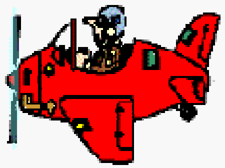
Fungsi dan Sinyal

Slide : Tri Harsono

PENS - ITS

Kelas Fungsi (Jenis Fungsi)

- Ada 3 kelas dari fungsi:
  A. Fungsi Periodik,
  B. Fungsi Non Periodik,
  C. Fungsi Random

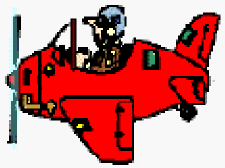


A. Fungsi Periodik

- Suatu fungsi f(t) dikatakan periodik, bila:

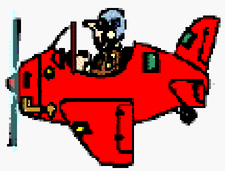
  $f(t) = f(t + T)$ untuk semua t

  Dimana T = periode fungsi tsb.

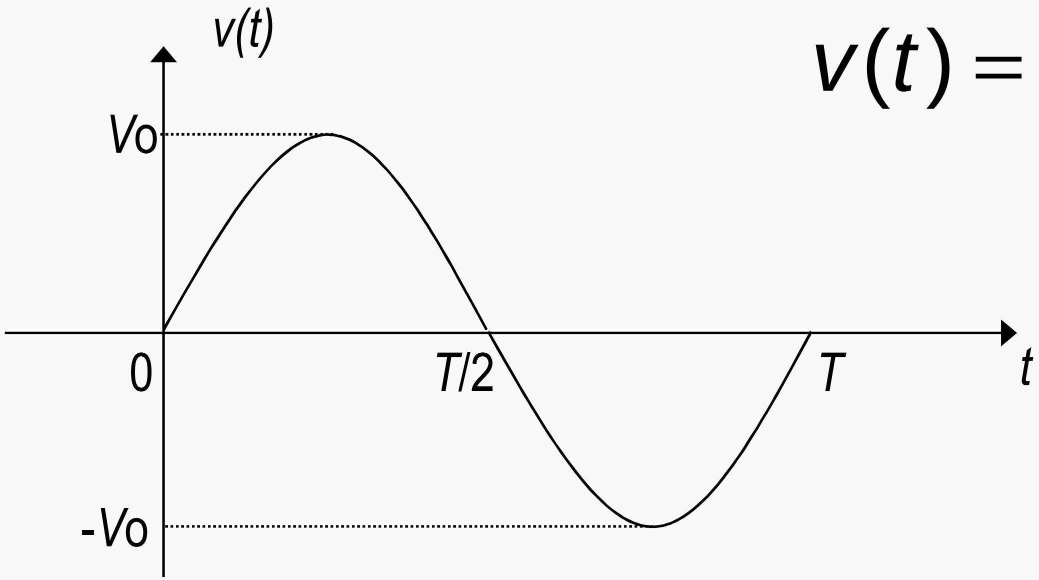


4 Tipe Fungsi Periodik

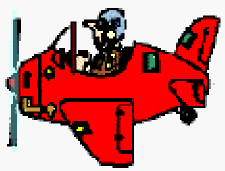
1. Sine wave,
2. Periodic pulse,
3. Periodic tone burst,
4. Repetition of a recording every *T* second



1. Sine Wave

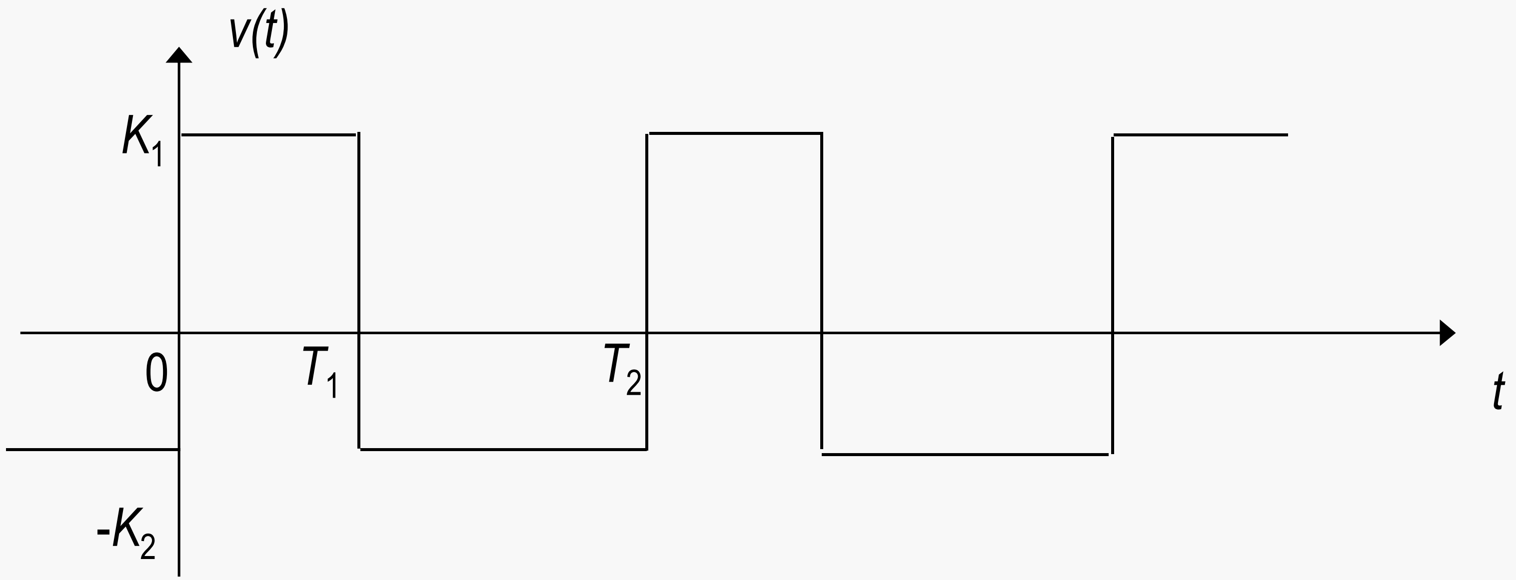


$$v(t) = V_o \sin \omega t$$



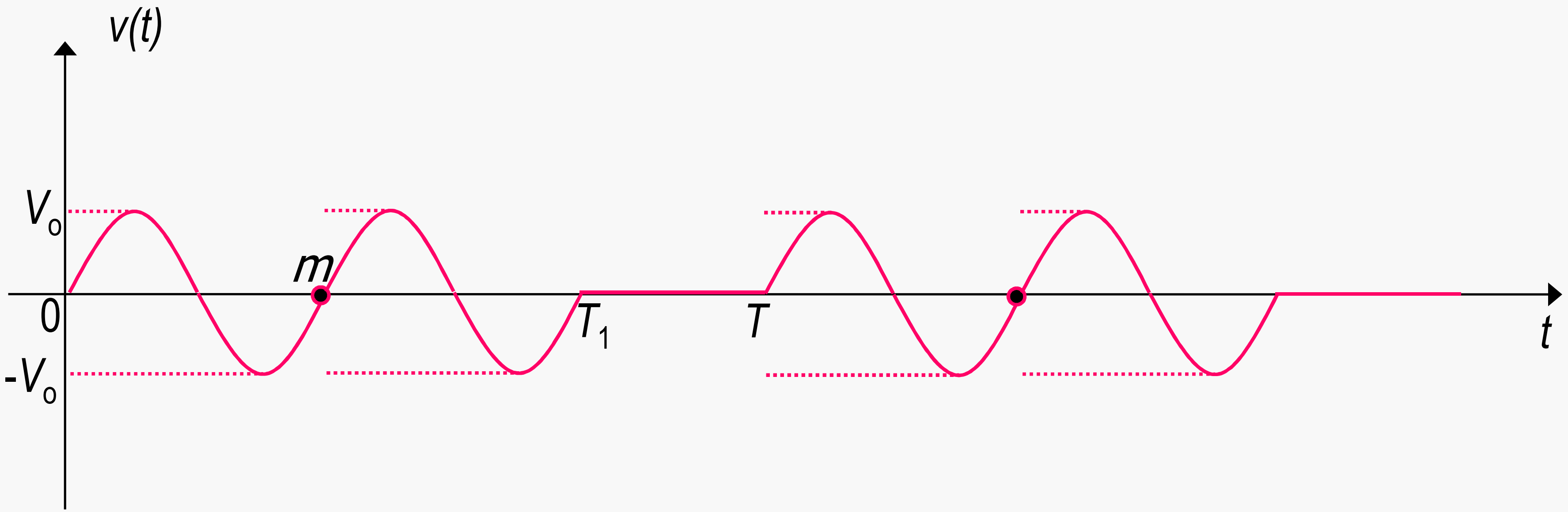
2. Periodic pulse

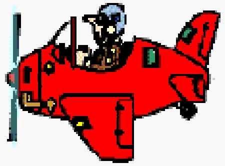
$$v(t) = \begin{cases} K_1 & 0 < t < T_1 \\ -K_2 & T_1 < t < T \end{cases}$$



3. Periodic tone burst

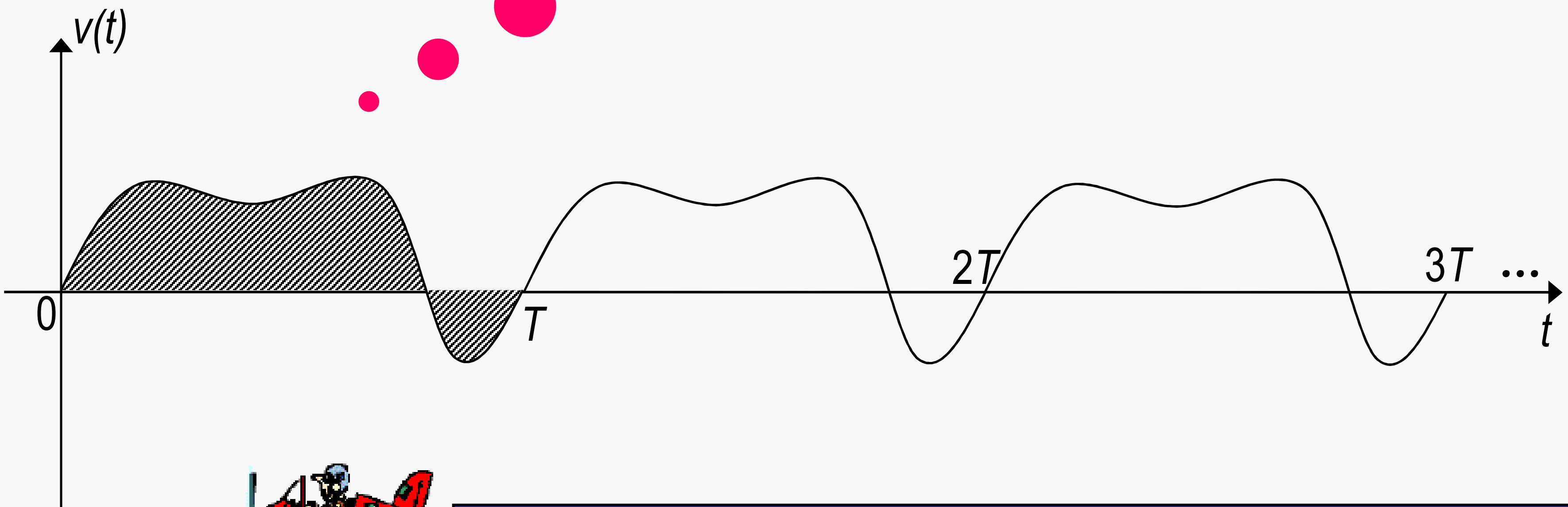
$$v(t) = \begin{cases} V_o \sin \dfrac{2\pi}{m} t & 0 < t < T_1 \\ 0 & T_1 < t < T \end{cases}$$

