

ITALWEBER

ELETTRA



GUIDA TECNICA

INDICE

1. SCELTA DELLE PROTEZIONI DEI TRASFORMATORI	3
2. INTERRUTTORI MAGNETOTERMICI	5
3. LE NORME	6
4. OMOLOGAZIONE E CONFORMITA'	7
5. CLASSE TERMICA DI FUNZIONAMENTO	7
6. LE CLASSI DI ISOLAMENTO E DI PROTEZIONE	7
7. PROTEZIONE DAL CORTO CIRCUITO E SOVRACCARICO	8
8. LO SCHERMO ELETTROSTATICO	9
9. LE PRESE DI REGOLAZIONE E LE TENSIONI EUROPEE	9
10. LA POTENZA.....	10
11. DETERMINAZIONE DELLA POTENZA DI SPUNTO (CADUTA DI TENSIONE E TENSIONE A VUOTO).....	10
12. COLLEGAMENTO A TERRA DEI CIRCUITI DI COMANDO	11
13. AUTOTRASFORMATORI E TRASFORMATORI	11
14. DECLASSAMENTO: ALTITUDINE, TEMPERATURA, SERVIZIO	11
15. CONFIGURAZIONI TRIFASE E SFASAMENTO.....	14
16. FREQUENZA: 50 E 60 Hz	14
17. PERDITE: RAME E FERRO	14
18. TROPICALIZZAZIONE.....	14
19. L'AMBIENTE.....	15

1. SCELTA DELLE PROTEZIONI DEI TRASFORMATORI

I trasformatori nel loro uso abituale devono essere protetti da eventuali cortocircuiti e sovraccarichi. Il nostro trasformatore è in sé non resistente al cortocircuito e deve essere protetto dalle sovratemperature con un dispositivo esterno, come, ad esempio un fusibile. E' nostra cura indicare sull'etichetta un valore di fusibile calibrato; l'installatore dovrà comunque per ogni caso valutare l'applicazione specifica e quindi essere in grado di scegliere l'ubicazione della protezione ed un eventuale calibro diverso. La protezione dai cortocircuiti viene abitualmente effettuata anche mediante l'uso di interruttori magnetotermici. La protezione sul primario del trasformatore deve essere effettuata in maniera particolare in quanto il trasformatore in fase di accensione genera un picco di corrente che può raggiungere 25x la corrente nominale dell'alimentazione primaria del trasformatore per un tempo di circa 10 millisecondi. A questo proposito bisogna usare, nel caso specifico dei fusibili, quelli ritardati, mentre per quanto riguarda gli interruttori magnetotermici, quelli con la curva caratteristica di intervento ritardata.

Riportiamo qui sotto una tabella con valori a titolo indicativo riguardante i calibri dei fusibili:

TRASFORMATORI MONOFASE						
Calibro fusibile tipo gG o F sul secondario trasformatore Valori in Ampere					Calibro fusibile aM o T sul primario	
Potenza (VA)	Tensione 24V	Tensione 48V	Tensione 110V	Tensione 220V	Tensione 230V	Tensione 400V
30	1,25	0,63	0,315	0,16	0,5	0,5
50	2	1	0,4	0,2	0,5	0,5
75	3,15	1,6	0,63	0,315	1	0,5
100	4	2	1	0,5	1	0,5
150	6	3,15	1,25	0,63	1,6	1
200	8	4	2	1	2	1
250	10	6	2	1	2	1,6
300	12	6	2,5	1,25	4	1,6
400	16	8	4	2	4	2
500	20	10	4	2	4	4
630	25	12	6	3,15	6	4
800	32	16	6,3	4	6	4
1000	40	20	10	5	10	8
1600	63	32	12	6	16	10
2500	100	50	20	10	20	16

Per calcolare la protezione al cortocircuito sul secondario, bisogna tenere presente del punto più lontano di collegamento tra il trasformatore e l'utilizzatore. A questo proposito per calcolare la corrente di cortocircuito si usa la seguente formula:

$$I_{cc}'' = \frac{V_2}{\frac{V_2^2}{P} \times \frac{V_{cc}\%}{100} + \frac{2 \times r \times l}{S}}$$

dove:

- V₂** = tensione secondario del trasformatore
- P** = Potenza nominale del trasformatore in VA
- V_{cc}%** = tensione di cortocircuito in percentuale (ricavabile dalle nostre tabelle delle caratteristiche)
- r** = resistività del rame (valore 0,0175 a Ta 20C°)
- l** = lunghezza del tratto di collegamento tra il trasformatore e l'utilizzatore
- S** = sezione del conduttore di rame usato in mm²

2. INTERRUITORI MAGNETOTERMICI

Sono caratterizzati da diverse caratteristiche di intervento. La norma CEI EN 60898 ne definisce tre caratteristiche principali:

CARATTERISTICA	SOGLIA DI INTERVENTO MAGNETICO	
B	3:5 I _n	<p>dove I_n = Corrente nominale</p> <p><i>Quest'ultima caratteristica definita dalla norma CEI EN 60947-2</i></p>
C	5:10 I _n	
D	10:20 I _n	
K	10:14 I _n	

Per la protezione sulle linee del primario del trasformatore vengono consigliati gli interruttori con curve caratteristiche del tipo D o K, mentre sul secondario del tipo B o C. In ogni caso il progettista deve attenersi alle direttive imposte nelle applicazioni specifiche utilizzando il tipo più opportuno.

3. LE NORME

Per i trasformatori esistono norme precise di prodotto che ne identificano i vari tipi in funzione delle diverse applicazioni.

Classificazione	Titolo	Applicazione	Note
EN 61558-1	Sicurezza dei trasformatori <i>Safety of power transformers</i>	Trasformatori, unità di alimentazione e simili di piccola potenza per circuiti di comando e controllo e di sicurezza/isolamento. <i>Transformers, low power supply units and similar devices for control circuits and safety/insulation circuits</i>	Parte generale comune <i>General part</i>
EN 61558-2-2	Requisiti trasformatori di comando <i>Requir. for control transformers</i>	Tensioni adatte per funzionamento delle apparecchiature <i>Adapted machinery voltages</i>	Separazione isol. semplice <i>Simple insulation</i>
EN 61558-2-4	Requisiti trasformatori di isolamento <i>Requir. for insulation transformers</i>	Isolamento della rete o apparecchiature con trasformatori di isolamento <i>Line insulation and device separation</i>	Doppio isol. tra i circuiti Secondario > 50V a vuoto <i>Double insulation Secondary > 50V no load</i>
EN 61558-2-6	Requisiti trasformatori di sicurezza <i>Requir. for safety transformers</i>	Isolamento della o apparecchiature con trasformatore di sicurezza <i>Line insulation and device separation with safety transformers</i>	Doppio isol. tra i circuiti /Secondario <= 50V a vuoto/Circuiti PELV e SELV <i>Double insulation/Secondary <= 50V no load/PELV and SELV circuits</i>
EN 61558-2-13	Requisiti per gli autotrasformatori <i>Requir. for safety transformers</i>	Tensioni adatte per funzionamento delle apparecchiature <i>Adapted machinery voltages</i>	Non richiesti la separazione e l'isolamento dei circuiti <i>Separation and insulation not necessary</i>
EN 61558-2-20	Requisiti per i piccoli reattori <i>Requir. for small reactors</i>	Circuiti di filtro e spianamento <i>Filtering circuits</i>	Induttanze, reattanze, impedenze <i>Impedance, inductors, reactors</i>
EN 61558-2-23	Requisiti trasformatori di costruzione <i>Requir. for autotransformers</i>	Alimentazione in siti speciali da IEC 60364-7-704 <i>Supply for sites provided in IEC 60364-7-704</i>	Isolamento e sicurezza <i>Safety and insulation</i>
EN 61558-2-15	Requisiti per alimentatori medicali <i>Requir. for medical supply</i>	Postazioni mediche di gruppo II o sistemi IT <i>Supply of medical location of group II or IT system</i>	Da 3kVA a 10kVA <i>From 3kVA to 10kVA</i>
UL 506	Caratteristiche dei trasformatori <i>Requir. for constr. sites transf</i>	Trasformatori per uso generale <i>Industrial control equipments</i>	Classe 1 <i>Class 1</i>
UL 508	Apparecchiature industriali <i>Requir. for medical supply</i>	Apparecchiature di controllo per uso industriale <i>General purpose transformers</i>	Alimentatori e autotrasformatori <i>power supplies and autotransformers</i>
CSA N.66-1988	Caratteristiche dei trasformatori <i>industrial equipments</i>	Trasformatori per uso generale <i>General purpose transformers</i>	Classe 1 <i>Class 1</i>
IEC 726	Trasformatori di potenza a secco <i>Dry power transformers</i>	Trasformatori di distribuzione e autotrasformatori <i>Distribution transformers and autotransformers</i>	Es: media tensione in resina <i>Ex: Cast resin transformers</i>
EN 60289	Reattori <i>Reactors</i>	Reattori limitatori, di smorzamento, di filtro <i>Filtering, switching and damping reactors</i>	Reattori di potenza <i>Power reactors</i>
IEC 76	Trasformatori di potenza <i>Power transformers</i>	Trasformatori di distribuzione in olio <i>Distribution oil immersed transformers</i>	Es: media tensione in olio <i>Ex: Oil immersed transformers</i>

