

3.8 Chuỗi Fourier & bài toán xác lập chu kỳ

❖ Hàm tuần hoàn

$$f(t) = f(t + nT)$$

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

3.8.1 Khai triển Fourier

❖ Hàm tuần hoàn

$$f(t) = f(t + nT) \quad \bullet \quad T : \text{chu kỳ cơ bản}$$

❖ Khai triển Fourier lượng giác

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

- $\omega_0 = \frac{2\pi}{T}$: 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

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

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

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

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

- 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

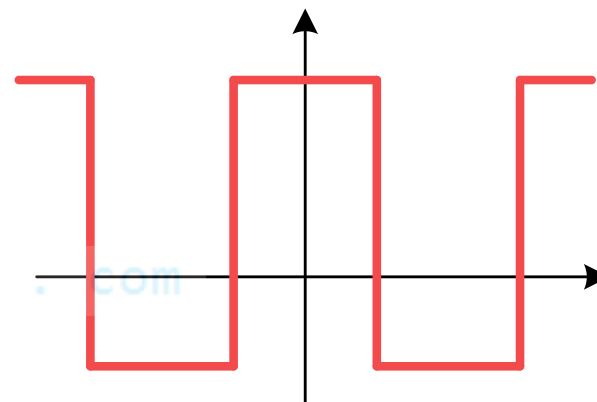
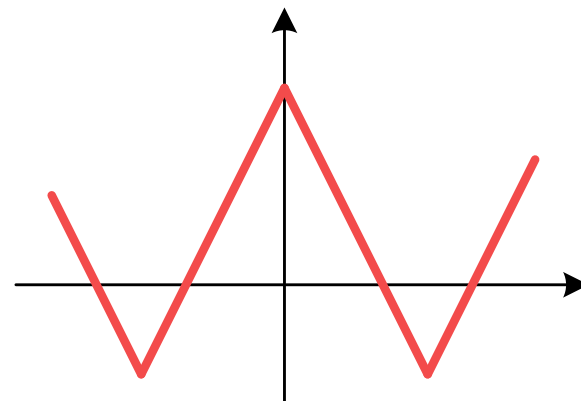
❖ Hàm số chẵn

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

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

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

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



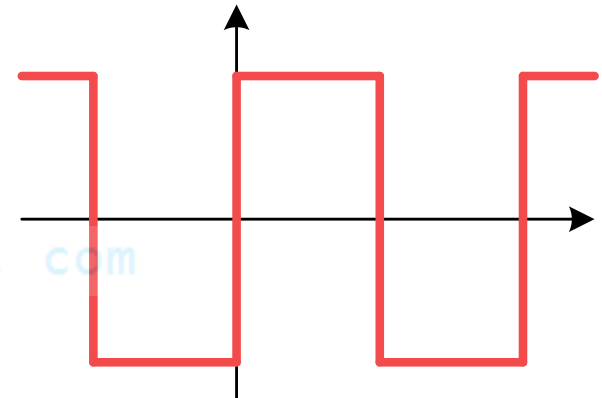
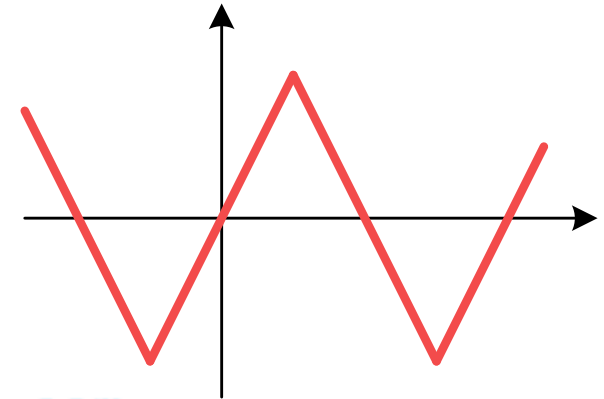
3.8.1 Khai triển Fourier