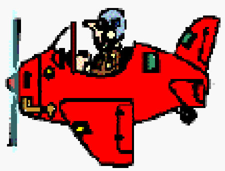




4. Repetition of a recording every *T* second

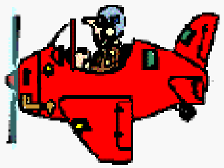
Penyajian fungsi sinyal ini
kemungkinan dapat
digunakan dg metode
deret Fourier





B. Fungsi Non Periodik

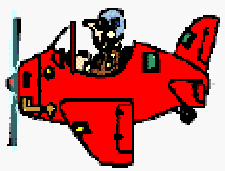
- Fungsi-Fungsi Non Periodik yang sering digunakan dalam bidang engineering:
  i. Fungsi Polinomial
  ii. Fungsi Eksponensial
  iii. Fungsi Logaritmik



Institut Teknologi Sepuluh Nopember

i. Fungsi Polinomial

- Jenis-jenis Fungsi Polinomial:
  - Fungsi Ramp Linear
  - Fungsi Konstan
  - Fungsi Tangga Satuan



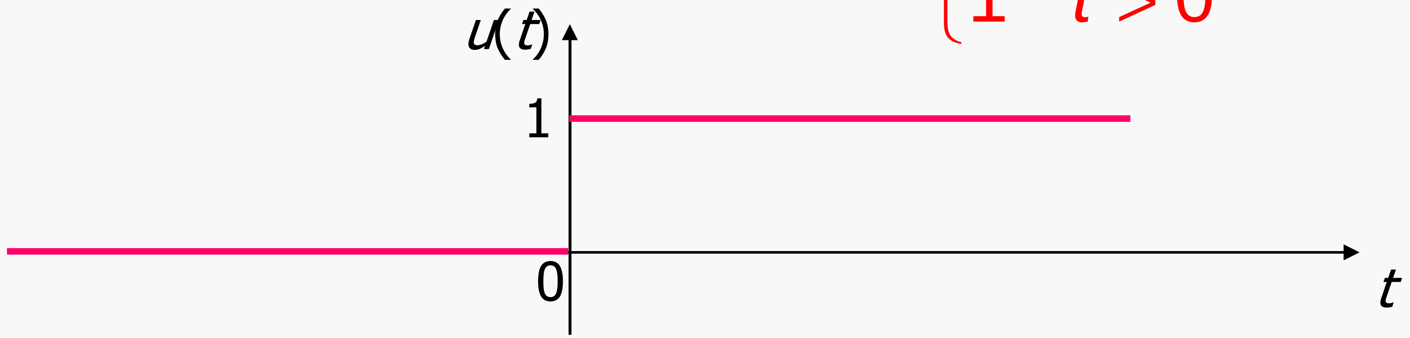
Fungsi Ramp Linear

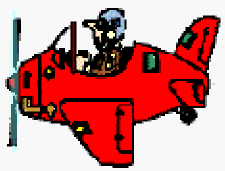
Fungsi Konstan

Fungsi Tangga Satuan (Unit Step Function)

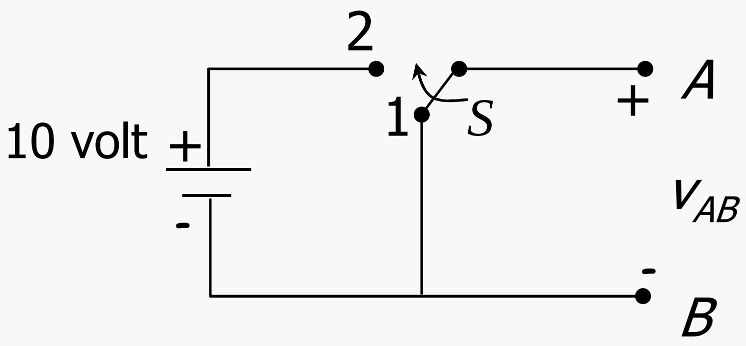
- Unit step function (=fungsi tangga satuan) adalah fungsi yg bernilai 1 satuan untuk t positif dan NOL untuk t negatif,
- Persamaan fungsinya :

$$u(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ 1 & t > 0 \end{cases}$$



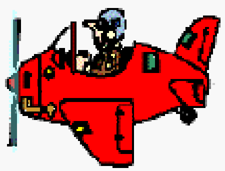


Fungsi Tangga Satuan (Unit Step Function)



- ***Contoh 29*** : Perhatikan rangkaian di atas. Switch digerakkan ke posisi 2 pada saat $t = t_0$. Nyatakan v_{AB} dalam fungsi tangga satuan

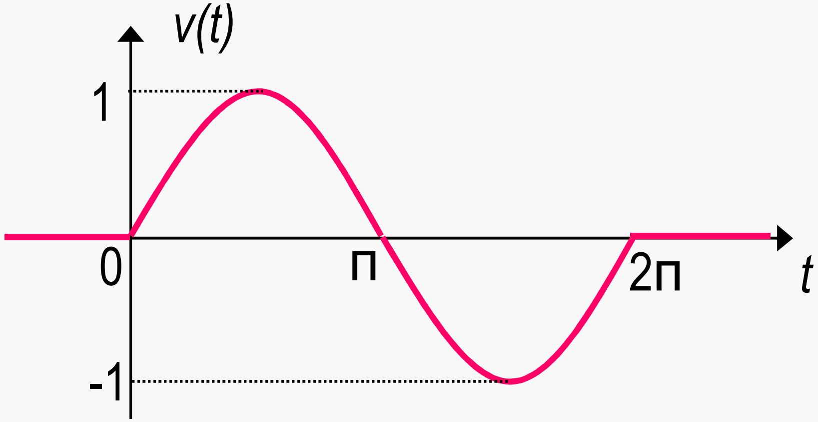
- ***Solusi*** :
- Munculnya tegangan 10 volt pada AB ditunda sampai dengan $t = t_0$
- Gantikan parameter t dalam fungsi step $(t - t_0)$
- Sehingga : $v_{AB} = 10u(t - t_0)$



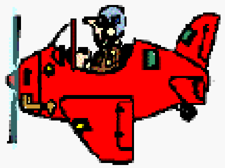
Fungsi Tangga Satuan (Unit Step Function)

- ***Contoh 30*** : Jika switch digerakkan ke posisi 2 pada saat t =0, dan dibalikkan ke posisi 1 pada t =5 sec. Nyatakan v_{AB} dalam fungsi step.
- ***Solusi*** : $v_{AB} = 10[u(t) - u(t - 5)]$

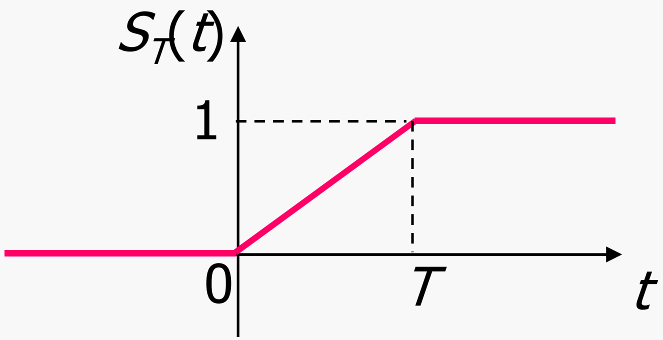
- ***Contoh 31*** : Nyatakan fungsi tegangan berikut dalam fungsi tangga satuan



Solusi :
$v(t) = [u(t) - u(t - 2\pi)] \sin t$

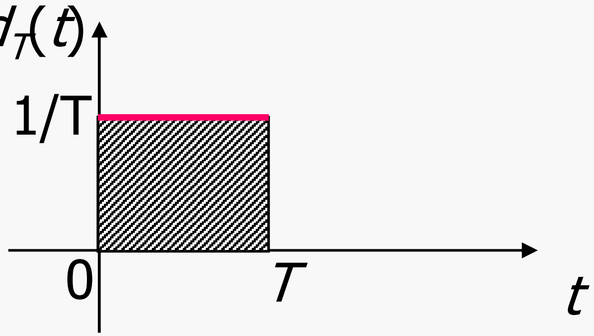


Unit Impulse Function

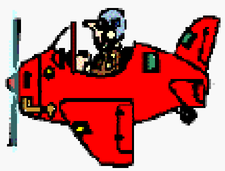


$$S_T(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ \frac{1}{T}t & 0 < t < T \\ 0 & t > 0 \end{cases}$$

derivative

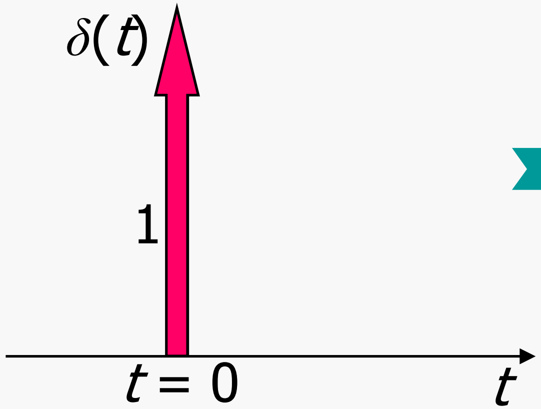


$$d_T(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ \frac{1}{T} & 0 < t < T \\ 0 & t > 0 \end{cases}$$



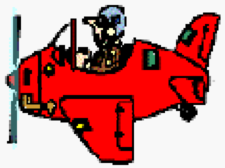
Unit Impulse Function

- Bila waktu transisi T dikurangi, gambar fungsi $S_T(t)$ menjadi lebih sempit dan lebih tinggi,
- Tetapi luas di bawah pulsa tetap = 1.
- Bila dinyatakan T mendekati NOL pada fungsi $S_T(t)$, maka limit fungsi $S_T(t)$ menjadi unit step $u(t)$,
- Derivatifnya adalah : unit impulse δ(t) dengan lebar NOL dan tinggi infinite.
- Unit impulse atau unit delta function didef.kan:



$$\delta(t) = 0; t \neq 0$$

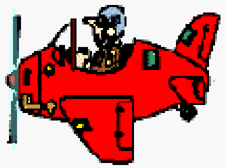
$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta(t)\,dt = 1$$



ii. Fungsi Eksponensial

$$f(t) = e^{at} \Rightarrow \begin{cases} a > 0 \rightarrow \text{Nilai fungsi naik terhadap waktu} \\ a < 0 \rightarrow \text{Nilai fungsi turun terhadap waktu} \end{cases}$$

- Invers dari a mempunyai dimensi waktu, disebut dengan time constant $\tau = 1/a$.
- Ploting fungsi $y = e^{-t/\tau}$ thd *t* seperti di bawah ini,
- Fungsi bernilai semakin turun dari 1 (utk t=0) sampai NOL (utk $t = \infty$),
- Untuk $t = \tau$ detik, nilai fungsi pada $e^{-1} = 0.368$.
- Untuk $\tau = 1$ detik, fungsi menjadi e^{-t}, disebut :"*normalized exponential*"



iii. Fungsi Logaritmik

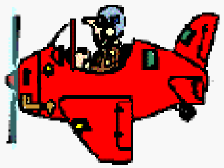
C. Fungsi Random

Sinusoidal function

- Suatu sinyal tegangan sinusoida diberikan sbb :

$$v(t) = V_0 \cos(\omega t + \theta)$$

V_0 = amplitudo,
ω = kecepatan/frekuensi anguler (rad/s),
θ = sudut phase (derajad)



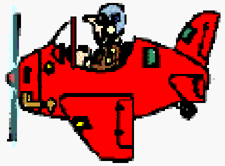
Sinusoidal function

$$\omega = 2\pi f$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$$

$$T = \frac{1}{f} = \frac{2\pi}{\omega}$$

⇒ f = frekuensi (Hz = cycles/s),
T = periode (second)



Institut Teknologi Sepuluh Nopember

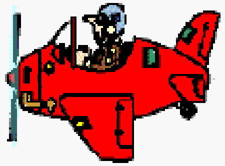
Sinusoidal function

- ***Contoh 1*** :
  Gambar sketsa grafik dari masing-masing fungsi gelombang berikut dan tentukan periode dan frekuensinya.

