

PENYEARAH TAK TERKENDALI

SAFRIZAL, ST., MT.

PENDAHULUAN

Penyearah daya merupakan rangkaian elektronika daya yang berfungsi untuk mengubah tegangan sumber masukan arus bolak-balik dalam bentuk sinusoida menjadi tegangan luaran dalam bentuk tegangan searah yang tetap.

Jenis sumber masukan tegangan bisa tegangan bolak-balik satu fasa (penyearah satu fasa) dan tiga fasa (penyearah tiga fasa)

Rangkaian penyearahan dapat dilakukan dalam bentuk penyearah setengah gelombang (halfwave) dan penyearah gelombang-penuh (fullwave)

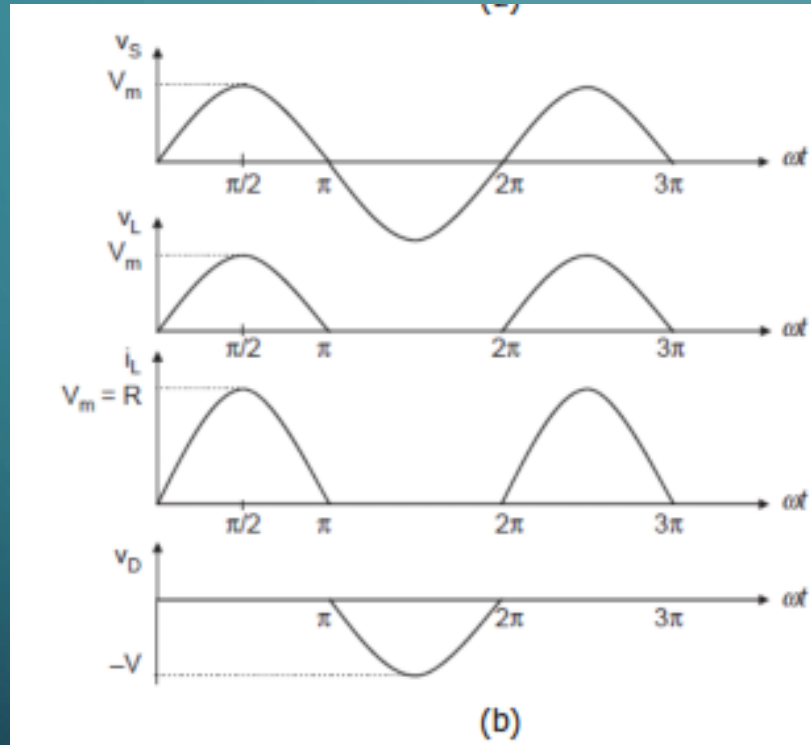
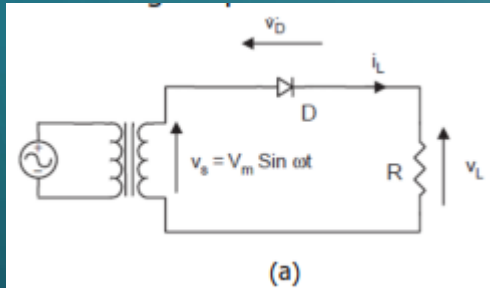
PENYEARAH SATU FASA

Penyearah setengah gelombang satu fasa

- a. Beban Resistif (R)
- b. Beban Resistif-Induktif (RL)

2. Penyearah Gelombang Penuh Satu Fasa

PENYEARAH SETENGAH GELOMBANG SATU FASA DENGAN BEBAN RESISTIF (R)



Proses penyearahan, pada setengah siklus pertama dengan polaritas positif, dioda pada rangkaian penyearah akan ON karena polaritas tegangan pada anoda lebih positif dibandingkan pada katoda. Pada proses ini menghasilkan tegangan luaran (v_L) sebesar tegangan setengah perioda pertama (V_m).

