ZUCCHINI

Distribuzione

Trasformatori in resina

GUIDA TECNICA 11

ZUCCHINI

Zucchini risponde

Vuoi richiedere l'invio di cataloghi e guide e ricevere informazioni di carattere commerciale?

Chiama il numero verde:

Numero Verde **800-837035** *

Per informazioni tecniche sui prodotti chiama il numero:

030.2017100

Telefonata a carico del chiamante

oppure inoltra un fax al numero:

030.2009726

Vuoi scaricare gratuitamente documentazione e software?

Consulta il sito:

www.zucchinispa.it

* Numero attivo dal lunedì al venerdì dalle ore 8.30 alle 18.30 e il sabato dalle ore 8.30 alle 12.30

Richiedi a BTicino

Il presente documento è parte integrante di una serie di guide tecniche destinate ad installatori e progettisti.

DOCUMENTAZIONE TECNICA DISTRIBUZIONE:

Criteri di progettazione

BTDIN

MEGATIKER e MEGASWITCH

MEGABREAK

Selettività e back-up

TICONTROL

SPD

Quadri, armadi e centralini

INDICE

Caratteristiche generali **2**

Descrizione trasformatori EdM 2

Certificazioni 3

Applicazioni 4

Gamma 6

Caratteristiche costruttive 8

Avvolgimento di media tensione 9

Avvolgimento di bassa tensione 11

Caratteristiche ambientali, climatiche e di resistenza al fuoco 12

Sistema CLE (bassa emissione elettromagnetica certificata) 13

Criteri di scelta dei trasformatori **14**

Informazioni tecniche **36**

Installazione e manutenzione **55**

Descrizioni trasformatori EdM

EdM vanta una lunga esperienza nella produzione di trasformatori inglobati in resina epossidica sottovuoto fino a 36kV, offrendo al mercato prodotti di elevata qualità con prestazioni eccellenti in numerosi e diversi ambiti applicativi. **EdM è uno tra i più importanti produttori di trasformatori in resina in Europa**, capace di garantire, grazie ad un costante investimento in ricerca e sviluppo, un processo produttivo all'avanguardia sia sotto il profilo della produttività che della qualità del prodotto.

La rispondenza alle specifiche Norme Internazionali e Nazionali, così come la conformità alle classi C2, E2, F1, consente di impiegare i trasformatori EdM in numerosi contesti installativi ed ambientali. L'assenza di liquidi isolanti, l'autoestinguenza senza emissioni di gas tossici e i contenuti livelli di rumorosità, rappresentano inoltre una tutela per l'ambiente e per la salute delle persone.

Certificazioni

NORME
La sicurezza e la continuità di esercizio delle specifiche utenze dipendono in modo essenziale dall'affidabilità dei trasformatori installati.
I trasformatori in resina EdM sono stati progettati e realizzati secondo le prescrizioni stabilite dalle principali normative nazionali ed internazionali.

PROVE E COLLAUDO
Tutti i trasformatori in resina prodotti da EdM, prima di essere forniti al cliente, vengono singolarmente collaudati e devono superare con esito positivo le prove di accettazione ed eventualmente di tipo, se espressamente richieste in fase di ordinazione.
Al termine delle prove di accettazione viene allegato ad ogni trasformatore uno specifico bollettino di collaudo.

Sia la società committente che l'eventuale cliente finale possono riservarsi il diritto di partecipare ai collaudi presso la sala prova di EdM e di poter procedere, previo avviso, a visite ispettive prima e durante il corso dell'esecuzione della commessa.

PROVE DI ACCETTAZIONE

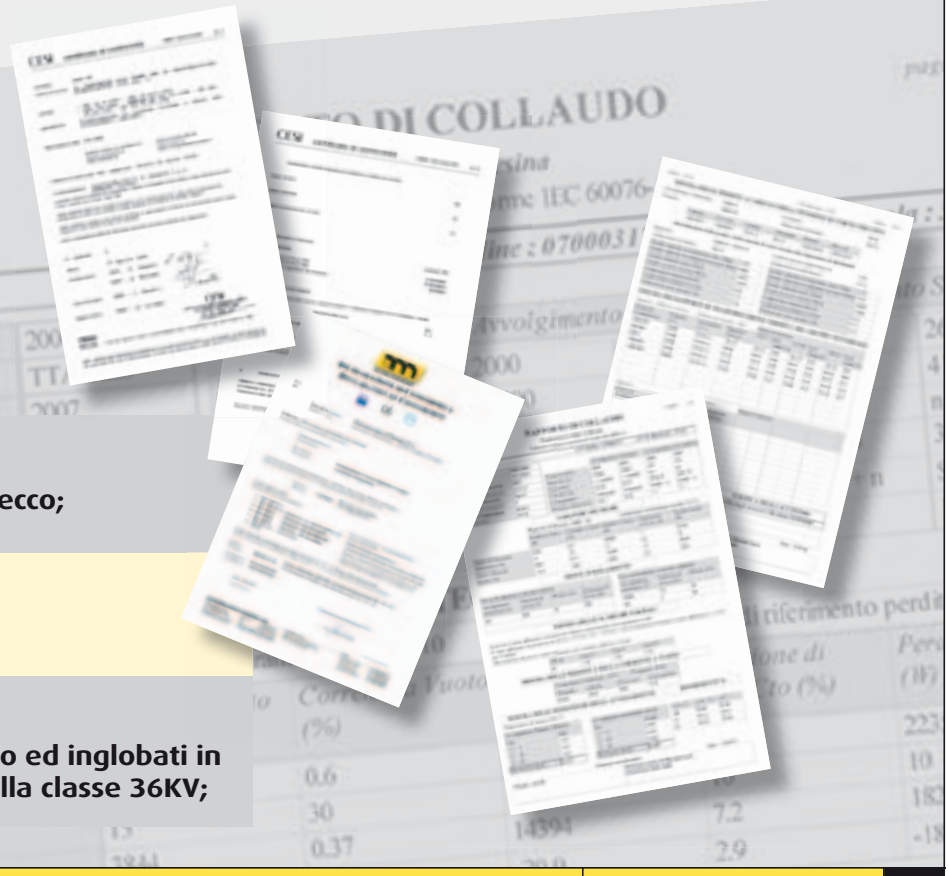
• Misura della resistenza degli avvolgimenti	IEC 60076-1
• Misura del rapporto di trasformazione e controllo delle polarità e dei collegamenti	IEC 60076-1
• Misura tensione di corto circuito e delle perdite dovute al carico	IEC 60076-1
• Misura delle perdite a vuoto e della corrente a vuoto	IEC 60076-1
• Prova di isolamento con tensione applicata	IEC 60076-3
• Prova di isolamento con tensione indotta	IEC 60076-3
• Misura delle scariche parziali	IEC 60076-11

PROVE DI TIPO

• Prova ad impulso atmosferico	IEC 60076-3
• Prova di riscaldamento	IEC 60076-2

PROVE SPECIALI

• Misura del livello di rumore	IEC 60076-10
• Prova di tenuta al cortocircuito	IEC 60076-11



IEC 60076-11 (2004):
Trasformatori di potenza a secco;

IEC 60076
Trasformatori di potenza;

HD 538.1 S1 (1992)
Trasformatori del tipo a secco ed inglobati in resina con isolamento fino alla classe 36KV;

Applicazioni

I trasformatori in resina EdM trovano impiego in un vasto campo di applicazioni e rappresentano la risposta più affidabile per impianti di distribuzione, produzione di energia, raddrizzamento, trazione e per soluzioni speciali.

DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA:

TERZIARIO
- Ospedali
- Banche
- Scuole
- Centri commerciali e culturali
- Centri direzionali

INFRASTRUTTURE
- Aeroporti
- Installazioni militari
- Porti ed installazioni off-shore

INDUSTRIA IN GENERE

CONVERSIONE E RADDRIZZAMENTO

- Sistemi di condizionamento
- Gruppi di continuità
- Ferrovie, metropolitane, tramvie e funivie
- Impianti di sollevamento e pompaggio
- Linee di saldatura
- Forni a induzione
- Propulsione navale

TRASFORMATORI ELEVATORI PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA

- Parchi eolici
- Impianti fotovoltaici
- Impianti di cogenerazione
- Applicazioni industriali

TRASFORMATORI PER RADDRIZZAMENTO E TRAZIONE

I trasformatori per raddrizzamento e trazione sono caratterizzati da:

- perdite totali estremamente basse
- progetto ottimizzato in base al carico armonico specifico dell'applicazione
- dimensioni contenute
- avvolgimenti studiati per ottimizzare la sovratemperatura di funzionamento
- progetto resistente alle sollecitazioni di rete

TRASFORMATORI PER GENERATORI EOLICI E FOTOVOLTAICI

I trasformatori per generatori eolici e fotovoltaici sono caratterizzati da:

- perdite totali estremamente basse
- altezza e larghezza molto contenute
- elevata resistenza all'impulso atmosferico
- progetto ottimizzato per carichi variabili
- elevata silenziosità di esercizio
- predisposizione per il montaggio di scaricatori
- predisposizione per l'integrazione meccanica nel generatore eolico

TRASFORMATORI PER APPLICAZIONI MARINE

I trasformatori per applicazioni marine sono caratterizzati da:

- progetto ottimizzato in base al carico armonico specifico
- dimensioni e peso contenuti
- esperienza di EdM nel settore specifico
- adattabilità del progetto alle condizioni dimensionali di installazione
- box specifico di contenimento e raffreddamento

Gamma

La gamma di trasformatori in resina EdM è molto ampia e consente di rispondere a tutte le esigenze del mercato, attraverso un'offerta di prodotti di serie ed un'offerta di prodotti speciali su specifica richiesta.

OFFERTA PRODOTTI DI SERIE:

Trasformatori di distribuzione
- Potenza nominale: 100÷3150 kVA
- Tensione nominale primaria: fino a 36kV
- Tensione nominale secondaria: fino a 433V

OFFERTA PRODOTTI SPECIALI:

Trasformatori speciali
- Potenza nominale: fino a 20.000 kVA
- Tensione nominale primaria: fino a 36kV
- Tensione nominale secondaria: a richiesta

Per i trasformatori speciali, si prega di contattare EdM, che offrirà tutta la necessaria assistenza e competenza tecnica nell'individuare la corretta soluzione per soddisfare al meglio le caratteristiche e le esigenze specifiche del progetto.

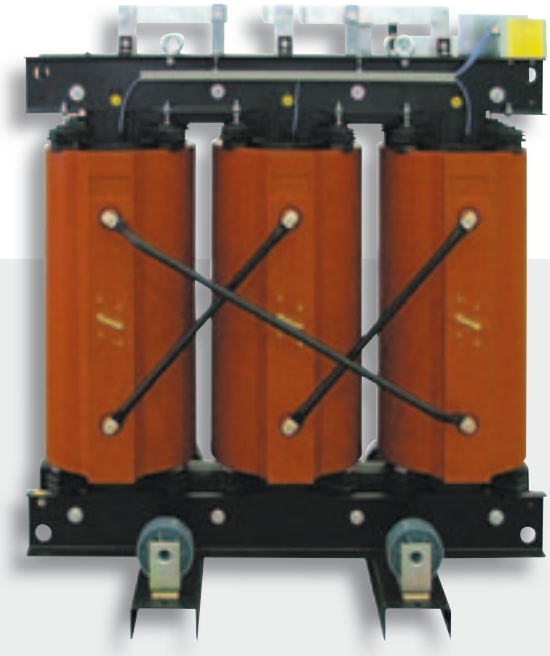
I trasformatori in resina EdM di serie, vengono classificati in base alle perdite a vuoto P_0.
Sono disponibili quattro categorie di trasformatori:

R – RIDOTTE

N – NORMALI

D – DISTRIBUZIONE

S – STANDARD



I trasformatori in resina EdM vengono forniti:
- in esecuzione standard (grado di protezione IP00)
- con box di protezione a richiesta (grado di protezione IP21, IP31 o IP23)

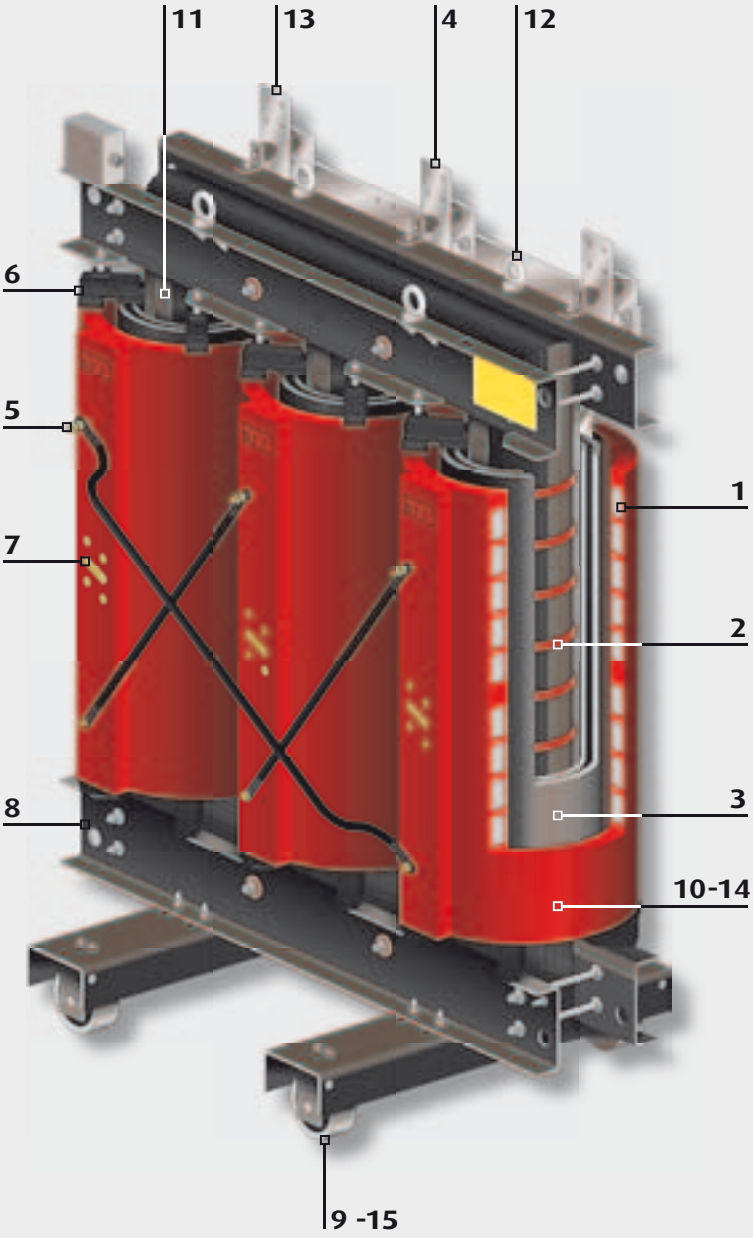
EQUIPAGGIAMENTO DI SERIE
- Ruote orientabili
- Golfari di sollevamento
- Morsetti per il collegamento a terra

ACCESSORI A RICHIESTA
- Termosonde Pt100 con cassetta di collegamento
- Termistori PTC (in alternativa alle termosonde Pt100)
- Centralina elettronica per il controllo termico, con ingressi per PTC, senza visualizzazione della temperatura
- Centralina elettronica per il controllo termico, con ingressi per Pt100 e visualizzazione della temperatura
- Sistemi di ventilazione forzata per aumentare la potenza del trasformatore
- Terminazioni MT per connessioni ad innesto (Elastimold)
- Box di protezione trasformatore
- Kit di messa a terra
- Kit di scaricatori di tensione

Per ulteriori accessori o esecuzioni speciali si prega di contattare EdM.

Caratteristiche costruttive

EdM si distingue per una produzione di alta qualità, grazie all'utilizzo di tecniche e apparecchiature costruttive all'avanguardia, all'attenzione costante durante tutto il processo produttivo e ad un controllo severo in fase finale, che interessa il 100% della produzione.



1 Avvolgimenti MT in bobine di nastro di alluminio, inglobate in resina sotto vuoto.

2 Nucleo a tre colonne in lamierino magnetico a cristalli orientati ad alta permeabilità, disponibile anche a basse perdite.

3 Avvolgimenti BT in lastra/foglio di alluminio e materiale isolante impregnate sotto vuoto.

4 Attacchi BT in esecuzione verso l'alto (standard) o verso il basso (a richiesta).

5 Attacchi MT in esecuzione verso l'alto (standard) o verso il basso (a richiesta).

6 Pressabobine con inserti in gomma che attenuano la trasmissione delle vibrazioni tra nucleo e avvolgimenti e riducono al minimo il rumore di funzionamento generato del trasformatore oltre ad assorbire le dilatazioni termiche degli elementi.

7 Prese sul lato MT per l'adattamento della tensione primaria alla rete, impostabili con trasformatore fuori tensione.

8 Struttura, armature e carrello, realizzati con robusta lamiera in acciaio verniciato.

9 Carrello con ruote orientabili su due direzioni perpendicolari.

10 L'isolamento in resina epossidica ha un elevato punto di infiammabilità ed un'elevata autoestinguenza e rende il trasformatore esente da manutenzione.

11 Il controllo della temperatura di funzionamento è effettuato tramite sonde Pt100 oppure PTC poste nell'avvolgimento BT.

12 Golfari di sollevamento a norma DIN-580 UNI-2947 con aggancio di sicurezza a 4 punti.

13 Predisposizione opzionale del collegamento BT per allacciarsi ai condotti sbarra Zucchini.

14 Materiali isolanti in classe F, con sovratemperatura degli avvolgimenti di 100° K.

15 Il carrello consente una sicura movimentazione ed è predisposto per il montaggio di un box di contenimento solidale.

Avvolgimento di media tensione

L'avvolgimento di Media Tensione, eseguito su macchine avvolgitrici altamente automatizzate, è costruito con la tecnica del disco continuo e realizzato in nastro di alluminio, con integrato un doppio strato di materiale isolante.
Questo tipo di lavorazione consente di ottenere un'uniformità dello spessore interno ed esterno della resina e garantisce l'uniforme resistenza a sollecitazioni dielettriche, alle quali il trasformatore sarà sottoposto in fase di collaudo o nel corso del suo esercizio sul luogo di installazione.

Sull'avvolgimento primario sono previste le prese per la regolazione della tensione primaria pari al valore ± 2 x 2,5%, realizzate con boccole in ottone affioranti dalla resina, bulloneria in ottone e numerazione indelebile (non con etichette adesive).
La classe termica dei materiali isolanti impiegati corrisponde alla classe F, con le sovratemperature ammesse dalla norma IEC 60076-11.

Moderne avvolgitrici a controllo elettronico.

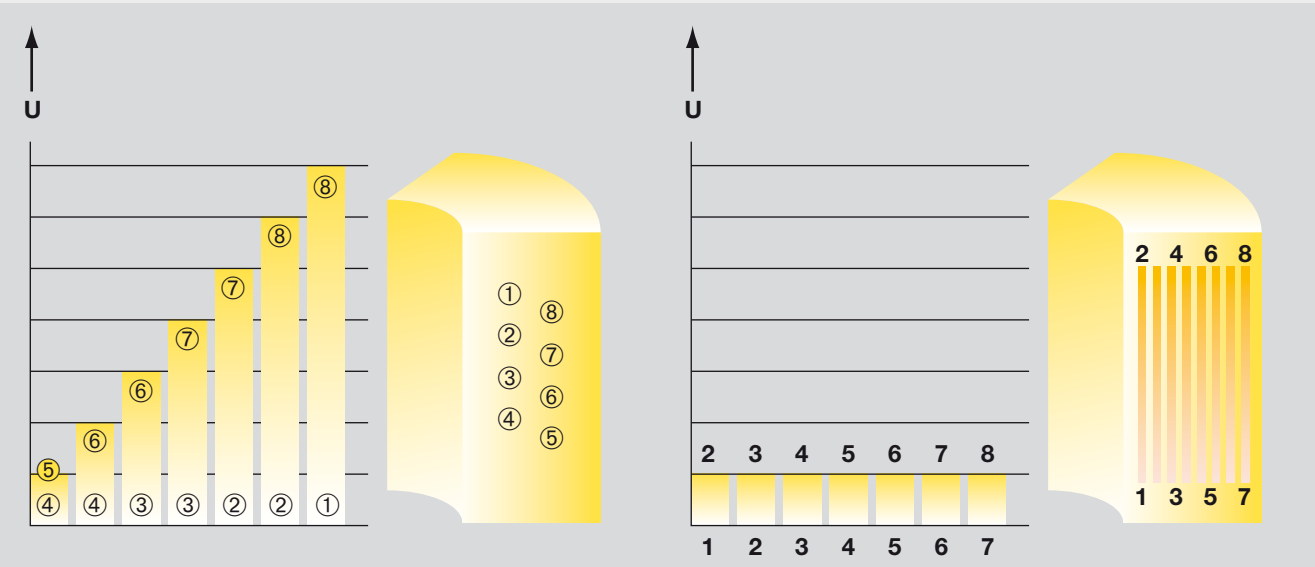
L'impianto di colata sotto vuoto spinto.

Avvolgimento di media tensione

La realizzazione degli avvolgimenti di MT in nastro, anziché in filo, sollecita in misura minore l'isolante posto tra le spire. Negli avvolgimenti tradizionali, realizzati con un conduttore a sezione circolare, ciascuno strato dell'avvolgimento è costituito da un numero n di spire affiancate. Negli avvolgimenti realizzati con conduttori a nastro, ciascuno strato è costituito da una sola spira.

Se si indica con u_s la tensione di una singola spira di un avvolgimento, negli avvolgimenti a nastro la tensione fra spire appartenenti a due strati adiacenti è sempre pari a u_s, mentre negli avvolgimenti tradizionali tale tensione assume il valore massimo di $(2n - 1)\ u_s$, come evidente nell'immagine successiva.

Ripartizione della tensione tra le spire dell'avvolgimento di media tensione



Avvolgimento realizzato con conduttore a filo: la tensione aumenta con il numero delle spire

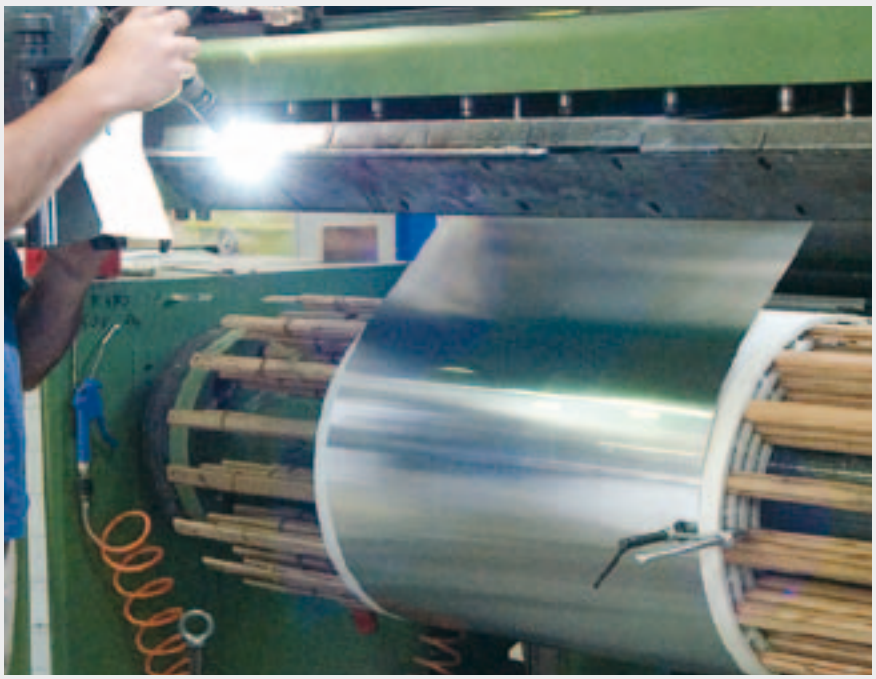
Avvolgimento realizzato con conduttore a nastro: la tensione si ripartisce in modo uniforme

I trasformatori con avvolgimenti a nastro presentano quindi una maggior capacità di tenuta alle tensioni ad impulso e a frequenza industriale, nonché una minor probabilità di essere sede di scariche parziali. L'avvolgimento a nastro ha anche il vantaggio di ridurre drasticamente gli sforzi assiali dovuti alle correnti di cortocircuito.

Avvolgimento di bassa tensione

L'avvolgimento di Bassa Tensione, realizzato a mezzo di apposite avvolgitrici, è composto da un nastro di alluminio unico, di altezza meccanica pari all'altezza elettrica dell'avvolgimento di MT, con integrato un foglio di materiale isolante che può essere in classe F oppure in classe H. L'avvolgimento siffatto garantisce all'avvolgimento stesso una compattezza tale da formare un unico cilindro resistente ad eventuali sforzi assiali e radiali, conseguenti a fenomeni di corto circuito.
Tutte le saldature del nastro conduttore con le barre di uscita sono realizzate mediante saldatura di testa in atmosfera inerte e sotto controllo elettronico, in modo da evitare qualsiasi codolo di materiale che possa incidere o danneggiare, per sollecitazione ripetuta, l'isolante interposto tra capo di uscita e spira successiva.
Tale avvolgimento è poi impregnato con resina epossidica, mediante trattamento sotto vuoto, in modo da conferire la necessaria compattezza ed omogeneità, oltre che evitare l'assorbimento di umidità nel corso della vita della macchina, in qualsiasi ambiente la stessa si trovi ad operare.
Questo trattamento consente di rispondere alla classificazione del sistema a livello F1 secondo le norme IEC 60726 e IEC 60076-11.

