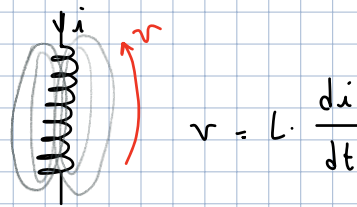
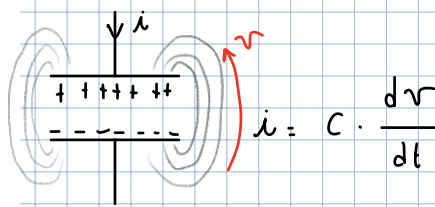


Concetti base



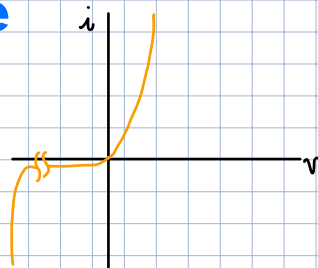
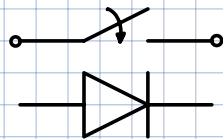
lettere minuscole x
sono variabili nel tempo

$DC \leftrightarrow DC$
 $AC \leftrightarrow AC$
 $DC \leftrightarrow AC$
 $AC \leftrightarrow DC$

} Fenomeni di switching interruptori

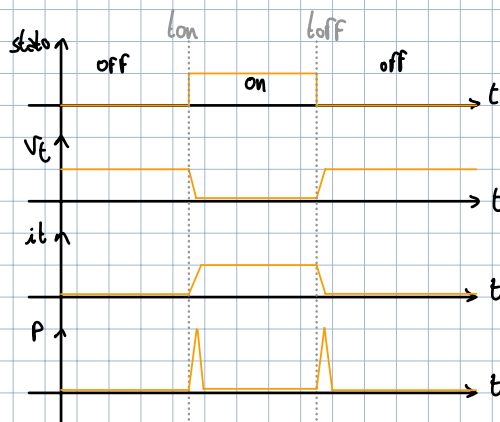
i componenti devono essere il più versatile possibile

Interruttore



Ideale :

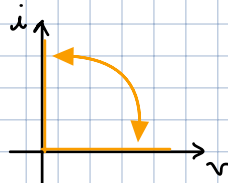
- OPEN $i_t = 0 \quad \forall v_t$
- CLOSE $v_t = 0 \quad \forall i_t$



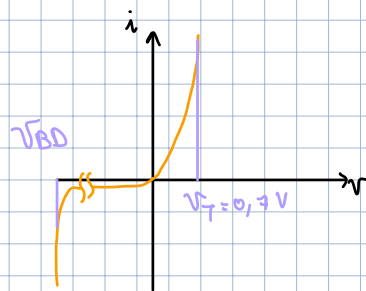
Si spreca energia x ridurre lo spreco x voglio
ridurre le perdite aumento la frequenza di
switching

le perdite sono sotto forma di calore
 $d/dt \rightarrow \infty$ commutazione "istantanea"

ideale impossibile da avere

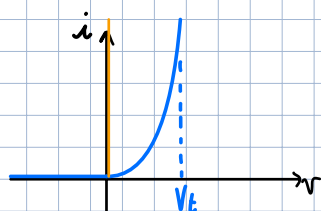
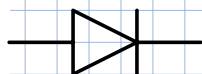


il campo elettrico $E = \frac{V}{d}$ quando commuto ho un campo molto alto che potrebbe rompere il dispositivo \rightarrow tra l'altro si ha un passaggio prima che i due contatti si toccano fisicamente lo stesso per quando si apre il contatto

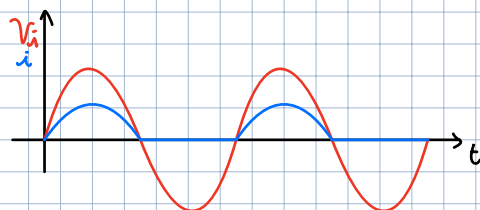
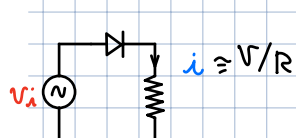


voglio che V_{BO} di Break Down sia il più alto possibile x evitare guasti

Diodo è un interruttore **non controllato** "Valvola idraulica"

