

TRASFORMATORI SPECIALI

AUTOTRASFORMATORE

L'autotrasformatore (monofase o trifase) presenta un unico avvolgimento per fase. L'avvolgimento primario, costituito da n_1 spire, ha n_2 spire in comune con il secondario, come mostrato nella figura 1; in questo modo, primario e secondario non sono più elettricamente isolati.

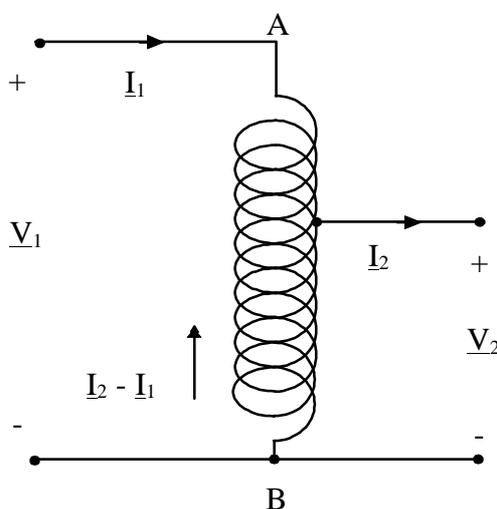


Figura 1. Schema di un autotrasformatore

Trascurando le cadute di tensione negli avvolgimenti e gli effetti della corrente magnetizzante (quest'ultima ipotesi equivale a considerare nulla la riluttanza del nucleo) si ha che:

$$(n_1 - n_2) \underline{I}_1 - n_2 (\underline{I}_2 - \underline{I}_1) = 0$$

da cui:

$$n_1 \underline{I}_1 = n_2 \underline{I}_2 \quad (1)$$

Per evidenziare le caratteristiche dell'autotrasformatore conviene calcolare l'ingombro che l'autotrasformatore ha in confronto ad un trasformatore con uguale potenza nominale. Infatti si può esprimere il peso del rame come prodotto del volume degli avvolgimenti per il peso specifico del rame:

$$G_{avv} = n l_{sp} S \rho_c \quad (2)$$

dove n è il numero di spire, l_{sp} è la lunghezza della spira, S la sua area e ρ_c il peso specifico del rame. Tenendo conto che la densità di corrente J nell'avvolgimento è pari a I/S , dalla (2) si ottiene:

$$G_{avv} = \frac{l_{sp} \rho_c}{J} n I \quad (3)$$

Poiché quindi il peso degli avvolgimenti è proporzionale al prodotto nI , il rapporto tra il peso del rame necessario a costruire un autotrasformatore e il peso del rame per un trasformatore di uguale potenza è pari a:

$$\frac{G_{at}}{G_t} = \frac{(n_1 - n_2) \underline{I}_1 + n_2 (\underline{I}_2 - \underline{I}_1)}{n_1 \underline{I}_1 + n_2 \underline{I}_2} = 1 - \frac{1}{K}$$

È quindi chiaro che i vantaggi offerti dall'autotrasformatore sono sensibili per rapporti di trasformazione bassi. Per rapporti di trasformazione elevati la convenienza dell'autotrasformatore viene meno, mentre la presenza del collegamento diretto tra primario e secondario può provocare seri problemi di sicurezza.

TRASFORMATORI DI MISURA: TRASFORMATORI VOLTMETRICI ED AMPEROMETRICI

L'inserzione diretta di un voltmetro per la misura di tensioni elevate presenta diversi inconvenienti:

1. grosse resistenze in serie al voltmetro;
2. grosse potenze assorbite;
3. pericoli per l'operatore.

Conviene quindi abbassare la tensione che deve essere misurata mediante un trasformatore con un rapporto di trasformazione K noto e costante (vedi figura 2.a). Un trasformatore che assolve tale funzione viene detto **trasformatore voltmetrico** o TV.