Selanjutnya, pada setengah siklus kedua dengan polaritas negatif, dioda pada rangkaian penyearah akan OFF karena polaritas tegangan pada anoda lebih negatif dibandingkan pada katoda. Pada proses ini menghasilkan tegangan luaran sama dengan nol. Proses ON dan OFF dioda ini berlangsung secara cepat berdasarkan frekuensi tegangan sumber masukan.

- I. Di sini, dioda berfungsi sebagai sakelar sekaligus melakukan pengubahan (converting) dari sumber bolak-balik menjadi tegangan searah.
- II. Ditinjau dari tegangan luaran (VL) yang dihasilkan, terdapat dua jenis komponen tegangan, yaitu :
 1. tegangan searah rerata (Vdc) dan
 2. tegangan searah efektif (root mean square-rms), VL.

Nilai tegangan luaran masing-masing adalah :

Tegangan masukan (input), V_s

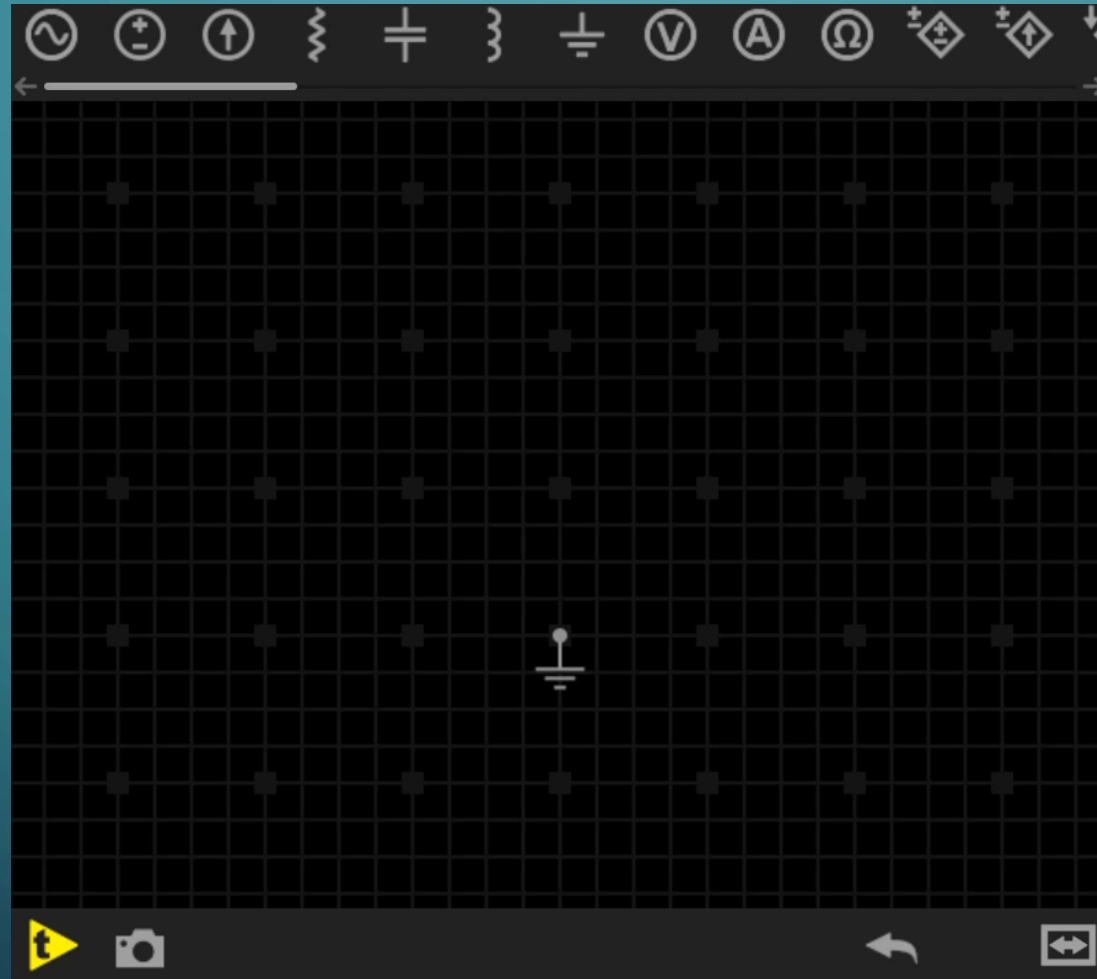
$$V_s = V_m \sin \omega t = V_{MAX} \sin \omega t$$

