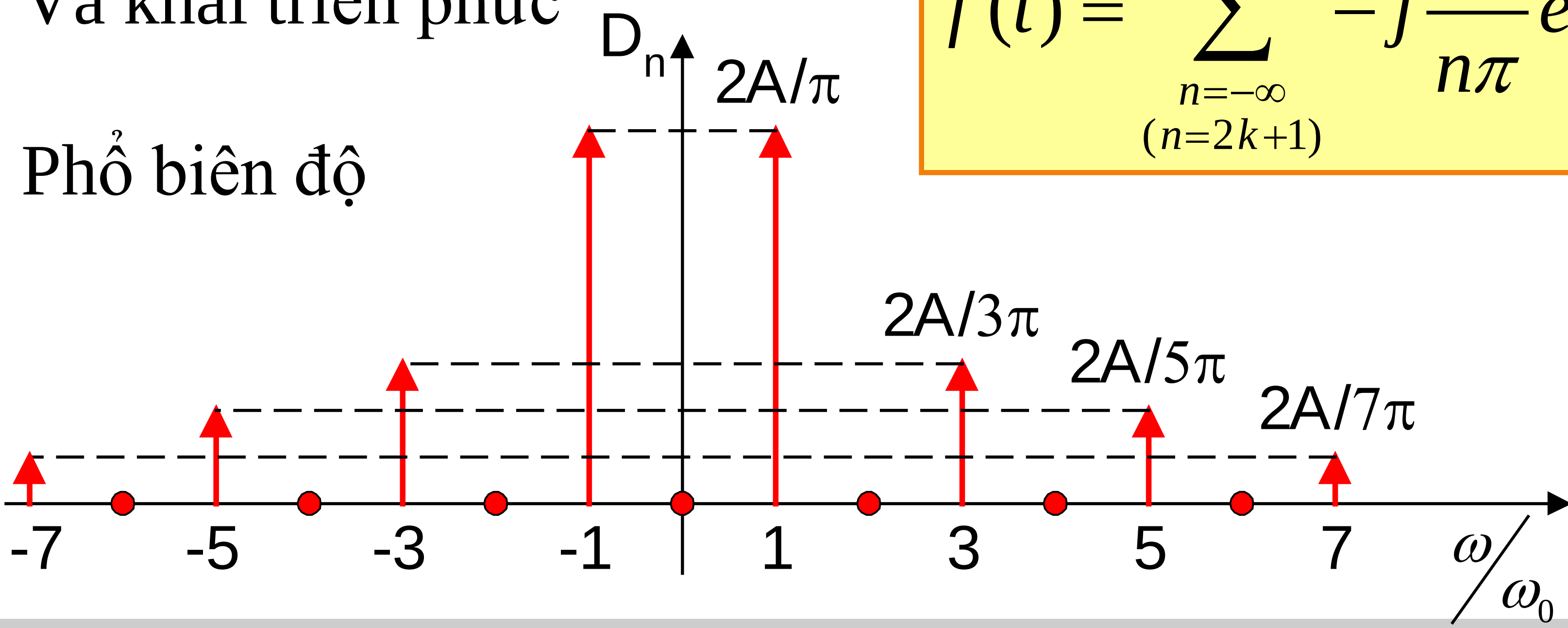

- Khai triển lượng giác

$$f(t) = \sum_{\substack{n=1 \\ (n=2k+1)}}^{+\infty} \frac{4A}{n\pi} \sin(n\omega_0 t)$$

- Và khai triển phức

$$f(t) = \sum_{\substack{n=-\infty \\ (n=2k+1)}}^{+\infty} -j\frac{2A}{n\pi} e^{jn\omega_0 t}$$

