

HVTL (High voltage transmission line) sistemi di trasmissione di potenza fatti da strutture con le precedenti.

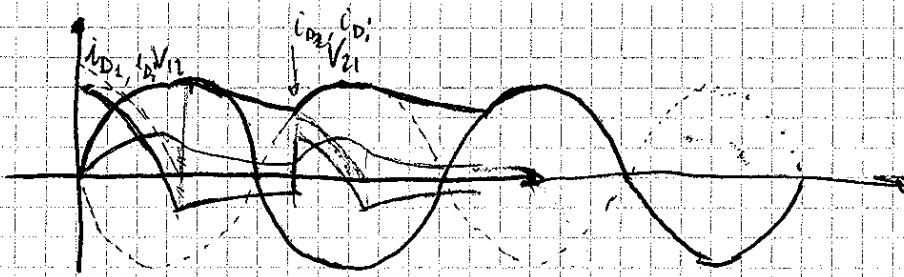
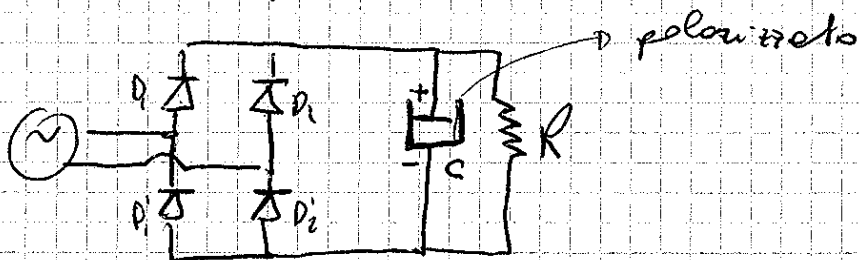
Una 12<sup>a</sup> armonica sarà più facile da filtrare rispetto ad una 3<sup>a</sup>.

FILTRI: non devono dissipare. Non vanno Resistenze se non obbligati.

Componenti: L C

Tipi di filtro: L, C, LC

filtro capacitivo:



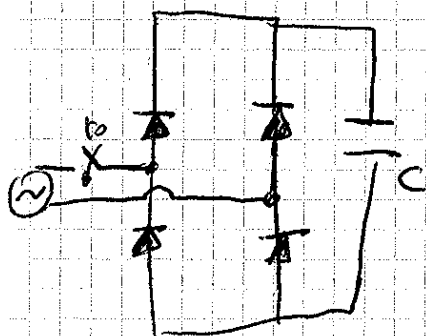
In un periodo elettrico sono a regime.

L'andamento della corrente di rete è sinusoidale.

La forma d'onda della corrente è impulsiva (non si può avere anche perché le derivate verticali).

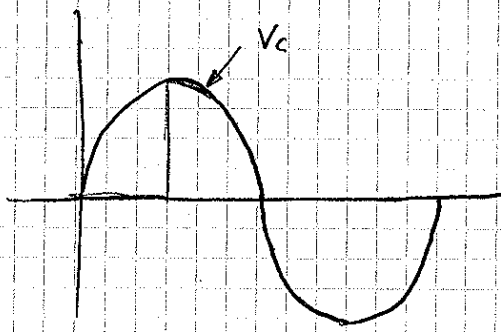
Se chiodo in un resistori qualsiasi rischio di rompere tutto

Vedasi come accade

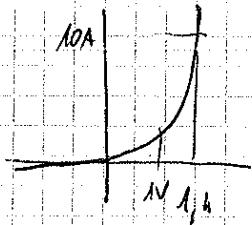


Si genera una corrente di 10 RUSH

$$V_{gto} = V_{pk} = 310 \text{ V (se dm 220)}$$



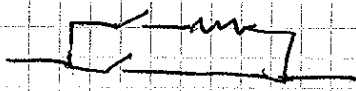
$$\frac{dV}{dt} = \omega \Rightarrow \omega_c \rightarrow \infty$$



$$R_d = \frac{0,4V}{10A} = 40 m\Omega$$

$$\frac{319}{4 \cdot 10^{-3}} \approx 10^4 A \text{ e questo esplosione.}$$

Seive un sistema di limitazione di corrente



Abilito il pannello il ser. con resistenza e poi l'altro.