4. OMOLOGAZIONE E CONFORMITA'

In Europa il requisito indispensabile per un prodotto è la marcatura CE: è apposta dal costruttore che dichiara sotto la propria responsabilità la conformità del prodotto alle Direttive ed alle Norme applicabili. La rispondenza può in aggiunta essere garantita da un ente certificatore che rilascia un marchio di qualità nazionale e/o Europeo (ENEC), cioè omologa il prodotto. La Italweber Elettra s.r.l. ha ottenuto l'ENEC ed il Kema-Keur. L'ENEC (European Norm Electrical Certification): è un nuovo marchio di omologazione di sicurezza e qualità per le apparecchiature elettriche, garantisce la rispondenza a tutte le direttive Europee applicabili ed ha validità Europea. Negli Stati Uniti e in Canada non è possibile autocertificare la rispondenza del prodotto agli standard, ma sono l'UL ed il CSA che concedono i marchi e l'autorizzazione alla costruzione, cioè l'omologazione. La Italweber Elettra s.r.l. ha ottenuto l'omologazione cCSAus (dal CSA per Canada e USA) e cURus (da UL per USA e Canada).

5. CLASSE TERMICA DI FUNZIONAMENTO

La classe termica di funzionamento è la temperatura massima raggiungibile dagli avvolgimenti a regime ed è stabilita in fase di progetto. Alti valori di temperatura comportano un più rapido deperimento dei materiali influenzando di conseguenza sulla vita media del prodotto. La norma EN 61558 stabilisce i limiti di sovratemperatura ammessa (riferita a temperatura ambiente 40°) nei seguenti termini: classe A =60°C, E=75°C, B=80°C, F=100°C, H=125°C

6. LE CLASSI DI ISOLAMENTO E DI PROTEZIONE

Le classi termiche di isolamento definiscono le proprietà dei materiali isolanti in relazione alla loro capacità di resistere alle prove di temperatura (UL 1446 - IEC 85, UL 746B per l'RTI). Le norme specifiche di prodotto definiscono le temperature massime ammissibili nelle condizioni nominali di funzionamento per le diverse parti di un trasformatore in funzione dei materiali, cioè della Classe termica dichiarata in targa: l'uso di materiali più performanti termicamente corrisponde normalmente a temperature più alte raggiungibili dal trasformatore.

L'isolamento semplice e l'isolamento doppio: la costruzione di un trasformatore presuppone la realizzazione di un isolamento principale per assicurare la protezione delle parti attive pericolose dai contatti diretti ed indiretti.

I trasformatori di comando e controllo realizzano un isolamento semplice (principale) tra gli avvolgimenti e tra gli avvolgimenti e la massa (nucleo). I trasformatori di sicurezza e isolamento realizzano un isolamento doppio tra l'avvolgimento primario e quello secondario (in aggiunta a quello principale vi è un altro isolamento indipendente).

Classe di protezione: nei trasformatori in classe I la protezione dai contatti diretti e indiretti non si basa unicamente sull'isolamento principale, ma anche su una misura di sicurezza supplementare per la quale vengono forniti mezzi, quali ad es. un morsetto di terra, per il collegamento delle parti conduttrici accessibili al conduttore di protezione, per garantire la sicurezza in caso di guasto dell'isolamento principale (EN 61558).