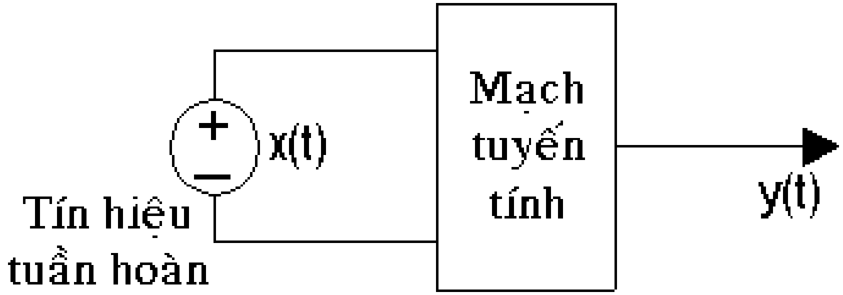
- Phổ biên độ



# 3.8.3 Truyền tín hiệu tuần hoàn qua mạch tuyến tính.

<u>Bài toán: </u>Cho mạch :

Tìm đáp ứng xác lập y(t) ?




**Phương pháp phân tích** : <u>Xếp chồng trong miền tần số.</u>

# 3.8.3 Truyền tín hiệu tuần hoàn qua mạch tuyến tính.

❖ **Xếp chồng trong miền tần số**

1. Tìm chuỗi Fourier của x(t) :

$$x(t) = X_0 + \sum_{n=1}^{\infty} X_n \cos(n\omega_0 t + \varphi_n)$$

2. Tìm $Y_0$ : đáp ứng DC.

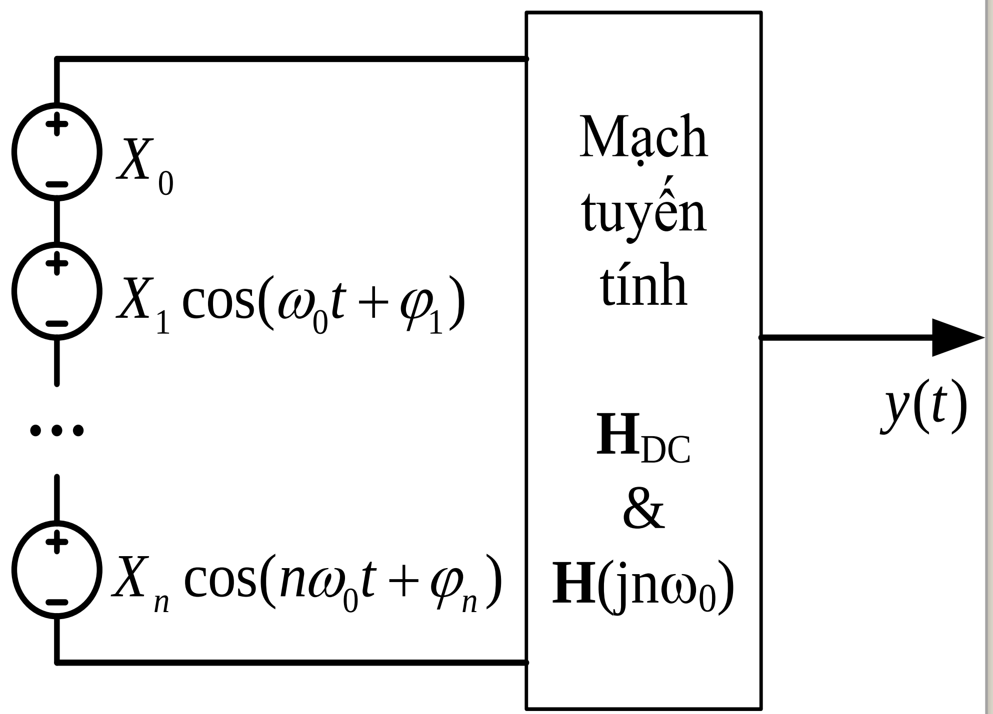
➢ Có thể thay ω = 0 trong biểu thức hàm truyền đạt tần số H(jω) hay tiến hành bài toán giải tích mạch xác lập DC.