1. $v_1(t) = \cos t$
2. $v_2(t) = \sin t$
3. $v_3(t) = 2\cos 2\pi t$
4. $v_4(t) = 2\cos\left(\frac{\pi}{4}t - 45°\right) = 2\cos\left(\frac{\pi}{4}t - \frac{\pi}{4}\right) = 2\cos\left(\frac{\pi}{4}(t-1)\right)$
5. $v_5(t) = 5\cos\left(10t + 60°\right) = 5\cos\left(10t + \frac{\pi}{3}\right) = 5\cos 10\left(t + \frac{\pi}{30}\right)$

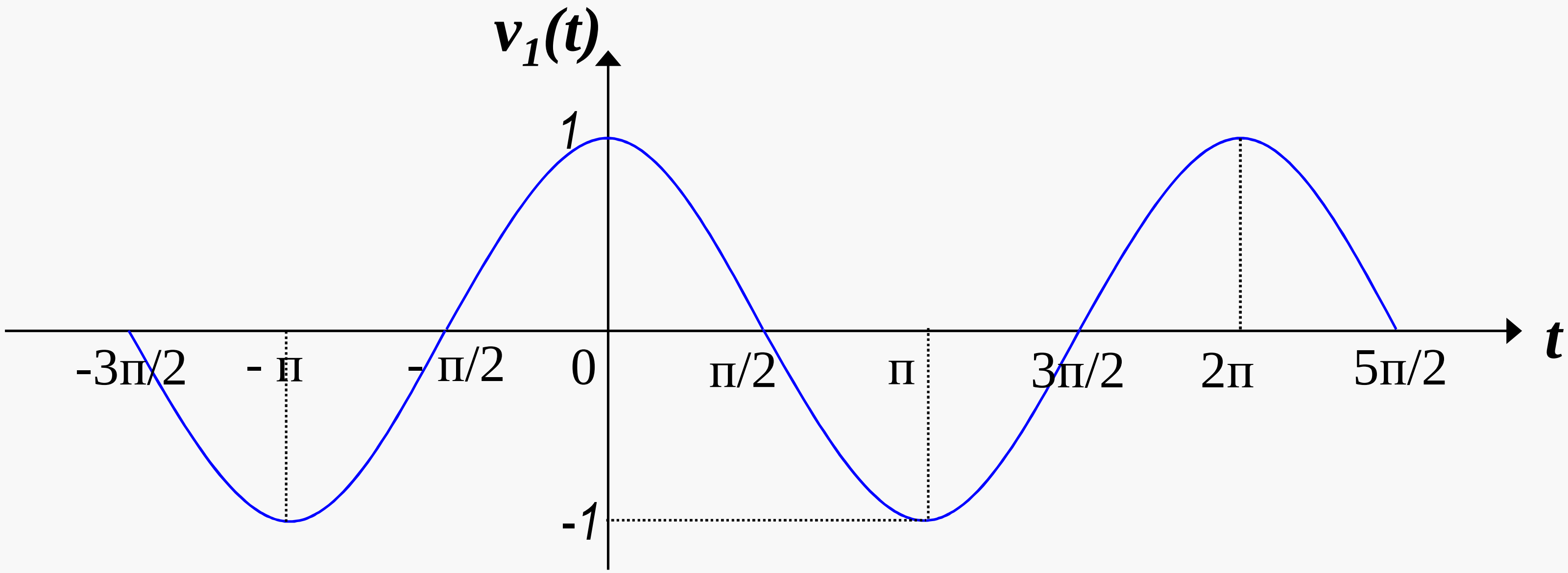
Phase shift

time shift



Sinusoidal function

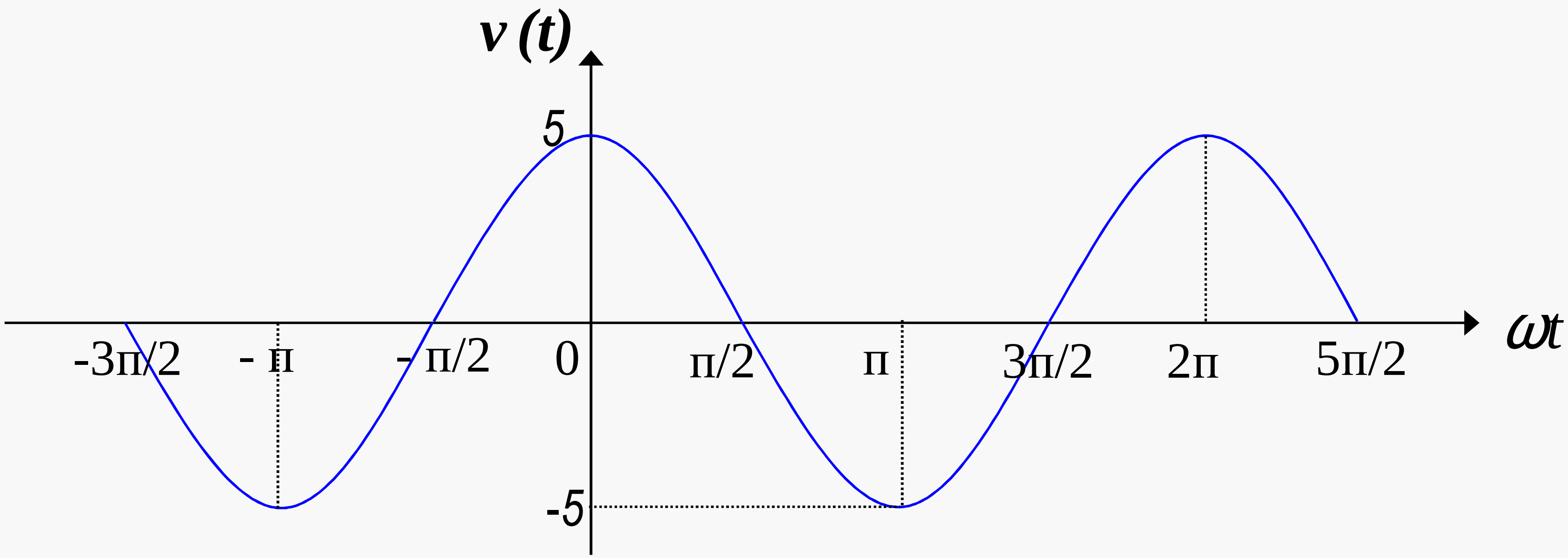
a). $v_1(t) = \cos t$

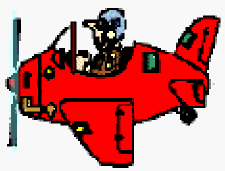


Sinusoidal function

- ***Contoh 2*** :

  Gambarkan v(t) = 5cosωt dalam ωt.





Time Shift dan Phase Shift

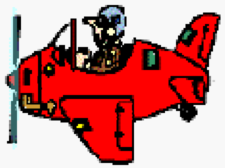
$$v(t) = \cos \omega t$$

$$v(t-a) = \cos \omega (t-a)$$ ➡ Delay/tunda sebesar a sec.

$$v(t-a) = \cos(\omega t - \omega a)$$

$$v(t-a) = \cos(\omega t - \theta)$$ ➡ $$\theta = \omega a$$

Pergeseran phase sebesar θ bersesuaian dengan pergeseran waktu a



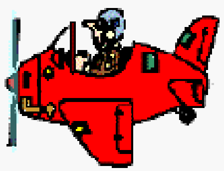
Time Shift dan Phase Shift

- ***Contoh 3*** :

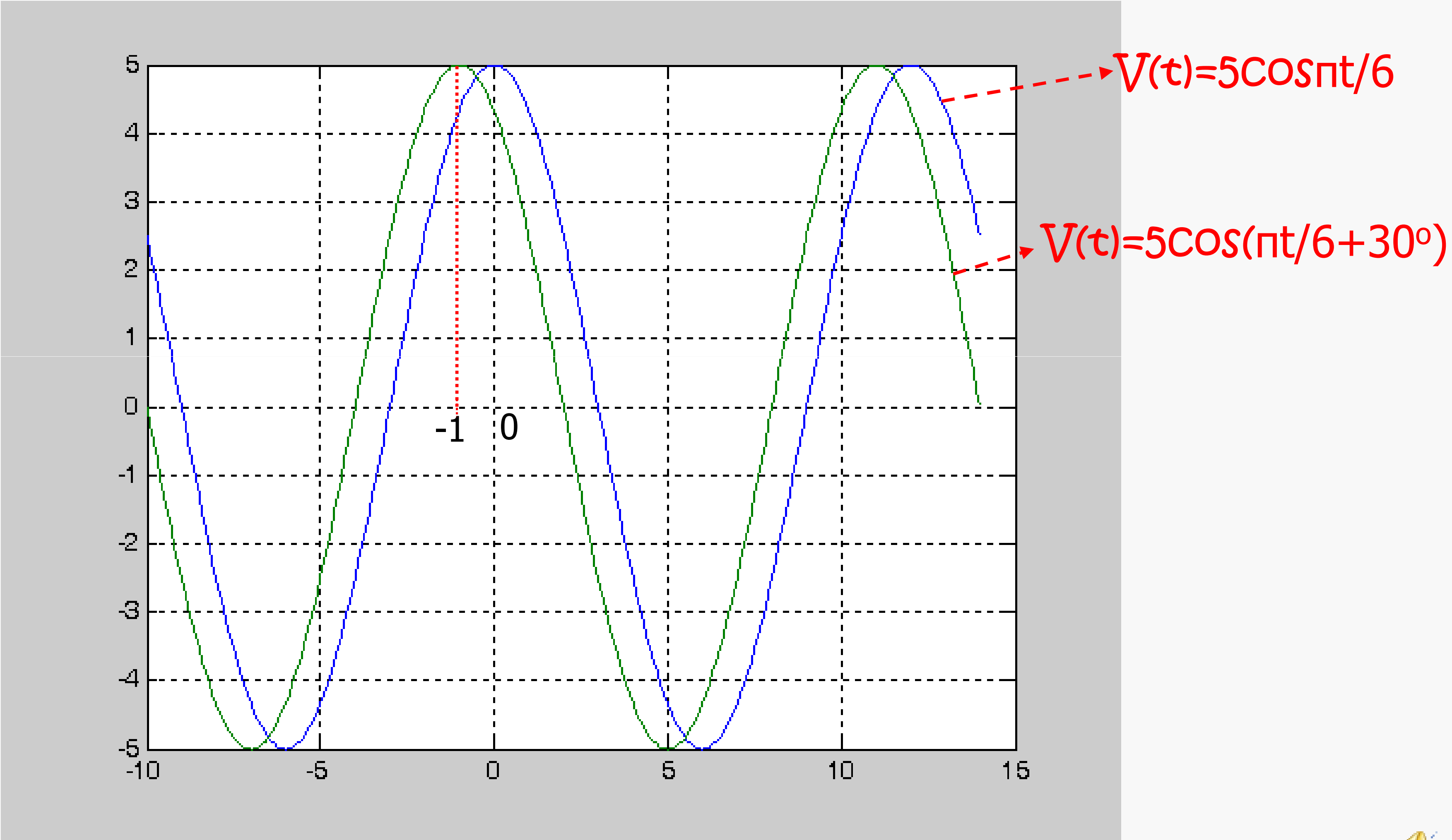
  Gambarkan $v(t) = 5\cos(\pi t/6 + 30^o)$ volt dalam t dan $\pi t/6$.