❖ Hàm số lẻ

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

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

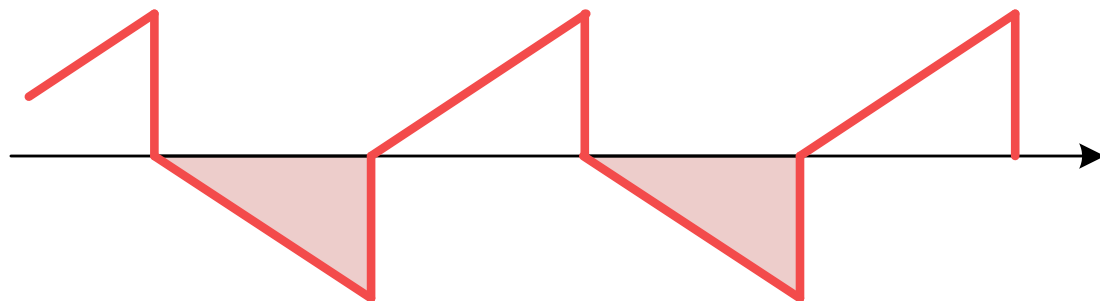
$$b_n = \frac{4}{T} \int_0^{T/2} f(t) \sin(n\omega_0 t) dt$$



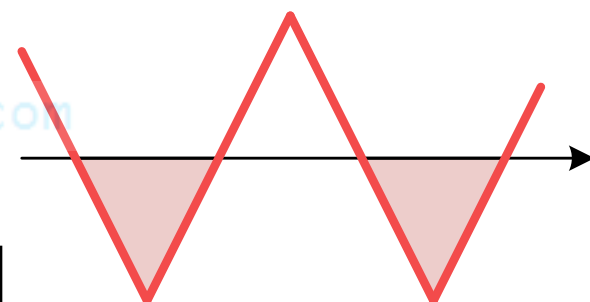
3.8.1 Khai triển Fourier

❖ Hàm bán sóng

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

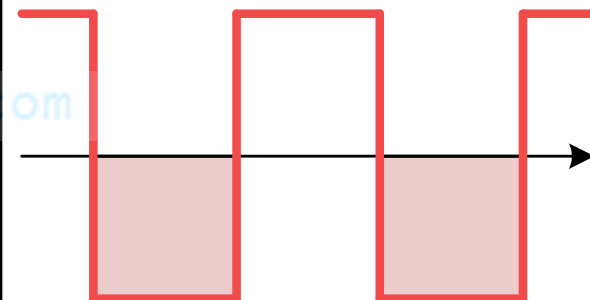


$$f(t) = \sum_{\substack{n=1 \\ n=2k+1}}^{+\infty} [a_n \cos(n\omega_0 t) + b_n \sin(n\omega_0 t)]$$



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

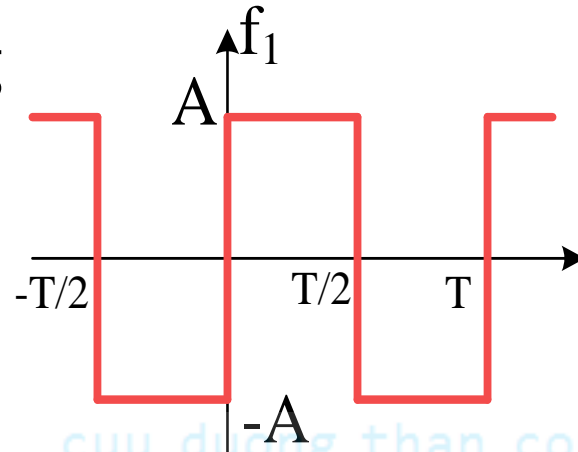
$$b_n = \frac{4}{T} \int_0^{T/2} f(t) \sin(n\omega_0 t) dt \quad (n = 2k + 1)$$