Sistema di avvolgimento BT



Saldatura TIG in atmosfera controllata per gli attacchi BT.

Caratteristiche ambientali, climatiche e di resistenza al fuoco

La norma IEC 60076-11 (HDL 464 S1 1988) identifica con un codice alfanumerico le classi ambientali, climatiche e di comportamento al fuoco dei trasformatori a secco.

- **classe ambientale (E0 – E1- E2)**
- **classe climatica (C1 – C2)**
- **classe di comportamento al fuoco (F0 – F1)**

Grazie all'utilizzo di una resina epossidica di elevata qualità, tutti i trasformatori EdM riducono al minimo l'impatto ambientale e sono conformi alle seguenti classi:

- **classe ambientale E2**
- **classe climatica C2**
- **classe di comportamento al fuoco F1**

PROVE AMBIENTALI

E0
Nessuna condensa sul trasformatore, inquinamento trascurabile, installazione in ambiente pulito e asciutto.

E1
Condensa occasionale e modesto inquinamento.

E2
Il trasformatore è soggetto a condensa consistente, a inquinamento intenso, o ad entrambi i fenomeni.

PROVE CLIMATICHE

C1
Il trasformatore non è atto a funzionare a temperature inferiori a –5°C, ma può essere esposto a –25°C durante il trasporto e il magazzinaggio.

C2
Il trasformatore può funzionare, essere trasportato ed immagazzinato fino a –25°C.

RESISTENZA AL FUOCO

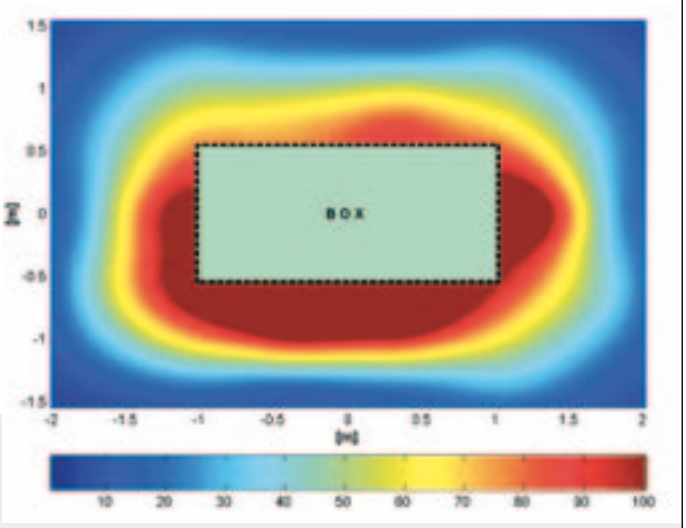
F0
Non è previsto il rischio d'incendio e non sono prese misure per limitare l'infiammabilità.

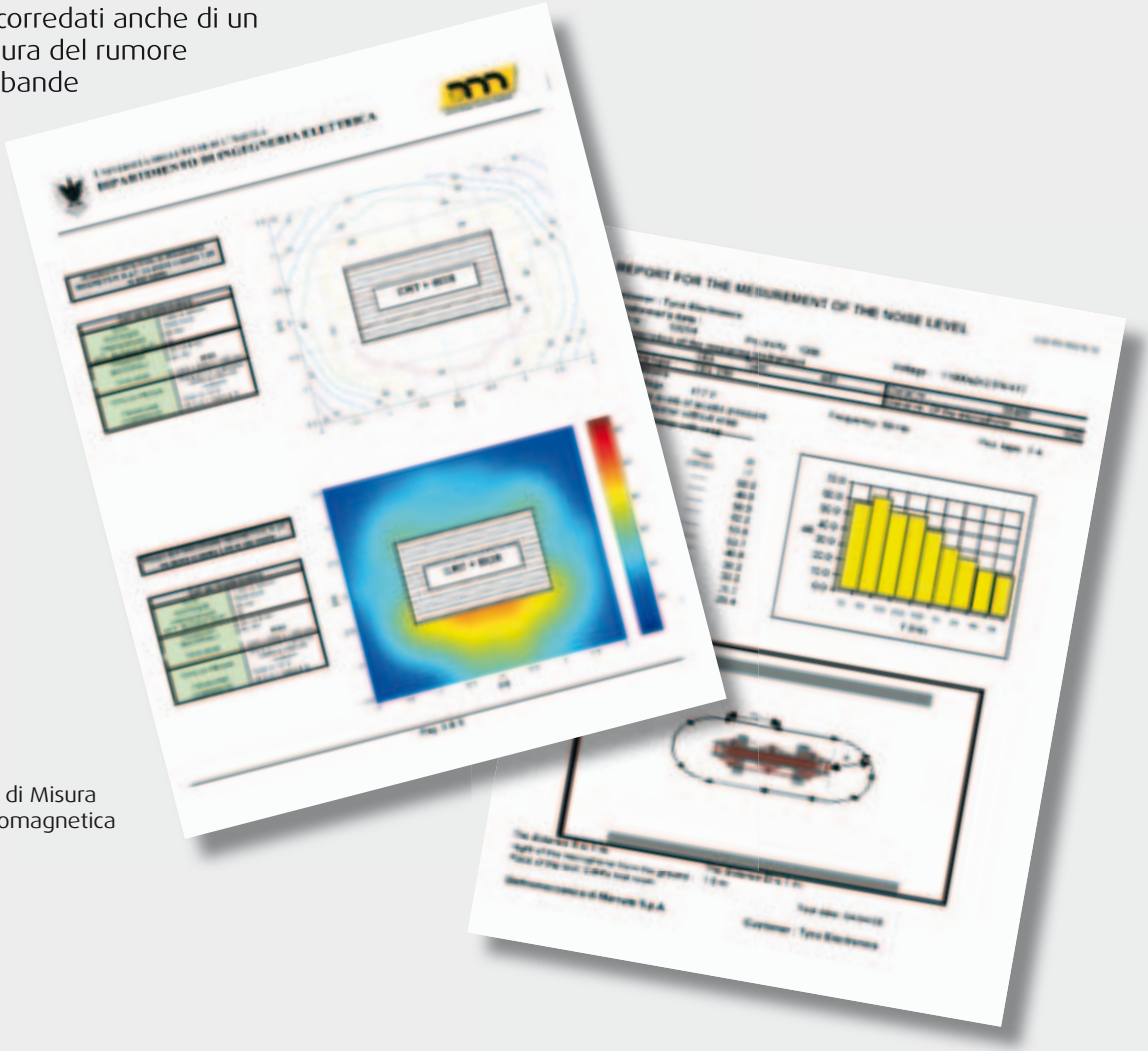
F1
Il trasformatore è soggetto a rischio d'incendio ed è richiesta un'infiammabilità ridotta.
Il fuoco sul trasformatore deve estinguersi entro limiti prestabiliti.

La classe termica dei materiali isolanti impiegati è corrispondente alla classe F e le sovratemperature ammesse sono quelle riportate nelle specifiche norme relative al prodotto trasformatore.

Sistema CLE (bassa emissione elettromagnetica certificata)

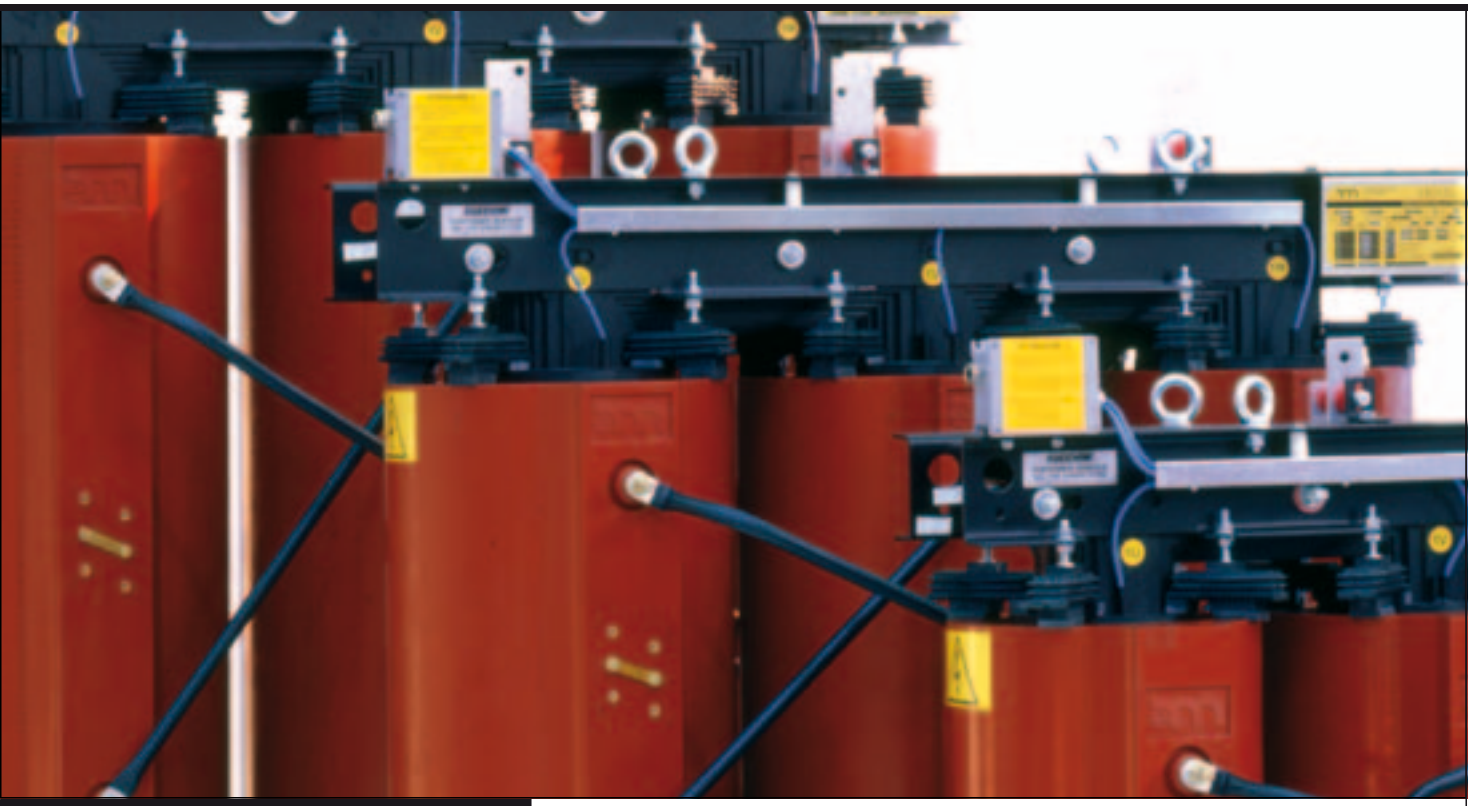
Il Sistema CLE a bassa emissione elettromagnetica è conforme al DPCM 8/7/2003, e si applica alle sottostazioni e alle cabine elettriche in media e bassa tensione.
Il sistema di trasformazione CLE (Certified Low Emission) consiste in una gamma di particolari trasformatori in resina alloggiati in box, progettati e costruiti per poter essere utilizzati in ambienti di lavoro con presenza continuativa di personale.
Le soluzioni costruttive adottate per i sistemi di trasformazione CLE ne limitano infatti l'emissione elettromagnetica a valori molto inferiori di 10 microTesla (l'obiettivo di qualità EdM è di 3 microTesla) in qualunque direzione, come richiesto dal DPCM 8/7/2003.
Ogni sistema di trasformazione CLE viene corredato di uno specifico rapporto di misura delle emissioni elettromagnetiche.
Grazie alla disponibilità di una moderna camera anecoica, i sistemi di trasformazione CLE possono venir corredati anche di un rapporto di misura del rumore articolato sulle bande di emissione.





Esempi di rapporto di Misura di emissione elettromagnetica e di rumore

CRITERI DI SCELTA DEI TRASFORMATORI



INDICE DI SEZIONE

16 Tipologie di trasformatori

18 La scelta dei trasformatori

18 Confronto tecnico

19 Vantaggi dei trasformatori in resina EDM

21 Confronto economico

22 Trasformatori a ridotte perdite per il risparmio energetico

24 Protezioni contro le sovratemperature

26 Ventilazione dei trasformatori

28 La protezione contro i sovraccarichi

32 La protezione contro il cortocircuito

33 La protezione contro il cortocircuito con fusibili MT

33 La protezione contro il cortocircuito con interuttore MT

34 Protezione dalle sovratensioni

35 I principali gruppi vettoriali dei trasformatori

Tipologie di trasformatori

I trasformatori di media tensione sono generalmente classificati in tre tipologie a seconda delle loro caratteristiche costruttive. Nelle pagine di seguito si vedranno spesso dei confronti tra le caratteristiche dei trasformatori in resina e di quelli in olio.
Le tre tipologie di trasformatori sono:

- Trasformatori a secco isolati in resina
- Trasformatori in olio
- Trasformatori isolati in aria

TRASFORMATORI IN RESINA

I trasformatori a secco, con uno o più avvolgimenti inglobati, vengono comunemente denominati trasformatori in resina. Queste macchine, grazie all'evoluzione raggiunta nelle tecniche costruttive, trovano sempre più largo impiego per la loro affidabilità e per il minor impatto ambientale rispetto ai trasformatori in olio, in quanto riducono i rischi d'incendio e di spargimento di sostanze inquinanti nell'ambiente.
Gli avvolgimenti di media tensione, realizzati con bobine in fili o, ancora meglio, in nastri di alluminio isolati tra di loro, sono posti in uno stampo, nel quale viene effettuata la colata della resina epossidica sottovuoto, per impedire inclusioni di gas negli isolanti. Gli avvolgimenti risultano così inglobati in un involucro cilindrico, impermeabile, meccanicamente robusto, a superficie liscia, che evita sia il deposito di polveri che l'azione di agenti inquinanti.
Gli avvolgimenti di bassa tensione sono generalmente realizzati in un foglio unico di alluminio, alto quanto la bobina, isolati mediante opportuno materiale e trattamento termico.
I trasformatori in resina sono isolati in classe F con sovratemperature massime dell'ordine di 100°K.

Trasformatore in resina EDM

TRASFORMATORI IN OLIO

I trasformatori in olio hanno gli avvolgimenti inseriti all'interno di un involucro riempito generalmente di olio minerale, che ha la doppia funzione di garantire un adeguato isolamento tra gli avvolgimenti e le masse e disperdere il calore generato dal normale funzionamento del trasformatore stesso. L'olio aumenta di volume con il crescere della temperatura ambiente o del carico del trasformatore stesso. Per compensare queste variazioni di volume alcuni trasformatori sono dotati di un "vaso di espansione", situato nella parte superiore che serve appunto a compensare le variazioni di volume del liquido isolante. Questo serbatoio, definito "conservatore", comunica con l'esterno mediante filtri che hanno la funzione di eliminare l'umidità che accumulandosi potrebbe provocare dei cedimenti delle proprietà dielettriche dell'olio con conseguenti problemi al trasformatore stesso.
La rigidità dielettrica del liquido isolante può essere seriamente compromessa dall'inefficacia del sistema di filtraggio. Per questo motivo i filtri devono essere verificati periodicamente ed eventualmente sostituiti. Altre tipologie di trasformatori in olio invece non prevedono il conservatore ed il liquido è contenuto nell'involucro a tenuta stagna, dove sono collocati gli avvolgimenti. In questi tipi di trasformatori le variazioni di volume vengono compensate da un polmone di aria secca e azoto che funge da regolatore di volume. Il problema di questi trasformatori è che con il tempo non è possibile garantire la tenuta di questo polmone di aria e azoto.

Trasformatore in olio

TRASFORMATORI IN ARIA

I trasformatori in aria hanno gli avvolgimenti isolati, mediante la nastratura degli avvolgimenti stessi, il montaggio di setti di materiale plastico e il rispetto di adeguate distanze di isolamento.
Queste macchine hanno un impiego limitato, in quanto le specifiche caratteristiche costruttive le rendono molto sensibili all'umidità, all'inquinamento anche modesto e alla presenza di sostanze chimicamente aggressive. Infatti, l'assorbimento di umidità, come il deposito di polveri, può abbassare il coefficiente dielettrico dei materiali isolanti utilizzati.
E' necessario pertanto seguire un'attenta procedura di messa in servizio, per non pregiudicarne il funzionamento, come l'essiccazione degli avvolgimenti, da effettuare tramite opportune resistenze installate sulla macchina.

Trasformatore in aria

La scelta dei trasformatori

Il trasformatore è una macchina elettrica ad induzione elettromagnetica la cui funzione è quella di trasferire l'energia elettrica tra due diversi sistemi di tensione alla stessa frequenza. I trasformatori sono disponibili sul mercato in diverse tecnologie costruttive che influiscono in modo significativo sulle caratteristiche elettriche e sui campi di applicazione. Per una corretta scelta del tipo di trasformatore è necessario conoscere le diverse caratteristiche elettriche, termiche e di resistenza alle sollecitazioni dovute a guasti o al normale servizio del trasformatore stesso. La tecnologia costruttiva dei trasformatori determina infine la scelta anche della protezione adeguata. Un altro parametro di cui bisogna tener conto per la scelta del trasformatore è il regime di funzionamento per cui esso è previsto. Ad esempio, nel caso di utilizzo con bassi carichi o a vuoto, è preferibile scegliere dei trasformatori ad olio; in caso contrario è invece consigliabile l'utilizzo di trasformatori a secco con perdite ridotte. Tale scelta è ancor più preferibile quando il funzionamento del trasformatore è per tempi prolungati a carichi superiori al 50% di quelli nominali.

Confronto tecnico

Caratteristiche	Resina	Olio	Aria
Ininfiammabilità	SI	NO	SI
Autoestinguenza in caso di guasto elettrico	SI	NO	SI
Necessità di strutture antincendio quali fossa di raccolta olio e muri antifiamma	NO	SI	NO
Igroscopicità dei materiali isolanti	NO	SI	SI
Inquinamento ambiente	NO	SI	NO
Avvolgimenti in lastra e buona resistenza a fenomeni di corto circuito	SI	NO	NO
Stabilità della resistenza a fenomeni di cortocircuito nella vita della macchina	SI	NO	NO
Particolari procedure di messa in servizio	NO	NO	SI
Periodica manutenzione	NO	SI	SI
Rischi di inquinamento ambientale per perdita di liquido	NO	SI	NO
Decadimento delle caratteristiche dielettriche per effetto del tempo e dell'ambiente	NO	SI	SI
Insensibilità ad ambienti umidi, salini e tropicali	SI	SI	NO
Locazione nel baricentro del carico e riduzione dei costi di impianto e gestione	SI	NO	NO
Affidabilità in assenza di manutenzione e scarsa disponibilità di manodopera specializzata in installazione	SI	NO	NO
Capacità di sopportare sovraccarichi istantanei elevati di breve durata grazie a ridotta densità di corrente e costante termica elevata	SI	NO	NO

Vantaggi dei trasformatori in resina

I trasformatori in resina hanno delle caratteristiche costruttive tali da poter essere considerati adatti alla maggior parte delle installazioni.
I vantaggi principali rispetto a trasformatori in olio possono essere espressi in tre categorie:

1. riduzione dell'impatto ambientale

2. semplificazione dell'installazione

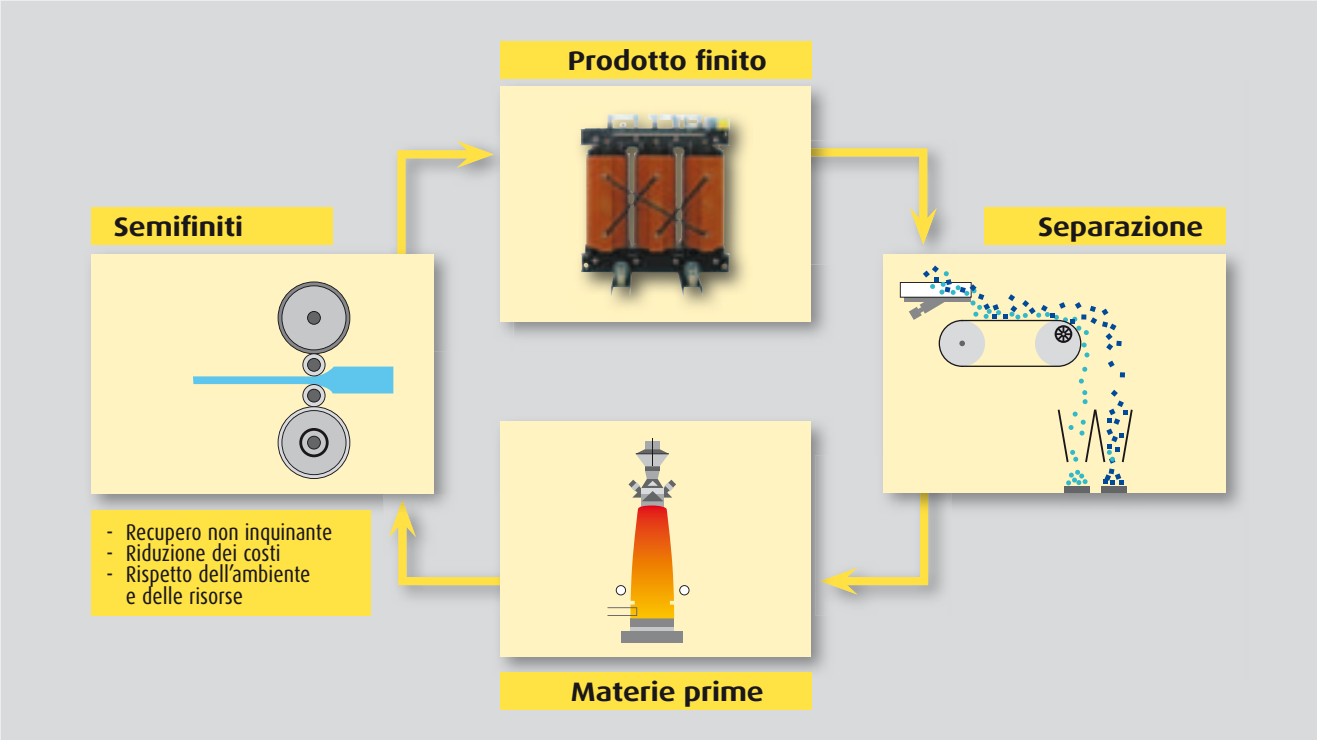
3. flessibilità in fase di utilizzo

1. riduzione dell'impatto ambientale

- Maggior sicurezza (basso rischio d'incendio)
  Grazie all'utilizzo di una resina epossidica di elevata qualità, i trasformatori in resina EdM riducono al minimo l'impatto ambientale e sono conformi alle norme ambientali internazionali IEC 60076-11 (HDL 464 S1 1998).
  I trasformatori EdM sono costruiti interamente con materiali ritardanti la fiamma ed autoestinguenti. Hanno quindi un'infiammabilità ridotta (autoestinguenza) ed un'emissione minima di gas tossici e fumi opachi (classificazione resistenza al fuoco F1); possono funzionare in ambienti umidi, polverosi, salini o inquinati (classificazione prove ambientali E2) e offrono un'elevata resistenza agli shock termici (classificazione prove climatiche C2).

- Assenza di fluidi di raffreddamento
  Grazie alla totale assenza di fluidi di raffreddamento i trasformatori in resina EdM non presentano rischi di inquinamento e riducono drasticamente il proprio contributo in caso d'incendio, rispetto a trasformatori in liquido isolante.

- Recupero dei materiali a fine vita
  I trasformatori in resina possono essere considerati la forma costruttiva più rispettosa dell'ambiente, il che si rivela particolarmente importante nel momento in cui è necessario smaltire la macchina che ha esaurito il proprio ciclo di vita lavorativo. Ai fini dello smaltimento, la resina è considerata materiale inerte e gli avvolgimenti primari e secondari possono essere facilmente riciclati.



Vantaggi dei trasformatori in resina

2. semplificazione dell'installazione

- **Riduzione delle dimensioni d'ingombro**
  I trasformatori in resina hanno dimensioni d'ingombro inferiori, che si concretizzano con una riduzione di circa il 16% relativamente alla dimensione ed il 10% relativamente al peso.

- **Riduzione di opere edili di posa**
  I trasformatori in resina non necessitano di costose opere edili, richieste invece per i trasformatori in olio, quali pozzetti di raccolta, griglie di spegnimento e barriere di separazione resistenti al fuoco, per evitare la propagazione dell'incendio e lo spargimento dei liquidi isolanti. Per i trasformatori in resina EdM, essendo di classe F1, non è richiesto alcun provvedimento di separazione con barriere tagliafiamma.

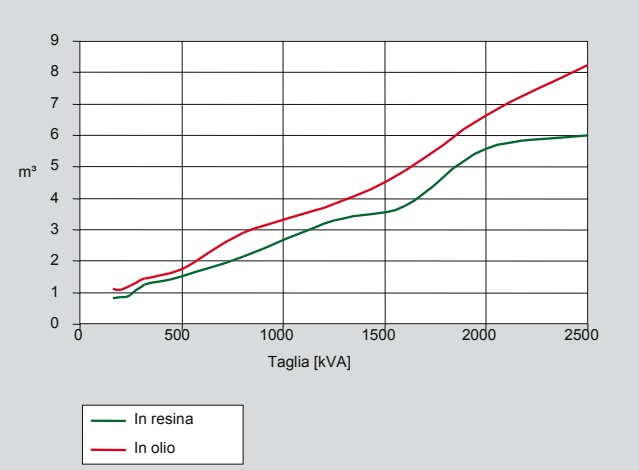
- **Installazione interna agli edifici**
  Grazie alla riduzione di costose opere edili, alla maggior sicurezza (basso rischio d'incendio) ed all'assenza di fluidi di raffreddamento, i trasformatori in resina possono essere installati all'interno degli edifici, anche in prossimità di locali frequentati da persone. E' così possibile contenere gli spazi e i costi d'installazione.
  Inoltre i trasformatori installati all'interno dell'edificio possono essere più vicini ai carichi, con il vantaggio di risparmiare nei costi di collegamento e di ridurre le perdite nella linea di alimentazione.

