

Robotica – Robot Industriali e di Servizio

*Lezione 5:
Ancora movimento*



4 marzo 2013

Motori elettrici a corrente continua:



- ⇒ Semplicità
- ⇒ Costo
- ⇒ Prestazioni discrete
- ⇒ Vasta gamma
- ⇒ Velocità dipendente dalla corrente applicata
- ⇒ Velocità \pm dipendente dalla tensione applicata
- ⇒ Rotazione veloce
- ⇒ Prestazioni non uniformi
- ⇒ Presenza di spazzole e collettore (manutenzione)

Lezione 5 Ancora movimento

4 marzo 2013 2

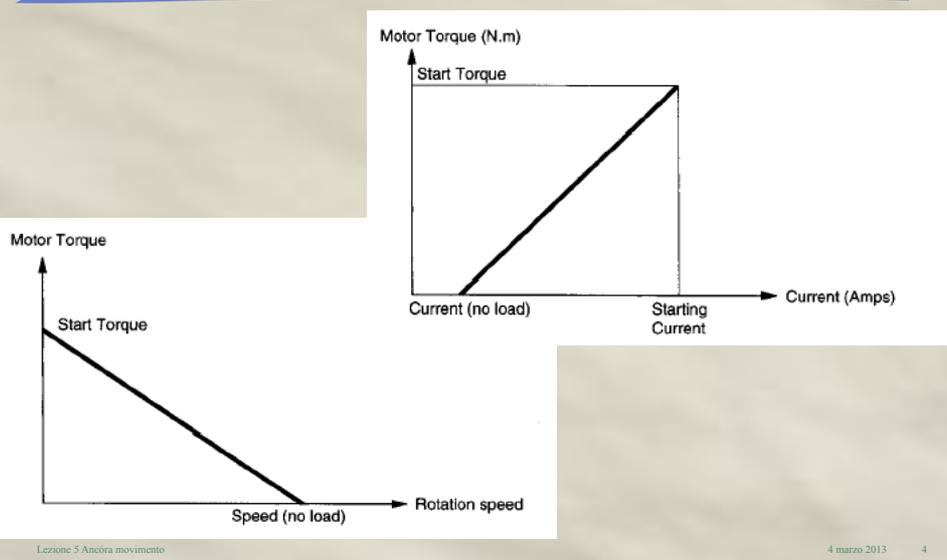
Altre informazioni:

- ⇒ <http://www.walter-fendt.de/ph14e/electricmotor.htm>
- ⇒ <http://www.animations.physics.unsw.edu.au/jw/electricmotors.html>
- ⇒ <http://www.gearseds.com/curriculum/images/figures/Motor.swf>
- ⇒ <http://www.gearseds.com/curriculum/images/figures/dcmotor.swf>

Lezione 5 Ancora movimento

4 marzo 2013 3

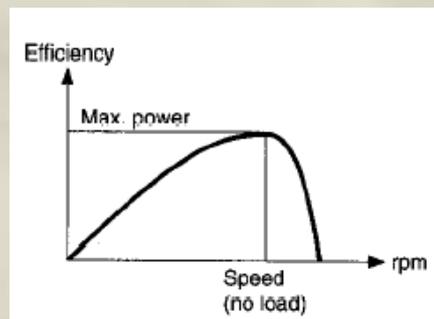
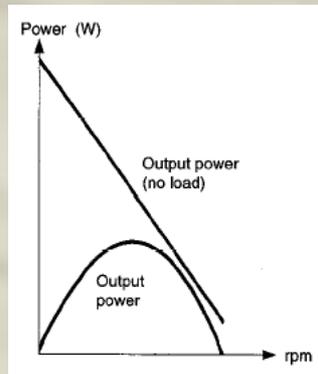
Le curve fondamentali di un motore DC



Lezione 5 Ancora movimento

4 marzo 2013 4

Altre curve...

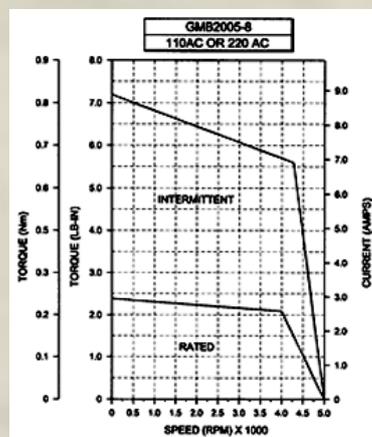


Lezione 5 Ancora movimento

4 marzo 2013 5

Motori elettrici a corrente alternata (brushless):

- ⇒ Prestazioni buone
- ⇒ Prestazioni uniformi
- ⇒ Assenza di spazzole e collettore (zero manutenzione)
- ⇒ Costo
- ⇒ Complessità del sistema di controllo



Lezione 5 Ancora movimento

4 marzo 2013 6

Motori elettrici a passo:

- ⇒ Dedicheremo loro un capitolo a parte
- ⇒ Per ora ci basta sapere che sono rotativi, e che girano abbastanza piano.