Nei trasformatori di classe II la protezione dai contatti diretti e indiretti non si basa unicamente sull'isolamento principale, ma anche su misure supplementari come l'isolamento doppio, non essendoci a disposizione misure quali la messa a terra di protezione né potendo fare affidamento

sulle condizioni di installazione (il simbolo è il doppio quadrato). Nei trasformatori di classe II l'isolamento tra i circuiti primari (ingresso) ed il nucleo (massa) e tra i circuiti secondari (di uscita) ed il nucleo, deve essere di tipo rinforzato (isolamento doppio).I trasformatori di tipo mobile con una potenza inferiore a 630VA devono essere di classe II.

I trasformatori di tipo mobile con una potenza nominale superiore a 200VA, ma inferiore a 2,5kVA se monofase e 6,3kVA se polifase devono avere un grado di protezione uguale e superiore a IPX4. I trasformatori di tipo mobile con una potenza nominale superiore a 2,5kVA se monofase e 6,3kVA se polifase devono avere un grado di protezione uguale o superiore a IP21 (EN 61558). I trasformatori di tipo mobile devono essere resistenti al corto-circuito.

Nei trasformatori in classe III la protezione contro i contatti diretti e indiretti si basa sull'alimentazione a bassissima tensione di sicurezza (SELV) ed in cui non si generano tensioni superiori alla SELV (tensione che non supera 50Vac o 120Vcc tra i conduttori o tra i conduttori e la terra in un circuito isolato dalla rete di alimentazione per mezzo di un trasformatore di sicurezza). La classificazione I, II, III non è riferita al sistema di isolamento tra avvolgimenti primari e secondari. I simboli che appaiono sul catalogo per le diverse serie sono quelli normalizzati per i diversi tipi di trasformatori.

La tensione di isolamento: è la tensione che viene applicata tra gli avvolgimenti e la massa durante il test di rigidità; dipende dalla tensione di lavoro e dal tipo di isolamento (principale o supplementare). Il più alto grado di isolamento compete ai trasformatori di isolamento e sicurezza che devono resistere fino ad una tensione di 5500 Vac per 1 minuto, applicata tra le parti separate da un isolamento doppio.

7. PROTEZIONE DAL CORTO CIRCUITO E SOVRACCARICO

I trasformatori di tipo non resistente al corto circuito devono essere protetti dai corto circuiti e sovraccarichi secondo quanto indicato dal costruttore (EN 60204). A questo scopo è necessario utilizzare interruttori magnetotermici o fusibili inseriti a protezione degli avvolgimenti secondari del trasformatore. La taglia, il tipo e la caratteristica tempo-corrente del fusibile sono indicati sulla targa di identificazione del trasformatore; nel caso di interruttore magnetotermico, si consiglia una curva di intervento con caratteristica C e come taglia in corrente quella indicata in targa. La protezione della linea che alimenta il trasformatore deve essere dimensionata in funzione della protezione dal corto circuito e così da evitare un intervento intempestivo dell'interruttore magnetotermico o fusibile, in relazione alla corrente di inserzione; al momento dell'inserzione del trasformatore, infatti, si produce nel circuito primario un picco di corrente molto elevato (mediamente 25 volte la corrente nominale) per un tempo medio di mezza semionda (10 ms). Nelle tabelle per i trasformatori sono riportati i valori del coefficiente che permette di calcolare la corrente di inserzione.

- I_n =corrente nominale primario in A
- Pot =potenza nominale in VA $I_n=(Pot+Perd) / V_{nom}$
- $Perd$ =perdite totali in W
- I_{pk} =corrente di inserzione $I_{pk}=K \times I_n$
- K =coefficiente di inserzione
- V_{nom} = tensione nominale primario

Per evitare un intervento intempestivo del dispositivo di protezione è necessario confrontare tale valore di inserzione con la curva di intervento del dispositivo (normalmente si scelgono fusibili

ritardati o interruttori automatici in curva D). Nel caso di un solo trasformatore ed una sola linea si può ottenere una protezione completa realizzata a monte con un dispositivo contro il corto circuito ed a valle con uno contro il sovraccarico (che potrebbe contemporaneamente proteggere la linea a valle). Per verificare la corretta scelta del dispositivo di protezione dal corto circuito nel caso più sfavorevole (cioè nel punto più lontano sulla linea trasformatore -utilizzatore) si applica in prima approssimazione la seguente formula:

$$I_{cc2min} = V_{sec} / [(V_{sec} \times 2 \times V_{cc\%} / (Pot \times 100) + 2 \times 0,018 \times l / Sez)]$$