Khai triển Fourier của các hàm thông dụng

❖ Sóng vuông

- $f_1(t)$ hàm lẻ



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

cuu duong than cong . com

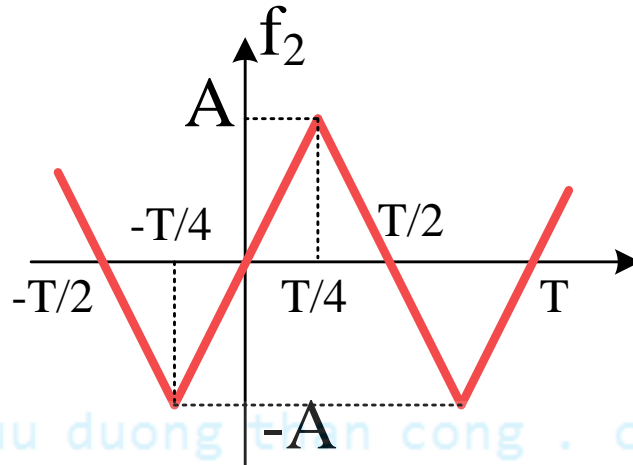
$$\begin{aligned} b_n &= \frac{4}{T} \int_0^{T/2} A \sin(n\omega_0 t) dt = \frac{4A}{T} \left(\frac{-\cos(n\omega_0 t)}{n\omega_0} \right) \Big|_0^{T/2} \\ &= \frac{2A(-\cos(n\pi) + 1)}{n\pi} = \frac{4A}{n\pi} \Big|_{n=2k+1} \end{aligned}$$

cuu duong than cong . com

Khai triển Fourier của các hàm thông dụng

❖ Sóng tam giác

- $f_2(t)$ hàm lẻ

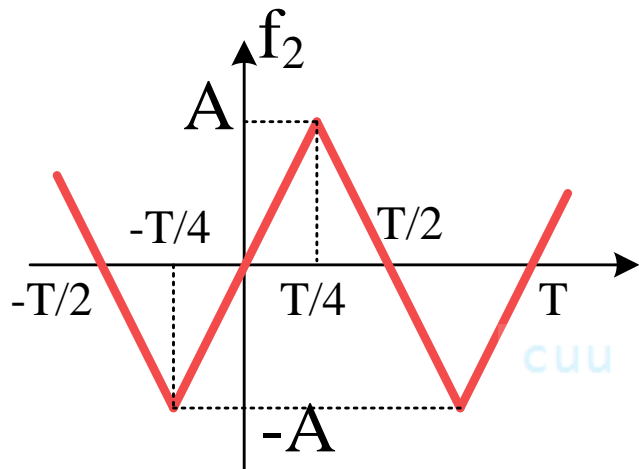


$$b_n = \frac{4}{T} \left[\int_0^{T/4} \left(\frac{4A}{T} t \right) \sin(n\omega_0 t) dt + \int_{T/4}^{T/2} \left(\frac{-4A}{T} \left(t - \frac{T}{2} \right) \right) \sin(n\omega_0 t) dt \right]$$

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

Khai triển Fourier của các hàm thông dụng

❖ Sóng tam giác



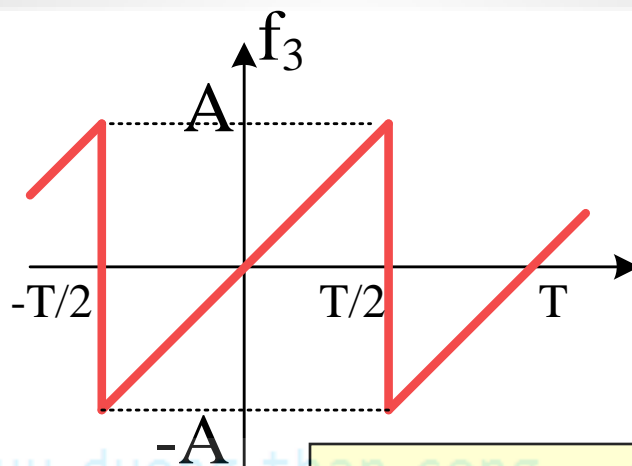
$$f_2(t) = \sum_{\substack{n=1 \\ n=2k+1}}^{+\infty} \frac{8A}{n^2 \pi^2} \sin\left(\frac{n\pi}{2}\right) \sin(n\omega_0 t)$$

