



FEDERAZIONE NAZIONALE IMPRESE  
ELETTROTECNICHE ED ELETTRONICHE



# DIMENSIONAMENTO ED OTTIMIZZAZIONE DELLA CATENA CINEMATICA

Pietro Cattoretti  
Area Manager & Engineering



## Catena cinematica

Si definisce catena cinematica o cinematismo un sistema di elementi meccanici rigidi (es. alberi, ingranaggi, camme) o flessibili (es. funi, catene, cinghie), collegati tra loro in modo da garantire un certo livello di moto relativo tra le parti.

In meccanica applicata si realizzano catene cinematiche per trasmettere potenza, dal motore all'organo della macchina che compiere lavoro.



## Trasmissione meccanica

La trasmissione meccanica è l'insieme di organi che servono alla trasmissione della potenza.

Alcuni di questi organi trasmettono la potenza meccanica senza variare la velocità:

- Giunti
- Alberi
- Rinvii
- ...

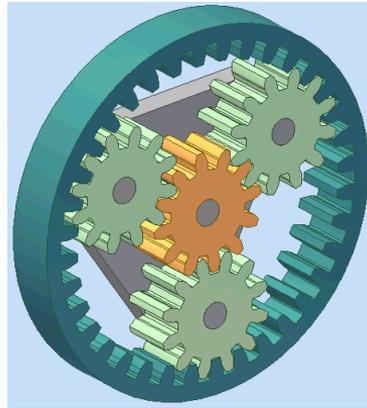


Altri organi trasmettono la potenza variando le velocità.

In questa famiglia rientrano i *riduttori meccanici*.

## Riduttore meccanico

Il riduttore meccanico è essenzialmente una scatola contenete ingranaggi



In funzione della tipologia di ingranaggi e della trasmissione del moto, il riduttore viene classificato in differenti modi

## Panoramica riduttori



Riduttori Coassiali

Riduttori Angolari



## Funzioni principali di un riduttore nella catena cinematica

- Ridurre la velocità del motore
- Aumentare la coppia erogata al carico
- Abbassare il rapporto di inerzia  $\lambda$

$$\lambda = \frac{J_{carico}}{J_{motore} * i^2}$$

Rapporto di riduzione  $i = 5$

Uscita asse lento

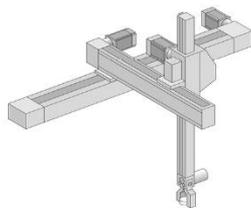
**50 Nm / 400 RPM**



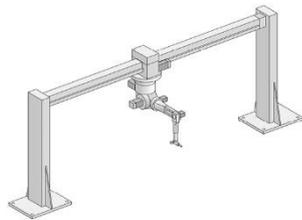
Ingresso asse veloce

**10 Nm / 2.000 RPM**

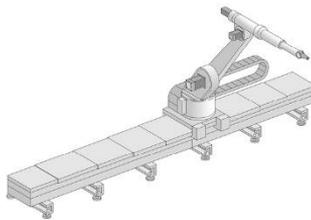
## Esempi di applicazioni dove sono presenti catene cinematiche e trovano impiego i riduttori



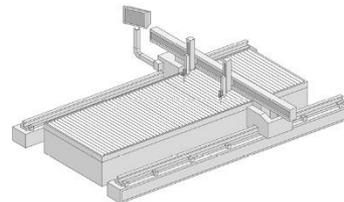
Robot pick & place



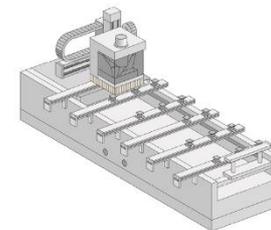
Robot saldatura



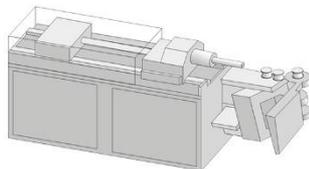
7° asse



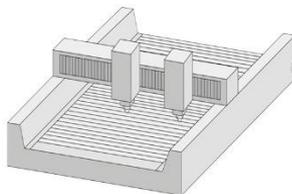
Taglio plasma



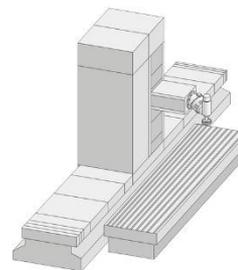
Lavorazione del legno



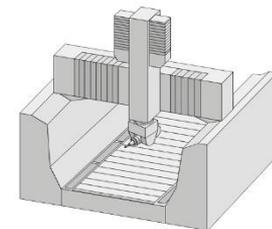
Macchina piegatubi



Taglio laser



Fresatrice a colonna



Fresatrice a portale

## Step 1: identificazione delle necessità del cliente

- Masse ed inerzie movimentate
- Velocità, accelerazioni e decelerazioni imposte
- Tempi di ciclo
- Coppie / forze richieste dal carico
- Organi di trasmissione previsti
- Condizioni ambientali
- Precisione richiesta
- Tipo di movimento (lineare, rotatorio, alternato ecc.)



