

Rangkaian Arus dan Tegangan AC

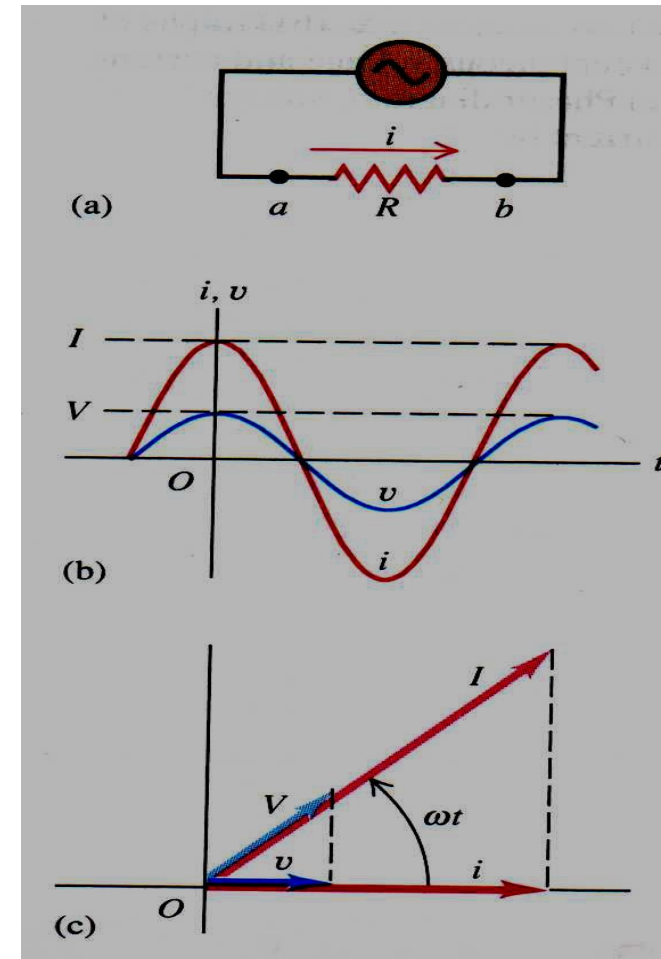
10.1 Rangkaian Hambatan Murni (R)

Fungsi tegangan V dan kuat arus I

$$V = V_m \sin \omega t$$

$$i = i_m \sin \omega t$$

Hubungan antara V dan I
Sepassa/fasanya sama
(perhatikan diagram fasor
Vektor V dan vektor I searah



Rangkaian Induktor (L)

Sebuah kumparan induktor mempunyai induktansi diri L dipasangkan tegangan bolak-balik V , maka pada ujung2 kumparan timbul GGL induksi

$$V = V_m \sin \omega t$$

$$i = i_m \sin(\omega t - \frac{1}{2} \pi)$$

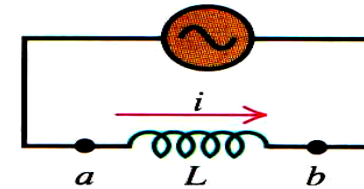
$$\varepsilon = -L \frac{di}{dt}$$

Hambatan induktif X_L

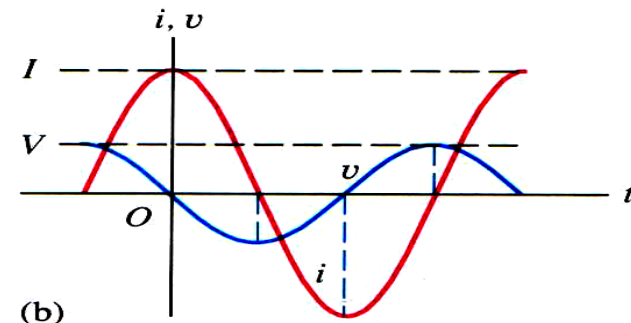
mempunyai harga : $X_L = \omega.L = 2\pi f.L$

X_L = hambatan induktif (Ohm)

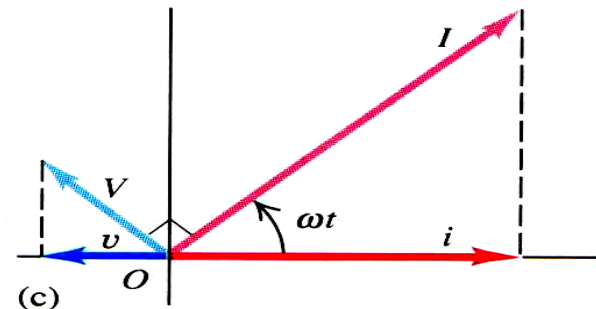
Hub. Antara V dan I berbeda fase $1/2 \pi$ dengan I tertinggal thd. V