- Tegangan luaran (output) rerata, V_{dc} dan arus luaran rerata, I_{dc} :

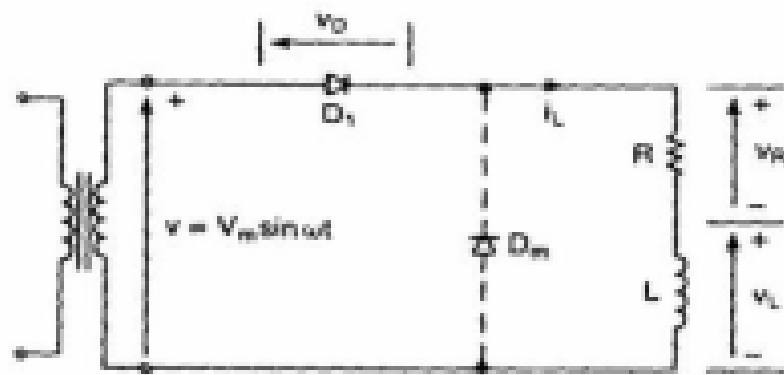
$$V_{dc} = \frac{V_m}{\pi} = 0.318 V_m \qquad I_{dc} = \frac{0.318 V_m}{R}$$

- Tegangan luaran (output) efektif, V_L dan Arus luaran efektif, I_L :

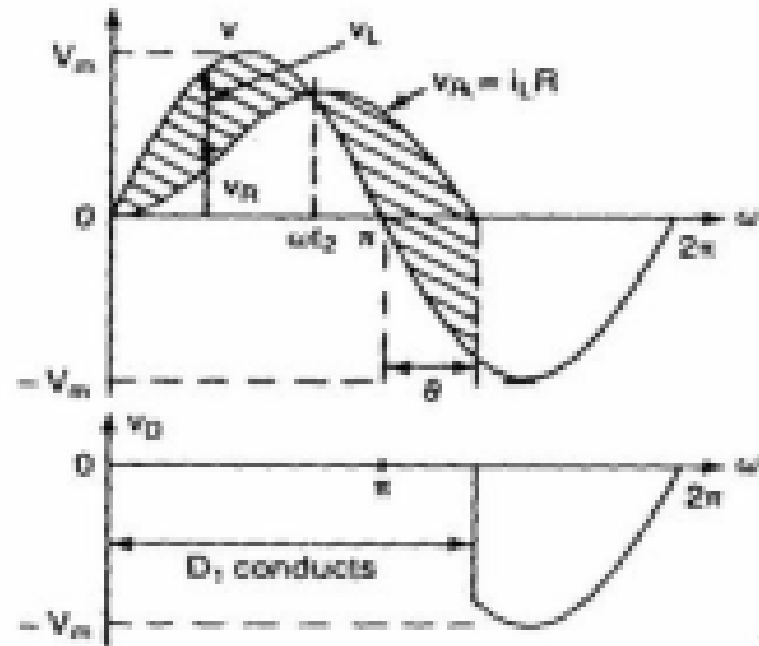
$$V_L = \frac{V_m}{2} = 0.5 V_m \qquad I_L = \frac{0.5 V_m}{R}$$



