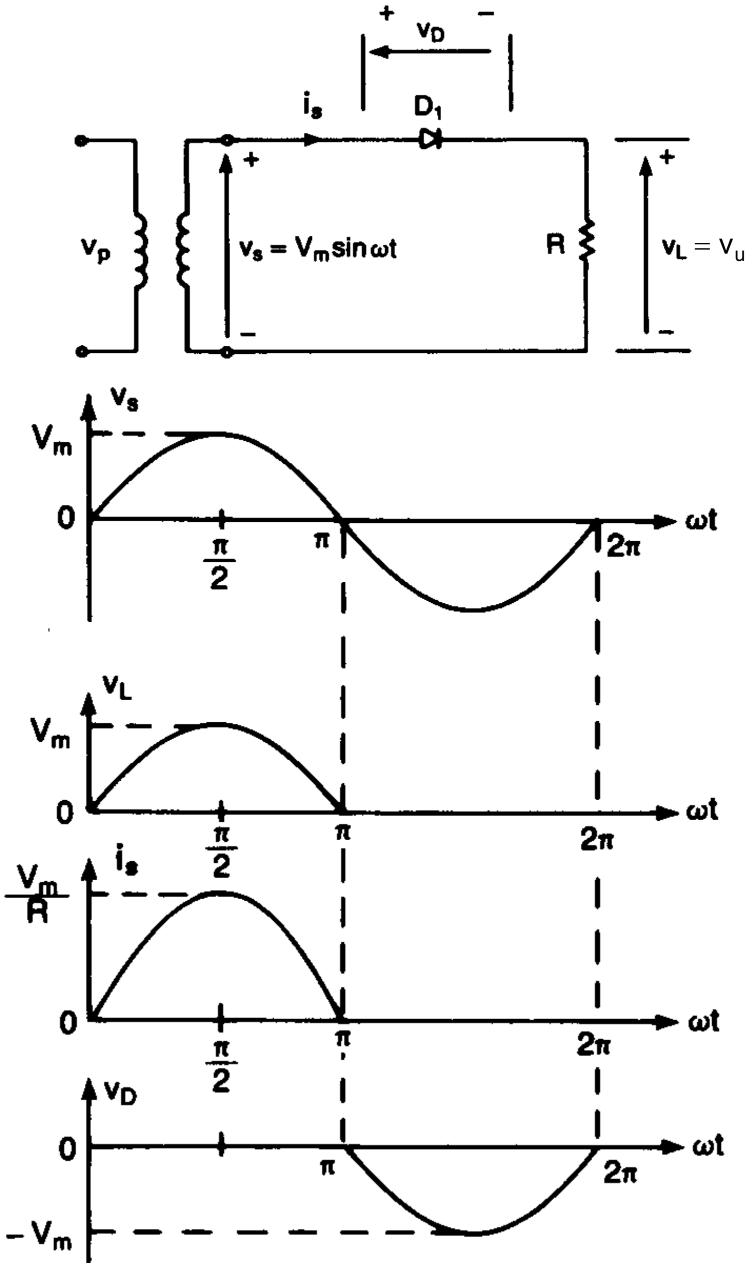
RETTIFICATORI NON CONTROLLATI

1. **Raddrizzatore a singola semionda**
2. **Raddrizzatore a onda intera**
   - Raddrizzatore con trasformatore a presa centrale
   - Raddrizzatore a ponte
3. **Filtri**
   - Scomposizione in serie di Fourier
   - LR
   - RC

RADDRIZZATORE A SINGOLA SEMIONDA



$$v_i = v_s = V_m \mathrm{sen}\,\omega t$$

$$V_{u0} = \frac{1}{T}\int_0^T v_u(t)\,dt = \frac{1}{T}\int_0^{T/2} V_m \mathrm{sen}\,\omega t\,dt =$$

$$= \frac{1}{2\pi}\int_0^{\pi} V_m \mathrm{sen}\,\alpha\,d\alpha = \frac{V_m}{2\pi}\left[-\cos\pi + \cos 0\right] = \frac{V_m}{\pi}$$