In sistemi di potenza bene posso mettere un

D PTC una resistenza che varia e meno che si scalda durante più grande (fino a circa 2A)

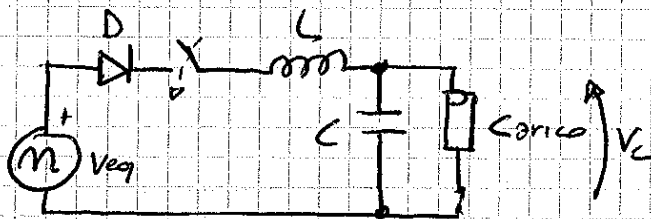
### FILTRI :

L: in serie al carico, ha effetti sulle correnti

C: in parallelo al carico, ha effetti sulla tensione

LC: è un filtro del 2° ordine, è il più efficiente

LC:

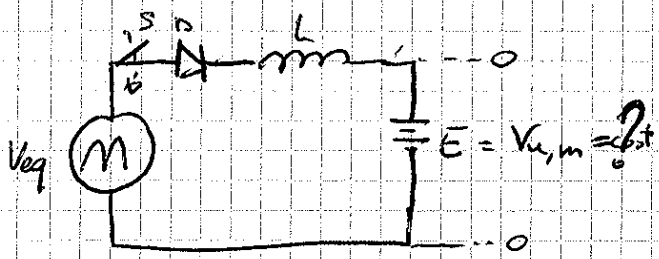


$$V_c(\omega) \approx V_u(\omega)$$

Scopo del filtro è ~~mettere~~ fare AC/DC. Quindi la tensione sul carico deve essere il più possibile costante.

Di conseguenza  $V_c \approx V_u, m$

Queste semplificazioni che lo scopo dell'analisi ed è notevole del fatto che voglio fare un buon filtro.



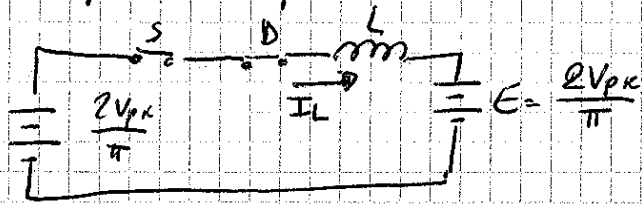
Possiamo analizzare le diverse condizioni di regime.

Possiamo dire che in idealità se la corrente nell'induttore (che coincide con  $I_D$ ) è non discontinua (o non pulsata), cioè che non si annulla, il diodo D è sempre chiuso.

$V_{u,m} = |V_{eq}|$  valore medio.

Si può fare questa considerazione per mezzo di L.

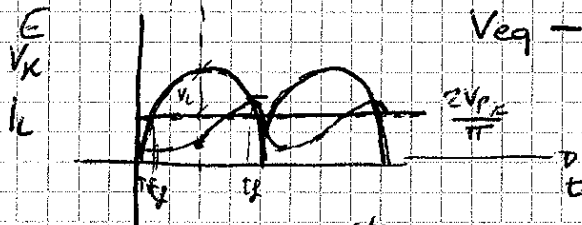
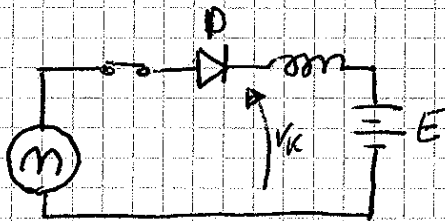
Nel ponte completo



$I_L = \text{cost}$

Se E fosse diverso allora  $I_L$  varerebbe. Questa è la condizione di regime.

