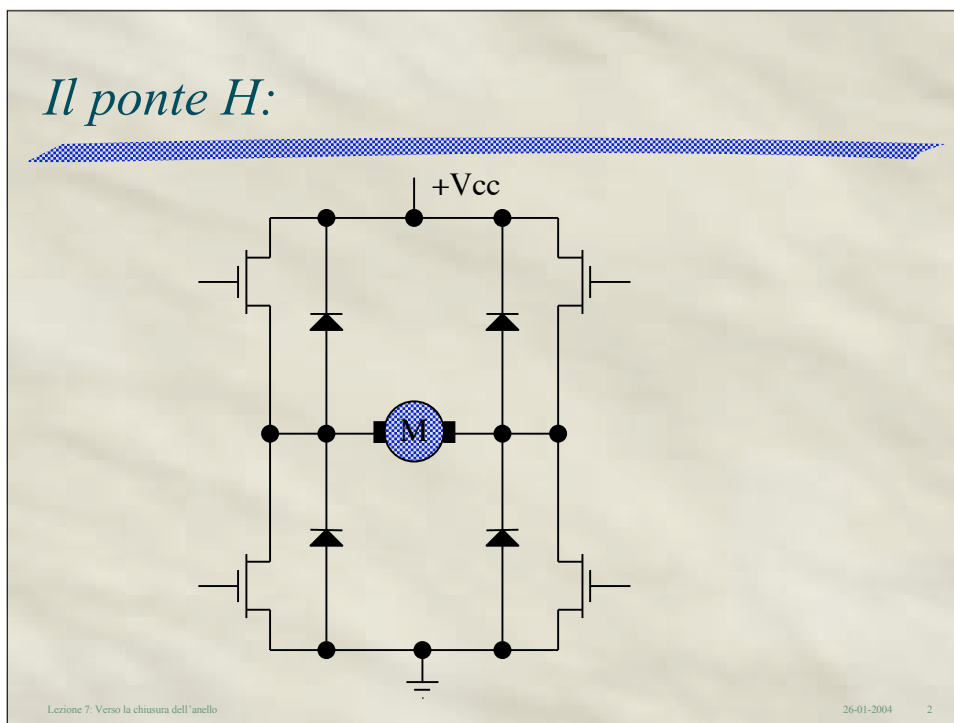


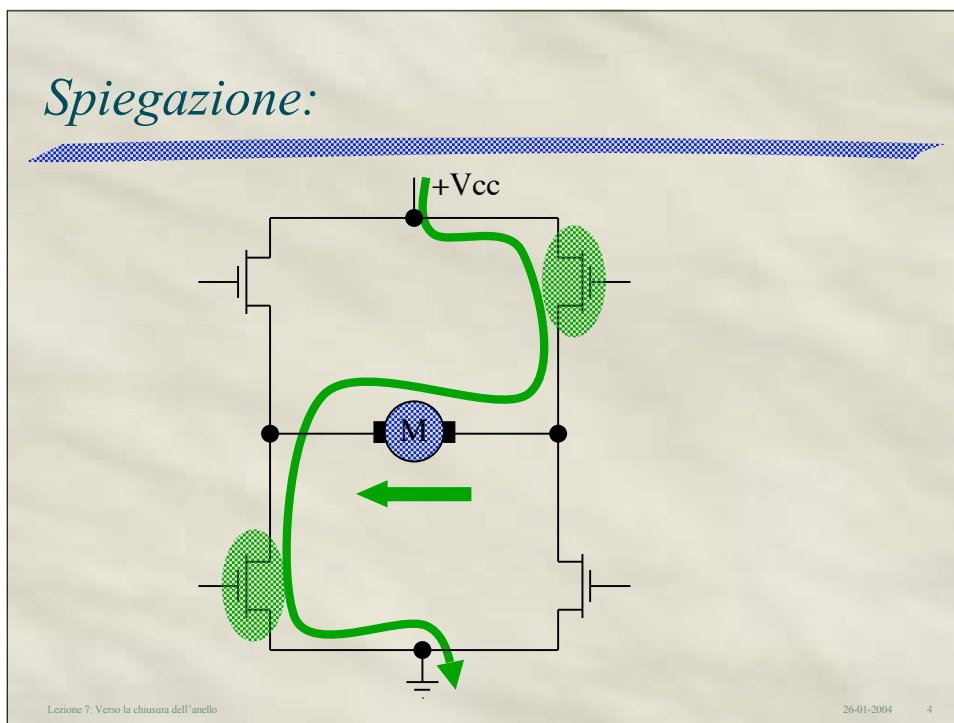
