

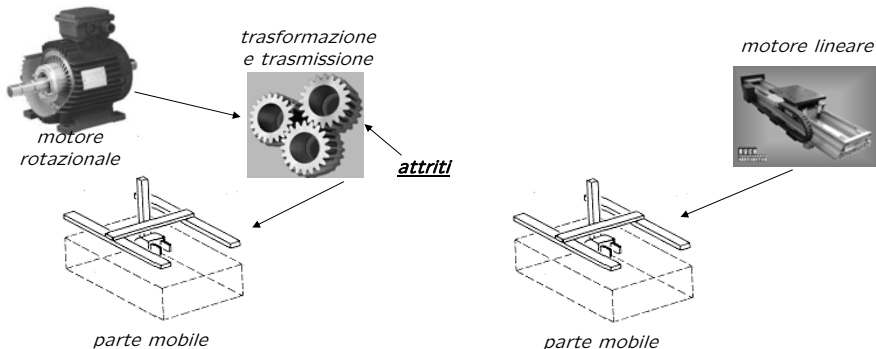
Approccio Direct Drive

- Problema:
 - spesso è più costoso il sistema di trasformazione del moto che l'attuazione stessa
 - le perdite per attrito diventano notevoli
 - non conviene avere un solo generatore di movimento e tanti sistemi di trasmissione/trasformazione
- Filosofia Direct-Drive:
 - “generare il movimento dove serve, nella forma in cui serve”*

Si basa sull'uso di molti attuatori con movimenti diversi

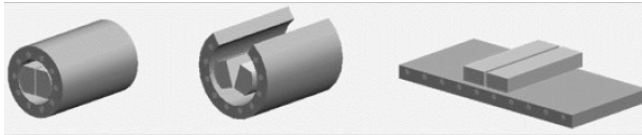
Motori Lineari

- Motori lineari:
 - il moto generato è traslazionale
 - invece del rotore si ha un movente che si muove in linea retta
 - nessuna trasformazione cinematica per ottenere moti rettilinei



Principi di Funzionamento

- Gli stessi effetti elettromagnetici che fanno muovere i motori rotazionali sono alla base del movimento dei motori lineari
- L'unica differenza è che rotore e statore di fatto sono "srotolati"



- Anche in questo caso si differenziano motori a riluttanza variabile (passo-passo) e motori a riluttanza fissa (asincroni, sincroni)

Tecnologia

- **Passo-Passo:**

Pro: precisione, coppia a fermo, uso anche in catena aperta.

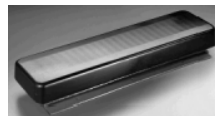
Con: coppie fortemente nonlineari, velocità e spinte limitate.



- **Asincroni:**

Pro: elevate spinte e velocità, economici (no magneti permanenti)

Con: no coppia a fermo, complessità nel controllo e alimentazione



- **Sincroni (brushless):**

Pro: semplici, sufficiente spinta e velocità

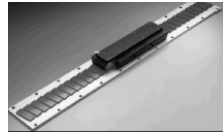
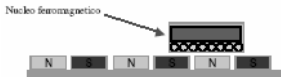
Con: usano magneti permanenti



Motori Monolateri

- **Struttura:**

pista costituita da magneti permanenti su cui si muove un cursore con gli avvolgimenti e i cavi di alimentazione



- **Vantaggi:**

elevati valori di picco di spinta (15 kN), buona dissipazione del calore

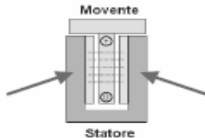
- **Svantaggi:**

forza di attrazione e alta inerzia del movente, campo asimmetrico

Motori Bilateri

- **Struttura**

Movente circondato da statore da entrambi i lati



- **Vantaggi**

Campo simmetrico, nessuna forza di attrazione, massa ridotta

- **Svantaggi**

Cattiva dissipazione, spinta $< 2\text{kN}$

Usato nelle macchine Pick and Place e nei robot cartesiani

Motori Cilindrici

- **Struttura**

Il movente è un magnete permanente, che scorre in uno statore cilindrico alimentato ... oppure ...