Condizione di Regime in valori istantanei

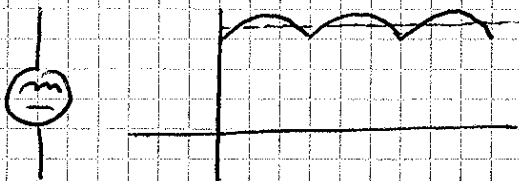


$I_L$  non pulsata e regime

$V_L = L \frac{di_L}{dt}$

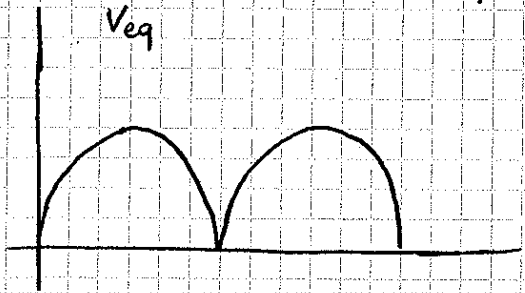
$$I_L \Delta I_L = \int_{t_0}^{t_1} \frac{1}{L} V_p \sin(\omega t) dt = \frac{V_{pk}}{L} \int_{t_0}^{t_1} \sin(\omega t) dt$$

SECONDA TRIFASE

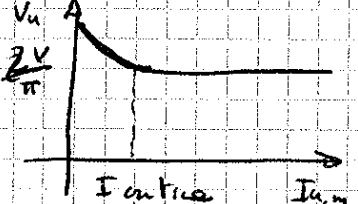


Se la corrente è pulsata? Dobbiamo fare un'analisi diversa perché il diodo si apre. ( $V_{u,m} \neq V_{eq,m}$ )

Ricerca condizione di regime con corrente pulsata.

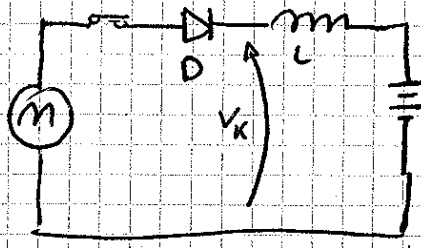


Prima abbiamo visto che l'evoluzione della corrente era sempre la stessa.



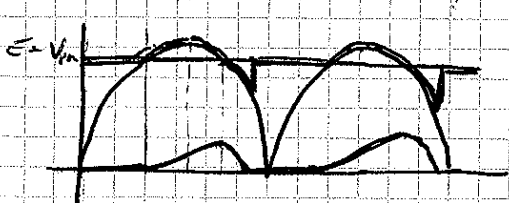
Imponiamo la tensione usata media e vedo qual è la corrente di usata media

Imponiamo  $E > V_{pk}$  - il diodo non è mai polarizzato direttamente e la corrente è sempre 0.

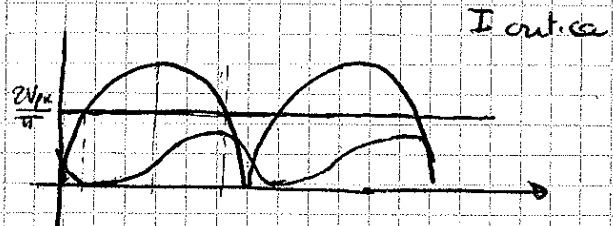


Ora poniamo  $E = V_{pk}$ . Se  $E = V_{pk}$  la  $I_{u,m} > 0$  ma poca. Se  $E = V_{pk}$   $I_{u,m} = 0$  - Ma

a meno che diminuisco  $E$  la corrente  $I_{u,m}$  cresce. La  $I_{critica}$  è la corrente che sfiora lo zero all'interno del periodo.



Corrente critica



La corrente critica è:

$$I_{c,m} \Rightarrow V_{u,m} = |V_{eq}|$$

Limite della corrente pulsata

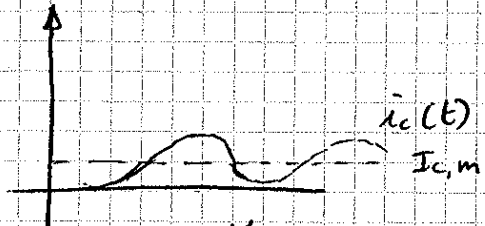
Amplitude max dell'isolazione della corrente nell'induttore

Corrente l'ampiezza della corrente nel condensatore.