Keterangan:

nyatakan persamaan fungsi tersebut dalam time shifting,
ternyata dalam time shifting, fungsi itu bergeser sebesar 1 sekon
"leading (mendahului)"



Time Shift dan Phase Shift



ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Time Shift dan Phase Shift

- ***Contoh 4*** :
  - Suatu sistem rangkaian linier mempunyai pasangan input-output sbb:

$$input: \quad v_i(t) = A\cos\omega t, \quad output: \quad v_o(t) = A\cos(\omega t - \theta)$$

$$Diberikan: v_i(t) = \cos\omega_1 t + \cos\omega_2 t$$

Tentukan $v_o(t)$, bila:

a. $\theta = 10^{-6}\,\omega$ (pergeseran phase proporsional/berbanding linier thd frequensi ω)

b. $\theta = 10^{-6}$ (pergeseran phase konstan)

Time Shift dan Phase Shift

- ***Solusi*** :

a. $\theta_1 = 10^{-6}\omega_1$, $\theta_2 = 10^{-6}\omega_2$, sehingga :

$$v_o(t) = A\cos(\omega_1 t - \theta_1) + A\cos(\omega_2 t - \theta_2)$$

$$v_o(t) = A\cos(\omega_1 t - 10^{-6}\omega_1) + A\cos(\omega_2 t - 10^{-6}\omega_2)$$

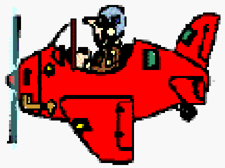
$$v_o(t) = A\cos\omega_1(t - 10^{-6}) + A\cos\omega_2(t - 10^{-6})$$

$$v_o(t) = A\cos\omega_1(t - \tau) + A\cos\omega_2(t - \tau) \rightarrow \tau = 10^{-6}$$

$$v_o(t) = V_{i1}(t - \tau) + V_{i2}(t - \tau)$$

$$v_o(t) = V_i(t - \tau)$$

Tegangan output mempunyai bentuk seperti tegangan input (**tanpa distorsi**), dengan pergeseran Waktu sebesar 10^{-6} atau 1 μsec.



Time Shift dan Phase Shift

- ***Solusi*** :

b. $\theta_1=10^{-6}$, $\theta_2=10^{-6}$, sehingga :

$$v_o(t) = A\cos(\omega_1 t - \theta_1) + A\cos(\omega_2 t - \theta_2)$$

$$v_o(t) = A\cos(\omega_1 t - 10^{-6}) + A\cos(\omega_2 t - 10^{-6})$$

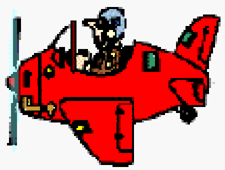
$$v_o(t) = A\cos\omega_1(t - \frac{10^{-6}}{\omega_1}) + A\cos\omega_2(t - \frac{10^{-6}}{\omega_2})$$

$$v_o(t) = V_{i1}(t - \tau_1) + V_{i2}(t - \tau_2) \rightarrow \quad \tau_1 = \frac{10^{-6}}{\omega_1}, \quad \tau_2 = \frac{10^{-6}}{\omega_2}$$

Tegangan output merupakan bentuk **distorsi** dari tegangan input, dengan pergeseran waktu yg mengandung komponen frekuensi

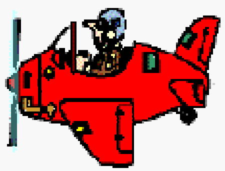
Kombinasi Fungsi2 Periodik

- Jumlahan 2 fungsi periodik dengan periode T_1 dan T_2 adalah sebuah fungsi periodik, bila dapat ditentukan sebuah periode umum $T = n_1 T_1 = n_2 T_2$, dimana n_1 dan n_2 integer.
- Perbandingan $T_1/T_2 = n_2/n_1$ menjadi sebuah bilangan rasional.
- Sebaliknya, jika tidak dipenuhi syarat tersebut, maka jumlahan 2 fungsi *bukan sebuah fungsi periodik*.
- ***Contoh 5*** : Tentukan periode dari v(t) = cos5t + 3sin(3t+45^o)



Kombinasi Fungsi2 Periodik

- ***Solusi*** :
- Periode dari cos5t adalah $T_1 = 2\pi/5$
- Periode dari 3sin(3t + 45°) adalah $T_2 = 2\pi/3$
- Maka $T = 2\pi = 5T_1 = 3T_2$

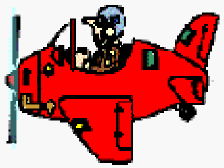


Kombinasi Fungsi2 Periodik

- Identitas Trigonometri

$$\sin\theta = -\sin(-\theta),$$
$$\cos\phi = \cos(-\phi),$$
$$\cos\theta = \sin(90^\circ - \theta),$$
$$\sin\theta = \cos(90^\circ - \theta),$$
$$\cos\theta = \sin(\theta + 90^\circ),$$
$$\sin\theta = \cos(\theta - 90^\circ),$$
$$\sin 2\theta = 2\sin\theta\cos\theta,$$
~~$1 + \sec^2\theta = tg^2\theta$~~

$$\cos 2\theta = \cos^2\theta - \sin^2\theta$$
$$\cos 2\theta = 2\cos^2\theta - 1$$
$$\cos 2\theta = 1 - 2\sin^2\theta,$$
$$\sin^2\theta = \frac{1-\cos 2\theta}{2},$$
$$\cos^2\theta = \frac{1+\cos 2\theta}{2},$$
$$\sin(\theta \pm \phi) = \sin\theta\cos\phi \pm \cos\theta\sin\phi,$$
$$\cos(\theta \pm \phi) = \cos\theta\cos\phi \mp \sin\theta\sin\phi,$$
$$\cos^2\theta + sin^2\theta = 1$$



Kombinasi Fungsi2 Periodik

$$\sin\theta\cos\phi = \frac{1}{2}\sin(\theta+\phi) + \frac{1}{2}\sin(\theta-\phi),$$

$$\cos\theta\sin\phi = \frac{1}{2}\sin(\theta+\phi) - \frac{1}{2}\sin(\theta-\phi),$$

$$\sin\theta\sin\phi = \frac{1}{2}\cos(\theta-\phi) - \frac{1}{2}\cos(\theta+\phi),$$

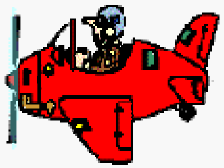
$$\cos\theta\cos\phi = \frac{1}{2}\cos(\theta+\phi) + \frac{1}{2}\cos(\theta-\phi),$$

$$\sin a + \sin b = 2\sin\frac{1}{2}(a+b)\cos\frac{1}{2}(a-b),$$

$$\sin a - \sin b = 2\cos\frac{1}{2}(a+b)\sin\frac{1}{2}(a-b)$$

$$\cos a + \cos b = 2\cos\frac{1}{2}(a+b)\cos\frac{1}{2}(a-b)$$

$$\cos a - \cos b = -2\sin\frac{1}{2}(a+b)\sin\frac{1}{2}(a-b)$$

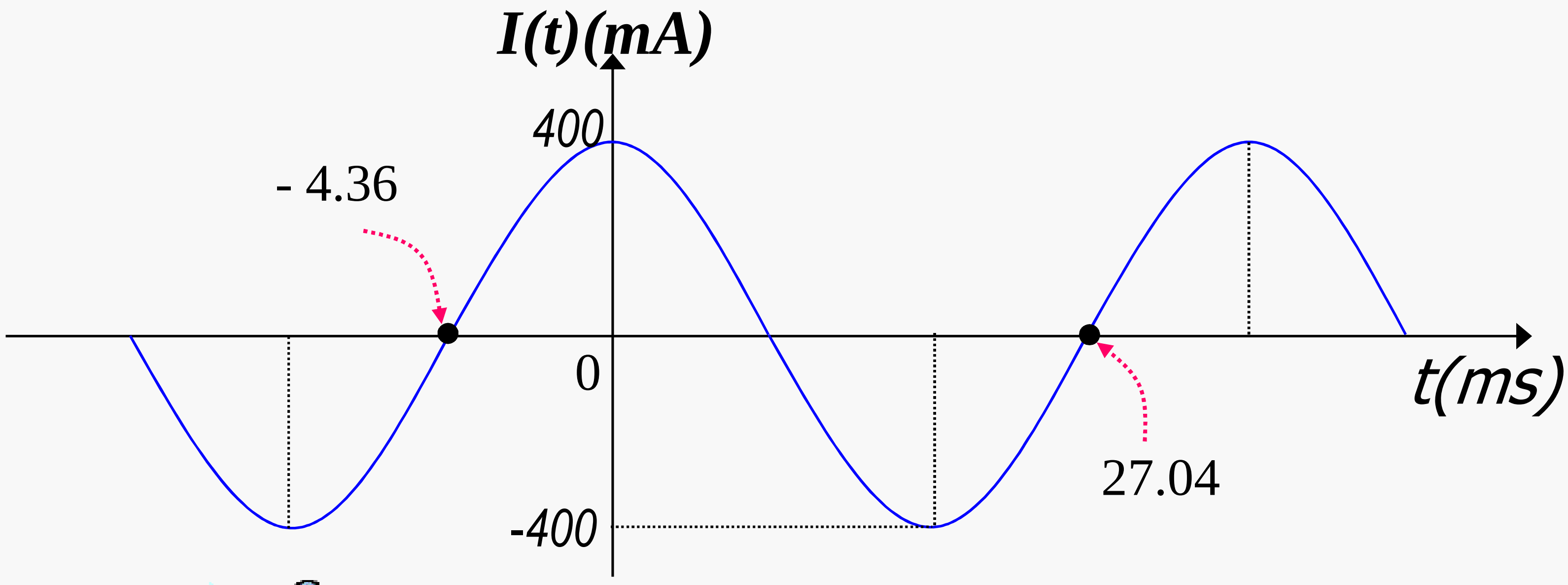


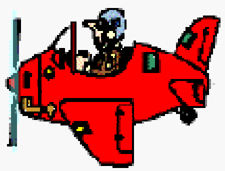
SOAL:

1. Perhatikan sinyal arus berikut:

a. Tentukan besaran amplitudo, frekuensi ω, dan phase θ dari sinyal tersebut

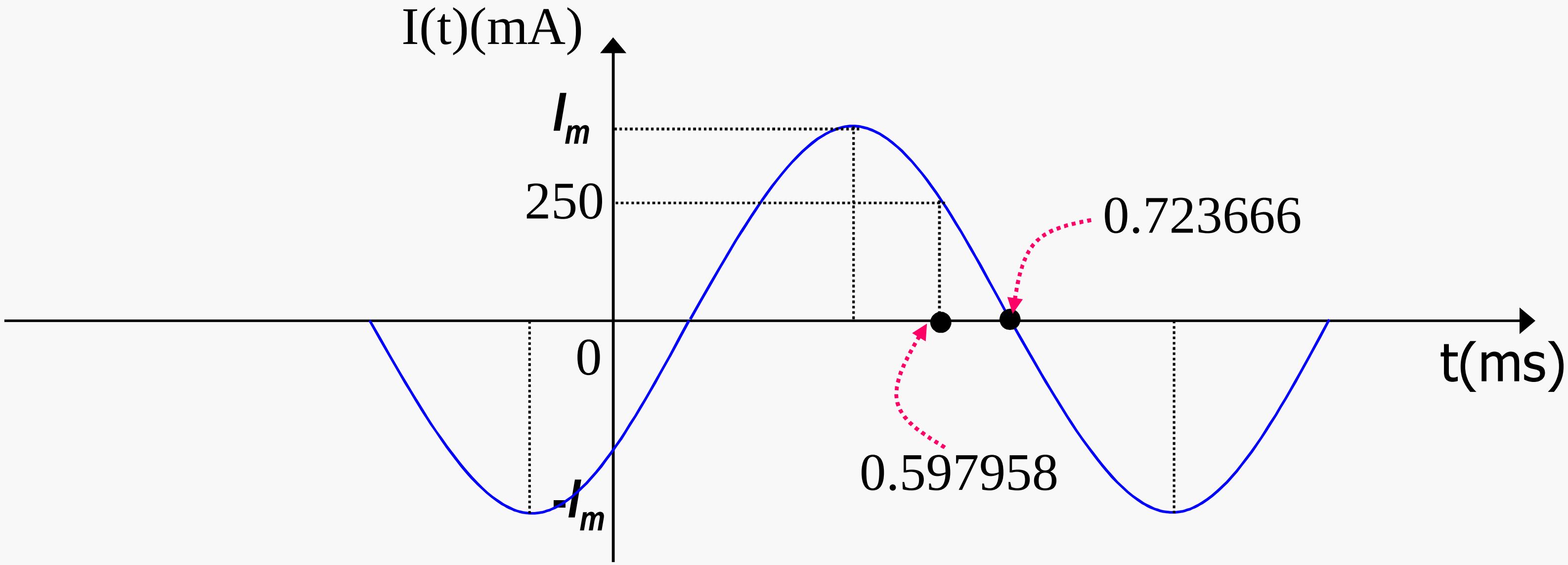
b. Nyatakan persamaan sinyal arus tsb dalam sinus.





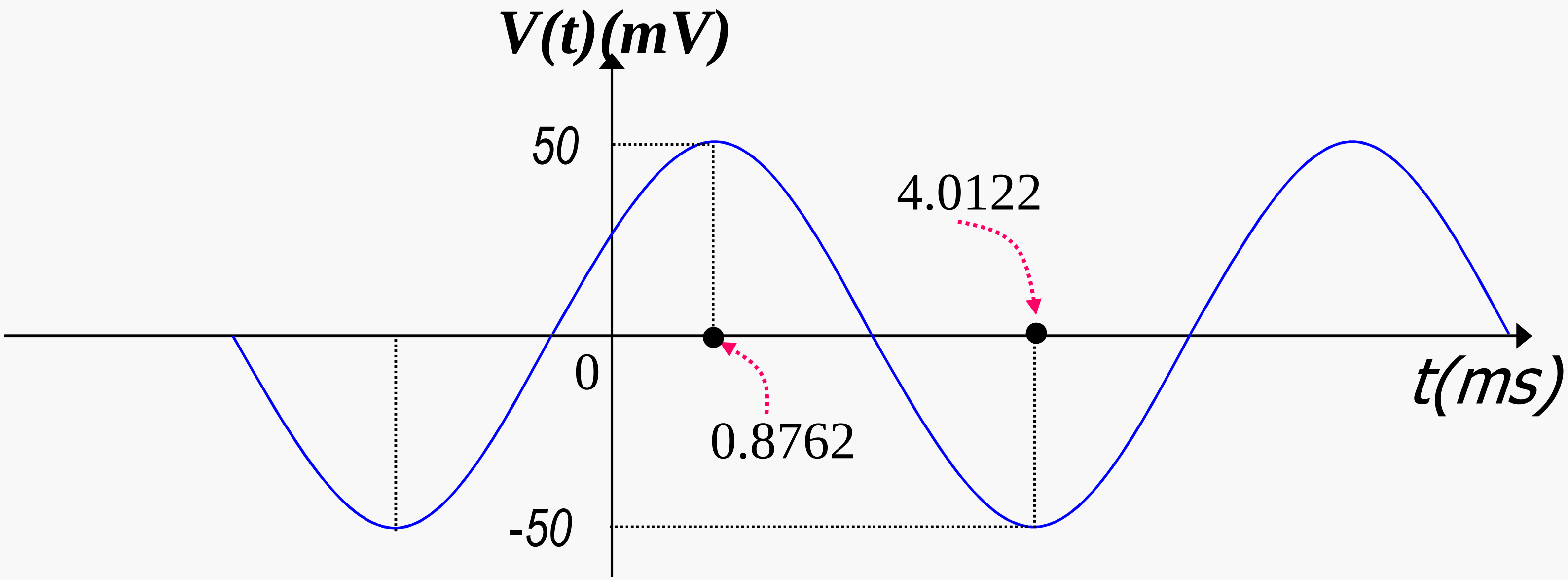
SOAL:

2. Nyatakan persamaan gelombang arus berikut dalam sinus, nyatakan parameter²nya. Dimana terdapat dua titik input dengan salah satunya terletak pada posisi titik 1/8 dari sinyal tersebut



SOAL:

3. Nyatakan persamaan gelombang tegangan di bawah ini dalam sinus, tentukan semua parameternya.



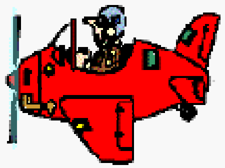
SOAL:

4. Tunjukan bahwa identitas trigonometri ini **betul**.

a. $$tg\,2\theta = \frac{2tg\theta}{1 - tg^2\theta}$$

b. $$\sin 3\theta = 3\sin\theta - 4\sin^3\theta$$

c. $$\cos 3\theta = 4\cos^3\theta - 3\cos\theta$$



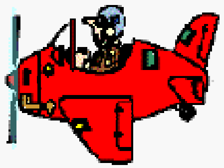
SOAL:

5. Nyatakan besaran berikut *tanpa kalkulator*, bila diketahui sin$\theta = 1/4$

a. $tg2\theta$

b. $\sin 3\theta$

c. $\sec^2\theta$



SOAL:

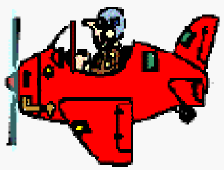
Note :

- Frekuensi ω dalam sinyal/gelombang, **selalu** dinyatakan dalam besaran **positif**
- ***Sinkronisasi*** : pernyataan beberapa gelombang/sinyal dalam persamaan fungsi yang sepadan

6. Terdapat 2 gelombang kuat arus di bawah ini. Nyatakan posisi gelombang satu terhadap gelombang kedua, apakah leading atau lagging (sertakan besar pergeserannya)?

$$i_1(t) = 120\cos(100\pi t + 30°),$$

$$i_2(t) = -50\cos(100\pi t + 100°)$$



SOAL:

7. Idem soal no 6 untuk gelombang-gelombang berikut :

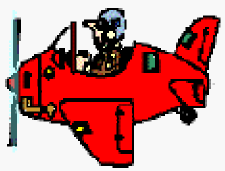
$$i_1(t) = 10\cos(100\pi t + 30°),$$

$$i_2(t) = 5\sin(100\pi t - 50°)$$

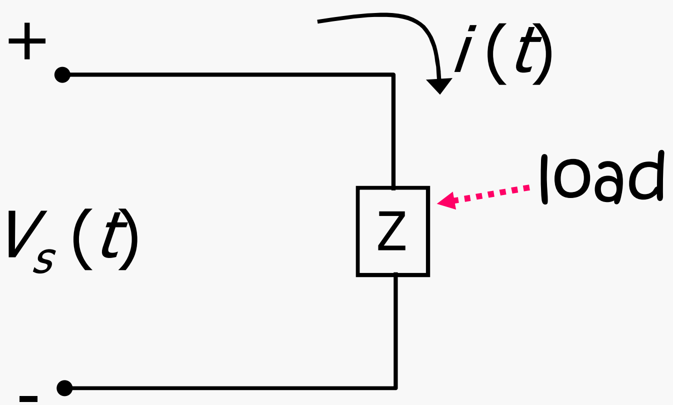
8. Idem soal no 6 untuk gelombang-gelombang berikut :

$$i_1(t) = 120\cos(100\pi t + 30°),$$

$$i_2(t) = -18\sin(100\pi t + 40°)$$



Pernyataan $v(t)$ dan $i(t)$ dalam Komponen Pasif R, L, dan C



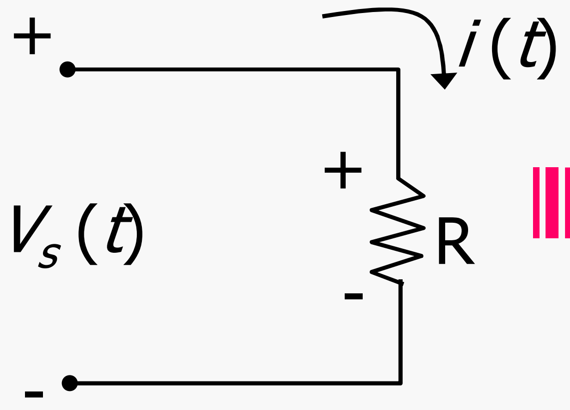
Tegangan sumber dan arus yg mengalir pd beban, dinyatakan oleh pers. gelombang :

$$V_s(t) = V_m \sin(\omega t + \theta) Volt$$

$$I(t) = I_m \sin(\omega t + \phi) Ampere$$

Pernyataan $v(t)$ dan $i(t)$ dalam Komponen Pasif R, L, dan C

i. Untuk beban resistif (resitor murni)