# 3.8.3 Truyền tín hiệu tuần hoàn qua mạch tuyến tính.

## ❖ Xếp chồng trong miền tần số

3. Tìm vecto phức của hài:

➢ Thay ω = nω$_0$ trong biểu thức hàm truyền đạt tần số H(jω) , hay giải tích mạch phức khi cho ω = nω$_0$ .




$$\dot{Y}_n = H(jn\omega_0).\dot{X}_n = Y_n \angle \psi_n$$

➢ Đáp ứng cần tìm có dạng :

$$y(t) = Y_0 + \sum_{n=1}^{\infty} Y_n \cos(n\omega_0 t + \psi_n)$$

# 3.8.4 Công suất trong mạch không sin

- Cho một nhánh có áp , dòng là tín hiệu không sin

$$u(t) = U_{DC} + \sum_{n=1}^{\infty} U_n \cos(n\omega_0 t + \varphi_{un})$$

$$i(t) = I_{DC} + \sum_{m=1}^{\infty} I_m \cos(m\omega_0 t + \varphi_{im})$$

*a) Công suất tác dụng P [W] :*

$$\boxed{P = \frac{1}{T}\int_0^T u(t).i(t)dt} \Rightarrow \boxed{P = U_{DC}I_{DC} + \sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{2}U_n I_n \cos(\varphi_{Un} - \varphi_{In})}$$

$$\boxed{P = P_{DC} + \Sigma P(\text{hài})}$$

# 3.8.4 Công suất trong mạch không sin

## *b) Trị hiệu dụng của tín hiệu (RMS) :*

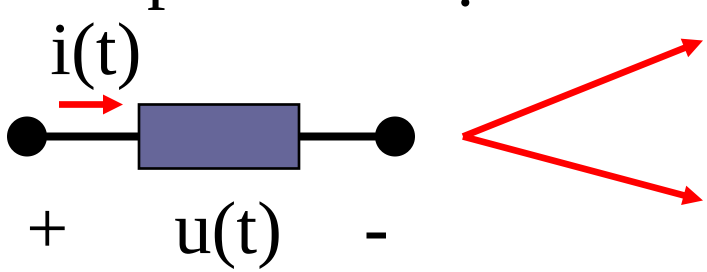
- Cho tín hiệu không sin có khai triển chuỗi Fourier :

$$u(t) = U_{DC} + \sum_{n=1}^{\infty} U_n \cos(n\omega_0 t + \varphi_n)$$

- Trị hiệu dụng (RMS value) :

$$U_{RMS} = \sqrt{U_{DC}^2 + \frac{1}{2}\sum_{n=1}^{\infty} U_n^2}$$

- Trên phần tử mạch:




$$P_R = RI_{RMS}^2 = \frac{U_{RMS}^2}{R}$$

$$P_L ; P_C = 0$$

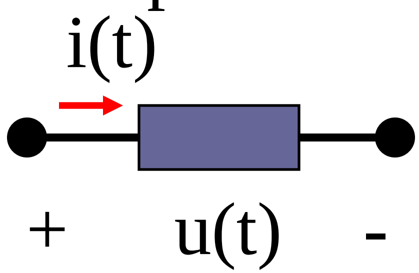
# 3.8.4 Công suất trong mạch không sin

## *c) Công suất phản kháng Q [Var] :*

- Trên một nhánh bất kỳ :

$$\boxed{Q = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2} U_n I_n \sin(\varphi_{Un} - \varphi_{In}) \ \ [\mathrm{Var}]}$$

- Trên phần tử mạch:




$$\boxed{Q_L = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2} (n\omega_0 L) I_n^2 = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2} \frac{U_n^2}{n\omega_0 L} \ \ [\mathrm{Var}]}$$

$$\boxed{Q_C = -\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2} \frac{I_n^2}{n\omega_0 C} = -\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2} (n\omega_0 C) U_n^2 \ \ [\mathrm{Var}]}$$

$$\boxed{Q_R = 0}$$

# 3.8.4 Công suất trong mạch không sin

*d) Công suất S và T [VA]*

- Công suất biểu kiến S [VA] $S = U_{RMS} I_{RMS}$

$$S = \sqrt{\left(U_{DC}^2 + \frac{1}{2}\sum_{n=1}^{\infty} U_n^2\right)\left(I_{DC}^2 + \frac{1}{2}\sum_{n=1}^{\infty} I_n^2\right)}$$

