



III. Sistem

Oleh:

Dr. Eng. Bima Sena Bayu Dewantara, S.ST., MT.

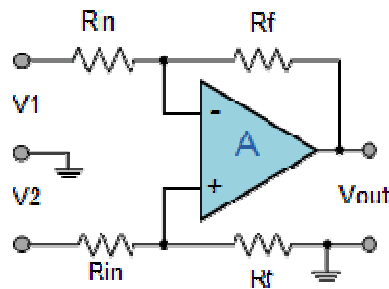
Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

Sub Bahasan

1. Pendahuluan
2. Pengertian Sistem
3. Klasifikasi Sistem
4. Sistem Waktu Kontinyu
5. Sistem Waktu Diskrit
6. Sifat-Sifat Sistem Dasar
7. Sistem Linier dan Sistem Tidak Linier
8. Linearitas dan Invariansi Waktu
9. Contoh-Contoh Sistem Linier
10. Contoh-Contoh Sistem Non Linier
11. Soal/Tugas

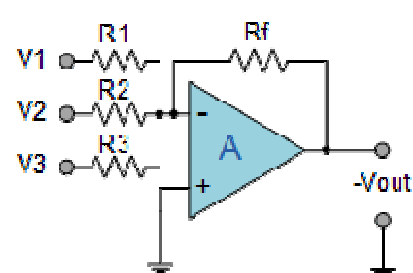
1. Pendahuluan

Differential Op-amp

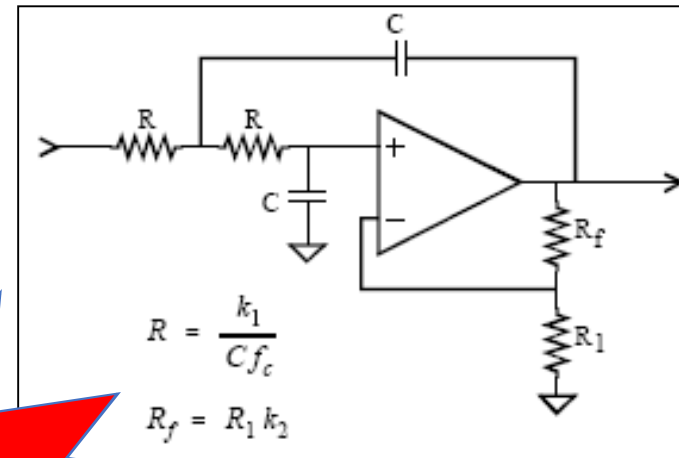


$$V_{out} = \frac{R_f}{R_{in}} (V_2 - V_1)$$

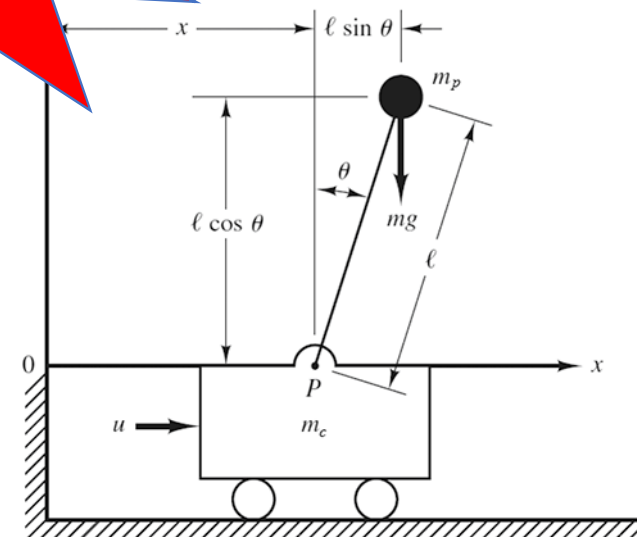
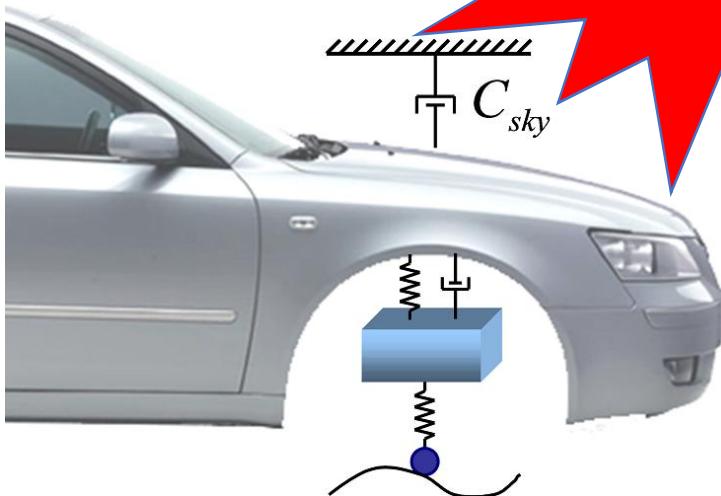
Summing Op-amp



$$V_{out} = -\left(\frac{R_f}{R_1} V_1 + \frac{R_f}{R_2} V_2 + \frac{R_f}{R_3} V_3\right)$$