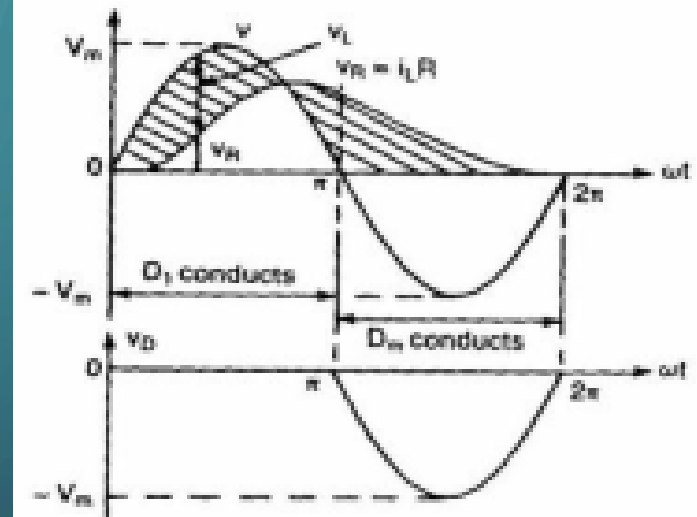
PENYEARAH SETENGAH GELOMBANG SATU FASA DENGAN BEBAN RESISTIF-INDUKTIF (RL)



(a) Circuit diagram



(b) Waveforms



(c) Waveforms

(a) Rangkaian penyearah setengah gelombang satu fasa dengan beban resistif-induktif (RL)

(B) dan gambar bentuk gelombang hasil penyearahan

Proses penyearahan, pada setengah siklus pertama dengan polaritas positif, dioda pada rangkaian penyearah akan ON karena polaritas tegangan pada anoda lebih positif dibandingkan pada katoda. Tetapi, Karena pengaruh tegangan yang tersimpan pada induktor (L) maka dioda terus ON sampai waktu tertentu (β). Akibatnya, waktu konduksi diode menjadi lebih lama ($\pi + \theta$). Selanjutnya, pada setengah siklus kedua dengan polaritas negatif yang dimulai dari β , dioda pada rangkaian penyearah akan OFF karena polaritas tegangan pada anoda lebih negatif dibandingkan pada katoda. Pada proses ini menghasilkan tegangan luaran sama dengan nol.

Nilai komponen Tegangan luaran (V_{dc}) dan arus searah (dc):

$$V_{dc} = \frac{V_m}{2\pi} [1 - \cos(\pi + \theta)] = \frac{V_m}{2\pi} (1 - \cos \beta)$$

