

* Sistem LINIER dan TAK LINIER

Suatu sistem dikatakan linier, jika kombinasi linier isyarat masukan SELALU menghasilkan kombinasi linier isyarat keluaran

- Jika suatu sistem
- diberikan masukan $x_1(t)$ menghasilkan keluaran $y_1(t)$
 - diberikan masukan $x_2(t)$ menghasilkan keluaran $y_2(t)$
 - lalu dengan α_1 dan α_2 REAL $\neq 0$, diberikan masukan $x(t) = \alpha_1 x_1(t) + \alpha_2 x_2(t)$ maka keluarannya SELALU $y(t) = \alpha_1 y_1(t) + \alpha_2 y_2(t)$ untuk sembarang $x_1(t), x_2(t), \alpha_1$ dan α_2

Dengan TABEL :

Masukan	Keluaran
$x_1(t)$	$y_1(t)$
$x_2(t)$	$y_2(t)$
sembarang α_1, α_2	$y(t) = \alpha_1 y_1(t) + \alpha_2 y_2(t)$

Contoh :

* Buktikan penguat $y(t) = Kx(t)$ adalah penguat linier!

Jawab :

Masukan	Keluaran
$x_1(t)$	$y_1(t) = Kx_1(t)$
$x_2(t)$	$y_2(t) = Kx_2(t)$

$$\alpha_1, \alpha_2 : x(t) = \alpha_1 x_1(t) + \alpha_2 x_2(t) \rightarrow y(t) = Kx(t) = K[\alpha_1 x_1(t) + \alpha_2 x_2(t)]$$

$$= K\alpha_1 x_1(t) + K\alpha_2 x_2(t) = \alpha_1(Kx_1(t)) + \alpha_2(Kx_2(t)) = \alpha_1 y_1(t) + \alpha_2 y_2(t)$$

KOMBINASI LINIER ISYARAT KELUARAN

Terbukti bahwa Penguat ini LINIER

* Bagaimana dengan penguat $y(t) = Ke^{-t}x(t)$?

Jawab : Penguat $y(t) = Ke^{-t}x(t)$ adalah sistem linier!

Bukti : Masukan $\rightarrow$ Keluaran

$x_1(t)$	$y_1(t) = Ke^{-t}x_1(t)$
$x_2(t)$	$y_2(t) = Ke^{-t}x_2(t)$

$$\begin{aligned} \alpha_1, \alpha_2 : x(t) &= \alpha_1 x_1(t) + \alpha_2 x_2(t) \rightarrow y(t) = Ke^{-t}x(t) \\ &= Ke^{-t}[\alpha_1 x_1(t) + \alpha_2 x_2(t)] \\ &= Ke^{-t}\alpha_1 x_1(t) + Ke^{-t}\alpha_2 x_2(t) \\ &= \alpha_1 Ke^{-t}x_1(t) + \alpha_2 Ke^{-t}x_2(t) \\ &= \alpha_1 y_1(t) + \alpha_2 y_2(t) \end{aligned}$$

* Sistem "TIME VARYING" dan "TIME INVARIANT"

Definisi : Suatu sistem dikatakan "time invariant" jika pergeseran waktu (time-shifting, ditunda atau dimajukan) pada masukan HANYA akan mengakibatkan pergeseran waktu pada keluaran

Contoh : Penguat A $\rightarrow$ Penguat B



Masukan $x_1(t)$, menghasilkan keluaran :

$$\begin{aligned} y(t) &= Kx_1(t) \\ y_1(t-\Delta) &= Kx_1(t-\Delta) \\ y_1(t-\Delta) &= [Ke^{-(t-\Delta)}]x_1(t-\Delta) \\ &= Ke^{\Delta}e^{-t}x_1(t-\Delta) \end{aligned}$$

Masukan $x_2(t) = x_1(t-\Delta)$, menghasilkan keluaran :

$$\begin{aligned} y_2(t) &= Kx_2(t) \\ &= Kx_1(t-\Delta) \\ &= y_1(t-\Delta) \end{aligned}$$

TIME INVARIANT

* Linierkah rangkaian penyearah $y(t) = |x(t)|$?

Jawab : Tidak, penyearah ini tak linier!

BukanBukti :

$$\begin{aligned} \text{Masukan} &\rightarrow \text{Keluaran} \\ x_1(t) &= 2 \rightarrow y_1(t) = |x_1(t)| = |2| = 2 \\ x_2(t) &= 3 \rightarrow y_2(t) = |x_2(t)| = |3| = 3 \\ \alpha_1 = 4, \alpha_2 = 5 &\rightarrow \alpha_1 y_1(t) + \alpha_2 y_2(t) = 4 \cdot 2 + 5 \cdot 3 = 23 \\ x(t) &= \alpha_1 x_1(t) + \alpha_2 x_2(t) = 4 \cdot 2 + 5 \cdot 3 = 23 \rightarrow y(t) = |x(t)| = |23| = 23 \end{aligned}$$

Bukti yang benar, silakan cari sendiri!

* Buktikan bahwa modulator fasa :

$$y(t) = A \sin[\omega t + x(t)]$$

adalah sistem tak linier.

Bukti :

$$\begin{aligned} \text{Masukan} &\rightarrow \text{Keluaran} \\ \text{Pada } t = 0 &\rightarrow y(t) = A \sin(x(t)) \\ x_1(t) &= \frac{\pi}{2} \text{ rad} \rightarrow y_1(t) = A \sin \frac{\pi}{2} = A \\ x_2(t) &= \frac{\pi}{6} \text{ rad} \rightarrow y_2(t) = A \sin \frac{\pi}{6} = \frac{1}{2}A \\ \alpha_1 = 1, \alpha_2 = 1 &\rightarrow \alpha_1 y_1(t) + \alpha_2 y_2(t) = 1 \cdot A + 1 \cdot \frac{1}{2}A = \frac{3}{2}A \\ x(t) &= \alpha_1 x_1(t) + \alpha_2 x_2(t) = 1 \cdot \frac{\pi}{2} + 1 \cdot \frac{\pi}{6} = \frac{2\pi}{3} \rightarrow y(t) = A \sin \frac{2\pi}{3} = \frac{1}{2}A\sqrt{3} \end{aligned}$$

Terbukti sistem tak linier!