- Công suất méo dạng T [VA] : có một số hài chỉ tồn tại ở u(t) hay i(t), mà khi thay đổi biên độ của chúng , S thay đổi nhưng P và Q không đổi. Người ta đưa ra khái niệm công suất méo dạng.

$$T = \sqrt{S^2 - P^2 - Q^2}$$

# 3.8.4 Công suất trong mạch không sin

## *e) Các hệ số đặc trưng*

- Hệ số công suất cosφ (p.f): $\cos\varphi = \text{p.f} = \frac{P}{S}$
- Hệ số dạng: $k_f = \frac{F_{RMS}}{F_0} = \frac{\text{RMS Value}}{\text{Average Value}}$
- Hệ số đỉnh $k_p$ : $k_p = \frac{F_{max}}{F_{RMS}} = \frac{\text{Peak Value}}{\text{RMS Value}}$
- Hệ số méo dạng: $k = \frac{F_{1(RMS)}}{F_{RMS}}$
- Hệ số hàm lượng hài thứ n : $k_n = \frac{F_{n(RMS)}}{F_{RMS}}$

# 3.9 Biến đổi Fourier &Mạch không chu kỳ

## ❖Biến đổi Fourier

Biến đổi Fourier cho tín hiệu không tuần hoàn f(t) : là một công cụ toán có phạm vi áp dụng rất lớn trong các bài toán kỹ thuật , nó được định nghĩa là một cặp biến đổi thuận – ngược như sau :

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t).e^{-j\omega t} dt$$

và :

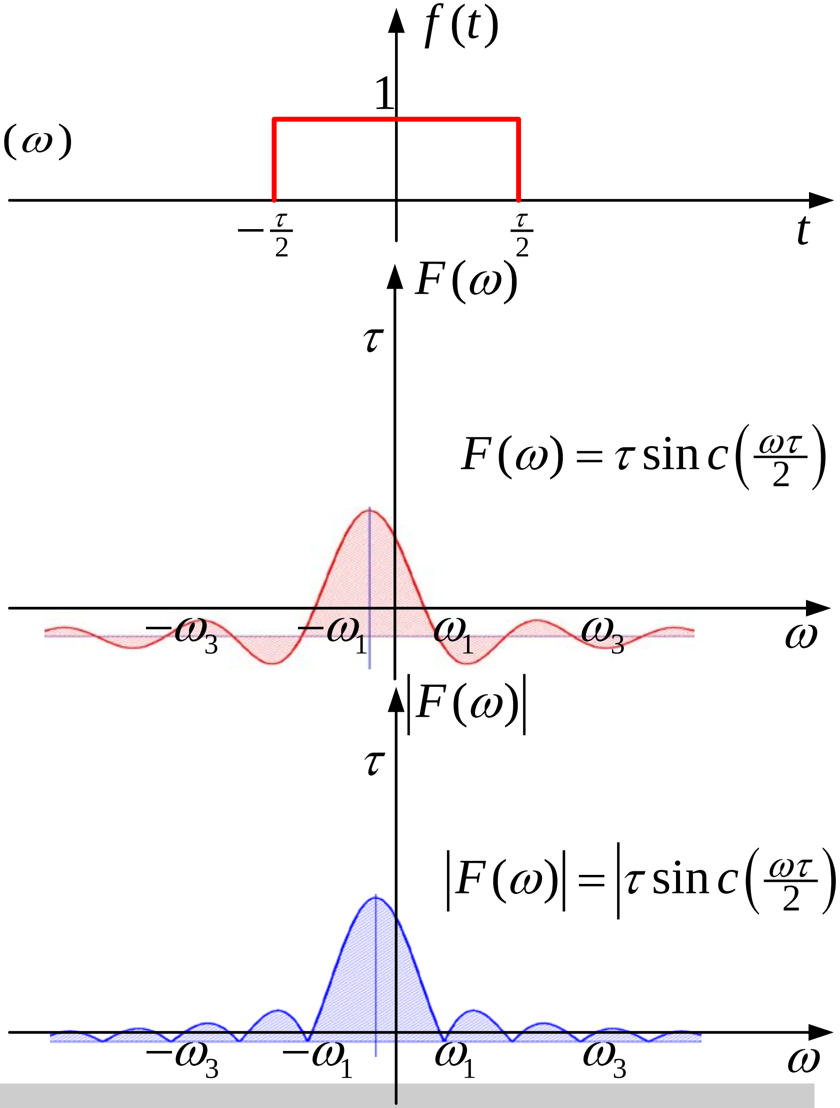
$$f(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega).e^{j\omega t} d\omega$$