CALCOLO della CORRENTE CRITICA

- esatto
- approssimato

metodo approssimato



Sviluppo in serie della forma d'onda  $i_L$  e dire che il valore medio è correlato con  $V_{eq,m}$ , vale

dire che  $I_{pk} \leftrightarrow V_{II} \text{ avvio}$ .

$$V_{eq}(t) = \frac{2V}{\pi} - \frac{4V}{\pi} \sum \frac{\cos(k\omega t)}{(k+1)(k-1)}$$

con  $k = 2, 4, 6, \dots$

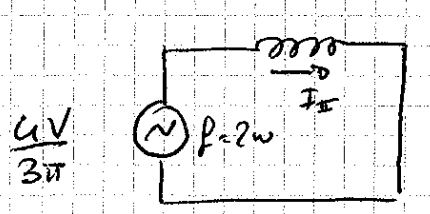
$$k=2 \Rightarrow V_{II} = \frac{4V}{3\pi}$$

$$k=4$$

$$V_{II} = \frac{4V}{15\pi}$$

$$\frac{V_{II}}{V_{IV}} = 5$$

Poiché la II armonica è 5 volte più piccola <sup>della I</sup> ~~una~~ solo la II.



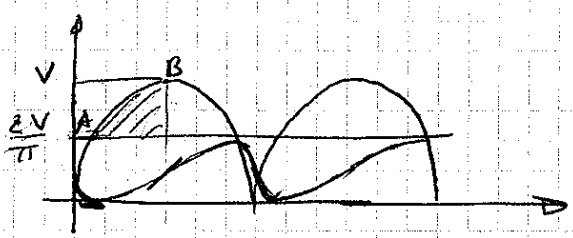
$$I_{PK,II,L} = \frac{4V}{3\pi} \cdot \frac{1}{2\omega L}$$

$$I_c = \frac{2V}{3\pi\omega L} = 0,2104 \frac{V}{\omega L}$$

Confrontiamo  $I_c$  con una sinusoidale di 2<sup>a</sup> armonica. Questo è fatto perché l'ampiezza della 4<sup>a</sup> è 10 volte più piccola rispetto alla 2<sup>a</sup>.

$$I_{PK,IV,L} = \frac{1}{5 \cdot 3\pi} \cdot \frac{1}{2 \cdot 2\omega L} = \frac{1}{10} I_{PK,II,L}$$

Metodo esatto



Mi pare calcolare l'ampiezza della sinusoidale da A e B per ottenere l'area conosciuta di prima

$$I_c = \frac{V}{\omega L} \int_0^{\pi/2} \sin(\theta) d\theta = 0,2122 \frac{V}{\omega L}$$

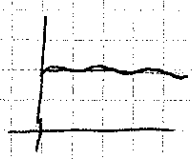
Verifichiamo l'ipotesi  $V_c \approx V_{0,m}$  - Come dimensionarlo  $C$ ?

Introduciamo il fattore di ONDULAZIONE (usato alla per V che per I)

$$\gamma_v = \frac{V_{RMS,N}}{V_m}$$

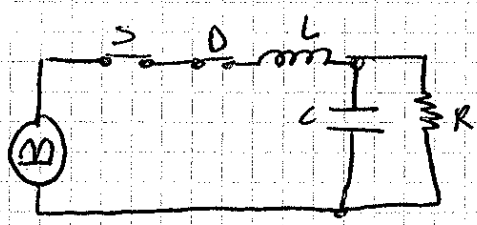
Noi vorremo forse 0  $V_{RMS,N}$  dell'armonica