(a)



(b)



(c)

10.3 Rangkaian Hambatan Kapasitif

Sebuah kapasitor dengan kapasitas C dihubungkan dg tegangan bolak-balik V , maka pada kapasitor itu menjadi bermuatan, sehingga pada plat2nya mempunyai beda potensial

$$V = V_m \sin \omega t$$

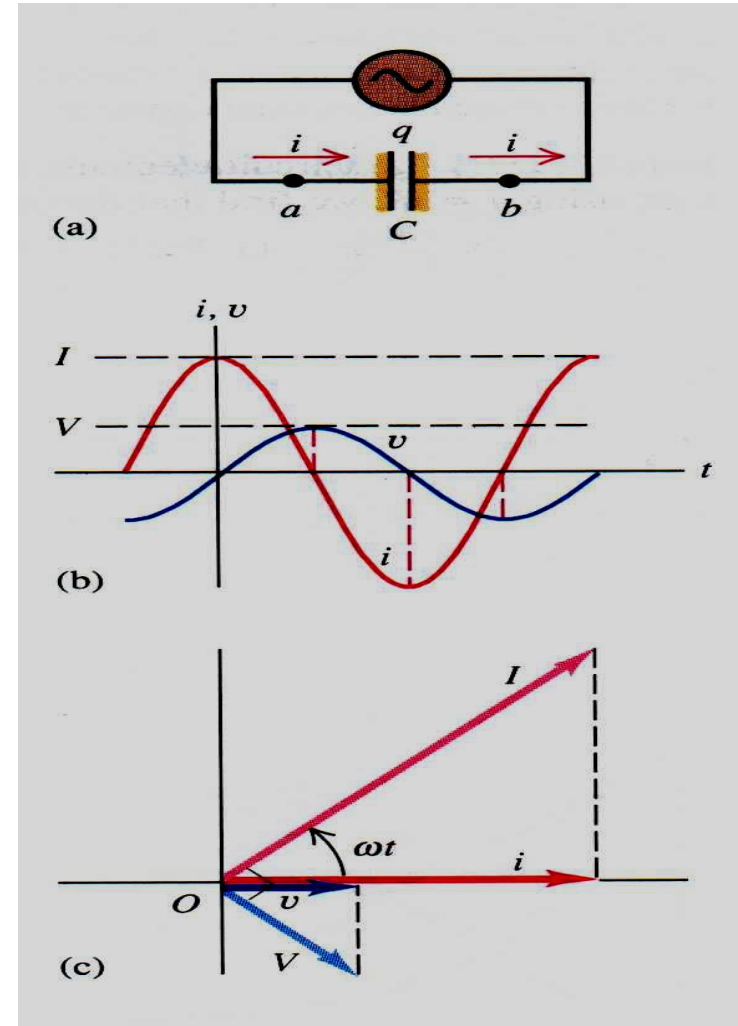
$$i = i_m \sin(\omega t + \frac{1}{2} \pi)$$

$$V = \frac{Q}{C}$$

Besar hambatan kapasitif X_C :

$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{2\pi f \cdot C}$$

Hub. Antara V dan I berbeda Fase $1/2\pi$ dengan mendahului Thd. V



10.4 Rangkaian R-L Seri

Hambatan seri R dan X_L dihubungkan dg teg. bolak-balik V .

Hukum Ohm I :

$$V_R = iR$$

$$V_L = iX_L$$

V_R = Tegangan pada R

V_L = Tegangan pada X_L

Besar tegangan total V ditulis secara vektor :

$$V = \sqrt{V_R^2 + V_L^2}$$

Hambatan R dan X_L juga dijumlahkan secara vektor :

Z = impedansi (Ohm)

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

Kuat arus yg mengalir pada rangkaian ini ada

$$i = \frac{V}{Z} = \frac{V}{\sqrt{R^2 + X_L^2}}$$

10.5 Rangkaian R-C Seri

Hambatan **seri R** dan **X_C** dihubungkan dg teg. AC

Hukum Ohm I :

$$V_R = iR$$

$$V_C = iX_C$$

V_R = Tegangan pada R

V_C = Tegangan pada X_C

Besar **tegangan total V** ditulis secara vektor :

$$V = \sqrt{V_R^2 + V_C^2}$$

Hambatan **R** dan **X_C** juga dijumlahkan secara vektor :

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

Z = impedansi (Ohm)

Kuat arus yg mengalir pada rangkaian ini adalah :

$$i = \frac{V}{Z} = \frac{V}{\sqrt{R^2 + X_C^2}}$$

10.6 Rangkaian R-L-C Seri

Hambatan seri R , X_L dan X_C dihubungkan dg teg. AC.