Systems

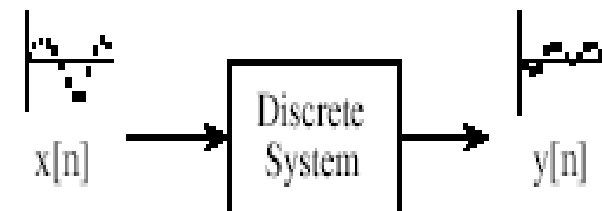
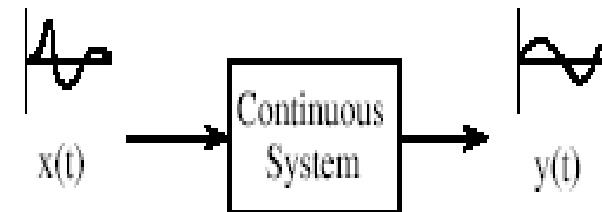


2. Pengertian Sistem

- Proses yang menghasilkan sebuah sinyal keluaran dalam rangka merespon sebuah sinyal masukan.
- Sinyal masukan sistem yang kontinyu dan keluaran sistem yang kontinyu, seperti pada elektronik analog. Sinyal masukan sistem diskrit dan keluaran sistem diskrit, seperti pada program komputer yang memanipulasi nilai yang disimpan dalam array.

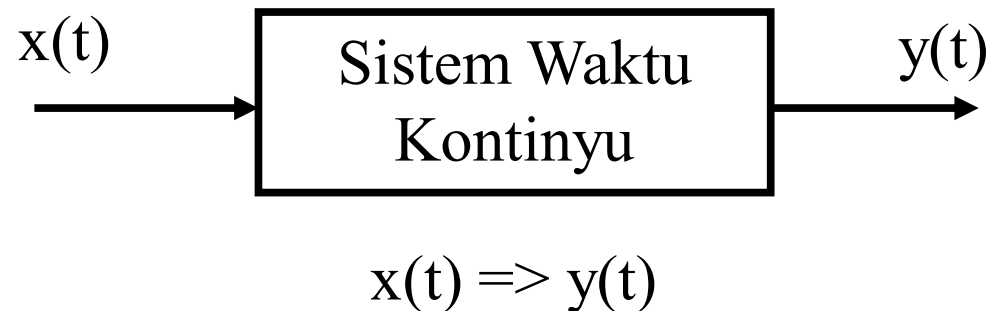
3. Klasifikasi Sistem

- Berdasarkan sifat liniaritas:
 - Linier
 - Tidak linier
- Berdasarkan nilai variabel bebas yang dapat diproses:
 - Sistem waktu kontinu \rightarrow analog
 - Sistem waktu diskrit \rightarrow digital



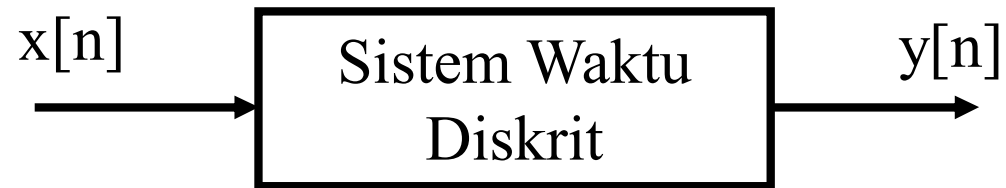
4. Sistem Waktu Kontinyu

Sistem dimana sinyal masukan waktu kontinyu diterapkan dan menghasilkan sinyal keluaran waktu kontinyu.



5. Sistem Waktu Diskrit

Sistem yang mengubah sinyal masukan waktu diskrit kedalam sinyal keluaran waktu diskrit.



$$x[n] \Rightarrow y[n]$$

6. Sifat-Sifat Sistem Dasar

- a. Sistem dengan dan tanpa memory
- b. Sistem Invertibilitas dan Sistem Inversi
- c. Kausalitas
- d. Stabilitas
- e. Invariansi Waktu
- f. Linearitas

6.a Sistem Dengan dan Tanpa Memory

- Sistem dikatakan tanpa memory jika keluarannya untuk setiap harga variabel bebas pada waktu yang diberikan bergantung hanya pada masukan waktu yang sama.

Contoh : $y[n] = (2x[n] - x^2[n])^2$

- Sistem dikatakan menggunakan memory jika sistem dapat menahan atau menyimpan informasi mengenai harga masukan yang bukan harga masukan saat ini.