3. flessibilità in fase di utilizzo

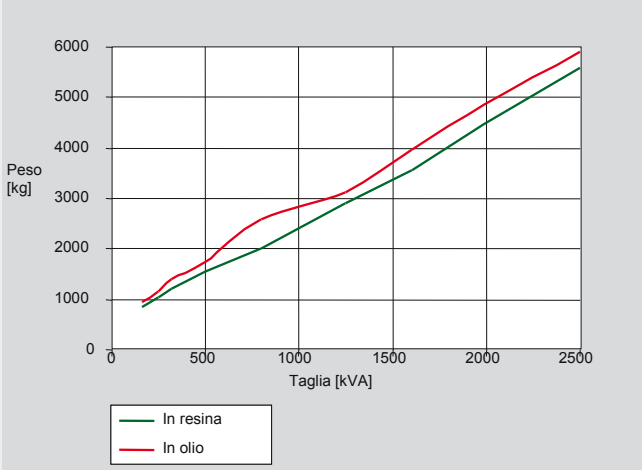
- **Maggiore sovraccaricabilità**
  I trasformatori in resina, usando l'aria come mezzo di raffreddamento ed impiegando più tempo a raggiungere la temperatura di regime, risultano più sovraccaricabili rispetto a trasformatori in liquido isolante e quindi sono particolarmente adatti ad alimentare carichi con frequenti spunti di corrente. I trasformatori possono essere sovraccaricati, purchè la sovratemperatura sugli avvolgimenti non permanga al di sopra dei valori ammissibili per lunghi periodi di tempo. E' possibile aumentare la potenza erogata temporaneamente tramite l'applicazione di appositi sistemi di ventilazione, da utilizzare per fronteggiare particolari situazioni di esercizio (sovraccarichi temporanei o temperatura ambientale elevata) o per disporre di una temporanea riserva di potenza in casi di emergenza (ad esempio il fuori servizio di un trasformatore).

- **Riduzione della manutenzione**
  I trasformatori in resina sono caratterizzati da minori costi di manutenzione in quanto devono soltanto essere ispezionati periodicamente per verificare l'assenza di accumulo di polvere e sporco. I trasformatori in olio invece devono essere sorvegliati per garantire il livello del liquido isolante e verificare che questo conservi inalterate le proprie caratteristiche dielettriche (ad esempio la rigidità dielettrica degli oli minerali diminuisce significativamente in presenza di piccole tracce di umidità).

Volume del trasformatore (L x A x P)



Peso del trasformatore

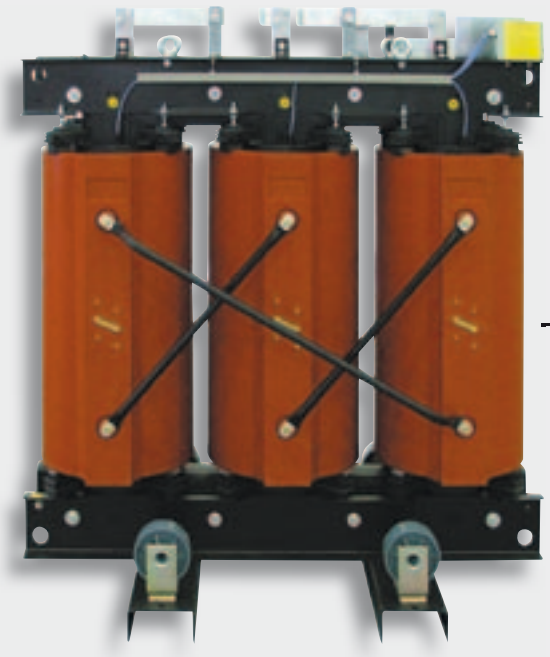


Confronto economico

Dal punto di vista economico un trasformatore deve essere scelto valutando tutti i costi di seguito riportati:

- costo d'acquisto
- costo della posa
- costi di esercizio
- costi di manutenzione
- costi dovuti allo smaltimento dei materiali

Per verificare correttamente il costo di esercizio di un trasformatore è necessario verificare il rapporto che esiste tra perdite a vuoto **(Po)** e perdite a carico **(Pc)**. Le prime sono indipendenti dal carico e si mantengono costanti per tutto il periodo in cui il trasformatore rimane allacciato alla rete (generalmente 365 giorni all'anno) considerando costanti la tensione e la frequenza di alimentazione. Le perdite dovute al carico sono invece proporzionali al quadrato della corrente e sono variabili, in funzione delle oscillazioni del carico stesso.
Dal punto di vista della spesa spesso la scelta di un trasformatore viene basata esclusivamente sul costo d'acquisto o costo iniziale **(Ci)**. Tuttavia, per valutare la reale economicità di un trasformatore è necessario considerare anche il costo di esercizio **(Ce)**, ovverosia il costo dell'energia elettrica consumata dal trasformatore durante la sua vita. Questo elemento risulta particolarmente importante se si considera l'esigenza di risparmio energetico che tutte le aziende devono oggigiorno affrontare.
Per gli altri parametri da considerare nella valutazione economica vedere il paragrafo "Vantaggi CRT".



MINOR COSTO D'ACQUISTO

MINOR COSTO DELLA POSA

MINORI COSTI DI ESERCIZIO

MINORI COSTI DI MANUTENZIONE

MINORI COSTI DOVUTI ALLO SMALTIMENTO DEI MATERIALI

MAGGIORE RISPARMIO

Trasformatori a ridotte perdite per il risparmio energetico

La scelta tecnica di un trasformatore è normalmente condotta con la massima attenzione, mentre l'analisi di tipo economico per determinare la tipologia del trasformatore non sempre viene effettuata con altrettanta "scientificità".
I Trasformatori EdM, caratterizzati dalle ridotte perdite consentono un notevole risparmio energetico rispetto ai trasformatori in resina tradizionali.
Di seguito vengono mostrati i risultati di un confronto economico tra due trasformatori in resina valutandone il costo totale (CT = Ci + Ce), in relazione ai valori delle perdite.

Si può osservare il risparmio economico ed energetico determinato dall'utilizzo dei trasformatori EdM a perdite ridotte, rispetto ad un trasformatore a perdite normali.

Trasformatore A: trasformatore a perdite ridotte (EdM).
Trasformatore B: trasformatore a perdite normali.

Confronto trasformatori

Dati di confronto	Trasformatore A	Trasformatore B
An = Potenza nominale	1000 kVA	1000 kVA
Classe di isolamento	21 kV	24 kV
n = Vita tecnica del trasformatore	20	20
Po = Perdite a vuoto	1,8 kW	3,1 kW
Pcc = Perdite a carico nominale	9,8 kW	9,8 kW

costo kWh = 0,19 € (per semplicità di trattazione, il costo di energia si considera costante in tutte le 24 ore) i = 3% (interesse annuo capitale).

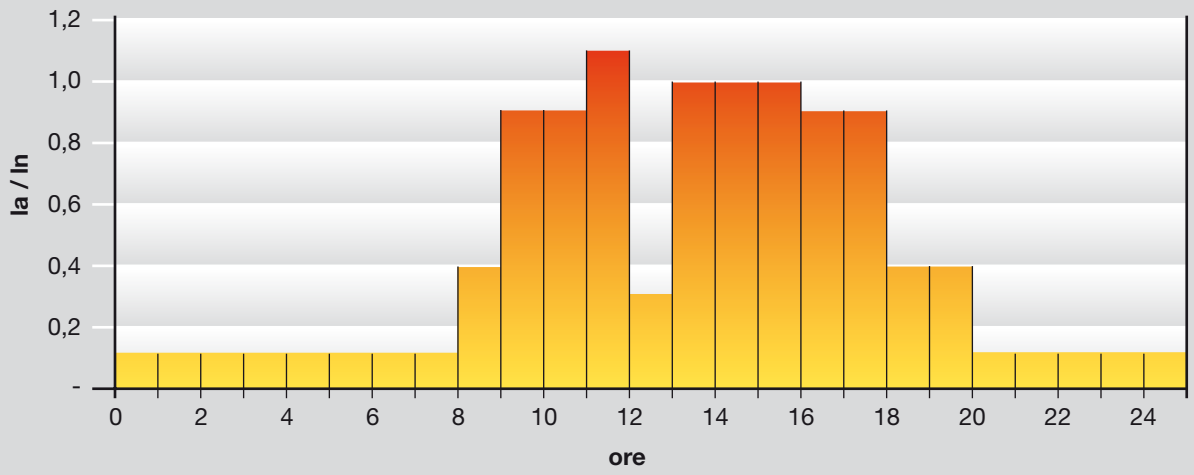


Diagramma di carico nei giorni lavorativi di un piccolo stabilimento industriale
Ia: corrente effettivamente assorbita dal trasformatore
In: corrente nominale del trasformatore
G (giorni lavorativi): 220

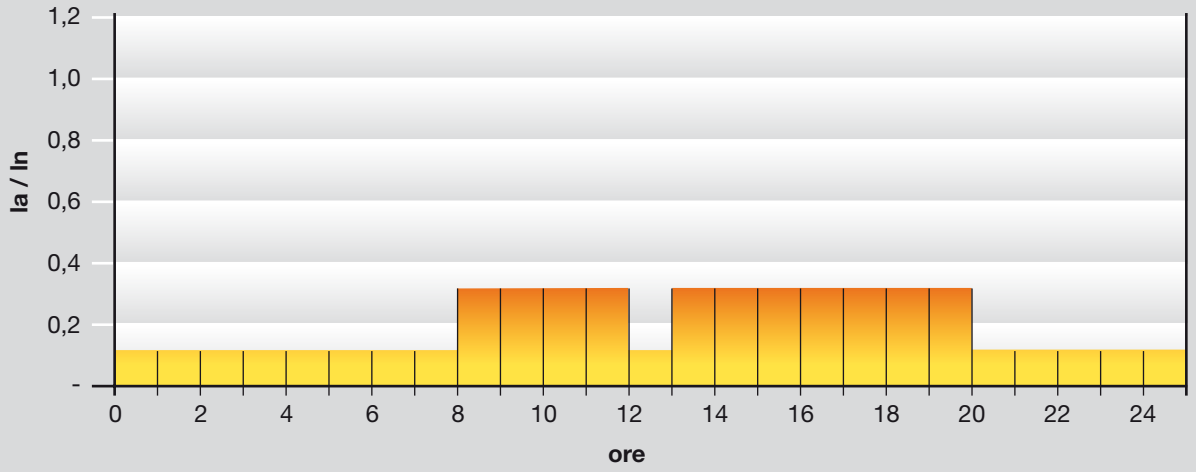
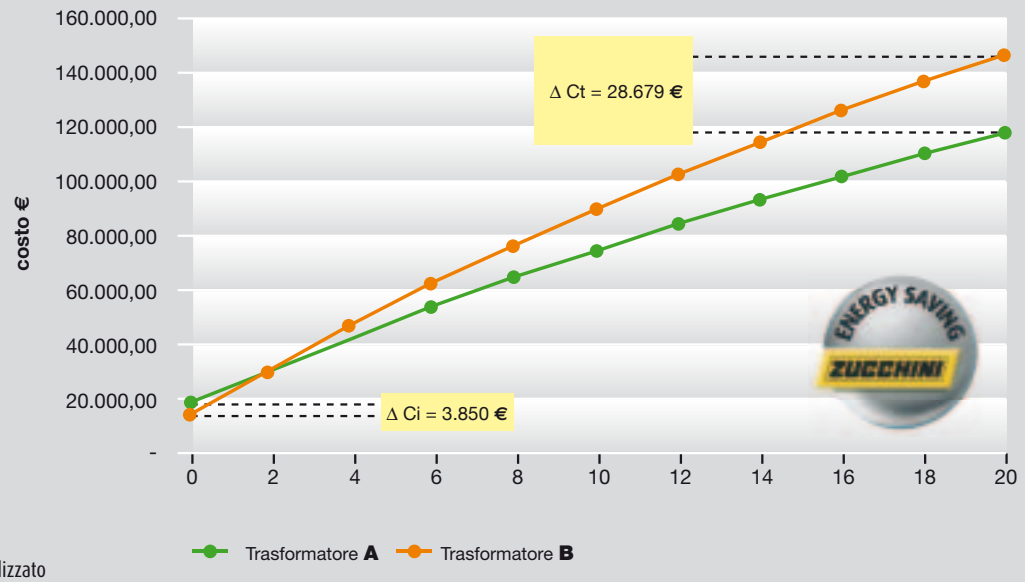


Diagramma di carico nei giorni di riposo di un piccolo stabilimento industriale
G (giorni di riposo): 145

Il risultato finale è che il **trasformatore A** risulta essere il più economico **già dopo soli due anni di vita. Il Δ costo iniziale di 3.850 €** viene completamente recuperato e alla fine della vita del trasformatore si ha **un risparmio di oltre 28.000 €.**



Costo attualizzato

In conclusione, **il costo iniziale** non rappresenta un buon parametro per la scelta di un trasformatore, ma **deve essere considerato come un investimento.** Infatti, con le ipotesi considerate, **il risparmio finale è generalmente sette volte maggiore di quanto si è investito come costo iniziale ed il ritorno dell'investimento avviene in soli due anni.**

Per una scelta attenta del trasformatore, è disponibile sul sito www.zucchinispa.it un programma di calcolo analogo a quello utilizzato nell'esempio.

Protezioni contro le sovratemperature

Durante il suo normale funzionamento un trasformatore ha delle perdite a vuoto e delle perdite dovute al carico che si traducono fondamentalmente in energia termica dispersa. Questa energia dipende dalle caratteristiche costruttive del trasformatore stesso, dalla potenza e dalle condizioni di installazione. E' bene ricordare che l'energia dispersa termicamente è proporzionale alla temperatura del trasformatore meno la temperatura ambiente. Ad una certa temperatura ambiente, la temperatura del trasformatore dipende prevalentemente delle perdite dovute al carico. All'aumentare del carico aumentano di conseguenza le perdite e la temperatura ambiente favorendo un degrado più rapido degli isolanti e quindi una maggior probabilità di cedimento del dielettrico. Questa situazione si potrebbe anche verificare nel caso in cui, a parità di perdite dovute al carico, dovesse aumentare la temperatura ambiente e conseguentemente la temperatura del trasformatore. Le norme definiscono delle classi di isolamento che indicano le massime temperature raggiungibili dai trasformatori nel loro abituale funzionamento e che non dovrebbero essere superate.

Sonda PTC per la verifica della temperatura

Classi di isolamento

Classe	Trasformatori	Limiti di sovratemperatura media dell'avvolgimento, a corrente nominale
Classe B	olio	80 K
Classe F	resina	100 K
Classe H	a secco	125 K

Le sovratemperature dipendono non solo dal carico e dalle sovracorrenti rilevabili dai dispositivi di protezione, ma anche da fattori ambientali (inefficienza del sistema di raffreddamento, guasto sulla ventilazione forzata, aumento della temperatura ambiente), che influenzano lo smaltimento del calore prodotto dalle perdite specifiche del trasformatore. Per questo sono in genere previsti dispositivi elettronici di rilevazione della temperatura necessari per le segnalazioni di allarme o per lo sgancio di protezione dei trasformatori. Per i trasformatori Edm sono disponibili le seguenti sonde di temperatura: Termosonde Pt100 e Termistori PTC.

- **Pt100**: fornisce un segnale proporzionale alla temperatura rilevata;
- **PTC**: fornisce un segnale ON/OFF a seconda che la temperatura misurata sia minore o maggiore della soglia propria della sonda;

Le sonde vengono posizionate nel punto caldo dell'avvolgimento.
Sia i segnali della Pt100 che della PTC devono essere elaborati dalla centralina di controllo della temperatura che non fa parte dell'equipaggiamento di serie.

Su richiesta sono disponibili altri accessori per il controllo della temperatura:
- un visualizzatore di temperatura separato, da installare su quadro elettrico;
- un relé di uscita per allarme, sgancio e comando dei ventilatori.

Valori di temperatura tipici di allarme e sgancio dei trasformatori

Tipo trasformatore	Ambiente (°C)	Allarme (°C)	Sgancio (°C)
Olio	40	105	118
Resina	40	130	140
Aria	40	165	180

Limiti di sovratemperatura per i trasformatori in resina

Parte	Temperatura del sistema isolante (°C)	Sovratemperature massime (K)
Avvolgimenti: (sovratemperatura misurata con il metodo della variazione della resistenza)	105 (A)	60
	120 (E)	75
	130 (B)	80
	155 (F)	100
	180 (H)	125
	200	135
	220	150
Nucleo, parti metalliche e materiali adiacenti	-	La temperatura in nessun caso dovrà raggiungere valori tali da danneggiare il nucleo stesso, altre parti o materiali adiacenti

Ventilazione dei trasformatori

Come detto in precedenza un trasformatore, durante il suo servizio produce del calore dovuto alle perdite. Questo calore deve essere dissipato dal locale dove il trasformatore è installato. Per fare ciò è necessario verificare se nel locale c'è un'adeguata ventilazione naturale, ed altrimenti provvedere a realizzare una ventilazione forzata.
Le norme CEI UNEL 21010 stabiliscono che la temperatura dell'aria ambiente di installazione, non debba essere superiore ai seguenti valori:
20˚C media annuale
30˚C media giornaliera
40˚C massima
Il sistema di protezione dalle sovratemperature deve essere tarato basandosi sul valore massimo di 40°C che è il valore della temperatura ambiente ammessa dalle normative internazionali IEC, aumentato della sovratemperatura massima prevista dalle norme e dal delta K del punto caldo dove sono collocate le sonde.

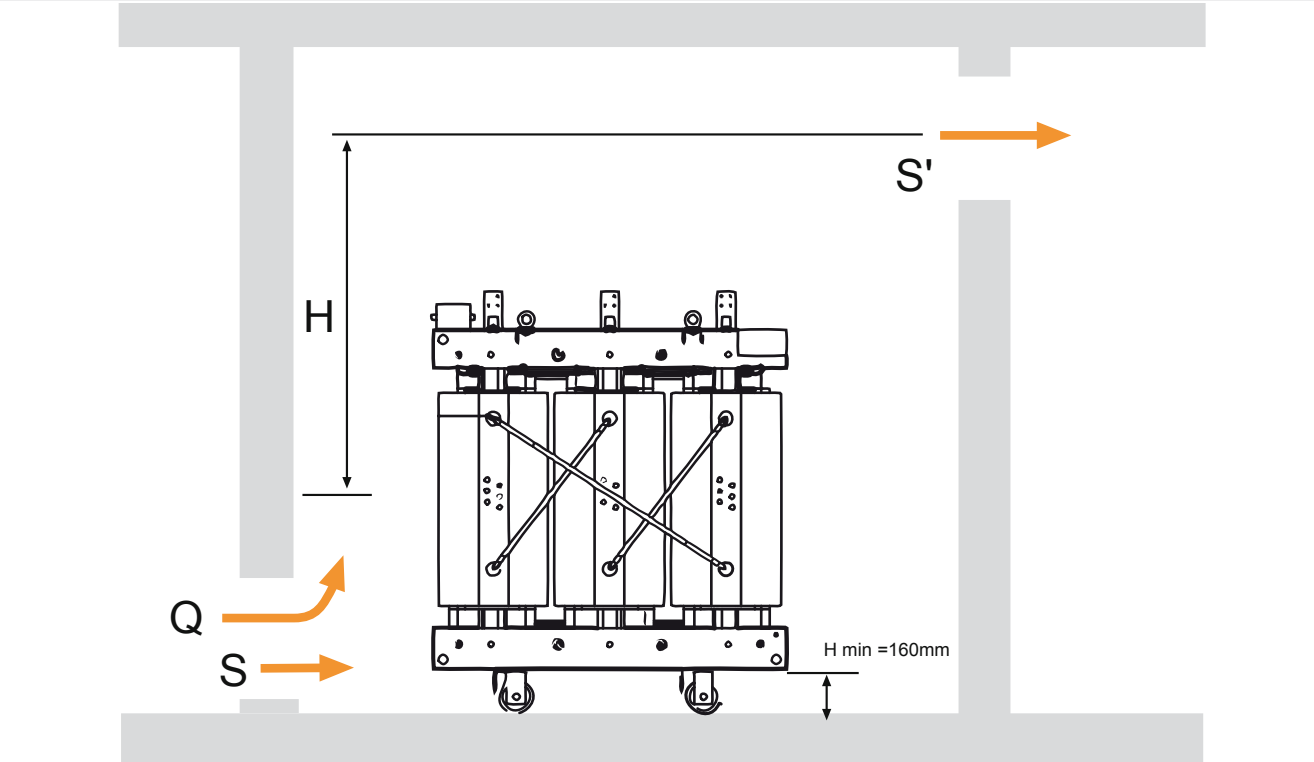
Un buon sistema di raffreddamento si ottiene quando la corrente d'aria entra dal basso e attraversando il locale dove è installato il trasformatore, esce liberamente dall'alto nella parte opposta. Per valutare l'efficacia della ventilazione naturale e di conseguenza verificare la sezione delle bocchette di ventilazione e le eventuali altezze di posizionamento, si prendano in considerazione le seguenti variabili:

TL = perdite totali in kW
dT = differenza di temperatura tra ingresso e uscita dell'aria
Q = flusso d'aria attraverso la finestra inferiore in m^3/sec
H = distanza in metri tra la mediana della cabina e la mediana della finestra superiore (finestra di uscita).

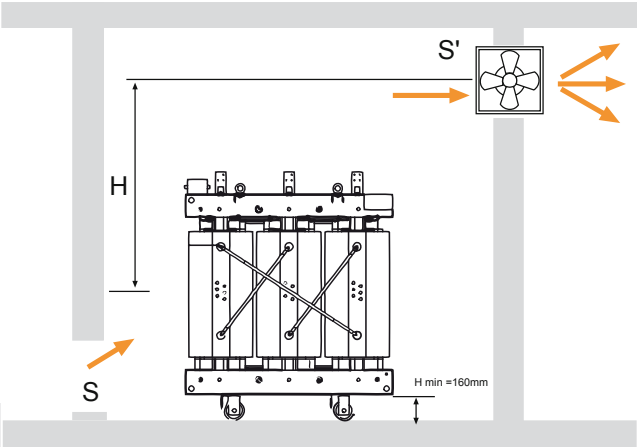
Indichiamo con S la superficie netta della finestra inferiore d'ingresso aria in m^2 (escluso la griglia). Assumendo dT = 15°C, la formula per dimensionare la finestra d'ingresso è:

$S = 0{,}185 \times (TL / \sqrt{H})$
(per dT diversi consultare uno specialista).

La finestra d'uscita (S') deve essere circa il 15% più ampia di quella d'ingresso.
Se non è possibile ottenere il flusso d'aria così calcolato, impiegare barre di ventilazione.



Se il locale trasformatore è esiguo o mal ventilato è necessario ricorrere alla ventilazione forzata. Questa si rende necessaria anche quando la temperatura media annua è superiore a 20°C o nel caso di sovraccarichi frequenti del trasformatore. Per non compromettere la convezione naturale nel locale si può installare un estrattore d'aria sulla bocchetta superiore, comandato eventualmente da un termostato.

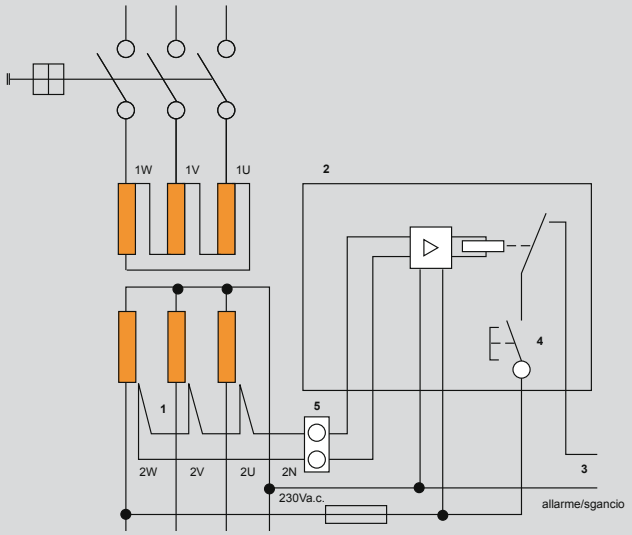


VERIFICA DELLA TEMPERATURA

La verifica della temperatura può essere realizzata utilizzando dei sensori di temperatura tipo Pt100 oppure mediante l'utilizzo di termometri. Una soluzione alternativa è l'utilizzo di sensori di tipo PTC che però ha lo svantaggio di non rendere disponibile la visualizzazione della temperatura.
Questi sistemi vengono utilizzati per la verifica della temperatura degli avvolgimenti di bassa tensione. Per i trasformatori per l'alimentazione di convertitori statici di corrente, occorre prevedere anche la verifica della temperatura del nucleo magnetico.