$$V_s(t) = V_m \sin \omega t$$

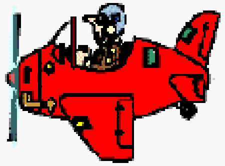
$$V_R(t) = I(t).R = V_s(t)$$

$$\Downarrow$$

$$i(t) = \frac{V_m}{R} \sin \omega t$$

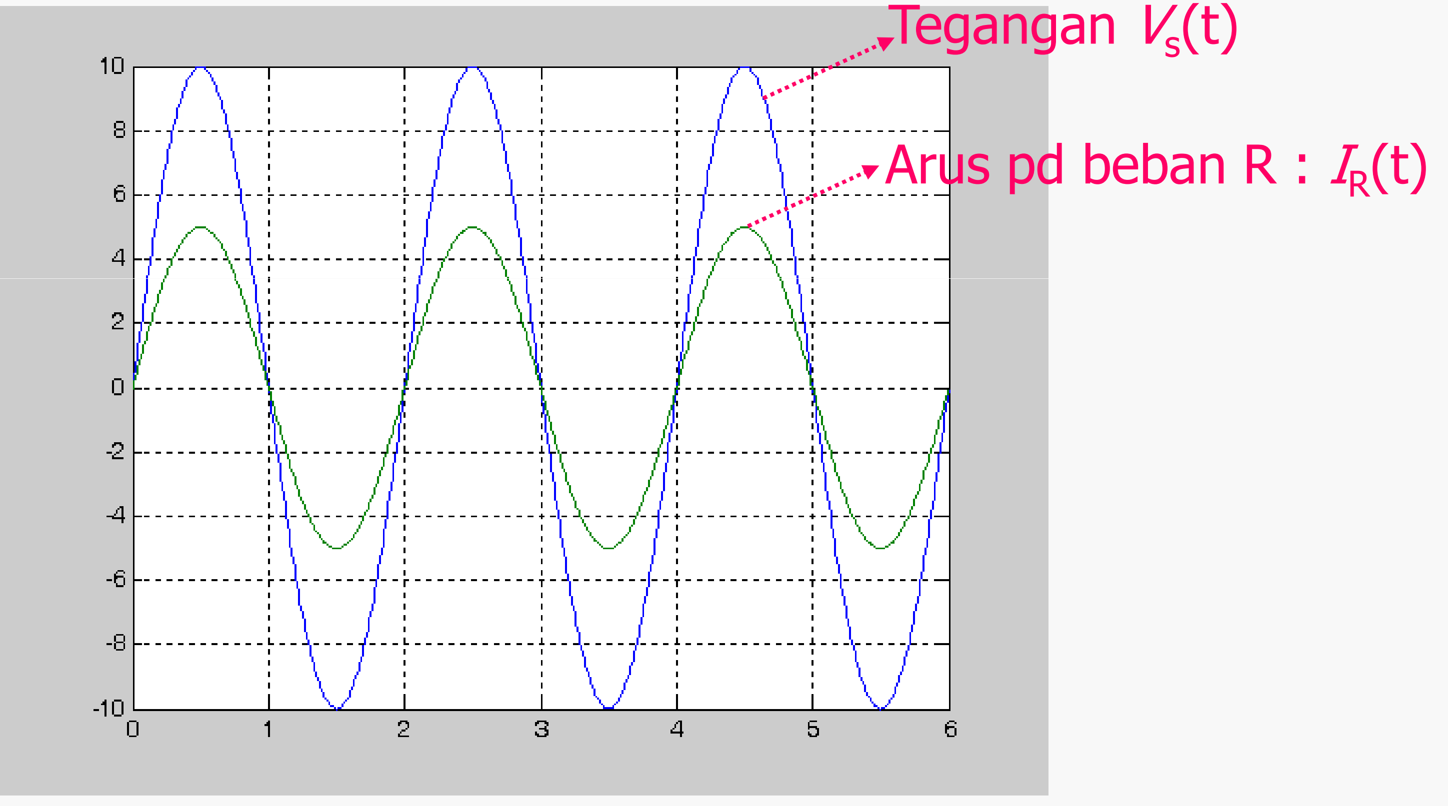
$$i(t) = I_m \sin \omega t$$

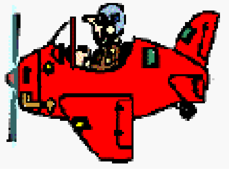
Arus pd resistor sephase dg tegangan (terjadi resonansi = osilasi)



Pernyataan $v(t)$ dan $i(t)$ dalam Komponen Pasif R, L, dan C

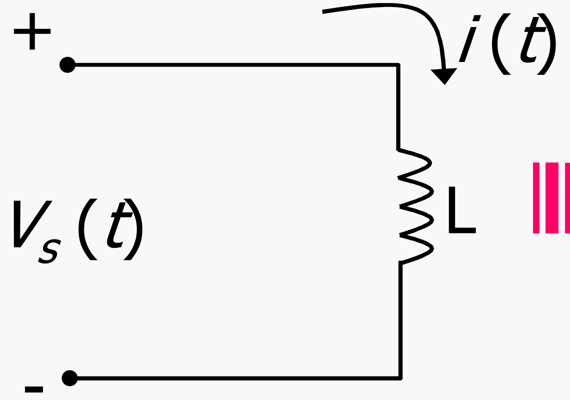
- Gambar ***resonansi*** antara tegangan dan arus dalam resistor murni:





Pernyataan $v(t)$ dan $i(t)$ dalam Komponen Pasif R, L, dan C

ii. Untuk komponen induksi



$$V_s(t) = V_m \sin \omega t$$

$$V_L(t) = L\frac{di}{dt} = V_s(t)$$

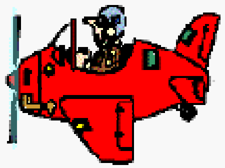
$$di = \frac{V_m}{L} \sin \omega t dt$$

$$i(t) = -\frac{V_m}{\omega L} \cos \omega t$$

$$\Downarrow$$

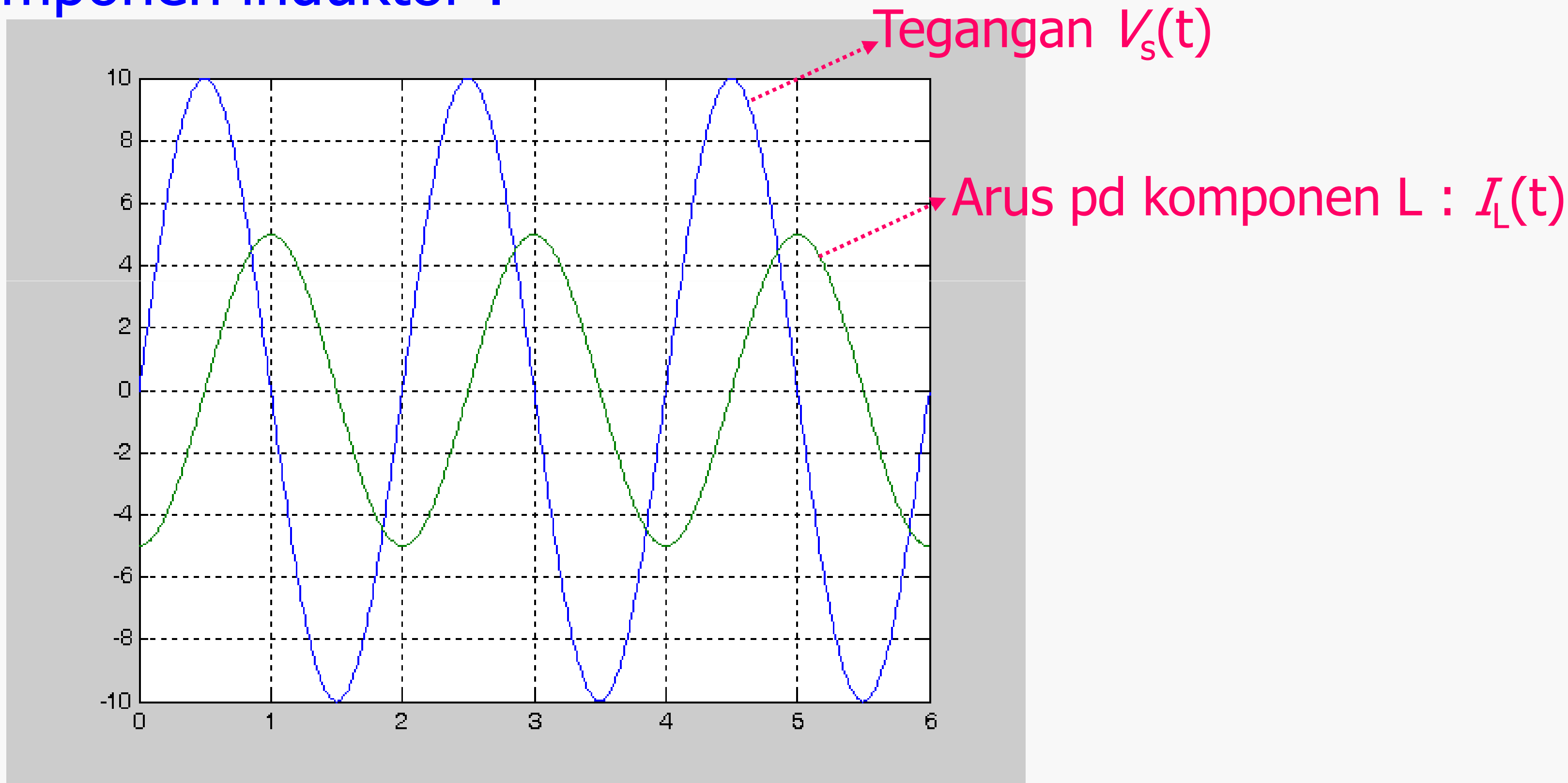
$$i(t) = \frac{V_m}{\omega L} \sin(\omega t - 90^\circ) = I_m \sin(\omega t - 90^\circ)$$

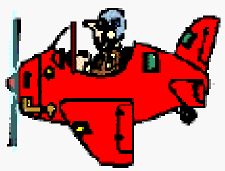
Arus pd induktor lagging sebesar 90° thd tegangan induktor/sumber



Pernyataan $v(t)$ dan $i(t)$ dalam Komponen Pasif R, L, dan C

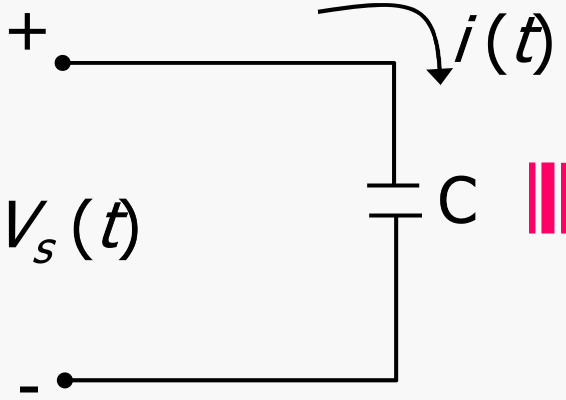
- Gambar ***lagging sebesar*** **90º** arus thd tegangan pada komponen induktor :