- I_{cc2min} =corrente di c.c. sec. min. in A
- V_{sec} =tensione secondario in V
- Pot=potenza trasformatore in VA
- $V_{cc\%}$ =tensione in c.c. percentuale
- l =lunghezza della linea in m
- Sez=sezione del conduttore in mmq

La protezione scelta deve avere un tempo di intervento non superiore ai 5 sec. per la I_{cc2min} trovata. Nel caso di più protezioni queste devono essere selettive, cioè non intervenire contemporaneamente. Se il trasformatore alimenta più linee, il calcolo delle protezioni dai sovraccarichi e c.c. deve essere suddiviso sulle diverse linee. La corrente di corto circuito si può calcolare nel modo seguente:

- I_{ccpri} =corrente di corto primaria
- I_{npri} =corrente nom. primaria $I_{ccpri} = I_{npri} / V_{cc\%} \times 100$
- I_{ccsec} =corrente c.c. secondaria

$$I_{nsec} = \text{corrente secondaria} \quad I_{ccsec} = I_{nsec} / V_{cc\%} \times 100$$

8. LO SCHERMO ELETTROSTATICO

E' costituito da una lastra di rame di spessore adeguato e di altezza pari a quella dell'avvolgimento che viene avvolta normalmente tra primario e secondario così da realizzare una spira aperta da connettere a terra per mezzo di un cavetto saldato. Lo schermo permette di diminuire disturbi, distorsioni e sovratensioni che vengono filtrati e scaricati verso terra e rinforza l'isolamento principale. L'uso dello schermo (e delle altre prescrizioni relative alle distanze) in aggiunta all'isolamento principale per l'ottenimento di un isolamento doppio non è permesso per i trasformatori connessi alla linea di alimentazione per mezzo di una presa.

9. LE PRESE DI REGOLAZIONE E LE TENSIONI EUROPEE

I paesi membri del CENELEC hanno concordato l'unificazione delle tensioni; i limiti di tolleranza sono:

- $-10\% < \text{tensione monofase} = 230V < +6\%$
- $-10\% < \text{tensione trifase} = 400V < +6\%$

Le prese di regolazione (ad es. $\pm 20V / 230V / 400V$ sul primario) permettono di adattare il trasformatore alla tensione di rete ed alla tensione fornita al carico.

10. LA POTENZA

La potenza dei trasformatori va espressa in VA e quella delle induttanze in VAR (volt ampere reattivi). Quando si ha a disposizione la potenza espressa in kW dell'apparecchiatura da alimentare tramite un trasformatore è necessario trasformarla in kVA tenendo presente il $\cos \varnothing$ dell'utilizzatore ed eventualmente il suo rendimento (se la potenza è quella resa), cioè è necessario ricavare la potenza necessaria per l'alimentazione:

- $Potva = \text{potenza in VA}$ $Potva = Potw / \cos \varnothing / n\% \times 100$
- $Potw = \text{potenza in W}$
- $\cos \varnothing = \text{sfasamento dell'utilizzatore}$
- $n\% = \text{rendimento percentuale dell'utilizzatore}$

La potenza può anche essere calcolata con il prodotto corrente/tensione:

- $Potm = \text{potenza in VA monofase}$ $Potm = V \times I$
- $Pott = \text{potenza in VA trifase}$ $Pott = V \times I \times 1,73$
- $V = \text{tensione in V}$
- $I = \text{corrente in A}$

Se il trasformatore presenta più avvolgimenti secondari la potenza totale è data dalla somma delle potenze dei singoli avvolgimenti. Nel caso l'avvolgimento secondario presenti delle prese intermedie si presuppone, in assenza di altre indicazioni, l'utilizzo non contemporaneo e la piena potenza riferita alla tensione più alta. Per le induttanze e le impedenze la classificazione e catalogazione per potenze reattive (VAR) è utile per una rapida identificazione dei valori dimensionali e di prezzo.