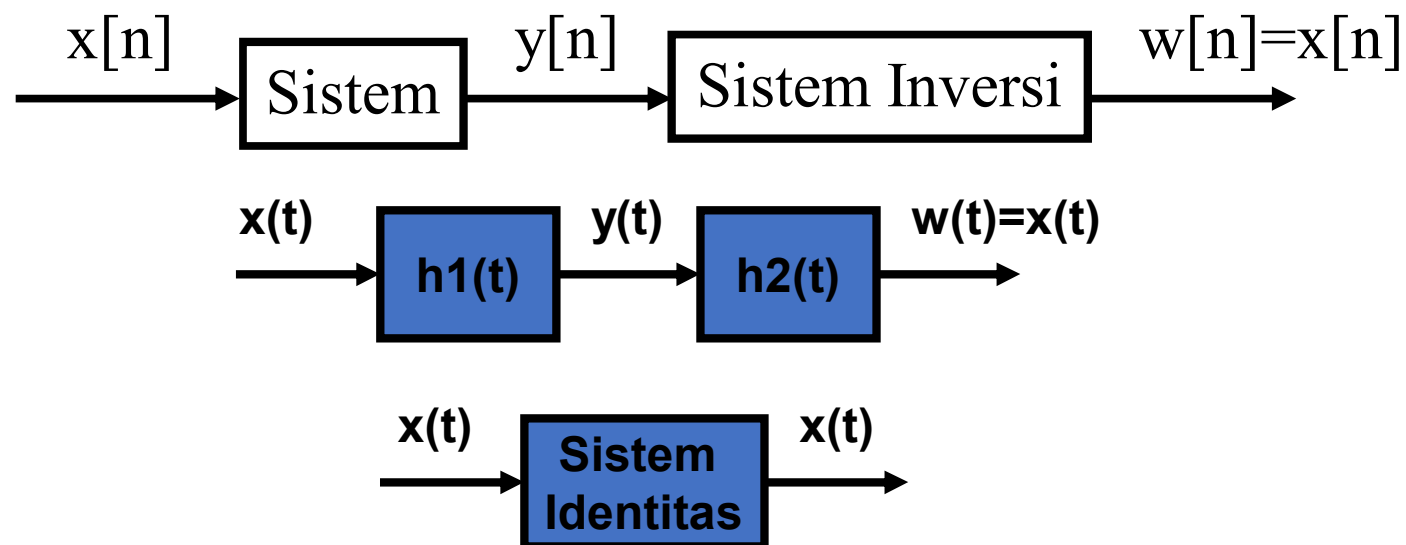
Contoh : $y[n] = \sum x[k]$; akumulator

$y[n] = x[n-1]$; delay

$y[n] = \sum x[k] + x[n]$

6.b Sistem Invertibilitas dan Sistem Inversi

Sistem invertibel jika masukan yang tertentu menghasilkan keluaran yang tertentu. Jika sistem invertibel, maka ada sistem inversi yang diseri dengan sistem asli, menghasilkan keluaran yang sama dengan masukan ke sistem pertama.



6.c Kausalitas Sistem LTI

- Keluaran dari sistem kausal hanya tergantung pada harga masukan sistem pada saat sekarang dan masukan yang telah lalu.
- $y[n]$ tidak boleh tergantung pada $x[k]$ untuk $k > n$ (masa yang akan datang).

$$y[n] = \sum_{k=-\infty}^n x[k]h[n-k]$$

$$h[n] = 0 \text{ untuk } n < 0$$

6.d Stabilitas Sistem LTI

Sistem adalah stabil jika setiap masukan dibawah batas tertentu menghasilkan keluaran dibawah batas tertentu juga.

$$|x[n]| < Bx \quad \text{untuk semua } n$$

$$|y[n]| = \left| \sum_{k=-\infty}^{+\infty} h[k]x[n-k] \right|$$

$$|x[n-k]| < Bx$$

$$|y[n]| < By$$

$$|y[n]| = \left| \sum_{k=-\infty}^{+\infty} h[k]x[n-k] \right| < By$$

7. Sistem Linier dan Sistem Tidak Linier

Sebuah sistem disebut linier jika memenuhi 2 sifat matematik :

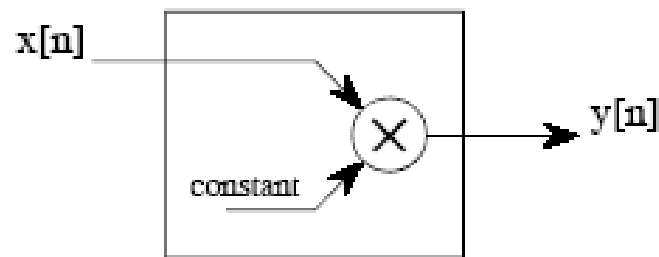
- Homogeneity
- Additivity

Dan terdapat sifat tambahan ketiga, yaitu :

- Shift Invariance

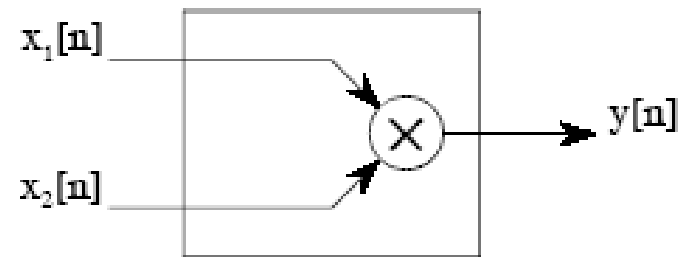
Serta terdapat sifat khusus, yaitu :

