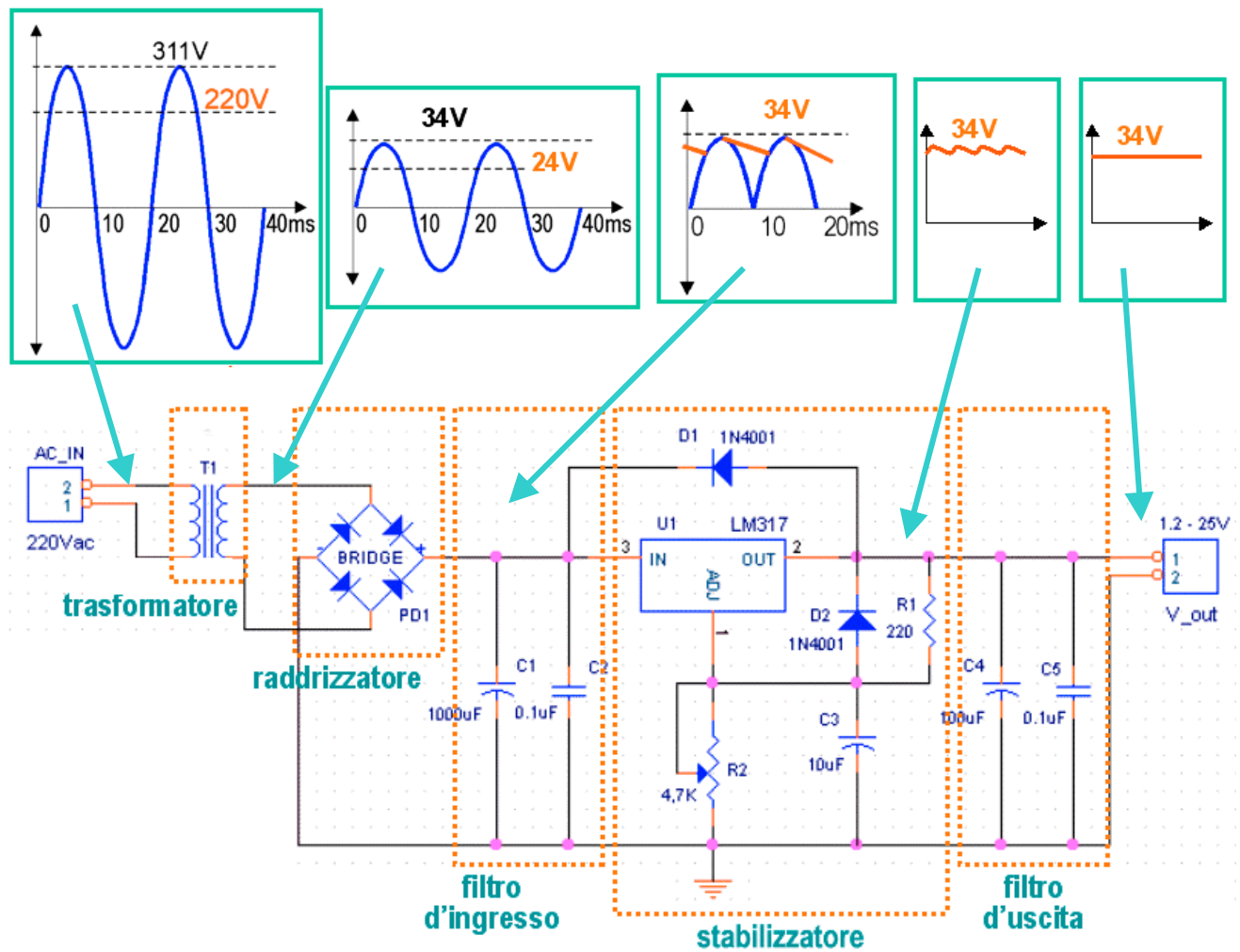


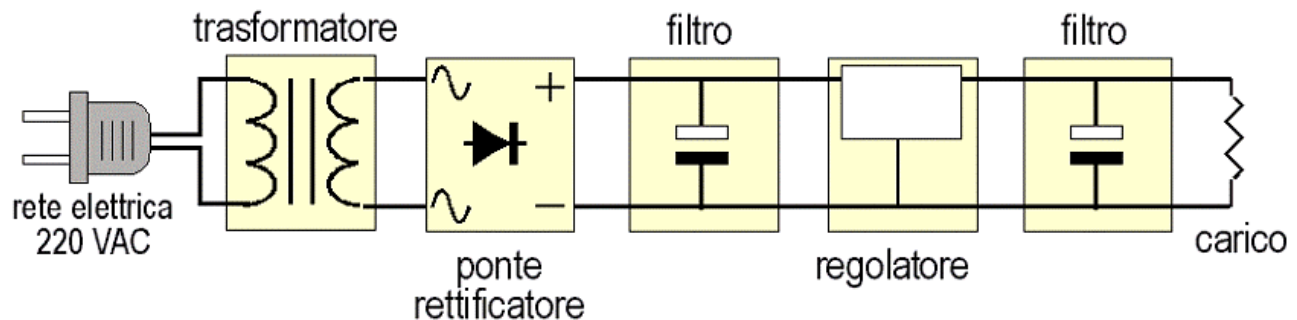
## ALIMENTATORE STABILIZZATO

(A cura del prof A. GARRO)

Gli alimentatori sono apparecchiature che convertono la tensione alternata sinusoidale della rete  $V_{ca}$  ( 220 Veff ) in una tensione continua (  $V_{cc}$  ) in grado di alimentare un carico (  $R$  ) con una corrente (  $I_{cc}$  ).



Un generico alimentatore può quindi essere rappresentato mediante il seguente SCHEMA A BLOCCHI:



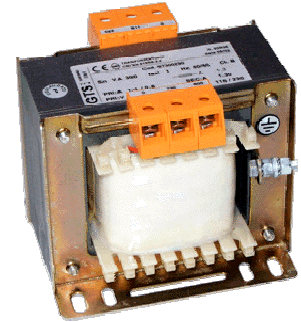
Il “ **TRASFORMATORE** ” provvede di norma ad abbassare il valore della tensione di ingresso (220 Veff.) ad un valore compatibile con la tensione che deve alimentare il carico. E' costituito da un avvolgimento primario (N1= numero di spire) e da un avvolgimento secondario (N2 = numero di spire), avvolti in un nucleo ferromagnetico. La tensione al primario (V1), la tensione al secondario (V2), il numero di spire N1, N2, sono legate dalla relazione:

$$V_1 / V_2 = N_1 / N_2 \quad (\text{rapporto di trasformazione})$$

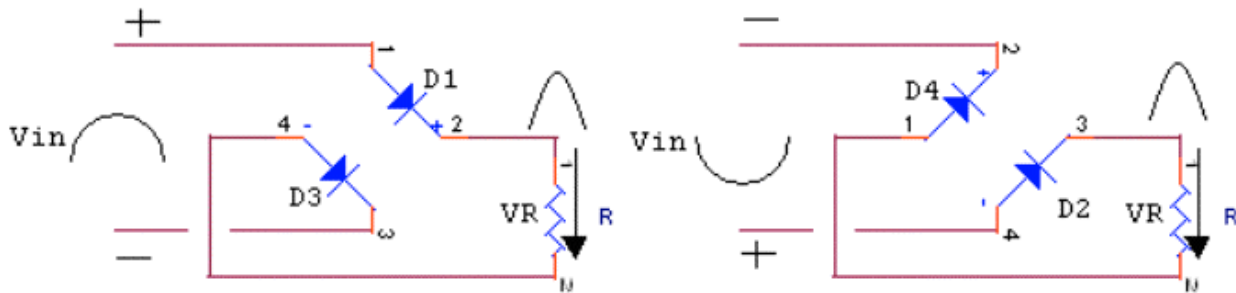
ovvero il rapporto fra la tensione d'ingresso  $V_1$  e quella d'uscita  $V_2$  è dato dal rapporto fra il numero degli avvolgimenti al primario ( $N_1$ ) e al secondario ( $N_2$ ), da cui si ricava che:

$$V_2 = V_1 \cdot N_2 / N_1$$

ovvero la tensione al secondario è data proprio dal "rapporto di trasformazione".



Il “ **PONTE RADDRIZZATORE** ” (in questo caso a doppia semionda, detto anche "ponte di Graetz") provvede a rendere unidirezionale la corrente in un carico, generando un tensione di uscita pulsante.



i diodi D1 e D3 conducono per la semionda positiva, i diodi D2 e D4 per quella negativa. Si noti che la corrente che circola nella R ha sempre lo stesso verso.