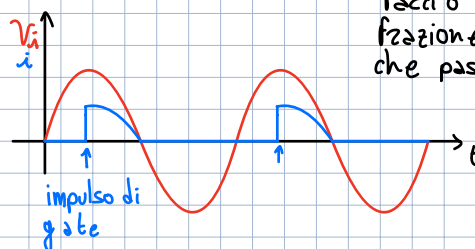
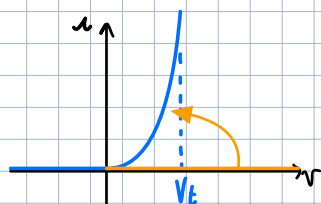
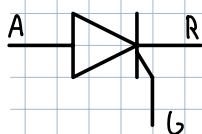


dispositivi semplici ma efficaci
— $\frac{1}{2}$ reale
— ideale



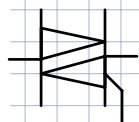
→ 1. trascuriamo V_T del diodo e lo consideriamo ideale

Tiristori è un diodo controllato SCR/TRIAC/DIAC/GTO



"faccio passare una frazione dell'energia che passa nel diodo"

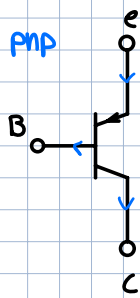
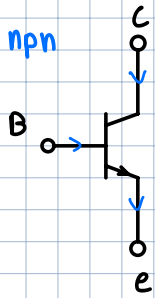
- posso accenderli ma non spegnerli a meno che la tensione diventi negativa
- se voglio anche nella semionda negativa ne metto uno in //



Bipolare → r piccole ma lenti

Tiristori → grandi potenze → ms

Transistore Bipolare BJT



- corrente "dipende come è polarizzato"

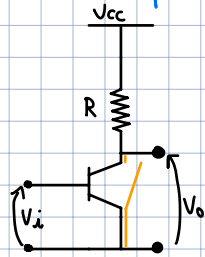
lavora in tre zone

saturnazione

attiva

interdizione

• come amplificatore

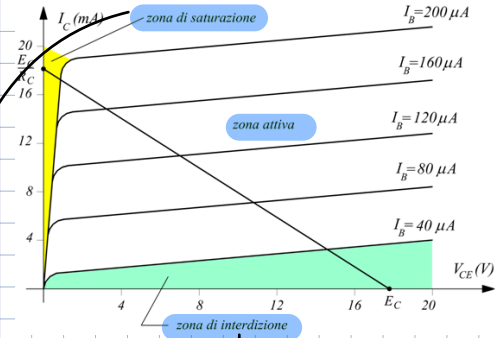


ottimo x amplificare

dissipa tanta potenza

non come interruttore

caratteristica d'uscita



interruttore chiuso

interruttore aperto
 $V_{be} < V_T$

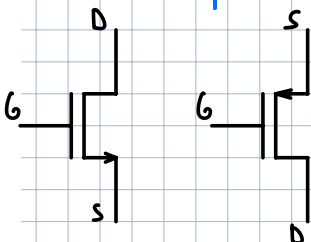
Limiti principali:

- la base giunzione pn il β_{int} è piccolo 5÷10 → mi serve tanta energia
- sono lenti in generale → x lo uso come transizione di zona = capacità
- difficili da usare e non posso metterli in parallelo e da spegnere → uso MOSFET

Mosfet unipolare elettroni o lacune → molto più veloce

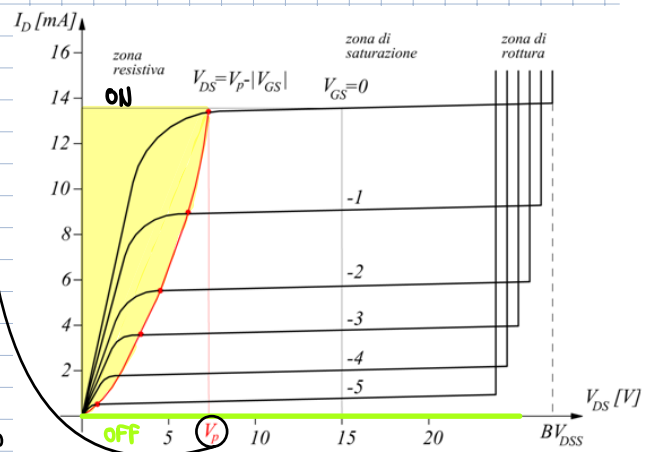
nMOS

pMOS



non è nulla ma
ha un certo
valore

sono veloci ns

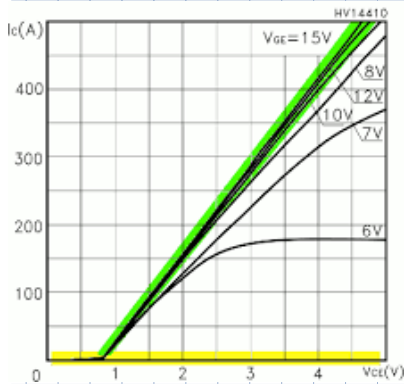


Vantaggi

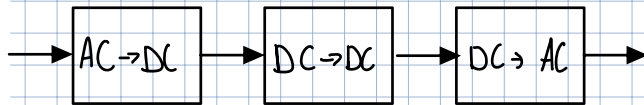
- facili da usare
- posso metterli in // x si autostabilizzano

