

CAPITOLATO TECNICO

TRASFORMATORI IN RESINA

1. GENERALITA'

1.1 Scopo

La presente specifica definisce le principali caratteristiche dei trasformatori trifase con avvolgimenti inglobati sotto vuoto in resina epossidica e con raffreddamento in aria naturale.

1.2 Norme di riferimento

Il trasformatore in resina deve essere progettato e costruito per rispondere alle norme CEI Italiane ed IEC internazionali in vigore alla data della sua costruzione (salvo diversamente concordato).

- **Norme CEI (italiane)**

- CEI EN 60726
- CEI EN 60076-1
- CEI EN 60076-2
- CEI EN 60076-3
- CEI EN 60076-4
- CEI EN 60076-5
- CEI EN 60076-10
- CEI 14-7
- CEI 14-8
- CEI 14-12

- **Norme IEC (internazionali)**

- IEC 60726
- IEC 60076-1
- IEC 60076-2
- IEC 60076-3
- IEC 60076-4
- IEC 60076-5
- IEC 60076-10

Il trasformatore non necessita della marcatura CE come indicato al paragrafo 5.4.2 della “*Guide to the application of the Directive 89/336/EEC*” che esclude dal campo di applicazione della stessa direttiva: “High voltage inductor” e “High voltage transformer”.

1.3 Compatibilità Elettromagnetica

L'intensità del campo magnetico a bassa frequenza emesso dagli avvolgimenti risulta di valore limitato e comunque dello stesso ordine di grandezza od inferiore a quello del campo emesso dalle connessioni e dalle sbarre di bassa tensione.

Il suo valore decresce rapidamente al crescere della distanza dal trasformatore. L'intensità del campo può essere sensibilmente ridotta mediante l'installazione del trasformatore entro un contenitore metallico (Box)

Per quanto riguarda l'apparecchiatura di controllo della temperatura od altri collegamenti ausiliari, comprese le sonde, sono conformi alle norme CEI EN 50081-2 (IEC 50081-2) e CEI EN 50082-2 (IEC 50082-2)

1.4 Condizioni Ambientali, Climatiche e di Comportamento al fuoco

Le Norme di riferimento classificano i trasformatori a secco in relazione alle condizioni ambientali, climatiche e di comportamento al fuoco come descritto nella tabella N. 1, 2 e 3.

Tabella 1

CLASSE AMBIENTALE	E0	Sul trasformatore non si manifesta condensa e l'inquinamento è trascurabile. Questa condizione si verifica nelle installazioni all'interno in ambiente pulito e asciutto
	E1	Condensa occasionale può manifestarsi sul trasformatore (per es. quando il trasformatore non è alimentato). E' possibile la presenza di un modesto inquinamento.
	E2	Il trasformatore è soggetto a consistente condensa o a intenso inquinamento o ad una combinazione di entrambi i fenomeni.

Tabella 2

CLASSE CLIMATICA	C1	Il trasformatore è atto a funzionare a temperature non inferiori a - 5°C, ma può essere esposto durante il trasporto ed il magazzinaggio a temperature ambiente sino a - 25°C.
	C2	Il trasformatore è atto a funzionare, essere trasportato ed immagazzinato a temperature ambiente sino a -25°C..

Tabella 3

CLASSE DI COMPORTAMENTO AL FUOCO	F0	Non è previsto un particolare rischio di incendio. Non vengono prese particolari misure per limitare l'infiammabilità, a parte le caratteristiche intrinseche al progetto del trasformatore.
	F1	Trasformatori soggetti a rischio di incendio. E' richiesta l'infiammabilità ridotta. Entro un tempo determinato, da concordarsi se non specificato da Norma CEI) tra costruttore e acquirente, il fuoco deve autoestinguersi (è ammessa una debole fiamma con consumo energetico di sostanze tossiche e di fumi opachi.I materiali impiegati devono fornire solo un limitato contributo di energia termica ad un incendio esterno.
	F2	Per mezzo di dispositivi particolari, il trasformatore deve essere atto a funzionare, per un tempo definito quando investito da incendio esterno. Devono essere rispettate anche le prescrizioni relative alla classe F1.