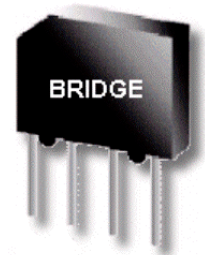
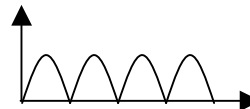
$$V_{in}^+ = V_{D1} + V_R + V_{D3} \quad (\text{semionda positiva})$$

$$= V_{D4} = \mathbf{0,6 \text{ Volt}}$$

$$V_{in}^- = V_{D2} + V_R + V_{D4} \quad (\text{semionda negativa})$$

$$V_R = V_{in} - 0,6 \text{ Volt} - 0,6 \text{ Volt}$$

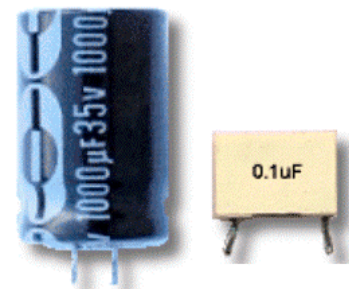
$$\mathbf{V_R = V_{in} - 1,2 \text{ volt}} \quad (\text{tensione presente sul carico } R).$$



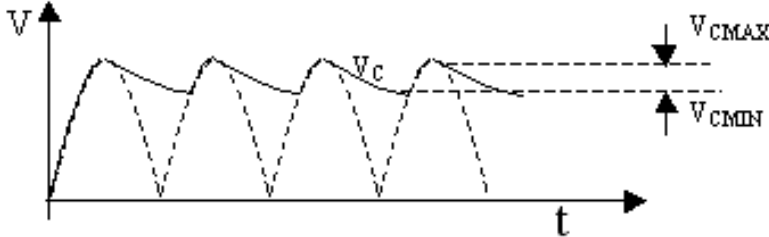
“ **FILTRO DI LIVELLAMENTO** ”. Se si pone in uscita del ponte di diodi e in parallelo al carico un condensatore di alta capacità (dell'ordine di migliaia di microfarad) il condensatore - inizialmente scarico - inizia a caricarsi seguendo la variazione della  $V_{in}$  fino al suo valore massimo  $V_{max}$ , secondo la formula:

$$V_C = V_{in} * (1 - e^{-t/RC})$$

Successivamente la tensione pulsante diminuisce e il condensatore si scarica più o meno lentamente sulla R con una costante di tempo  $\tau = R \cdot C$ , per poi riprendere a caricarsi quando la tensione pulsante  $V_{in}$  (in fase crescente) raggiunge e supera la  $V_C$  del condensatore che in quell'istante sta ancora scaricandosi. L'andamento della tensione ai capi del condensatore e del carico sarà adesso di tipo ondulatorio, variabile tra un valore  $V_{CMax}$  e  $V_{CMin}$  (vedi figura a pagina seguente) senza però mai arrivare al valore zero. Queste variazioni della forma d'onda vengono



denominate “**ondulazioni residue**” o semplicemente “**ripple**”. La bontà di un alimentatore si misura quantificando il valore  $\Delta V = V_{CMAX} - V_{CMIN}$  (ondulazione) che deve essere il più basso possibile. In parallelo al condensatore di grossa capacità (>1000 $\mu$ F elettrolitico), si pone un condensatore in poliestere o ceramico da 0,1 $\mu$ F, necessario per scaricare a massa i disturbi di alta frequenza. Un altro filtro capacitivo con valore di C più basso (10 – 100  $\mu$ F) è posto anche all'uscita dello stabilizzatore per migliorare ulteriormente la  $V_{OUT}$ .



Lo “**STABILIZZATORE**” (o **regolatore di tensione**) tende a mantenere costante la tensione d'uscita  $V_R$  sul carico al variare, entro certi limiti, della tensione d'ingresso “ $\Delta V_{in}$ ” (regolazione di linea), della corrente assorbita dal carico  $R$  “ $\Delta I_R$ ” (regolazione di carico) e della temperatura “ $\Delta T$ ”. L'integrato **LM317** è uno stabilizzatore di tensione con la possibilità di poter anche regolare la tensione d'uscita stabilizzata da +1.25 Vcc a +37 Vcc., fornendo al carico una corrente  $I_{R Max} = 1,5A$

Dati del costruttore:  $I_{ADJ} = 50\mu A$ ,  $V_{ref} = 1,25$  Volt (tensione tra il pin OUT e il pin ADJ)