IGBT

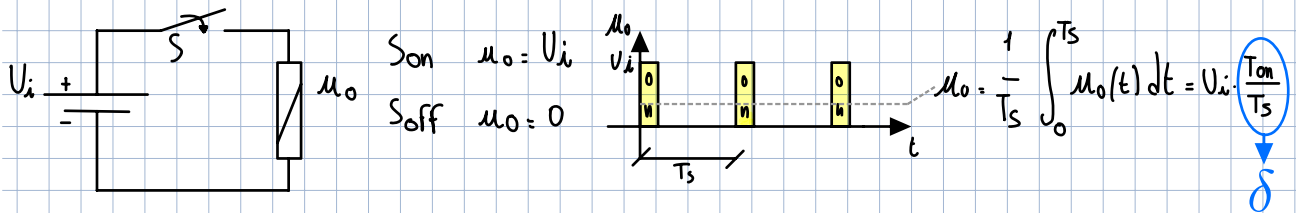
bipolari trade off tra i due o veloci come mosfet



per fare conversioni AC-AC si utilizza lo schema seguente x DC-DC è più efficiente con conversione e si adatta bene a tutti gli scopi

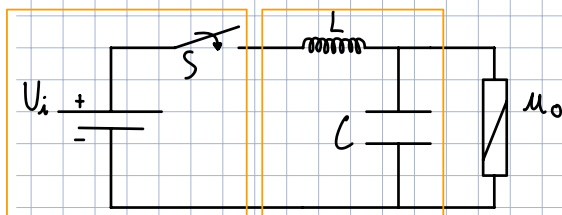


Schema di principio conv. CC/CC



→ Se faccio Fourier delle armoniche della f in uscita è infinito → filtro x aver valore medio

il filtro del primo ordine RC **No** x non è selettivo ed è resistivo "botta" via energia
 uso un secondo ordine LC è più selettivo e avendo componenti reattivi non ha dissipazioni -40 dB/dec



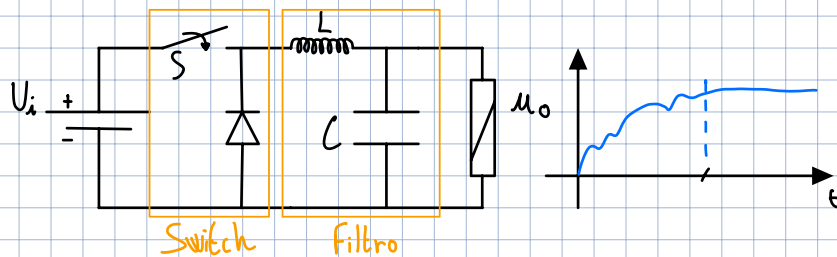
$$V_L = L \cdot \frac{di}{dt} \rightarrow \text{abbiamo dei picchi infiniti di tensione quando si switcha l'interruttore}$$

Switch

Filtro

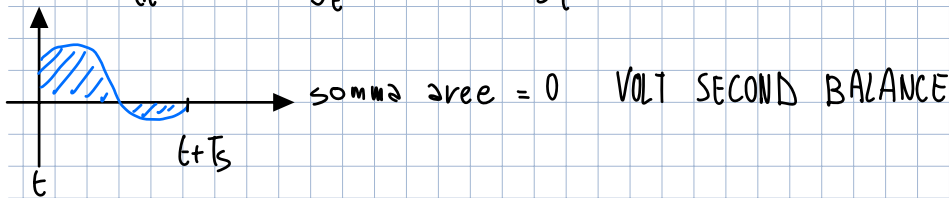
- in teoria abbiamo un'efficienza del $\eta = 100\%$

Convertitore BUCK



dopo il transitorio iniziale il convertitore funziona in maniera periodica "steady state dinamico"

$$v = L \cdot \frac{di}{dt} \Rightarrow \int_t^{t+T_s} v/L \cdot dt = \int_t^{t+T_s} di = I(t+T_s) - I(t) = 0 \quad \text{val iniziale e finale di } v \text{ deve essere } =$$



aggiungendo un diodo in controfase:

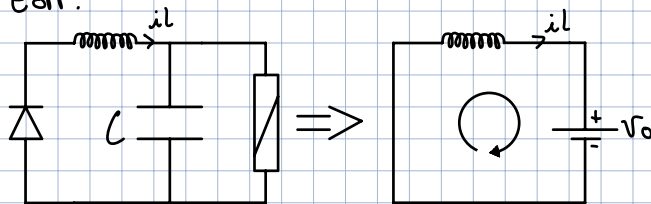
- se \$S\$ on è come se non ci fosse pol. inversa e ho una \$i_L\$
- se \$S\$ off l'induttore è ancora carico x sostenere la corrente e alimenta il carico e il diodo serve x creare il ricircolo e senza avere picchi di tensione

Induttore : fissa le correnti le tensioni non interessano x la cambia per mantenere la \$i\$

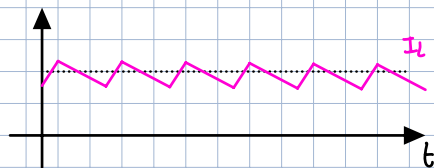
realmente la \$v\$ e la \$i\$ oscillano intorno a un valore con valor medio nullo

$$t_{on}: v_L = U_i - u_o \quad v_L = L \cdot \frac{di}{dt} \rightarrow \text{retta x' integrale valore costante}$$

\$t_{off}\$:



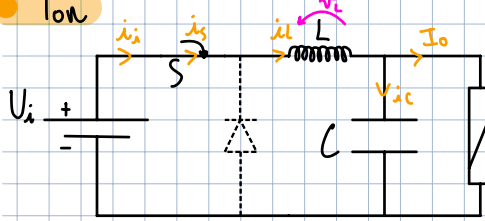
l'induttanza si scarica



da cui si vede Continuous Conduction Mode

Analisi del circuito :

● **Ton**

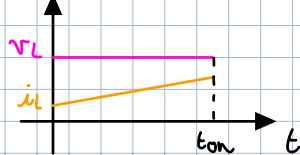


$$i_i = i_s = i_L = I_o + i_c$$

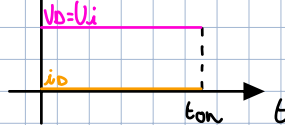
$$u_L = V_i - u_o$$

$$i_L = i_L(0) + \frac{1}{L} \int_0^t u_L(\tau) d\tau = i_{Lmin} + \frac{V_i - u_o}{L} \cdot t$$

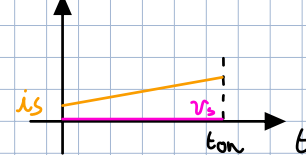
Induttanza



Diodo → deve far sì che $V_i < V_{BD}$

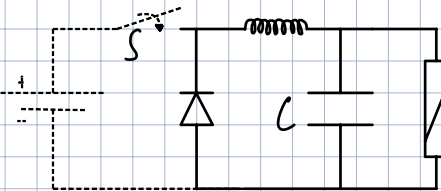


Selettore



● **Toff**

è il filtro che alimenta il carico → genero picchi di assorbimento sulla rete e salta il circuito alimentatore

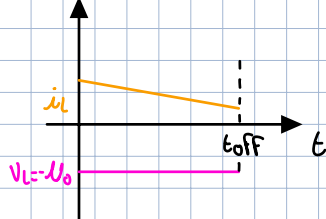


$$i_i = 0 \quad i_L = I_o + i_c$$

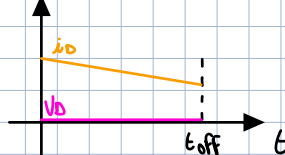
$$u_L = -u_o$$

$$i_L = i_L(0) + \frac{1}{L} \int_0^t u_L(\tau) d\tau = i_{Lmax} - \frac{u_o}{L} \cdot t$$

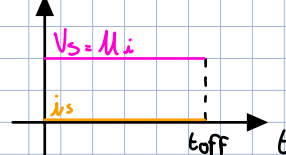
Induttanza



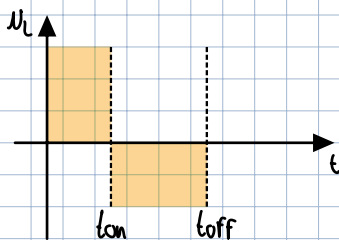
Diodo →



Selettore → transistor occhio a la tensione di break down



● **A regime**



$$(V_i - u_o) \cdot t_{on} = u_o \cdot t_{off} \rightarrow$$