- Komutatif, Distributif, Asosiatif



Linear

a. Multiplication by a constant



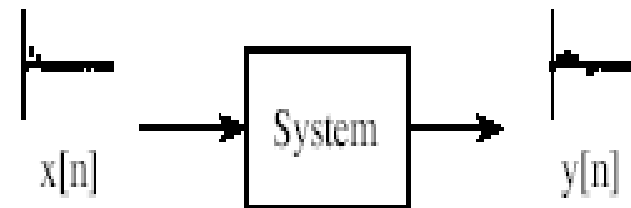
Nonlinear

b. Multiplication of two signals

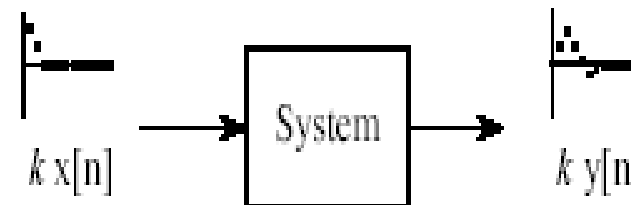
7.a Homogeneity

Definisi Homogeneity, sebuah sistem dikatakan homogen jika sebuah amplitudo berubah pada masukan menghasilkan sebuah perubahan amplitudo yang identik pada keluaran. Jika $x[n]$ menghasilkan $y[n]$, maka $k \cdot x[n]$ menghasilkan $k \cdot y[n]$, dimana k adalah konstanta.

IF



THEN



7.a Contoh Homogeneity

Linear statis menyatakan bagaimana sebuah sistem linier bereaksi ketika sinyal-sinyal tidak berubah, misalnya DC atau statis. Respon statis dari sebuah sistem linier sangat sederhana: keluaran adalah hasil perkalian masukan dengan sebuah konstanta.

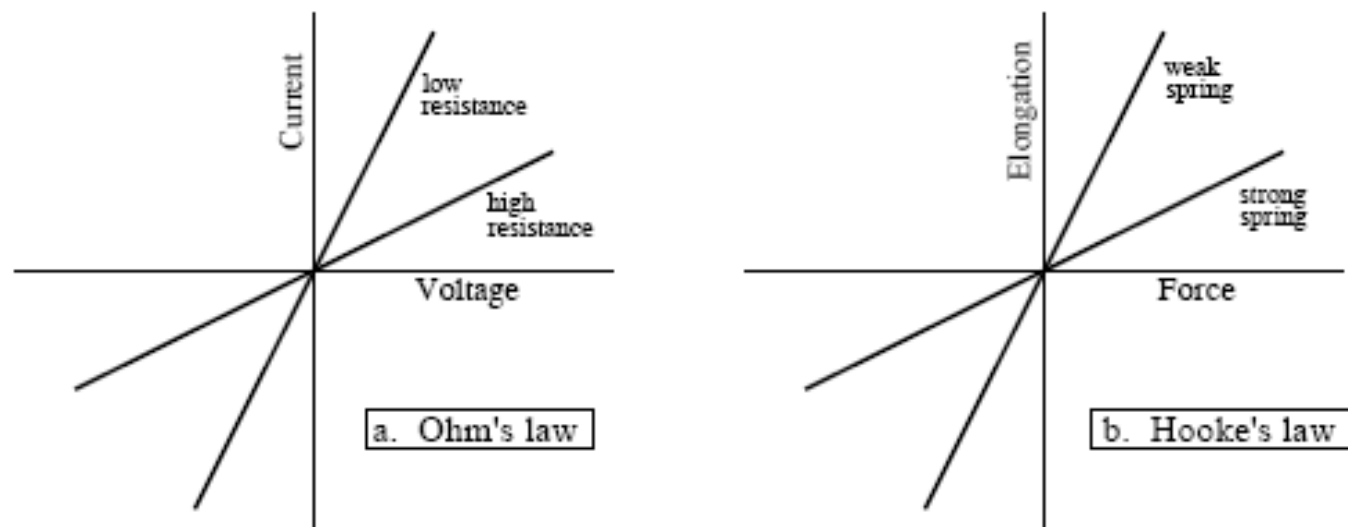
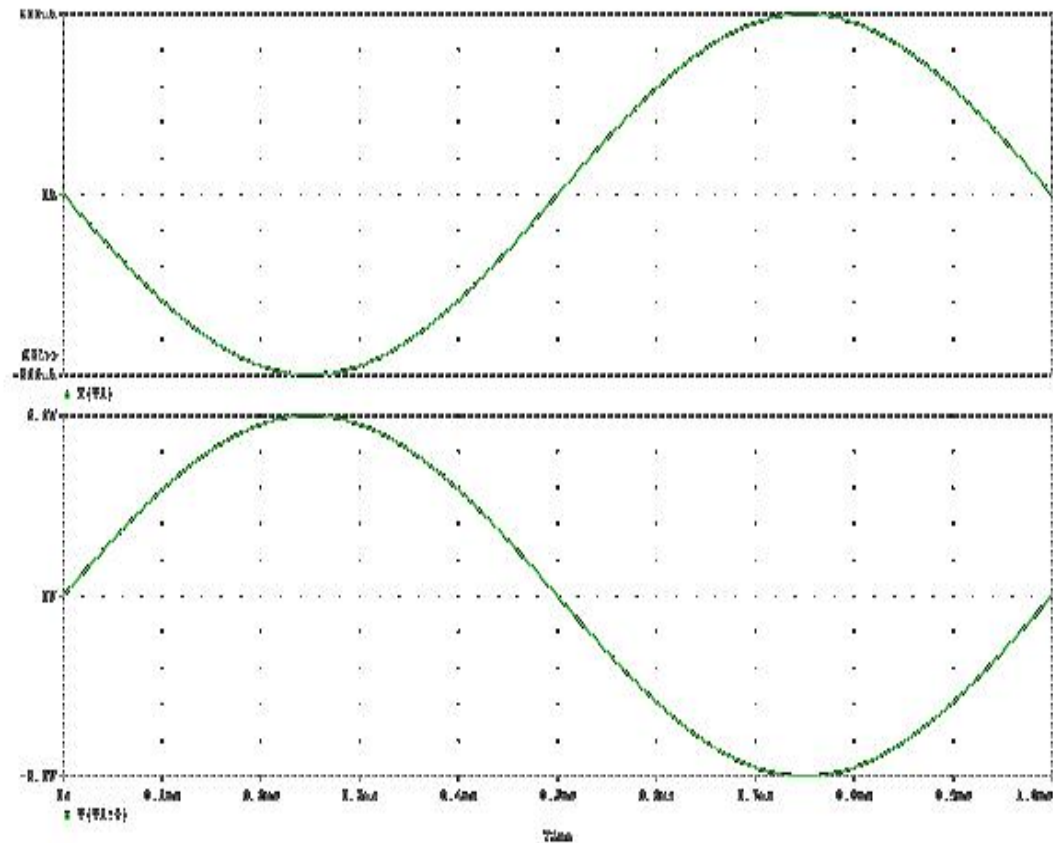
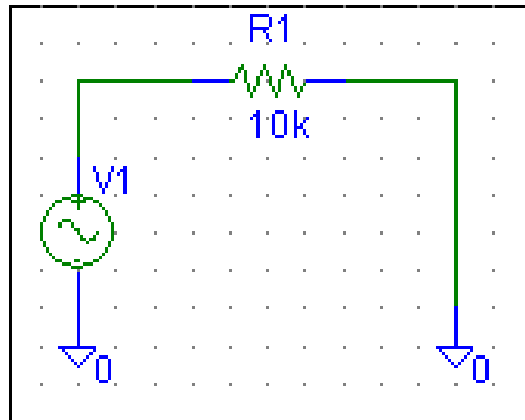