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

Khai triển Fourier của các hàm thông dụng

❖ Sóng răng cưa

- $f_3(t)$ hàm lẻ

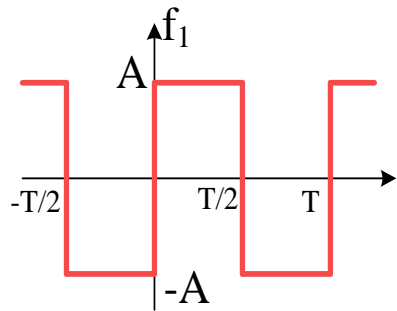


$$b_n = \frac{4}{T} \int_0^{T/2} \left(\frac{2A}{T} t \right) \sin(n\omega_0 t) dt$$

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

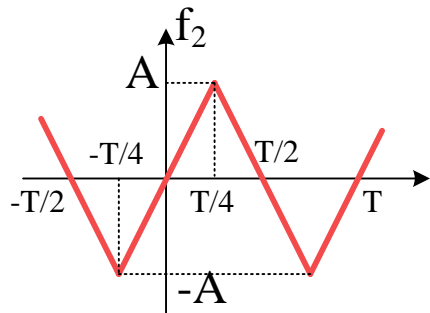
$$\begin{aligned} &= \frac{8A}{T^2} \left[\frac{-t \cos(n\omega_0 t)}{n\omega_0} + \frac{\sin(n\omega_0 t)}{(n\omega_0)^2} \right]_0^{T/2} \\ &= \frac{8A}{T^2} \left[\frac{-\frac{T}{2} \cos(n\pi)}{n\omega_0} + \frac{\sin(n\pi)}{(n\omega_0)^2} \right] = \frac{-2A}{n\pi} \cos(n\pi) \end{aligned}$$

Khai triển Fourier của các hàm thông dụng



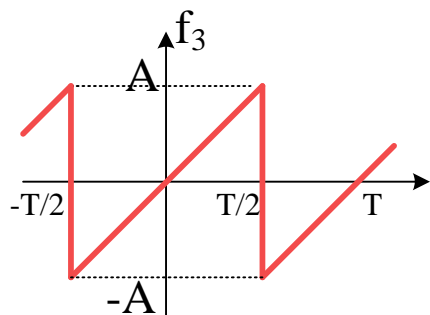
$$f_1(t) = \sum_{n=1, n=2k+1}^{+\infty} \frac{4A}{n\pi} \sin(n\omega_0 t)$$

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



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

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



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

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

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

$$C_0 = \frac{a_0}{2} \quad ; \quad C_n = \sqrt{a_n^2 + b_n^2}$$
$$\alpha_n = -\operatorname{arctg} \frac{b_n}{a_n} \quad ; \quad \beta_n = \operatorname{arctg} \frac{a_n}{b_n}$$

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

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

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

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

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 :*

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

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

Phổ biên độ : biểu diễn C_n theo n .

Phổ pha : biểu diễn α_n , β_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 :*

