



e



presentano:

## i nuovi ELETTRIMAGNETI "VOICE - COIL"

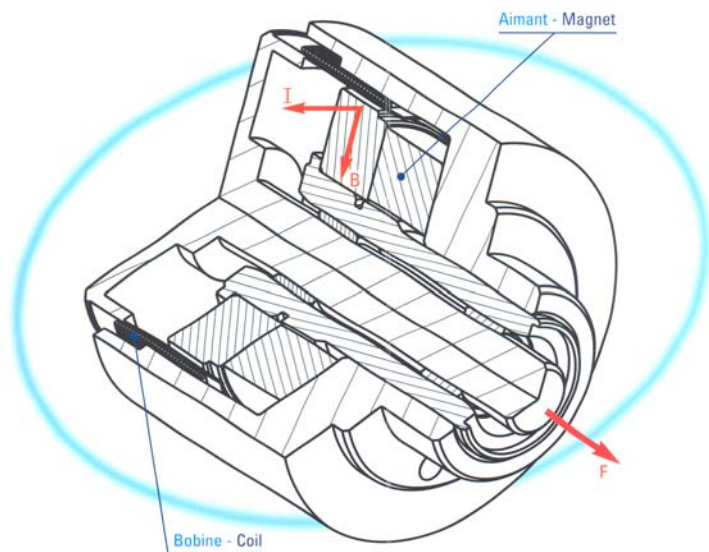
### *Principio di funzionamento*

L'elettromagnete voice coil è un attuatore elettro-magnetico nel quale la forza meccanica (assiale) generata dall'albero di uscita è proporzionale alla corrente che circola nell'avvolgimento elettrico (e quindi alla tensione di alimentazione). All'interno del voice coil un magnete permanente, solidale al corpo dell'elettromagnete, genera nel traferro un campo magnetico (B) orientato verso il centro del nucleo.

Un albero di trasmissione, solidale ad un avvolgimento elettrico libero di muoversi assialmente nel traferro, costituisce l'armatura mobile del voice coil.

Quando il circuito elettrico è alimentato, la corrente (I) che vi circola genera a propria volta un campo magnetico che va ad interagire con il campo prodotto dal magnete permanente ed una forza (F) con direzione assiale al corpo dell'elettromagnete viene impressa all'armatura mobile e quindi meccanicamente trasmessa attraverso l'albero.

Intensità e verso e della forza sono proporzionali ad intensità e verso della corrente che circola nell'avvolgimento elettrico.



Data una resistenza elettrica tipica dell'avvolgimento del voice coil, risulta perciò chiaro che pilotando il voice coil con una tensione variabile è possibile modulare la corrente nell'avvolgimento e quindi la forza espressa sull'albero di uscita.

Le principali caratteristiche del voice coil derivano dalle sue peculiarità tecnico-costruttive:

- La leggerezza (e quindi la bassa inerzia) dell'armatura mobile consentono movimenti con dinamica elevatissima (cioè con elevate accelerazioni e decelerazioni o alte frequenze di intervento);
- Il legame linearmente proporzionale fra corrente assorbita e forza generata, consente un pilotaggio estremamente semplice;
- Essendo costruttivamente libero da effetti di isteresi il voice coil può essere posizionato senza soluzione di continuità su tutta la propria corsa con il solo limite determinato della risoluzione del trasduttore di posizione utilizzato per la retroazione.

## ***Utilizzo del voice coil***

Il voice coil ha, oggi, due modalità di utilizzo possibili:

**Come elettromagnete "tradizionale"**, senza reattore e con comando "on/off", consente di ottenere prestazioni (in termini di velocità e frequenza di attuazione) impensabili per gli elettromagneti standard.

Alimentando gli avvolgimenti del voice coil con una tensione continua di valore adeguato al ciclo di lavoro previsto<sup>1</sup> è possibile ottenere il movimento avanti/indietro dello stelo (albero) di uscita semplicemente invertendo la polarità dell'alimentazione. (In assenza di alimentazione lo stelo risulta libero). Con opportuni criteri di sovraeccitazione<sup>2</sup> sarà inoltre possibile sfruttare al massimo la forza dell'attuatore nelle fasi più critiche del movimento o del ciclo di lavoro, per passare a tensioni e forze ridotte nella fase in cui carico applicato risulta inferiore.