Tensione di uscita  $V_0$  più o meno  $\Delta V = 1V$  su una  $V_{0,m} = 250V$

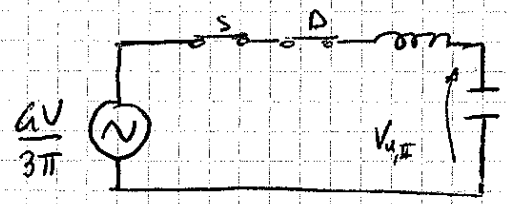


$$\frac{\Delta V}{\sqrt{2}} = V_{RMS,N}$$

$$\gamma_v = \frac{1/\sqrt{2}}{250}$$



devo analizzare un circuito armonico. Le ampiezze ricompariranno perché voglio che la corrente che passa nella resistenza sia costante.



faciamo partire d'impedenza.

$$V_{0,II} = \frac{1}{2\omega C} \cdot \frac{4V}{3\pi} \cdot \frac{1}{2\omega L + \frac{1}{2\omega C}}$$

$$V_{u,II} = \frac{-1}{4\omega^2 LC + 1} \cdot \frac{4V}{3\pi} \quad \text{Consideriamo } V_{u,II} \text{ me sinusoidale}$$

$$\gamma_V = \frac{|V_{u,II}|}{\sqrt{2} \cdot \frac{2V}{\pi}} = \left| \frac{\frac{-1}{4\omega^2 LC + 1} \cdot \frac{1}{3\pi} \cdot \pi}{\sqrt{2} \cdot 2V} \right| = \left| \frac{\sqrt{2}}{3(4\omega^2 LC + 1)} \right|$$

$\hookrightarrow LC$

Devo fare in modo  $\gamma_V \rightarrow 0 \Rightarrow 4\omega^2 LC + 1 \gg 1 \Rightarrow 4\omega^2 LC \gg 1$

$$LC \gg \frac{1}{4\omega^2} \quad \omega_{us} = \frac{1}{\sqrt{LC}} \rightarrow LC = \frac{1}{\omega_{us}^2} \gg \frac{1}{4\omega^2}$$

Se voglio che  $\gamma_V \rightarrow 0$  allora  $\omega_{us}^2 \ll \frac{1}{LC} \ll \omega^2 \rightarrow \boxed{\omega_{us} \ll \omega}$

Per il semiconduttore in fase lo sviluppo è diverso! L'armonica in questione non è la 1<sup>a</sup>, ma la 3<sup>a</sup>, il valore medio è diverso. Allo fine serve il coefficiente, ma l'uso disuguagliante è fondamentale lo stesso.

$$\omega_{us} \ll \omega$$

Già si aspetta che  $K$  uscirà in base a quale armonica uso. Più si eleva la frequenza più i filtri sono piccoli:

Come scelgo  $L$  e  $C$ ?  $I_C \propto L$   
 $\gamma_V \propto L, C$

Una scelta di  $I_C$  e  $\gamma_V$  consente la scelta di  $L$  e  $C$

Dato  $\gamma_V$  ottengo il prodotto  $LC$ . Questo significa che ho un buon filtro. Se  $L$  è grande  $\rightarrow I_C$  è piccola ( $I_C \propto \frac{1}{L}$ ), il condensatore è piccolo.

Si ha un grado di libertà.

Vincolo: -

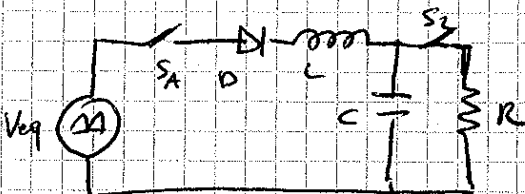
- dimensioni

- peso

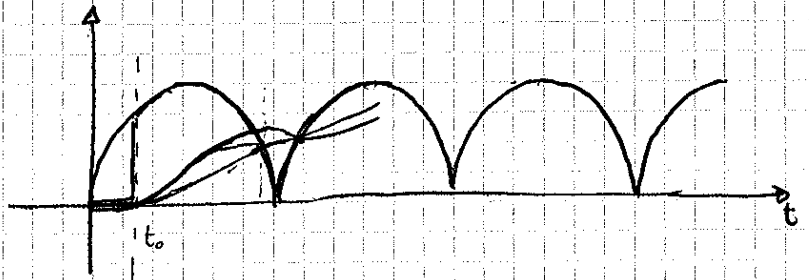
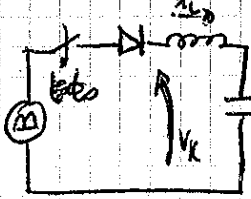
- FUNZIONI TRANSITORIO