## Step 2: schematizzazione della catena cinematica



- Configurazione del carico:
  - Tipo di movimento (lineare, rotatorio, alternato ecc.)
  - Masse ed inerzie movimentate
  - Coppie / forze richieste dal carico
- Ciclo di funzionamento
  - Tempi di ciclo e tipo di servizio (S1, S5)
  - Profilo di velocità
  - Velocità, accelerazioni e decelerazioni imposte

## Step 3: scelta degli organi di trasmissione



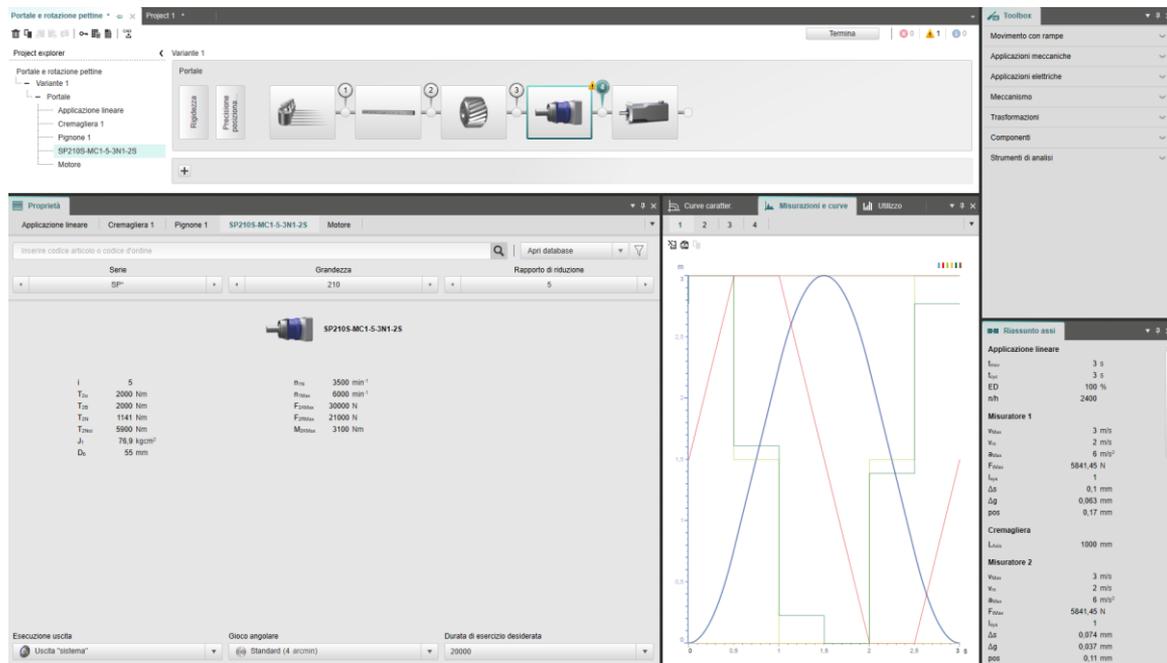
- Prestazioni:
  - Precisione
  - Coppie / forze / velocità da trasmettere
- Condizioni ambientali
  - Temperatura / umidità / pressione
  - Agenti corrosivi
  - Classificazione area (sicura, a rischio di esplosione ...)

## Step 4: scelta di riduttore e motore



- Prestazioni:
  - Precisione: gioco angolare e rigidità torsionale
  - Rapporto di riduzione e rapporto di inerzia
  - Coppie / forze / velocità massima e media
  - Forze sui cuscinetti trasmesse dal carico
- Condizioni ambientali
  - Temperatura / umidità / pressione
  - Agenti corrosivi
  - Classificazione area (sicura, a rischio di esplosione ...)
  - Geometria dell'installazione, dimensioni di ingombro e posizioni di montaggio

## Step 5: calcoli e verifiche

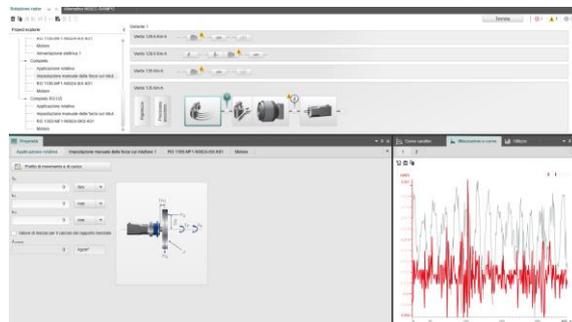


- Simulazione nelle condizioni più critiche di funzionamento
- Verifica prestazioni dei componenti
- Confronto tra diverse soluzioni
- Analisi del rapporto di inerzia
- Verifica carichi sui cuscinetti e loro vita stimata

## Caso particolare: reverse engineering



- Tramite software è anche possibile effettuare la selezione dei prodotti a partire da dati importati, ad es. da azionamenti o da software di simulazione meccanica (SAM)
- Questo metodo può essere usato anche in casi di service, per individuare le cause di malfunzionamenti e rotture



A volte per trovare la soluzione ottimale occorre andare oltre l'evidenza e pensare all'inatteso



Grazie per l'attenzione