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

➤ **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

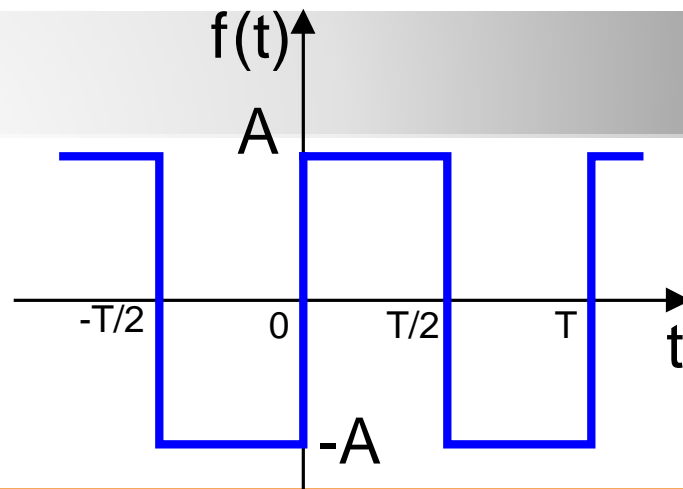
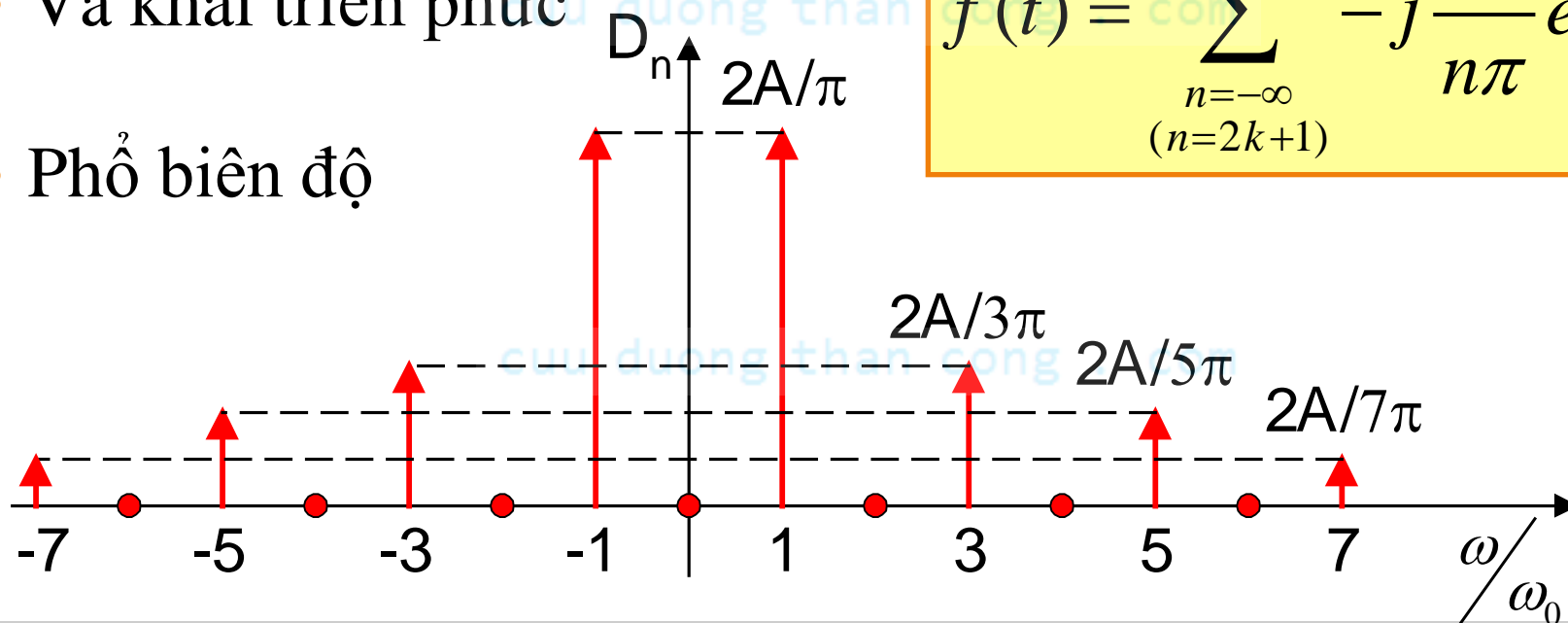
- Khai triển lượng giác

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

- Và khai triển phức

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

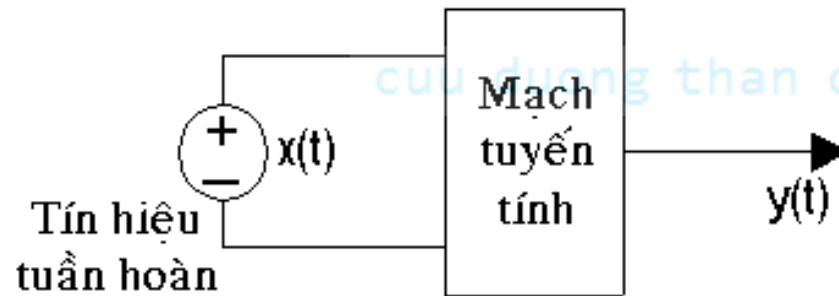
- Phổ biên độ



3.8.3 Truyền tín hiệu tuần hoàn qua mạch tuyến tính.

Bài toán: Cho mạch :

Tìm đáp ứng xác lập $y(t)$?



Phương pháp phân tích : Xếp chồng trong miền tần số.

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 $\omega = 0$ trong biểu thức hàm truyền đạt tần số $H(j\omega)$ hay tiến hành bài toán giải tích mạch xác lập DC.