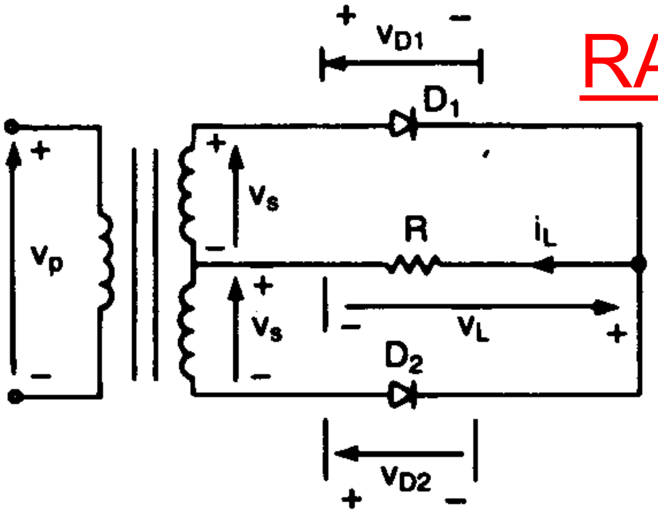
$$\Rightarrow \quad I_{u0} = \frac{V_m}{\pi R_L}$$

$$V_{urms} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T v_u^2(t)\,dt} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^{T/2} (V_m \mathrm{sen}\,\omega t)^2\,dt} = \frac{V_m}{2}$$

$$\Rightarrow \quad I_{urms} = \frac{V_m}{2R_L}$$

$$\eta_R = \frac{P_{u0}}{P_{urms}} = \frac{V_{u0} I_{u0}}{V_{urms}\, I_{urms}} = \frac{4}{\pi^2} \cong 0.4$$

RADDRIZZATORE A ONDA INTERA

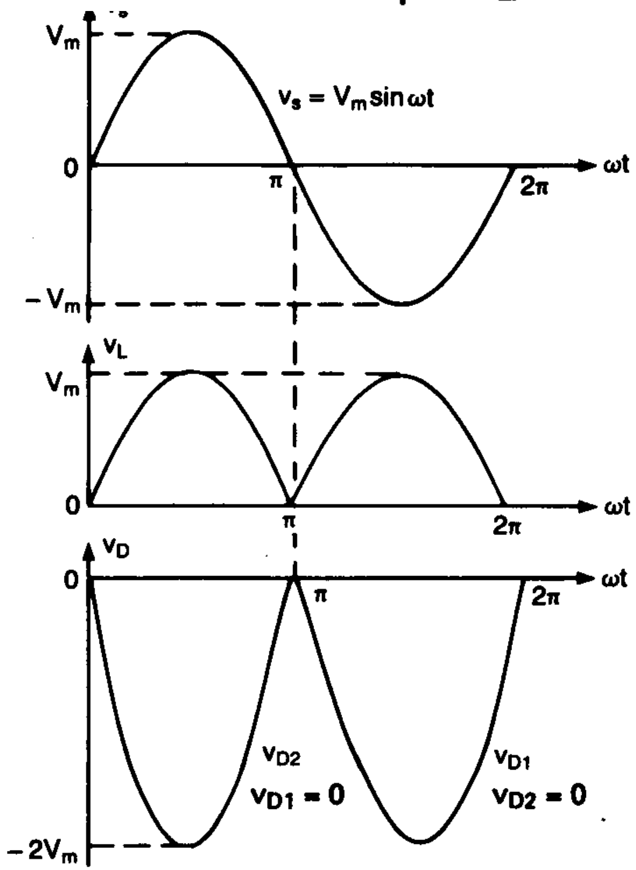


$$V_{u0} = \frac{2}{T}\int_0^{T/2} V_m \mathrm{sen}\omega t\, dt = \frac{2V_m}{\pi}$$