Il transistoro è governato da  $\tau_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}$

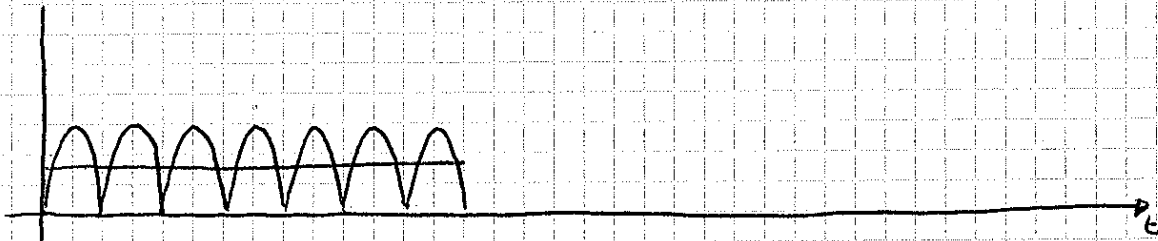
Vediamo il transistoro nel filtro LC



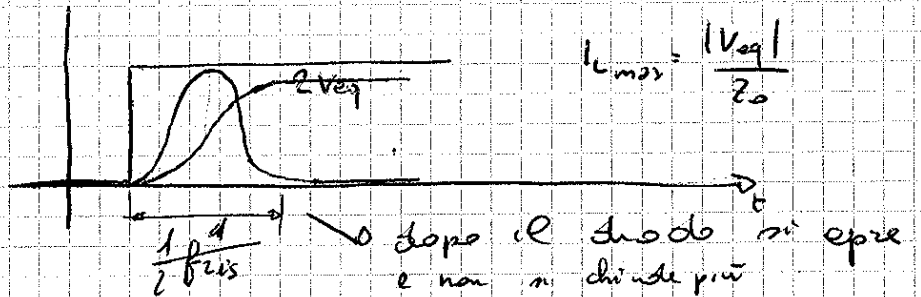
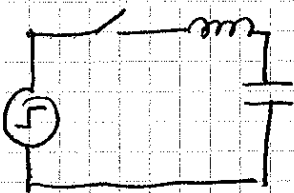
1) Accensione senza carico



Guardiamo da più distante (ai velow medi)



è sensato fare l'analisi del circuito

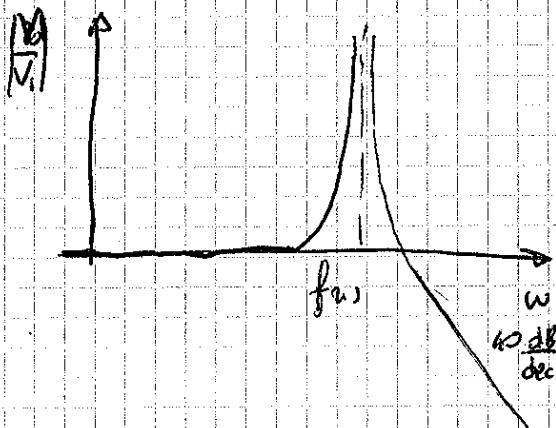


Questo è il caso peggiore! Diodi e condensatori devono reggere una tensione più alta e la corrente è maggiore.

Ricordiamo che un risonatore eccitato da un transitorio risponde con la frequenza di risonanza ( $2\pi f_{res} = \sqrt{LC}$ )

Si possono eseguire misure risonante. (ho un induttanza, gli misuro in serie un cond., aliento a varie frequenze fino a questo trovo quelle di risonanza. Da lì posso ricavare L).

