



Mauro Bottizzo (MauroBottizzo), Isidoro KZ (IsidoroKZ)

## MA CHE TRASFORMATORE SEI?

6 February 2015

*Cenni pratici per la ricostruzione della carta d'identità del trasformatore ferromagnetico.*

### **Premessa**

Capita abbastanza spesso qui sul forum che utenti chiedano istruzioni per ricavare le caratteristiche di un trasformatore anonimo trovato o recuperato da qualche vecchio dispositivo inutilizzato e del tutto anonimo.

Con questo articolo illustriamo quindi una procedura abbastanza valida per avere un primo riferimento sensato sulle caratteristiche di un vecchio trasformatore magari utile per realizzare il primo alimentatore.

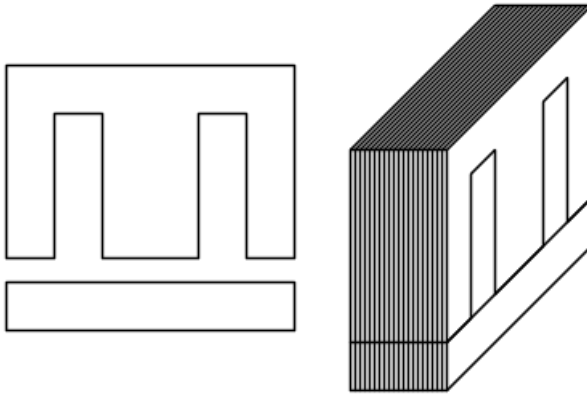
Il trasformatore ferromagnetico che lavora a bassa frequenza, tipicamente 50 Hz o 60 Hz, è una macchina elettrica tutto sommato semplice, statica, che se usata bene ha una lunga vita.

### **Costituzione del trasformatore**

E' una macchina elettrica che si adotta per convertire i parametri utili alla distribuzione ed impiego dell'energia elettrica.

Quello elettromeccanico a frequenza di rete ha la caratteristica di essere composto di molti lamierini metallici serrati in un pacco. Tali lamierini, sono detti ad E per la loro particolare forma costruttiva. (Praticamente da un unico foglio di lamiera si riesce a tagliare l'intero trasformatore senza avere scarto).

Il primo requisito per poter ricostruire la carta d'identità del trasformatore è quindi l'analisi visiva. Se si tratta di un trasformatore realizzato con lamierini ad E allora si può iniziare a fare qualche ragionamento. La forma costruttiva tipica vede due o più avvolgimenti di conduttori avvolti attorno al rocchetto che è inserito all'interno del pacco lamellare. Gli avvolgimenti abbracciano il nucleo del trasformatore e sono a loro volta in parte racchiusi nel mantello del trasformatore, costituito dalle colonne laterali e dai gioghi.



## Potenza del trasformatore

Il primo passaggio che si può fare con poco sforzo è quello di determinare la potenza del trasformatore.

Voglio però ricordare prima di tutto che la ricostruzione a ritroso dei dati di targa del trasformatore porta ad avere una informazione di massima e non necessariamente esatta perché questa macchina è talmente generosa che lavora discretamente bene anche in condizioni estreme. Detto diversamente, la determinazione della potenza tramite i ragionamenti che seguono potrebbe discordare con altre informazioni desumibili per altre vie, trovandosi di fronte ad una macchina che per le scelte progettuali originarie potrebbe prestarsi bene anche per scopi più gravosi. Ad esempio, se dai calcoli dovesse venire fuori una potenza di 100 VA, non deve sorprendere se in origine la macchina fosse stata venduta per una potenza di 200 VA.

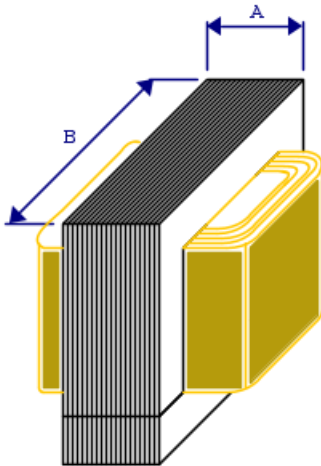
## Determinazione della potenza

Primo calcolo che andiamo a fare è valutare la potenza del trasformatore.