IMPIEGO DEI SENSORI DI TIPO PTC

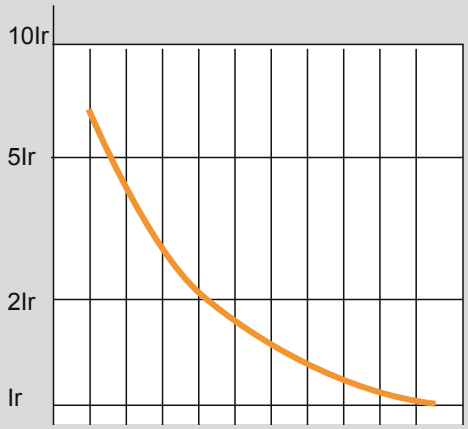
Nei trasformatori trifase, il sistema di verifica è costituito da tre sensori, uno per fase, collegati in serie. I sensori non sono altro che resistenze che inviano il segnale di sgancio ad un relè, quando viene superata la soglia della temperatura di reazione. Il ripristino delle condizioni di lavoro dei sensori si ha velocemente quando la temperatura scende sotto la soglia di 3K. Nel caso siano previsti due sistemi di supervisione, uno dà il segnale di allarme e l'altro di sgancio. I valori di temperatura dei due sistemi si discostano di 20K. Quando il relè di protezione è alimentato dalla rete servita dal trasformatore, un contatto ritardato inibisce i segnali di allarme e sgancio dal momento della messa in servizio del trasformatore all'avvenuta alimentazione della bobina del relè.



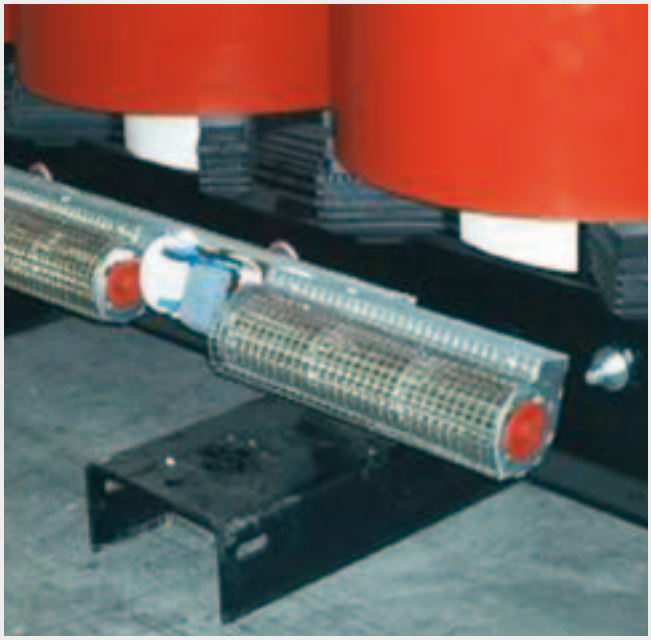
1 Sensori di temperatura
2 Relè di protezione
3 Allarme o sgancio
4 Contatto ritardato
5 Morsettiera del trasformatore

La protezione contro i sovraccarichi

Il sovraccarico è il fenomeno che si verifica quando il valore di corrente assorbito dall'impianto è più alto di quello nominale. Il perdurare di una situazione di sovraccarico porta inevitabilmente al superamento dei limiti di sovratemperatura accettabili, previsti per il trasformatore, con il rischio conseguente del cedimento degli isolanti. Eccezionalmente, in certe condizioni di servizio anomale, può essere accettabile superare le soglie di sovraccarico e sovratemperatura, a discapito dell'aspettativa di vita del trasformatore. Questa situazione talvolta è preferibile ad una interruzione del servizio (dovuta a un momentaneo picco di energia) che potrebbe provocare danni materiali ed economici piuttosto elevati. Nella maggior parte dei casi i sovraccarichi sono di origine transitoria e quindi non hanno generalmente effetto sull'equilibrio termico. Il livello di sovraccarico "accettabile" è funzione delle necessità di continuità di servizio dell'utente o della natura dell'impianto stesso. Per i trasformatori a liquido isolante la circolazione dell'olio di raffreddamento e la forma del cassone di contenimento dei radiatori consentono il rapido ripristino dell'isolamento e la riduzione di innesco delle scariche parziali, consentendo inoltre il raggiungimento in tempi rapidi della temperatura di esercizio del trasformatore stesso. Per i trasformatori in resina invece, l'elemento di raffreddamento è l'aria e quindi la temperatura di regime viene raggiunta in tempi più lunghi. In queste condizioni i trasformatori in resina sono più sovraccaricabili e ciò ne consente l'utilizzo in impianti con carichi in cui sono frequenti spunti di corrente. Tutto ciò è valido purché le sovratemperature sugli avvolgimenti non permangano per valori superiori a quelli ammissibili in tempi troppo lunghi. A parziale soluzione del problema si può tuttavia ricorrere a ventilatori radiali da applicare ai trasformatori in resina che consentono il sovraccarico del trasformatore fino al 150% della potenza nominale. E' bene ricordare tuttavia che all'aumentare della potenza aumentano anche le perdite dovute al carico che dipendendo dal quadrato della corrente possono raggiungere anche 2.25 volte il valore nominale. Si consiglia di utilizzare i ventilatori assiali solo in casi particolari e temporanei per il raffreddamento degli avvolgimenti o per avere una sorta di riserva di energia da poter utilizzare in situazioni di emergenza.



Capacità di sovraccarico di un trasformatore in olio



Esempio di ventilatori radiali per CRT

IL SOVRACCARICO NELLA DISTRIBUZIONE PUBBLICA

Nella distribuzione pubblica, la priorità nel breve periodo viene data alla continuità di servizio. Per questo motivo i sovraccarichi non portano generalmente a un distacco del trasformatore. Sempre per lo stesso motivo generalmente i circuiti in bassa tensione sono sempre sovradimensionati e di conseguenza un sovraccarico del trasformatore non corrisponde mai ad un sovraccarico dei conduttori. E' bene però prestare attenzione quando i sovraccarichi si ripetono troppo frequentemente. In questa situazione l'ente distributore dovrà sostituire il trasformatore con un modello di maggiore potenza.

Aeroporto

IL SOVRACCARICO NELLA DISTRIBUZIONE INDUSTRIALE

In un'installazione industriale, il sovraccarico può essere di breve o di lunga durata. In queste installazioni, immediatamente a valle del trasformatore c'è sempre il quadro generale di distribuzione equipaggiato con interruttori di protezione contro il sovraccarico ed il cortocircuito. La gestione quindi del sovraccarico è delegata di fatto agli interruttori sul lato bassa tensione sui quali si procederà al distacco dei carichi in modo automatico o controllato.

Fabbrica

IL SOVRACCARICO NELLA DISTRIBUZIONE NEL TERZIARIO

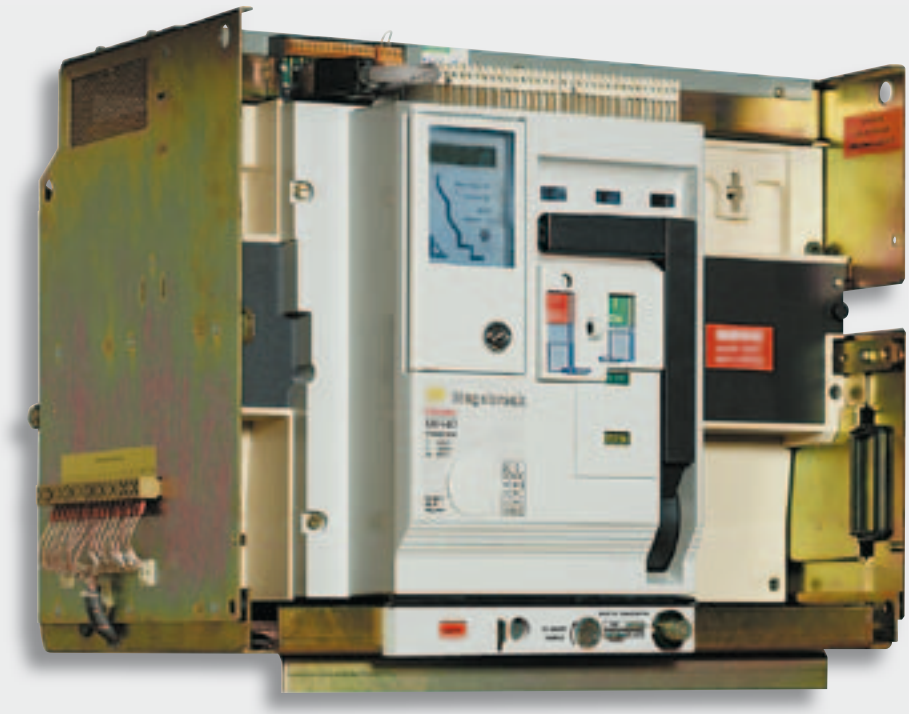
Nelle installazioni del terziario, come uffici, centri commerciali, la continuità di servizio è fondamentale. In queste tipologie applicative difficilmente si verificano condizioni di carico periodico che presentino regimi di avviamento o comportamenti simili. Per garantire quindi la massima continuità di servizio anche in presenza di sovraccarichi è essenziale che i carichi considerati non prioritari vengano gestiti e scollegati all'occorrenza dal trasformatore sul lato Bassa Tensione.

Centro commerciale

La protezione contro i sovraccarichi

PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI MEDIANTE INTERRUTTORI

Per una corretta protezione contro i sovraccarichi, i valori di corrente assorbita dall'impianto non dovrebbero superare una soglia compresa tra il 110 ed il 150% della corrente nominale. La protezione dal sovraccarico può essere prevista sia sul lato di Media Tensione che sul lato Bassa Tensione, a seconda della potenza del trasformatore. Con trasformatori di bassa potenza è opportuno posizionare la protezione sul lato in Bassa Tensione, mentre nel caso di trasformatori con potenze elevate è consigliabile prevedere la protezione sul lato di Media Tensione. La protezione contro i sovraccarichi sul lato MT si realizza impiegando interruttori MT associati a protezioni di massima corrente a tempo costante o a tempo indipendente. Questi interruttori garantiscono anche la protezione contro le alte correnti di guasto. La protezione sul lato BT si realizza invece impiegando interruttori in Bassa Tensione installati nel quadro di distribuzione generale. Questi interruttori hanno una curva a tempo inverso che protegge il trasformatore. Per la corretta protezione del trasformatore l'interruttore è regolato in funzione della corrente nominale del trasformatore a monte. E' necessario tuttavia tenere conto anche del coordinamento selettivo cronometrico dell'interruttore nei confronti degli altri interruttori installati sul lato BT. Per un approfondimento sull'argomento si rimanda alla specifica guida DE08G/CP "Criteri di Progettazione". E' bene inoltre tener conto degli eventuali guasti che si possono verificare lontano dai trasformatori, tra le fasi o tra fase e terra. In questo caso si ricorda che la corrente di guasto è bassa (circa 2-3 volte la In del trasformatore). Questi tipi di guasto non devono essere sottovalutati, perché anche se di lieve entità, qualora fossero persistenti potrebbero essere estremamente dannosi per il trasformatore. Per una protezione adeguata del trasformatore nei confronti di questi guasti è quindi consigliabile prevedere degli interruttori con sganciatori predisposti con la funzione "memoria termica".



Interruttore MEGABREAK BTicino

PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI MEDIANTE MISURA DELLA TEMPERATURA

Il sovraccarico, come detto in precedenza, è associato fondamentalmente ad una sovratemperatura che è il vero elemento da tenere sotto controllo, in quanto i suoi effetti possono portare al rapido deterioramento degli isolanti ed al cedimento del dielettrico del trasformatore. Il controllo quindi della temperatura è un fattore determinante per la protezione stessa del trasformatore. Per il controllo quindi della temperatura, i trasformatori in resina vengono generalmente equipaggiati con termoresistori, collegati a loro volta ad unità di gestione e controllo, che segnalano o sganciano direttamente il trasformatore al superamento delle soglie definite. I trasformatori in resina EdM hanno questi termoresistori installati nelle vicinanze delle parti più critiche dal punto di vista termico. Per i trasformatori in olio invece la misurazione in temperatura viene gestita utilizzando dei termostati. Il liquido dielettrico funziona come un fluido refrigerante per gli avvolgimenti e tende a livellare la temperatura interna del trasformatore. L'utilizzo di un termostato come dispositivo di misura consente di gestire più soglie di intervento, utilizzabili ad esempio per l'attivazione di trasferimento del carico oppure per il raffreddamento forzato del trasformatore.

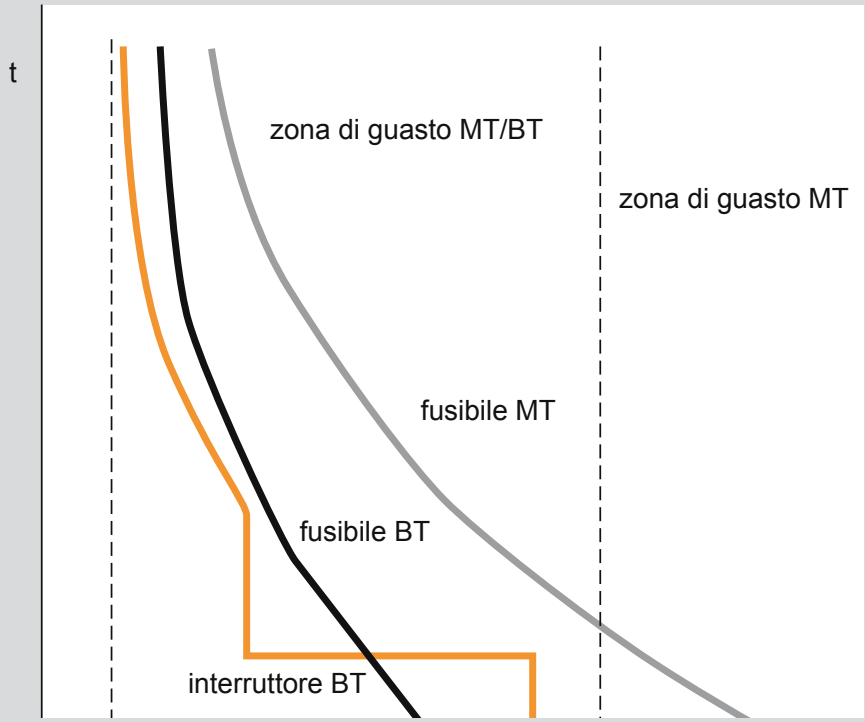
Centralino controllo temperatura Pt100

Unità controllo ventilatori

Esempio di installazione centralina controllo temperatura Pt100

La protezione contro il cortocircuito

Le norme di riferimento prescrivono che i trasformatori devono essere calcolati e costruiti per resistere senza danni agli effetti termici e meccanici dovuti ai cortocircuiti esterni. L'impedenza dei circuiti in bassa tensione è il fattore determinante per il calcolo delle correnti di cortocircuito che potrebbero essere dannose, dal punto di vista delle sollecitazioni elettromeccaniche per un trasformatore con un guasto immediatamente a valle. Un guasto sul lato di Bassa tensione vicino ai terminali del trasformatore ha come effetti una sollecitazione termica ed una sollecitazione meccanica sul trasformatore stesso che sono funzione dei valori e della durata del guasto. I trasformatori sono progettati per resistere ai cortocircuiti tra i loro terminali nella situazione più critica che corrisponde ad avere una sorgente di guasto infinita e cortocircuito franco. E' bene ricordare tuttavia che i guasti ripetuti possono avere effetti cumulativi che possono contribuire al rapido invecchiamento degli isolanti. Per ovviare a questo problema è quindi necessario prevedere dei dispositivi di protezione (fusibili o interruttori automatici) in grado di limitare questi effetti e ridurre i rischi di danneggiamento per effetti termici del trasformatore. Per una protezione efficace è quindi necessario prevedere le adeguate protezioni sia sul lato Bassa Tensione, che su quello di Media Tensione (tenendo conto degli eventuali coordinamenti selettivi necessari).



Selettività tra fusibili MT e dispositivi di protezione BT

Protezione contro il cortocircuito con fusibili MT

I fusibili, grazie alla loro economicità e facilità d'uso sono largamente utilizzati per la protezione dei trasformatori di distribuzione nelle reti pubbliche. Se la semplicità e l'economicità sono dei sicuri vantaggi è anche vero però che ci sono dei limiti nell'impiego dei fusibili. Il loro utilizzo è spesso previsto nelle condizioni di protezione base dove non sono richieste particolari esigenze di coordinamento selettivo o di continuità di servizio. I fusibili sono caratterizzati da un valore di corrente nominale e da una caratteristica di fusione tempo/corrente. I fusibili MT sono normalmente disponibili in 2 versioni: fusibili ad espulsione e fusibili a limitazione. I primi sono generalmente utilizzati nel sistema di distribuzione di tipo aereo. I secondi invece trovano una maggiore diffusione negli impianti, grazie alla loro capacità di rispondere entro pochi millisecondi ad alte correnti. L'elevata velocità di risposta è il parametro che offre la capacità di limitazione del fusibile stesso e che consente una protezione adeguata anche nelle condizioni più gravose riducendo il rischio di danneggiamento della macchina e dei circuiti associati. La scelta del fusibile più corretto per le esigenze di protezione è tuttavia molto complessa e deve tener conto di diversi fattori. Un errore nella scelta del fusibile potrebbe infatti portare a disservizi dovuti alla fusione dello stesso, se sottodimensionato, oppure alla mancata protezione se sovradimensionato.

Esempio di fusibile MT

I criteri per una corretta scelta del fusibile dovrebbero essere:
- la tensione di servizio del trasformatore;
- le correnti di inserzione;
- il livello di sovraccarico temporaneo del trasformatore;
- il tempo di eliminazione del guasto sul lato BT;
- il livello di selettività con le protezioni BT.

Protezione contro il cortocircuito con interruttore MT

Per avere una protezione più efficace, con livelli di regolazione delle soglie di corrente e dei tempi di intervento e per poter realizzare la selettività rispetto alle protezioni poste a valle del trasformatore sul lato BT, si ricorre sempre più spesso all'installazione di interruttori di Media Tensione. Gli interruttori MT posti a monte del trasformatore sono dotati di relé di protezione con soglie che raramente corrispondono alla corrente nominale del trasformatore monitorato. Questo fa sì che ci siano degli scostamenti delle curve di protezione verso valori di correnti più alti, con un conseguente incremento del livello di selettività.

Esempio di interruttore MT

Un interruttore di protezione dedicato al trasformatore MT deve avere i seguenti requisiti:
- maggiore velocità d'intervento del dispositivo di protezione MT immediatamente a monte;
- maggiore velocità possibile per valori di corrente maggiori della corrente di cortocircuito sul lato BT;
- deve lasciar passare le correnti di inserzione;
- deve garantire il monitoraggio della zona di sovraccarico.

Protezione dalle sovratensioni

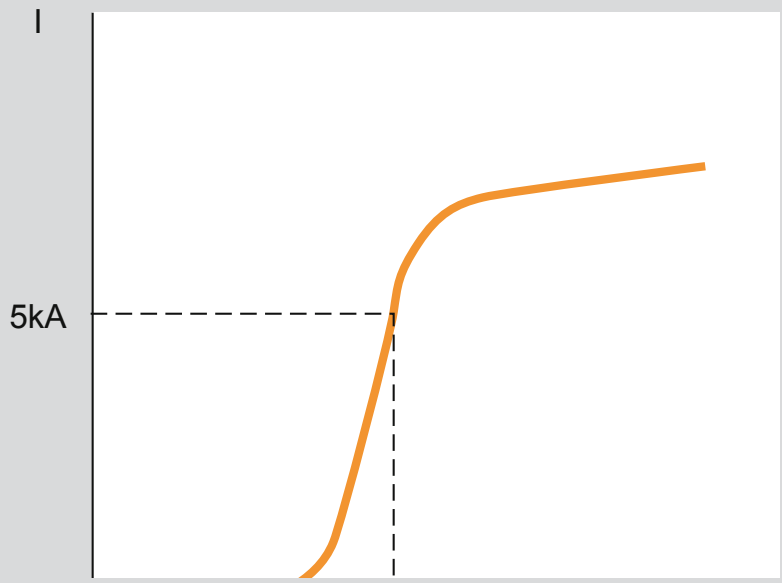
I trasformatori possono essere interessati dalle sovratensioni transitorie indotte sulla rete alla quale sono collegati. Queste sovratensioni dovute a fulminazioni dirette o indirette, o ancora a manovre elettriche di macchine installate sul lato BT, possono dare origine a loro volta a sollecitazioni sul dielettrico del trasformatore che potrebbero causare il rapido invecchiamento dello stesso ed il conseguente cedimento nel tempo, dando origine a guasti per la macchina. Le condizioni più critiche si hanno normalmente durante la messa fuori tensione dei trasformatori mediante dispositivi di manovra che interrompono le correnti. Si ricorda che la gravità di una sovratensione dipende dal valore di picco e dalla velocità di variazione della tensione, fattore che porta ad una distribuzione irregolare delle sollecitazioni negli avvolgimenti. Il rischio di esposizione alle sovratensioni è legato in prima istanza al luogo di installazione e successivamente ai seguenti fattori:

- tipo di rete di distribuzione MT e tipo di rete BT (aerea o sotterranea);
- presenza o meno di dispositivi di limitazione delle sovratensioni (scaricatori o spinterometri);
- lunghezza e tipo di connessioni rete/trasformatore;
- tipo di apparecchiature collegate e condizioni di manovra;
- qualità dei collegamenti di terra e di cabina.

I guasti provocati dalle sovratensioni interessano l'isolamento del trasformatore e dei suoi componenti e possono essere distinti in:

- guasti tra le spire dello stesso avvolgimento (caso più frequente);
- guasti tra avvolgimenti;
- guasti tra l'avvolgimento sollecitato e una parte conduttrice contigua (nucleo o serbatoio).

Per una protezione efficace dei trasformatori rispetto alle sovratensioni si possono utilizzare gli spinterometri e gli scaricatori di sovratensione (molto più performanti). Per maggiori approfondimenti sul tema della protezione contro le sovratensioni si rimanda alla specifica guida tecnica DE07G/SPD.

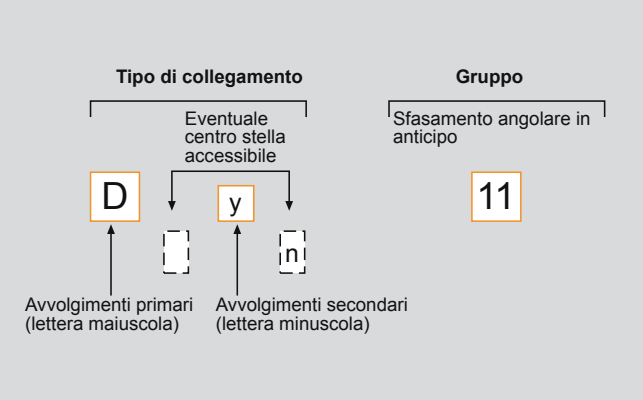


Esempio di curva caratteristica di uno scaricatore in Ossido di Zinco (ZnO) per reti 20 kV con livello di isolamento a 125 kV "a impulso".

I principali gruppi vettoriali dei trasformatori

Gli avvolgimenti interni possono essere collegati a stella, a triangolo oppure a zig-zag. A seconda della modalità di connessione il sistema di tensioni indotte sul lato bassa tensione risulta sfasato rispetto alla tensione in media con angoli multipli di 30°. La modalità di connessione degli avvolgimenti viene identificata mediante 3 lettere (maiuscole per il primario e minuscole per il secondario):

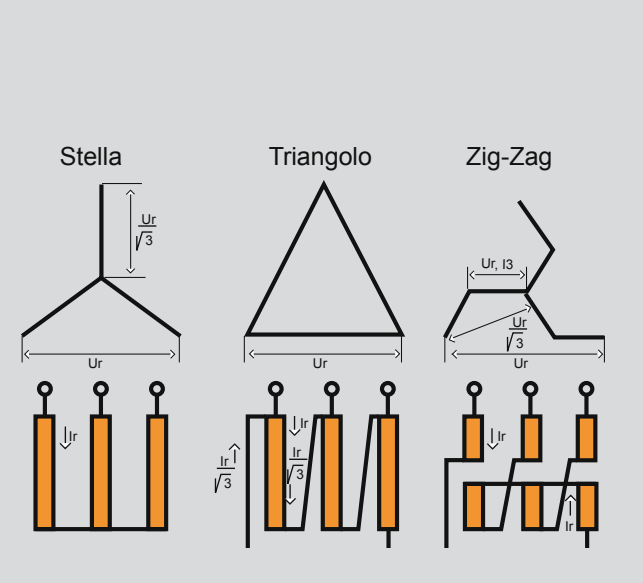
Y - collegamento a stella
D - collegamento a triangolo
Z - collegamento a zig-zag

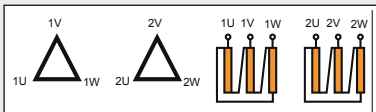
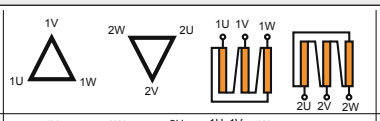
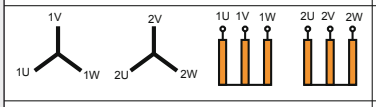
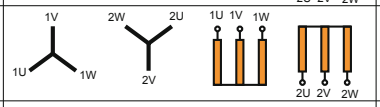
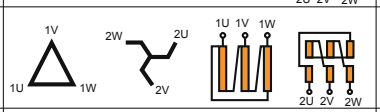
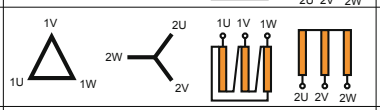
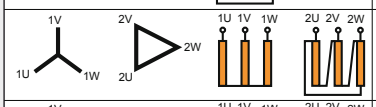
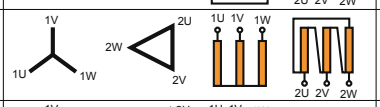
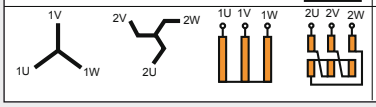
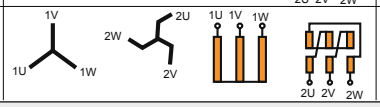


Associati a queste lettere vengono identificati dei numeri che rappresentano lo sfasamento, con cui sono ripartiti in 4 gruppi:

Gruppo 0 – sfasamento nullo
Gruppo 11 – 330°
Gruppo 6 – 180°
Gruppo 5 – 150°

La scelta del gruppo di inserzione di un trasformatore è uno dei fattori importanti per determinare il regime di funzionamento in funzione del carico. La condizione ideale si ha quando il carico è equilibrato su tutte le fasi, tuttavia questa condizione è spesso impossibile da ottenere. Per questo motivo è importante conoscere lo sfasamento tra le fasi del primario e del secondario. Nella tabella di seguito sono riportati gli schemi di inserzione tipici.