$$\Rightarrow \quad I_{u0} = \frac{2V_m}{\pi R_L}$$

$$V_{urms} = \sqrt{\frac{2}{T}\int_0^{T/2} (V_m \mathrm{sen}\omega t)^2\, dt} = \frac{\sqrt{2}}{2} V_m$$

$$\Rightarrow \quad I_{urms} = \frac{V_m}{\sqrt{2} R_L}$$

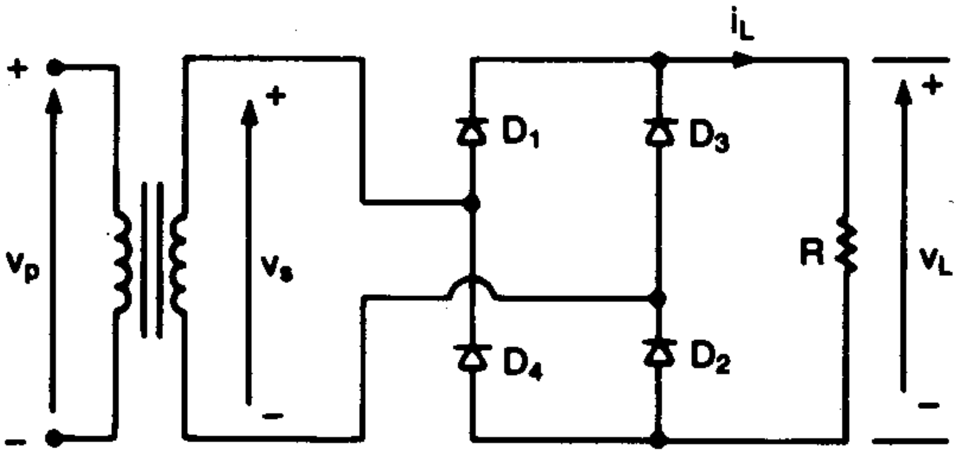


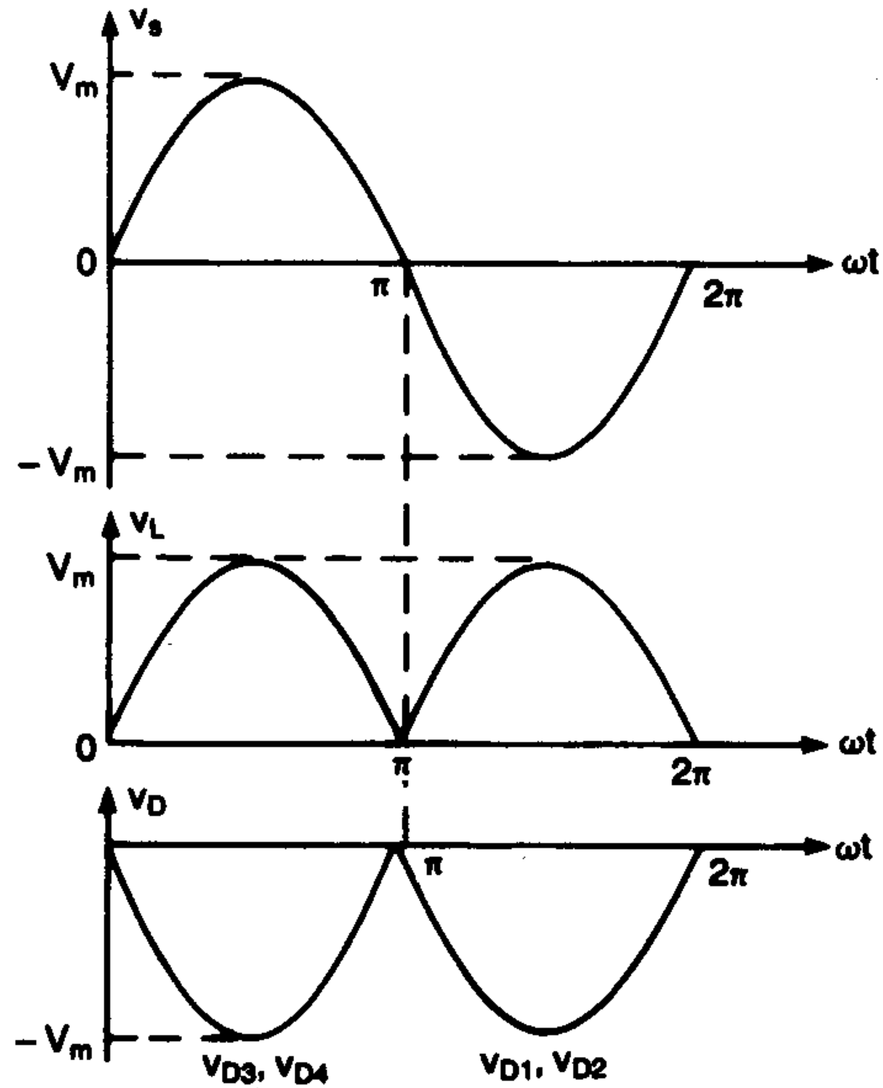
$$\eta_R = \frac{P_{u0}}{P_{urms}} = \frac{V_{u0} I_{u0}}{V_{urms} I_{urms}} = \frac{8}{\pi^2} \cong 0.81$$