Il magnete permanente è fisso ed il movente è alimentato



- **Vantaggi**

Ottimo sfruttamento campo magnetico, buon comportamento termico, bassi costi

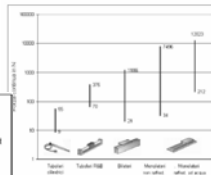
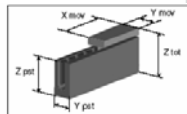
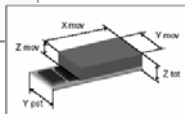
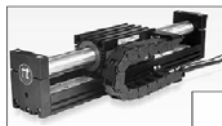
- **Svantaggi**

Corsa limitata, la spinta cala in fase di estensione

Usato negli spingitori ... e nei calcini!!!

Caratteristiche Principali

Corsa	i tubolari limitati a 2-3 m, gli altri estendibili
Velocità	fino a 10 m/sec
Accelerazione	fino a 20 g ($g=9.8 \text{ m/sec}^2$ accelerazione di gravità)
Massa	divisa in massa del movente e dello statore
Forza Cont.	forza che il motore può erogare in modo continuo
Forza di Picco	forza che il motore può erogare per brevi istanti
Temp. Max	massimo valore di temperatura di esercizio
Raffreddamento	ad aria, aria forzata o acqua



Dimensionamento

- Stesso approccio dei motori rotazionali (esercitazione *Dimensionamento Motori*) con forze e traslazioni invece di coppie e rotazioni
- **N.B.** nel dimensionamento bisogna usare la forza continua:

$$F_{RMS} \leq F_{cont}$$

$$F_{RMS} = \left(\frac{1}{T} \int_0^T F^2(t) dt \right)^{\frac{1}{2}}$$

dove F_{cont} è la forza continua del motore, F_{RMS} è il valore efficace della forza e $F(t)$ è la risultante delle forze esterne ad ogni istante di tempo

- Inoltre deve essere verificata la seguente condizione sulla forza massima richiesta rispetto alla forza di picco del motore

$$F_{max} \leq F_{peak}$$



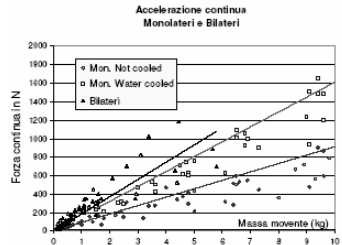
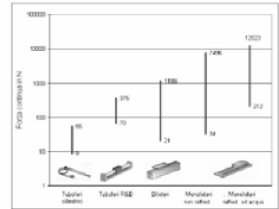
Dimensionamento(2)

- Valori di spinta tipici per differenti tipi di motori
- Spesso il dato importante è l'*accelerazione* :

$$a_{th} = \frac{F_{cont}}{m_{mov}}$$

- a_{th} è chiamata accelerazione teorica continua

- Motore monolatero: ha la massima spinta ma la massa del movente è molto maggiore degli altri → il motore che fornisce la max accelerazione è il bilatero
- Questo vale nel caso in cui la massa del movente sia prevalente nel sistema



Valori max di a_{th} : 19 g bilateri, 16.5 g monolateri raffreddati ad acqua, 9.3 g monolateri non raffreddati

Conclusioni

- I motori lineari permettono di generare moti traslazionali senza bisogno di trasformazioni cinematiche: nè attriti nè componenti aggiuntive
- Ancora poco diffusi → i prezzi sono elevati
- In laboratorio di automatica (Torre Rossa) è presente un motore lineare cilindrico *LINMOT* a disposizione per tesi e tirocini
- Un'applicazione dei motori lineari:
automatizzare un calcino → tesi e tirocini ~~disponibili~~

