

# Appunti di Misure Elettriche

## Strumenti analogici termici

### INTRODUZIONE

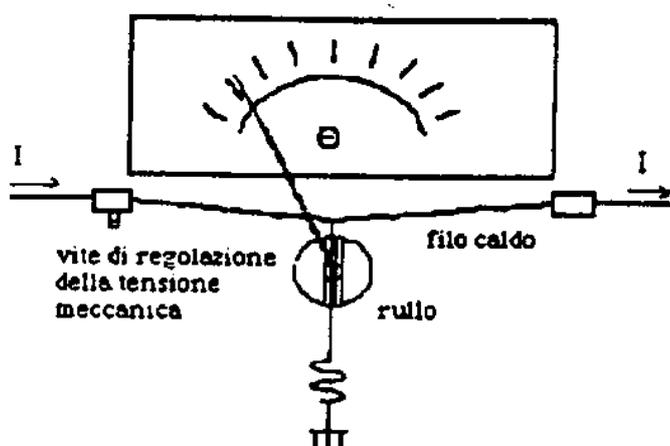
Sappiamo bene che *quando una corrente elettrica attraversa un conduttore, questo si riscalda*. Negli **strumenti termici** si sfrutta proprio questo effetto per la misura della corrente elettrica, che può essere sia continua sia sinusoidale: infatti, la potenza dissipata nel conduttore per **effetto Joule** è notoriamente proporzionale al quadrato della corrente, per cui la lettura dello strumento fornirà il valore efficace della corrente a prescindere dalla sua forma d'onda.

Questo tipo di strumenti sono particolarmente sensibili alle variazioni di temperatura dell'ambiente, mentre invece non risentono di campi magnetici esterni oppure di effetti induttivi.

Abbiamo sostanzialmente due tipi di strumenti termici: **ad espansione** ed **a termocoppia**.

### Strumenti termici ad espansione

Lo schema di massima di uno **strumento termico ad espansione** (o **a filo caldo**) è riportato nella figura seguente:



E' presente un primo filo (detto **filo caldo**) disposto orizzontalmente e teso alle due estremità (la tensione meccanica è regolabile tramite una apposita *vite di regolazione*); attraverso questo filo scorre la corrente elettrica  $I$  da misurare. C'è poi un *secondo filo*, collegato ad una molla, che esercita una tensione meccanica verso il basso sul primo filo.

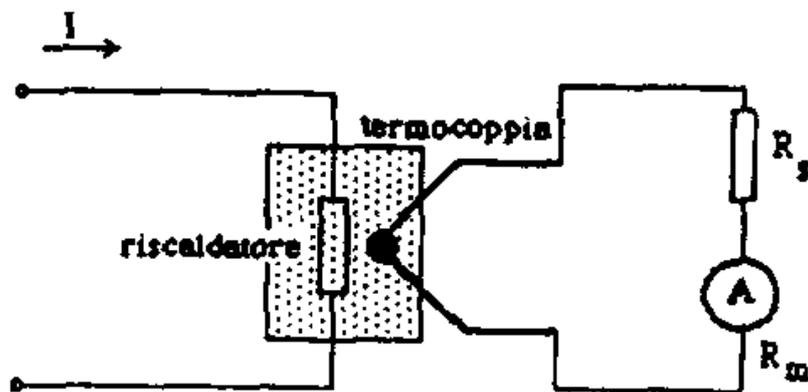
Questo secondo filo è avvolto su un piccolo *rullo*, il quale, ruotando, permette lo spostamento di un *indice* su una *scala graduata*.

Il principio di funzionamento è semplice: *quando il filo caldo è attraversato da corrente, esso si riscalda e si allunga, il che provoca, tramite il secondo filo, una rotazione del rullo e quindi un movimento dell'indice sulla scala graduata.*

Ci sono una serie di svantaggi in questo meccanismo di funzionamento, che rendono lo strumento praticamente inutilizzato: l'instabilità della tensione meccanica, la risposta lenta, le difficoltà per compensare gli effetti di variazione della temperatura ambiente.

## Strumenti termici a termocoppia

Decisamente più usati dei precedenti sono gli **strumenti termici a termocoppia**. Essi sfruttano la combinazione di una **termocoppia** e di uno **strumento magnetoelettrico** (il classico amperometro realizzato con un **PMMC**). Uno schema di principio è riportato nella figura seguente:



Il **giunto caldo** della termocoppia (che è un  *sensore di temperatura*) è soggetto all'azione termica di un **riscaldatore**, che è attraversato dalla corrente elettrica  $I$  da misurare. L'effetto termico sul giunto caldo determina l'insorgere di una **forza elettromotrice** ai capi dei morsetti della termocoppia; questa forza elettromotrice è proporzionale alla differenza di temperatura tra il giunto caldo ed il giunto freddo e, in base al funzionamento del riscaldatore, risulta proporzionale al quadrato della corrente di misura  $I$ . Tale forza elettromotrice può quindi essere misurata tramite un voltmetro o un amperometro del tipo PMMC.

E' ovvio che si presenta subito il problema del consumo del voltmetro o dell'amperometro, per cui è sempre necessario usare strumenti con elevatissime sensibilità e risoluzione.

Gli strumenti a termocoppia possono essere usati sia come amperometri sia come voltmetri: basta utilizzare opportuni resistori addizionali.

Le normali portate sono tra  $0.5A$  e  $20 A$  per gli amperometri e tra  $1 V$  e  $500 V$  per i voltmetri, con *sensibilità amperometrica* (pari all'inverso della portata di corrente) è variabile tra  $100 \Omega/V$  e  $500 \Omega/V$ .

Ci sono problemi legati anche in questo caso agli effetti delle variazioni della temperatura ambiente. Negli strumenti migliori, sono previsti **metodi di compensazione** di tali effetti:

per esempio, il riscaldatore ed il giunto caldo vengono posti in un ampolla in cui viene creato il vuoto, in modo da ridurre il calore smaltito per convezione.

*Le accuratezze sono molto elevate, fino a frequenze dell'ordine anche dei 50 MHz (almeno negli strumenti migliori), per cui questo tipo di strumenti sono impiegabili anche e soprattutto per misure a radiofrequenza. E' possibile salire anche a frequenze dell'ordine dei 100 MHz se si riescono a ridurre gli errori dovuti all'effetto Pelle.*

Autore: **SANDRO PETRIZZELLI**  
e-mail: [sandry@iol.it](mailto:sandry@iol.it)  
sito personale: <http://users.iol.it/sandry>  
succursale: <http://digilander.iol.it/sandry1>