Il costruttore dovrà dichiarare, conformemente a quanto specificato dalle norme vigenti , sia in sede di preventivo che di accettazione d'ordine, l'appartenenza dei trasformatori offerti alle succitate classi; le stesse dovranno poi essere anche stampigliate sulla targa caratteristiche delle macchine .

Il costruttore dovrà inoltre dimostrare, già in sede di offerta, di avere superato presso un laboratorio ufficiale tutte le prove prescritte dalla Norme per la classi ambientali e climatiche sopra descritte.

Per quanto riguarda la classe di comportamento al fuoco F1 il costruttore dovrà dimostrare infine che in caso di incendio , i gas emessi dal sistema epossidico utilizzato rientrano comunque nei limiti stabiliti dalle Norme menzionate al precedente paragrafo 1.2 .

1.5 Certificazione del Sistema di Qualità

Il costruttore deve produrre, unitamente all'offerta, la Certificazione attestante che il proprio Sistema di Qualità è conforme alla Norma UNI - EN - ISO 9001 : 2000.

2. PRESCRIZIONI COSTRUTTIVE

I trasformatori dovranno essere costruiti a regola d'arte con l'impiego di materiali della migliore qualità in accordo con quanto stabilito dalla Norme di costruzione, dai regolamenti di sicurezza e dalla presente specifica.

2.1 Isolamento e raffreddamento

I trasformatori saranno del tipo ad isolamento in resina e raffreddamento naturale in aria. La resina isolante sarà del tipo epossidico; il processo di polimerizzazione dovrà avvenire sotto vuoto ad alta temperatura per permettere l'eliminazione dei gas eventualmente presenti nella resina ancora fluida. La resina impiegata dovrà assicurare le seguenti proprietà principali:

- tenuta alle sollecitazioni ad impulso;
- tenuta alle sollecitazioni di corto circuito ;
- contenuto minimo di scariche elettriche parziali (valore rilevato riferito all'intera struttura $\leq 20\text{pC}$);
- completa assenza di igroscopicità ;
- autoestinguenza al cessare della causa di incendio;
- coefficiente di dilatazione termica il più possibile vicino al coefficiente di dilatazione termica dei conduttori impiegati.

2.2 Nucleo e Avvolgimenti

Nucleo: Il nucleo magnetico (fig. 1) dovrà essere costruito con lamierini a cristalli orientati a basse perdite specifiche isolati sulle due facce ed assiemati in modo da formare colonne pressochè circolari.

Sarà corredato di carpenterie metalliche zincate a caldo e/o verniciate, con supporti specifici per il fissaggio degli avvolgimenti di bassa e media tensione.

Nelle macchine con potenze elevate i blocchetti di sospensione degli avvolgimenti saranno dotati di molle a spirale per compensare le dilatazioni termiche durante l'esercizio.

Nelle giunzioni tra colonne e gioghi i lamierini saranno tagliati con sistema "step-lap" per ridurre al minimo le perdite.

Il nucleo sarà trattato con vernici non igroscopiche e contro la corrosione.

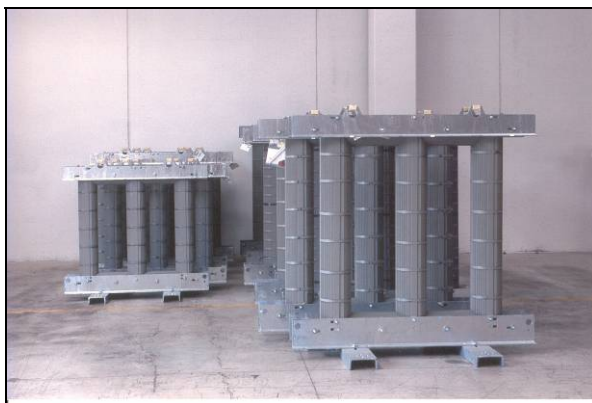


Fig 1

Avvolgimento Primario: L'avvolgimento di media tensione (fig. 2) avente come conduttore l'alluminio e/o il rame sarà inglobato in resina sotto vuoto tramite l'impiego di uno stampo appropriato.

