

**Luca Mattei (luka889)**

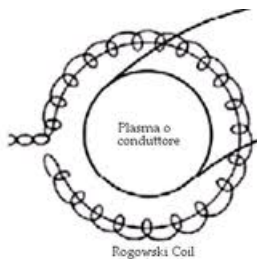
# La bobina di Rogowski

5 November 2011

La bobina di Rogowski (detta anche Rogowski coil) è un dispositivo elettrico per la misurazione di correnti alternate e correnti di tipo impulsivo.

Una bobina "avvolta in aria" è posta attorno ad un conduttore in modo toroidale e il campo magnetico prodotto dalla corrente induce una tensione ai capi della bobina. La tensione di uscita è proporzionale alla variazione nel tempo della corrente.

Il dispositivo consiste di un cavo conduttore ordinatamente avvolto in foggia elicoidale su un supporto flessibile, per formare una bobina (solenoidale) di lunghezza adeguata. Una estremità del solenoide viene riportata all'origine della bobina passando il cavo di ritorno all'interno del solenoide stesso. Tale accorgimento costruttivo consente di mantenere libera una estremità della bobina, ed essa risulta in tal modo facilmente avvolgibile intorno ad un flusso di corrente di cui si vuole effettuare la misura (in un conduttore o una corrente di ioni), evitando di interferire con lo stesso. Inoltre, in tal modo si evita che la bobina possa "circuitare" indebitamente la corrente sotto misura.



images.jpg

La teoria del dispositivo illustra molto bene come una bobina possa essere considerata come l'incarnazione della legge di Ampere. Infatti, la bobina di Rogowski lavora percependo il campo magnetico attorno al conduttore e la legge di Ampere fornisce la relazione tra la corrente che fluisce nel conduttore e il campo magnetico attorno ad esso.

$$\oint_l \vec{H} dl = i$$

dove  $dl$  è un piccolo elemento di lunghezza lungo la bobina e  $H$  è il campo magnetico. Facendo riferimento alla seguente figura:

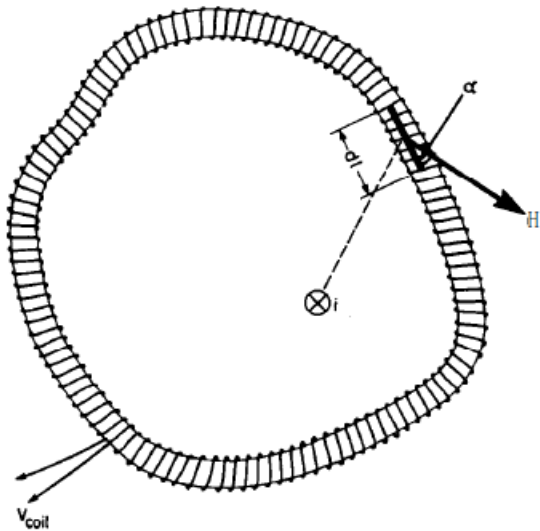


Immagine3.png

si ha:

$$\oint_l H \cos \alpha dl = i$$

La figura precedente mostra una bobina con  $n$  avvolgimenti per unità di lunghezza e sia  $A$  la sezione.

Allora la variazione di flusso sarà data da:

$$d\phi = \mu_0 H \cdot An \cdot \cos \alpha dl$$

integrando si ha:

$$\phi = \int d\phi = \mu_0 n A \int H dl \cos \alpha = \mu_0 n A i$$

Per una corrente alternata, la tensione ai capi della bobina è data, per la legge di Faraday-Lenz, dalla variazione di flusso nel tempo:

$$v_{coil} = -\frac{d\phi}{dt} = -\mu_0 n A \frac{di}{dt}$$

in genere si è soliti definire un coefficiente di mutuo accoppiamento tra la bobina e il conduttore tale che

$M = \mu_0 n A$ , da cui

$$v_{coil} = -M \frac{di}{dt}.$$

Il segnale di uscita della bobina viene, quindi, elaborato in modo tale da generare un'immagine esatta della corrente primaria.