	**Dd0**		**Dd6**
	**Yy0**		**Yy6**
	Dz0		**Dz6**
	Dy11		**Dy5**
	**Yd11**		**Yd5**
	**Yz11**		**Yz5**

INFORMAZIONI TECNICHE

INDICE DI SEZIONE

38 Classe d'isolamento 12 kV

42 Classe d'isolamento 17,5 kV

46 Classe d'isolamento 24 kV

50 Classe d'isolamento 36 kV

52 Terminali di connessione BT

53 Box solidali

54 Accessori

Classe d'isolamento 12 kV

DATI TECNICI da 100 a 500 kVA

kVA	Codice	V prim	V sec	Uk%	Po (W)	Pk(W)		Io%	Pressione acustica	Potenza acustica	Peso
		kV	V			120°	75°		LPA	LWA	kg
100	**EB2RBCBA**	10	400	4	320	2000	1760	1,8	40	51	550
	EB2NBCBA	10	400	4	440	2000	1760	1,9	46	59	550
160	**EC2RBCBA**	10	400	4	440	2700	2380	1,6	43	54	700
	EC2NBCBA	10	400	4	610	2700	2380	1,7	50	62	700
200	**ED2RBCBA**	10	400	4	540	3150	2770	1,4	45	56	800
	ED2NBCBA	10	400	4	720	3150	2770	1,5	51	63	800
250	**EE2RBCBA**	10	400	4	600	3500	3080	1,1	46	57	950
	EE2RACBA	10	400	6	580	3700	3260	1,1	46	57	910
	EE2NBCBA	10	400	4	820	3500	3080	1,2	52	65	950
	EE2NACBA	10	400	6	750	3700	3260	1,2	52	65	910
	EE2DACBA	10	400	6	910	3800	3340	1,5	55	67	980
	EE2SACBA	10	400	6	1050	3800	3340	1,9	58	70	1050
315	**EF2RBCBA**	10	400	4	730	4400	3870	1	47	59	1050
	EF2RACBA	10	400	6	700	4600	4050	1	47	59	1000
	EF2NBCBA	10	400	4	880	4400	3870	1,1	53	67	1050
	EF2NACBA	10	400	6	850	4600	4050	1,1	53	67	1000
	EF2DACBA	10	400	6	1050	4600	4050	1,4	56	69	1150
	EF2SACBA	10	400	6	1320	4600	4050	1,8	59	72	1200
400	**EG2RBCBA**	10	400	4	880	4900	4360	0,9	48	60	1250
	EG2RACBA	10	400	6	790	5400	4810	0,9	48	60	1200
	EG2NBCBA	10	400	4	1150	4900	4360	1	53	68	1250
	EG2NACBA	10	400	6	1000	5400	4810	1	53	68	1200
	EG2DACBA	10	400	6	1320	5600	5000	1,3	57	70	1200
	EG2SACBA	10	400	6	1630	5600	5000	1,7	60	73	1250
500	**EH2RBCBA**	10	400	4	1020	6500	5780	0,8	49	61	1450
	EH2RACBA	10	400	6	920	6700	5960	0,8	49	61	1400
	EH2NBCBA	10	400	4	1300	6500	5780	0,9	54	69	1450
	EH2NACBA	10	400	6	1200	6700	5960	0,9	54	69	1400
	EH2DACBA	10	400	6	1630	6700	5960	1,2	57	71	1400
	EH2SACBA	10	400	6	1790	6700	5960	1,5	60	74	1500

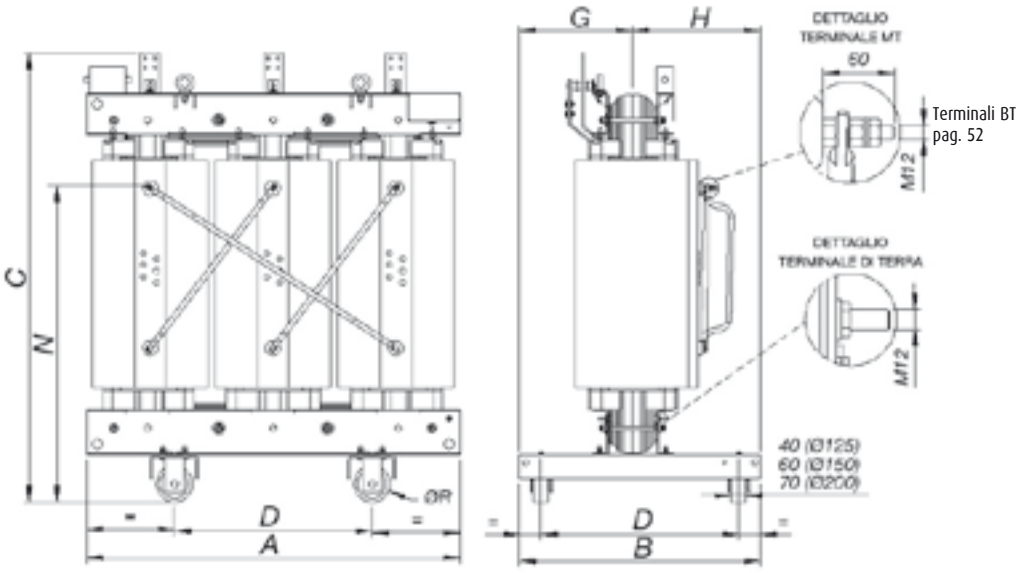
Norme	CEI 14-4 e 14-8 - IEC 60076-11 - CENELEC HD 538.1		
Potenza (kVA)	100 ÷ 3150		
Frequenza (Hz)	50		
Tensioni Primarie (kV)	6 - 10 - 11	classe d'isolamento	12 kV BIL 60/75 kV
Tensioni Secondarie (V)	400 - 433	classe d'isolamento	1,1 kV
Regolazione, lato MT	± 2 x 2,5%		
Gruppo vettoriale	Dyn11		
Classe di isolam. sist. isolante	F / F		
Sovratemperatura	100 / 100 K		
Classe	E2 - C2 - F1 Certificato CESI Nr. 98/11 908		
Tolleranze	Secondo CEI / IEC		
Note	Valori diversi di tensione primaria o secondaria disponibili con sovrapprezzo Lpa = Valore misurato ad un metro di distanza, secondo la Norma CEI EN 60076-10		

DIMENSIONI E PESI

kVA	Codice	Uk%	A	B	C	D	ØR	G	H	N	Peso
			(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg)
100	**EB2RBCBA**	4	1000	600	1100	520	125	270	330	690	550
	EB2NBCBA	4	1000	600	1100	520	125	270	330	690	550
160	**EC2RBCBA**	4	1050	600	1140	520	125	270	330	710	700
	EC2NBCBA	4	1050	600	1140	520	125	270	330	710	700
200	**ED2RBCBA**	4	1150	620	1190	520	125	270	330	710	800
	ED2NBCBA	4	1150	620	1190	520	125	270	330	710	800
250	**EE2RBCBA**	4	1250	630	1270	520	125	270	330	820	950
	EE2RACBA	6	1250	630	1220	520	125	270	330	800	910
	EE2NBCBA	4	1250	630	1270	520	125	270	330	820	950
	EE2NACBA	6	1250	630	1220	520	125	270	330	800	910
	EE2DACBA	6	1250	640	1300	520	125	270	330	820	980
	EE2SACBA	6	1250	640	1300	520	125	270	330	820	1050
315	**EF2RBCBA**	4	1200	750	1300	670	125	345	405	830	1050
	EF2RACBA	6	1250	750	1250	670	125	345	405	800	1000
	EF2NBCBA	4	1200	750	1300	670	125	345	405	830	1050
	EF2NACBA	6	1250	750	1250	670	125	345	405	800	1000
	EF2DACBA	6	1350	750	1370	670	125	345	405	840	1150
	EF2SACBA	6	1350	750	1370	670	125	345	405	840	1200
400	**EG2RBCBA**	4	1250	750	1370	670	125	345	405	870	1250
	EG2RACBA	6	1300	750	1320	670	125	345	405	850	1200
	EG2NBCBA	4	1250	750	1370	670	125	345	405	870	1250
	EG2NACBA	6	1300	750	1320	670	125	345	405	850	1200
	EG2DACBA	6	1350	750	1430	670	125	345	405	920	1200
	EG2SACBA	6	1350	750	1430	670	125	345	405	920	1250
500	**EH2RBCBA**	4	1250	750	1550	670	125	345	405	1010	1450
	EH2RACBA	6	1300	750	1500	670	125	345	405	1000	1400
	EH2NBCBA	4	1250	750	1550	670	125	345	405	1010	1450
	EH2NACBA	6	1300	750	1500	670	125	345	405	1000	1400
	EH2DACBA	6	1350	750	1540	670	125	345	405	1020	1400
	EH2SACBA	6	1350	750	1540	670	125	345	405	1020	1500

Valori riassuntivi di riferimento. Per la progettazione utilizzare il disegno costruttivo.

Tutti i dati riportati possono essere modificati senza preavviso per esigenze tecnico produttive o di miglioramento del prodotto.



Classe d'isolamento 12 kV

DATI TECNICI da 630 a 3150 kVA

kVA	Codice	V prim	V sec	Uk%	Po (W)	Pk(W)		Io%	Pressione acustica	Potenza acustica	Peso
		kV	V			120°	75°		LPA	LWA	kg
630	**EI2RBCBA**	10	400	4	1150	7300	6500	0,7	50	62	1650
	EI2RACBA	10	400	6	1050	7600	6750	0,7	50	62	1600
	EI2NBCBA	10	400	4	1500	7300	6500	0,8	55	70	1650
	EI2NACBA	10	400	6	1450	7600	6750	0,8	55	70	1600
	EI2DACBA	10	400	6	1790	7800	6940	1,2	58	72	1650
	EI2SACBA	10	400	6	2100	7800	6940	1,4	61	75	1800
800	**EJ2RACBA**	10	400	6	1350	9400	8370	0,7	52	64	1950
	EJ2NACBA	10	400	6	1750	9400	8370	0,8	57	71	1950
	EJ2DACBA	10	400	6	2100	9400	8370	1,1	59	73	1900
	EJ2SACBA	10	400	6	2470	9400	8370	1,3	62	76	2100
1000	**EK2RACBA**	10	400	6	1550	10000	8900	0,6	53	65	2300
	EK2NACBA	10	400	6	2000	10000	8900	0,7	58	73	2300
	EK2DACBA	10	400	6	2470	11000	9800	1	60	74	2300
	EK2SACBA	10	400	6	2940	11000	9800	1,2	63	77	2500
1250	**EL2RACBA**	10	400	6	1900	12700	11300	0,5	55	67	2700
	EL2NACBA	10	400	6	2300	12700	11300	0,6	59	74	2700
	EL2DACBA	10	400	6	2940	13400	11800	1	61	75	2700
	EL2SACBA	10	400	6	3520	13400	11800	1,1	64	78	2900
1600	**EM2RACBA**	10	400	6	2200	14000	12460	0,4	56	68	3300
	EM2NACBA	10	400	6	2800	14000	12460	0,5	60	76	3300
	EM2DACBA	10	400	6,5	3520	16400	14400	0,9	63	77	3400
	EM2SACBA	10	400	6,5	3890	16400	14400	1	66	80	3750
2000	**EN2RACBA**	10	400	6	2800	18000	16200	0,4	58	70	4000
	EN2NACBA	10	400	6	3300	18000	16200	0,5	61	79	4000
	EN2DACBA	10	400	7	3890	19000	17100	0,9	65	80	4250
	EN2SACBA	10	400	7	4830	19000	17100	0,9	68	83	4550
2500	**EO2RACBA**	10	400	6	3300	21000	18900	0,3	59	71	4800
	EO2NACBA	10	400	6	4300	21000	18900	0,4	63	81	4800
	EO2DACBA	10	400	7	5040	23000	20700	0,8	66	82	4900
	EO2SACBA	10	400	7	5990	23000	20700	0,8	69	85	5250
3150	**EP2RACBA**	10	400	7	3950	26000	23400	0,3	62	74	5400
	EP2NACBA	10	400	7	4600	26000	23400	0,4	65	83	5400

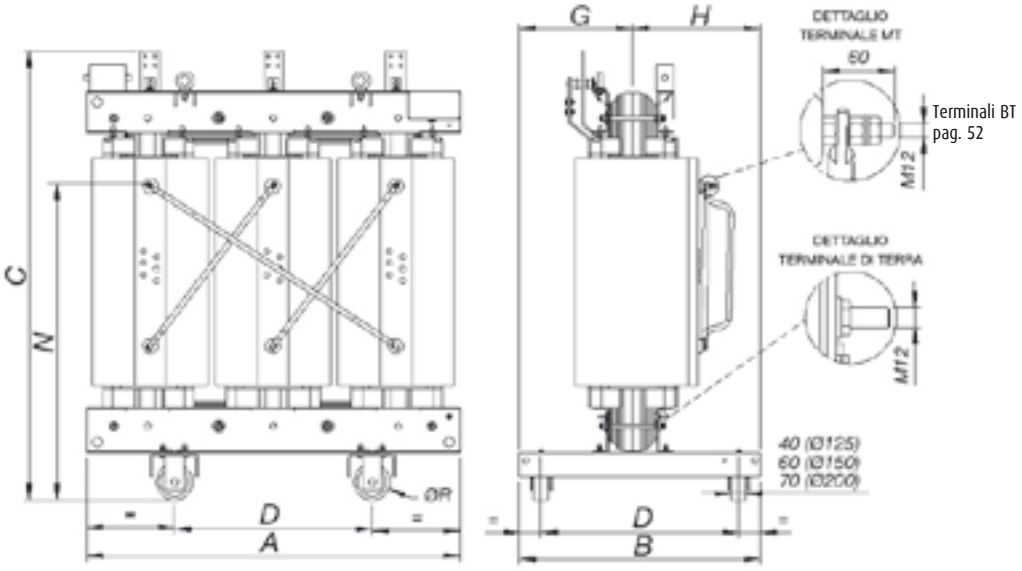
Norme	CEI 14-4 e 14-8 - IEC 60076-11 - CENELEC HD 538.1		
Potenza (kVA)	100 ÷ 3150		
Frequenza (Hz)	50		
Tensioni Primarie (kV)	6 - 10 - 11	classe d'isolamento	12 kV BIL 60/75 kV
Tensioni Secondarie (V)	400 - 433	classe d'isolamento	1,1 kV
Regolazione, lato MT	± 2 x 2,5%		
Gruppo vettoriale	Dyn11		
Classe di isolam. sist. isolante	F / F		
Sovratemperatura	100 / 100 K		
Classe	E2 - C2 - F1 Certificato CESI Nr. 98/11 908		
Tolleranze	Secondo CEI / IEC		
Note	Valori diversi di tensione primaria o secondaria disponibili con sovrapprezzo Lpa = Valore misurato ad un metro di distanza, secondo la Norma CEI EN 60076-10		

DIMENSIONI E PESI

kVA	Codice	Uk%	A	B	C	D	ØR	G	H	N	Peso
			(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg)
630	**EI2RBCBA**	4	1350	850	1600	670	150	395	455	1060	1650
	EI2RACBA	6	1500	850	1590	670	150	395	455	1060	1600
	EI2NBCBA	4	1350	850	1600	670	150	395	455	1060	1650
	EI2NACBA	6	1500	850	1590	670	150	395	455	1060	1600
	EI2DACBA	6	1500	850	1670	670	150	395	455	1110	1650
	EI2SACBA	6	1500	850	1670	670	150	395	455	1110	1800
800	**EJ2RACBA**	6	1500	850	1740	670	150	395	455	1160	1950
	EJ2NACBA	6	1500	850	1740	670	150	395	455	1160	1950
	EJ2DACBA	6	1500	850	1780	670	150	395	455	1120	1900
	EJ2SACBA	6	1500	850	1780	670	150	395	455	1120	2100
1000	**EK2RACBA**	6	1550	1000	1820	820	150	470	530	1270	2300
	EK2NACBA	6	1550	1000	1820	820	150	470	530	1270	2300
	EK2DACBA	6	1550	1000	1890	820	150	470	530	1280	2300
	EK2SACBA	6	1550	1000	1890	820	150	470	530	1280	2500
1250	**EL2RACBA**	6	1550	1000	2000	820	150	470	530	1340	2700
	EL2NACBA	6	1550	1000	2000	820	150	470	530	1340	2700
	EL2DACBA	6	1550	1000	2030	820	150	470	530	1440	2700
	EL2SACBA	6	1550	1000	2030	820	150	470	530	1440	2900
1600	**EM2RACBA**	6	1650	1000	2180	820	150	470	530	1460	3300
	EM2NACBA	6	1650	1000	2180	820	150	470	530	1460	3300
	EM2DACBA	6,5	1650	1000	2180	820	150	470	530	1560	3400
	EM2SACBA	6,5	1650	1000	2180	820	150	470	530	1560	3750
2000	**EN2RACBA**	6	1800	1310	2260	1070	200	580	730	1570	4000
	EN2NACBA	6	1800	1310	2260	1070	200	580	730	1570	4000
	EN2DACBA	7	1900	1310	2220	1070	200	580	730	1580	4250
	EN2SACBA	7	1900	1310	2220	1070	200	580	730	1580	4550
2500	**EO2RACBA**	6	2050	1310	2390	1070	200	580	730	1650	4800
	EO2NACBA	6	2050	1310	2390	1070	200	580	730	1650	4800
	EO2DACBA	7	2050	1310	2310	1070	200	580	730	1600	4900
	EO2SACBA	7	2050	1310	2310	1070	200	580	730	1600	5250
3150	**EP2RACBA**	7	2150	1310	2400	1070	200	580	730	1670	5400
	EP2NACBA	7	2150	1310	2400	1070	200	580	730	1670	5400

Valori riassuntivi di riferimento. Per la progettazione utilizzare il disegno costruttivo.

Tutti i dati riportati possono essere modificati senza preavviso per esigenze tecnico produttive o di miglioramento del prodotto.



Classe d'isolamento 17,5 kV

DATI TECNICI da 100 a 800 kVA

kVA	Codice	V prim	V sec	Uk%	Po (W)	Pk(W)		Io%	Pressione acustica	Potenza acustica	Peso
		kV	V			120°	75°		LPA	LWA	kg
100	**EB3RAFBA**	15	400	6	380	2050	1800	1,9	40	51	560
	EB3NAFBA	15	400	6	430	1900	1670	2	45	59	560
160	**EC3RAFBA**	15	400	6	480	2900	2550	1,6	43	54	750
	EC3NAFBA	15	400	6	570	2800	2470	1,7	49	62	750
200	**ED3RAFBA**	15	400	6	570	3600	3170	1,4	45	56	800
	ED3NAFBA	15	400	6	680	3600	3170	1,5	51	63	800
250	**EE3RAFBA**	15	400	6	670	3800	3340	1,2	46	57	950
	EE3NAFBA	15	400	6	750	3650	3210	1,3	52	65	950
	EE3DAFBA	15	400	6	910	3800	3340	1,5	55	67	980
	EE3SAFBA	15	400	6	1050	3800	3340	1,9	58	70	1050
315	**EF3RAFBA**	15	400	6	790	4600	4050	1,1	47	59	1050
	EF3NAFBA	15	400	6	880	4500	3970	1,2	54	67	1050
	EF3DAFBA	15	400	6	1050	4600	4050	1,4	56	69	1150
	EF3SAFBA	15	400	6	1320	4600	4050	1,8	59	72	1200
400	**EG3RAFBA**	15	400	6	920	5500	4890	1	48	60	1250
	EG3NAFBA	15	400	6	1000	5200	4630	1,1	54	68	1250
	EG3DAFBA	15	400	6	1320	5600	5000	1,3	57	70	1200
	EG3SAFBA	15	400	6	1630	5600	5000	1,7	60	73	1250
500	**EH3RAFBA**	15	400	6	1170	6700	5960	0,9	49	61	1400
	EH3NAFBA	15	400	6	1200	6700	5960	1	55	69	1400
	EH3DAFBA	15	400	6	1630	6700	5960	1,2	57	71	1400
	EH3SAFBA	15	400	6	1790	6700	5960	1,5	60	74	1500
630	**EI3RAFBA**	15	400	6	1360	7800	6940	0,9	50	62	1700
	EI3NAFBA	15	400	6	1600	7800	6940	1	55	70	1700
	EI3DAFBA	15	400	6	1790	7800	6940	1,2	58	72	1650
	EI3SAFBA	15	400	6	2100	7800	6940	1,4	61	75	1800
800	**EJ3RAFBA**	15	400	6	1600	9400	8370	0,8	52	64	2000
	EJ3NAFBA	15	400	6	1780	9300	8290	0,9	57	71	2000
	EJ3DAFBA	15	400	6	2100	9400	8370	1,1	59	73	1900
	EJ3SAFBA	15	400	6	2470	9400	8370	1,3	62	76	2100

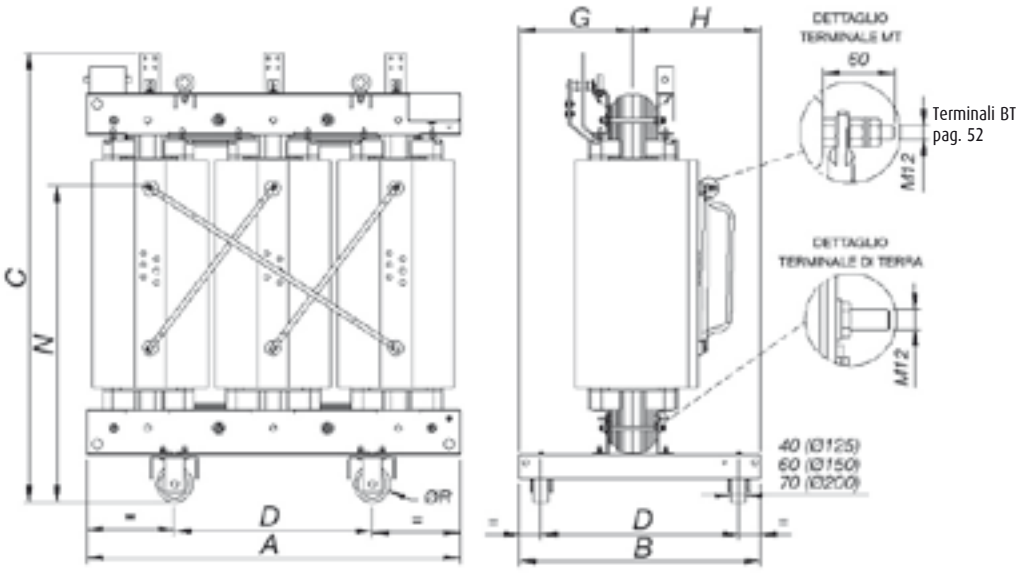
Norme	CEI 14-4 e 14-8 - IEC 60076-11 - CENELEC HD 538.1
Potenza (kVA)	100 ÷ 3150
Frequenza (Hz)	50
Tensioni Primarie (kV)	12 - 13,2 - 15 classe d'isolamento 17,5 kV BIL 75/95 kV
Tensioni Secondarie (V)	400 - 410 - 420 classe d'isolamento 1,1 kV
Regolazione, lato MT	± 2 x 2,5%
Gruppo vettoriale	Dyn11
Classe di isolam. sist. isolante	F / F
Sovratemperatura	100 / 100 K
Classe	E2 - C2 - F1 Certificato CESI Nr. 98/11 908
Tolleranze	Secondo CEI / IEC
Note	Valori diversi di tensione primaria o secondaria disponibili con sovrapprezzo Lpa = Valore misurato ad un metro di distanza, secondo la Norma CEI EN 60076-10

DIMENSIONI E PESI

kVA	Codice	Uk%	A	B	C	D	ØR	G	H	N	Peso
			(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg)
100	**EB3RAFBA**	6	1050	600	1090	520	125	270	330	710	560
	EB3NAFBA	6	1050	600	1090	520	125	270	330	710	560
160	**EC3RAFBA**	6	1200	630	1210	520	125	270	330	720	750
	EC3NAFBA	6	1200	630	1210	520	125	270	330	720	750
200	**ED3RAFBA**	6	1250	630	1230	520	125	270	330	730	800
	ED3NAFBA	6	1250	630	1230	520	125	270	330	730	800
250	**EE3RAFBA**	6	1250	640	1240	520	125	270	330	740	950
	EE3NAFBA	6	1250	640	1240	520	125	270	330	740	950
	EE3DAFBA	6	1250	640	1300	520	125	270	330	820	980
	EE3SAFBA	6	1250	640	1300	520	125	270	330	820	1050
315	**EF3RAFBA**	6	1250	750	1300	670	125	345	405	840	1050
	EF3NAFBA	6	1250	750	1300	670	125	345	405	840	1050
	EF3DAFBA	6	1350	750	1370	670	125	345	405	840	1150
	EF3SAFBA	6	1350	750	1370	670	125	345	405	840	1200
400	**EG3RAFBA**	6	1350	750	1390	670	125	345	405	910	1250
	EG3NAFBA	6	1350	750	1390	670	125	345	405	910	1250
	EG3DAFBA	6	1350	750	1430	670	125	345	405	920	1200
	EG3SAFBA	6	1350	750	1430	670	125	345	405	920	1250
500	**EH3RAFBA**	6	1350	750	1520	670	125	345	405	940	1400
	EH3NAFBA	6	1350	750	1520	670	125	345	405	940	1400
	EH3DAFBA	6	1350	750	1540	670	125	345	405	1020	1400
	EH3SAFBA	6	1350	750	1540	670	125	345	405	1020	1500
630	**EI3RAFBA**	6	1500	850	1630	670	150	395	455	1070	1700
	EI3NAFBA	6	1500	850	1630	670	150	395	455	1070	1700
	EI3DAFBA	6	1500	850	1670	670	150	395	455	1110	1650
	EI3SAFBA	6	1500	850	1670	670	150	395	455	1110	1800
800	**EJ3RAFBA**	6	1500	850	1780	670	150	395	455	1170	2000
	EJ3NAFBA	6	1500	850	1780	670	150	395	455	1170	2000
	EJ3DAFBA	6	1500	850	1780	670	150	395	455	1120	1900
	EJ3SAFBA	6	1500	850	1780	670	150	395	455	1120	2100

Valori riassuntivi di riferimento. Per la progettazione utilizzare il disegno costruttivo.

