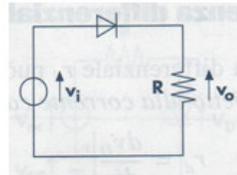
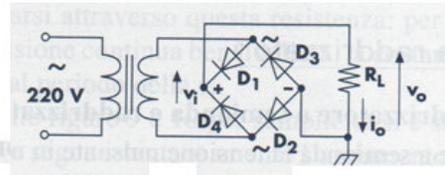


# CONFRONTO TRA RADDRIZZATORI

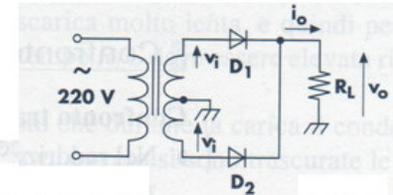
Raddrizzatore a semionda



Raddrizzatore a ponte



Raddrizzatore a presa centrale



Valore di picco in uscita

$$V_{oP} = V_{iP} - V_D \quad \mathbf{3}$$

$$V_{oP} = V_{iP} - 2V_D \quad \mathbf{7}$$

$$V_{oP} = V_{iP} - V_D \quad \mathbf{11}$$

Valore medio

$$V_{om} = \frac{V_{oP}}{\pi} \quad \mathbf{4}$$

$$V_{om} = \frac{2V_{oP}}{\pi} \quad \mathbf{8}$$

$$V_{om} = \frac{2V_{oP}}{\pi} \quad \mathbf{12}$$

Valore efficace

$$V_{oeff} = \frac{V_{oP}}{2} \quad \mathbf{5}$$

$$V_{oeff} = \frac{V_{oP}}{\sqrt{2}} \quad \mathbf{9}$$

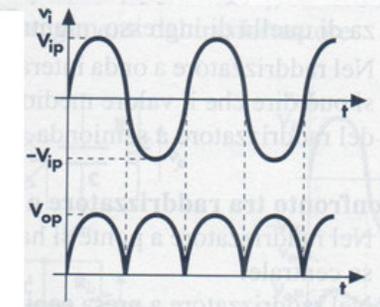
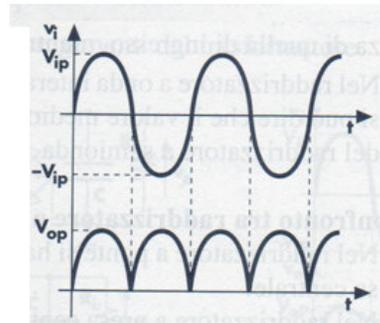
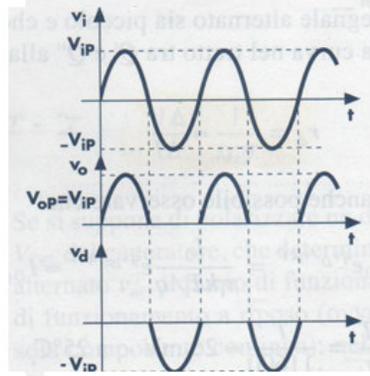
$$V_{oeff} = \frac{V_{oP}}{\sqrt{2}} \quad \mathbf{13}$$

Corrente nel carico

$$I_o = \frac{V_o}{R_L} \quad \mathbf{6}$$

$$I_o = \frac{V_o}{R_L} \quad \mathbf{10}$$

$$I_o = \frac{V_o}{R_L} \quad \mathbf{14}$$



# CONFRONTO TRA RADDRIZZATORI

## Confronto tra raddrizzatore a semionda e raddrizzatore a onda intera

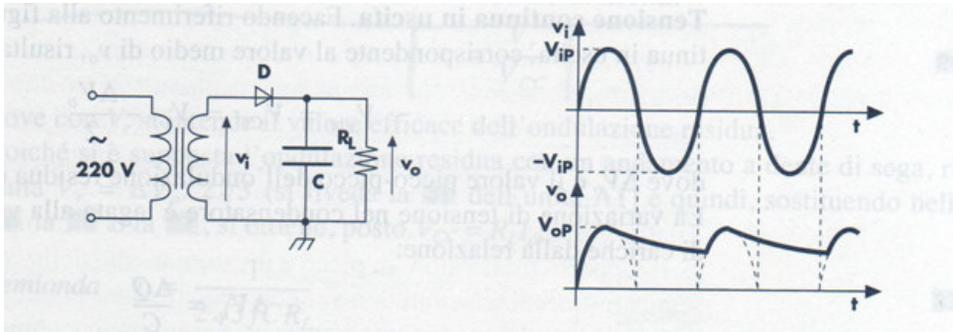
- ▶ Nel raddrizzatore a semionda la tensione pulsante in uscita ha la stessa frequenza di quella di ingresso, mentre in quello a onda intera la frequenza è doppia.
- ▶ Nel raddrizzatore a onda intera, se si trascurano, per semplicità, le c.d.t. sui diodi si può dire che il valore medio della tensione in uscita è doppio rispetto a quello del raddrizzatore a semionda.