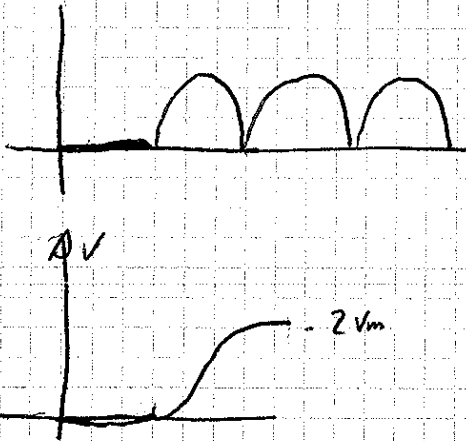
Un risonatore ha l'effetto di amplificare (tanto).



$$V_0 = \frac{1}{sL + \frac{1}{sC}} V_1 = \frac{1}{sLC + 1} V_1$$



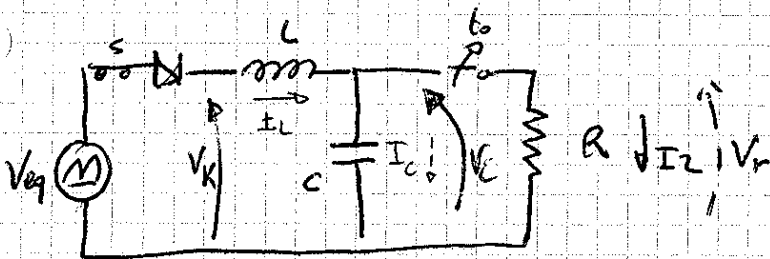
Nel filtro la risonanza è un problema. Se il filtro fornisce un gradino si ha questo:



L'onda di ripple è poi la presenza continue tutto il tempo si ha una risposta della durata della fusione.

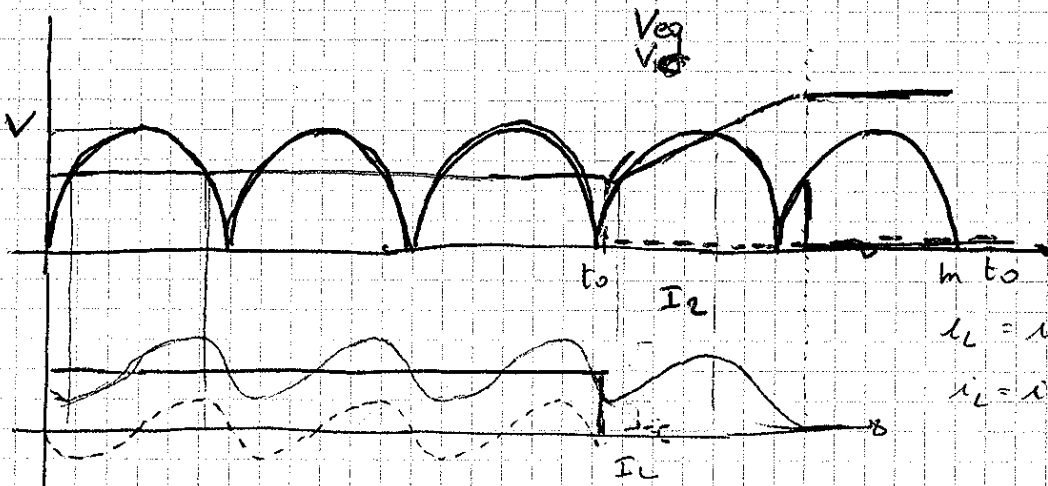
Esistono anche altri momenti all'interno di un circuito di un convertitore in cui si possono avere fatti simili.

Apertura Sgancimento del carico e regime



Ponte completo monofase

$$I_{L,m} > I_C$$



In  $t_0$  non è più valido  
 $i_L = i_C + i_R$  infatti  
 $i_L = i_C$  da  $t = t_0$  in poi

Facciamo i conti sull'energia. Il peggio possibile è che tutta l'energia dell'induttore finisca nel condensatore.