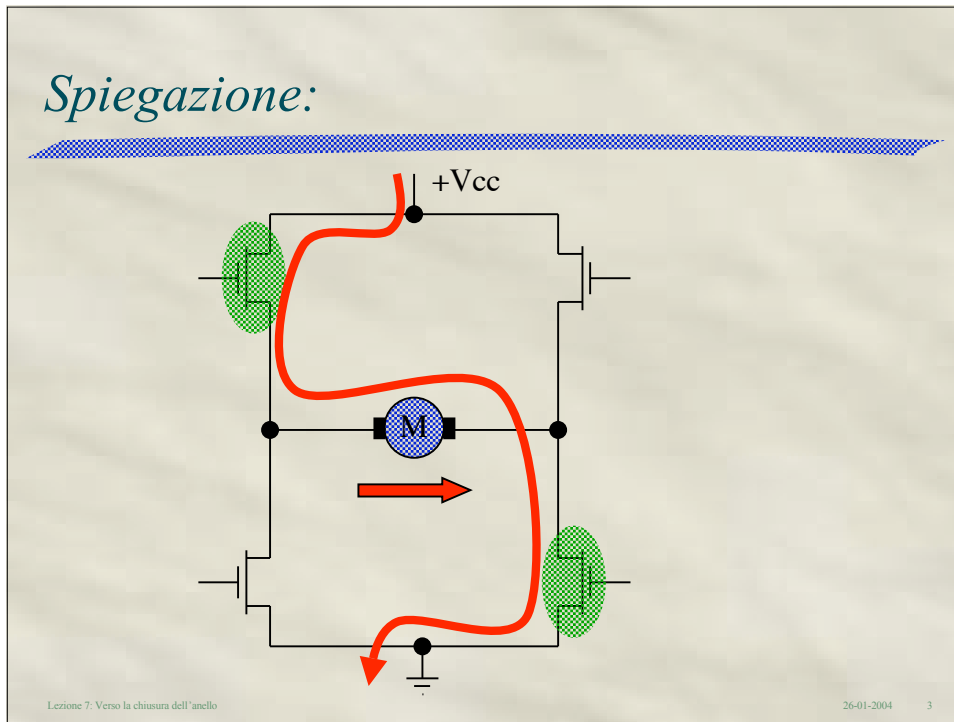
*Robotica A*