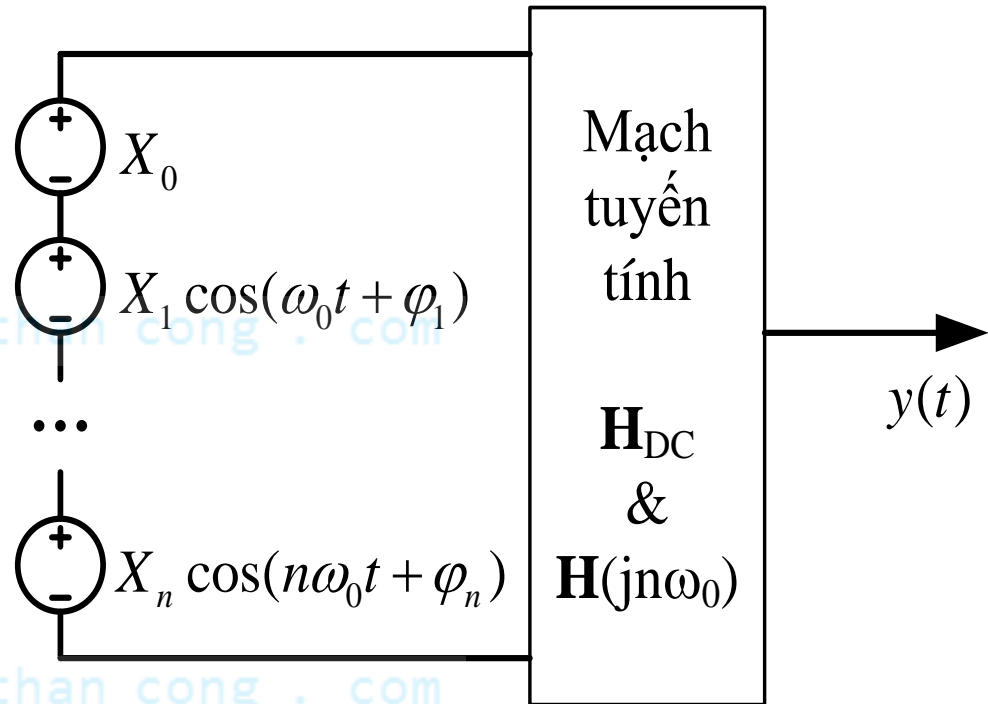
3.8.3 Truyền tín hiệu tuần hoàn qua mạch tuyến tính.

❖ Xếp chồng trong miền tần số

3. Tìm vectơ phức của hài:

➤ Thay $\omega = n\omega_0$ trong biểu thức hàm truyền đạt tần số $H(j\omega)$, hay giải tích mạch phức khi cho $\omega = n\omega_0$.

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



➤ 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] :

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) \cdot i(t) dt$$



$$P = U_{DC} I_{DC} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2} U_n I_n \cos(\varphi_{Un} - \varphi_{In})$$

$$P = P_{DC} + \Sigma P(\text{hài})$$

3.8.4 Công suất trong mạch không sin

b) Trị hiệu dụng của tín hiệu (RMS) :

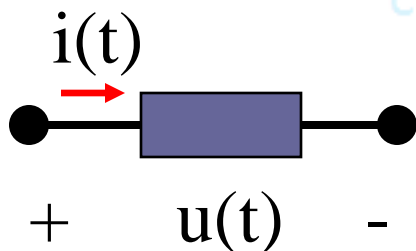
❖ Cho tín hiệu không sin có khai triển chuỗi Fourier :

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

❖ 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:



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

$$P_L; P_C = 0$$

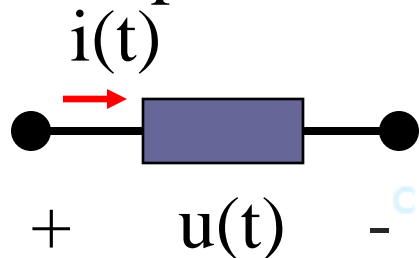
3.8.4 Công suất trong mạch không sin

c) Công suất phản kháng Q [Var] :

