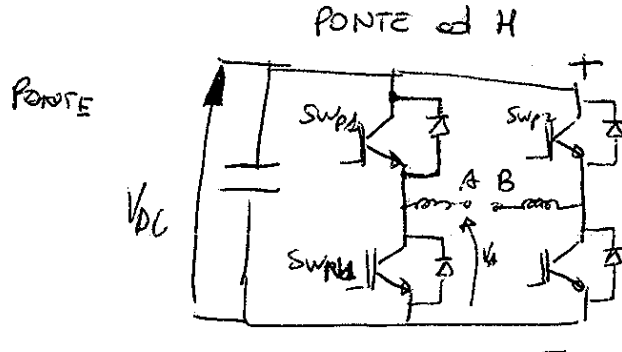
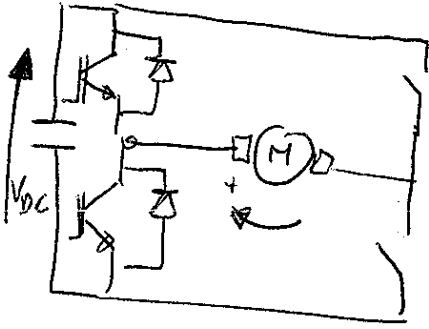


# INVERTER (5)

Nona per applicazioni motore DC. Bello era che unipolare, ma bidirezionale.  
 Più cambiare segno e  $\omega$ . il carico del segno avviene in modo laterale.  
 c'è sì è inventati delle strutture



Carico deve essere induttivo

Con ponte ad H si può fare convertitore a 4 quadranti?

$$V_A = \frac{V_{DC}}{2} \cdot D_{SWP1,2}$$

$$-V_{DC} < V_{AB} < V_{DC}$$

$$V_B = V_{DC} \cdot D_{SWP3,4}$$

Sarebbe bene che le due punte commutano alla stessa frequenza.

Ponte H è - bipolare  
 - bidirezionale

Mettendo tra A e B un filtro posso anche fare una conversione DC-DC isolata.  
 c'è le basi degli inverter fedbackless.

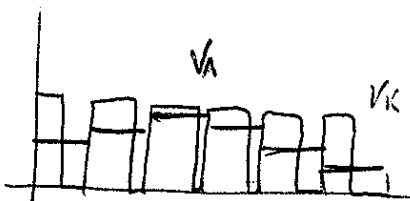
Altri tipi di convertitori:

- CÜK
- FORWARD
- FLY-BACK
- BUCK-BOOST

PWM (Pulse Width Modulation) questo  $f$  commutazione è cost.

Altri def. questo  $f_{ud} \ll f_{comm}$ . ed esempio vettore D

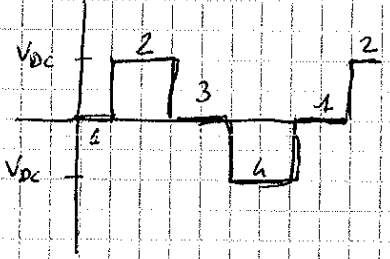
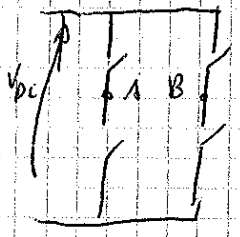
mediante nel periodo stesso realizzato  $V_A$ .



Supponiamo di collegarsi a rete:  $f = 50\text{Hz}$  se moduliamo a  $1\text{kHz}$  abbiamo 20 campioni a periodo elettrico. Se moduliamo a  $10\text{kHz}$  abbiamo 200 campioni a periodo elettrico.

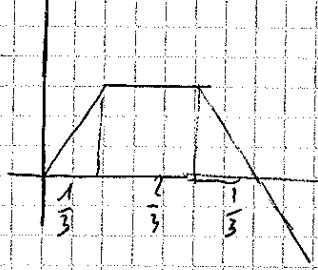
Struttura PAM (Pulse amplitude modulation).

Si riferiscono a forme d'onda alternate e la frequenza antefiltrata è uguale alla frequenza di commutazione. La tecnica è di fornire un'onda quadra e di considerare solo la 1<sup>a</sup> armonica (le altre sono nulle).