Tutti i dati riportati possono essere modificati senza preavviso per esigenze tecnico produttive o di miglioramento del prodotto.



Classe d'isolamento 17,5 kV

DATI TECNICI da 1000 a 3150 kVA

kVA	Codice	V prim	V sec	Uk%	Po (W)	Pk(W)		Io%	Pressione acustica	Potenza acustica	Peso
		kV	V			120°	75°		LPA	LWA	kg
1000	**EK3RAFBA**	15	400	6	1890	11000	9800	0,7	53	65	2300
	EK3NAFBA	15	400	6	2000	10800	9630	0,8	58	73	2300
	EK3DAFBA	15	400	6	2470	11000	9800	1	60	74	2300
	EK3SAFBA	15	400	6	2940	11000	9800	1,2	63	77	2500
1250	**EL3RAFBA**	15	400	6	2100	13000	11600	0,6	55	67	2750
	EL3NAFBA	15	400	6	2350	12600	11250	0,7	59	74	2750
	EL3DAFBA	15	400	6	2940	13400	11800	1	61	75	2700
	EL3SAFBA	15	400	6	3520	13400	11800	1,1	64	78	2900
1600	**EM3RAFBA**	15	400	6	2420	16000	14240	0,5	56	68	3300
	EM3NAFBA	15	400	6	2750	15500	13800	0,6	60	76	3300
	EM3DAFBA	15	400	6,5	3520	16400	14400	0,9	63	77	3400
	EM3SAFBA	15	400	6,5	3890	16400	14400	1	66	80	3750
2000	**EN3RAFBA**	15	400	6	2920	19000	17100	0,5	58	70	4000
	EN3NAFBA	15	400	6	3350	18500	16650	0,6	61	79	4000
	EN3DAFBA	15	400	7	3890	19000	17100	0,9	65	80	4250
	EN3SAFBA	15	400	7	4830	19000	17100	0,9	68	83	4550
2500	**EO3RAFBA**	15	400	6	3650	23000	20700	0,4	59	71	4950
	EO3NAFBA	15	400	6	4300	21800	19620	0,5	63	81	4950
	EO3DAFBA	15	400	7	5040	23000	20700	0,8	66	82	4900
	EO3SAFBA	15	400	7	5990	23000	20700	0,8	69	85	5250
3150	**EP3RAFBA**	15	400	7	3950	27000	24300	0,3	62	74	5750
	EP3NAFBA	15	400	7	4700	26000	23400	0,4	66	83	5750

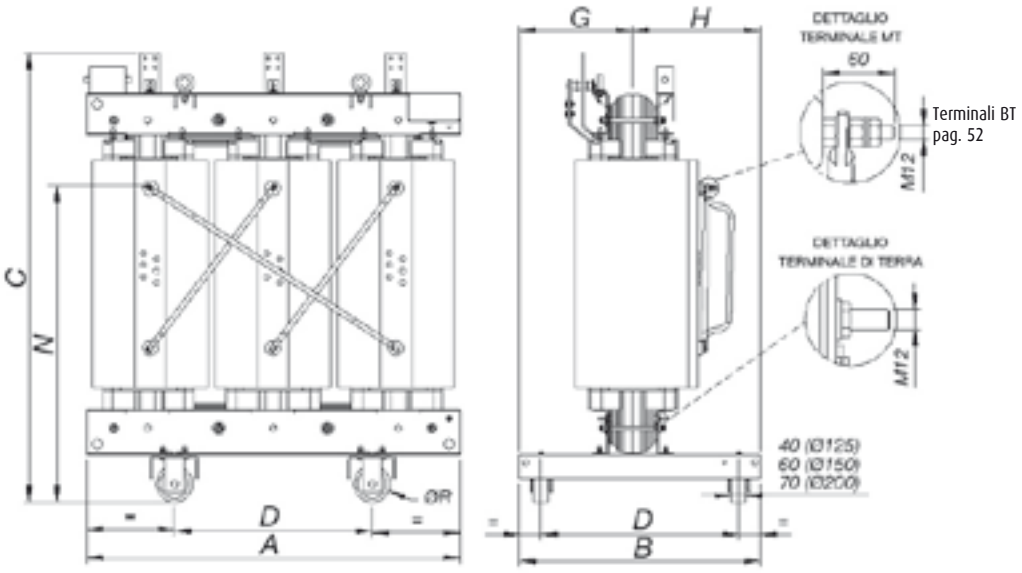
Norme	CEI 14-4 e 14-8 - IEC 60076-11 - CENELEC HD 538.1
Potenza (kVA)	100 ÷ 3150
Frequenza (Hz)	50
Tensioni Primarie (kV)	12 - 13,2 - 15 classe d'isolamento 17,5 kV BIL 75/95 kV
Tensioni Secondarie (V)	400 - 410 - 420 classe d'isolamento 1,1 kV
Regolazione, lato MT	± 2 x 2,5%
Gruppo vettoriale	Dyn11
Classe di isolam. sist. isolante	F / F
Sovratemperatura	100 / 100 K
Classe	E2 - C2 - F1 Certificato CESI Nr. 98/11 908
Tolleranze	Secondo CEI / IEC
Note	Valori diversi di tensione primaria o secondaria disponibili con sovrapprezzo Lpa = Valore misurato ad un metro di distanza, secondo la Norma CEI EN 60076-10

DIMENSIONI E PESI

kVA	Codice	Uk%	A	B	C	D	ØR	G	H	N	Peso
			(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg)
1000	**EK3RAFBA**	6	1550	1000	1870	820	150	470	530	1290	2300
	EK3NAFBA	6	1550	1000	1870	820	150	470	530	1290	2300
	EK3DAFBA	6	1550	1000	1890	820	150	470	530	1280	2300
	EK3SAFBA	6	1550	1000	1890	820	150	470	530	1280	2500
1250	**EL3RAFBA**	6	1550	1000	2010	820	150	470	530	1350	2750
	EL3NAFBA	6	1550	1000	2010	820	150	470	530	1350	2750
	EL3DAFBA	6	1550	1000	2030	820	150	470	530	1440	2700
	EL3SAFBA	6	1550	1000	2030	820	150	470	530	1440	2900
1600	**EM3RAFBA**	6	1650	1000	2190	820	150	470	530	1470	3300
	EM3NAFBA	6	1650	1000	2190	820	150	470	530	1470	3300
	EM3DAFBA	6,5	1650	1000	2180	820	150	470	530	1560	3400
	EM3SAFBA	6,5	1650	1000	2180	820	150	470	530	1560	3750
2000	**EN3RAFBA**	6	1800	1310	2250	1070	200	580	730	1580	4000
	EN3NAFBA	6	1800	1310	2250	1070	200	580	730	1580	4000
	EN3DAFBA	7	1900	1310	2220	1070	200	580	730	1580	4250
	EN3SAFBA	7	1900	1310	2220	1070	200	580	730	1580	4550
2500	**EO3RAFBA**	6	1950	1310	2320	1070	200	580	730	1600	4950
	EO3NAFBA	6	1950	1310	2320	1070	200	580	730	1600	4950
	EO3DAFBA	7	2050	1310	2310	1070	200	580	730	1600	4900
	EO3SAFBA	7	2050	1310	2310	1070	200	580	730	1600	5250
3150	**EP3RAFBA**	7	2150	1310	2350	1070	200	580	730	1610	5750
	EP3NAFBA	7	2150	1310	2350	1070	200	580	730	1610	5750

Valori riassuntivi di riferimento. Per la progettazione utilizzare il disegno costruttivo.

Tutti i dati riportati possono essere modificati senza preavviso per esigenze tecnico produttive o di miglioramento del prodotto.



Classe d'isolamento 24 kV

DATI TECNICI da 100 a 400 kVA

kVA	Codice	V prim	V sec	Uk%	Po (W)	Pk(W)		Io%	Pressione acustica	Potenza acustica	Peso
		kV	V			120°	75°		LPA	LWA	kg
100	**EB4RBGBA**	20	400	4	400	1750	1540	2	40	51	630
	EB4RAGBA	20	400	6	360	2050	1800	2	40	51	570
	EB4NBGBA	20	400	4	540	1750	1540	2,1	46	59	630
	EB4NAGBA	20	400	6	480	2000	1760	2,1	46	59	570
160	**EC4RBGBA**	20	400	4	580	2500	2200	1,7	43	54	900
	EC4RAGBA	20	400	6	480	2900	2550	1,7	43	54	800
	EC4NBGBA	20	400	4	790	2500	2200	1,8	50	62	900
	EC4NAGBA	20	400	6	650	2800	2470	1,8	50	62	800
200	**ED4RBGBA**	20	400	4	680	2900	2550	1,5	45	56	1030
	ED4RAGBA	20	400	6	550	3600	3170	1,5	45	56	900
	ED4NBGBA	20	400	4	900	2900	2550	1,7	51	63	1030
	ED4NAGBA	20	400	6	800	3600	3170	1,7	51	63	900
250	**EE4RBGBA**	20	400	4	840	3450	3040	1,3	46	57	1150
	EE4RAGBA	20	400	6	650	3800	3340	1,3	46	57	1000
	EE4NBGBA	20	400	4	1000	3450	3040	1,5	53	65	1150
	EE4NAGBA	20	400	6	850	3700	3260	1,5	53	65	1000
	EE4DAGBA	20	400	6	1050	3800	3340	1,5	55	67	1050
	EE4SAGBA	20	400	6	1210	3800	3340	1,9	58	70	1150
315	**EF4RBGBA**	20	400	4	970	4500	3970	1,2	47	59	1350
	EF4RAGBA	20	400	6	750	4600	4050	1,2	47	59	1200
	EF4NBGBA	20	400	4	1150	4500	3970	1,4	55	67	1350
	EF4NAGBA	20	400	6	950	4500	3970	1,4	55	67	1200
	EF4DAGBA	20	400	6	1210	4600	4050	1,4	56	69	1200
	EF4SAGBA	20	400	6	1470	4600	4050	1,8	59	72	1250
400	**EG4RBGBA**	20	400	4	1160	4900	4360	1,1	48	60	1500
	EG4RAGBA	20	400	6	940	5500	4890	1,1	48	60	1350
	EG4NBGBA	20	400	4	1360	4900	4360	1,3	55	68	1500
	EG4NAGBA	20	400	6	1150	5400	4810	1,3	55	68	1350
	EG4DAGBA	20	400	6	1470	5600	5000	1,3	57	70	1350
	EG4SAGBA	20	400	6	1740	5600	5000	1,7	60	73	1450

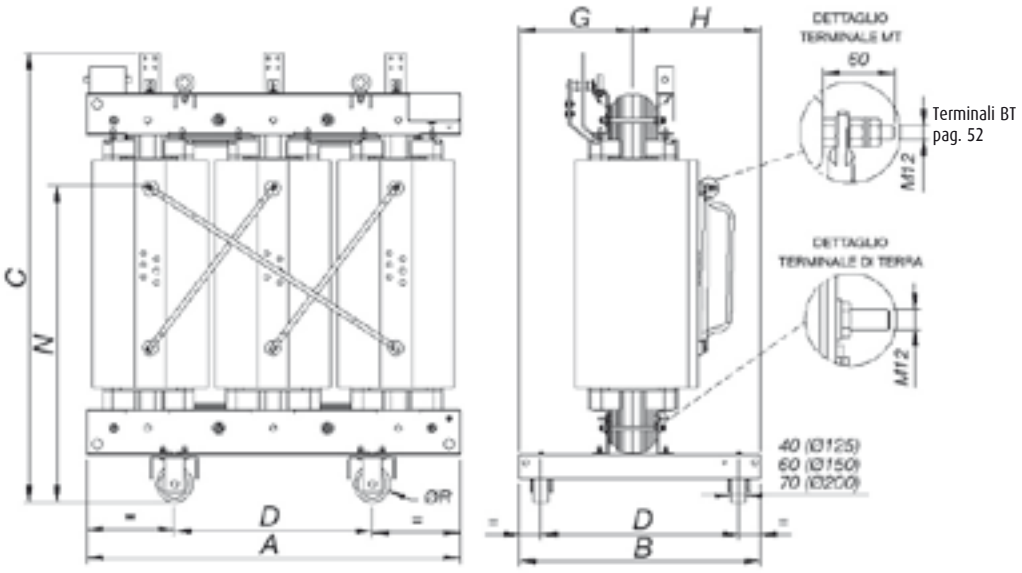
Norme	CEI 14-4 e 14-8 - IEC 60076-11 - CENELEC HD 538.1		
Potenza (kVA)	100 ÷ 3150		
Frequenza (Hz)	50		
Tensioni Primarie (kV)	20 - 23	classe d'isolamento	24 kV BIL 95/125 kV
Tensioni Secondarie (V)	400 - 410 - 420	classe d'isolamento	1,1 kV
Regolazione, lato MT	± 2 x 2,5%		
Gruppo vettoriale	Dyn11		
Classe di isolam. sist. isolante	F / F		
Sovratemperatura	100 / 100 K		
Classe	E2 - C2 - F1 Certificato CESI Nr. 98/11 908		
Tolleranze	Secondo CEI / IEC		
Note	Valori diversi di tensione primaria o secondaria disponibili con sovrapprezzo Lpa = Valore misurato ad un metro di distanza, secondo la Norma CEI EN 60076-10 BIL 125 disponibile a richiesta in fase d'ordine, con sovrapprezzo		

DIMENSIONI E PESI

kVA	Codice	Uk%	A	B	C	D	ØR	G	H	N	Peso
			(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg)
100	**EB4RBGBA**	4	1200	600	1160	520	125	270	330	730	630
	EB4RAGBA	6	1050	600	1110	520	125	270	330	710	570
	EB4NBGBA	4	1200	600	1160	520	125	270	330	730	630
	EB4NAGBA	6	1050	600	1110	520	125	270	330	710	570
160	**EC4RBGBA**	4	1250	640	1260	520	125	270	330	740	900
	EC4RAGBA	6	1250	640	1240	520	125	270	330	730	800
	EC4NBGBA	4	1250	640	1260	520	125	270	330	740	900
	EC4NAGBA	6	1250	640	1240	520	125	270	330	730	800
200	**ED4RBGBA**	4	1350	640	1320	520	125	270	330	750	1030
	ED4RAGBA	6	1250	640	1250	520	125	270	330	740	900
	ED4NBGBA	4	1350	640	1320	520	125	270	330	750	1030
	ED4NAGBA	6	1250	640	1250	520	125	270	330	740	900
250	**EE4RBGBA**	4	1350	640	1360	520	125	270	330	830	1150
	EE4RAGBA	6	1350	640	1260	520	125	270	330	750	1000
	EE4NBGBA	4	1350	640	1360	520	125	270	330	830	1150
	EE4NAGBA	6	1350	640	1260	520	125	270	330	750	1000
	EE4DAGBA	6	1350	640	1360	520	125	270	330	850	1050
	EE4SAGBA	6	1350	640	1360	520	125	270	330	850	1150
315	**EF4RBGBA**	4	1350	750	1450	670	125	345	405	880	1350
	EF4RAGBA	6	1350	750	1350	670	125	345	405	860	1200
	EF4NBGBA	4	1350	750	1450	670	125	345	405	880	1350
	EF4NAGBA	6	1350	750	1350	670	125	345	405	860	1200
	EF4DAGBA	6	1350	750	1410	670	125	345	405	860	1200
	EF4SAGBA	6	1350	750	1410	670	125	345	405	860	1250
400	**EG4RBGBA**	4	1450	750	1530	670	125	345	405	900	1500
	EG4RAGBA	6	1500	750	1440	670	125	345	405	880	1350
	EG4NBGBA	4	1450	750	1530	670	125	345	405	900	1500
	EG4NAGBA	6	1500	750	1440	670	125	345	405	880	1350
	EG4DAGBA	6	1500	750	1510	670	125	345	405	1020	1350
	EG4SAGBA	6	1500	750	1510	670	125	345	405	1020	1450

Valori riassuntivi di riferimento. Per la progettazione utilizzare il disegno costruttivo.

Tutti i dati riportati possono essere modificati senza preavviso per esigenze tecnico produttive o di miglioramento del prodotto.



Classe d'isolamento 24 kV

DATI TECNICI da 500 a 3150 kVA

kVA	Codice	V prim	V sec	Uk%	Po (W)	Pk(W)		Io%	Pressione acustica	Potenza acustica	Peso
		kV	V			120°	75°		LPA	LWA	kg
500	**EH4RBGBA**	20	400	4	1370	6400	5700	1,1	49	61	1640
	EH4RAGBA	20	400	6	1050	6700	5960	1,1	49	61	1500
	EH4NBGBA	20	400	4	1580	6400	5700	1,2	56	69	1640
	EH4NAGBA	20	400	6	1350	6700	5960	1,2	56	69	1500
	EH4DAGBA	20	400	6	1740	6700	5960	1,2	57	71	1550
	EH4SAGBA	20	400	6	2000	6700	5960	1,5	60	74	1650
630	**EI4RBGBA**	20	400	4	1600	6900	6150	1	50	62	2000
	EI4RAGBA	20	400	6	1250	7800	6940	1	50	62	1800
	EI4NBGBA	20	400	4	1950	6900	6150	1,1	56	70	2000
	EI4NAGBA	20	400	6	1740	7800	6940	1,1	56	70	1800
	EI4DAGBA	20	400	6	2000	7800	6940	1,2	58	72	1800
	EI4SAGBA	20	400	6	2420	7800	6940	1,4	61	75	1950
800	**EJ4RAGBA**	20	400	6	1450	9400	8370	0,9	52	64	2100
	EJ4NAGBA	20	400	6	1950	9300	8290	1	58	71	2100
	EJ4DAGBA	20	400	6	2310	9400	8370	1,1	59	73	2150
	EJ4SAGBA	20	400	6	2730	9400	8370	1,3	62	76	2350
1000	**EK4RAGBA**	20	400	6	1800	11000	9800	0,8	53	65	2500
	EK4NAGBA	20	400	6	2310	10800	9630	0,9	59	73	2500
	EK4DAGBA	20	400	6	2790	11000	9800	1	60	74	2550
	EK4SAGBA	20	400	6	3260	11000	9800	1,2	63	77	2800
1250	**EL4RAGBA**	20	400	6	2100	13000	11600	0,7	55	67	2900
	EL4NAGBA	20	400	6	2730	12800	11430	0,8	60	74	2900
	EL4DAGBA	20	400	6	3260	13400	11800	1	61	75	3000
	EL4SAGBA	20	400	6	3730	13400	11800	1,1	64	78	3250
1600	**EM4RAGBA**	20	400	6	2400	16000	14240	0,6	56	68	3550
	EM4NAGBA	20	400	6	3100	15500	13800	0,7	61	76	3550
	EM4DAGBA	20	400	6,5	3730	16400	14400	0,9	63	77	3600
	EM4SAGBA	20	400	6,5	4410	16400	14400	1,1	66	80	3950
2000	**EN4RAGBA**	20	400	6	2900	19000	17100	0,5	58	70	4300
	EN4NAGBA	20	400	6	3800	18600	16740	0,6	62	79	4300
	EN4DAGBA	20	400	7	4570	19000	17100	0,9	65	80	4500
	EN4SAGBA	20	400	7	5360	19000	17100	0,9	68	83	4900
2500	**EO4RAGBA**	20	400	6	3800	23000	20700	0,4	59	71	5250
	EO4NAGBA	20	400	6	4800	22000	19800	0,5	64	81	5250
	EO4DAGBA	20	400	7	5880	23000	20700	0,8	66	82	5200
	EO4SAGBA	20	400	7	6620	23000	20700	0,8	69	85	5650
3150	**EP4RAGBA**	20	400	7	4500	26000	23400	0,4	62	74	6250
	EP4NAGBA	20	400	7	5360	26000	23400	0,5	67	83	6250

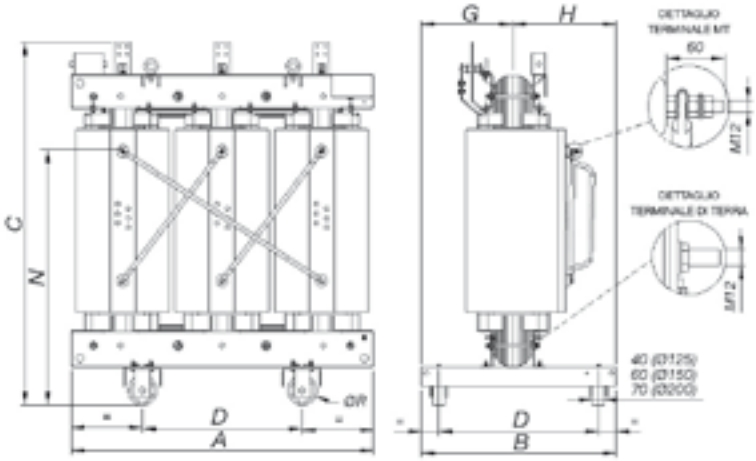
Norme	CEI 14-4 e 14-8 - IEC 60076-11 - CENELEC HD 538.1		
Potenza (kVA)	100 ÷ 3150		
Frequenza (Hz)	50		
Tensioni Primarie (kV)	20 - 23	classe d'isolamento	24 kV BIL 95/125 kV
Tensioni Secondarie (V)	400 - 410 - 420	classe d'isolamento	1,1 kV
Regolazione, lato MT	± 2 x 2,5%		
Gruppo vettoriale	Dyn11		
Classe di isolam. sist. isolante	F / F		
Sovratemperatura	100 / 100 K		
Classe	E2 - C2 - F1 Certificato CESI Nr. 98/11 908		
Tolleranze	Secondo CEI / IEC		
Note	Valori diversi di tensione primaria o secondaria disponibili con sovrapprezzo Lpa = Valore misurato ad un metro di distanza, secondo la Norma CEI EN 60076-10 BIL 125 disponibile a richiesta in fase d'ordine, con sovrapprezzo		

DIMENSIONI E PESI

kVA	Codice	Uk%	A	B	C	D	ØR	G	H	N	Peso
			(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg)
500	**EH4RBGBA**	4	1450	750	1610	670	125	345	405	980	1640
	EH4RAGBA	6	1500	750	1560	670	125	345	405	960	1500
	EH4NBGBA	4	1450	750	1610	670	125	345	405	980	1640
	EH4NAGBA	6	1500	750	1560	670	125	345	405	960	1500
	EH4DAGBA	6	1500	750	1570	670	125	345	405	960	1550
	EH4SAGBA	6	1500	750	1570	670	125	345	405	960	1650
630	**EI4RBGBA**	4	1500	850	1690	670	150	395	455	1100	2000
	EI4RAGBA	6	1500	850	1650	670	150	395	455	1080	1800
	EI4NBGBA	4	1500	850	1690	670	150	395	455	1100	2000
	EI4NAGBA	6	1500	850	1650	670	150	395	455	1080	1800
	EI4DAGBA	6	1500	850	1700	670	150	395	455	1090	1800
	EI4SAGBA	6	1500	850	1700	670	150	395	455	1090	1950
800	**EJ4RAGBA**	6	1550	850	1810	670	150	395	455	1200	2100
	EJ4NAGBA	6	1550	850	1810	670	150	395	455	1200	2100
	EJ4DAGBA	6	1550	850	1850	670	150	395	455	1300	2150
	EJ4SAGBA	6	1550	850	1850	670	150	395	455	1300	2350
1000	**EK4RAGBA**	6	1650	1000	1890	820	150	470	530	1310	2500
	EK4NAGBA	6	1650	1000	1890	820	150	470	530	1310	2500
	EK4DAGBA	6	1650	1000	1930	820	150	470	530	1300	2550
	EK4SAGBA	6	1650	1000	1930	820	150	470	530	1300	2800
1250	**EL4RAGBA**	6	1650	1000	2030	820	150	470	530	1370	2900
	EL4NAGBA	6	1650	1000	2030	820	150	470	530	1370	2900
	EL4DAGBA	6	1650	1000	2070	820	150	470	530	1460	3000
	EL4SAGBA	6	1650	1000	2070	820	150	470	530	1460	3250
1600	**EM4RAGBA**	6	1750	1000	2200	820	150	470	530	1480	3550
	EM4NAGBA	6	1750	1000	2200	820	150	470	530	1480	3550
	EM4DAGBA	6,5	1800	1000	2250	820	150	470	530	1590	3600
	EM4SAGBA	6,5	1800	1000	2250	820	150	470	530	1590	3950
2000	**EN4RAGBA**	6	1900	1310	2270	1070	200	580	730	1590	4300
	EN4NAGBA	6	1900	1310	2270	1070	200	580	730	1590	4300
	EN4DAGBA	7	1900	1310	2270	1070	200	580	730	1590	4500
	EN4SAGBA	7	1900	1310	2270	1070	200	580	730	1590	4900
2500	**EO4RAGBA**	6	1950	1310	2350	1070	200	580	730	1610	5250
	EO4NAGBA	6	1950	1310	2350	1070	200	580	730	1610	5250
	EO4DAGBA	7	2050	1310	2310	1070	200	580	730	1600	5200
	EO4SAGBA	7	2050	1310	2310	1070	200	580	730	1600	5650
3150	**EP4RAGBA**	7	2250	1310	2400	1070	200	580	730	1670	6250
	EP4NAGBA	7	2250	1310	2400	1070	200	580	730	1670	6250

Valori riassuntivi di riferimento. Per la progettazione utilizzare il disegno costruttivo.