**Come attuatore posizionabile**, retroazionando il circuito di pilotaggio sulla posizione dell'albero di uscita sarà possibile realizzare un vero e proprio funzionamento come posizionario (limitatamente alle corse realizzabili con lo stelo di ciascun modello). Essendo possibile "dosare" la forza dell'elettromagnete con grandissima precisione, semplicemente variando la tensione di alimentazione (cioè modulando la corrente assorbita dagli avvolgimenti del voice coil), sarà possibile adattarsi dinamicamente al carico applicato nonché inseguire un riferimento (arbitrario) di posizione.<sup>3</sup>

*Per ulteriori informazioni:*

**ITE industrialtecnoelettrica Srl**  
via Segantini, 34 - 40133 Bologna  
tel.: 051.386610 - fax: 051.313449  
[www.ite.it](http://www.ite.it) - [info@ite.it](mailto:info@ite.it)

---

<sup>1</sup> Nel seguito del presente documento si trova una introduzione ai criteri di dimensionamento di questi nuovi attuatori. In ogni caso l'Ufficio Tecnico ITE è a Vs. disposizione per consentirVi di calcolare con la miglior approssimazione possibile il ciclo di lavoro previsto dalla Vs. idea di applicazione del Voice Coil.

<sup>2</sup> ITE realizza già dei sistemi di sovra-alimentazione e sono in via di sviluppo alcune soluzioni per l'apliamento di gamma di tali dispositivi elettronici. Contattateci se state pensando ad una applicazione, prenderemo senz'altro in considerazione le Vs. esigenze.

<sup>3</sup> Se interessati richiedeteci ulteriori informazioni sui sistemi di controllo della posizione dei Voice-Coils Mecalectro.

## Scelta e dimensionamento del voice coil

### 1. Descrizione delle grandezze elettromeccaniche caratteristiche

La scheda tecnica "SHORT FORM SELECTION GUIDE" riporta le principali caratteristiche elettromeccaniche dei modelli attualmente disponibili.

I parametri riportati nella tabella di pag.2/2 devono essere così interpretati per una corretta scelta dell'attuatore più adatto alla Vs. applicazione:

**"Type code"** - E' il codice commerciale del prodotto Mecalectro

**"Diameter", "Lenght"** - Rappresentano le dimensioni (in mm) dell'attuatore, rilevabili anche sul disegno di pag. 1/2.

**"STROKE"** - E' la corsa massima (in mm) dell'attuatore.

**"Continuous force"** - Rappresenta la forza continua (in valore assoluto, a prescindere dal verso) esprimibile dal voice coil in funzionamento continuo ("S1" oppure "ED%=100")

**"Continuous power Rating P20"** - E' la potenza secondo la quale il voice coil è termicamente dimensionato ed è riferita ad una temperatura ambiente di 20°C. A tale potenza corrisponde una sovratemperatura fra i 40 e i 50 °C, che il corpo del voice coil assume (in un ambiente a 20°C la temperatura del voice coil sarà quindi di almeno 60-70°C).

**"Peak force"** - E' la forza di picco (in Newton) esprimibile per un massimo di 10 secondi su un ciclo della durata complessiva di 2 minuti.

**"Power at Fp"** - E' la potenza elettrica assorbita dall'avvolgimento del voice coil quando esprime la forza di picco.

**"Resistance R20"** - E' la resistenza elettrica dell'avvolgimento alla temperatura di 20°C. Assieme al parametro successivo è una delle caratteristiche più importanti per il dimensionamento termico dell'attuatore.

**"Force constant"** - E' la caratteristica che differenzia i diversi avvolgimenti dei voice coils di una stessa "taglia". Rappresenta i Newton di forza espressa per ogni Ampere di corrente che circola nell'avvolgimento.

**"Electric time constant"** - E' un dato fondamentale per la determinazione del trasferimento di velocità dell'attuatore nei transitori veloci e, quindi, delle possibilità dinamiche del voice coil. Una costante di tempo elettrica di 200...400 microsecondi (da 0,2 a 0,4 ms) rappresenta un dato assolutamente eccellente e consente di considerare istantanea la risposta del voice coil, specie se paragonata a quella degli elettromagneti tradizionali (che difficilmente, a parità di forza esprimibile può arrivare al disotto della decina di ms).