Altri tipi di motori

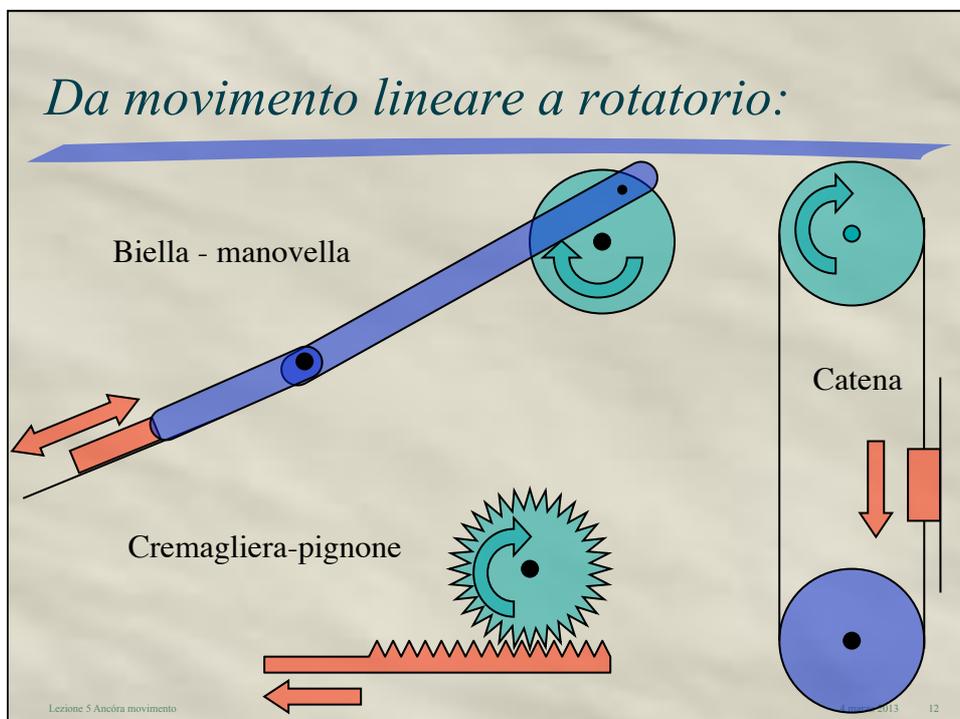
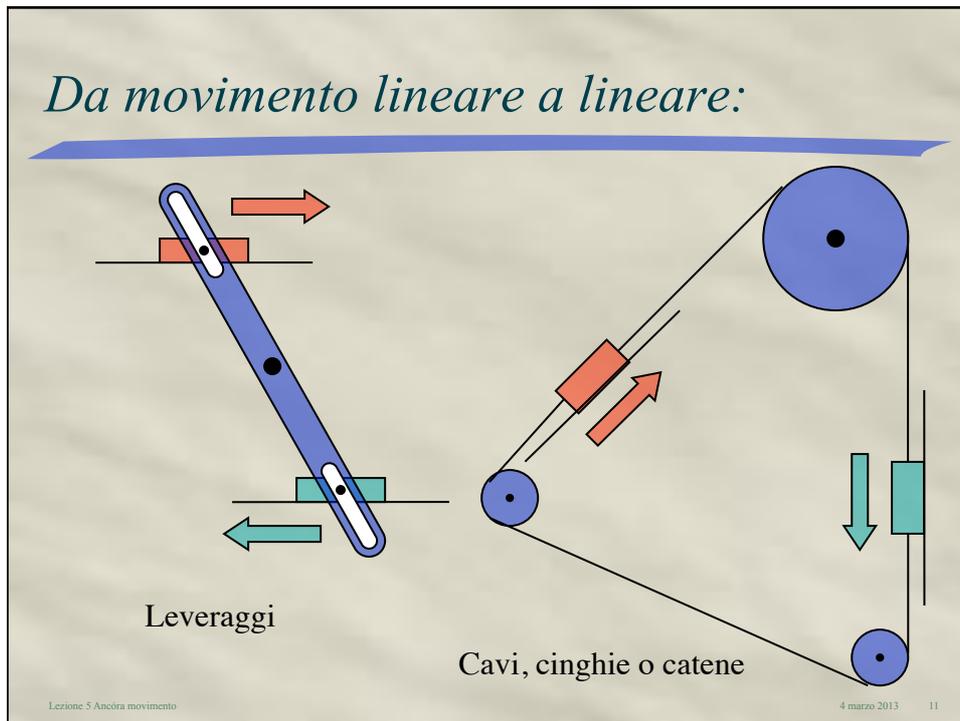
- ⇒ Per un po' di tempo, hanno avuto grande successo i motori "a terre rare a trazione diretta"
 - Motori a corrente alternata, fatti per girare molto piano
 - Vantaggio: potevano essere calettati direttamente sui giunti
 - Svantaggi: costo, dissipazione del calore, dimensioni.

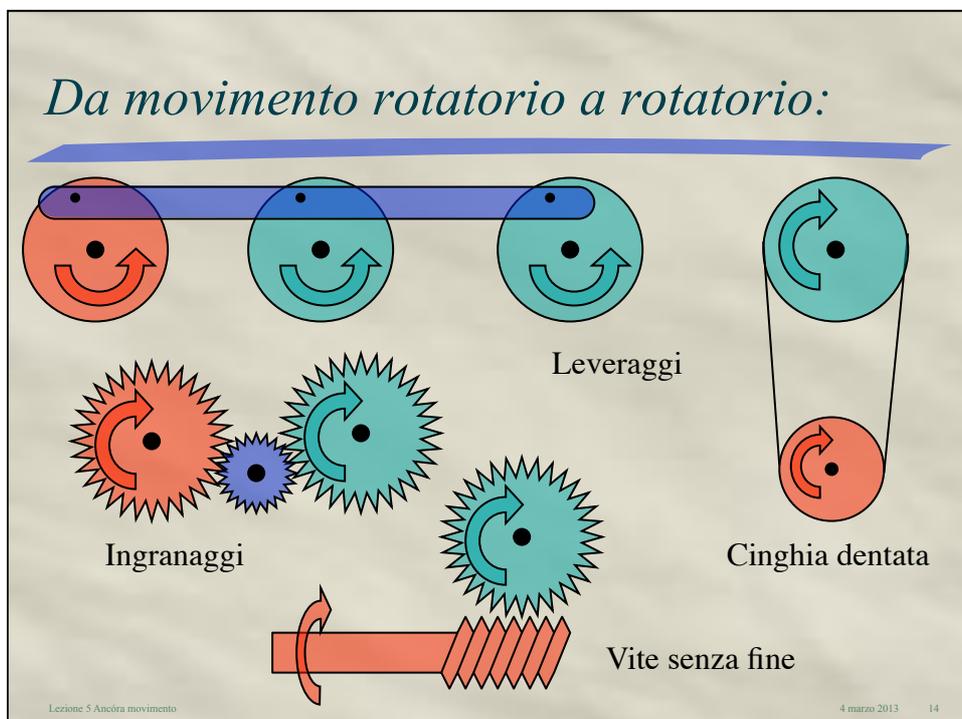
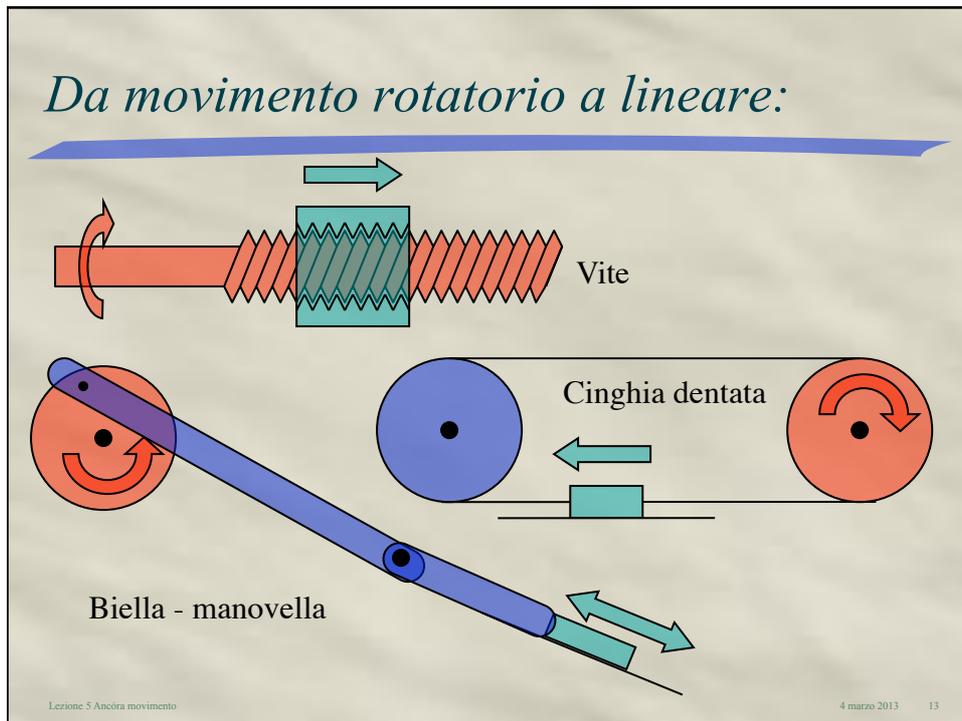
Il quinto problema:

- ⇒ Il movimento dei motori non va quasi mai bene così com'è.
- ⇒ Occorre cambiarne la velocità, e talvolta anche il tipo.
- ⇒ Occorrono organi di trasmissione del movimento

Cambiare il tipo di movimento:

Da		A	
		Lineare	Rotatorio
Lineare	Lineare	Leveraggi Cavi, cinghie o catene	Biella - manovella Cremagliera-pignone Catene
	Rotatorio	Vite Pignone - Cremagliera Biella - manovella Cinghie dentate	Leveraggi Ingranaggi Viti senza fine Cinghie dentate





Vari tipi di ingranaggi

⇒ Ingranaggi semplici



Lezione 5 Ancora movimento

4 marzo 2013 15

Vari tipi di ingranaggi

⇒ Vite senza fine

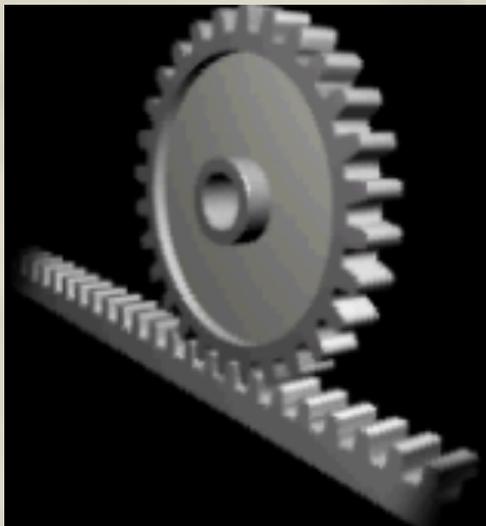


Lezione 5 Ancora movimento

4 marzo 2013 16

Vari tipi di ingranaggi

⇒ Cremagliera e pignone



Lezione 5 Ancora movimento

4 marzo 2013 17

Caratteristiche delle trasmissioni:

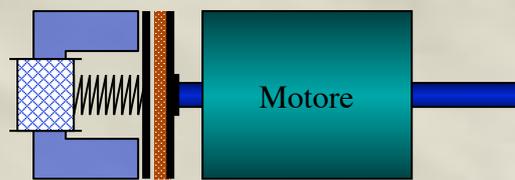
- ⇒ Alcune trasmissioni permettono di cambiare la velocità di movimento e in ragione inversa la forza esercitata (ingranaggi), altre no
- ⇒ Alcune trasmissioni sono reversibili, altre no
- ⇒ Alcune trasmissioni non possono non avere gioco

Lezione 5 Ancora movimento

4 marzo 2013 18

Trasmissioni irreversibili:

- ⇒ Creano molti problemi di controllo
- ⇒ Non occorrono freni

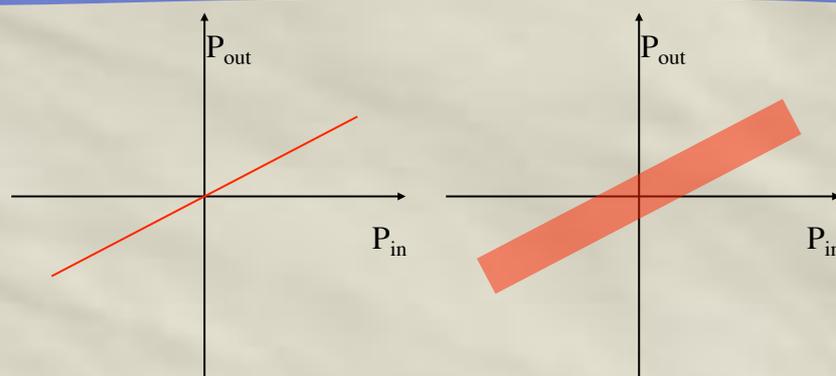


Freno elettromagnetico

Lezione 5 Ancora movimento

4 marzo 2013 19

Il gioco:



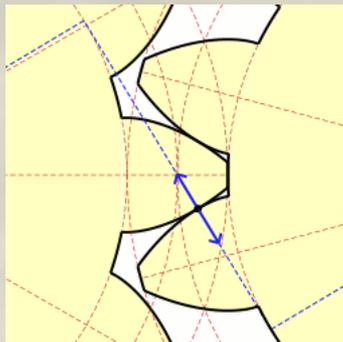
Senza gioco

Con gioco

Lezione 5 Ancora movimento

4 marzo 2013 20

Gli ingranaggi

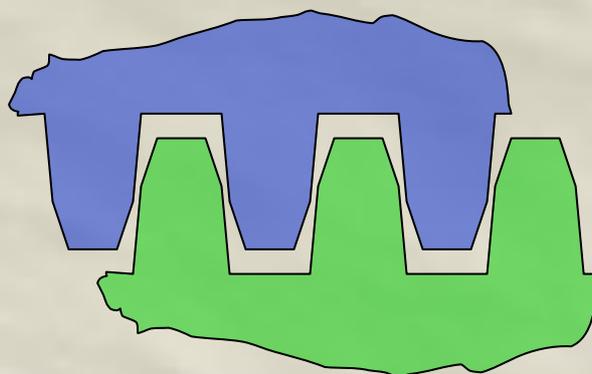


Lezione 5 Ancora movimento

4 marzo 2013 21

Il gioco

⇒ Gli ingranaggi non possono non avere gioco

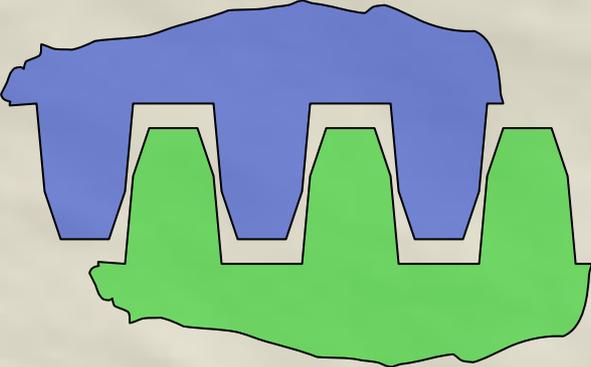


Lezione 5 Ancora movimento

4 marzo 2013 22

Il gioco

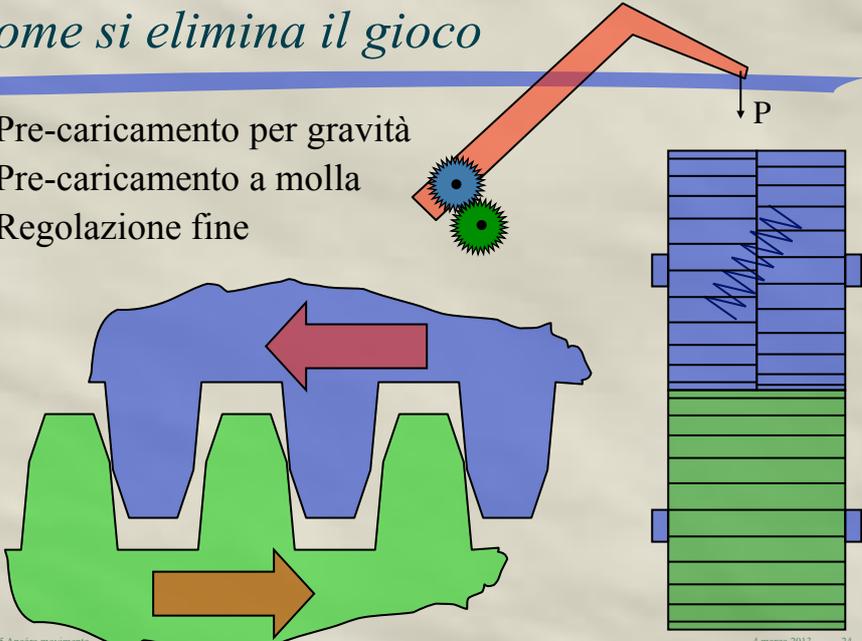
⇒ Gli ingranaggi non possono non avere gioco



Lezione 5 Ancora movimento 4 marzo 2013 23

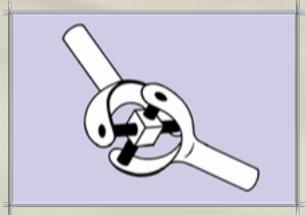
Come si elimina il gioco

- ⇒ Pre-caricamento per gravità
- ⇒ Pre-caricamento a molla
- ⇒ Regolazione fine



Lezione 5 Ancora movimento 4 marzo 2013 24

Ancora da rotatorio a rotatorio:



Giunto cardanico



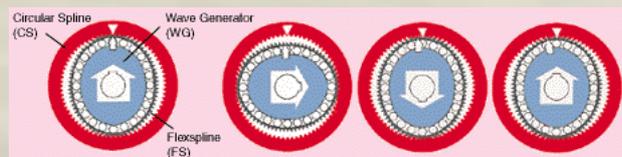
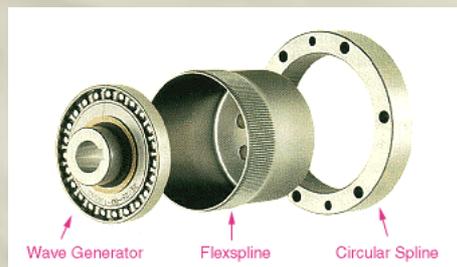
Giunti omocineticici vari



Lezione 5 Ancora movimento

4 marzo 2013 25

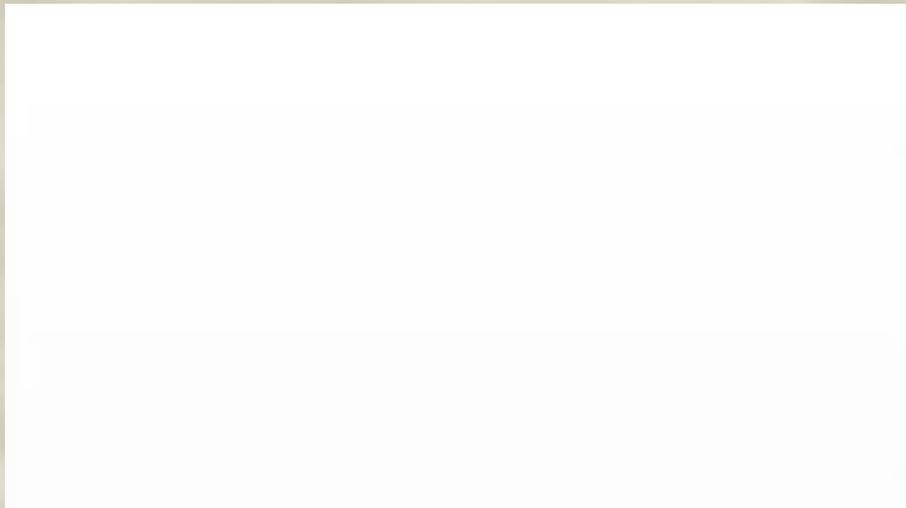
Il famoso harmonic drive:



Lezione 5 Ancora movimento

4 marzo 2013 26

Vediamolo meglio:

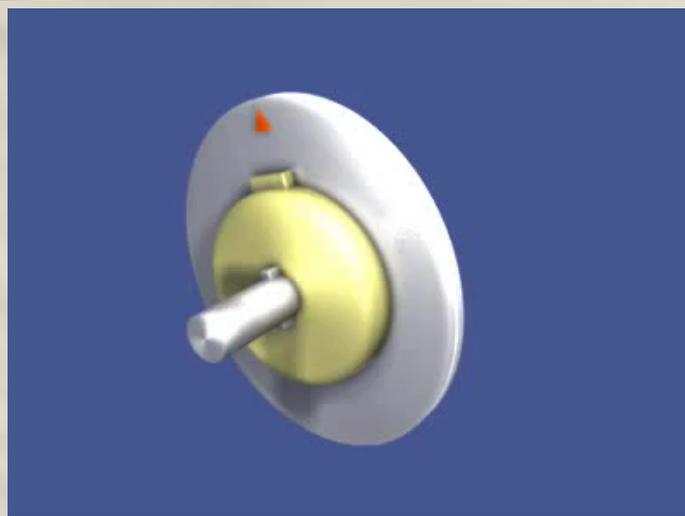


Lezione 5 Ancora movimento

<http://www.youtube.com/watch?v=bzRh672peNk>

4 marzo 2013 27

Secondo tentativo:



Lezione 5 Ancora movimento

<http://www.youtube.com/watch?v=2IyBd5IiCCI>

4 marzo 2013 28

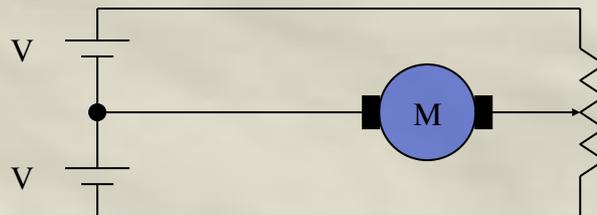
Il sesto problema

- ⇒ E adesso che abbiamo i motori, dobbiamo farli muovere!

Motori in corrente continua:

- ⇒ Il senso di rotazione dipende dalla polarità della corrente che li attraversa
 - (quasi sempre)
- ⇒ La velocità di rotazione dipende dalla tensione applicata
 - E dalla resistenza del carico
 - E dall'inerzia del carico
 - E dalla temperatura
 - E dallo stato delle spazzole
 - E dallo stato dei magneti
 - E ...

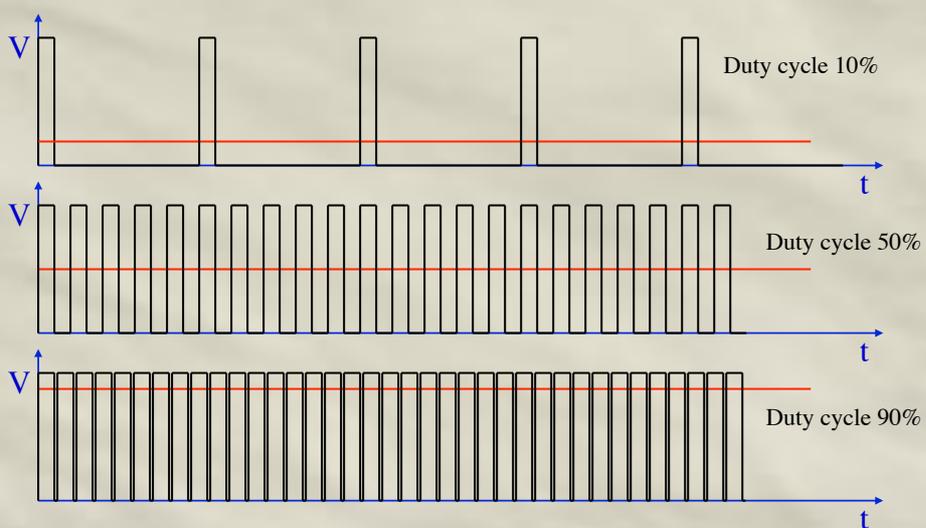
Come alimentare un motore d.c.:



Lezione 5 Ancora movimento

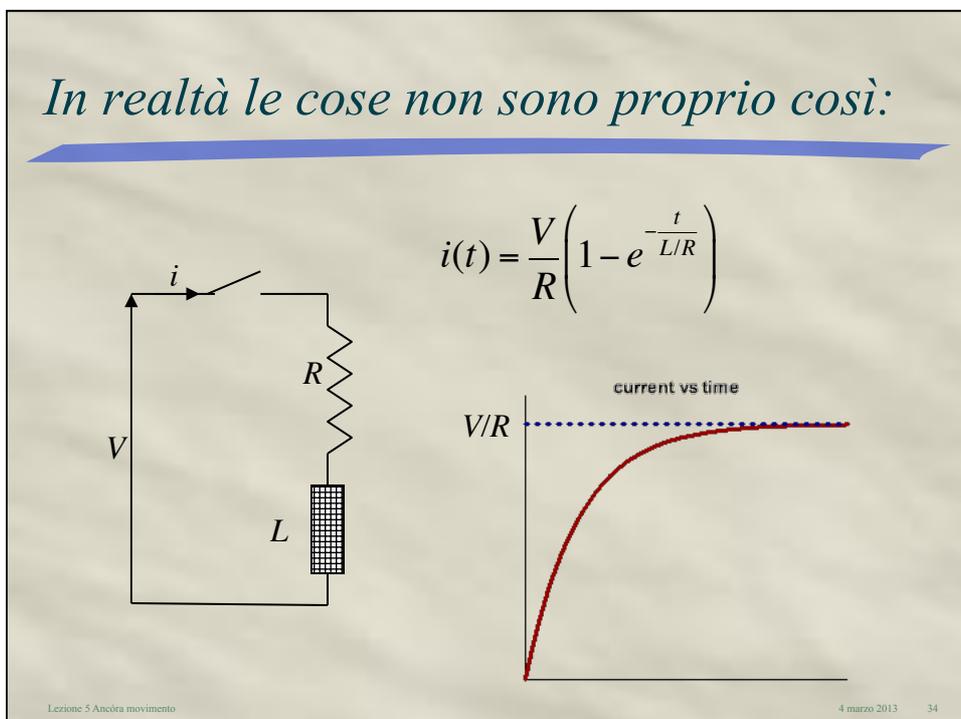
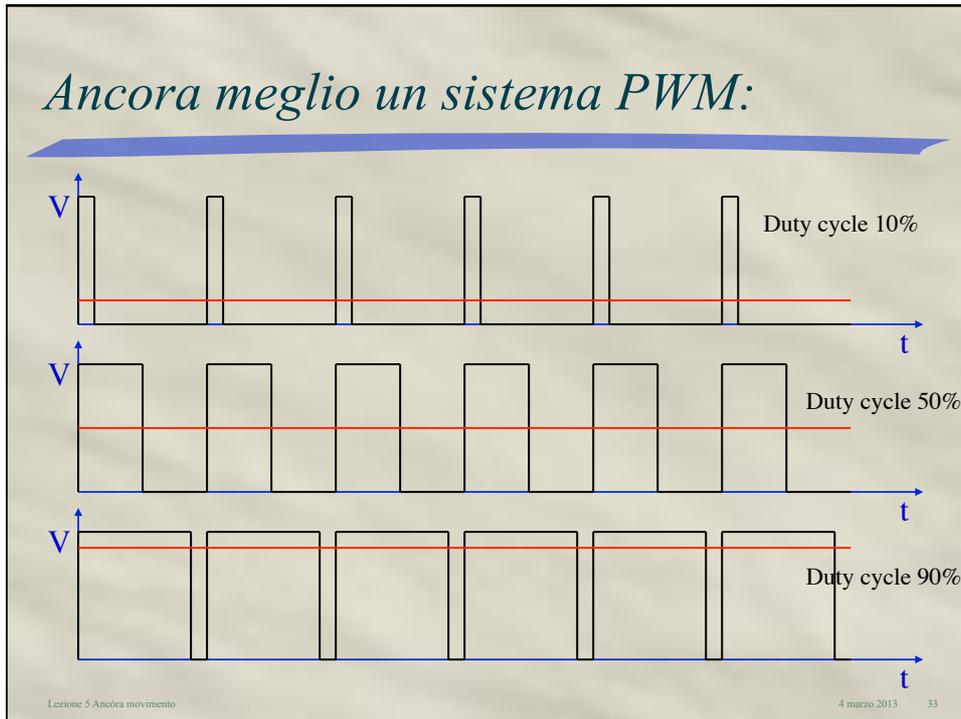
4 marzo 2013 31

Meglio un sistema PFM:

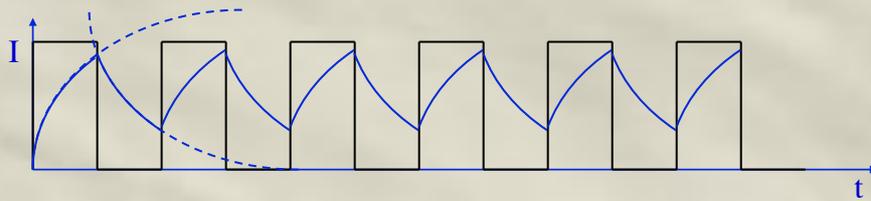


Lezione 5 Ancora movimento

4 marzo 2013 32



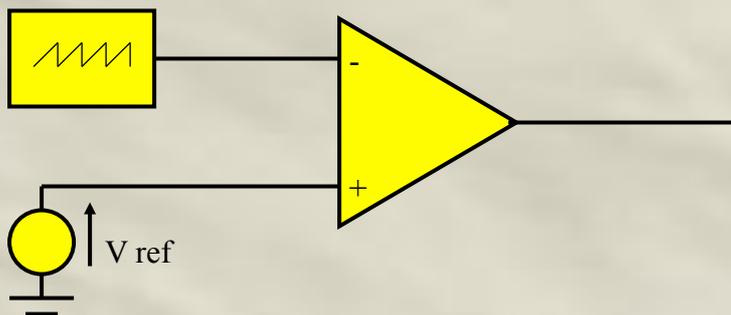
E quindi:



Lezione 5 Ancora movimento

4 marzo 2013 35

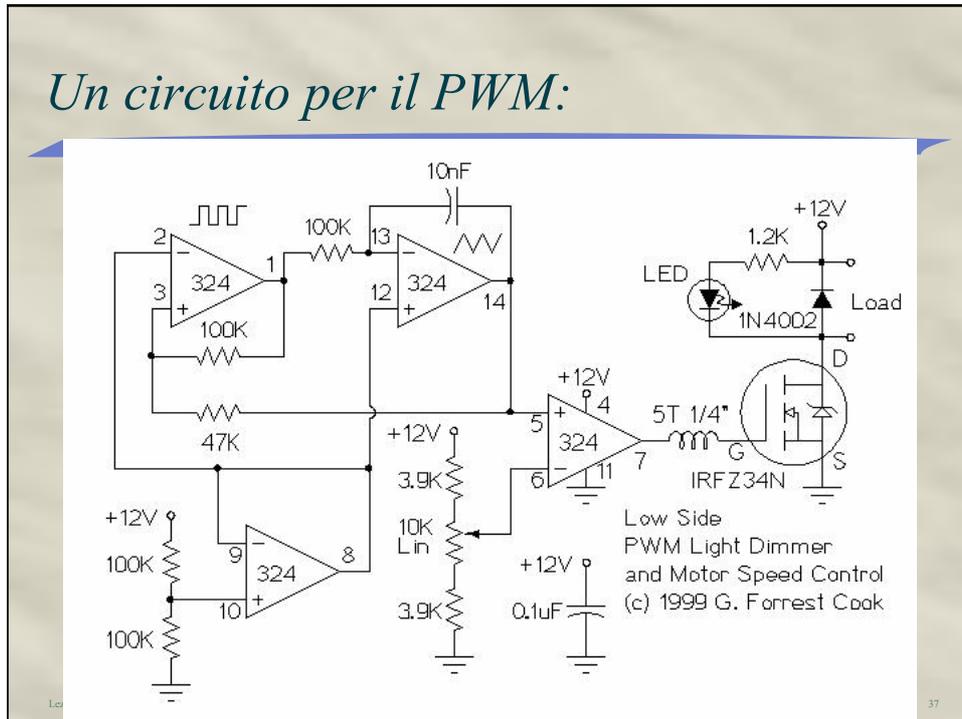
Un circuito per il PWM:



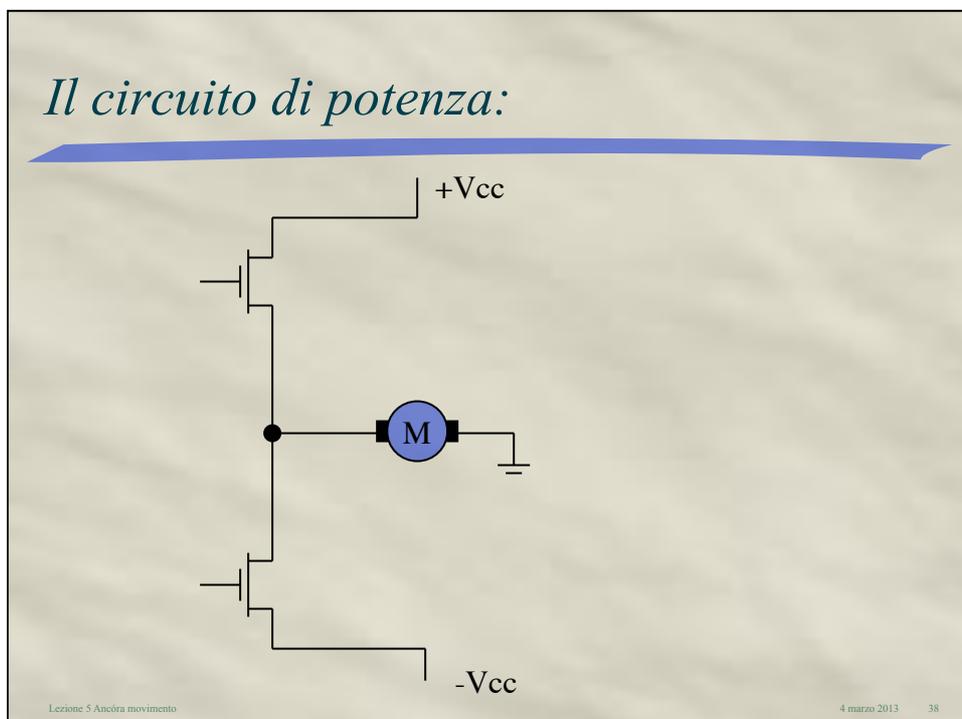
Lezione 5 Ancora movimento

4 marzo 2013 36

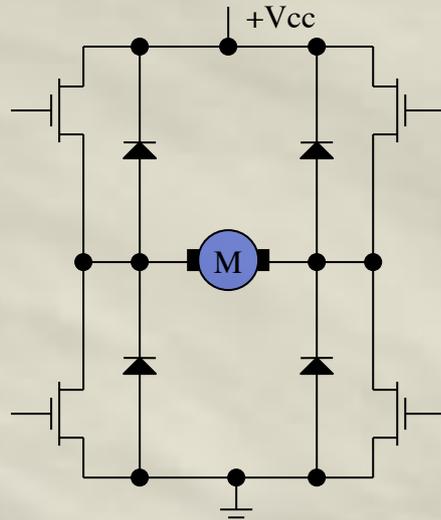
Un circuito per il PWM:



Il circuito di potenza:



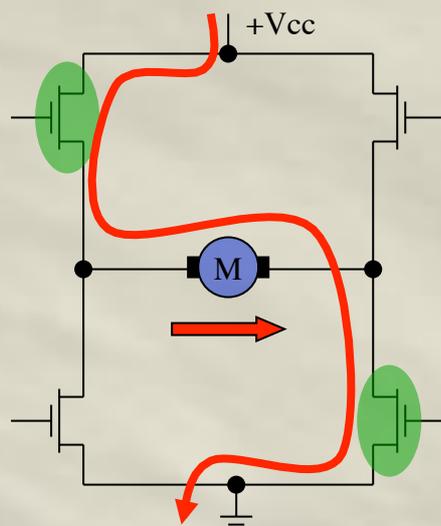
Il ponte H:



Lezione 5 Ancora movimento

4 marzo 2013 39

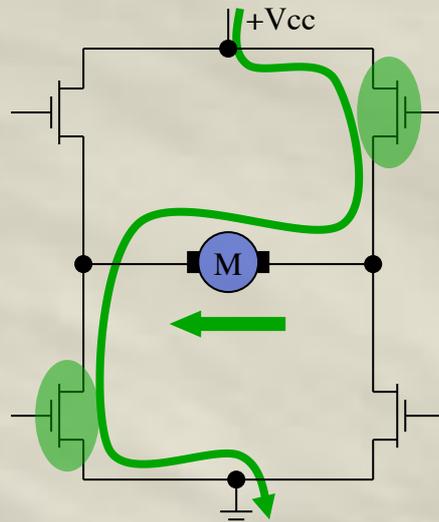
Spiegazione:



Lezione 5 Ancora movimento

4 marzo 2013 40

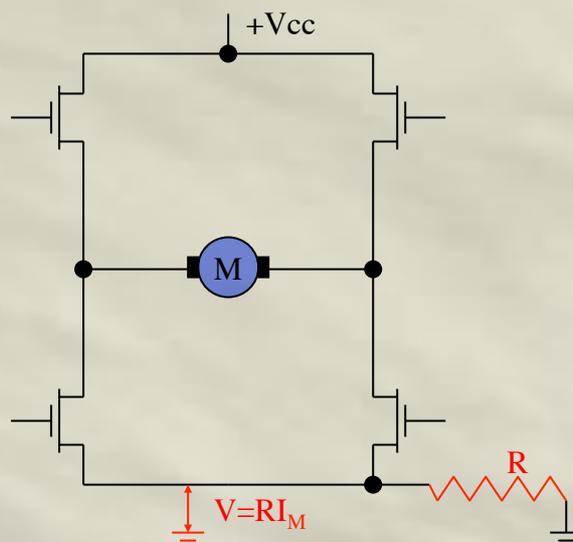
Spiegazione:



Lezione 5 Ancora movimento

4 marzo 2013 41

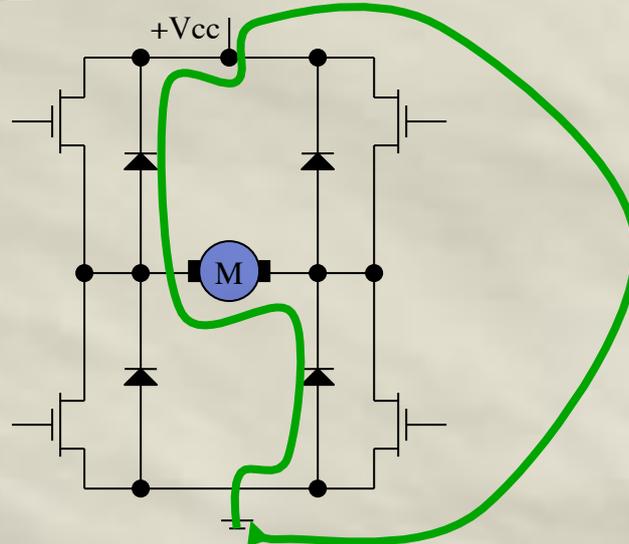
E inoltre:



Lezione 5 Ancora movimento

4 marzo 2013 42

I diodi volano:

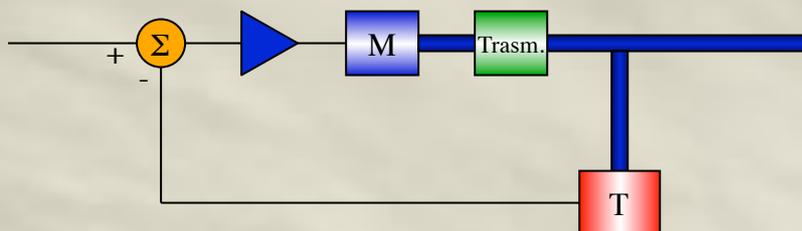


Lezione 5 Ancora movimento

4 marzo 2013 43

Il controllo dei motori

- ⇒ Il movimento dei motori dipende da molti parametri, alcuni dei quali sconosciuti
- ⇒ Occorre un sistema di retroazione:



Lezione 5 Ancora movimento

4 marzo 2013 44

Che cosa misuriamo?

$$V = \frac{dS}{dt}$$

$$A = \frac{dV}{dt}$$

$$V = \dot{S}$$

$$A = \dot{V} = \ddot{S}$$

$$V = \int_0^t A(t)dt$$

$$S = \int_0^t V(t)dt$$

Lezione 5 Ancora movimento

4 marzo 2013 45

Strumenti a disposizione:

⇒ Accelerometri

- Costosi
- Non molto precisi

⇒ Tachimetri

- Precisi
- Abbastanza costosi

⇒ Misuratori di posizione

- Molto precisi
- Relativamente economici

Lezione 5 Ancora movimento

4 marzo 2013 46

Accelerometri

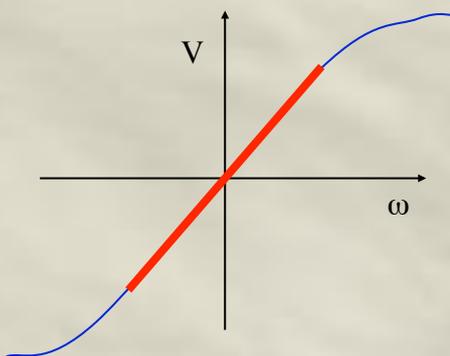
- ⇒ Utili solo quando non c'è un riferimento fisso
 - (veicoli spaziali)
- ⇒ Troppo costosi (quelli precisi)
- ⇒ Troppo imprecisi (quelli economici)
- ⇒ Qualche applicazione secondaria
- ⇒ Ne parleremo in robotica mobile

Lezione 5 Ancora movimento

4 marzo 2013 47

Per misurare la velocità

- ⇒ Dinamo tachimetriche



Lezione 5 Ancora movimento

4 marzo 2013 48

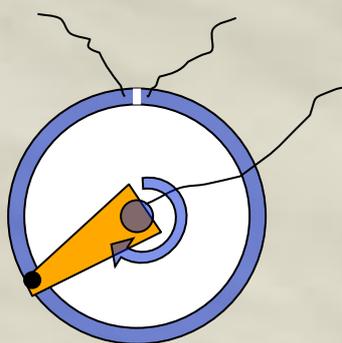
Per misurare la posizione

- ⇒ Potenziometri
- ⇒ Resolver
- ⇒ Encoder

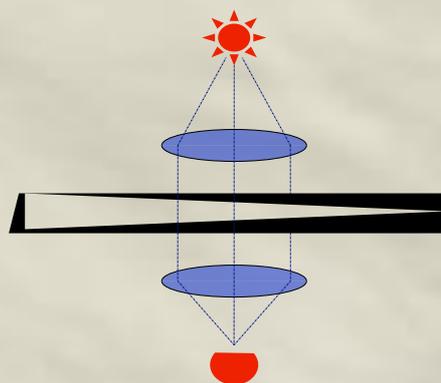
Lezione 5 Ancora movimento

4 marzo 2013 49

I potenziometri:



Meccanico



Ottico

Lezione 5 Ancora movimento

4 marzo 2013 50

Uso dei potenziometri:

- ⇒ Collegamento come partitore di tensione o in un ponte
- ⇒ Problemi:
 - Discontinuità sullo zero
 - Non linearità
 - Usura meccanica
 - Rumore

Lezione 5 Ancora movimento

4 marzo 2013 51

I resolver

- ⇒ Dispositivi induttivi
- ⇒ Alta precisione
- ⇒ Alto costo
- ⇒ Usati specialmente per i motori brushless



Lezione 5 Ancora movimento

4 marzo 2013 52