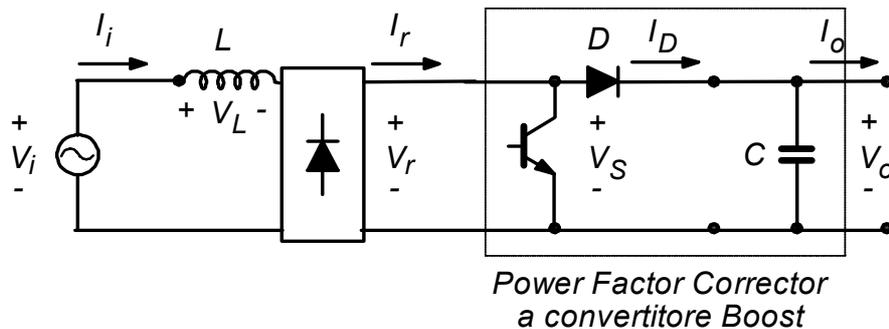


PFC Boost non isolato

Specifiche: $V_i = 180\text{-}260 \text{ V}_{\text{rms}}$, $f_g = 50 \text{ Hz}$, $V_o = 450 \text{ V}$, $I_o = 100 \text{ A}$, $\Delta U_o = 10\% U_o$,
 $\Delta I_L = 10\%$ del valore di picco della componente sinusoidale di i_i .

Dato il livello di potenza piuttosto elevato si sceglie di realizzare il Power Factor Corrector con un convertitore di tipo Boost; per quanto riguarda lo switch si sceglie un IGBT con una frequenza di commutazione f_s di 20 kHz.



Dimensionamento del condensatore

$$P_o = V_o * I_o = 45 \text{ kW}$$

$$W = P_o / 2\pi f_g = 45000 / 314 = 143 \text{ J}$$

Energia scambiata tra rete e condensatore d'uscita; essa genera un'ondulazione di tensione che si impone non superi il 10% della tensione d'uscita

$$\Delta U_o = 10\% U_o = 45 \text{ V}$$

si può quindi trovare il valore del condensatore d'uscita

$$C = W / (U_o * \Delta U_o) = 143 / (450 * 45) = 7 \text{ mF}$$

Dimensionamento dell'induttore

Si è posto l'induttore a monte del raddrizzatore, piuttosto che a valle, per farlo percorrere da una corrente è alternata. Il funzionamento del circuito rimane tuttavia lo stesso che si avrebbe se l'induttore fosse posto a valle del raddrizzatore.

Assumendo che il modo di funzionamento sia continuo (cioè che i_i resti sempre > 0 , il che è vero per larga parte del periodo di rete, tranne che nell'intorno degli istanti di azzeramento della tensione di alimentazione v_i), il fattore di conversione risulta:

$$V_o / |V_i(t)| = 1 / (1 - \delta(t)), \quad \text{ovvero:} \quad \delta(t) = 1 - |V_i(t)| / V_o$$

che mostra che, poiché la tensione di alimentazione v_i varia nel tempo con legge sinusoidale, anche il duty cycle $\delta(t)$ deve essere variato lungo il periodo di rete per garantire V_o costante in ogni istante.

$$V_i (\text{rms}) = 180\text{-}260 \text{ V} \quad \text{implica:} \quad V_i (\text{peak}) = 255 - 368 \text{ V}$$

Il valore minimo del duty cycle si ha in corrispondenza del valore di picco di v_i , quindi:

$$\delta_{v_{i\text{min}}} = 1 - 368 / 450 = 1 - 0.82 = 0.18 \text{ nel caso di } V_i (\text{peak}) = 368 \text{ V, mentre:}$$

$$\delta_{V_{imin}} = 1 - 255 / 450 = 1 - 0.57 = 0.43 \text{ nel caso di } V_i(\text{peak}) = 255 \text{ V}$$

Il massimo valore di duty cycle è invece sempre pari $\delta_{max}=1$ e si ha quando $v_i(t) = 0$.

Il ripple di corrente è dato da:

$$\Delta I_L = (|V_i(t)| * t_{on}) / L = |V_i(t)| * \delta(t) / L f_s$$

e dunque varia lungo il periodo di rete. Sostituendo: $\delta(t) = 1 - |V_i(t)| / V_o$ è facile dimostrare che il massimo valore di ΔI_L si ha nell'istante in cui $(|V_i(t)| = V_o/2$ e vale:

$$\Delta I_{Lmax} = V_o / (4 L f_s)$$

Posto che il valore massimo del ripple non superi il 10% della corrente di picco, quindi:

$$\Delta I_{Lmax} = 10\% I_{Lmax}$$

Il massimo valore efficace della corrente nell'induttanza è:

$$I_{Lmax}(\text{rms}) = P_o / V_{imin} = 45000 / 180 = 250 \text{ A ed il corrispondente valore di picco è:}$$

$$I_{Lmax}(\text{peak}) = 250 * \sqrt{2} = 353 \text{ A}$$

quindi $\Delta I_{Lmax} \approx 35 \text{ A}$

$$L = V_o / (4 \Delta I_{Lmax} f_s) = 450 / (4 * 35 * 20000) \approx 160 \mu\text{H}$$

Corrente e tensioni massime dei diodi e dello switch

$$I_{Smax} = I_{Dmax} \approx \hat{I}_g \approx 360 \text{ A (in corrispondenza al picco di corrente il valore del ripple è il minimo)}$$