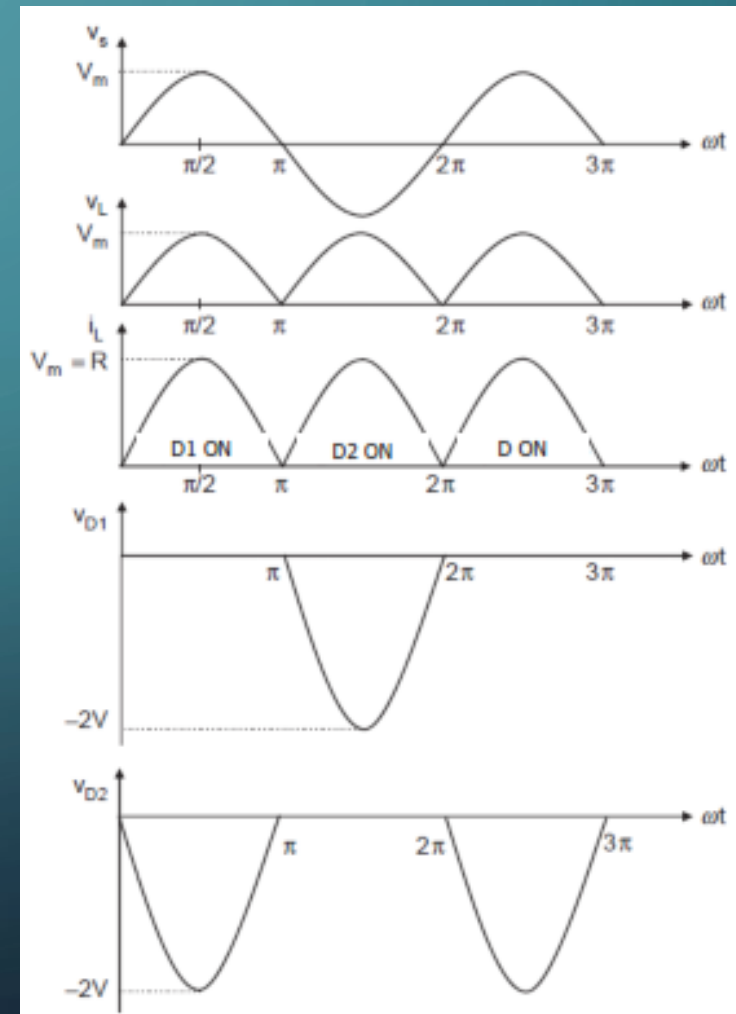
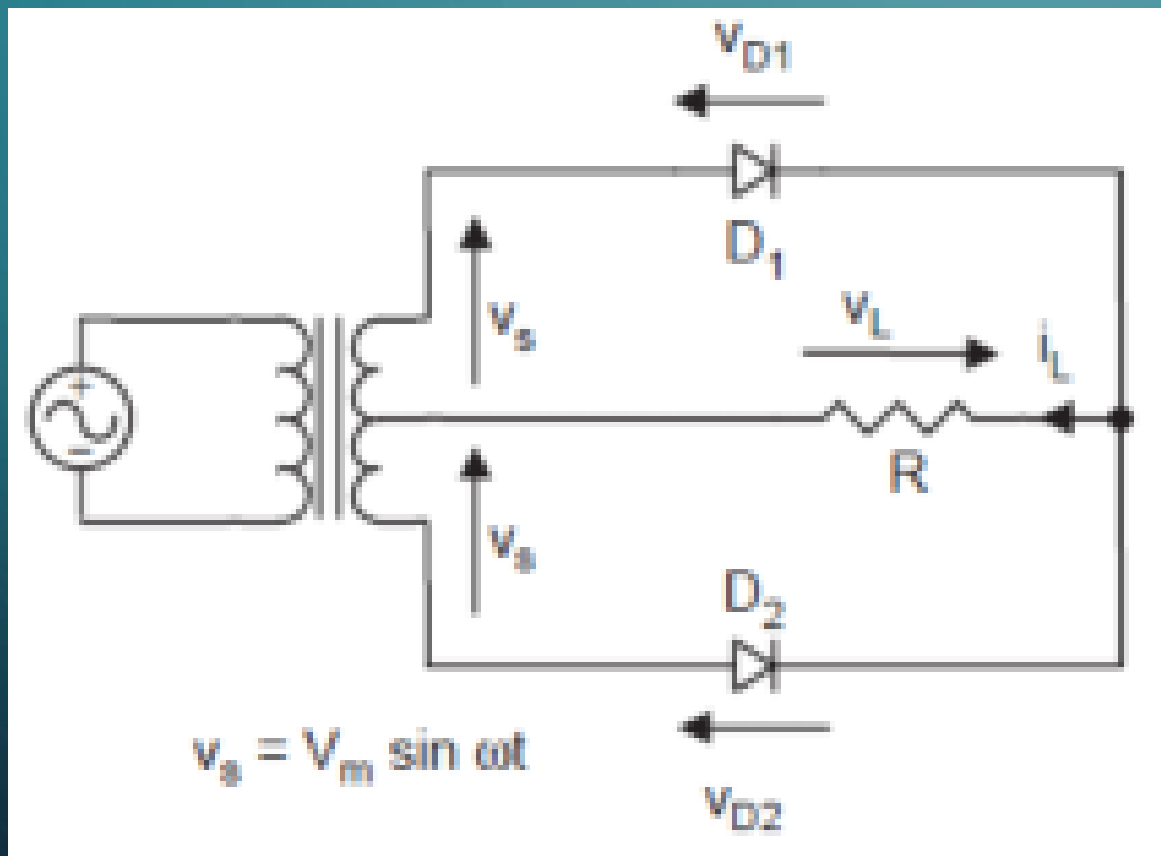
dimana : $\theta = (\beta - \pi),$ dan $\theta \approx \tan^{-1} \frac{\omega L}{R}$