Tutti i dati riportati possono essere modificati senza preavviso per esigenze tecnico produttive o di miglioramento del prodotto.



Terminali BT pag. 52

Classe d'isolamento 36 kV

DATI TECNICI

kVA	Codice	V prim	V sec	Uk%	Po (W)	Pk(W)		Io%	Pressione acustica	Potenza acustica	Peso
		kV	V			120°	75°		LPA	LWA	kg
250	**EE5NAIBA**	25	400	6	1320	3600	3180	1,5	55	68	1380
315	**EF5NAIBA**	25	400	6	1450	4800	4250	1,4	56	69	1500
400	**EG5NAIBA**	25	400	6	1600	5800	5100	1,3	57	70	1700
500	**EH5NAIBA**	25	400	6	1800	7200	6350	1,2	58	71	1900
630	**EI5NAIBA**	25	400	6	2100	7600	6750	1	59	73	2250
800	**EJ5NAIBA**	25	400	6	2580	9400	8370	0,9	60	74	2700
1000	**EK5NAIBA**	25	400	7	2800	10500	9280	0,8	61	75	3100
1250	**EL5NAIBA**	25	400	8	3000	14000	12350	0,7	62	76	3400
1600	**EM5NAIBA**	25	400	8	3600	16500	14600	0,6	64	77	4050
2000	**EN5NAIBA**	25	400	8	4600	18000	16200	0,5	65	79	4900
2500	**EO5NAIBA**	25	400	8	5780	22000	19800	0,5	67	80	6000
3000	**EP5NAIBA**	25	400	8	6620	25500	22500	0,4	68	82	7000

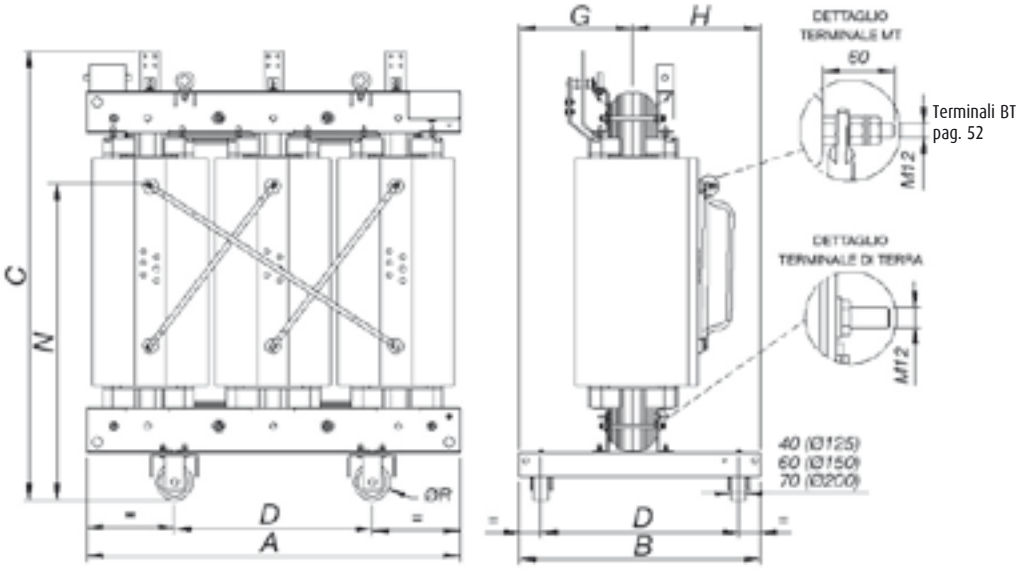
Norme	CEI 14-4 e 14-8 - IEC 60076-11 - CENELEC HD 538.1		
Potenza (kVA)	100 ÷ 3150		
Frequenza (Hz)	50		
Tensioni Primarie (kV)	25 - 33	classe d'isolamento	36 kV BIL 170 kV
Tensioni Secondarie (V)	400 - 420	classe d'isolamento	1,1 kV
Regolazione, lato MT	± 2 x 2,5%	33 kV: +2/-3 x 1,5 kV (36 - 34,5 - 33 - 31,5 - 30 - 28,5 kV)	
Gruppo vettoriale	Dyn11		
Classe di isolam. sist. isolante	F / F		
Sovratemperatura	100 / 100 K		
Classe	E2 - C2 - F1 Certificato CESI Nr. 98/11 908		
Tolleranze	Secondo CEI / IEC		
Note	Valori diversi di tensione primaria o secondaria disponibili con sovrapprezzo Lpa = Valore misurato ad un metro di distanza, secondo la Norma CEI EN 60076-10 BIL 170 disponibile a richiesta in fase d'ordine, con sovrapprezzo		

DIMENSIONI E PESI

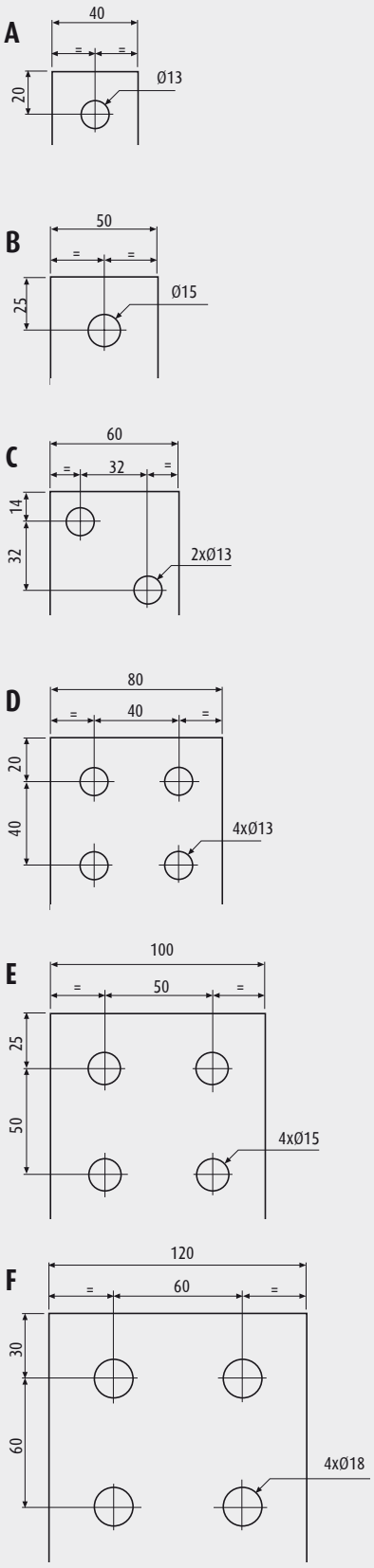
kVA	Codice	Uk%	A	B	C	D	ØR	G	H	N	Peso
			(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg)
250	**EE5NAIBA**	6	1600	830	1430	670	125	345	485	880	1380
315	**EF5NAIBA**	6	1600	830	1480	670	125	345	485	900	1500
400	**EG5NAIBA**	6	1650	880	1600	670	150	395	485	1030	1700
500	**EH5NAIBA**	6	1650	890	1700	670	150	395	495	1110	1900
630	**EI5NAIBA**	6	1750	900	1800	670	150	395	515	1180	2250
800	**EJ5NAIBA**	6	1750	910	1920	670	150	395	505	1250	2700
1000	**EK5NAIBA**	7	1900	1000	2030	820	150	470	530	1350	3100
1250	**EL5NAIBA**	8	1900	1000	2180	820	150	470	530	1480	3400
1600	**EM5NAIBA**	8	1950	1020	2300	820	150	470	550	1500	4050
2000	**EN5NAIBA**	8	2050	1310	2320	1070	200	580	730	1520	4900
2500	**EO5NAIBA**	8	2250	1310	2430	1070	200	580	730	1640	6000
3000	**EP5NAIBA**	8	2350	1310	2550	1070	200	580	730	1820	7000

Valori riassuntivi di riferimento. Per la progettazione utilizzare il disegno costruttivo.

Tutti i dati riportati possono essere modificati senza preavviso per esigenze tecnico produttive o di miglioramento del prodotto.



Terminali di connessione BT



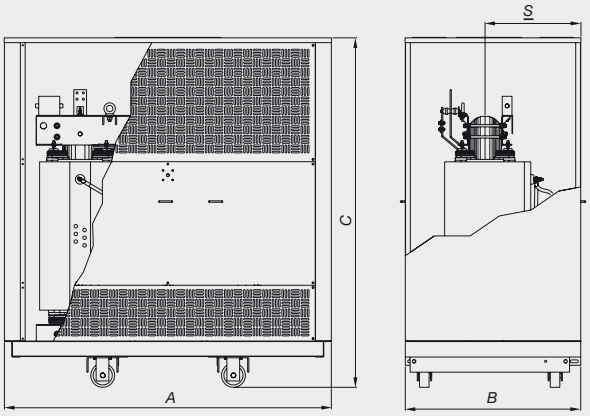
I terminali di collegamento BT sono realizzati in alluminio. Per il collegamento di cavi in rame, possono essere richieste le apposite piastrine di interfacciamento in CUPAL (codice 030013) che comportano un sovrapprezzo.

Disegno	Range kVA	Spessore mm	Larghezza mm	Nr. fori	Ø fori mm
A	**100**	4	40	1	13
	160	4	40	1	13
B	**200**	5	50	1	15
	400	5	50	1	15
C	**500**	6	60	2	13
	630	6	60	2	13
	800	8	60	2	13
D	**1000**	8	80	4	13
E	**1250**	8	100	4	15
F	**1600**	10	120	4	18
	2000	12	120	4	18
	2500	16	120	4	18
	3150	20	120	4	18

Tutti i dati riportati possono essere modificati senza preavviso per esigenze tecnico produttive o di miglioramento del prodotto

Box solidali

DATI TECNICI da 100 a 3150 kVA



Colore RAL 7032
Serratura AREL sul box codice 230076

Grado di protezione: IP21-IP31-IP23

Classe 12-17,5-24 kV

Per la Classe 36 kV dimensioni e peso box a richiesta

Tutti i dati riportati possono essere modificati senza preavviso per esigenze tecnico produttive o di miglioramento del prodotto

KVA	Codice	A (mm)	B (mm)	C (mm)	S (mm)	Peso (kg)	Grado di protezione Pareti	Fondo
100	**230316**					120	IP21	
	230353	1600	900	1470	500	120	IP31	IP20
	230288					130	IP23	
160	**230316**					120	IP21	
	230353	1600	900	1470	500	120	IP31	IP20
	230288					130	IP23	
200	**230316**					120	IP21	
	230353	1600	900	1470	500	120	IP31	IP20
	230288					130	IP23	
250	**230211**					140	IP21	
	230263	1700	950	1580	405	140	IP31	IP20
	230273					150	IP23	
315	**230211**					140	IP21	
	230263	1700	950	1580	405	140	IP31	IP20
	230273					150	IP23	
400	**230212**					160	IP21	
	230234	1800	1000	1680	405	160	IP31	IP20
	230215					170	IP23	
500	**230212**					160	IP21	
	230234	1800	1000	1680	405	160	IP31	IP20
	230215					170	IP23	
630	**230204**					180	IP21	
	230222	1900	1050	1950	575	180	IP31	IP20
	230277					200	IP23	
800	**230204**					180	IP21	
	230222	1900	1050	1950	575	180	IP31	IP20
	230277					200	IP23	
1000	**230213**					210	IP21	
	230223	2050	1100	2200	600	210	IP31	IP20
	230221					230	IP23	
1250	**230213**					210	IP21	
	230223	2050	1100	2200	600	210	IP31	IP20
	230221					230	IP23	
1600	**230214**					280	IP21	
	230249	2300	1310	2500	730	280	IP31	IP20
	230267					340	IP23	
2000	**230214**					280	IP21	
	230249	2300	1310	2500	730	280	IP31	IP20
	230267					340	IP23	
2500	**230287**					300	IP21	
	230371	2500	1310	2700	730	300	IP31	IP20
	230309					360	IP23	
3150	**230287**					300	IP21	
	230371	2500	1310	2700	730	300	IP31	IP20
	230309					360	IP23	

Accessori

SONDE DI MISURA DELLA TEMPERATURA

Le sonde sono fornite montate sul trasformatore e cablate fino ad una robusta cassetta di derivazione IP 55 in alluminio pressofuso.

Tipo	Range kVA	Codice	Qtà	Soglia di temperatura °C	Note
Pt100	fino a 2000	**200073**	3	-	3 sonde montate sugli avvolgimenti BT e cablate in cassetta
Pt100	da 2500	**200074**	3	-	3 sonde montate sugli avvolgimenti BT e cablate in cassetta
Pt100	fino a 2000	**200137**	4	-	3 sonde montate sugli avvolgimenti BT più una sonda montata sul nucleo e cablate in cassetta
Pt100	da 2500	**200138**	4	-	3 sonde montate sugli avvolgimenti BT più una sonda montata sul nucleo e cablate in cassetta
PTC	-	**CB0012**	6	130 - 140	3 coppie di sonde PTC sugli avv. BT per allarme e sgancio. Cablate in cassetta
PTC	-	**CB0240**	6	110 - 120	3 coppie di sonde PTC sugli avv. BT per allarme e sgancio. Cablate in cassetta

BARRE DI VENTILAZIONE

Le barre di ventilazione consentono un incremento temporaneo della potenza nominale (in condizioni di esercizio nominali) e vengono fornite montate sul trasformatore.

Range kVA	Codice	Incremento potenza %	Note
100 - 250	**CB02443**	+ 30	Incremento temporaneo in condizioni nominali
315 - 800	**CB02453**	+ 30	
1000 - 1250	**CB02463**	+ 30	
1600 - 2500	**CB01413**	+ 20	
3150	**CB01411**	+ 15	
100 - 250	**CB02444**	+ 40	
315 - 800	**CB02454**	+ 40	
1000 - 1250	**CB02464**	+ 40	
1600 - 2500	**CB01414**	+ 30	
3150	**CB01412**	+ 20	

CENTRALINA CONTROLLO VENTILATORI

La centralina viene fornita sciolta

Tipo	Codice	Note
VRT200	**220035**	Per il comando delle barre di ventilazione

CENTRALINE CONTROLLO TEMPERATURA

La centralina viene fornita sciolta

Tipo	Codice	Note
T154	**220002**	Centralina per 4 sonde Pt100.
MT200	**220023**	Centralina per 4 sonde Pt100.
T119 DIN	**220010**	Centralina per 6 sonde PTC. Predisposta per montaggio su guida DIN
T 119	**22004**	Centralina per 6 sonde PTC.

ANTIVIBRANTI IN GOMMA

Range kVA	Codice	Note
100 - 1600	**170019**	4 antivibranti forniti sciolti per il montaggio sotto le ruote del trasformatore
2000 - 3150	**170020**	4 antivibranti forniti sciolti per il montaggio sotto le ruote del trasformatore

TERMOMETRO AMAGNETICO

Codice	Descrizione
250662	Termometro senza staffa di supporto
258005	Portatermometro (sempre necessario)

KIT SCARICATORI MONTATI SUL TRASFORMATORE

Tensione Vn kV	Codice
10	**130054D**
15	**130055D**
20	**130056D**

Tutti i dati riportati possono essere modificati senza preavviso per esigenze tecnico produttive o di miglioramento del prodotto

INSTALLAZIONE E MANUTENZIONE

INDICE DI SEZIONE

56 Indicazioni di sicurezza

57 Norme di riferimento e targa dati

58 Trasporto, ricevimento e stoccaggio

60 Installazione

68 Messa in servizio

70 Manutenzione

71 Glossario tecnico

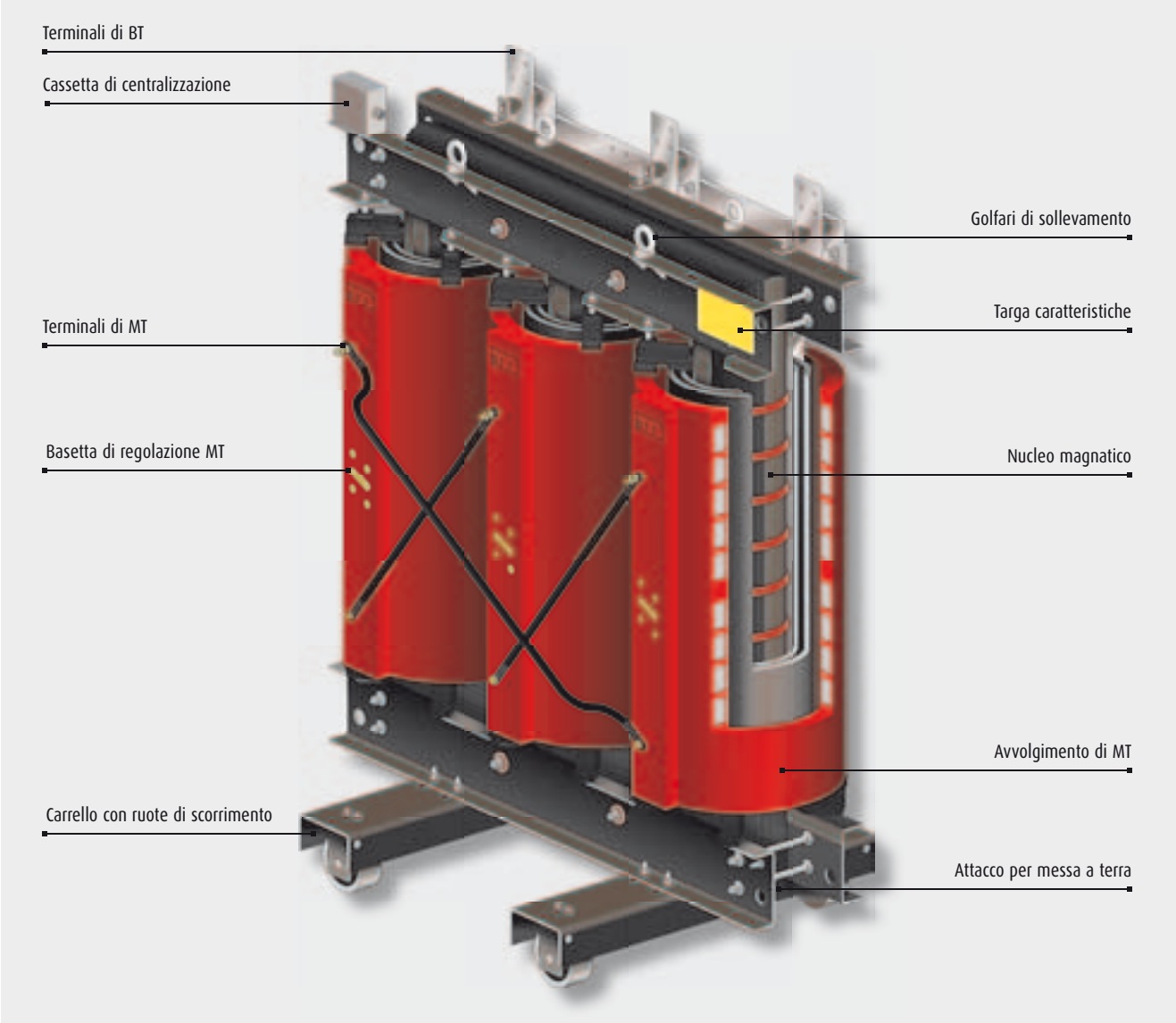
Indicazioni di sicurezza

Il trasformatore in resina epossidica è una macchina elettrica. Essa deve essere installata, protetta e utilizzata nel rispetto delle vigenti normative nazionali ed internazionali.

- Leggere attentamente queste istruzioni d'uso prima di sollevare, spostare o mettere in esercizio il trasformatore.
- Qualsiasi operazione di lavoro deve avvenire senza la presenza di tensione.
- Non energizzare il trasformatore prima di aver effettuato il collegamento di messa a terra.
- Non accedere nell'area del trasformatore, o asportare parti di protezione senza aver tolto tensione.

SERVIZIO ASSISTENZA

Per tutte le informazioni o le richieste di parti di ricambio è necessario rivolgersi al Customer Service, comunicando semplicemente il numero di matricola, telefonando allo 030 – 2017100 o inviando una e-mail a: info@elettromarnate.it

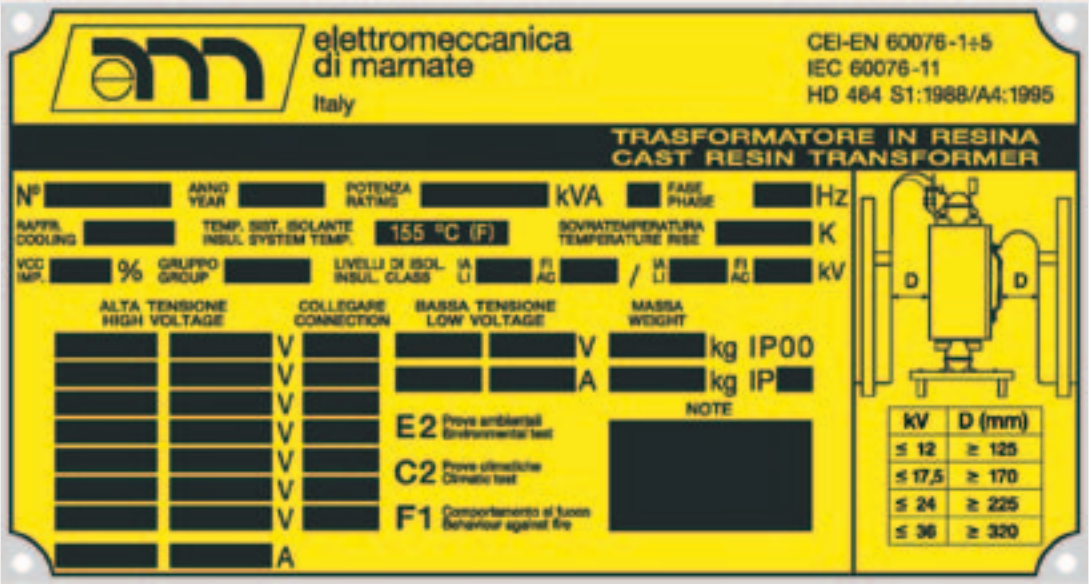


Norme di riferimento e targa dati

NORME DI RIFERIMENTO

IEC 60076-11 – Power transformers – Part. 11: Dry – type.
IEC 60076-1 – Power transformers – Part. 1: General Amendment 1 (1999).
IEC 60076-2 – Power transformers – Part. 2: Temperature rise.
EC 60076-3 – Power transformers – Part. 3: Insulation levels, dielectric test and external clearances in air.
IEC 60076-5 – Power transformers – Part. 5: Ability to withstand short circuit.
IEC 60076-10 – Power transformers – Part. 10: Determination of sound levels.
IEC 60085 – Thermal evaluations and classifications of electrical insulations.
IEC 60270 – High-voltage techniques – Partial discharge measurement.
IEC 60529 – Degree of protection provided by enclosures (IP code).
IEC 60905:1987 – Loading guide for dry-type power transformers.