Valori medi: in un generico periodo di commutazione il valore medio della corrente nell'interruttore i_{save} vale $i_r(t) * \delta(t)$. Per ottenere il valore medio complessivo occorre integrare la grandezza i_{save} , che varia nel periodo di rete T , lungo il periodo stesso. Sostituendo $i_r(t) = \hat{I}_g * |\sin(\omega t)|$ e $\delta(t) = 1 - |V_i(t)| / V_o$ si ottiene:

$$I_{save} = \hat{I}_g (2 / \pi - \hat{V}_i / (2 * V_o)) \approx 127 \text{ A (calcolato per } \hat{V}_i = 255 \text{ V, che è la condizione peggiore per l'interruttore)}$$

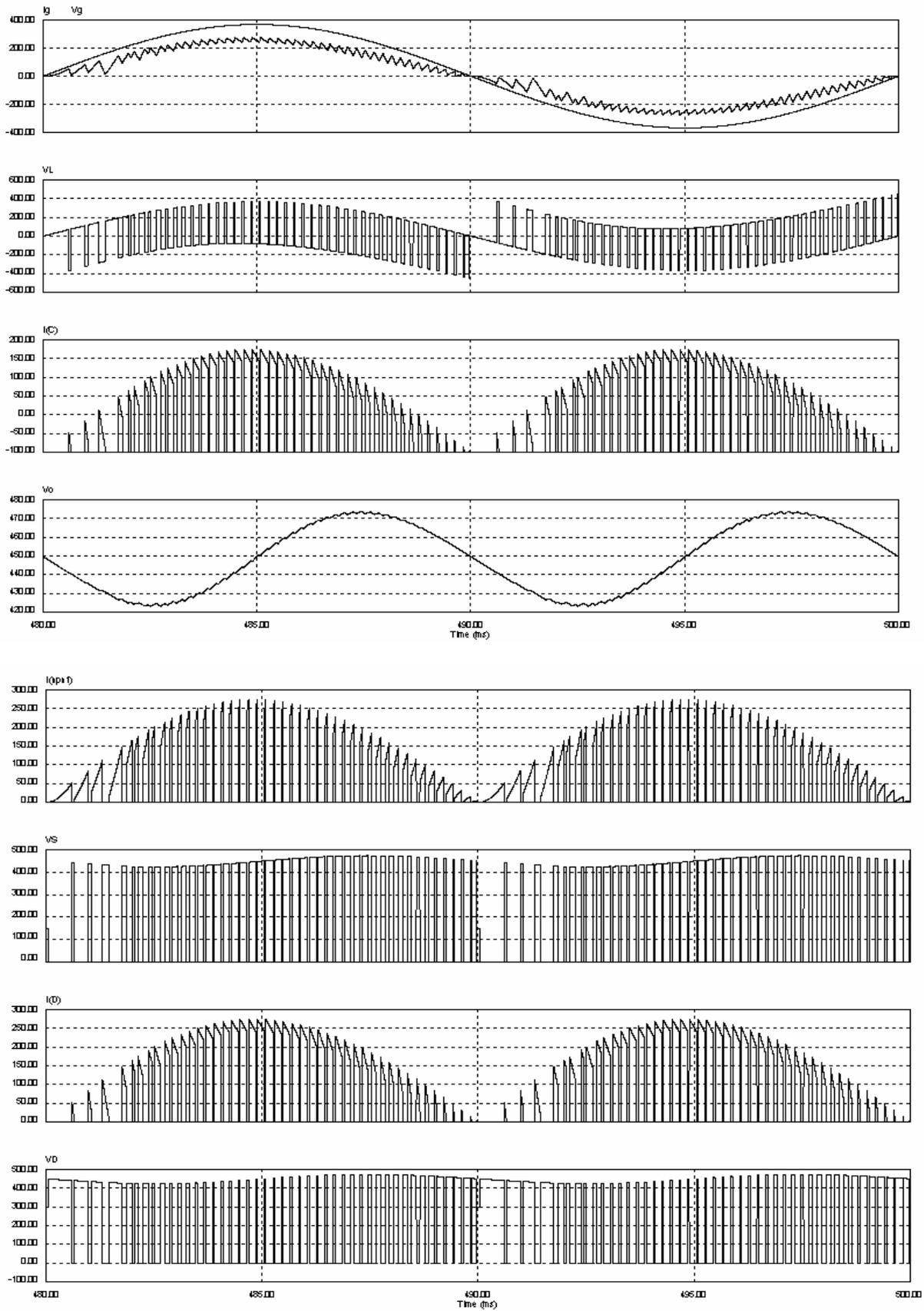
$$I_{Dmed} = I_{rave} - I_{save} = 2 / \pi * \hat{I}_g - I_{save} = \hat{I}_g \hat{V}_i / (2 * V_o) \approx 150 \text{ A (calcolato per } \hat{V}_i = 368 \text{ V, che è la condizione peggiore per il diodo)}$$

Sia il diodo che l'interruttore sono soggetti alla tensione d'uscita $V_o = 450 \text{ V}$

Controllo

Si può implementare un controllo di corrente di picco.

Avendo posto il raddrizzatore a valle dell'induttanza, bisogna aver cura di effettuare la misura di tensione a monte dell'induttanza e poi raddrizzarla prima di inviarla al controllo.



La frequenza di commutazione nella simulazione e' più bassa (5 kHz) per poter apprezzare meglio gli andamenti.