<u>Dimensionamento dei diodi:</u>

$$|V_{Dmax}| = 2V_m \qquad \begin{cases} I_{u0} = I_{D1} + I_{D2} \quad \Rightarrow \quad I_{D1} = I_{D2} = \dfrac{I_{u0}}{2} \\ I_{urms}^2 = I_{D1rms}^2 + I_{D2rms}^2 \quad \Rightarrow \quad I_{Drms} = \dfrac{I_{urms}}{\sqrt{2}} \end{cases}$$

Raddrizzatore a ponte





La presenza di due diodi in serie al carico può degradare la forma d'onda se VL è bassa

Dimensionamento dei diodi:

Per la corrente non c'è differenza, ma:

$$|V_{Dmax}| = V_m$$

⇒ adatti per le tensioni più elevate.

Inoltre è eliminato il trasformatore a presa centrale (più costoso).

Unico svantaggio: l'aggiunta di due diodi.

Scomposizione in serie di Fourier

In regime stazionario, la tensione d'uscita del convertitore ha tipicamente una forma d'onda periodica, funzione del tempo e definita da

$$v_o(t) = v_o(t + T) \tag{E.1}$$

dove T è il periodo. Se f è la frequenza, in hertz, della tensione in uscita, allora la pulsazione vale

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f \tag{E.2}$$

e l'Equazione (E.1) può essere riscritta come

$$v_o(\omega t) = v_o(\omega t + 2\pi) \tag{E.3}$$

Il teorema di Fourier afferma che una qualsiasi funzione periodica $v_o(t)$ può essere scomposta nella somma di un termine costante più una serie infinita di seni e coseni di pulsazione pari a multipli della pulsazione della funzione stessa, $n\omega$, con n intero. Di conseguenza, $v_o(t)$ può essere scritta come

$$v_o(t) = \frac{a_o}{2} + \sum_{n=1,2,\ldots}^{\infty} (a_n \cos n\omega t + b_n \sin n\omega t) \tag{E.4}$$

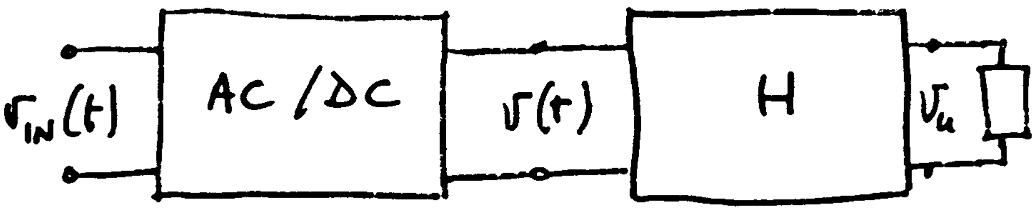
dove $a_o/2$ è il valor medio della tensione in uscita. Le costanti a_o, a_n e b_n possono essere determinate tramite le seguenti espressioni