*Lezione 7:  
Verso la chiusura dell'anello*

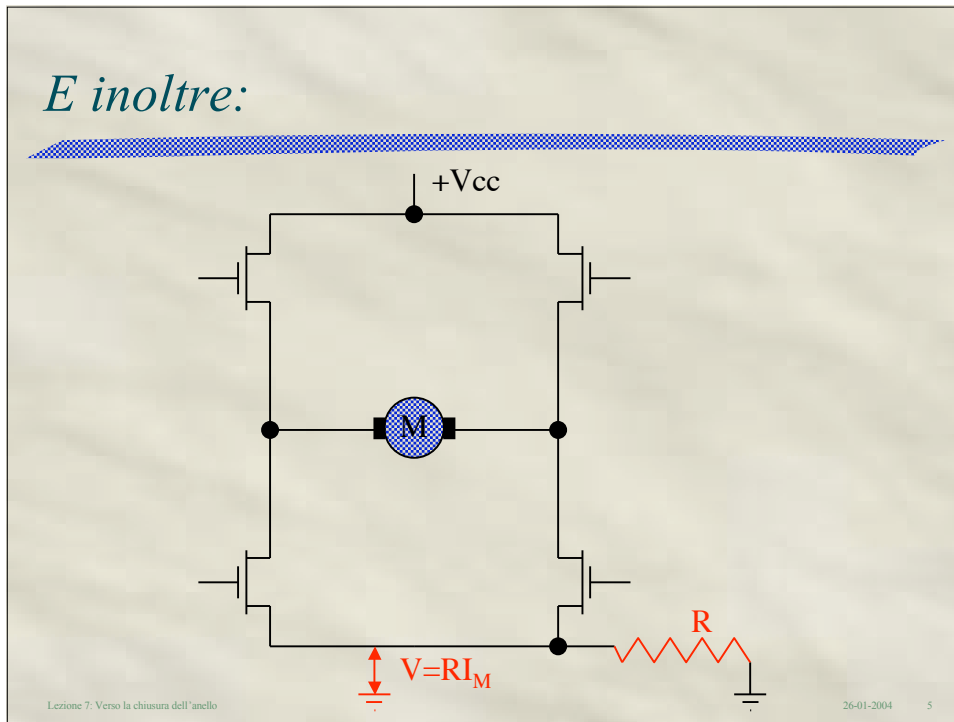
---

26-01-2004

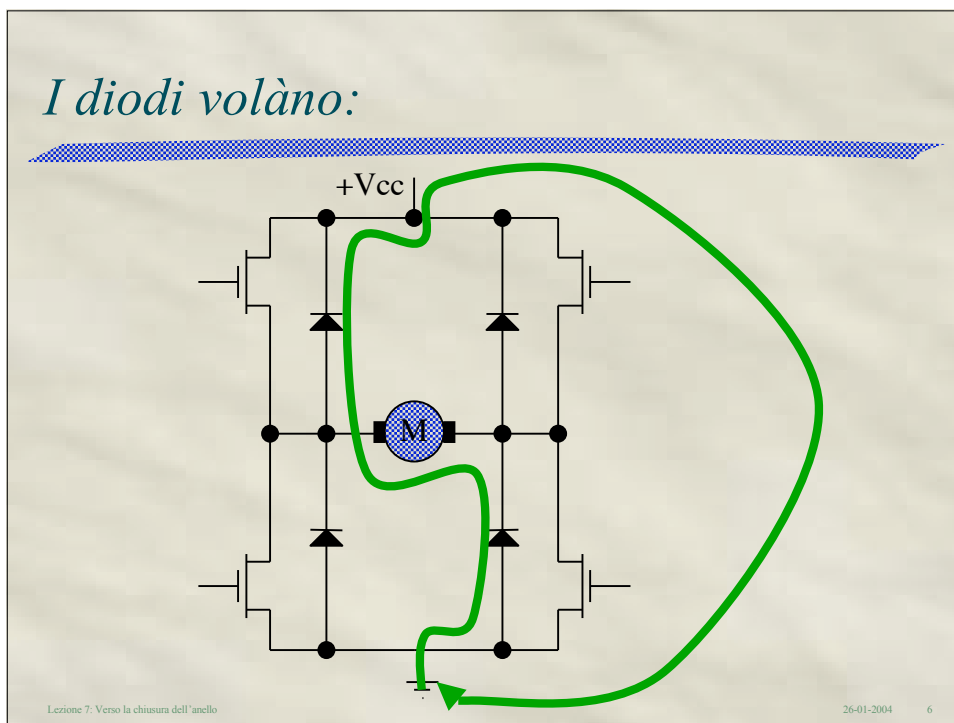




*E inoltre:*

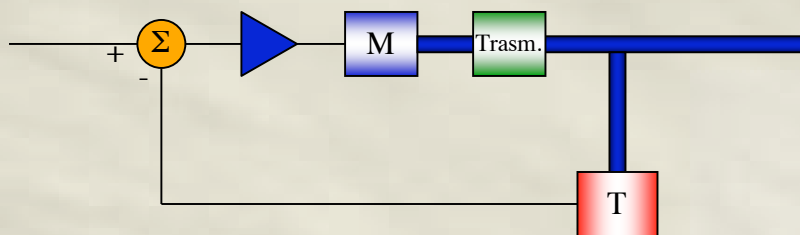


*I diodi volano:*



## Il controllo dei motori

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



Lezione 7: Verso la chiusura dell'anello

26-01-2004 7

## 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 7: Verso la chiusura dell'anello

26-01-2004 8

## *Strumenti a disposizione:*

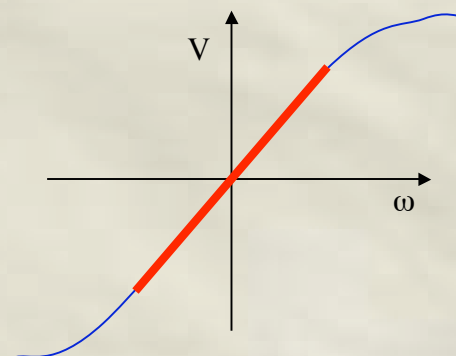
- ⇒ Accelerometri
  - Costosi
  - Non molto precisi
- ⇒ Tachimetri
  - Precisi
  - Abbastanza costosi
- ⇒ Misuratori di posizione
  - Molto precisi
  - Relativamente economici

Lezione 7: Verso la chiusura dell'anello

26-01-2004 9

## *Per misurare la velocità*

- ⇒ Dinamo tachimetriche



Lezione 7: Verso la chiusura dell'anello