FIGURE 5-5

Two examples of static linearity. In (a), Ohm's law: the current through a resistor is equal to the voltage across the resistor divided by the resistance. In (b), Hooke's law: The elongation of a spring is equal to the applied force multiplied by the spring stiffness coefficient.

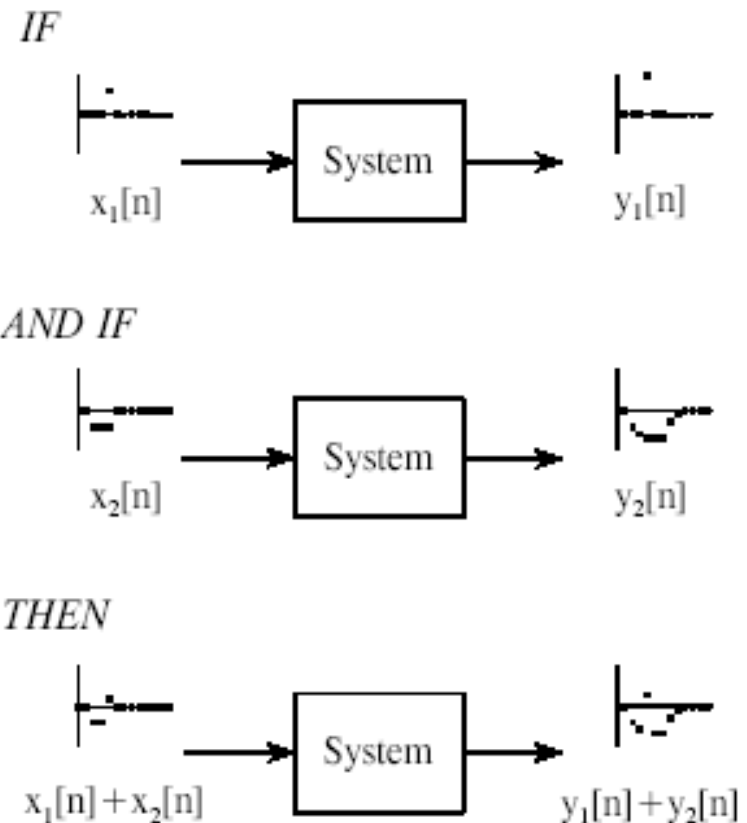
7.a Contoh Homogeneity (Hukum Ohm)