$$a_o = \frac{2}{T}\int_0^T v_o(t)\, dt = \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} v_o(\omega t) d(\omega t) \tag{E.5}$$

$$a_n = \frac{2}{T}\int_0^T v_o(t) \cos n\omega t\, dt = \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} v_o(\omega t) \cos n\omega t\, d(\omega t) \tag{E.6}$$

$$b_n = \frac{2}{T}\int_0^T v_o(t) \sin n\omega t\, dt = \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} v_o(\omega t) \sin n\omega t\, d(\omega t) \tag{E.7}$$

FILTRI

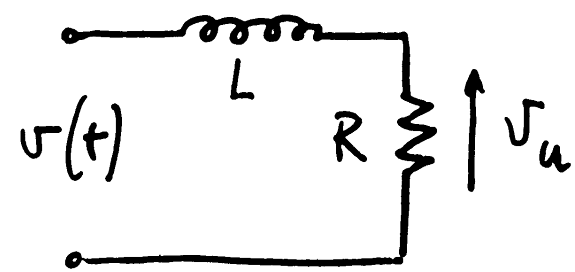


$$v(t) = V_0 + \sum_{k=1}^{\infty}\left(a_k \cos k\omega t + b_k \operatorname{sen} k\omega t\right)$$

$$|v_u| = |H| \cdot |v|$$

Filtro RL

Se il raddrizzatore è ad onda intera la sua uscita ha simmetria pari, cioè f(t) = f(-t), quindi tutti i coefficienti b_k sono nulli. Inoltre contiene solo armoniche pari (k=2,4, ...), per cui:



$$a_k = \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} v(t)\cos k\omega t \, d\omega t = \frac{4V_{IN}}{\pi}\,\frac{-1}{(k-1)(k+1)} \qquad k = 2, 4, 6, \ldots$$

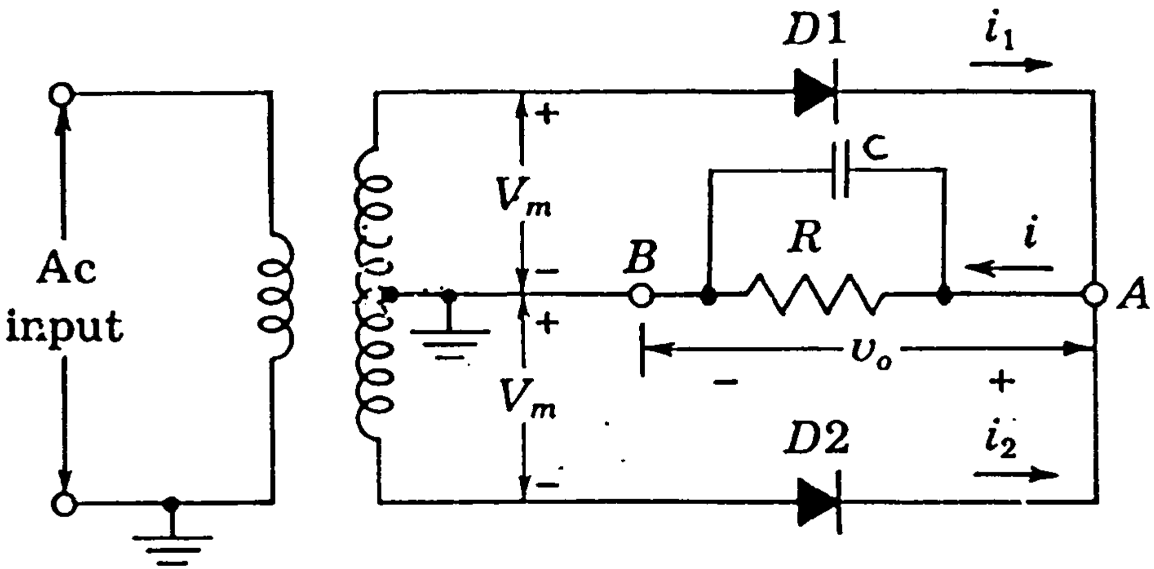
sen α cos β = ½ [sen(α + β) + sen(α - β)]