Để có biến đổi Fourier, tín hiệu f(t) cũng phải thỏa mãn điều kiện Dirichlets.

# 3.9 Biến đổi Foueier &Mạch không chu kỳ

❖**Đặc điểm của hàm F(ω)**

$$F(\omega) = |F(\omega)| e^{j\varphi(\omega)}$$




Phổ tần số :

➢ **Phổ biên độ:**

biểu diễn |F(jω)| theo ω .

➢ **Phổ pha :**

biểu diễn φ(ω) theo ω .

*Phổ biên độ và phổ pha của tín hiệu không tuần hoàn là các hàm liên tục theo ω .*

# 3.9 Biến đổi Fourier &Mạch không chu kỳ

## ❖Các tính chất của biến đổi Fourier

Với F(ω) = P(ω) + jQ(ω) thì P(ω) là hàm chẵn theo tần số ω và Q(ω) là hàm lẻ theo tần số ω.

- Tuyến tính (Linearity) :

$$a.f_1(t)+b.f_2(t) \Leftrightarrow a.F_1(\omega)+b.F_2(\omega)$$

- Nén tín hiệu (Time scaling):

$$f(at) \Leftrightarrow \frac{1}{a}.F\left(\frac{\omega}{a}\right)$$

# 3.9 Biến đổi Fourier &Mạch không chu kỳ

## ❖Các tính chất của biến đổi Fourier

- **Trễ tín hiệu** (Time shifting)

$$f(t-t_0)\Leftrightarrow F(\omega).e^{-j\omega t_0}$$

- **Điều chế** (Modulation):

$$e^{j\omega_0 t}f(t)\Leftrightarrow F(\omega-\omega_0)$$

- **Đạo hàm trong miền thời gian**

$$\frac{df(t)}{dt}\Leftrightarrow (j\omega).F(\omega)$$

- **Tích phân trong miền thời gian**

$$\int_{-\infty}^{t} f(\tau)d\tau \Leftrightarrow \frac{1}{j\omega}.F(\omega)+\pi.F(0\ .\delta(\omega) \qquad ;F(0)=\int_{-\infty}^{\infty} f(t)dt$$

# 3.9 Biến đổi Fourier &Mạch không chu kỳ

❖ **Các tính chất của biến đổi Fourier**

▪ Tích chập trong miền thời gian:

$$f_1(t) * f_2(t) = \int_{-\infty}^{\infty} f_1(\tau).f_2(t-\tau)d\tau \Leftrightarrow F_1(\omega).F_2(\omega)$$

▪ Định lý Parseval (Parseval's Theorem):cho ta một sự liên hệ giữa năng lượng ở miền thời gian và năng lượng trong miền tần số.

$$\int_{-\infty}^{\infty} f^2(t)dt = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty} \left|F(\omega)\right|^2 d\omega$$

# 3.9 Biến đổi Fourier &Mạch không chu kỳ

❖ **Biến đổi Fourier của các hàm thông dụng**

| Hàm gốc | Ảnh Fourier |
|---|---|
| 1(t) | $\frac{1}{j\omega} + \pi\delta(\omega)$ |
| δ(t) | 1 |
| 1 (nguồn DC) | $2\pi\delta(\omega)$ |
| $e^{-at}.1(t)$ | $\frac{1}{a + j\omega}$ |
| sgn(t) | $\frac{2}{j\omega}$ |