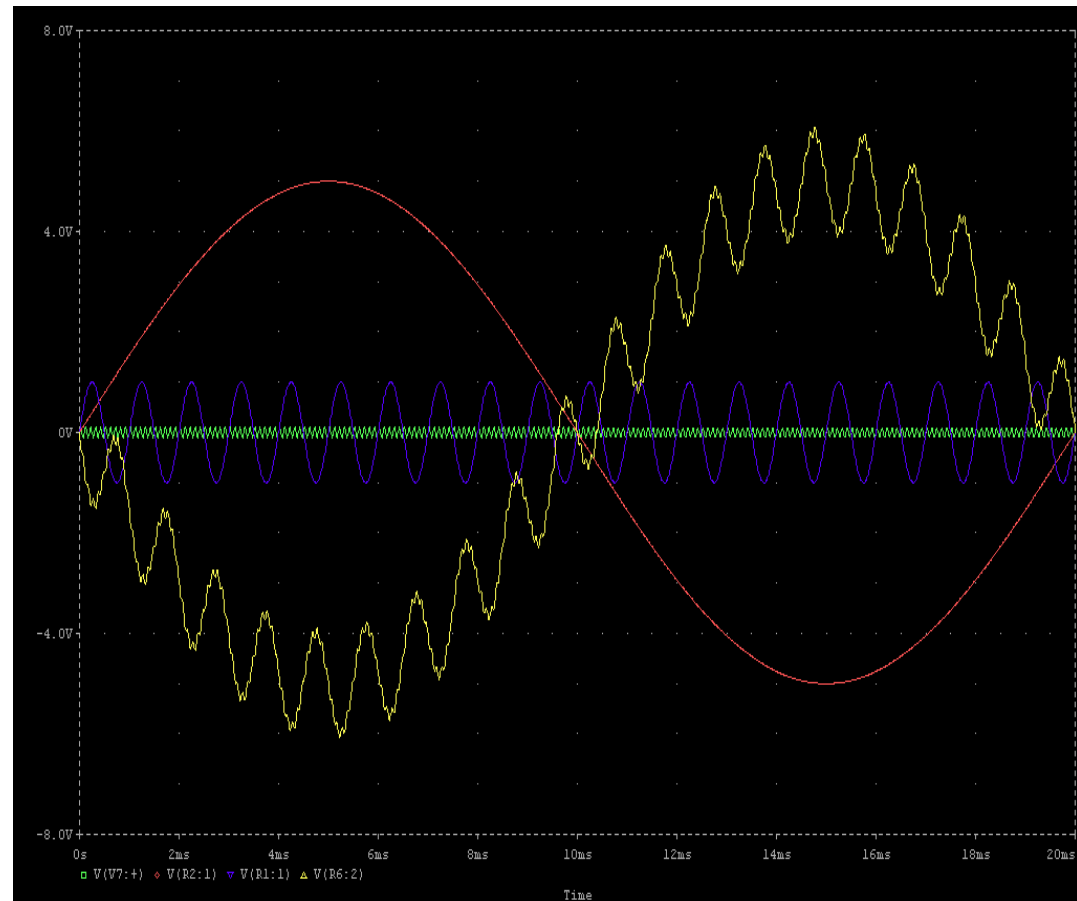
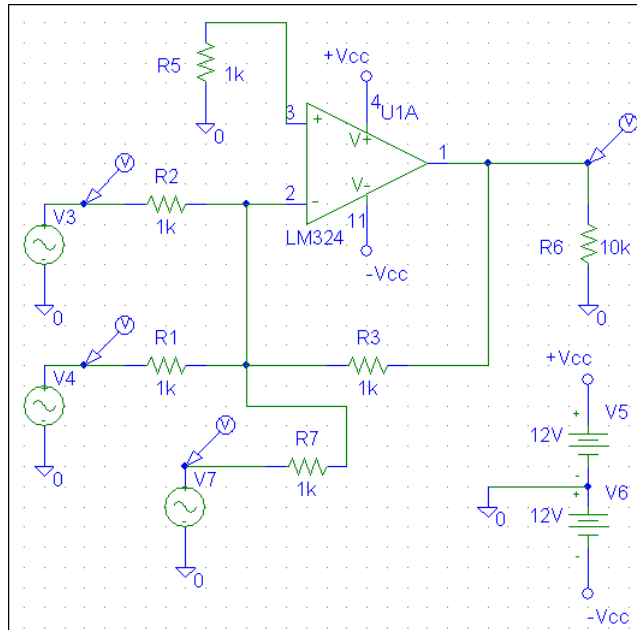
7.b Additivity

Definisi Additivity, sebuah sistem dikatakan additif jika penambahan sebuah sinyal melewati sinyal lainnya tanpa saling berinteraksi.