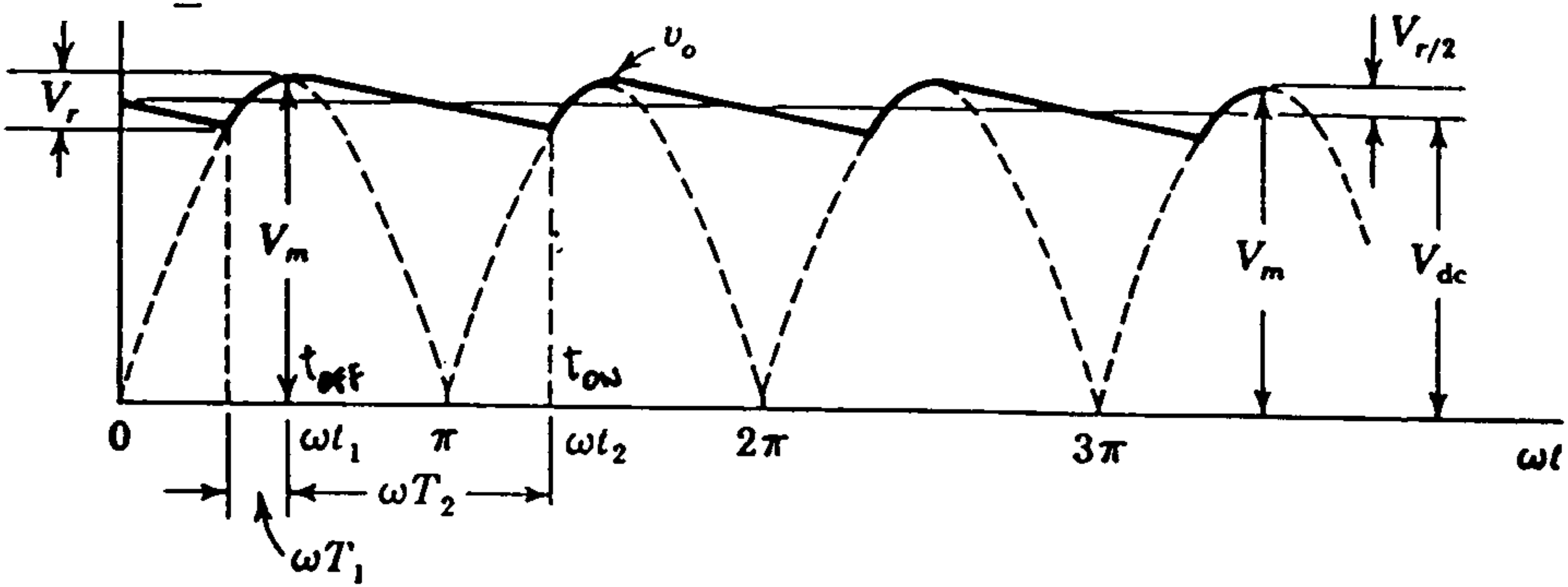
L'armonica più significativa sarà la seconda: $|V_2| = \dfrac{4V_{IN}}{3\pi}$

La funzione di trasferimento del filtro alla pulsazione $k\omega$ è:

$$H_k = \frac{R}{R + jk\omega L} = \frac{1}{1 + jk\omega\frac{L}{R}} \qquad |H_k| = \sqrt{\frac{1}{1+\left(k\omega\frac{L}{R}\right)^2}} \quad \Rightarrow \quad |H_2| = \sqrt{\frac{1}{1+\left(4\pi f\frac{L}{R}\right)^2}}$$

Filtro R-C





La corrente di scarica di C può passare solo attraverso R (non nei diodi, da K a A) e quindi il transitorio è esponenziale con τ = RC.

C deve essere grande.

La carica avviene attraverso i diodi (r_{eq} piccola), quindi v_o segue v_i.