# 3.9 Biến đổi Fourier &Mạch không chu kỳ

## ❖Biến đổi Fourier của các hàm thông dụng

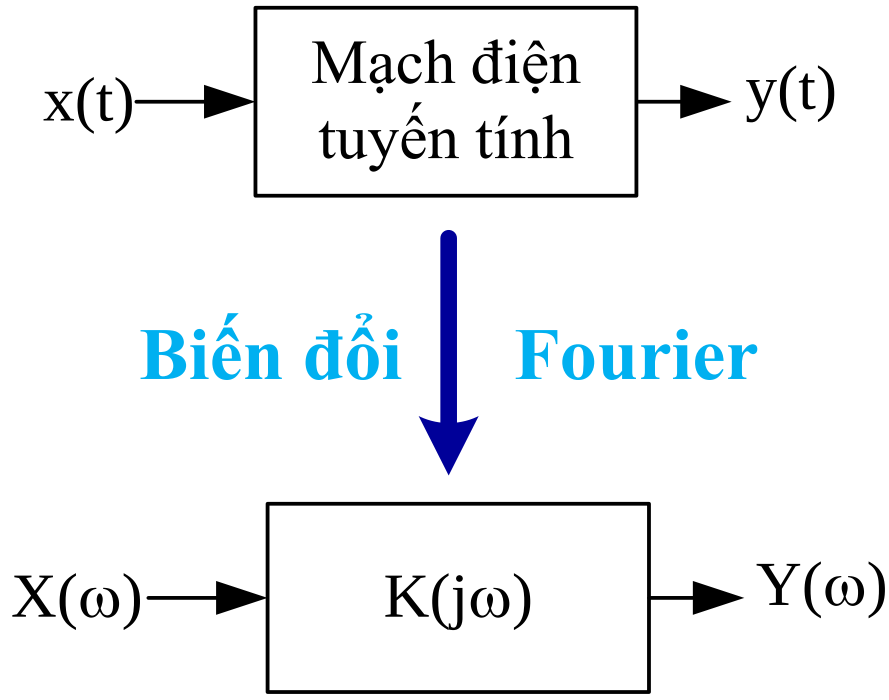
| Hàm gốc | Ảnh Fourier |
|---|---|
| **Hàm AC : cos($\omega_0$t)** | $\pi\left[\delta(\omega-\omega_0)+\delta(\omega+\omega_0)\right]$ |
| **Hàm AC : sin($\omega_0$t)** | $-j\pi\left[\delta(\omega-\omega_0)-\delta(\omega+\omega_0)\right]$ |
| **Hàm quá độ AC : cos($\omega_0$t).1(t)** | $\frac{\pi}{2}\left[\delta(\omega-\omega_0)+\delta(\omega+\omega_0)\right]+\frac{j\omega}{\omega_0^2-\omega^2}$ |
| **Hàm quá độ AC : sin($\omega_0$t).1(t)** | $-j\frac{\pi}{2}\left[\delta(\omega-\omega_0)-\delta(\omega+\omega_0)\right]+\frac{\omega_0}{\omega_0^2-\omega^2}$ |
| **Hàm mũ hai phía** $e^{-\alpha\|t\|}$ | $\frac{2\alpha}{\alpha^2+\omega^2}$ |

# 3.9 Biến đổi Fourier &Mạch không chu kỳ

## ❖Phân tích mạch có kích thích không chu kỳ

Truyền tín hiệu qua mạch tuyến tính:

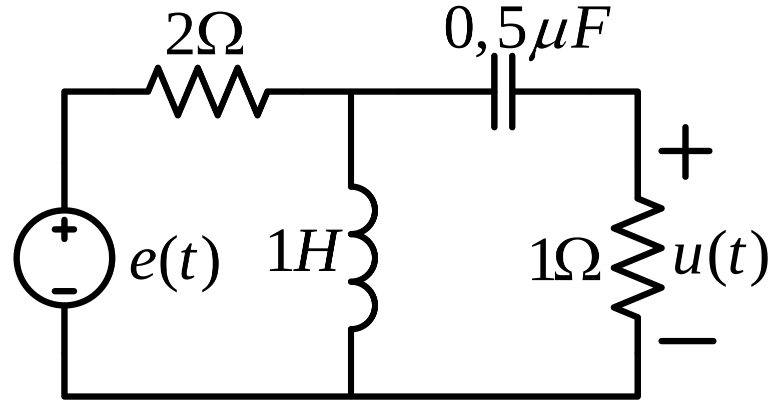
- Chuyển sang miền ω
- Tính $Y(j\omega) = K(j\omega).X(j\omega)$
- Biến đổi ngược tìm y(t).