Hukum Ohm I :

$$V_R = iR$$

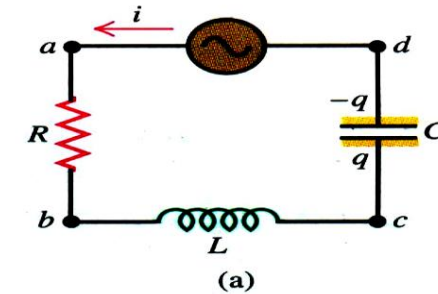
$$V_L = iX_L$$

$$V_C = iX_C$$

V_R = Tegangan pada R

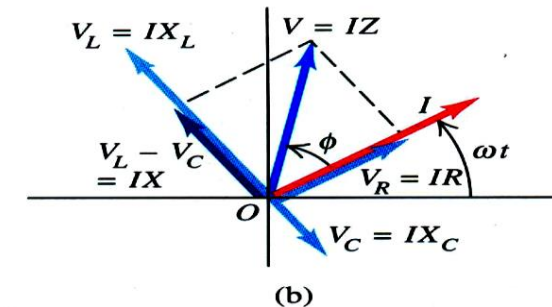
V_C = Tegangan pada X_C

V_L = Tegangan pada X_L



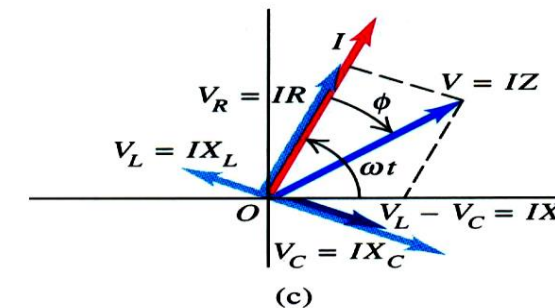
Besar tegangan total V

$$V = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2}$$



Hambatan total Z

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \quad Z = \text{impedansi (Ohm)}$$



Kuat arus yang mengalir pada rangkaian

$$i = \frac{V}{Z} = \frac{V}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}}$$

10.7 Rangkaian Resonansi

Jika dalam rangkaian RLC seri $X_L = X_C$ maka

$$Z = \sqrt{R^2 + 0} = R$$

Arus efektif pada rangkaian akan mencapai harga terbesar yaitu pada

$$i = \frac{V}{R}$$

Dikatakan rangkaian dalam keadaan **resonansi**. Dalam hal ini berlaku

$$\begin{aligned} X_L &= X_C \\ \omega L &= \frac{1}{\omega C} \end{aligned}$$

Jadi **frekuensi resonansinya** adalah

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

- Hubungan antara harga maksimum dan efektif

$$i_{ef} = \frac{i_m}{\sqrt{2}}$$

$$V_{ef} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

V_{ef} = tegangan efektif (V)

V_m = tegangan maksimum (V)

i_{ef} = arus efektif (A)

i_m = arus maksimum (A)

- Hubungan antara harga maksimum dan rata-rata

$$i_r = \frac{2i_m}{\pi}$$

$$V_r = \frac{2V_m}{\pi}$$

V_r = tegangan rata-rata (V)

V_m = tegangan maksimum (V)

i_r = arus rata-rata (A)

i_m = arus maksimum (A)

10.8 Daya Arus Bolak-balik

Daya dalam arus searah dirumuskan $P = V.i$, dengan V dan i harganya selalu tetap.