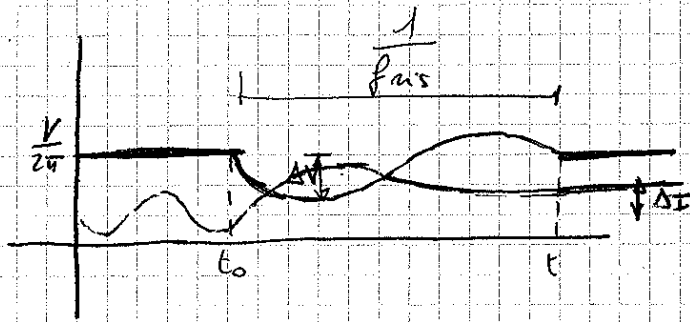
$$\frac{1}{2} L i_L^2|_{t_0} \rightarrow \Delta V \Rightarrow E_C = \frac{1}{2} C (V_C|_{t_0} + \Delta V)^2 \quad V_C|_{t_0} \approx \frac{2V}{\pi}$$

alle fine si ha che  $V_C = \frac{2V}{\pi} + \Delta V$

$$\frac{1}{2} L i_L^2|_{t_0} = \frac{1}{2} C (V_C|_{t_0} + \Delta V)^2 - \frac{1}{2} C V_C|_{t_0}^2 \rightarrow E_L = E_{Cf} - E_{Ci}$$

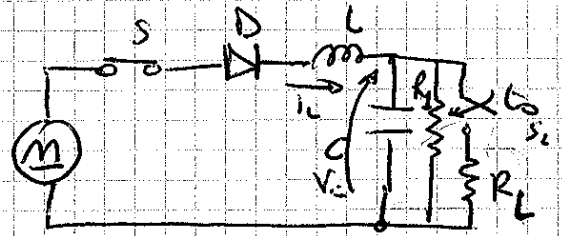


## Passo di commo



$$\Delta V \leq \sqrt{\frac{L}{C}} \Delta I$$

È sempre meglio avere  $f_{sw}$  alte

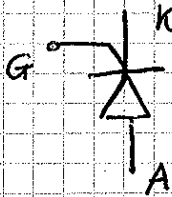


La resistenza  $R_i$  deve essere  
insente per sicurezza.

Si può appross. l'aggiunta di  $R_i$   
all'esp. di un generatore di corrente  
 $\Delta i$

## DIODI CONTROLLATI (Triac o Silicon controlled Rectifier)

permettono di realizzare comportamenti da diodi definendo il modo  
in cui chiuderli. Così l'SCR si chiude a comando e si  
apre come un diodo. (Si potrebbe anche aprire a comando).



La corrente di potenza viene per A-K

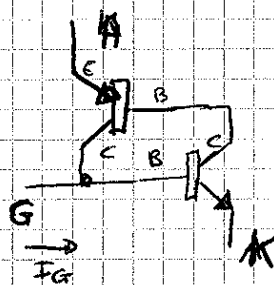
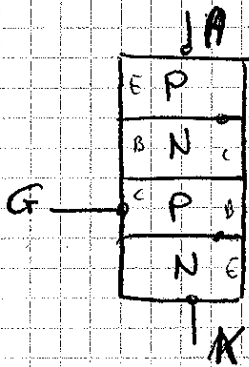
Il segnale viene per G-K

Questo componente è stato studiato -

Si comporta come 3 diodi, due a polarità  
uguale e uno a polarità inversa

Possiamo individuare 2 tipi PNP e NPN

(2 transistor).



Se  $V_{AK} > 0$

Transistor in polarizzazione attiva.

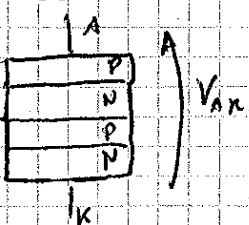
In senso corrente in G.

Il transistor NPN si accende  
e conduce. Di conseguenza

si accende e conduce anche

il PNP, il sistema diventa un cortocircuito

Quindi se  $V_{AK} > 0$  è sufficiente un impulso  $I_g$  per accendere il  
sistema.



Se  $V_{AK} < 0$  a sono 2 giunzioni

polarizzate inversamente non si accende  
mai ed accende.