## Confronto tra raddrizzatore a ponte e raddrizzatore a presa centrale

- ▶ Nel raddrizzatore a ponte si ha una c.d.t. sui diodi doppia rispetto a quello a presa centrale.
- ▶ Nel raddrizzatore a presa centrale è richiesto un trasformatore con un numero di spire doppie al secondario e il diodo interdetto è soggetto a una tensione inversa circa doppia rispetto a quella dei diodi interdetti del ponte (nel caso a presa centrale il diodo interdetto è soggetto alla tensione massima  $2V_{iP}$ , prodotta dai due semiavvolgimenti al secondario del trasformatore e diminuita di  $V_D$ ; nel caso a ponte la tensione inversa del singolo diodo è pari a  $V_{iP} - V_D$ ).

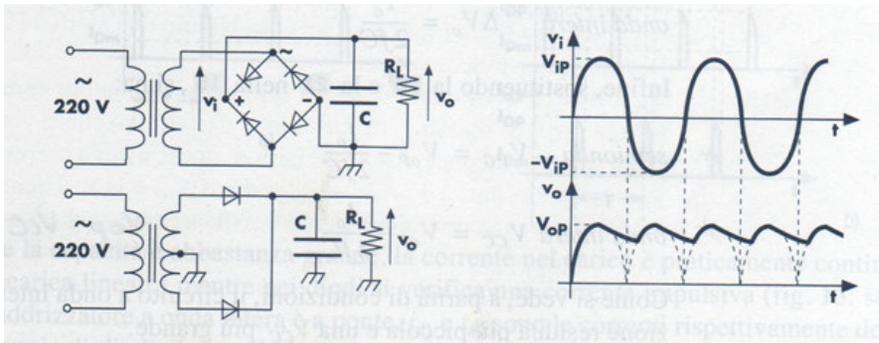
# Formule per la progettazione di alimentatori

Considerando che in un condensatore la corrente di scarico è:



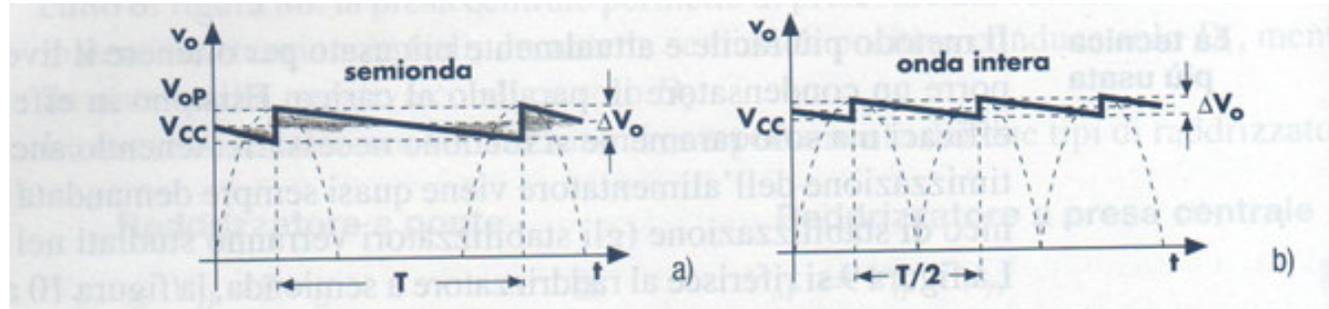
$$i = C \frac{dv}{dt}$$

$$C = \frac{dq}{dv}$$



$$i = \frac{dq}{dt}$$

# Formule per la progettazione di alimentatori



**Tensione continua in uscita.** Facendo riferimento alla figura 11, la tensione continua in uscita, corrispondente al valore medio di  $v_o$ , risulta:

$$V_{om} = V_{CC} = V_{oP} - \frac{\Delta V_o}{2} \quad \mathbf{16}$$

dove  $\Delta V_o$  è il valore picco-picco dell'ondulazione residua della tensione in uscita. La variazione di tensione nel condensatore è legata alla variazione della quantità di cariche dalla relazione:

$$\Delta V_o = \frac{\Delta Q}{C} \quad \mathbf{17}$$

ma, detto  $T$  il periodo della tensione di rete, si ha:

*semionda*

$$\Delta Q = I_o T$$

*onda intera*

$$\Delta Q = I_o \frac{T}{2}$$

# Formule per la progettazione di alimentatori

*semionda*

$$\Delta V_o = \frac{I_o}{fC}$$

$$V_{CC} = V_{oP} - \frac{I_o}{2fC}$$

$$R_o = \frac{1}{2fC}$$

*onda intera*

$$\Delta V_o = \frac{I_o}{2fC}$$

$$V_{CC} = V_{oP} - \frac{I_o}{4fC}$$

$$R_o = \frac{1}{4fC}$$

Si può anche osservare che, per la **22** e la **23**, la tensione in uscita decresce linearmente al crescere della corrente richiesta dal carico (fig. 12) e quindi la resistenza equivalente di uscita dell'alimentatore risulta:

$$R_o = \operatorname{tg} \alpha = \frac{V_{oP} - V_{CC}}{I_o}$$

# Formule per la progettazione di alimentatori

**Il fattore di ripple.** Si definisce fattore di ripple il rapporto tra il valore efficace dell'ondulazione residua e la tensione continua di uscita:

$$r = \frac{V_r}{V_{CC}} \quad \mathbf{26}$$

► dove con  $V_r$  si intende il valore efficace dell'ondulazione residua.

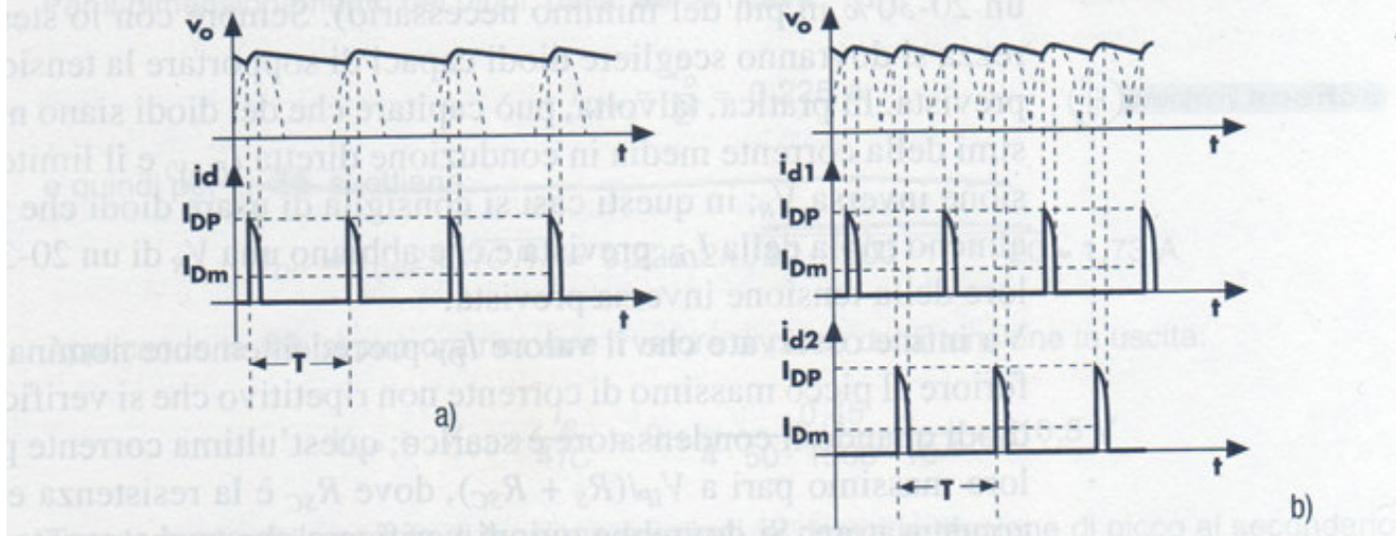
► Poiché si è supposta l'ondulazione residua con un andamento a dente di sega, risulta  $V_r = \Delta V_o / 2\sqrt{3}$  (si riveda la **31** dell'unità A1) e quindi, sostituendo nella **26** la **20** o la **21**, si ottiene, posto  $V_{CC} = R_L I_o$ :

$$\text{semionda} \quad r = \frac{1}{2\sqrt{3}fCR_L} \quad \mathbf{27}$$

$$\text{onda intera} \quad r = \frac{1}{4\sqrt{3}fCR_L} \quad \mathbf{28}$$

# Formule per la progettazione di alimentatori

**Corrente nei diodi.** La capacità  $C$  accumula cariche durante il tempo di conduzione dei diodi e ne cede la medesima quantità durante la scarica.



semionda  $I_{Dm}T = I_o T$  **29**      onda intera  $I_{Dm}T = I_o \frac{T}{2}$  **30**