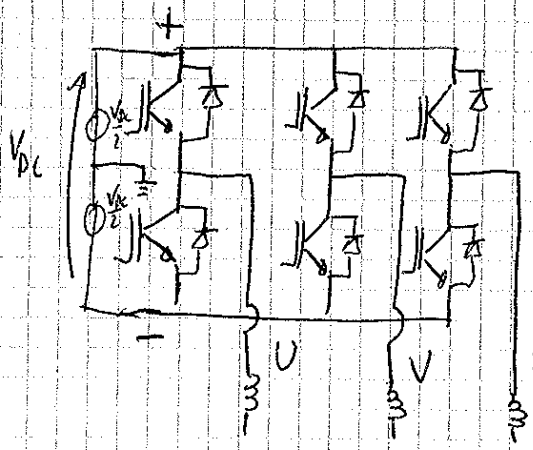
- 1) SW<sub>1</sub> e SW<sub>3</sub> ON
- 2) SW<sub>1</sub> e SW<sub>4</sub> ON
- 3) SW<sub>2</sub> e SW<sub>4</sub> ON
- 4) SW<sub>2</sub> e SW<sub>3</sub> ON

Variando l'ampiezza degli impulsi si varia la prima armonica. Questa tecnica si applica nell'alimentazione di macchine ed altissime freq. Se la frequenza è molto elevata.



eliminando la 5<sup>a</sup> e 7<sup>a</sup> armonica.

INVERTER TRIFASE



Le tre uscite devono essere induttive

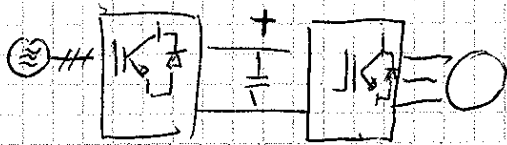
La PWM applicata all'inverter vuole ottenere una sinusoide <sup>ridotta</sup> ~~tra~~   
 tra  $V_u e \frac{1}{3}$ .

L'inverter 3 fase è bidirezionale e bipolare. Se le tre tensioni sono simmetriche necessariamente allora la tensione di centro stella è 0. Il problema della tensione PWM è di il centro stella si muove a multipli delle freq. di commutazione. Si ha la massima corrente di stella a velocità perinatale quando si vuole fare

$V_{u0}, V_{v0}$  e  $V_{w0} = 0$ .

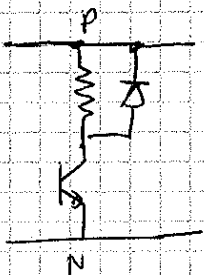
Possiamo anche sintetizzare la sinusoide in PAM. In questo caso si hanno 3 onde quadre sfasate di  $120^\circ$ . In questo modo si hanno 6 commutazioni e periodo elettrico in cui si commutano un solo switch. È stata la 1ª tecnica per i motori esincroni. Finché è possibile bisogna cercare di commutare un minor numero di volte.

L'inverter a 3 fasi può anche essere collegato allo rete elettrica. Questa struttura è il front-end



Questa struttura è bidirezionale. La potenza può essere presa e buttata in rete.

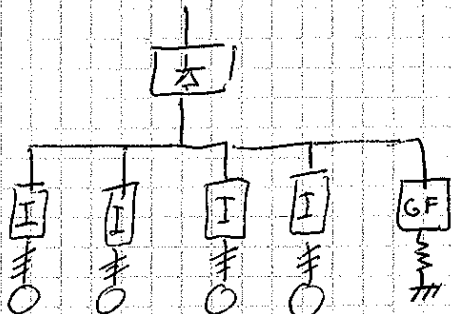
Se al posto del front-end netto in parte a diodi lo è con AC/DC unidirezionali. Non conviene usare SCR. Se lo devo fare il carico sarà la tensione in continua. Il condensatore esplosa. Esiste una soluzione: si chiama gombi-freno.



La resistenza è dimensionata in potenza e deve perdere tutto la potenza frenante.

Uno dei motivi per cui si usa la gombi-freno è perché non si può la tensione <sup>potenza</sup> sostituite e anche perché la potenza in rete va messa in un certo modo.

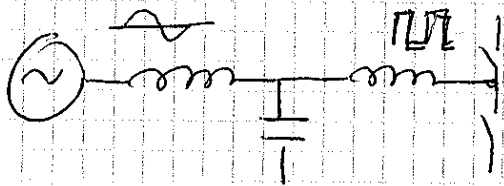
Altri motivi: la gombi-freno è più affidabile, si hanno più inverter in cui se uno frena, l'altro manda.



Il front-end è l'applicazione base nei generatori WIND.