Pernyataan $v(t)$ dan $i(t)$ dalam Komponen Pasif R, L, dan C

iii. Untuk komponen kapasitor



$$V_s(t) = V_m \sin \omega t$$

$$Q \propto V$$

$$Q(t) - CV_c(t)$$

$$\frac{dQ(t)}{dt} = \frac{d}{dt}(CV_c(t))$$

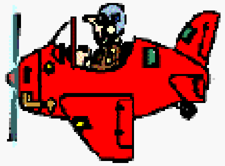
$$i(t) = C\frac{dV_c(t)}{dt} = C\frac{d}{dt}\{V_m \sin \omega t\}$$

$$i(t) = CV_m \omega \cos \omega t = \frac{V_m}{1/\omega C}\cos \omega t$$

$$\Downarrow$$

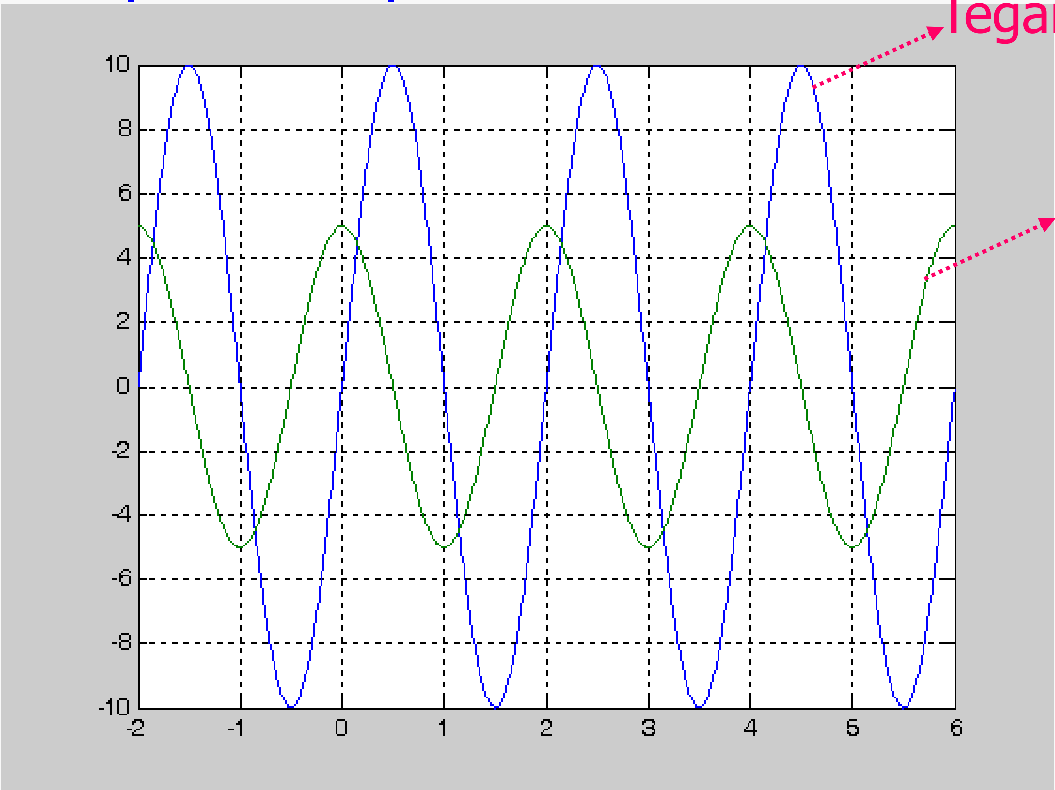
$$i(t) = I_m \sin(\omega t + 90°)$$

Arus pd kapasitor leading sebesar 90° thd tegangan kapasitor/sumber



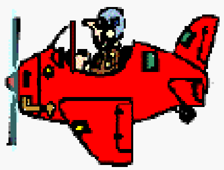
Pernyataan $v(t)$ dan $i(t)$ dalam Komponen Pasif R, L, dan C

- Gambar ***leading sebesar* 90º** arus thd tegangan pada komponen kapasitor :



Tegangan $V_s(t) = V_C(t)$

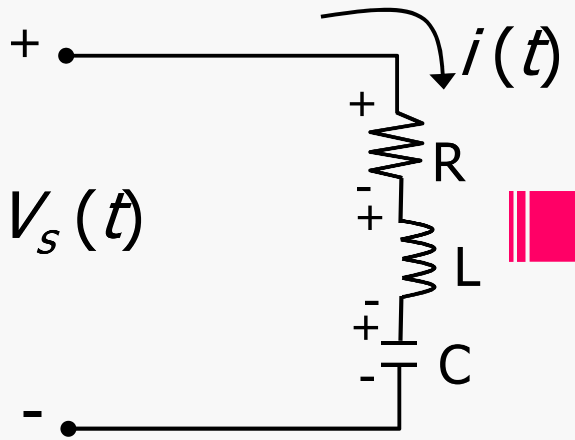
Arus pd komponen C : $I_C(t)$



Sifat Rangkaian RLC seri

- Dari data arus masing-masing komponen (R,L,C) yg telah ditemukan di atas:

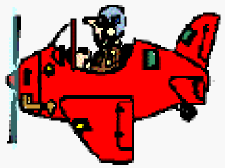
$$V_R(t) = i(t)R = I_m R \sin \omega t \rightarrow = I_m R \sin \omega t$$
$$V_L(t) = i(t)X_L = I_m X_L \sin(\omega t + 90°) \rightarrow = I_m X_L \cos \omega t$$
$$V_C(t) = i(t)X_C = I_m X_C \sin(\omega t - 90°) \rightarrow = -I_m X_C \cos \omega t$$



$$V_s(t) = V_R(t) + V_L(t) + V_C(t)$$
$$V_s(t) = I_m R \sin \omega t + I_m X_L \cos \omega t - I_m X_C \cos \omega t$$
$$V_s(t) = I_m \{(X_L - X_C)\cos \omega t + R \sin \omega t\}$$
$$V_s(t) = I_m \sqrt{(X_L - X_C)^2 + R^2} \sin(\omega t + \theta) = I_m Z \sin(\omega t + \theta)$$

impedansi ⇒

$$Z = \sqrt{(X_L - X_C)^2 + R^2}$$
$$\theta = tg^{-1} \frac{(X_L - X_C)}{R}$$



Sifat Rangkaian RLC seri

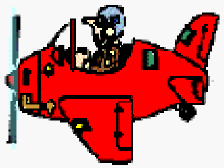
$$\theta = tg^{-1}\frac{(X_L - X_C)}{R}$$

i. Bila θ>0 → $X_L - X_C > 0$ → $X_L > X_C$ ⇨ Rangk. Bersifat induktif

ii. Bila θ<0 → $X_L - X_C < 0$ → $X_L < X_C$ ⇨ Rangk. Bersifat kapasitif

iii. Bila θ=0 → $X_L - X_C = 0$ → $X_L = X_C$ ⇨ Rangk. Bersifat Resistif, terjadi **resonansi**

Note: resonansi (osilasi) terjadi bila beda phase antara tegangan dan arus = 0



SOAL:

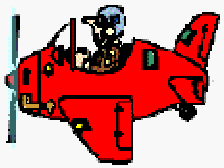
Tentukan himpunan sudut θ dari persamaan gelombang berikut, untuk rentang waktu $0^o \leq \theta \leq 360^o$.

9. $\sin 3\theta - \sin\theta = \sin 2\theta$

10. $\cos 2\theta - \cos\theta = \cos 3\theta$

11. $\sin^2\theta - \sin\theta = \sin 2\theta$

12. $\sin 2\theta + \sin 3\theta = 3\sin\theta$



Jumlahan dua gelombang sinusoida dg frekuensi sama

1. Ke Bentuk gelombang Sinus

$$A\cos\omega t + B\sin\omega t$$

$$= K\sin(\omega t + \theta)$$

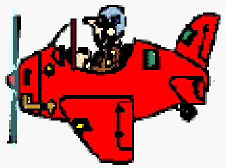
$$K = \sqrt{A^2 + B^2}$$

$$\theta = tg^{-1}\left(\frac{A}{B}\right)$$

$$= K\sin(\omega t - \theta)$$

$$K = \sqrt{A^2 + B^2}$$

$$\theta = tg^{-1}\left(-\frac{A}{B}\right)$$



Jumlahan dua gelombang sinusoida dg frekuensi sama

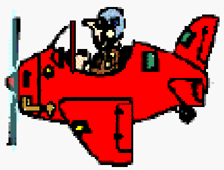
ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember

2. Ke Bentuk gelombang Cosinus

$$A\cos\omega t + B\sin\omega t$$

$$= K\cos(\omega t + \theta) \quad \Rightarrow \quad K = \sqrt{A^2 + B^2}, \quad \theta = tg^{-1}\left(-\frac{B}{A}\right)$$

$$= K\cos(\omega t - \theta) \quad \Rightarrow \quad K = \sqrt{A^2 + B^2}, \quad \theta = tg^{-1}\left(\frac{B}{A}\right)$$



SOAL:

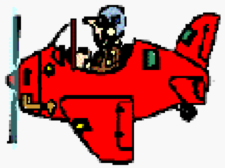
13. Nyatakan bentuk gelombang berikut $4\cos\omega t + 3\sin\omega t$ dalam :

a. $K\sin(\omega t+\theta)$

b. $K\sin(\omega t-\theta)$

c. $K\cos(\omega t+\theta)$

d. $K\cos(\omega t-\theta)$



SOAL:

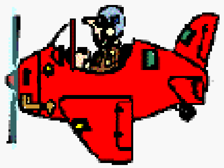
14. Nyatakan bentuk gelombang berikut $\sqrt{3}\sin\omega t - \cos\omega t$ dalam :

a. $K\sin(\omega t + \theta)$

b. $K\sin(\omega t - \theta)$

c. $K\cos(\omega t + \theta)$

d. $K\cos(\omega t - \theta)$



SOAL:

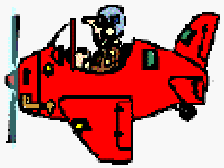
15. Nyatakan bentuk gelombang berikut $\cos\omega t + \sin\omega t$ dalam :

a. $K\sin(\omega t+\theta)$

b. $K\sin(\omega t-\theta)$

c. $K\cos(\omega t+\theta)$

d. $K\cos(\omega t-\theta)$



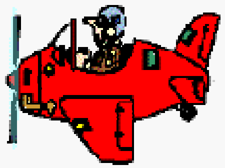
SOAL:

16. Tentukan waktu *t* (timing) dari suatu sinyal dengan frek 500 rad/sec. dengan persamaan sinyal adalah:

$$8\cos\omega t+6\sin\omega t=4$$

17. Tentukan waktu *t* (timing) dari suatu sinyal dengan frek 1000 rad/sec. dengan persamaan sinyal adalah:

$$5\sin(\omega t-30^{o})+2\cos\omega t=2.5$$



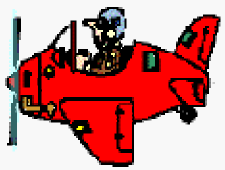
Nilai Rata-Rata dan Efektif (RMS)

- Suatu fungsi periodik f(t) dengan periode T, mempunyai nilai rata-rata :

$$F_{rata^2} = \frac{1}{T}\int_0^T f(t)dt$$

- Suatu fungsi periodik f(t) dengan periode T, mempunyai nilai efektif (root-mean-square=rms):

$$F_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T f^2(t)dt}$$



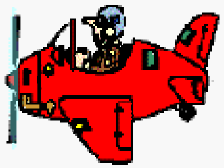
Nilai Rata-Rata dan Efektif (RMS)

- ***Contoh 18*** : Tentukan nilai rata-rata dan efektif dari fungsi berikut :

$$v(t) = V_m \cos(\omega t + \theta)$$

- ***Solusi*** :
  - Nilai rata-rata $v_{rata} = 0$
  - Nilai efektif $v_{eff} = V_m/\sqrt{2} = 0.707\, V_m$

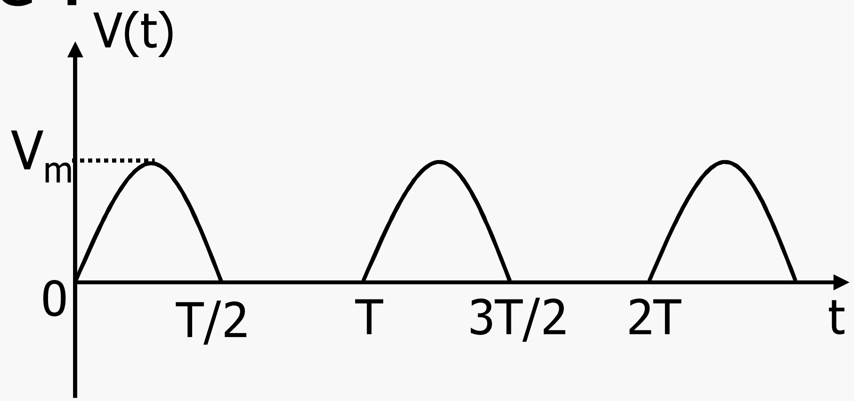
  Note: Gelombang cos selalu mempunyai nilai rata-rata = 0 dan nilai efektif = $V_m/\sqrt{2}$