$I_{dm}$  = Corrente media nel diodo in conduzione  
 $I_o$  = corrente ceduta al carico durante la scarica    pertanto

semionda  $I_{Dm} = I_o$  **31**      onda intera  $I_{Dm} = \frac{I_o}{2}$

# Formule per la progettazione di alimentatori

Analiticamente delle relazioni che forniscono, con una approssimazione accettabile, il rapporto tra il valore di picco e il valore medio della corrente nei diodi sono le seguenti (queste relazioni non vengono giustificate; in effetti la cosa sarebbe possibile ma con un procedimento abbastanza complesso e comunque non rigoroso):

$$\text{semionda} \quad \frac{I_{DP}}{I_{Dm}} = \sqrt{2\pi\sqrt{fCR_L}} \quad \mathbf{33} \quad \text{onda intera} \quad \frac{I_{DP}}{I_{Dm}} = 2\pi\sqrt{fCR_L} \quad \mathbf{34}$$

**Il trasformatore.** Per quanto riguarda il valore efficace della tensione al secondario del trasformatore, questa può essere ricavata dal suo valore di picco, tenendo presente che si lavora a regime sinusoidale:

$$V_{i(eff)} = \frac{V_{ip}}{\sqrt{2}} \quad \mathbf{35}$$

Naturalmente, nel caso di trasformatore a presa centrale questa è la tensione di metà avvolgimento secondario.

Per le correnti efficaci al secondario del trasformatore si possono usare le seguenti formule pratiche:

$$\begin{array}{lll} \text{semionda} & \text{a ponte} & \text{a presa centrale} \\ I_{i(eff)} = 2,2I_o & \mathbf{36} & I_{i(eff)} = 1,8I_o \quad \mathbf{37} \\ & & I_{i(eff)} = 1,2I_o \quad \mathbf{38} \end{array}$$

Infine la potenza in VA del trasformatore risulta:

$$\begin{array}{ll} \text{semionda e a ponte} & \text{a presa centrale} \\ S = V_{i(eff)}I_{i(eff)} & \mathbf{39} \\ S = 2V_{i(eff)}I_{i(eff)} & \mathbf{40} \end{array}$$

# Progettazione di un alimentatore

Realizzare un alimentatore con raddrizzatore a ponte e filtro capacitivo secondo le seguenti specifiche:

$$V_{CC} = 9 \text{ V} \quad I_o = 0,45 \text{ A} \quad r = 10\%$$

Calcolare la capacità, le caratteristiche che devono soddisfare i diodi, la tensione al secondario del trasformatore e la sua potenza.

Si ricava la resistenza equivalente del carico:

$$R_L = \frac{V_{CC}}{I_o} = 20 \Omega$$

Posto  $r = 0,1$  dalla **28** si ricava  $C$ :

$$C = \frac{1}{4\sqrt{3}fR_Lr} = 1443 \mu\text{F} \quad (\text{commerciale } 1500 \mu\text{F})$$

con  $f = 50 \text{ Hz}$  (il valore commerciale è stato scelto in eccesso facendo riferimento alla serie normalizzata E6 che è la più diffusa per i condensatori elettrolitici: vedi scheda integrativa 2 dell'unità A1).

Per il dimensionamento dei diodi, dalla **32** si ricava:

$$I_{Dm} = \frac{I_o}{2} = 0,225 \text{ A}$$

e quindi per la **34** si ottiene:

$$I_{DP} = I_{Dm} 2\pi\sqrt{fCR_L} = 0,225 \cdot 2\pi\sqrt{50 \cdot 1500 \cdot 10^{-6} \cdot 20} \approx 1,73 \text{ A}$$

Applicando la **23** si può ora ricavare il valore di picco della tensione in uscita:

$$V_{oP} = V_{CC} + \frac{I_o}{4fC} = 9 + \frac{0,45}{4 \cdot 50 \cdot 1500 \cdot 10^{-6}} = 10,5 \text{ V}$$

# Progettazione di un alimentatore

Tenuto conto della caduta di tensione sui diodi, si ricava la tensione di picco al secondario del trasformatore:

$$V_{iP} = V_{oP} + 2V_D \approx 10,5 + 1,4 = 11,9 \text{ V}$$

a cui corrisponde un valore efficace:

$$V_{i(eff)} = \frac{V_{iP}}{\sqrt{2}} \approx 8,4 \text{ V}$$

Si usa quindi un trasformatore con secondario a 9 V.

Applicando la **32** e la **39** si ricava poi la potenza del trasformatore:

$$I_{i(eff)} = 1,8I_o = 0,81; S = I_{i(eff)}V_{i(eff)} = 0,81 \cdot 9 \approx 7,3 \text{ VA}$$

Per quanto riguarda la tensione inversa, il singolo diodo è soggetto a una tensione pari a  $V_{iP} - V_D$  e quindi si deve usare un diodo capace di sopportare una tensione inversa maggiore di  $11,9 - 0,7 = 11,3 \text{ V}$ .