❖ Trên một nhánh bất kỳ :

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

❖ Trên phần tử mạch:



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

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

$$Q_R = 0$$

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 $\cos\varphi$ (p.f): $\cos\varphi = p.f = \frac{P}{S}$

❖ 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 :

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

và :

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

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 $F(\omega)$

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

Phổ tần số :

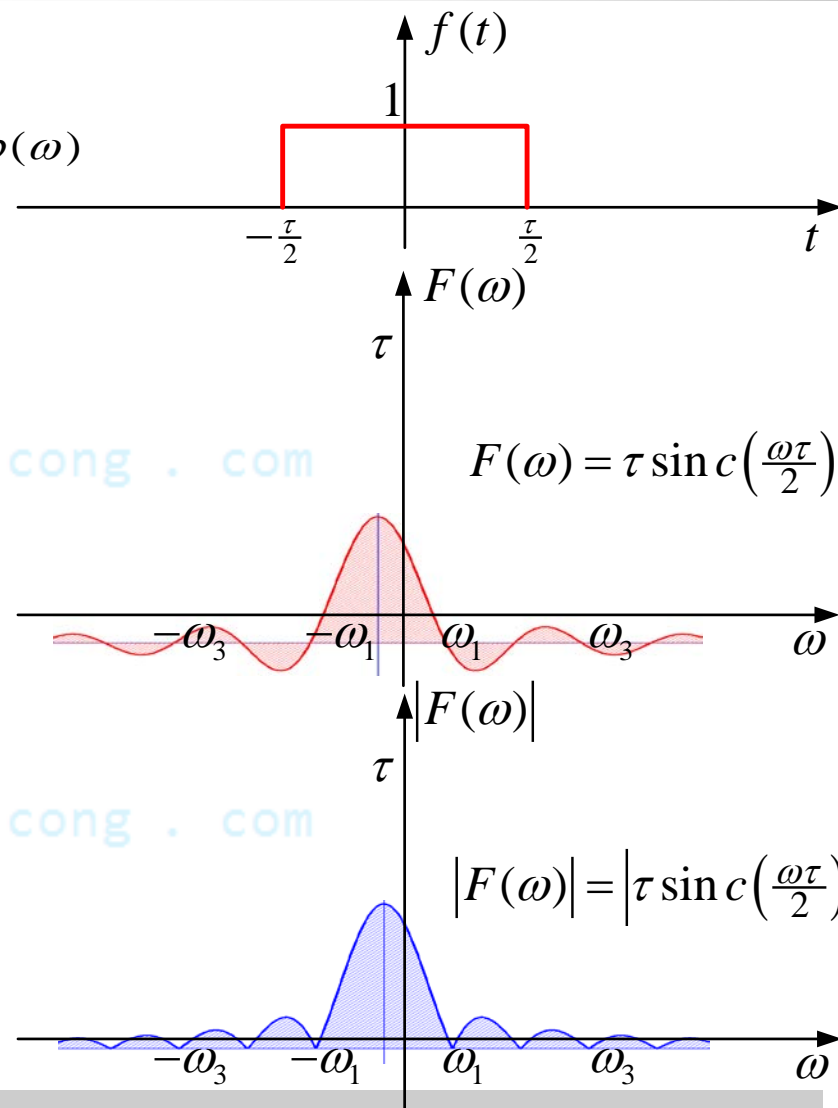
➤ **Phổ biên độ:**

biểu diễn $|F(j\omega)|$ theo ω .

➤ **Phổ pha :**

biểu diễn $\varphi(\omega)$ 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 $F(\omega) = P(\omega) + jQ(\omega)$ thì $P(\omega)$ là hàm chẵn theo tần số ω và $Q(\omega)$ 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):

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

3.9 Biến đổi Fourier & Mạch không chu kỳ

❖ Các tính chất của biến đổi Fourier

▪ Trễ tín hiệu (Time shifting)

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

▪ Điều chế (Modulation):

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

▪ Đạo hàm trong miền thời gian

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

▪ Tích phân trong miền thời gian

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

3.9 Biến đổi Fourier & Mạch không chu kỳ

❖ Các tính chất của biến đổi Fourier

▪ Tích chập trong miền thời gian:

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

cuu duong than cong . com

▪ **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.