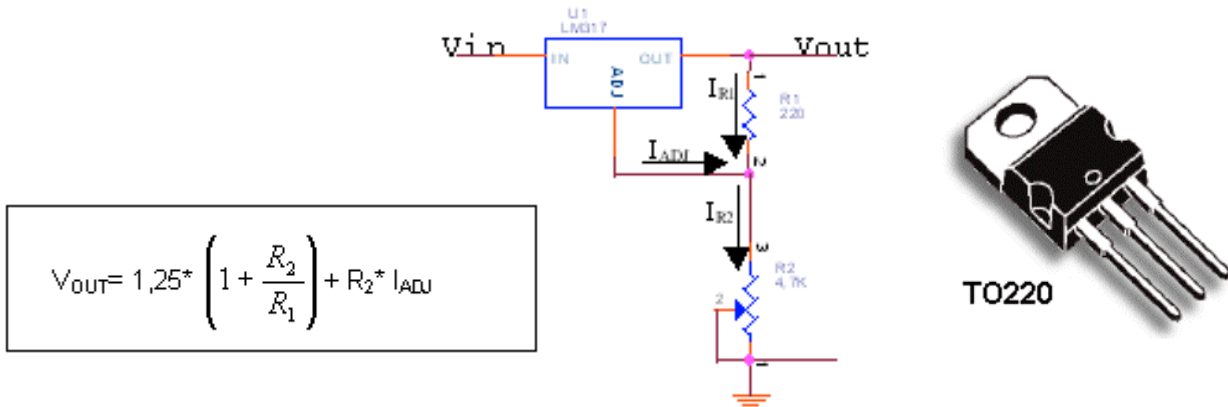
$$V_{OUT} = V_{R1} + V_{R2} \qquad V_{R1} = V_{ref} = 1,25 \text{ Volt}$$

$$V_{OUT} = 1,25 + V_{R2}$$

$$V_{OUT} = 1,25 + R_2 \cdot I_{R2} \qquad \longrightarrow \qquad I_{R2} = I_{R1} + I_{ADJ} \qquad \longrightarrow \qquad I_{R2} = V_{R1}/R_1 + I_{ADJ}$$

$$V_{OUT} = 1,25 + R_2 \cdot (I_{R1} + I_{ADJ}) \qquad \longrightarrow \qquad V_{OUT} = 1,25 + R_2 \cdot (V_{R1}/R_1 + I_{ADJ})$$

$$V_{OUT} = 1,25 + R_2 \cdot (1,25/R_1 + I_{ADJ}) \qquad \longrightarrow \qquad V_{OUT} = 1,25 + R_2 \cdot 1,25/R_1 + R_2 \cdot I_{ADJ}$$



La differenza tra la  $V_{IN}$  e la  $V_{OUT}$  si definisce tensione di “**DROPOUT**” ed è il valore minimo della tensione tra ingresso e uscita che garantisce un corretto funzionamento dello stabilizzatore.

$$V_D = V_{IN} - V_{OUT} \quad (\text{consigliabile un valore non inferiore a } 5 \text{ Volt}).$$

Di norma si collega un diodo polarizzato inversamente tra il pin “OUT” e “IN” e tra il pin “OUT” e “ADJ” dell'Integrato LM317. Ciò al fine di evitare che possibili correnti inverse possano attraversare l'integrato danneggiandolo. Un cortocircuito all'ingresso dell'Integrato porterebbe il pin “IN” ad un potenziale più basso del pin “OUT”, tenuto ad una tensione più alta dal condensatore d'uscita ancora carico. In queste condizioni il diodo risulterebbe adesso polarizzato direttamente, permettendo così che la corrente di scarica del condensatore lo attraversi in senso inverso, cioè dall'OUT verso l'IN, proteggendo quindi l'Integrato dall'essere attraversato da questa corrente inversa.

