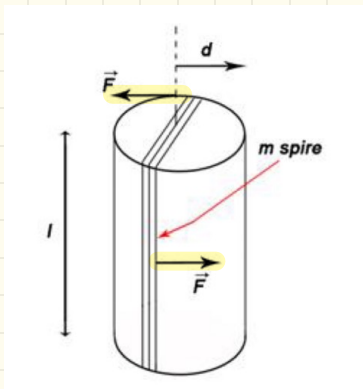


Abbiamo un magnete permanente che "avvolge" una bobina mobile collegata all'asse che permette il movimento della lancetta. abbiamo anche una molla: quando l'asse si muove, la molla oppone resistenza al movimento dell'asse. La corrente arriva alla bobina tramite una (o eventualmente due) molla. Essenzialmente abbiamo un **motorino in corrente continua**.

Quando la bobina cerca di ruotare, la molla si oppone alla rotazione.



Si creano due forze (per via del campo magnetico) per via del fatto che il verso della corrente è opposto e quindi abbiamo una **coppia** che fa ruotare la bobina.

Abbiamo detto che è presente una molla: via via che la bobina ruota, **la coppia resistente (della molla) aumenta**.

Arriveremo ad un punto in cui **la coppia motrice e la coppia resistente sono uguali**.

$$F = I \cdot l \cdot B \cdot m$$

$$C_M = F \cdot d = I \cdot l \cdot B \cdot m \cdot d$$

$$C_R = K \cdot \theta$$

*maggiore è l'angolo più aumenta la resist.*  
*Coppia Resistente della molla*

Abbiamo creato un sistema che fa variare un **angolo** a partire da una **corrente**. Se poniamo una scala al di sotto di un ago collegato all'asse, **possiamo misurare l'angolo, e quindi la corrente!**

$$C_M = C_R \Rightarrow I \cdot l \cdot d \cdot m \cdot B = K \cdot \theta \Rightarrow \theta = \frac{l \cdot d \cdot m \cdot B}{K} \cdot I$$

## MISURE IN SALITA ED IN DISCESA

### Attenzione

Le misurazioni potrebbero essere diverse a seconda che le misurazioni sono state fatte in salita o in discesa! Questo perché sono presenti degli **attriti**, sappiamo che ci sono ma non possiamo quantificarli.

$$C_R = C_M + C_A$$

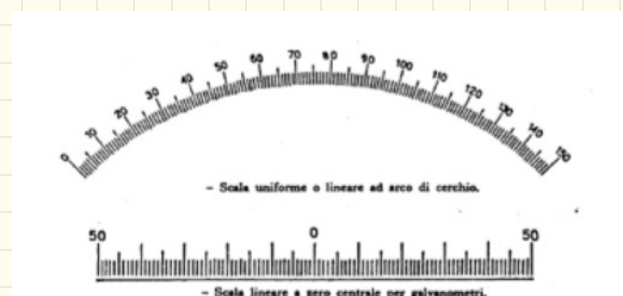
Quindi, nel momento in cui abbiamo l'equilibrio **dobbiamo contare anche una coppia di attrito  $C_A$** . Di conseguenza:

- in salita: l'attrito ci ferma prima  $\rightarrow$  misuriamo un valore minore di quello che dovremmo
- in discesa: anche in questo caso l'attrito ci ferma prima  $\rightarrow$  misuriamo un valore maggiore di quello che dovremmo.

## CORRENTI MISURABILI

Questi strumenti potrebbero misurare correnti davvero molto basse: questo perché le molle che collegano la bobina al circuito sono molto sottili, e se attraversate da una corrente alta potrebbero scaldarsi, e quindi perdere di elasticità.

da  $10\mu A$  a  $30mA$ .



*la scala è solitamente lineare*

## COSTANTE STRUMENTALE - CLASSE

$$K = \frac{|E_{\max}|}{FS}$$

Il valore MASSIMO della grandezza in ingresso

Fondo Scala dello Strumento

LOW IS BETTER

A seconda dell'errore del fondo scala possiamo definire delle **classi**: ad esempio, un errore all'1% del fondo scala definisce lo strumento come classe 1.

Bisogna notare che le classi dall'1% in poi vengono incrementate dello 0.5%, cioè se uno strumento che era in classe 1 risulta avere un errore dell'1.1%, automaticamente passa in classe 1.5 (0.5%)

Per gli errori inferiori all'1% abbiamo 0.5, 0.3, 0.2, 0.1, 0.05.

## MASSIMO ERRORE

$$\mathcal{E} = \frac{CLASSE \cdot PORTATA}{100} = \frac{CLASSE \cdot |E_{\max}|}{100}$$

Possiamo calcolare il **massimo errore dello strumento** moltiplicando la sua classe per la portata e dividendo per 100.

ES: Classe 0.2 e portata 5A  $\Rightarrow \mathcal{E} = \frac{0.2 \cdot 5}{100} = \frac{2.5}{1000} = \pm 0.01 A$

Massimo errore in qualsiasi punto della scala

## INCERTEZZA TIPO

L'incertezza tipo indica la dispersione dei valori misurati intorno al valore medio di una grandezza.

$$u = \frac{\mathcal{E}}{\sqrt{3}} = \frac{CLASSE \cdot PORTATA}{100 \sqrt{3}} \Rightarrow ES = \frac{\pm 0.01 A}{\sqrt{3}} = 0.005774 = 5.77 \times 10^{-3}$$

## CONSUMO

Vogliamo che lo strumento inserito all'interno del circuito (per misurare le grandezze) dobbiamo essere sicuri che questo strumento **influenzi il meno possibile** le dinamiche del circuito.

Gli strumenti elettronici **hanno un consumo basso**, e sono decisamente migliori degli strumenti appena visti.