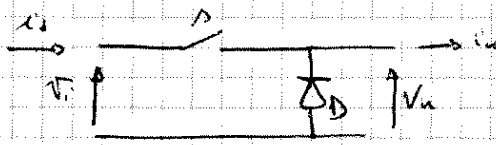


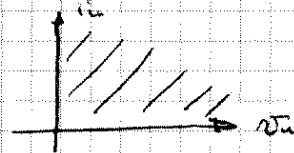
I CHOPPER

Sono convertitori elettronici di potenza DC/DC. I chopper variano il valore medio della tensione. Il sistema funziona se i periodi di commutazione sono molto più ^{piccoli} delle costanti di tempo del motore.

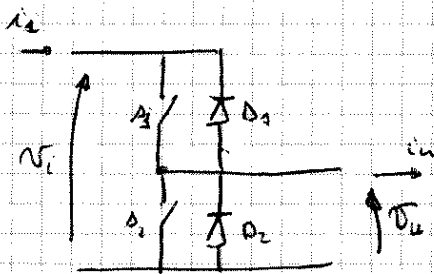
Strutture



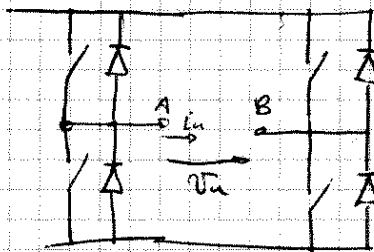
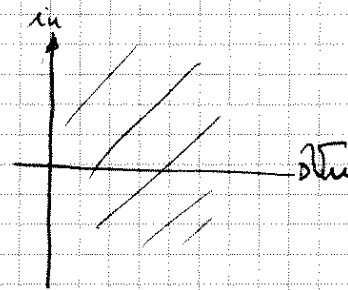
Convertitore ad 1 quadrante



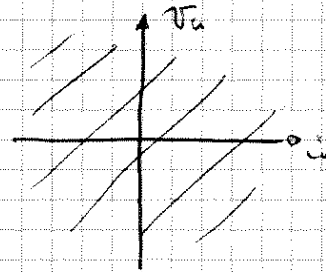
è un interruttore unidirezionale



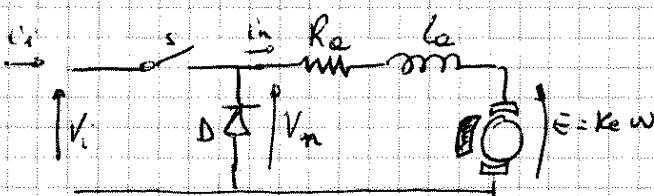
Convertitore a 2 quadranti



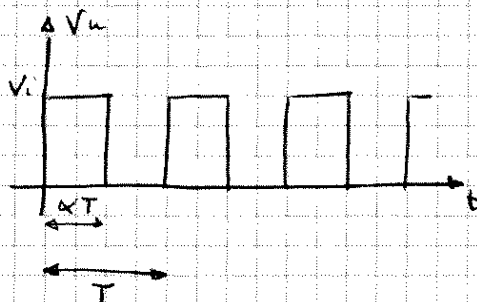
Convertitore a 4 quadranti



Modellazione del Chopper 1Q



supponiamo il funzionamento continuo ($i_m(t) > 0$ sempre)