Tetapi untuk arus bolak-balik **daya listriknya** dinyatakan sebagai : perkalian antara tegangan, kuat arus dan faktor daya.

$$P = Vi \cos \theta \quad \text{atau} \quad P = i^2 Z \cos \theta$$

Dengan :

P = daya listrik bolak-balik (Watt)

V = tegangan efektif (V)

i = kuat arus efektif (A)

Z = impedansi rangkaian (Ohm)

$\cos \theta$ = faktor daya = $\cos \theta = \frac{R}{Z}$

Contoh :

1. Jala2 listrik di rumah mempunyai beda tegangan 220 V , berapakah harga a. tegangan maksimumnya b. minimumnya. C. rata-ratanya.?
2. Pada rangkaian RLC seri dengan $R = 80\text{ Ohm}$, $X_L = 100\text{ Ohm}$, dan $X_C = 40\text{ Ohm}$, disambungkan dengan sumber tegangan bolak-balik yang mempunyai tegangan maksimum 120 V . Tentukan! a..Impedansinya. B. arus maksimum pada rangkaian.c. Tegangan pada masing-masing hambatan
3. Pada frekuensi 100 Hz , reaktansi dari sebuah kapasitor adalah 4000 Ohm dan reaktansi dari sebuah induktor adalah 1000 Ohm . Jika kapasitor dan induktor itu dipasang pada sebuah rangkaian, maka pada frekuensi berapakah resonansi terjadi ?

Lanjutan Contoh Soal

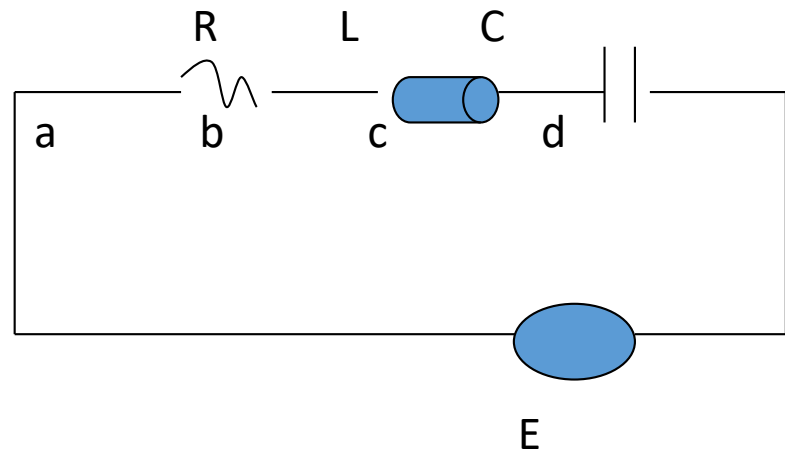
4. Pada rangkaian RLC seri dengan $R = 40 \text{ Ohm}$, $X_L = 50 \text{ Ohm}$, dan $X_C = 20 \text{ Ohm}$, disambungkan dengan sumber tegangan bolak-balik yang mempunyai tegangan efektif 110 V . Tentukan daya yang digunakan oleh seluruh rangkaian.

Uji kognitif arus AC

- 1. Sebuah Voltmeter dihubungkan ke sumber tegangan AC, menunjukkan **220 volt**. Sebuah setrika listrik dengan hambatan **50 Ω** dihubungkan ke sumber tegangan tersebut. Hitunglah ! A. Tegangan maksimumnya. B. kuat arus efektif dan maksimumnya
- 2. Suatu penghantar jika diberi arus DC pada beda potensial **120 volt** timbul arus **4 A** , dan bila dihubungkan dengan tegangan AC **200 volt** , ternyata arus yang timbul juga **4 A** . Berapakah! A. Reaktansi induktifnya. B. Induktansi diri penghantar jika frekwensi anguler **50 rad/s**
- 3. Rangkaian seri R – L – C masing-masing mempunyai **R = 300 Ω** , **L= 0,6 H** dan **C= 5 μ F**, dihubungkan dengan sumber tegangan bolak-balik yang mempunyai frekwensi anguler **1000 rad/s**. Hitunglah! A. Impedansinya. B. Bila terjadi resonansi seri berapakah induktansi dirinya. C. Sudut pergeseran fasenya

Lanjutan uji kognitif

- 4. Perhatikan rangkaian listrik berikut. $R= 8\Omega$, $X_L= 6\Omega$ dan $X_C = 12\Omega$ jika tegangan AC $E=150$ volt.
- Hitunglah . **A.** beda potensial antara titik c dan d. **b.** Daya rata-rata pada rangkaian. **C.** kuat arus pada rangkaian



Lanjutan uji kognitif

- 5. Rangkaian seri hambatan murni $R = 100 \Omega$ Induktor dengan $L = 0,5 \text{ H}$ dan kapasitor C . dipasang pada tegangan AC 110 volt ternyata terjadi resonansi deret dengan frekuensi 100 Hz . Hitunglah kapasitas kapasitor C