La potenza erogata in ingresso ( $P_{IN}$ ), quella dissipata dallo stabilizzatore ( $P_D$ ) e dal carico  $R$  ( $P_R$ ) hanno la seguente relazione:

$$P_{IN} = P_D + P_R \qquad \longrightarrow \qquad V_{IN} \cdot I = V_D \cdot I + V_R \cdot I$$

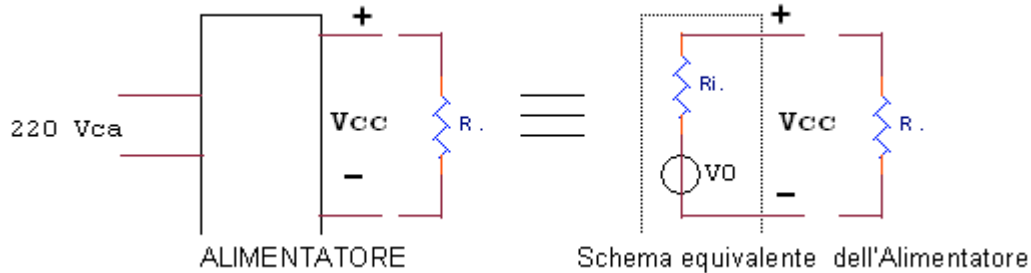
$$P_R = P_{IN} - P_D \longrightarrow V_R \cdot I = V_{IN} \cdot I - V_D \cdot I$$

Si può notare che la potenza utile sul carico ( $P_R$ ) è minore della potenza fornita in ingresso perché una parte di essa ( $P_D$ ) viene dissipata dall'integrato stabilizzatore LM317, necessaria per il suo corretto funzionamento. In fase di progetto si tende a ridurre il suo valore ( $P_D$ ) il più basso possibile.

La potenza massima che l'Integrato può dissipare con contenitore TO220H è  $P_{Dmax}=15W$ .

Il " **RENDIMENTO** " di un alimentatore stabilizzato è dato da:  $\eta = \frac{P_R}{P_{IN}} * 100$  (%)

### **RESISTENZA D'USCITA o RESISTENZA INTERNA " Ri "**

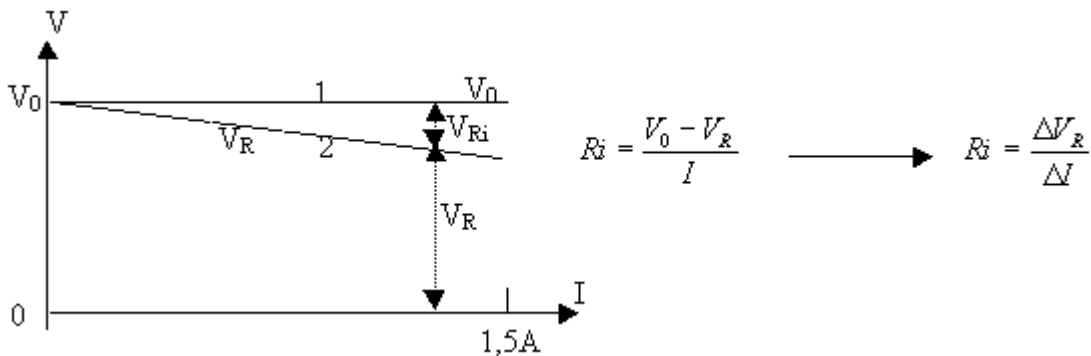


L'alimentatore di tensione si può schematizzare mediante un generatore ideale di tensione  $V_0$  avente in serie la propria resistenza interna  $R_i$ .

- ✓ Per  $R_i = 0$  (generatore **ideale** di tensione), sarà  $V_R = V_0$  per qualsiasi valore di corrente sul carico.
- ✓ Per  $R_i \neq 0$  (generatore **reale** di tensione), sarà  $V_R = V_0 - V_{Ri}$ .  $\longrightarrow V_R = V_0 - Ri \cdot I$   
 La tensione utile sul carico  $V_R$ , diminuisce se aumenta la corrente  $I$  circolante nel circuito perché aumenta la  $V_{Ri}$  dovuta alla caduta di tensione sulla  $R_i$ . Conseguenza di ciò, la  $V_R$  sul carico **non è stabile** al variare della corrente  $I$  nel circuito.  
 Tanto più è basso il valore della  $R_i$ , tanto minore sarà l'influenza della  $V_{Ri}$  e tanto più la  $V_R$  sarà prossima al valore del generatore ideale  $V_0$ .

**Un buon alimentatore stabilizzato deve avere un valore della  $R_i$  il più basso possibile.**

### **Andamento della tensione d'uscita dell'alimentatore, in funzione della corrente sul carico**



La linea 1 esprime l'andamento **ideale** ( $R_i = 0$ ) della  $V_R$  coincidente con la  $V_0$ .  
 La linea 2 esprime l'andamento **reale** ( $R_i \neq 0$ ) della  $V_R$  al variare della corrente ( $I$ ) sul carico.