**"Moving coil mass"** - E' il peso della massa in movimento nel voice coil. Aggiunto alla massa esterna da azionare risulta importante per determinare, data la forza dell'attuatore, dedotti gli attriti e le resistenze dalla trasmissione esterna, le accelerazioni possibili e le velocità effettive di movimento nell'applicazione considerata.

**"Total mass"** - E' il peso totale del voice coil.

## 2. Dimensionamento termico e scelta della tensione nominale di alimentazione.

E' importante notare che lo stelo del voice coil, in assenza di alimentazione, risulta completamente libero.

Inoltre occorre ricordare che, quando alimentato con una tensione continua di determinata polarità, esprimerà la forza meccanica con un determinato verso, portando quindi il proprio stelo ad una battuta meccanica ("tutto dentro" o "tutto fuori").

Alimentato dalla stessa tensione a polarità opposta, esprimerà la forza nel verso opposto e, com'è ovvio, porterà lo stelo alla battuta meccanica opposta.

Ora, sia nel funzionamento "ON/OFF" (come un elettromagnete tradizionale), sia nell'utilizzo come attuatore posizionabile, occorre tenere ben presente che il funzionamento continuo può essere ottenuto solamente rispettando la potenza continua "di targa" del voice coil ("Continuous power rating").

Come si nota, facendo riferimento alla tabella dal documento Mecalectro "SHORT FORM SELECTION GUIDE", i modelli ("Type code") all'interno di una stessa gamma si differenziano per i differenti avvolgimenti (caratterizzati ciascuno da una diversa resistenza elettrica "R20"). Tale differenza determina una diversa costante di forza per ciascun modello.

Pertanto, considerando un esempio pratico e applicando i criteri di dimensionamento termico adeguati, valutiamo la differenza di tensione di alimentazione da fornire per ottenere le prestazioni nominali e di picco da due voice coil della stessa taglia, agli estremi della gamma disponibile:

### ***AE-G31-01-01 e AE-G31-01-05.***

Dal momento che, elettricamente:

$$P[W]=V^2[\text{Volt}]/R[\Omega] \Rightarrow V = \sqrt{P \times R}$$

Avremo che il modello ...-01, il cui avvolgimento ha una resistenza di 2,5Ω, assorbirà la potenza nominale di 8W alla tensione di 4,5V.

A tale tensione esprimerà la forza nominale di 2,5N.

Il modello ...-05, il cui avvolgimento ha una resistenza di 24Ω, avrà le stesse prestazioni alla tensione di 13,8V.

Applicando la stessa relazione otterremo che il modello ...-01 assorbirà la potenza di picco di 80W a 14V, mentre il modello ...-05 assorbirà la stessa potenza a 44V.

Per valutare l'effetto di tensioni intermedie o per determinare le forze ottenibili modulando la corrente è fondamentale considerare il legame elettrico fra tensione ai capi dell'avvolgimento del voice coil e corrente che di conseguenza vi circola, dato dalla legge di Ohm:

$$V=R \times I \Rightarrow I=V/R$$

Dati tensione di alimentazione e resistenza del modello prescelto ed ottenuta la corrente dalla relazione precedente, sarà possibile determinare la forza espressa dal voice coil, semplicemente moltiplicando la costante di forza ("Force Constant") in [Nm/A] dell'attuatore considerato, per la corrente assorbita:

$$F_{OUT} = F_C \times I$$

Nota importante:

*Per un calcolo rigoroso, che qui si trascura, occorrerebbe considerare il fatto che nei cicli di lavoro reali gli avvolgimenti del voice coil subiscono un riscaldamento che determina l'innalzamento della resistenza dell'avvolgimento (che si traduce in una riduzione delle forze ottenibili in uscita dall'attuatore a parità di tensione). Tutti gli esempi qui esposti sono fatti sulla base della condizione (puramente ideale) che prevede una resistenza costante degli avvolgimenti. Per cicli di lavoro estremi laddove, pur in un ammissibile dimensionamento termico, si prevedano forti surriscaldamenti del voice coil, sarà opportuno sottoporre ad una verifica ulteriore il dimensionamento, magari effettuando una misura della resistenza dell'avvolgimento quando il voice coil si trova alla massima temperatura prevista.*

*Per ulteriori informazioni:*

**ITE industrialtecnoelettrica Srl**  
via Segantini, 34 - 40133 Bologna  
tel.: 051.386610 - fax: 051.313449  
[www.ite.it](http://www.ite.it) - [info@ite.it](mailto:info@ite.it)