11. DETERMINAZIONE DELLA POTENZA DI SPUNTO (CADUTA DI TENSIONE E TENSIONE A VUOTO)

Per l'alimentazione dei circuiti di comando il dimensionamento della potenza del trasformatore dipende non solo dalla potenza in regime di mantenimento, ma soprattutto dalla potenza allo spunto che il trasformatore deve essere in grado di erogare mantenendo una caduta di tensione massima del 5% rispetto alla tensione nominale (questo per assicurarsi che i contattori possano funzionare regolarmente e non deteriorarsi precocemente), caduta di tensione $\% = (V_{vuoto} - V_{carico}) / V_{carico} \times 100$

- $V_{vuoto} = \text{tensione sec. a vuoto in V}$
- $V_{carico} = \text{tensione nominale sec. a carico}$

In via empirica è possibile calcolare la potenza di spunto necessaria a $\cos \varnothing = 0,5$ (dato richiesto dalla norma EN 61558-2-2 e disponibile nelle tabelle tecniche dei trasformatori):

$P_{spunto} = 0,8 \times (\hat{a}potman + Potcon + \hat{a}potutil)$

- $P_{spunto} = \text{potenza di spunto in VA}$

- $\dot{A}potman$ =somma delle potenze di mantenimento (assorb. bobine) in VA
- Potcon=potenza di spunto del contattore più grosso in VA
- $\dot{A}potutil$ =somma potenza utilizzatori continui in VA (lampade, schede..)

Supponendo un fattore di contemporaneità del 70% di apparecchi utilizzatori alimentati, la potenza di spunto ottenuta precedentemente non deve essere inferiore a quella necessaria per alimentare il 70% dei carichi di mantenimento e degli utilizzatori in servizio continuo:

$$Potreg=0,7 \times (potman + \dot{A}potutil)$$

- Potreg=potenza a regime in VA

Fra la potenza di spunto ottenuta e quella di mantenimento calcolata si considera la potenza maggiore. E' possibile utilizzare lo stesso procedimento di calcolo per fattori di contemporaneità diversi dal 70% ipotizzato.

12. COLLEGAMENTO A TERRA DEI CIRCUITI DI COMANDO

Per l'alimentazione dei circuiti di comando e controllo devono essere utilizzati i trasformatori (con avvolgimenti separati, quindi non autotrasformatori); i trasformatori non sono obbligatori per macchine con un singolo avviatore ed un massimo di 2 dispositivi di comando e controllo (EN 60204). Uno dei metodi di protezione contro i funzionamenti involontari derivanti da un guasto dell'isolamento può essere realizzato collegando un lato del circuito di comando alimentato da un trasformatore al circuito equipotenziale di protezione, con dispositivi di comando collegati conformemente a quanto previsto dalle norme.

13. AUTOTRASFORMATORI E TRASFORMATORI

L'autotrasformatore è realizzato con 1 avvolgimento unico dal quale prelevare le diverse tensioni come prese intermedie: non realizza dunque una separazione isolata tra il circuito primario e quello secondario, ma permette di limitare le dimensioni ed i costi rispetto al trasformatore equivalente. Nella configurazione trifase a stella non si adatta bene nelle applicazioni con carichi squilibrati. La potenza dimensionale di un autotrasformatore, cioè la potenza equivalente di nucleo, è funzione delle tensioni massima e minima di ingresso/uscita secondo la seguente formula: $Pot.nucleo (VA) = [(V_{max} - V_{min}) / V_{max}] \times Pot.nominale \text{ di uscita (VA)}$

- V_{max} =massima tensione in V
- V_{min} =minima tensione in V

Il calcolo della potenza di nucleo è utile per avere una indicazione delle dimensioni e del costo dell'autotrasformatore; la potenza nominale e di targa (e da considerare in fase d'ordine) resta quella nominale di uscita.

14. DECLASSAMENTO: ALTITUDINE, TEMPERATURA, SERVIZIO

In molti casi l'utilizzo del trasformatore non è quello di carico nominale continuo in condizioni ambientali standard e determinate. Le prove di tipo sui trasformatori (EN 61558) prevedono il

rispetto dei dati di targa con una tensione di alimentazione maggiorata del 6% ed alla potenza nominale. In realtà la totalità delle prove , comprese quelle di sovraccarico in funzione delle protezioni ed una accurata progettazione, rendono i trasformatori Italweber Elettra s.r.l capaci di sopportare sovraccarichi sia in potenza sia in tensione mediamente del 10% (tale dato va tenuto in considerazione anche relativamente alla variabilità delle condizioni ambientali e delle applicazioni). Per un servizio di tipo intermittente secondo un ciclo di lavoro predefinito (pausa/lavoro) è possibile calcolare un coefficiente di depotenziamento:

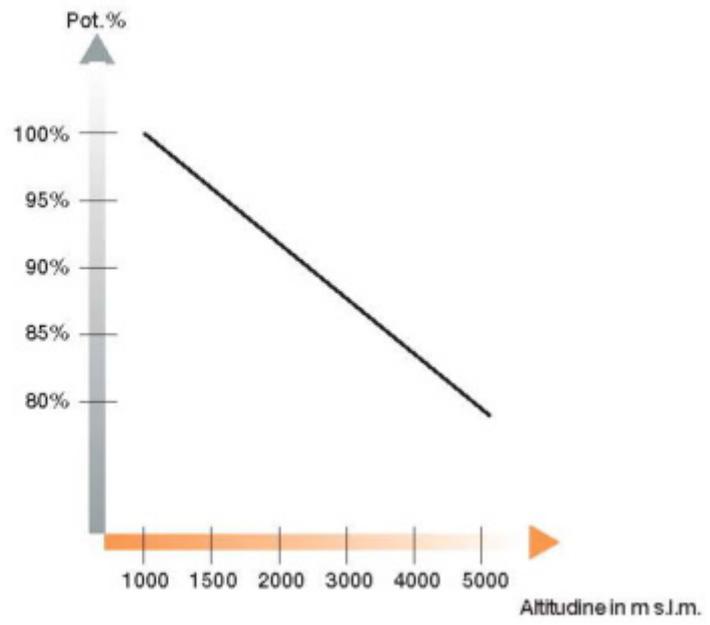
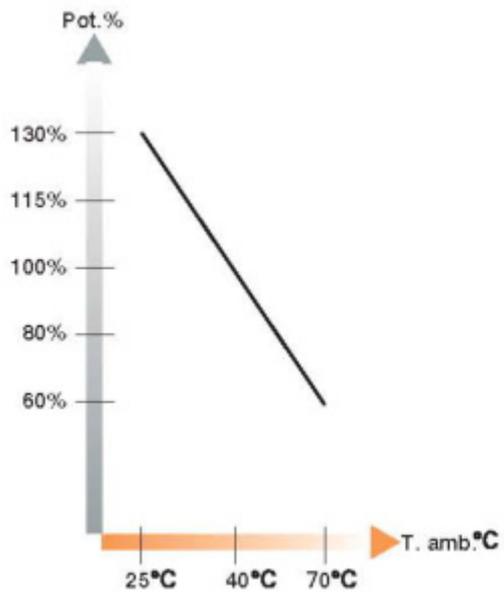
$$P_{dep} = P_{nom} \times (\text{min. lav.} / (\text{min. lavoro} + \text{min. pausa}))^{1/2}$$

- P_{dep} = potenza nominale depotenziata in VA
- P_{nom} = potenza nominale in VA

La formula ha solo carattere indicativo: è consigliabile effettuare dei test sul campo prevedendo i casi più sfavorevoli e verificando la completa funzionalità, compresa quella delle protezioni. I trasformatori Italweber Elettra s.r.l. possono sopportare i seguenti sovraccarichi temporanei senza superare le sovratemperature ammesse nel caso non siano utilizzati a piena potenza in servizio continuo:

carico a regime espresso in % della potenza nominale	Durata ammissibile in minuti di un sovraccarico espresso in % della potenza nominale				
	10%	20%	30%	40%	50%
50%	180	90	90	45	30
75%	150	75	45	30	20
90%	120	60	30	15	10

Per temperature ambiente diverse o altitudini superiori ai 1000m s.l.m. è possibile prelevare potenze differenti da quelle nominali di targa.



15. CONFIGURAZIONI TRIFASE E SFASAMENTO

L'avvolgimento di un trasformatore trifase può essere realizzato in modo differente: a stella, a triangolo ed a zig-zag. Il collegamento a stella consente l'utilizzazione del neutro (o per carichi monofase o per la messa a terra), mentre il triangolo permette l'attenuazione della circolazione di corrente di 3° armonica ed un migliore bilanciamento delle tensioni nel caso di carichi squilibrati, il zig-zag è una combinazione dei due. L'uso combinato della stella e del triangolo (es. uno sul primario ed uno sul secondario) determina uno sfasamento delle tensioni tra ingresso e uscita. Ad es. per Dyn11 lo sfasamento è di 330°. E' possibile passare da una linea trifase ad una bifase (2 reti monofase sfasate di 90°) ad es. tramite una configurazione Le Blanc o Scott: la linea trifase in ingresso presenterà un sistema equilibrato in corrente a patto di avere a valle un sistema bifase costituito da due carichi uguali contemporanei (in questo caso il sistema è anche reversibile).

