

# Contoh MODULATOR

\* Modulator Amplitudo:  
 $y(t) = x(t) \cos(2\pi f_c t)$   
 $f_c$  = frekuensi pembawa (carrier)  
 Linier atau tidak?  
 Jawab: Modulator Amplitudo di atas adalah SISTEM LINIER!  
 Bukti: Masukkan  $x(t)$  → Keluaran  $y(t)$   
 $x_1 \rightarrow y_1 = x_1 \cos(2\pi f_c t)$   
 $x_2 \rightarrow y_2 = x_2 \cos(2\pi f_c t)$   
 $x = \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 \rightarrow y = [\alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2] \cos(2\pi f_c t)$   
 $= \alpha_1 x_1 \cos(2\pi f_c t) + \alpha_2 x_2 \cos(2\pi f_c t)$   
 $= y_1 + y_2$   
 Kombinasi linier isyarat masukan (terbukti)

\* Modulator FSA:  $y(t) = A \sin(2\pi f_c t + x(t))$   
 Tunjukkan ketidaklinierannya!  
 Bukti: Pada  $t=0$   
 Masukkan Keluaran  
 $x_1 = \pi/2 \text{ rad} \rightarrow y_1 = A \sin \pi/2 = A$   
 $x_2 = \pi/6 \text{ rad} \rightarrow y_2 = A \sin \pi/6 = \frac{1}{2}A$   
 $\alpha_1 = 1, \alpha_2 = 3 \rightarrow \alpha_1 y_1 + \alpha_2 y_2 = 1(A) + 3(\frac{1}{2}A) = 2\frac{1}{2}A$   
 $x = \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 = 1(\pi/2) + 3(\pi/6) = \pi \text{ rad} \rightarrow y = A \sin \pi = 0$   
 $y \neq \alpha_1 y_1 + \alpha_2 y_2$  (terbukti)  
 Kombinasi linier isyarat masukan

## SISTEM LINIER

MIP: Inpra Allah 2(dun) pekan lagi 23/04/13

### \* Sistem LINIER & TAK LINIER

#### DEFINISI

Suatu Sistem dikatakan LINIER jika kombinasi linier isyarat masukan menghasilkan kombinasi linier isyarat keluaran

$x(t) \rightarrow \text{SISTEM} \rightarrow y(t)$   
 Sistem di atas dikatakan LINIER jika SEMBARANG masukan  $x_1, x_2$  dan kombinasi linier-nya  
 $x = \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2, \alpha_1, \alpha_2$  sembarang konstanta bukan nol akan menghasilkan keluaran  $y_1, y_2$  dan  $y = \alpha_1 y_1 + \alpha_2 y_2$

Tabel:   
 Masukkan → Keluaran  
 Ambil sembarang  $x_1 \rightarrow y_1$   
 Ambil sembarang  $x_2 \rightarrow y_2$   
 $x = \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 \rightarrow y = \alpha_1 y_1 + \alpha_2 y_2$

$x_1, x_2, \alpha_1, \alpha_2$  TIDAK DIPILIH-PILIH  
 Tabel di atas untuk menunjukkan SISTEM LINIER

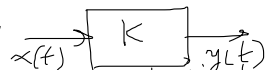
Contoh: \* Tunjukkan suatu penyearah  $y(t) = |x(t)|$  adalah SISTEM TAK LINIER

Bukti:   
 Masukkan → Keluaran  
 $x_1 = 2 \rightarrow y_1 = |x_1| = 2$   
 $x_2 = 4 \rightarrow y_2 = |x_2| = 4$   
 $\alpha_1 = 1, \alpha_2 = 1 \rightarrow \alpha_1 y_1 + \alpha_2 y_2 = 1.2 + 1.4 = 6$   
 $x = \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 = 1.2 + 1.4 = 6 \rightarrow y = |x| = |6| = 6$   
 Bukan Bukti

Bukti:   
 Masukkan → Keluaran  
 $x_1 = 2 \rightarrow y_1 = |x_1| = 2$   
 $x_2 = -4 \rightarrow y_2 = |x_2| = 4$   
 $\alpha_1 = 1, \alpha_2 = 1 \rightarrow \alpha_1 y_1 + \alpha_2 y_2 = 1.2 + 1.4 = 6$   
 $x = \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 = 1.2 + 1.(-4) = -2 \rightarrow y = |x| = |-2| = 2$   
 $2 \neq 6$   
 $y \neq \alpha_1 y_1 + \alpha_2 y_2$   
 Kombinasi linier isyarat masukan TIDAK MENJADI keluaran Kombinasi linier isyarat keluaran (terbukti), q.e.d.

## Contoh

\* Penguat



Tunjukkan penguat di atas LINIER!

Jawab:

Masukkan → Keluaran

$x_1 \rightarrow y_1 = Kx_1$

$x_2 \rightarrow y_2 = Kx_2$

$x = \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 \rightarrow y = Kx$

$$= K[\alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2]$$

$$= K\alpha_1 x_1 + K\alpha_2 x_2$$

$$= \alpha_1 Kx_1 + \alpha_2 Kx_2$$

$$= \alpha_1 y_1 + \alpha_2 y_2$$

Terbukti: penguat di atas adalah sistem linier, karena kombinasi linier masukan SELALU menghasilkan kombinasi linier keluaran

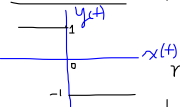
Linear Time Invariant (LTI)

\* Penguat "Low-Pass":  $y(t) = K e^{-t} x(t)$  Linear Time-Varying (LTV)

Jawab: Penguat di atas adalah SISTEM LINIER.

Bukti: Masukkan → Keluaran  
 $x_1 \rightarrow y_1 = K e^{-t} x_1$   
 $x_2 \rightarrow y_2 = K e^{-t} x_2$   
 $x = \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 \rightarrow y = K e^{-t} (\alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2)$   
 $= K e^{-t} \alpha_1 x_1 + K e^{-t} \alpha_2 x_2$   
 $= \alpha_1 K e^{-t} x_1 + \alpha_2 K e^{-t} x_2$   
 $= \alpha_1 y_1 + \alpha_2 y_2$   
 Kombinasi linier isyarat masukan SELALU menghasilkan kombinasi linier isyarat keluaran (q.e.d.)

\* Contoh: Apakah suatu komparator:



$$y(t) = \begin{cases} 1, & x(t) > 0 \\ -1, & x(t) < 0 \end{cases}$$

merupakan sistem linier??

Jawab: \* Bukan, komparator di atas adalah SISTEM TAK LINIER

Bukti: Masukkan → Keluaran  
 $x_1 = 2 \rightarrow y_1 = 1$   
 $x_2 = -2 \rightarrow y_2 = -1$   
 $\alpha_1 = 1, \alpha_2 = 1 \rightarrow \alpha_1 y_1 + \alpha_2 y_2 = 1.1 + 1.(-1) = 0$   
 $x = \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 = 1.2 + 1.(-2) = 0 \rightarrow y = 0$   
 0 ≠ 0 (q.e.d.)