

## Trasformatori K-Factor

Negli ultimi anni si è verificato un forte aumento del numero di carichi non lineari collegati alla rete di distribuzione elettrica: computer, fax, lampade a scarica, forni ad arco, caricabatterie, UPS, alimentatori elettronici, ecc. Le conseguenze per il sistema di distribuzione elettrica stanno diventando preoccupanti a causa del crescente utilizzo di tali attrezzature, combinato con l'applicazione dell'elettronica a virtualmente ogni carico elettrico collegato. Carichi non lineari assorbono una corrente notevolmente distorta che può essere scomposta in armoniche.

Per proteggere trasformatori contro il surriscaldamento dovuto a queste armoniche, i produttori possono specificare uno specifico declassamento. Ciò significa che trasformatori di grandi dimensioni possono funzionare solo ad una specifica frazione, dipendente dai carichi collegati, della loro capacità nominale.

### Cos'è il K-Factor?

Il fattore K di un determinato carico indica la quantità di calore prodotto dalle correnti sinusoidali distorte assorbite da quel carico se paragonata a quella prodotta da una corrente sinusoidale pura dello stesso valore efficace. Il K-Factor, che fornisce una misurazione degli effetti termici sui trasformatori, è definito dalla norma ANSI / IEEE C57.110. Un K-factor pari a 1,0 corrisponde a un carico lineare (senza armoniche). Più alto è il K-factor, maggiore è il surriscaldamento causato dalle armoniche.



Non ci sono attualmente norme che impongono metodi di calcolo per il K-Factor, ma due sono le formule più ampiamente utilizzate:

$$K\text{-Factor} = \frac{\sum_{n=1}^{\infty} I_n^2 \tau_n^2}{\sum_{n=1}^{\infty} \tau_n^2}$$

dove  $\tau$  è il grado dell'armonica.

Questo K-factor può essere direttamente comparato con il valore sulla targhetta del trasformatore.

**Esempio:** un K-factor misurato di 12 dovrebbe essere comparato con il fattore specificato dal produttore del trasformatore e dovrebbe rimanere sempre minore di questo.

### Al secondario del trasformatore...

Negli avvolgimenti del trasformatore  $L$  sempre presente un campo magnetico noto come flusso disperso. Questo flusso induce delle correnti parassite che inducono dal 1 al 10% delle perdite per effetto Joule, nel caso di regime puramente sinusoidale. In un regime distorto, tali perdite possono essere 20 volte superiori.

In tali casi, la temperatura del trasformatore può superare la capacità degli isolanti di dissipare il calore, con conseguente guasto del trasformatore stesso. Inoltre le armoniche inducono una elevata corrente sul neutro al secondario del trasformatore.

$$K\text{-Factor} = \left[ 1 + \frac{e}{1+e} \left( \frac{I_1}{I} \right)^2 \sum_{n=2}^{\infty} \left( n_q \left( \frac{I_n}{I_1} \right)^2 \right) \right]^{0,5}$$

dove  $e$  è il rapporto tra le perdite per isteresi e le perdite totali;

$n$  è il grado dell'armonica

e  $q$  è un tipico fattore esponenziale

Questo K-factor indica in percentuale le armoniche a cui  $L$  sottoposto il trasformatore.

**Esempio:** un K-factor misurato di 0.77 indica che il trasformatore sotto osservazione può lavorare ad un massimo del 77% della sua potenza nominale alle attuali condizioni.

Per preservare i trasformatori nel loro funzionamento i progettisti possono alternativamente utilizzare un equipaggiamento sovradimensionato rispetto alle reali esigenze declassandolo ad una frazione della sua capacità, oppure utilizzare trasformatori classificati secondo il K-factor progettati appositamente per funzionare in regime di distorsione armonica.

I trasformatori con K-factor sono preferiti in applicazioni con elevate distorsioni armoniche perché hanno una capacità termica più elevata e limiti ben definiti. Quest'ultimi sono progettati per minimizzare le perdite causate da correnti armoniche, inoltre il loro neutro e connessioni elettriche sono dimensionati del 200% rispetto al normale.

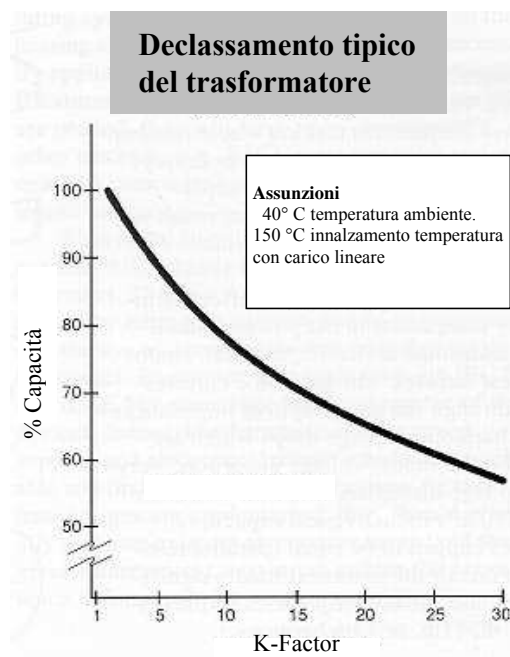
Un'altra buona ragione per questa scelta è il loro costo: un trasformatore con K-factor è normalmente una soluzione più economica del sovradimensionamento di un trasformatore senza K-factor.

**La scelta del trasformatore quindi dipende dal K-factor dei carichi presenti sulla rete elettrica.**

**Esempio:**

In aree con alte concentrazioni di computer e terminali monofase, i K-factor possono raggiungere valori compresi tra 13 e 20. In questo caso il trasformatore dovrebbe avere un K-factor pari ad almeno 20.

Questa figura mostra una curva tipica di declassamento come definito dalla norma ANSI/IEEE C57.110.



**STRUMENTI CHAUVIN ARNOUX PER IL CALCOLO DEL K-FACTOR**

AMRA SPA - Chauvin Arnoux Group  
Telefono: +39 039 245 75 45  
Fax: +39 039 48 15 61  
Mail: [info@chauvin-arnoux.it](mailto:info@chauvin-arnoux.it)  
Web: [www.chauvin-arnoux.com](http://www.chauvin-arnoux.com)