16. FREQUENZA: 50 E 60 Hz

Il trasformatore è una macchina statica e non è in grado di modificare la frequenza relativa all'ingresso, ma solo di cambiare il valore di tensione. Un trasformatore costruito per funzionare a 50Hz, funziona anche a 60Hz a parità di tensione, inoltre le perdite nel ferro diminuiscono.; viceversa un trasformatore costruito per funzionare esclusivamente a 60Hz normalmente non funziona a 50Hz (le sovratemperature e le perdite nel ferro saranno più alte di quelle nominali di progetto e di targa). I trasformatori della Italweber Elettra s.r.l. sono bifrequenza. Le induttanze hanno invece un comportamento opposto a quello dei trasformatori nei confronti della frequenza: un funzionamento a frequenza diversa da 50Hz (standard) va espressamente richiesto, poiché determina un dimensionamento particolare del valore di induzione del nucleo. E' particolarmente importante indicare il tipo di alimentazione di trasformatori o induttanze, in particolar modo quando non si tratta di forme d'onda sinusoidali a 50Hz (es. derivanti da inverter o parzializzatori di tensione), poiché forme non perfettamente sinusoidali o derivanti da interpolazioni di forma d'onda a gradino possono dare origine a fenomeni di saturazione, malfunzionamenti o sovratemperature eccessive in nuclei non progettati appositamente.

17. PERDITE: RAME E FERRO

Il trasformatore è una macchina statica ad alta efficienza: non è difficile infatti ottenere rendimenti superiori al 95% soprattutto nelle macchine di potenza maggiore. Le perdite totali in W in un trasformatore sono fondamentalmente dovute alla somma dell'energia dissipata dal nucleo di ferro per effetto dell'isteresi e delle correnti di Foucault e nell'avvolgimento per effetto Joule. A perdite nel ferro più basse corrispondono una minore corrente a vuoto, una migliore qualità del lamierino ed una minore induzione di lavoro. Le perdite nel ferro vengono chiamate anche a vuoto perché non dipendono dal carico: il nucleo raggiunge la sua temperatura a regime anche in assenza di carico se alimentato alle condizioni nominali di tensione. Le perdite rame chiamate anche di corto circuito sono proporzionali al carico. A perdite rame più basse corrispondono sovratemperature minori e normalmente cadute di tensione inferiori.

18. TROPICALIZZAZIONE

I trasformatori Italweber Elettra s.r.l. sono impregnati con una vernice isolante in classe H a base di resine alchidiche modificate caratterizzate da elevate proprietà meccaniche e dielettriche, attraverso un ciclo di immersione sotto-vuoto, che permette una uniforme e completa deposizione del velo isolante in ogni parte esterna ed interna ed una perfetta essiccazione a forno. I materiali vengono scelti e selezionati fra quelli con le migliori prestazioni elettriche, dielettriche, meccaniche e termiche (sono tutti omologati ed in maggioranza in classe F o H) e l'impregnazione migliora le loro qualità isolanti, meccaniche e di resistenza ai climi ambientali sfavorevoli. Questo trattamento rende i trasformatori Italweber Elettra s.r.l. adatti ad un utilizzo a tutte le latitudini e in genere in tutti i climi, anche in Paesi tropicali quando il materiale è installato in locali normalmente aerati, comunque al riparo da condizioni climatiche esterne: i limiti di umidità in regime permanente sono del 95% a 20°C, 80% a 40°C e 50% a 50°C (senza condensa) ed i limiti di temperatura ambiente normalmente di +40°C. Accorgimenti termici possono estendere l'utilizzo in ambienti esterni molto umidi.

19. L'AMBIENTE

La tecnologia è al servizio dell'uomo, ma deve anche integrarsi con l'ambiente e non danneggiarlo: ciò implica non solo l'utilizzo di materiali ecologicamente compatibili e la realizzazione di prodotti durevoli e sempre meno inquinanti, ma anche l'utilizzo di processi produttivi sempre meno dannosi per l'ambiente.