# ALIMENTAZIONE verso RETE

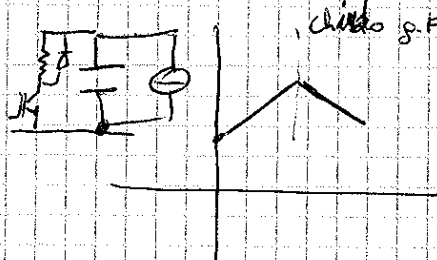
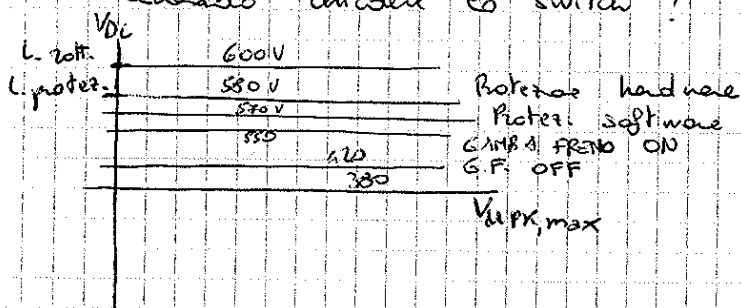
Il problema è che non danno il valore netto, ma una serie di impulsi. La rete ha una serie di normative che obbligano all'inserimento di filtri.



Il filtro più comune è un LCL con i condensatori messi a triangolo. Bisogna filtrare perché l'inverter dà disturbo. Nonelmente ci sono più filtri oltre all'LCL per filtrare a altre frequenze ed il modo comune. Se l'inverter non funziona si ha sempre un ponte a diodi.  $V_{DC}$  dovrà sempre essere  $> V_{line-line}$  di picco della rete. Se si mette di modulare e si fanno semmi.

## GAMBA FRENO

Quando chiudere lo switch? (Struttura Ponte-gamba freno-inverter)



$V_{LL,PK,max}$ : tensione linea-linea di picco max.

## PROBLEMI

DC/DC (celle canonica commutazione).

- ↳ DC/AC
- AC/DC
- AC/DC/AC

At. motori CC

	Conversione SCR	CC/CC
Veloc.	-	++
C	NO	SI (fondamentale)
ALIM.	sempl.	comp.
COMANDO	NO	SI
PROTEZ.	EST.	INTERNA

SCR  
 Transistori  
 + Induttanze  
 (o. senza controllato)  
 trifase

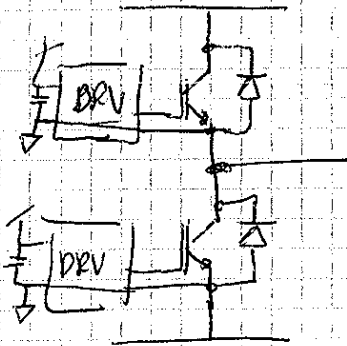
INVERTER  
 Ponte  
 + Condensatori  
 + Rete di acc. + G.F  
 Più chiassi perché no  
 molto più veloce



# ATTUAZIONE del comando

SCR: sfasatori + impulseri  
 DC/DC Modulatori + DRIVERS

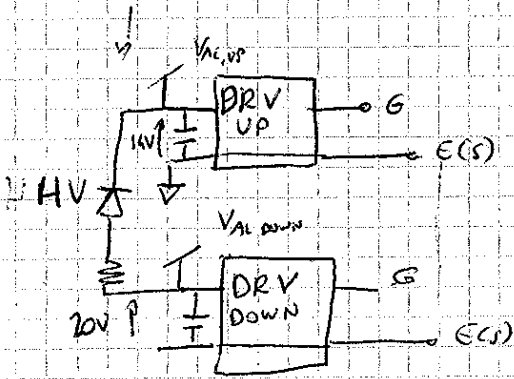
I Drivers devono essere alimentati -



Non basta impulsionare il transistor, ma bisogna tenerlo chiuso.  
 Tipica alimentazione ~ 20V. Consumo a pochi W (100 mW)  
 Le alimentazioni dei driver devono essere isolate tra loro! L'isolamento deve essere buono dal punto di vista dei disturbi.

Esistono 2 modi per alimentare -

- A trasformatori
  - A "boost amp"
- HF (100kHz) → OK  
 LF (50Hz) → OK grade e costoso



Se è chiuso il switch non si ha il cont. di chm. up che è scarico, mentre quello del down è carico. Si chiude il diodo che mi ricarica C up. Stesso procedimento per il C down.

Problema: affinché il driver di sopra commuti deve prima commutare il DRV di sotto -

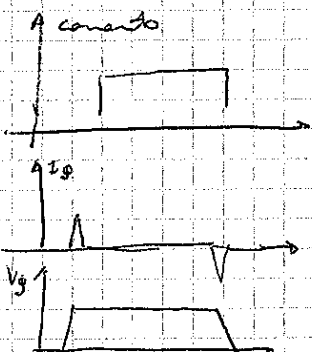
Il diodo deve essere ad alta tensione -

Ultimamente si usano dev. DC/DC isolati (soliti e chip (fe parte del concetto trasformatore)).