La classe di isolamento dei materiali dielettrici utilizzati sarà " F ".



Fig 2

Avvolgimento Secondario: L'avvolgimento (fig. 3) sarà realizzato in nastro di alluminio e/o rame per contenere al minimo gli sforzi assiali e radiali derivanti da sollecitazioni di corto circuito. Esso sarà del tipo interavvolto con isolante flessibile pre-impregnato.

La classe d ' isolamento dei materiali dielettrici utilizzati sarà " F ".



Fig 3

2.3 Terminali

Terminali lato primario : I terminali lato primario , costituiti da piastrine forate in rame per permettere un facile serraggio dei terminali dei cavi , saranno posizionati nella mezzeria delle bobine MT e fissati su opportuni isolatori solidali con le bobine stesse .

Terminali lato secondario : I terminali lato secondario saranno riportati nella parte superiore dei trasformatori ammassati su isolatori e sul lato opposto rispetto ai terminali MT.

Tale componente sarà in alluminio trattato con un processo elettrolitico di ramatura per permettere un perfetto accoppiamento con barre e/o capicorda attestati al cavo .

3. ACCESSORI

I trasformatori saranno equipaggiati con i seguenti accessori :

ACCESSORI DI SERIE:

- Isolatori portanti per collegamenti AT ; (1)
- Piastre di attacco per collegamenti bt ; (2)
- Morsettiera ad azionamento manuale manovrabile a macchina disinserita per la regolazione del rapporto di trasformazione; (3)
- Golfari per il sollevamento; (4)
- Carrello con n.4 ruote orientabili; (5)
- Attacchi per il traino; (6)
- Morsetti di terra; (7)
- Targa caratteristiche a Norme CEI; (8)
- N.3 termosonde PT 100 Ohm cablate a morsettiera dentro cassetta; (9)

ACCESSORI OPZIONALI:

- N.1 centralina per il controllo e la visualizzazione delle temperature a due livelli di intervento (tensione di alimentazione AC e DC universale).
- Sistema di ventilazione per incremento potenza 20% (fig. 4) e 40% (fig. 5)
- Box di contenimento metallico in lamiera da interno o da esterno (fig. 6)



Fig 4



Fig 5



Fig 6

4. PROVE DI COLLAUDO

I trasformatori dovranno superare con esito positivo sia le prove di accettazione sia le prove di tipo eventualmente richieste. La committente si riserva il diritto di presenziare le prove con proprio personale o con suoi rappresentanti. Il costruttore dovrà avvisare la committente con sufficiente anticipo circa la data di inizio dei collaudi. In ogni caso saranno allegati alla documentazione finale i certificati di collaudo relativi alle prove effettuate.

Le prove dovranno essere eseguite in completo accordo con le Norme CEI vigenti di seguito elencate :

- *misura della resistenza degli avvolgimenti;*
- *misura del rapporto di trasformazione e controllo delle polarità degli avvolgimenti;*
- *misura della tensione di cortocircuito (presa principale), dell'impedenza di cortocircuito e delle perdite dovute al carico;*
- *misura delle perdite e della corrente a vuoto;*
- *prova di isolamento con tensione applicata;*
- *prova di isolamento con tensione indotta;*
- *misura del livello di scariche parziali.*

4.1 Controlli di fabbricazione su Avvolgimenti Inglobati

Il costruttore dovrà rilasciare il certificato comprovante l'avvenuta misura delle temperature di transizione vetrosa, mediante calorimetro differenziale , della resina utilizzata per l'inglobamento di ciascun Avvolgimento MT. Tale esame ha lo scopo di:

- **valutare il corretto rapporto di miscelazione tra i vari componenti il sistema epossidico;**
- **verificare la correttezza del procedimento di polimerizzazione;**
- **determinare la resistenza alle fessurazioni di ciascun Avvolgimento MT.**


5. PROVE DI TIPO

Se richiesto, la committente si riserva la possibilità di eseguire le seguenti prove che verranno quotate separatamente :

- **Prova ad impulso ad onda piena secondo Norme CEI ;**
- **Prova di riscaldamento eseguita in conformità a quanto prescritto dalle vigenti Norme CEI 14.8 par. 21.1.3 .**
- **Misura del livello di rumore secondo Norme CEI .**

In allegato al documento una scheda tecnica tipica di un trasformatore di serie.