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

cuu duong than cong . com

3.9 Biến đổi Fourier & Mạch không chu kỳ

❖ Biến đổi Fourier của các hàm thông dụng

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

3.9 Biến đổi Fourier & Mạch không chu kỳ

❖ Biến đổi Fourier của các hàm thông dụng

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

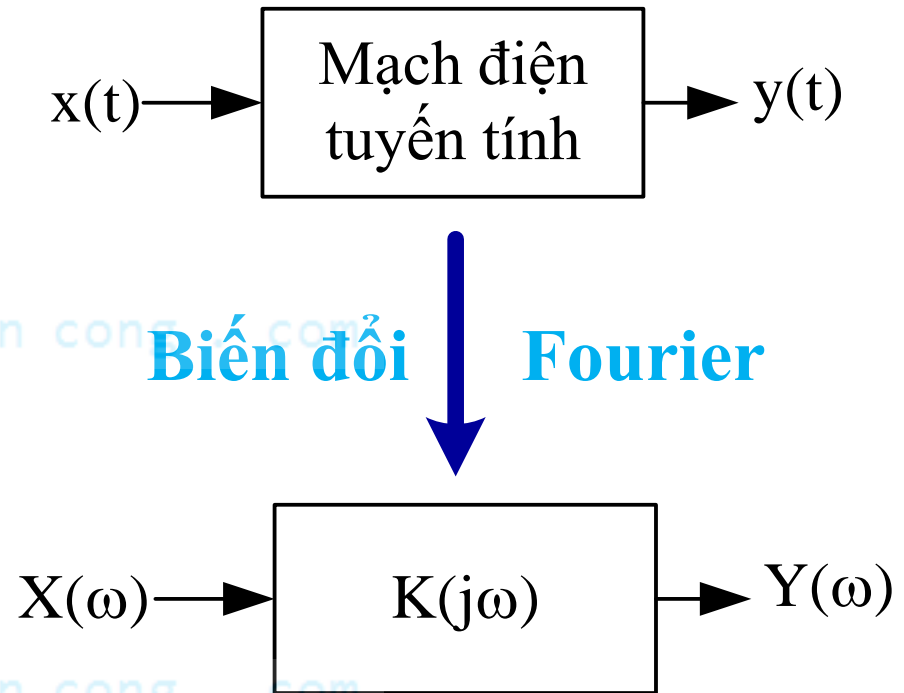
3.9 Biến đổi Fourier & Mạch không chu kỳ

❖ Phân tích mạch có kích thích không chu kỳ

Truyền tín hiệu qua mạch tuyến tính:

- Chuyển sang miền ω
- Tính $Y(j\omega) = K(j\omega) \cdot X(j\omega)$
- 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
 $e(t) = 10\cos(2t)$ V

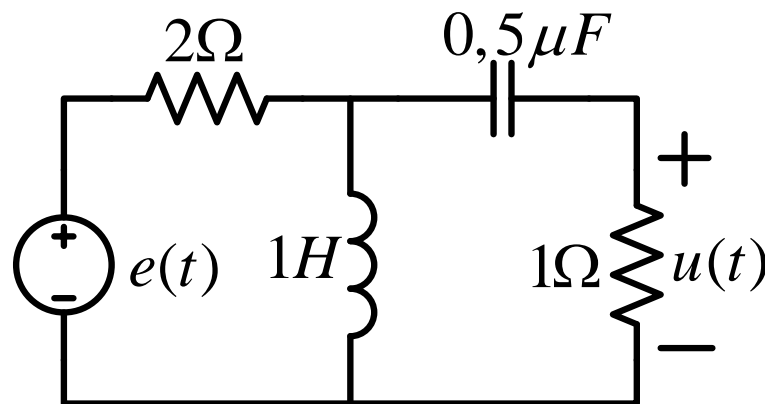
Giải

Hàm truyền mạch ở miền tần số

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

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

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



3.9 Biến đổi Fourier & Mạch không chu kỳ

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

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

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

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

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

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

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 : $E(\omega) = \frac{5}{2 + j\omega}$

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

