

Contoh MODULATOR

* Modulator Amplitudo
 $y(t) = x(t) \cos(2\pi f_c t)$
 f: frekuensi pembawa
 carrier
 Linier atau tidak?
 Jawab: Modulator Amplitudo di atas adalah SISTEM LINIER!
 Bukti: Masukkan $x_1(t)$ & $x_2(t)$ ke dalam $y(t)$
 $x_1 \rightarrow y_1 = x_1 \cos(2\pi f_c t)$
 $x_2 \rightarrow y_2 = x_2 \cos(2\pi f_c t)$
 Kombinasi linier input: $x = \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2$
 $y = \alpha_1 y_1 + \alpha_2 y_2$ (terbukti)

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

Insyallah, pekan depan
 23/04/2013, jam 0800
 MIDTEST (40%)
 Open book NO LAPTOP

Materi: BAB I
 seluruh nya

Contoh
 * Apakah suatu INTEGRATOR $y(t) = \int x(t) dt$ merupakan sistem linier?
 Jawab: Ya, integrator adalah sistem linier.

* BUKTI
 Masukkan Keluaran
 $x_1(t) \rightarrow y_1(t) = \int x_1(t) dt$
 $x_2(t) \rightarrow y_2(t) = \int x_2(t) dt$
 $x(t) = \alpha_1 x_1(t) + \alpha_2 x_2(t) \rightarrow y(t) = \int (\alpha_1 x_1(t) + \alpha_2 x_2(t)) dt$
 $= \alpha_1 \int x_1(t) dt + \alpha_2 \int x_2(t) dt$
 $= \alpha_1 y_1(t) + \alpha_2 y_2(t)$
 Kombinasi linier input & output

SISTEM LINIER
 MID: Insyallah 2(dun) pekan lagi
 23/04/13
 * Sistem LINIER & TAK LINIER
 DEFINISI

Sistem di atas dikatakan LINIER jika SEMBARANG masukan x_1, x_2 dan kombinasi linier-nya $x = \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2$, α_1 & α_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 dan α_1, α_2 TIDAK DIPILIH-PILIH
 Tabel di atas untuk menunjukkan SISTEM LINIER

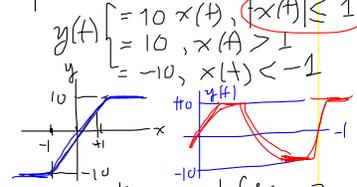
Contoh

* Penguat
 Tunjukkan penguat di atas LINIER!
 Jawab: Masukkan Keluaran
 $x_1 \rightarrow y_1 = K x_1$
 $x_2 \rightarrow y_2 = K x_2$
 $x = \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 \rightarrow y = K x$
 $= K(\alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2)$
 $= K \alpha_1 x_1 + K \alpha_2 x_2$
 $= \alpha_1 K x_1 + \alpha_2 K x_2$
 $= \alpha_1 y_1 + \alpha_2 y_2$

Linear Time Invariant (LTI)

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

* Suatu penguat jenuh mempunyai karakteristik:



Saturating amplifier
 Apakah penguat ini linier?
 * Penguat ini tak linier

* Bukti!
 Masukkan Keluaran
 $x_1 = 0.5 \rightarrow y_1 = 5$
 $x_2 = -0.5 \rightarrow y_2 = -5$
 $x = 0.5 \alpha_1 + (-0.5) \alpha_2 = 2 \rightarrow \alpha_1 y_1 + \alpha_2 y_2 = 2 \cdot 5 + 1 \cdot (-5) = 5 \neq 10$
 terbukti sistem tak linier
 karena $y \neq \alpha_1 y_1 + \alpha_2 y_2$

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

Bukan Bukti

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

Bukti: Masukkan Keluaran
 $x_1 = 2 \rightarrow y_1 = |x_1| = 2$
 $x_2 = -4 \rightarrow y_2 = |x_2| = 4$
 $\alpha_1 = 1, \alpha_2 = 1 \rightarrow \alpha_1 y_1 + \alpha_2 y_2 = 2 + 4 = 6$
 $x = \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 = 2 + 1(-4) = -2 \rightarrow y = |x| = |-2| = 2$
 $2 \neq 6$
 Kombinasi linier input & output

* Penguat 'Low-Pass' linier-kah?
 $y(t) = K e^{-t} x(t)$ Linear, Varying Time (LTV)
 Jawab: Penguat di atas adalah SISTEM LINIER.
 Bukti: Masukkan Keluaran
 $x_1 \rightarrow y_1 = K e^{-t} x_1$
 $x_2 \rightarrow y_2 = K e^{-t} x_2$
 $x = \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 \rightarrow y = K e^{-t} (\alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2)$
 $= K e^{-t} \alpha_1 x_1 + K e^{-t} \alpha_2 x_2$
 $= \alpha_1 K e^{-t} x_1 + \alpha_2 K e^{-t} x_2$
 $= \alpha_1 y_1 + \alpha_2 y_2$ (q.e.d.)

* Contoh: Apakah suatu komparator: $y(t) = \begin{cases} 1, & x(t) \leq 0 \\ -1, & x(t) > 0 \end{cases}$ merupakan sistem linier??

Jawab: * Bukan, komparator di atas adalah SISTEM TAK LINIER
 Bukti: Masukkan Keluaran
 $x_1 = -2 \rightarrow y_1 = 1$
 $x_2 = 2 \rightarrow y_2 = -1$
 $\alpha_1 = 1, \alpha_2 = 1 \rightarrow \alpha_1 y_1 + \alpha_2 y_2 = 1 + (-1) = 0$
 $x = \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 = -2 + 2 = 0 \rightarrow y = -1$
 $0 \neq -1$

Untuk LATIHAN:

- Linierkah atau tidak, Bulatkan!
- * Differentiator: $y(t) = \frac{dx(t)}{dt}$
- * Sistem dengan ingatan: $y(t) = t x(t-10)$
- * Sistem tanpa ingatan: $y(t) = (t-10)x(t)$
- * Modulator Frekuensi: $y(t) = A \sin[2\pi(x(t)+f_0)t]$ atau $y(t) = A \sin[2\pi(f_0 + x(t))t]$ modulasi
- * Logarithmic Amplifier: $y(t) = K \log|x(t)|$ $x(t) \neq 0$