



Zeno Martini (admin)

Circuito equivalente del trasformatore

1 January 2004

Circuito equivalente del trasformatore reale

Dal punto di vista impiantistico, il trasformatore monofase (come una qualunque delle fasi di un trasformatore trifase) è un quadripolo.

Le relazioni esistenti tra le tensioni e le correnti di ingresso e di uscita dipendono dai parametri che descrivono il funzionamento del trasformatore.

Illustrando il [principio di funzionamento](#) sono già stati mostrati due circuiti equivalenti: quello del trasformatore perfettamente ideale e quello del trasformatore in cui la permeabilità del circuito magnetico non è infinita.

Per il circuito equivalente del trasformatore reale si devono eliminare tutte le ipotesi fatte per il trasformatore ideale.

In un trasformatore reale:

- la permeabilità del circuito magnetico *non è infinita*;
- sono presenti dissipazioni energetiche (*perdite*);
- gli avvolgimenti primario e secondario *non* sono perfettamente accoppiati.

I conduttori degli avvolgimenti hanno una resistenza ohmica finita che dà luogo a perdite per effetto joule.

Nel ferro del nucleo si instaurano delle correnti parassite, dovute alle forze elettromotrici indotte dal flusso magnetico alternato, che producono perdite termiche; sempre nel ferro, i domini magnetici che oscillano sotto l'azione del flusso alternato, producono perdite di calore per l'attrito reciproco.

In definitiva vi sono perdite di energia sotto forma di calore sia nel rame che nel ferro. Delle prime si tiene conto con la resistenza ohmica degli avvolgimenti in rame ($\mathbf{R_1}$ ed $\mathbf{R_2}$), delle seconde, essendo dipendenti dall'induzione magnetica, quindi dal flusso, quindi dalla tensione, con una resistenza fittizia ($\mathbf{R_0}$) ai capi della tensione direttamente legata al flusso comune ai due avvolgimenti (flusso utile).

La permeabilità del ferro non infinita, unitamente a quella non nulla dell'aria, fa sì, infatti, che l'accoppiamento tra gli avvolgimenti non sia perfetto. La totale forza elettromotrice di autoinduzione, che nel primario si oppone alla tensione applicata è dovuta al flusso effettivamente concatenato prodotto dalla corrente circolante che è diverso dal flusso che si concatena con il secondario (*flusso utile*). Oltre al flusso utile c'è dunque un flusso di dispersione.

Al flusso utile è associata la forza controelettromotrice $\mathbf{E_1}$, al flusso disperso un'ulteriore forza controelettromotrice di cui si tiene conto mediante il parametro che caratterizza la struttura: l'induttanza di dispersione($\mathbf{L_1}$).

Un discorso analogo vale per l'avvolgimento secondario. In questo caso la forza elettromotrice indotta fa circolare una corrente che genera un flusso magnetico la cui parte più consistente, è uguale ed opposta al flusso utile e tende ad annullarlo (smagnetizzazione).

Nel primario, però, la corrente di richiamo ripristina il flusso al valore imposto dalla tensione applicata, annullando pertanto la forza controelettromotrice che quella parte di flusso genera nel secondario. Rimane come forza controelettromotrice nel secondario quella corrispondente alla seconda parte del flusso totale secondario: di essa si tiene conto con l'induttanza di dispersione secondaria ($\mathbf{L_2}$).

Il circuito equivalente del trasformatore assume allora l'aspetto seguente:

Circuito equivalente del trasformatore reale monofase