PENYEARAH GELOMBANG PENUH SATU FASA

penyearah titik tengah (center tap - CT)
dan

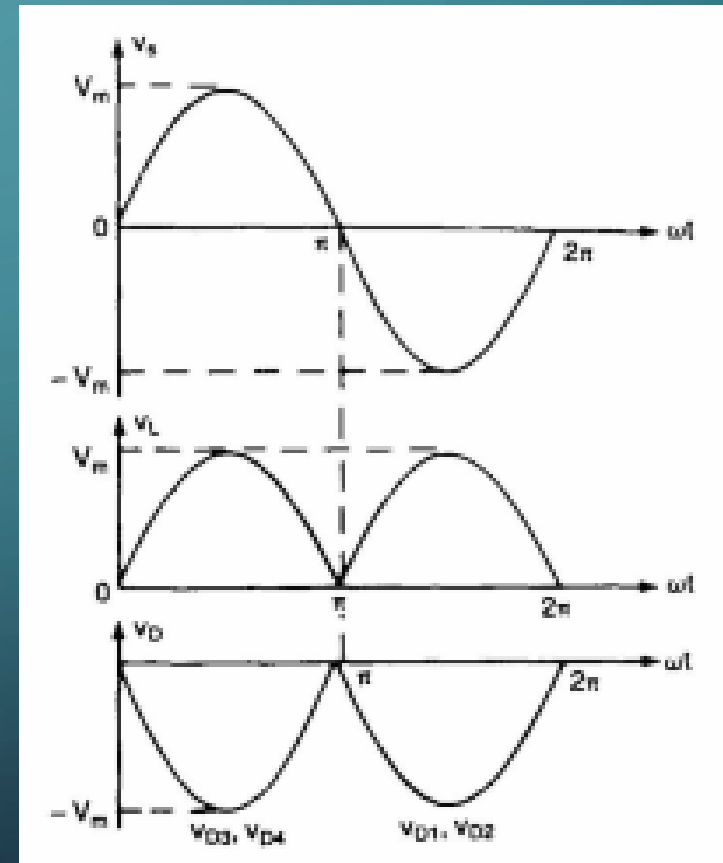
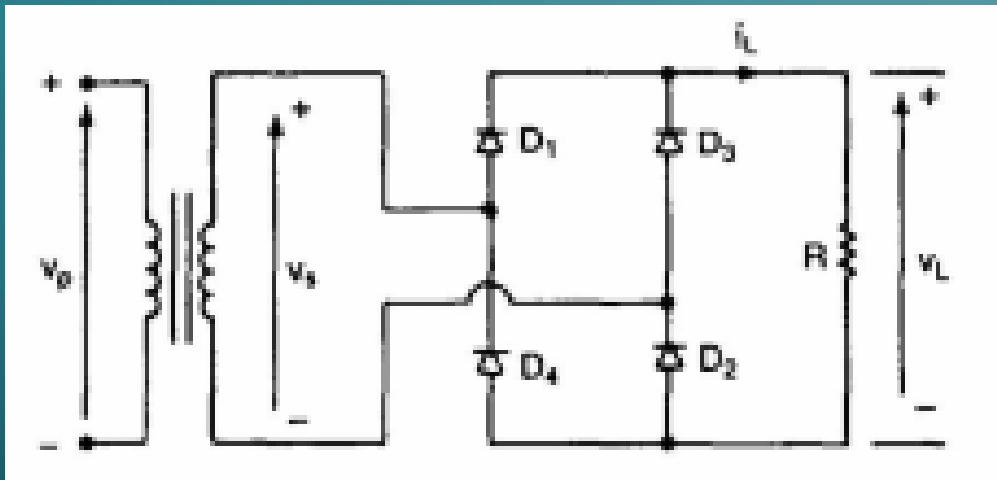
Penyearah jembatan.