Affinché il rapporto di trasformazione sia indipendente dalle cadute di tensione sugli avvolgimenti, occorre che siano verificate le seguenti condizioni:

- ◇ il trasformatore voltmetrico sia prossimo alla condizione di funzionamento a vuoto. Devono di conseguenza essere limitate le cadute di tensione sugli avvolgimenti, agendo sulle impedenze e sulle correnti:
 - 1) Per ridurre le impedenze di primario e secondario, si presta particolare attenzione all'accoppiamento magnetico degli avvolgimenti, in modo da ridurre la reattanza di dispersione. Entrambi gli avvolgimenti vengono realizzati in modo da presentare piccoli valori di resistenza;
 - 2) Per ridurre il più possibile la caduta sull'impedenza di dispersione dell'avvolgimento primario è necessario inoltre contenere la corrente di magnetizzazione. Vengono quindi utilizzati per la costruzione del nucleo lamierini molto sottili con elevatissima permeabilità, per ridurre la riluttanza del nucleo.
- ◇ La caratteristica magnetica del TV deve essere lineare nell'intorno del punto di lavoro, per evitare che gli effetti della saturazione del ferro rendano non lineare la relazione tra tensione primaria e secondaria. Il valore massimo del campo d'induzione magnetica deve essere quindi ridotto. Di conseguenza il TV presenta notevoli sezioni del ferro, maggiori di quelle che caratterizzano i trasformatori di potenza.

L'adozione di questi accorgimenti costruttivi fa sì che il TV risulti **sovradimensionato** rispetto a trasformatori di potenza con la stessa potenza nominale. All'errore massimo del trasformatore viene di norma associato il limite massimo per la potenza assorbita. Tale limite, fornito generalmente in voltampere [VA], è detto **prestazione** del trasformatore voltmetrico, e fornisce un'indicazione del carico che il trasformatore può alimentare rimanendo nei limiti di errore stabiliti.

Il **trasformatore amperometrico** o TA permette di misurare correnti elevate senza sollecitare eccessivamente l'amperometro. L'avvolgimento primario di tale trasformatore è posto in serie con la linea percorsa dalla corrente I_1 che deve essere misurata. Il circuito secondario si chiude sull'amperometro (vedi figura 2.b). Affinché sussista una relazione di proporzionalità tra la corrente primaria e quella secondaria, è necessario che il trasformatore sia prossimo al funzionamento in corto circuito.

È quindi necessario per il buon funzionamento del TA che la corrente a vuoto (cioè la somma della corrente di magnetizzazione e della corrente attiva) sia trascurabile rispetto alla corrente secondaria. Per mantenere bassa la corrente di magnetizzazione, deve essere limitato il flusso magnetico e la riluttanza del materiale. Dunque il TA lavora con dei bassi flussi magnetici e deve presentare di conseguenza bassi valori di impedenza degli avvolgimenti secondari. Per limitare la corrente attiva devono essere limitati i fenomeni di perdita nel ferro, quindi: 1) il nucleo è realizzato con lamierini a bassa cifra di perdita; 2) il valore massimo dell'induzione magnetica mantenuto è molto basso (0.01-0.7 T) mediante l'impiego di elevate sezioni del ferro. L'utilizzo di elevate sezioni abbassa inoltre la riluttanza del nucleo.

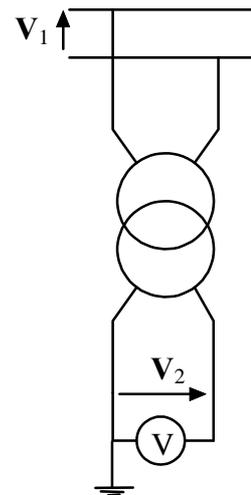


Figura 2.a. Trasformatore voltmetrico

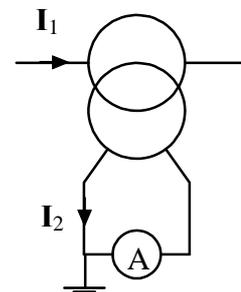


Figura 2.b. Trasformatore amperometrico