26-01-2004 10

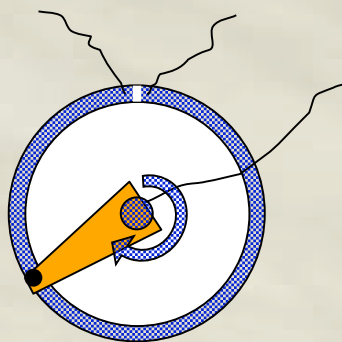
## *Per misurare la posizione*

- ⇒ Potenziometri
- ⇒ Resolver
- ⇒ Encoder

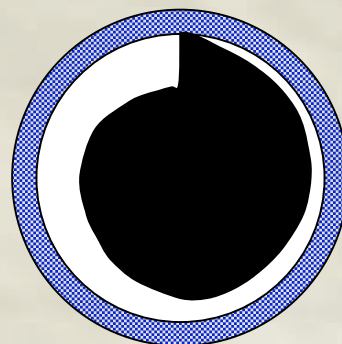
Lezione 7: Verso la chiusura dell'anello

26-01-2004 11

## *I potenziometri:*



Meccanico



Ottico

Lezione 7: Verso la chiusura dell'anello

26-01-2004 12

## *Uso dei potenziometri:*

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

Lezione 7: Verso la chiusura dell'anello

26-01-2004 13

## *I resolver*

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



Lezione 7: Verso la chiusura dell'anello

26-01-2004 14

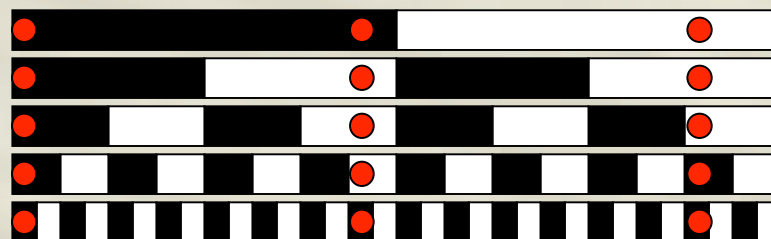
## Gli encoder

- ⇒ Dispositivi optoelettronici in grado di misurare la posizione di un giunto
- ⇒ Modo di movimento:
  - Lineari
  - Rotativi
- ⇒ Modo di misurazione:
  - Assoluti
  - Incrementali
    - Unidirezionali
    - Bidirezionali