ALLEGATO 1

		<p align="center">SCHEDA TECNICA TRASFORMATORE</p>		<p align="center">Accettazione</p>		
		<p align="center">DESCRIZIONE <i>Trasf. in resina 1600 Kva cl. 17 Kv</i></p>		Numero	Data	
N°	Caratteristica	U.M.	Valore		Cliente	
1	Quantità		2		Indirizzo	
2	Potenza nominale	kVA	1.600			
3	Frequenza	Hz	50			
4	N° fasi	N°	3		Data consegna	
5	Tensioni primarie	V	15.000			
6	Campo di regolazione tensione		(±2) (-2) x 2,5 %			
7	Tensioni secondarie	V	400		Destinatario della merce (se diverso dall'istituzionato)	
8	Liv. isolam. primario: Um/FI/imp	kV	17.5/38/75			
9	Liv. isolam. second.: Um/FI/imp.	kV	1.1/3			
10	Gruppo vettoriale		Dyn11		<p>N.B.</p> <p>1) Le dimensioni e i pesi sono indicativi</p> <p>2) Il valore di pressione acustica è relativa a una distanza di 1 m con una tolleranza di +3 dB</p> <p>3) Le garanzie tecniche sono riferite alla tensione nominale primaria (per doppia tensione alla maggiore)</p> <p>4) Tolleranze sui valori garantiti come da Norme CEI 14.8</p> <p>5) Il valore di perdite dovute al carico a temperature diverse da 75°C si ottiene moltiplicando il valore al campo 21 per: k=1,083 per T=100°C; k=1,15 per T=120°C</p> <p>6) I relativi certificati di collaudo saranno spediti allegati alla bolla di accompagnamento trasformatori</p>	
11	Collegamento primario		Triangolo			
12	Collegamento secondario		Stella			
13	Cl. climat., ambient. e comp. al fuoco		E2-C2-F1			
14	Classi di isolamento prim./second.		F/F			
15	Temperatura ambiente massima	°C	40			
16	Sovratemp.nucleo/prim./second.	K	-/100/100			
17	Installazione		interna			
18	Raffreddamento		AF			
19	Altitudine	m	≤ 1.000			
20	Perdite a vuoto a Un	W	3500			
21	Perdite dovute al carico a 75°C	W	13500			
22	Tensione di corto circuito a 75°C	%	6			
23	Corrente a vuoto a Un	%	0,9			
24	Pressione acustica	dB(A)	62			
25	Dimensioni	mm	Lu: 1780 La: 1010 H: 2205			
26	Peso	kg	3450			
27	Interasse ruote	mm	820			
28	Livello scariche parziali	pC	≤ 20			
Accessori di serie				NOTE		
N°1 terna di termoresistenze Pt 100 (se non richiesto diversamente)						
Cassetta di centralizzazione servizi ausiliari						
Piastre per terminali MT e BT - N° 2 morsetti di terra						
Golfari di sollevamento						
Carrello con ruote orientabili - Attacchi per il traino						
Targa caratteristiche						
Altri accessori						
Centralina termometrica	modello					
Termosensori (se diversi da 3 Pt 100)	modello					
Termometro	modello					
Coprimorsetteria	s/n	n				
Ruote gommate	s/n	n				
Schermo elettrostatico	s/n	n				
Bulloneria in acciaio inox	s/n	n				
Carpenteria zincata	s/n	n				
Ravvicinamento terminali BT- soluz.A	Interasse					
Ravvicinamento terminali BT- soluz.B	Interasse					
Scudi	s/n	n				
Connettori	modello					
Tipo cavo		n				
Ventilatori	modello					
Quadretto	modello					
Box	Installaz.					
Dimensioni: Lu x La x H	IP					
	RAL					
Flange ingresso	Vernic.					
MT:	Peso					
BT:						