*Lưu ý : không có khái niệm điều kiện đầu như khi tính trong miền thời gian !*

# 3.9 Biến đổi Fourier &Mạch không chu kỳ

❖ **Ví dụ**




Tìm đáp ứng xác lập u(t) khi e(t) = 10cos(2t) V

**Giải**

Hàm truyền mạch ở miền tần số

$$K(j\omega) = \frac{\omega^2}{3\omega^2 - j4\omega - 4}$$

Ảnh Fourier của tác động : $E(\omega) = 10\pi\left[\delta(\omega-2) + \delta(\omega+2)\right]$

Tín hiệu ra miền tần số : $U(\omega) = \dfrac{10\pi\omega^2\left[\delta(\omega-2) + \delta(\omega+2)\right]}{3\omega^2 - j4\omega - 4}$

# 3.9 Biến đổi Fourier &Mạch không chu kỳ

$$U(\omega)=\frac{10\pi\omega^2\left[\delta(\omega-2)+\delta(\omega+2)\right]}{3\omega^2-j4\omega-4}$$

$$\text{Tìm hàm gốc :}\quad u(t)=\mathcal{F}^{-1}\{U(\omega)\}=\frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}U(\omega)e^{j\omega t}d\omega$$

Lưu ý là : $\int_{-\infty}^{\infty}\delta(\omega-\omega_0)e^{j\omega t}d\omega=e^{j\omega_0 t}$

$$u(t)=\frac{5(2^2)}{3(2^2)-j8-4}e^{j2t}+\frac{5(-2^2)}{3(-2^2)+j8-4}e^{-j2t}\Rightarrow u(t)=\frac{20}{8(1-j)}e^{j2t}+\frac{20}{8(1+j)}e^{-j2t}$$

$$u(t)=\frac{5}{2}\mathrm{Re}\left\{\frac{e^{j2t}}{1-j}\right\}$$

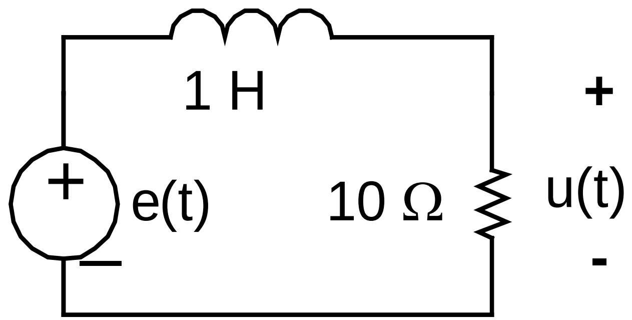
$$u(t)=\frac{5}{2\sqrt{2}}\cos(2t+45^0)=1,768\cos(2t+45^o)$$

# 3.9 Biến đổi Fourier &Mạch không chu kỳ

❖**Ví dụ**

Tìm đáp ứng quá độ u(t) khi

$$e(t) = 5e^{-2t}.1(t)\ V$$




**Giải**

Hàm truyền mạch ở miền tần số :

$$K(j\omega) = \frac{R}{R + j\omega L} = \frac{10}{10 + j\omega}$$

Ảnh Fourier của tác động : $E(\omega) = \dfrac{5}{2 + j\omega}$

Tín hiệu ra miền tần số :

$$U(\omega) = K(j\omega).E(\omega) = \frac{50}{8}\left(\frac{1}{2 + j\omega} - \frac{1}{10 + j\omega}\right)$$

Vậy : $u(t) = 6,25\left(e^{-2t} - e^{-10t}\right).1(t)V$