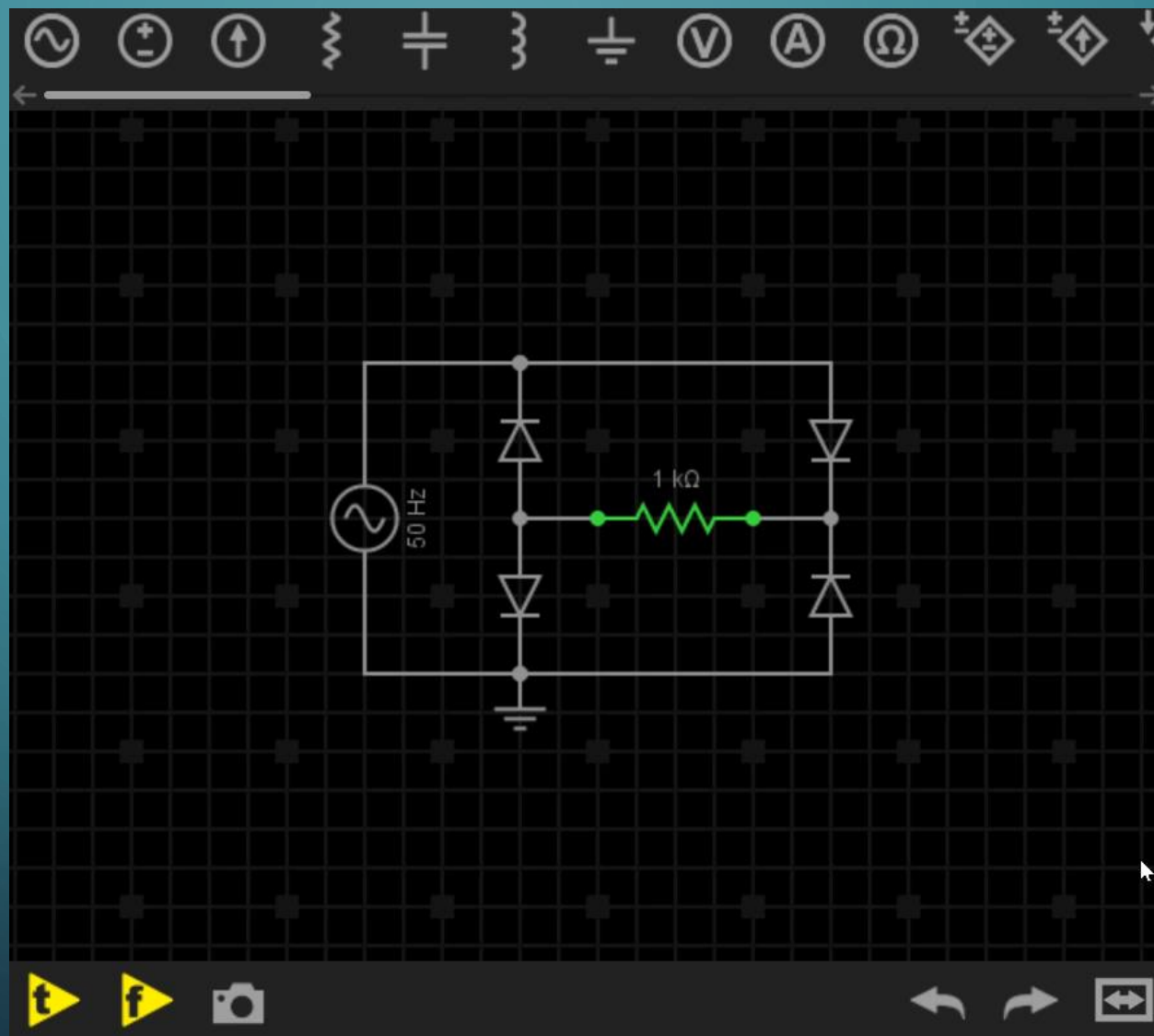
PENYEARAH GELOMBANG PENUH SATU FASA DENGAN PENYEARAH TITIK TENGAH (CT)