Secara formal, jika $x_1[n]$ menghasilkan $y_1[n]$ dan jika $x_2[n]$ menghasilkan $y_2[n]$, maka $x_1[n] + x_2[n]$ menghasilkan $y_1[n] + y_2[n]$.



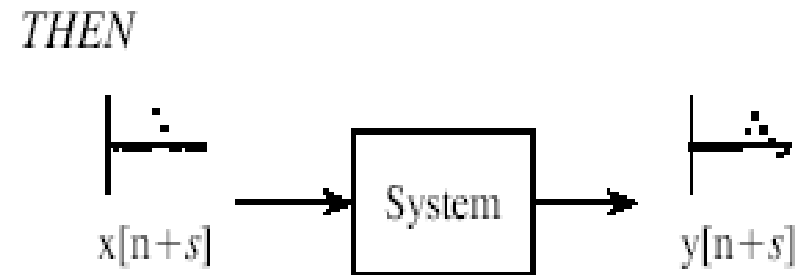
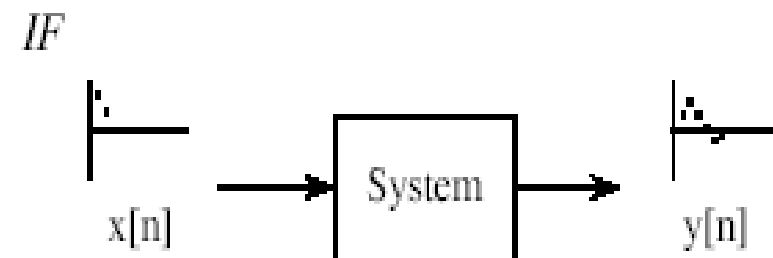
7.b Contoh Additivity (Adder Op-Amp)



7.c Shift Invariance

Definisi Shift Invariance, sebuah sistem dikatakan shift invariance jika pergeseran pada sinyal masukan menyebabkan pergeseran yang identik pada sinyal keluaran.

Dalam matematika, jika $x[n]$ menghasilkan $y[n]$, maka $x[n+s]$ menghasilkan $y[n+s]$, dimana s adalah konstanta.



7.d Komutatif

Sifat komutatif pada sistem linier, ketika dua atau lebih sistem linier disusun secara seri / kaskade, urutan dari sistem tidak mempengaruhi karakteristik dari kombinasi sistem secara keseluruhan.

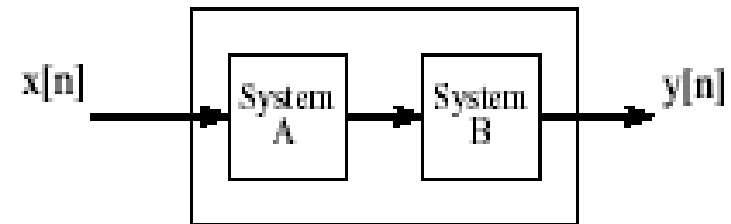
A. Waktu Diskrit

$$x[n] * h[n] = h[n] * x[n] = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} h[k]x[n-k]$$

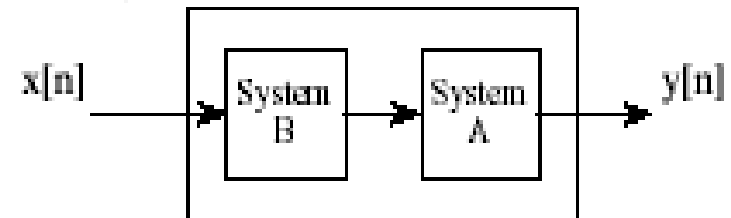
B. Waktu Kontinyu

$$x(t) * h(t) = h(t) * x(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} h(\tau)x(t-\tau)d\tau$$

IF



THEN



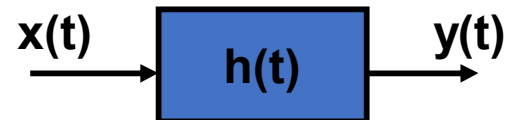
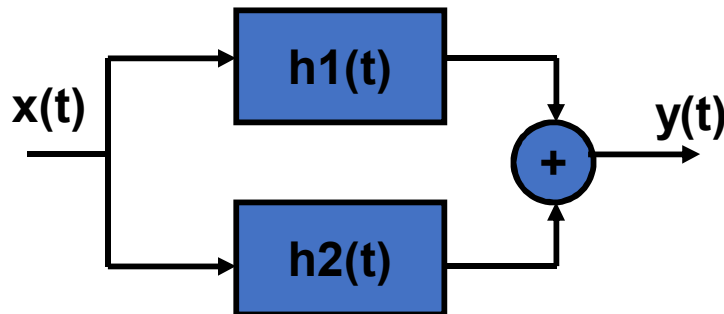
7.d Distributif