Lezione 7: Verso la chiusura dell'anello

26-01-2004 15

## Gli encoder assoluti



- ⇒ Con N piste si possono discriminare  $2^N$  posizioni diverse
- ⇒ Questo è solo un esempio: in realtà occorre usare un codice a distanza unitaria

Lezione 7: Verso la chiusura dell'anello

26-01-2004 16



### Confronto fra codici

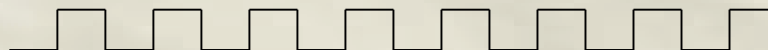
Decimale	Binario	Gray
0	000	000
1	001	001
2	010	011
3	011	010
4	100	110

Diagram showing the transition from binary 001 to 010. A bracket above the 001 and 010 labels indicates the bit change. The label '011' is placed between the two binary strings, with a line connecting it to the 010 string, illustrating the Gray code bit change.

Lezione 7: Verso la chiusura dell'anello

26-01-2004 17

### Gli encoder incrementali unidirezionali



Lezione 7: Verso la chiusura dell'anello

26-01-2004 18

### *Gli encoder incrementali bidirezionali*

The diagram illustrates the operation of a bidirectional incremental encoder. It shows a disk with alternating black and white segments and two red LEDs. Below the disk, two waveforms labeled A and B are shown, which are phase-shifted by 90 degrees. The digital outputs are shown as follows:

A	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
B	0	0	0	0	0	0	0	0
A	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
B	1	1	1	1	1	1	1	1

Red arrows indicate the direction of rotation: a right-pointing arrow for the first set of signals (B=0) and a left-pointing arrow for the second set (B=1).

Lezione 7: Verso la chiusura dell'anello 26-01-2004 19

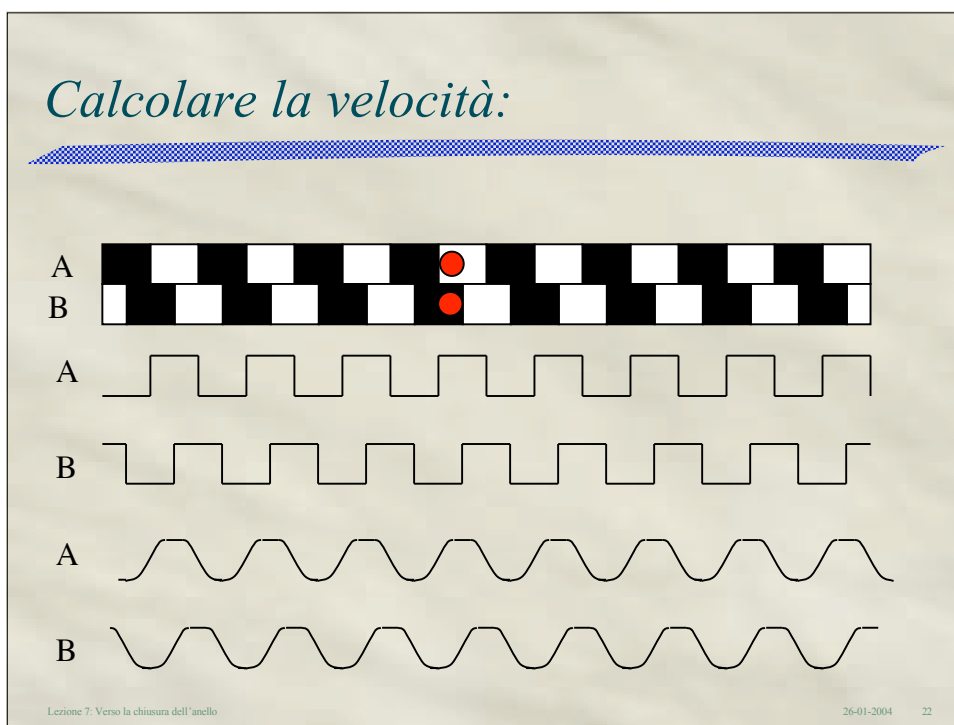
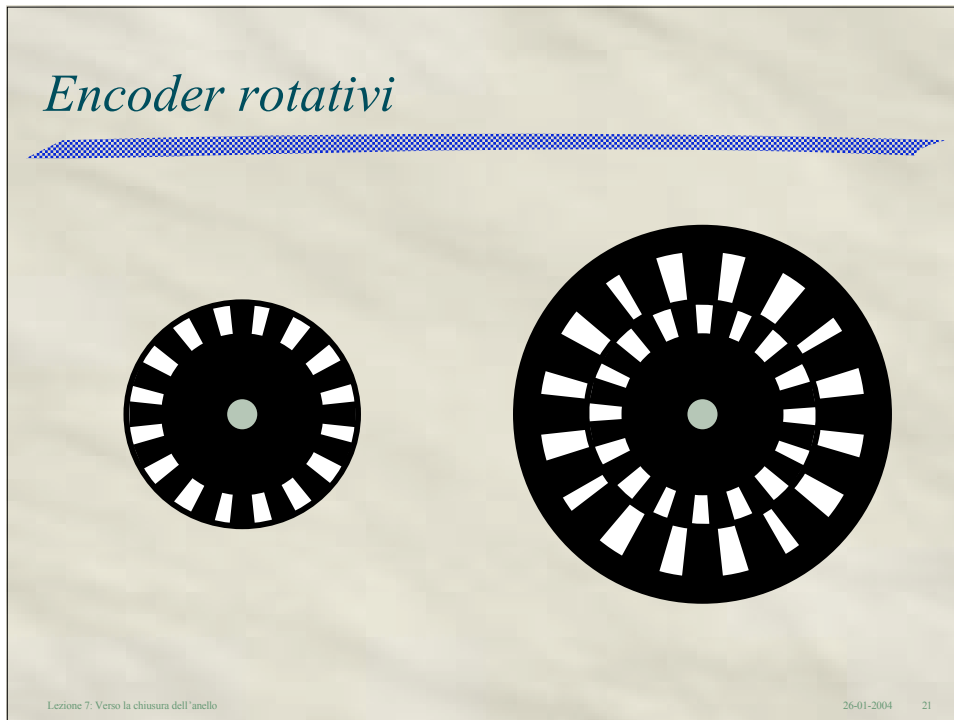
### *Semplificare la costruzione*