## DRIVERS

Hanno queste funzioni:

- 1) Ricevere, amplificare e attuare il comando

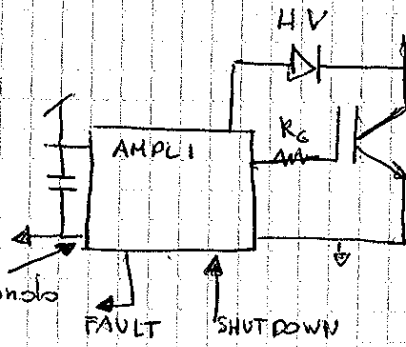


funzione base

## 2) Protezione (perché può aprire).

Protezioni tipiche:

- over current: sovracorrente
- dissolatore: monitora un comparatore se lo voglio che stia chiuso, ma a' sta mettendo più tempo di quanto voglio e devo aprirlo più rapidamente. Comanda il dato di shut circuit.



Il dato ha lo scopo di sopra evitare la misura di tempo quando lo switch è chiuso. Se misuro un tempo eccessivo vuol dire che ho troppo calore e apro.

- UV: under voltage. Se non lo alimentano il sistema si deve aprire.
- OT: over temperature. Si monitora dei sensori di temperatura in modo che se lo switch supera la temperatura il driver apre.

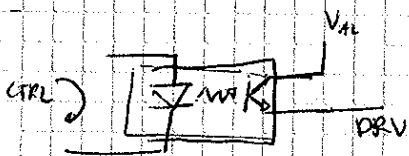
Il driver è un chip. Il driver ha in uscita un pin di FAULT. Non è sufficiente. Esiste un ulteriore PIN di shut down che serve per coordinare le protezioni. Se uno va in fault bisogna bloccare tutto.

Esistono dei componenti IPM (intelligent power module). Sono moduli che hanno il controllo e il driver. Esistono solo 4 pin: 2 alimentazioni, fault e shut down. Gli IPM sono costosi e non sono ottimizzati né in costo, né in potenza, ma in affidabilità.

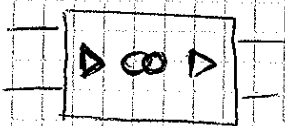
Come avviene il comando al driver?

Il comando è un segnale digitale (~ 5V TTL)

OPTOISOLATORI: il comando deve essere invertito volente. Un optoisolatore è un foto led ed un foto transistor messi in un unico chip che si rimbombano informazioni unidirezionali in luce.



L'altro tecnica è utilizzare un microtrasformatore d'impulso. Sono chip



MAX 3KV di isolamento.

Questo sistema è più facilmente installabile, non è più veloce, e consume meno. Il comando di un optoisol.

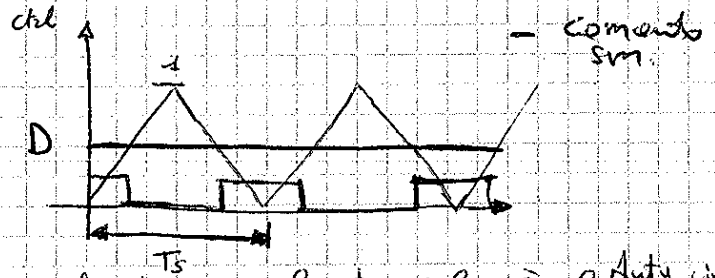
è quasi pari a quello di un driver. Con optoisol. ~ 100 ns invece micro trasfo ~ 10 ns.

Modulazione

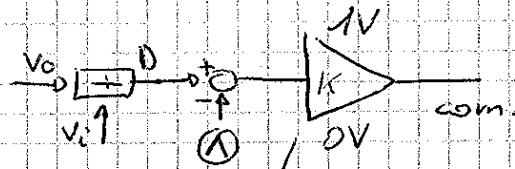
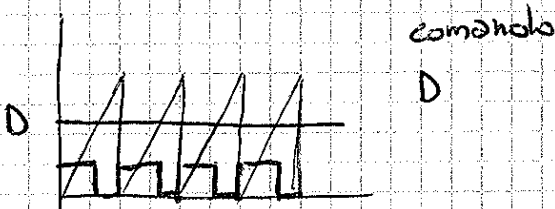
- frequenze fisse  $\leftarrow$  più di 100kHz (digitale elettronico)
- freq. variabile