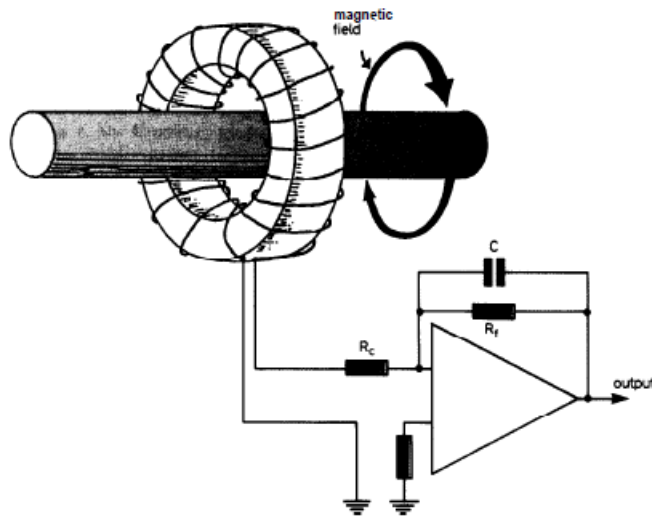


Immagine2.png

### Vantaggi nell'uso della Rogowski coil

- flessibilità e deformabilità della sonda, permettendone l'avvolgimento intorno ad un conduttore in tensione senza disturbarlo;
- non-invasività della misura;
- presenta un'induttanza bassa che gli conferisce una propensione spiccata alla misura di correnti che variano nel tempo anche con elevata velocità;
- data l'assenza di un nucleo ferromagnetico da saturare, è altamente lineare anche quando sottoposta a grandi correnti; infatti a differenza delle correnti trasformatoriche e di quelle che circolano in altri

dispositivi ferromagnetici, la Rogowski coil non presenta effetti di saturazione e il coefficiente di mutuo accoppiamento è indipendente dalla corrente misurata. L'unico fattore che limita la linearità potrebbe essere un breakdown elettrico nell'avvolgimento causato da una tensione troppo alta ai capi della bobina.

- è immune all'interferenza magnetica.

### Svantaggi

- alle alte frequenze si comporta come una linea di trasmissione;
- è molto sensibile.

### Comportamento alle alte frequenze

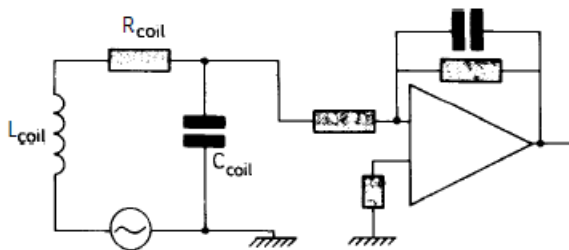
Per frequenze superiori a 10 kHz la bobina si comporta come un semplice induttore

mutuamente accoppiato e la misura è precisa.

Per frequenze superiori assumono importanza i termini di induttanza e capacità parassite.

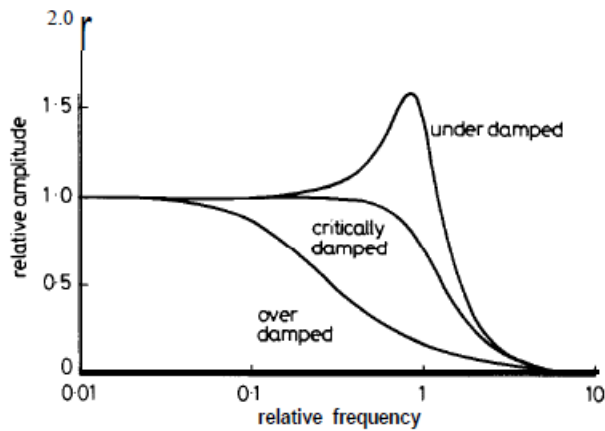
Se l'induttanza della bobina è confrontabile con l'impedenza d'ingresso dell'integratore possono esserci errori di ampiezza e di fase che dipendono dallo schema della bobina.

La capacità e l'induttanza parassite della bobina causano un fenomeno di risonanza. La frequenza di risonanza è un importante parametro della Rogowski coil ed è cruciale per capire il suo comportamento alle alte frequenze. Usando il seguente circuito equivalente, è possibile calcolare la funzione di trasferimento bobina/integratore.



ro.png

La resistenza d'ingresso dell'integratore  $R$  ha un effetto di smorzamento e la risonanza può essere sottosmorzata, sovrasmorzata o smorzata in modo critico e ciò dipende dal valore della resistenza  $R$ . Se la bobina opera vicino alla frequenza di risonanza l'effetto dello smorzamento assume importanza come si evince dal seguente grafico.



ro2.png

A frequenze molto alte la bobina si comporta come una linea di trasmissione ed è importante in tal caso conoscere entrambi i terminali della bobina. La tensione indotta lungo la bobina diventa anch'essa significativa a causa dei ritardi dei tempi di propagazione e questo rende l'output della bobina dipendente dalla posizione del conduttore.

### Bibliografia

- Misure elettriche, Zingales.
- Wikipedia.
- "Die Messung der magnetischen Spannung", Rogowski-Steinhaus.

Estratto da "<http://www.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:Luka889:la-bobina-di-rogowski>"