



Zeno Martini (admin)

Collegamenti nei trasformatori trifasi

30 November 2003

Domanda:

Salve! Siamo due studenti di Ing. Elettrica e vorremmo sapere quali sono i vantaggi e gli svantaggi nella connessione dei trasformatori nelle varie configurazioni (stella-triangolo etc..).

Risponde admin

Le diverse connessioni tra gli avvolgimenti dei trasformatori hanno un'influenza determinante nel funzionamento a vuoto, quindi sulla forma d'onda della tensione e della corrente magnetizzante, cioè sul contenuto armonico, e nel funzionamento con carico squilibrato. La caratteristica di magnetizzazione non lineare del nucleo del trasformatore e la scelta del punto di lavoro oltre il ginocchio della curva fa sì che tensione e corrente di magnetizzazione non abbiano la stessa forma d'onda. Se ad esempio la tensione applicata all'avvolgimento è sinusoidale, non lo è la corrente che assume una caratteristica forma a campana, per la quale la scomposizione in serie di Fourier, mostra la presenza di armoniche di ordine dispari, oltre alla fondamentale. Nei collegamenti trifase le relazioni esistenti tra le correnti di linea e di fase e la presenza o meno del neutro, impongono delle precise condizioni alle correnti di terza armonica ed ai suoi multipli, le quali costituiscono una terna omopolare, a differenza di tutte le altre armoniche che danno luogo a terne simmetriche (dirette: 7, 13...; ed inverse: 5, 11..). Vale in generale la seguente considerazione: se manca la terza armonica nella corrente magnetizzante, questa si presenta nella tensione. Bisogna anche tenere presente la forma del nucleo: nel tipo più diffuso, il trasformatore piano a tre colonne, i flussi di colonna devono soddisfare al primo principio di Kirchhoff, cioè in ogni istante la loro somma deve essere nulla: si dicono, per tale motivo, trasformatori a flussi vincolati. Inoltre il circuito magnetico non è simmetrico poiché la riluttanza magnetica vista dalle colonne laterali è diversa da quella vista dalla colonna centrale, cosa che determina uno squilibrio nelle

correnti magnetizzanti (vedi D&R: http://www.electroportal.net/vis_coll.asp?idcoll=272). Nei trasformatori a mantello o nella trasformazione con tre trasformatori monofasi, i flussi hanno un loro percorso di chiusura: sono liberi. In questi ultimi le terze armoniche nei flussi hanno libera circolazione, che manca nei trasformatori piani. L'eventuale deformazione dell'onda di tensione dovuta ai flussi di terza armonica con i suoi multipli è maggiore nei trasformatori a flussi liberi. La terza armonica nei trasformatori piani può circolare solo in un percorso esterno al nucleo, quindi attraverso il cassone e con notevoli tratti in aria, cioè un percorso ad alta riluttanza, per cui la terza armonica dei flussi risulta attenuata. Nei collegamenti primari a stella senza filo neutro la terza armonica delle correnti magnetizzanti non può circolare per cui si ha una deformazione dei flussi, quindi delle tensioni di fase. Se però il secondario è a triangolo le terze armoniche possono circolare e, per la legge di Lenz, riducono la dissimmetria che le ha prodotte. Se il collegamento primario è a triangolo, le terze armoniche possono circolare nel triangolo e le tensioni di fase si mantengono sinusoidali. Nel comportamento a carico se il carico è equilibrato il tipo di collegamento ed il tipo di nucleo non determinano differenze nel funzionamento. I carichi squilibrati invece, in particolare i carichi monofase, determinando una dissimmetria nelle tensioni di fase, è invece importante il tipo di collegamento. Per la riduzione della dissimmetria la presenza di un collegamento a triangolo nel quale la dissimmetria stessa produce una corrente di circolazione che, per la legge di Lenz, si oppone alla causa che l'ha prodotta, riducendo di conseguenza la dissimmetria, o la presenza del neutro che vincola il centro stella reale al centro stella ideale del sistema poiché il sistema trifase si comporta come tre circuiti monofasi con il ritorno comune, mentre senza filo neutro in ogni istante una fase è anche il ritorno per le altre due.