A. Waktu Diskrit

$$x[n] * (h_1[n] + h_2[n]) = x[n] * h_1[n] + x[n] * h_2[n]$$

B. Waktu Kontinyu

$$x(t) * (h_1(t) + h_2(t)) = x(t) * h_1(t) + x(t) * h_2(t)$$



7.d Asosiatif

A. Waktu Diskrit

$$x[n] * (h_1[n] * h_2[n]) = (x[n] * h_1[n]) * h_2[n]$$

B. Waktu Kontinyu

$$x(t) * (h_1(t) * h_2(t)) = (x(t) * h_1(t)) * h_2(t)$$

8. Linearitas dan Invariansi Waktu

- 2 sifat dasar sistem :
 - Linieritas
 - Invariansi waktu
- Alasan utama munculnya 2 sifat tsb :
 - Rata-rata pemrosesan fisik memiliki sifat tsb → linier waktu-invarian (Linear Time Invariant = LTI)
 - Merupakan perangkat yang ampuh untuk membentuk inti dari analisis sinyal dan sistem
- Sistem LTI → Sifat Superposisi

9. Contoh Sistem Linier

- Wave propagation such as sound and electromagnetic waves
- Electrical circuits composed of resistors, capacitors, and inductors
- Electronic circuits, such as amplifiers and filters
- Mechanical motion from the interaction of masses, springs, and dashpots (dampeners)
- Systems described by differential equations such as resistor-capacitor-inductor networks
- Multiplication by a constant, that is, amplification or attenuation of the signal
- Signal changes, such as echoes, resonances, and image blurring
- The unity system where the output is always equal to the input

9. Contoh Sistem Linier

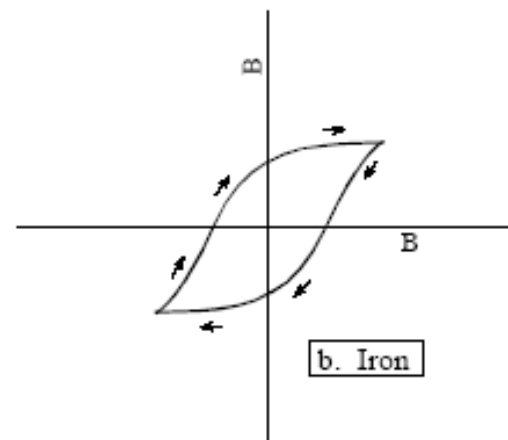
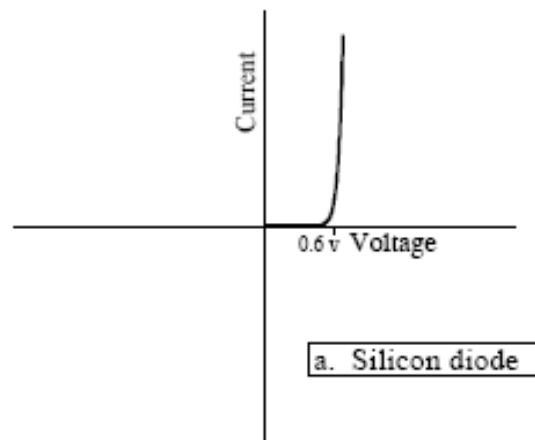
- The null system where the output is always equal to the zero, regardless of the input
- Differentiation and integration, and the analogous operations of *first difference* and *running sum* for discrete signals
- Small perturbations in an otherwise nonlinear system, for instance, a small signal being amplified by a properly biased transistor
- Convolution, a mathematical operation where each value in the output is expressed as the sum of values in the input multiplied by a set of weighing coefficients.
- Recursion, a technique similar to convolution, except previously calculated values in the output are used in addition to values from the input

10. Contoh Sistem Non Linier

- Systems that do not have static linearity, for instance, the voltage and power in a resistor: $P=V^2/R$, the radiant energy emission of a hot object depending on its temperature: $R=kT^4$, the intensity of light transmitted through a thickness of translucent material, etc.
- Systems that do not have sinusoidal fidelity, such as electronics circuits for: peak detection, squaring, sine wave to square wave conversion, frequency doubling, etc.
- Common electronic distortion, such as clipping, crossover distortion and slewing
- Multiplication of one signal by another signal, such as in amplitude modulation and automatic gain controls

10. Contoh Sistem Non Linier

- Hysteresis phenomena, such as magnetic flux density versus magnetic intensity in iron, or mechanical stress versus strain in vulcanized rubber
- Saturation, such as electronic amplifiers and transformers driven too hard
- Systems with a threshold, for example, digital logic gates, or seismic vibrations that are strong enough to pulverize the intervening rock



11. Soal/Tugas

1. Apakah sistem itu? Berikan penjelasan anda beserta contohnya!
2. Sistem dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis. Sebutkan dan jelaskan masing-masing!
3. Sebutkan dan jelaskan persyaratan sebuah sistem dikatakan linier!
4. Jelaskan dengan pembuktian bahwa sistem berpangkat lebih dari satu dikategorikan sebagai sistem non linier!

11. Soal/Tugas

5. Menurut anda, apakah gambar dibawah ini merupakan sistem linier? Jawaban anda harus disertai dengan pembuktian! Asumsikan V_1 , V_2 dan V_3 bernilai masing-masing 2 V, 3 V dan 4 V.