Modulatori a frequenza fissa

- o confronto "saw-tooth"
- o MODULANTE "Saw"
- o PORTANTE "Triangle"

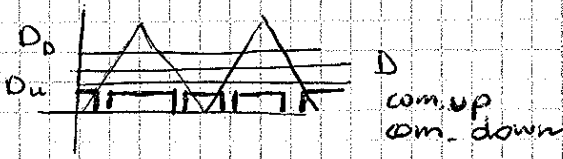


La triangola stabilisce e la frequenza commutata il sistema. Il segnale di confronto con la triangola è il duty cycle. Si compara la triangola col duty cycle. Altro modo con dentate di sega.



deve amplificare tantissimo

Con la triangola si hanno 2 punti dove non si commutano mai, mentre con il dentate di sega non si può trovare. È importante avere 2 punti in cui non si commutano perché si può commutare. Un metodo per raggiungere il tempo franco è spostare il duty pa e' alto un po' più in basso e viceversa.



Limite digitale: velocità

Limite analogico: velocità (max 30kHz)

FPGA: logica programmabile che permette di far raggiungere alte velocità.

Se si hanno tante gambe (es. motor 3φ)

- 1 portante
- 3 modulanti

PONTE H

5 più onde fase con 2 modulante o doppia portante.

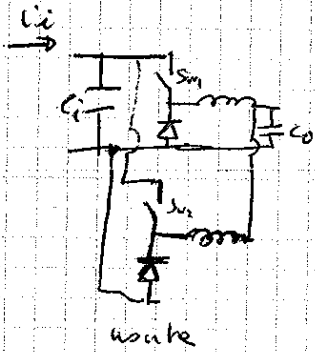


È possibile il parallelo/serie nel DC/DC?

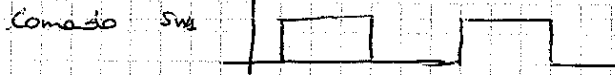
In generale si sa che il DC/DC è completo (C su ingresso e L su uscita).

Se si mettono in parallelo si possono fare.

Esempio:

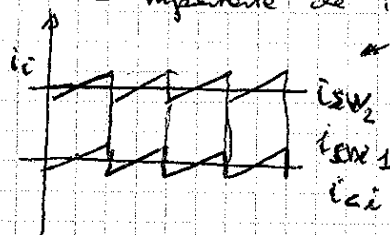
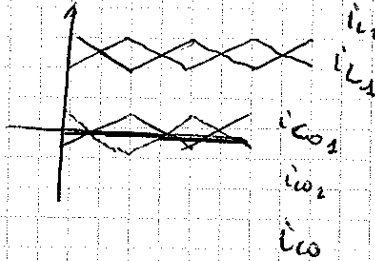


Supponiamo  $D = 50\%$



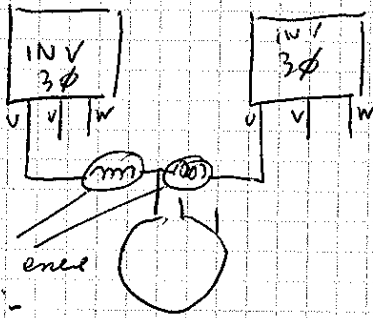
Comando SW2 con fase che sia alla rovescia

è importante che i comandi siano in fase



Si riesce a compensare e a ridurre l'ondulazione.

Non si riesce a fare questo sui motori, e non che non ci siano induttori veri e propri.



devono essere presenti.

Commutazioni SOFT-SWITCHING. Si basano su sistemi

risonanti. Lo switch commuta alla freq. di risonanza

tra l'induttore ed il condensatore che è in parallelo

allo switch o al diodo. La tensione è fornita dalla sorgente.

Si possono fare commutazioni a ZVS (

zero voltage switching) o a ZCS (zero current switching). Il

sistema è pensato per avere zero perdite in commutazione. Usati

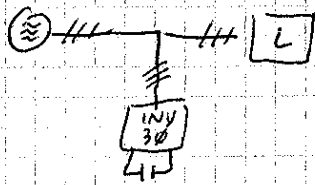
per alte frequenze (> 100 kHz). Non si può commutare

questa si vede.



È raro trovare inverter soft-switching.

### PFC (3 $\phi$ ). Power Factor correction



Carichi 3 $\phi$  estremamente disarmonici (esempio ponte a diodi). Le rete vuole sinusoidali.

S. più filtrare in modo attivo la fase d'onda

Questo sistema gestisce solo  $D$  e  $Q$ .

### CARICO RISONANTE MONO FASE

S. fanno con ponti ad H.