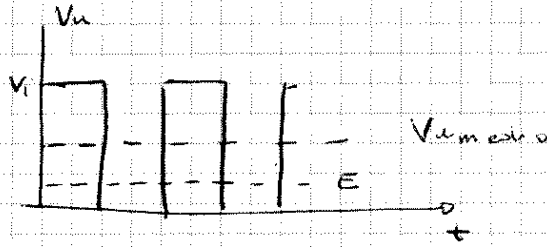
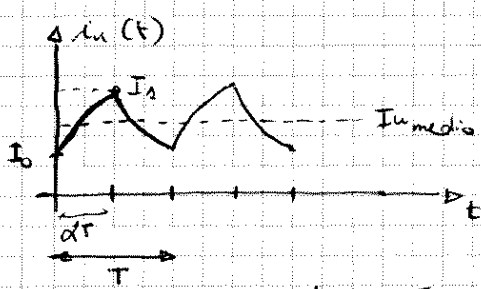
α : Duty Cycle

$$\alpha = \frac{t_{on}}{T}$$

$$V_{u,med} = \alpha V_i$$

α si può variare cambiando i valori di ton o di T . Nella pratica si può fare in tutt. i modi.

Supponiamo di mantenere T costante.



$$I_{\text{medio}} = \frac{\alpha V_i - E}{R_a} \quad \Delta I_{\text{pp}}$$

Se voglio studiare il ripple suppongo che $R_a = 0$

$$\Delta V_L = L \frac{di}{dt} \quad I_L(t) = \begin{cases} I_0 + \frac{V_i - E}{L} \cdot t & 0 \leq t \leq \alpha T \\ I_1 - \frac{E}{L} (t - \alpha T) & \alpha T \leq t \leq T \end{cases}$$

$$I_1 - I_0 = \frac{V_i - E}{L} \alpha T = \frac{E}{L} T (1 - \alpha)$$

$$\frac{V_i}{L} \alpha T - \frac{E}{L} \alpha T = \frac{E}{L} T - \frac{E}{L} \alpha T \quad E = \alpha V_i \quad (\text{punto perché trascuravo } R_a)$$

$$\Delta I_{\text{pp}} = I_1 - I_0 = \frac{V_i T}{L_a} \alpha (1 - \alpha) \quad \text{in prime appross.}$$

Il ripple è massimo per $\alpha = 0,5$

Cosa succede all'ingresso del Chopper?

$$P_u = \frac{1}{T} \int_0^T v_L(t) i_L(t) dt = \frac{1}{T} \int_0^T [R_a i_L(t) + L_a \frac{di_L(t)}{dt} + E(\omega)] i_L(t) dt =$$

$$= \frac{1}{T} \int_0^T R_a i_L^2(t) dt + \frac{1}{T} \int_0^T L_a \frac{di_L(t)}{dt} i_L(t) dt + \frac{1}{T} \int_0^T E(\omega) i_L(t) dt =$$

$$= R_a I_{\text{eff}}^2 + 0 + E(\omega) I_{\text{medio}} = P$$

Se carico e interruzione ideali si ha che $P_u = P_i$

$$R_a I_{\text{eff}}^2 + E I_{\text{medio}} = V_i I_{\text{medio}}$$

$$E = \alpha V_i \cdot R_a I_{\text{medio}}$$

$$V_i I_{\text{medio}} = \alpha V_i I_{\text{medio}} + R_a (I_{\text{eff}}^2 - I_{\text{medio}}^2)$$

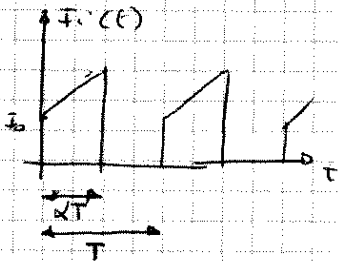
Se il ripple è piccolo $I_{\text{eff}}^2 - I_{\text{medio}}^2 \approx 0$

Quindi:

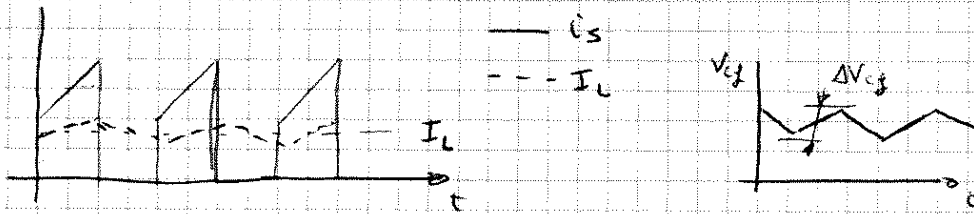
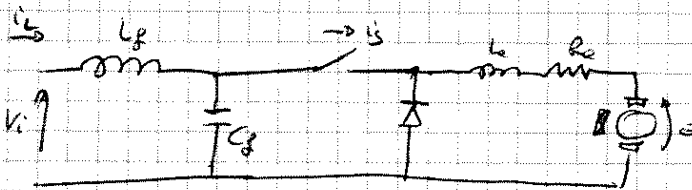
$$I_{\text{medio}} = \alpha I_{\text{medio}}$$

INGRESSO	USCITA
V_i	αV_i
αI_{medio}	I_{medio}

Questa struttura ha un comportamento trasformatorio per i valori medi:



Con una sorgente puramente DC è impossibile avere una corrente del genere perché a monte del convertitore si ha puramente una induttanza. Per poter accoppiare la rete a monte e quella a valle è necessario un condensatore.



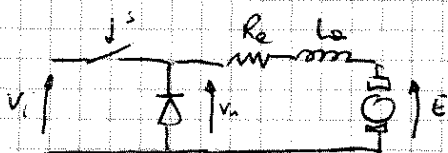
$$\Delta V_C = \frac{I_{\text{medio}} T}{4 C_f} \quad (\alpha = 0,5)$$

$$\Delta I_{L_f} = \frac{I_{\text{medio}} T^2}{32 C_f L_f} \quad (\alpha = 0,5)$$

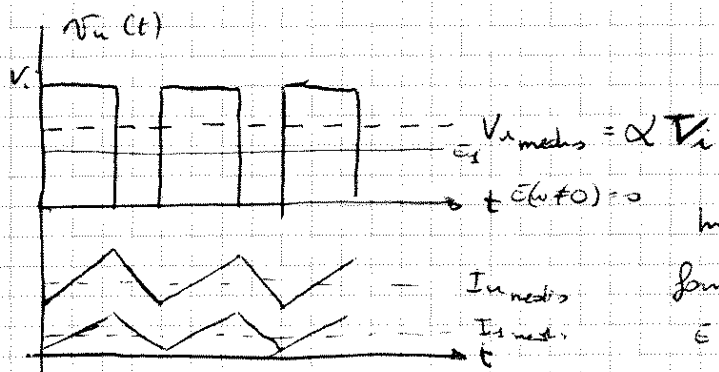
$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L_f C_f}} \ll \omega_{sw}$$

$$I_{C_{eff}} = \frac{I_{\text{medio}}}{2} \quad (\alpha = 0,5)$$

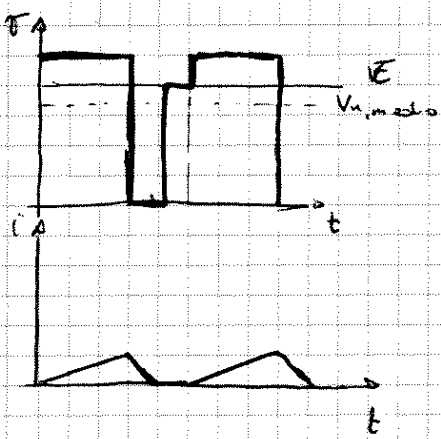
funzionamento pulzato



Usa $\alpha = \text{costante}$



In caso di avviamento a vuoto ~~il motore~~ la corrente positiva fornisce opp. a positive alle macchine che erullano e corrente I diminuisce. Continuando così si arriva al momento in cui I_{CR} tocca l'asse $i=0$. Questo è il limite del funzionamento continuo. Si ha il limite di funzionamento continuo per $I_{u,med} = I_{CR} = \frac{1}{2} \Delta I_{pp} = \frac{1}{2} \frac{V_i T}{L} \alpha (1-\alpha)$.
 Be, che all'avviatore di E si fornisce in funzione merito pulato, ma il convertito continuo a fornire impulsi di corrente e arriva a funzionare in maniera stab. a con $E = V_i$.