Questa è proporzionale all'area del nucleo abbracciato dagli avvolgimenti. Nel limite del possibile, la forma più idonea per realizzare il nucleo di un trasformatore sarebbe di conferirgli una sezione circolare. Nei piccoli trasformatori con potenze che arrivano fino a qualche kVA questo non viene attuato perché una sezione quadrata è molto più semplice da realizzare e l'avvolgimento del conduttore non è difficile.

Osservando che in un trasformatore il nucleo centrale, racchiuso nel rocchetto, la misura della sua sezione in modo diretto non è facile, si risale ad essa ricordando che per i trasformatori che sono realizzati con lamierini ad E, il lato non visibile del nucleo ha lunghezza di un terzo del lato più lungo del pacco.

Questo lo si può verificare anche rapidamente: ricordando che la forma del nucleo deve essere quanto più possibile a sezione quadrata, lo spessore del pacco che formano i lamierini è di poco maggiore ad un terzo della lunghezza. Detto in altre parole, escludendo l'altezza del pacco, i restanti due lati stanno in una proporzione di circa un terzo. (Nella pratica poi i costruttori adottano anche sezioni un poco rettangolari per evitare di tenere in casa tutti i lamierini standard, quindi non deve preoccupare se nella misura delle dimensioni del pacco lamellare si trovano rapporti leggermente fuori da questa proporzione).



$$S = \frac{AB}{3} \text{ (cm}^2\text{)}$$

S è la sezione del nucleo in cm<sup>2</sup>.

A questo punto, trovata la sezione del nucleo in centimetri quadrati, si ricava la potenza in VA elevando la sezione al quadrato.

$$P = 0.85 S^2 \text{ (VA)}$$

P è la potenza del trasformatore, calcolata, in VA.

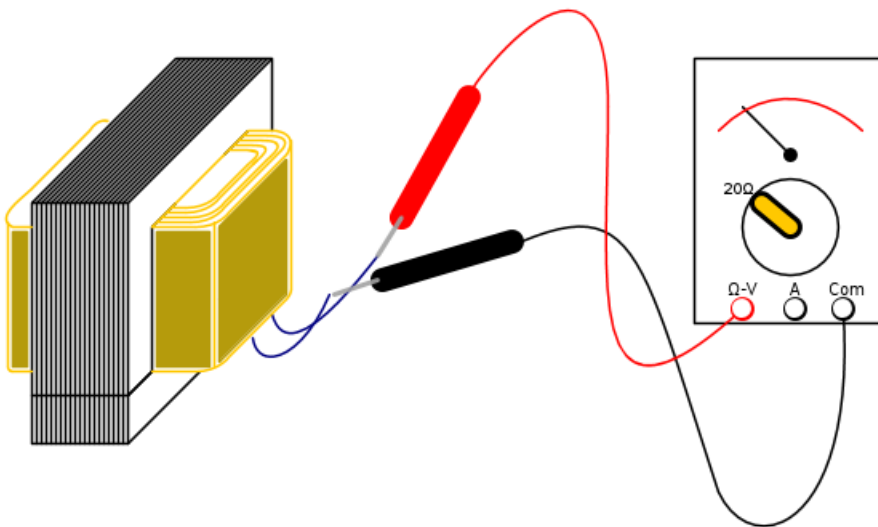
Il coefficiente inserito di 0.85 tiene un poco conto del fatto che i lamierini sono minimamente isolati tra di loro, con una sezione del ferro inferiore a quella geometrica misurata, e del fatto che il flusso magnetico viene in minima parte disperso.

### Tensione degli avvolgimenti

Nelle applicazioni più comuni i vari avvolgimenti sono contraddistinti dalla loro tensione nominale. Questa è proporzionale al numero di spire dell'avvolgimento che però sono annegate e nascoste nel rocchetto. Contarle è impossibile se non distruggendo la macchina e perdendo lo scopo iniziale: il suo recupero.

Una tecnica che trovo abbastanza semplice ed efficace per determinare la tensione di avvolgimento passa per la misura della sua resistenza elettrica. Questa prima indagine però non deve essere mai assunta come veritiera, ma punto di partenza per un eventuale studio successivo più approfondito.