Pada sisi sekunder trafo, polaritas positif terjadi pada setengah periode pertama dan kedua, sehingga dioda D1 akan ON saat setengah periode pertama sedangkan dioda D2 akan OFF. Sebaliknya, pada setengah periode kedua dioda D2 akan ON sedangkan dioda D1 akan OFF. Tegangan luaran searah dihasilkan ketika dioda D1 dan D2 ON yang memiliki nilai tegangan searah rerata (V_{dc}) dan tegangan efektif (V_L). Tetapi, ketika dioda D1 dan D2 OFF, nilai tegangan pada dioda D1 dan D2 sebesar $-2 V_m$.

PENYEARAH GELOMBANG PENUH SATU FASA JEMBATAN DENGAN BEBAN R





- Jumlah dioda dalam rangkaian penyearah ini sebanyak empat buah, yaitu: D1 , D2, D3, dan D4.
- Pada setengah siklus pertama dengan polaritas positif, dioda D1 dan D2 pada rangkaian penyearah akan ON sedangkan dioda D3 dan D4 dalam kondisi OFF. Selanjutnya, pada setengah siklus kedua dengan polaritas negatif, dioda D3 dan D4 pada rangkaian penyearah akan ON sedangkan D1 dan D2 dalam kondisi OFF. Tegangan luaran searah dihasilkan ketika dioda D1 dan D2, serta D3 dan D4 dalam kondisi ON yang memiliki nilai tegangan searah rerata dan efektif. Tetapi, ketika dioda D1 dan D2, serta D3 dan D4 dalam kondisi OFF, nilai tegangan pada dioda D1 dan D2 sebesar $-V_m$. Jadi, perbedaan mencolok dari kedua jenis penyearah ini adalah nilai tegangan pada diode (V_d) saat kondisi “OFF”, yaitu : sebesar $-2V_m$ untuk penyearah CT dan sebesar $-V_m$ untuk penyearah jembatan.

- Dengan bentuk gelombang hasil penyearahan seperti ditunjukkan pada kedua gambar sebelumnya dapat ditentukan nilai tegangan luaran rerata (V_{dc}) dan arus rerata (I_{dc}) yang mengalir sebagai berikut :

$$V_{dc} = \frac{2V_m}{\pi} = 0,637V_m \qquad I_{dc} = \frac{V_{dc}}{R}$$

- Selanjutnya, nilai tegangan luaran efektif (V_L) dan arus efektif (I_L) yang mengalir adalah :

$$V_L = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = 0,707V_m \qquad I_L = \frac{V_L}{R}$$

- Jadi, daya luaran rerata (P_{dc}) dan daya luaran efektif (P_L) adalah:

$$P_{dc} = V_{dc} I_{dc} \qquad P_L = V_L I_L$$

- Faktor daya penyearahan ($\cos \phi$) rangkaian ditentukan dengan persamaan:

$$\cos \phi = \frac{P_L}{S} = \frac{P_L}{V_S I_L}$$

Jika rangkaian pada kedua Gambar sebelumnya dihubungkan dengan beban resistif-induktif (RL), maka nilai tegangan luaran (V_L) ditentukan berdasarkan deret Fourier yang terdiri dari komponen tegangan searah (dc) dan tegangan harmonik genap, yaitu :

$$V_L = Ri_o + L \frac{di_o}{dt}$$

$$V_L(t) = V_{o,DC} + \sum_{n=1,2,\dots}^{\infty} (a_n \cos n\omega t + b_n \sin n\omega t)$$

dimana : $V_{o,DC} = \frac{2V_m}{\pi}$

$$a_n = 0$$

$$b_n = V_n = \frac{4V_m}{\pi} \sum_{n=2,4,\dots}^{\infty} \frac{-1}{(n-1)(n+1)} \quad ; n \text{ adalah harmonik genap ke-}n$$

TERIMA KASIH