In questo caso $\overline{V_u}$ non è più $\overline{V_u}$ precedente le relazioni precedenti non valgono in questo caso.

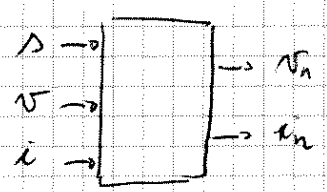
Modello simulink del chopper a quadrante

$$s = \begin{cases} 0 & \text{aperto} \\ 1 & \text{chiuso} \end{cases} \quad i = \begin{cases} 0 & u < 0 \\ 1 & u > 0 \end{cases} \quad N = \begin{cases} 0 & N < E \\ 1 & N > E \end{cases}$$

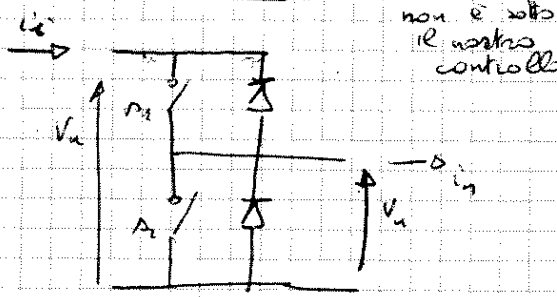
$$s = \begin{matrix} 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \end{matrix}$$

0	E	E	0	0
1	E	V _i	V _i	V _i

funzion. continuo
funzion. pulato



CHOPPER 2Q



non è solo il nostro controllo

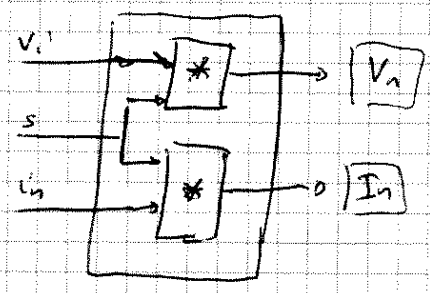
A_1	A_2	$I_n > 0$	$I_n < 0$	I_i
0	0	0	V_i	
0	1	0	0	
1	0	V_i	V_i	
1	1	X	X	

situazioni da evitare

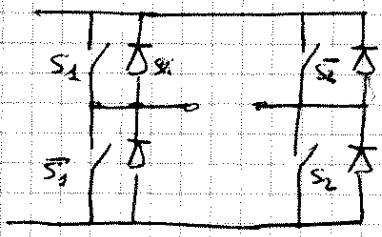
I chopper 2Q sono comandati con tecnica EXOR. Il chopper 2Q ha lo stesso funzionamento del 1Q, ma non permette la corrente pulsata.

$$A = \begin{cases} 0 & A_1 = 0 & A_2 = 1 & \Rightarrow V_n = 0 \\ 1 & A_1 = 1 & A_2 = 0 & \Rightarrow V_n = V_i \end{cases}$$

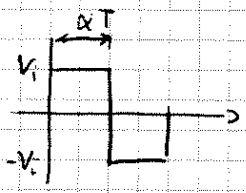
$V_n = 5V$
 $V_n_{netto} = 5V_i$



Chopper 4Q



$$A = \begin{cases} 0 & A_1 = 0 & A_2 = 0 & \Rightarrow V_n = V_i \\ & \bar{A}_1 = 1 & \bar{A}_2 = 1 & \\ 1 & A_1 = 1 & A_2 = 1 & \Rightarrow V_n = -V_i \\ & \bar{A}_1 = 0 & \bar{A}_2 = 0 & \end{cases}$$



se si chiudono S_1 e S_2 insieme e \bar{S}_1 ed \bar{S}_2 insieme.