La resistenza di avvolgimento non ha una correlazione immediata con la tensione nominale del medesimo, ma ricordando i fondamenti teorici della macchina elettrica in esame, facendo una prima approssimazione possiamo ragionevolmente dire che per ciascuno degli avvolgimenti le perdite nel rame alla corrente massima, si aggirano tra il 3% ed il 5% della potenza nominale. Si aggirano, ma non lo sappiamo ancora quale sarà il valore reale. Assunto questo dato come punto di riferimento, procediamo alla misura della resistenza di un avvolgimento. Qui consiglio, se non si ha a disposizione un multimetro di elevata precisione, di prendere in esame per primo l'avvolgimento che presenta la resistenza più alta. Questo in qualche modo ridurrà gli errori di misura da parte di multimetri mal azzerati o con qualche errore nella misura dei decimali. Il multimetro da usare deve in ogni caso essere preciso ed affidabile, ma, per parecchie ragioni, soprattutto per i valori di resistenza inferiori all'unità di ohm la misura si complica un poco.



Quindi, misurata la resistenza di avvolgimento, procediamo con il determinare la potenza persa nel rame.

$$P_{cu} = 0.03 P \text{ (W)}$$

$P_{cu}$  è la potenza stimata persa nel rame dell'avvolgimento alla corrente nominale, in W.

Questo dato di potenza permette di risalire alla corrente nominale dell'avvolgimento.

$$I = \sqrt{\frac{P_{cu}}{R}} \text{ (A)}$$

I è quindi la stima della corrente nominale dell'avvolgimento, in A.

E finalmente possiamo arrivare alla tensione nominale di avvolgimento.

$$U = \frac{P}{I} \text{ (V)}$$

U è la stima della tensione nominale di avvolgimento, in V.

Si ottiene così un valore di tensione teorico utile al formarsi una idea sulla tensione nominale di avvolgimento. Il numero che verrà fuori dai calcoli difficilmente coinciderà con i valori delle tensioni standard comunemente usate. Bisogna anche ricordare che il calcolo arriva da una serie di ipotesi, veritiere, ma non esatte. L'errore in cui si incorre con questi ragionamenti è ampio ed i numeri ottenuti servono per gettare le basi di indagine. Non sono il punto d'arrivo.

A questo punto, se il dato di tensione è vicino ad uno dei valori standard, ad esempio: 110 V, oppure 230 V, si alimenta l'avvolgimento sotto esame al valore di tensione standard più vicino, col trasformatore a vuoto, e si misura la tensione in uscita dai restanti avvolgimenti.

Le tensioni misurate a vuoto dovrebbero essere inferiori a quella fornita all'avvolgimento alimentato, per aver scelto quello a tensione più elevata per fare i ragionamenti precedenti e lievemente maggiori, di alcuni punti percentuali, delle tensioni standard più comuni: ad esempio 6 V, 12 V oppure 24 V.

L'indagine si complica se ad esempio:

- Si misurano valori di tensione inferiori a quelli standard: in questo caso si dovrebbe considerare l'ipotesi che l'avvolgimento alimentato non sia il cosiddetto "primario" del trasformatore, bensì il "secondario". Il trasformatore reale non è perfettamente reversibile. Per garantire i parametri nominali sotto carico, l'avvolgimento secondario viene compensato per erogare a vuoto una tensione maggiore. Alimentando il trasformatore al contrario si ottiene l'effetto di avere in uscita una tensione inferiore a quella nominale.
- Si misurano valori di tensione a metà strada tra due valori standard: in questo caso diventa un poco più difficile giungere ad una classificazione precisa. Se non si hanno informazioni attendibili anche in ragione del precedente uso del trasformatore, lo si usa per quello che è, se compatibile con le proprie esigenze. A meno che non si vogliano approfondire le indagini passando per ragionamenti più complessi e misure più articolate fino a verificare la tensione che porta alla saturazione magnetica.

## Conclusione

L'indagine esposta fino ad ora è comunque un valido riferimento per i casi più semplici, che sono poi anche una buona maggioranza. I risultati ottenuti devono poi essere eventualmente controllati. Allo scopo mi riservo di scrivere un successivo articolo.

Estratto da "<http://www.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:Maurobottizzo:ma-che-trasformatore-sei>"