Nilai Rata-Rata dan Efektif (RMS)

- ***Contoh 19*** : Tentukan nilai rata-rata dan efektif dari half-rectified sine wave :

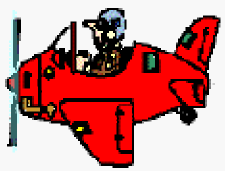
$$v(t) = \begin{cases} V_m \sin \omega t & untuk \sin \omega t > 0 \\ 0 & untuk \sin \omega t < 0 \end{cases}$$



- ***Solusi*** :

$$v_{rata}(t) = \frac{1}{T}\int_0^{\frac{T}{2}} V_m \sin \omega t dt + \int_{\frac{T}{2}}^{T} 0 dt = \frac{V_m}{\pi}$$

$$V^2{}_{eff}(t) = \frac{1}{T}\int_0^{\frac{T}{2}} V^2{}_m \sin^2 \omega t dt + \int_{\frac{T}{2}}^{T} 0^2 dt = \frac{V^2{}_m}{4} \Rightarrow V_{eff}(t) = \frac{V_m}{2}$$



Nilai Rata-Rata dan Efektif (RMS)

- ***Contoh 20 :*** Tentukan nilai rata-rata dan efektif dari fungsi periodik v(t), dg tampilan satu periodenya :

$$v(t) = \begin{cases} V_0 & o < t < 1 \\ -V_0 & 1 < t < 3 \end{cases}$$

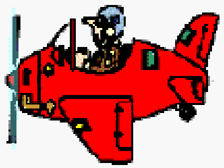
- ***Contoh 21*** : Tentukan nilai rata-rata dan efektif dari fungsi periodik v(t) berikut :

$$v(t) = \begin{cases} V_0 & o < t < T_1 \\ -V_0 & T_1 < t < 3T_1 \end{cases} \qquad periode T = 3T_1$$

Solusi :

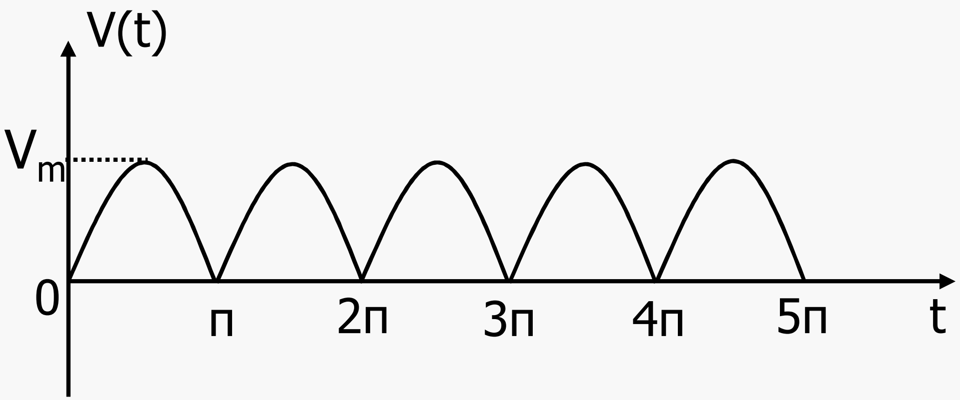
$$V_{rata} = -\frac{V_0}{3}$$

$$V_{eff} = V_0$$



SOAL :

- ***Contoh 22*** : Tentukan nilai rata-rata dan efektif dari full-rectified sine wave v(t) berikut :

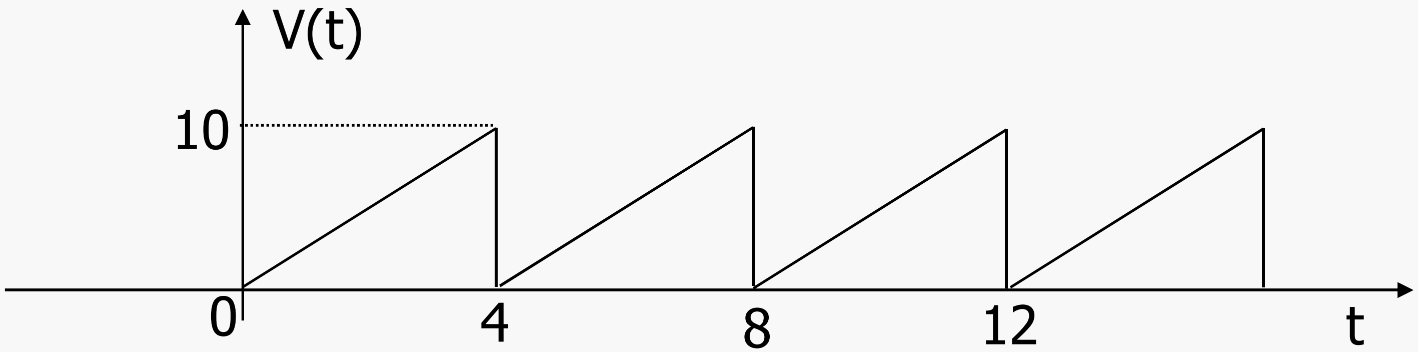


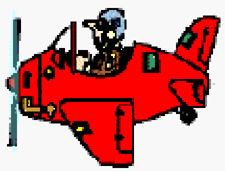
SOAL :

- ***Contoh 23*** : Tentukan nilai rata-rata dan efektif dari fungsi periodik v(t) berikut :

$$v(t) = V_m \sin t$$

- ***Contoh 24*** : Tentukan nilai rata-rata dan efektif dari fungsi periodik v(t) berikut :



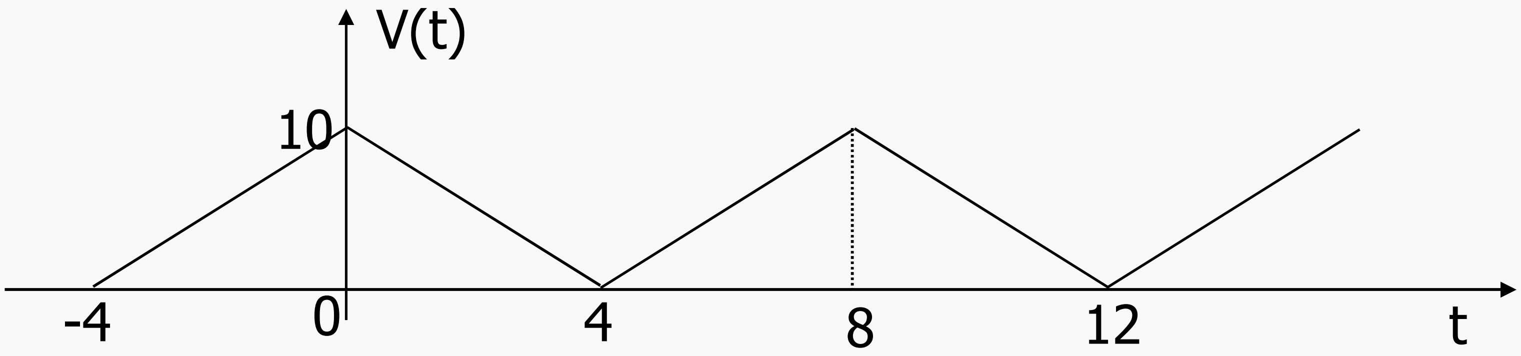


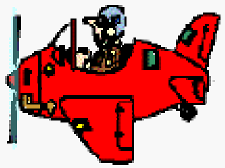
SOAL :

- ***Contoh 25*** : Tentukan nilai rata-rata dan efektif dari fungsi periodik v(t) berikut :

$$v(t) = V_m \cos t$$

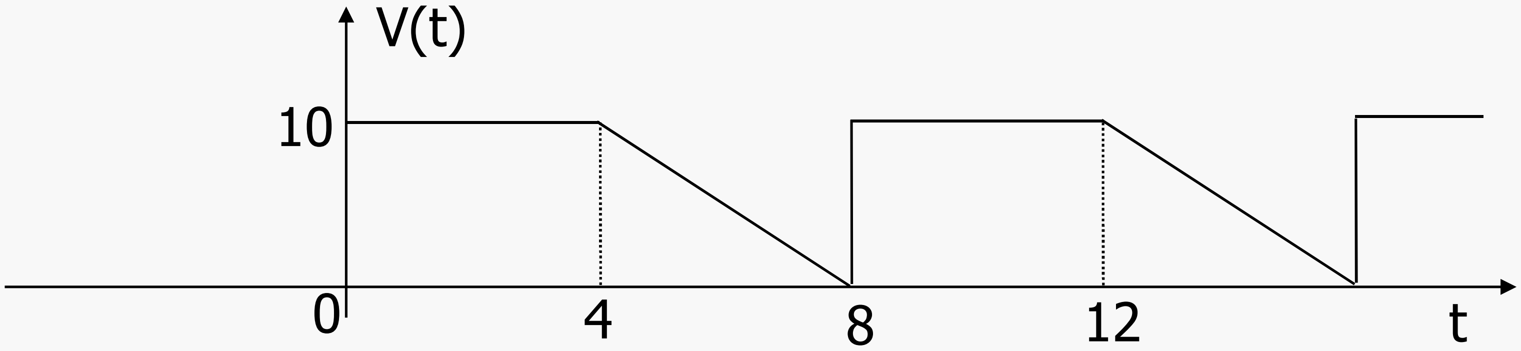
- ***Contoh 26*** : Tentukan nilai rata-rata dan efektif dari fungsi periodik v(t) berikut :



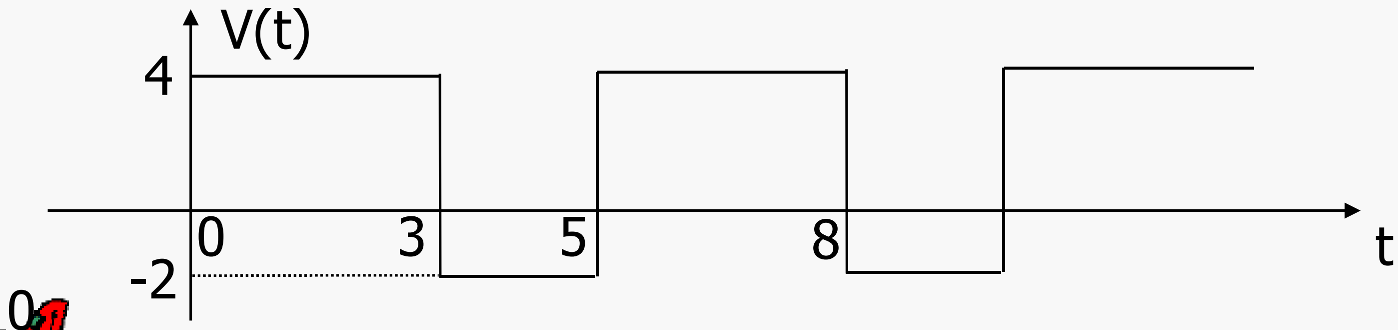


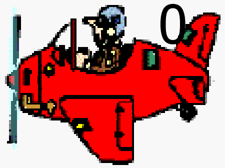
SOAL :

- ***Contoh 27*** : Tentukan nilai rata-rata dan efektif dari fungsi periodik v(t) berikut :



- ***Contoh 28*** : Tentukan nilai rata-rata dan efektif dari fungsi periodik v(t) berikut :





The End
of
Function and Signal