The diagram shows a simplified encoder disk with alternating black and white segments and two red LEDs. Below the disk, the following text is provided:

⇒ Encoder incrementali:

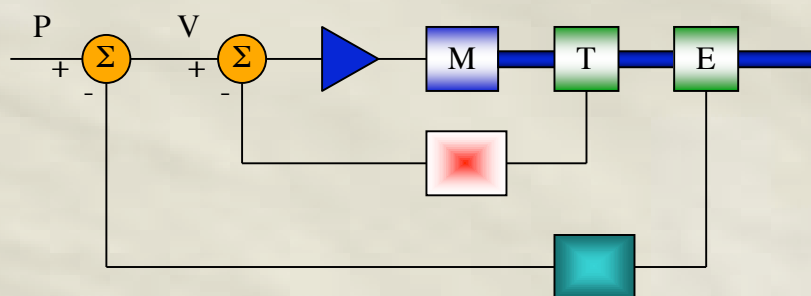
- Oltre 4000 passi/giro
- Alta precisione angolare
- Errori cumulativi nulli
- Costo medio-basso

Lezione 7: Verso la chiusura dell'anello 26-01-2004 20



## Schema globale del controllo dei motori

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



Lezione 7: Verso la chiusura dell'anello

26-01-2004 23

## Dove posizionare i sensori?

- ⇒ Se la trasmissione del moto fosse perfetta, sarebbe indifferente
- ⇒ In presenza di errori, sarebbe meglio metterli il più lontano possibile dai motori
  - Ma questo comporterebbe problemi di controllo
- ⇒ In pratica, vengono messi sull'asse dei motori, trascurando tutti gli altri errori

Lezione 7: Verso la chiusura dell'anello

26-01-2004 24