TARGA DATI



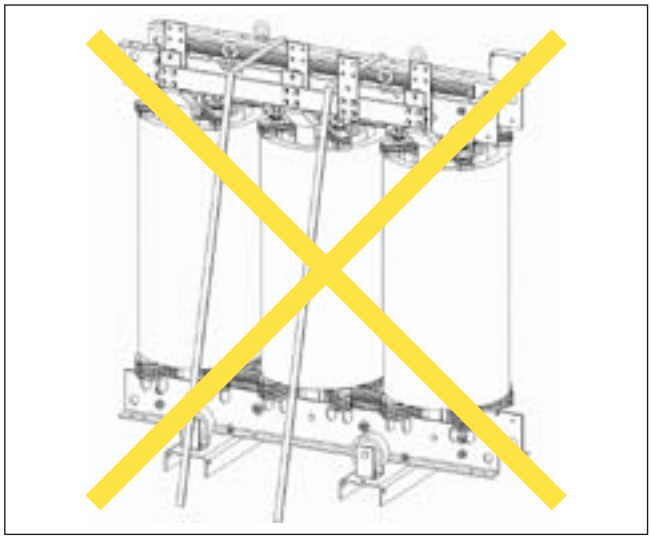
Condizioni per il corretto esercizio del trasformatore

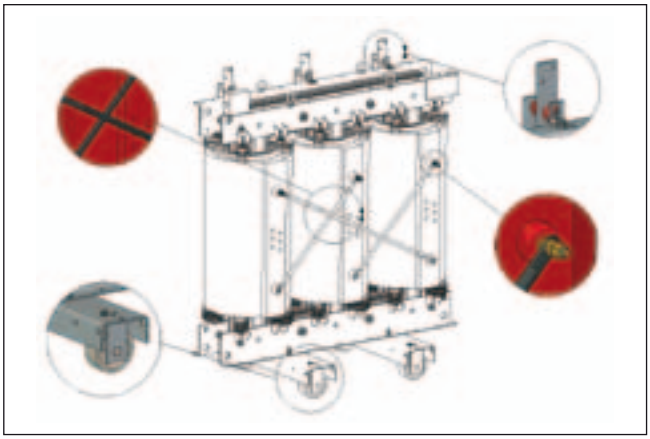
Osservanza delle indicazioni contenute all'interno delle presenti istruzioni d'uso;
Impiego del trasformatore in corrispondenza dei dati riportati sulla targa;
Collegare le parti da mettere a terra tramite gli appositi morsetti;
Proteggere contro agenti chimici, inquinamento atmosferico, irraggiamento solare e contro vegetazione o animali che possono influenzare le normali condizioni di funzionamento;
Protezione contro danni meccanici durante l'installazione o nelle normali condizioni di esercizio.

Trasporto, ricevimento e stoccaggio

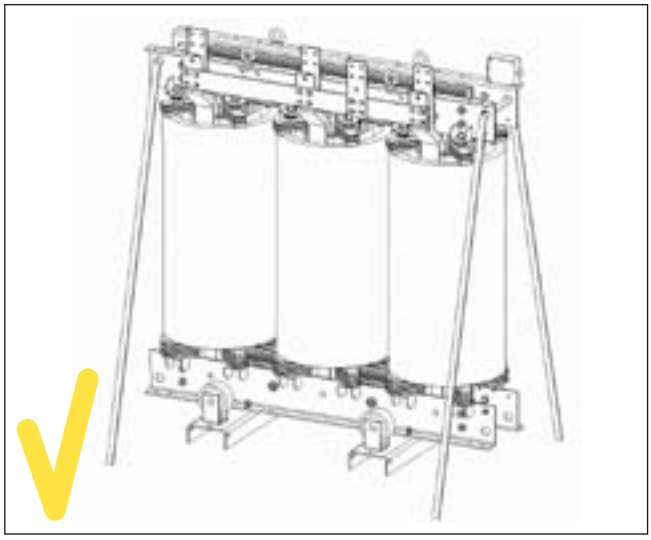
Durante il trasporto, i trasformatori devono essere adeguatamente fissati, utilizzando gli appositi fori predisposti nelle armature superiori del trasformatore.

In ogni caso, all'arrivo a destinazione, si raccomanda di esaminare attentamente il trasformatore per verificare che non abbia subito danni durante il trasporto (barre BT o connessioni MT, isolatori rotti, scalfitture sugli avvolgimenti MT, presenza di umidità o sporco, armadio di protezione danneggiato, presenza di corpi estranei, ecc.).

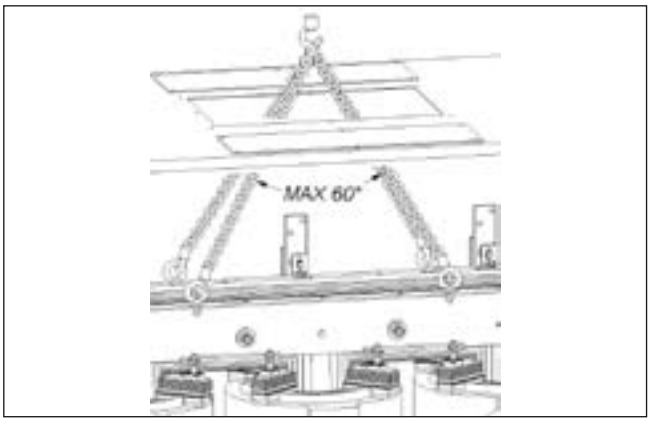




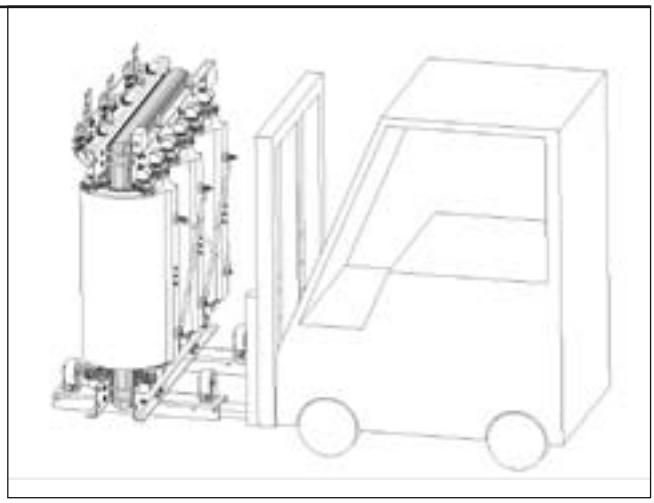
Annotare qualunque non conformità riscontrata sulla bolla di consegna e notificarla al trasportatore o a EdM a mezzo fax o raccomandata A.R. entro 3 gg. dal ricevimento del trasformatore.



SOLLEVAMENTO



Attenzione: non sostare sotto ai carichi sospesi.



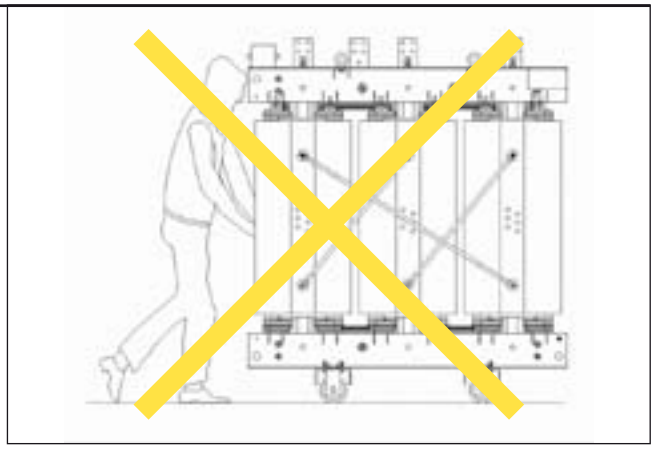
Attenzione: il trasformatore può ribaltarsi.

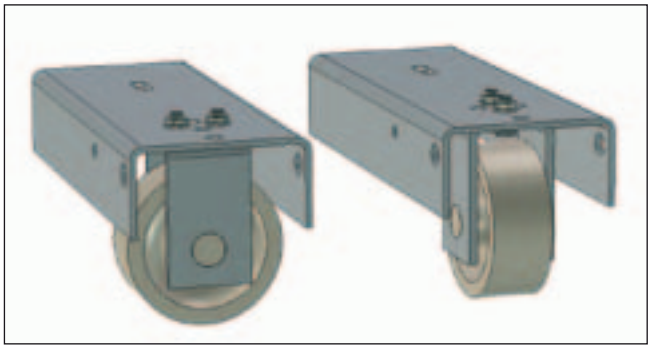
SPOSTAMENTO

La traslazione del trasformatore, sia in presenza dell'armadio di protezione che privo dello stesso, deve essere eseguita obbligatoriamente agendo sul carrello o sulle armature inferiori; ed in particolare sugli appositi fori posti sugli stessi.

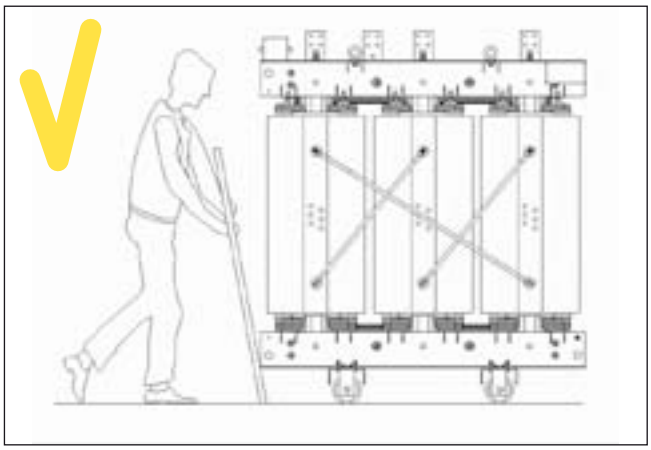
Non spostare il trasformatore spingendo direttamente sulle bobine in resina.

Max. distanza di spostamento con le ruote: 10 mt





La traslazione può essere effettuata soltanto in due direzioni, a seconda del montaggio delle ruote.



IMMAGAZZINAMENTO

Se il trasformatore non viene direttamente installato è buona regola proteggerlo da acqua, polvere, umidità e luce solare.

Di regola il trasformatore viene fornito con un imballo protettivo in PVC che non deve essere rimosso in caso di immagazzinamento.

La temperatura dell'ambiente circostante non dovrebbe essere inferiore a –25° C.

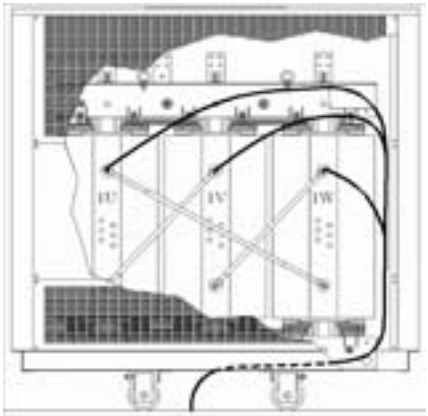
Installazione

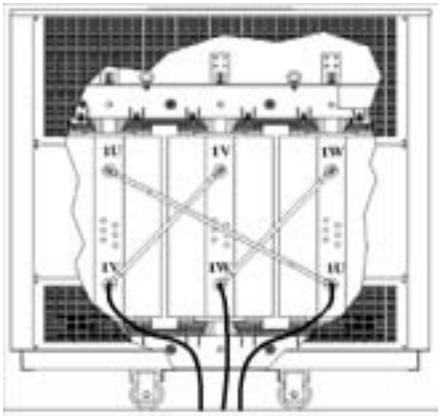
I trasformatori inglobati in resina di EdM sono adatti in esecuzione standard per installazioni all'interno, in ambiente pulito secco, senza la possibilità di entrata d'acqua, protetti dalle radiazioni solari dirette, con le seguenti temperature in esecuzione standard: massima: +40°C; media giornaliera: +35°C nel caso delle 24h.
Solo se richiesta, ed in particolari condizioni ambientali, l'installazione potrà essere fatta all'esterno con i trasformatori protetti da box, al riparo dalla luce solare diretta e dall'acqua, con un grado di protezione minimo IP 21.
Durante l'installazione attenersi alle vigenti Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro.
Quando esista, o possa esistere un particolare pericolo per la presenza di atmosfere esplosive o infiammabili, bisogna far riferimento a quanto prescritto dalle specifiche Direttive Nazionali applicabili.

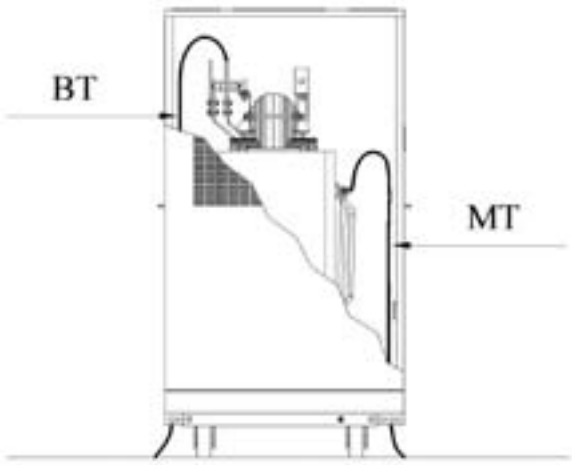
ESEMPI D'INSTALLAZIONE

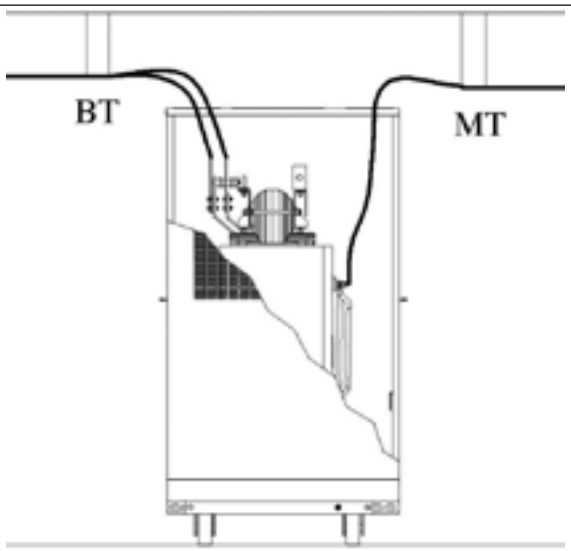
Nel seguito sono riportati alcuni esempi di allacciamento sia dal basso che dall'alto.

installazione in box









Ci sono soltanto alcune indicazioni che devono essere rispettate:

1. In esecuzione di serie: installazione all'interno, in ambiente pulito secco, protetto dalle radiazioni solari dirette, senza la possibilità d'entrata d'acqua.
   Per proteggere i trasformatori dalle influenze dell'ambiente esterno e le persone dai rischi di contatti diretti, è disponibile una serie di box standard, con differenti gradi di protezione IP21-IP31-IP23, in funzione delle esigenze di installazione.
2. Altitudine sul livello del mare non superiore a 1000m (per altezze superiori contattare EdM).
3. Temperatura dell'aria ambiente all'interno del locale, quando il trasformatore è in esercizio (per valori più elevati contattare EdM):
   • T minima: – 25°C
   • T massima: + 40°C
4. In esecuzione di serie i trasformatori sono dimensionati in accordo alle Norme EN 60076-11 per le seguenti temperature dell'aria ambiente:
   • 40°C in ogni momento
   • 30°C come media mensile nel mese più caldo
   • 20°C come media annua

Esempi di installazione corretta dei trasformatori in resina

Installazione

COPPIE DI SERRAGGIO DEI COLLEGAMENTI ELETTRICI E FISSAGGI MECCANICI

Il bloccaggio e / o serraggio sia delle connessioni elettriche che dei fissaggi meccanici deve essere eseguito in accordo con i valori riportati in tabella.

	Collegamenti elettrici [Nm]		Collegamenti meccanici	
Vite/Bullone	**Acciaio**	**Ottone**	**[Nm]**	**(mm)**
M 6	10-15	5-10	20	10
M 8	30-40	10-15	35	13
M 10	50-60	20-30	45	17
M 12	60-70	40-50	60	19
M 14	90-100	60-70	100	22
M 16	120-130	80-90	170	24
M 18	-	-	240	27
M 20	-	-	330	30
M 22	-	-	450	32
M 24	-	-	600	36

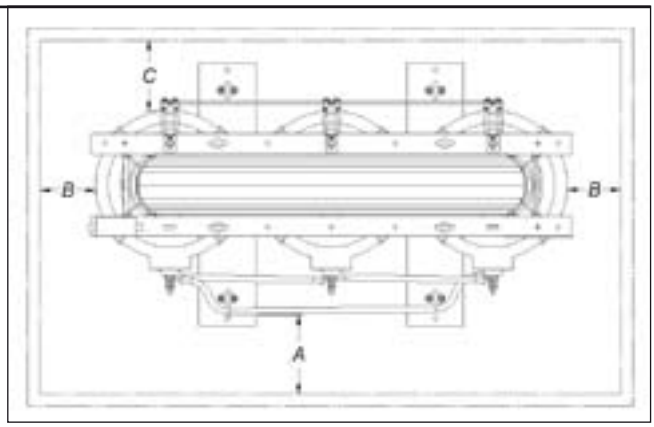
POSIZIONAMENTO

Il trasformatore in resina non garantisce un sicuro isolamento da contatto.

E' assolutamente vietato toccare gli avvolgimenti inglobati quando la macchina è in tensione.

Per questo motivo la sua installazione deve essere effettuata sempre all'interno di un box, di una recinzione o di un locale accessibile solo attraverso delle porte aventi delle serrature che ne consentono l'apertura solo se il trasformatore è fuori tensione.

All'interno della cabina, la macchina deve essere posizionata in modo che siano rispettate le distanze minime d'isolamento verso le pareti. Tali distanze dipendono dalla classe d'isolamento del trasformatore riportata in targa.



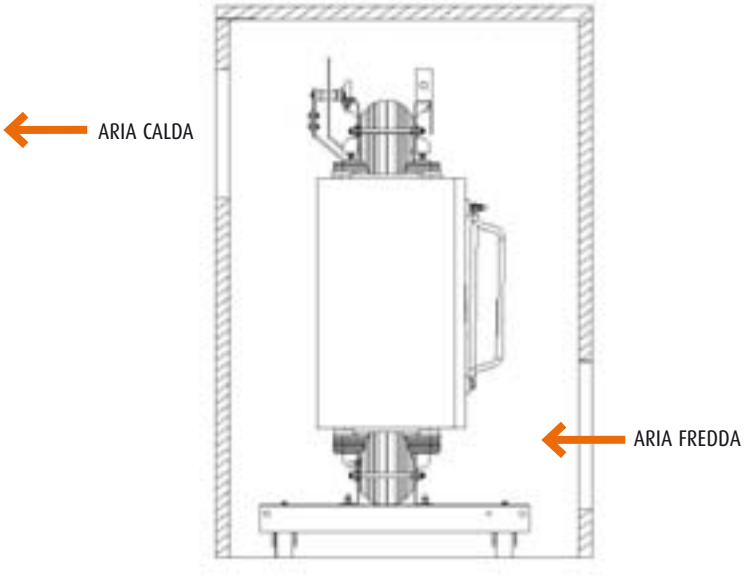
kV	A (mm)	B (mm)	C (mm)
≤ 12	≥ 125	≥ 60	(*)
≤ 17,5	≥ 170	≥ 80	(*)
≤ 24	≥ 225	≥ 120	(*)
≤ 36	≥ 320	≥ 200	(*)

(*) se i morsetti di regolazione si trovano:
- sul lato attacchi MT: C = B
- sul lato attacchi BT: C = A

VENTILAZIONE

Le superfici di raffreddamento dovranno essere lambite dall'aria di circolazione; ciò implica corrette ed adeguate aperture per il passaggio dell'aria (circa 3,5÷4 m^3 di aria fresca al minuto per ogni kW di perdite). Qualora la circolazione dell'aria fosse insufficiente, il trasformatore subirà un riscaldamento anomalo, che nei casi più gravi può provocare l'intervento della protezione termica.

"Per i trasformatori non muniti di ruote è bene che il fondo sia sufficientemente sollevato da terra in modo da permettere l'entrata dell'aria di raffreddamento dalla parte inferiore.
Qualora la geometria del locale non consente un adeguato ricambio d'aria, bisogna installare un sistema di estrazione o circolazione dell'aria, che assicuri un opportuno raffreddamento del trasformatore".



SOVRATENSIONI

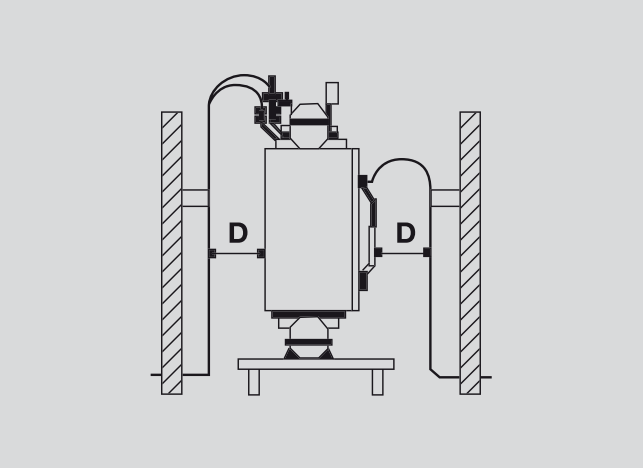
Nel caso in cui il trasformatore sia esposto a sovratensioni (atmosferiche o di manovra) è necessaria la protezione mediante l'uso di idonei scaricatori, tarati in funzione della tensione di esercizio.

Scaricatori di sovratensione per CRT

Installazione

La sinergia di gruppo ha permesso l'integrazione tra condotti sbarre ZUCCHINI e trasformatori in resina EdM, che possono essere predisposti per la connessione diretta con la linea SCP ZUCCHINI. Le versioni che vengono di seguito mostrate rappresentano soltanto alcune delle soluzione standardizzate.

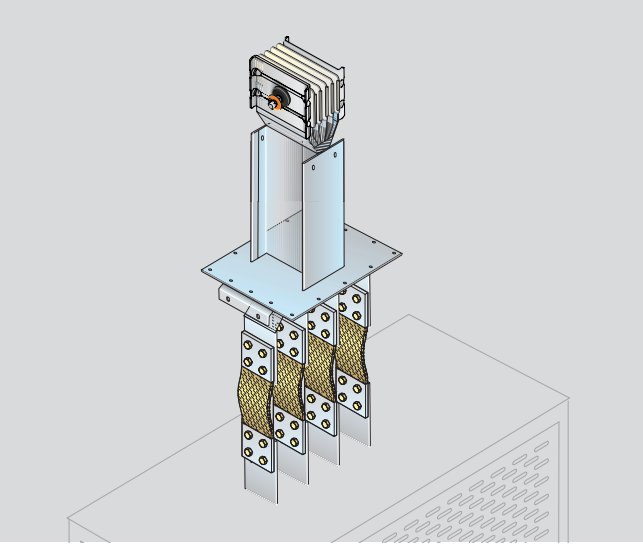
Per un corretto collegamento dei cavi di media tensione al trasformatore è necessario rispettare le distanze minime consigliate (12 cm minimo) per evitare che si possano innescare scariche dovute alla ionizzazione o alle scariche parziali. Per maggiori dettagli vedere la sezione "Installazione e manutenzione" riportata di seguito.



Trasformatore		Corrente a 400 V	Ik 6%	Condotto sbarre	
kVA	Classe Isolamento			Famiglia	Elemento di connessione
(kVA)	(kV)	(A)	(kA)		
630	12, 17,5, 24, 36	910	15,2	SCP 1000 A Al	60281012 P
800		1155	19,5	SCP 1250 A Al	60281014 P
1000		1443	24,1	SCP 1600 A Al	60281016 P
1250		1804	30,1	SCP 2000 A Al	60281017 P
1600		2310	38,5	SCP 2500 A Al	60391014 P
2000		2887	48,2	SCP 3200 A Al	60391016 P
2500		3608	60,2	SCP 4000 A Al	60391017 P

Esempio di integrazione tra trasformatori EDM e condotti sbarre ZUCCHINI

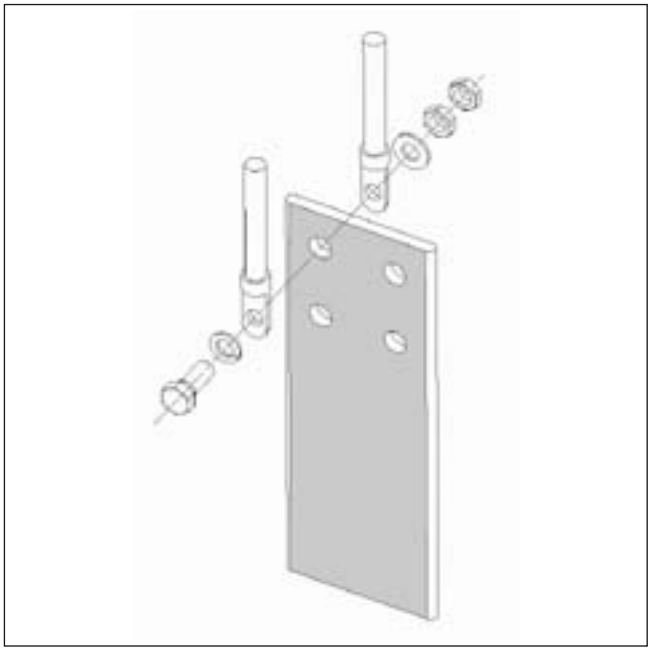
Trasformatore		Corrente a 400 V	Ik 6%	Condotto sbarre	
kVA	Classe Isolamento			Famiglia	Elemento di connessione
(kVA)	(kV)	(A)	(kA)		
630	12, 17,5, 24, 36	910	15,2	SCP 1000 A Cu	60281011 P
800		1155	19,5	SCP 1250 A Cu	60281013 P
1000		1443	24,1	SCP 1600 A Cu	60281015 P
1250		1804	30,1	SCP 2000 A Cu	60281016 P
1600		2310	38,5	SCP 2500 A Cu	60281018 P
2000		2887	48,2	SCP 3200 A Cu	60391015 P
2500		3608	60,2	SCP 4000 A Cu	60391016 P

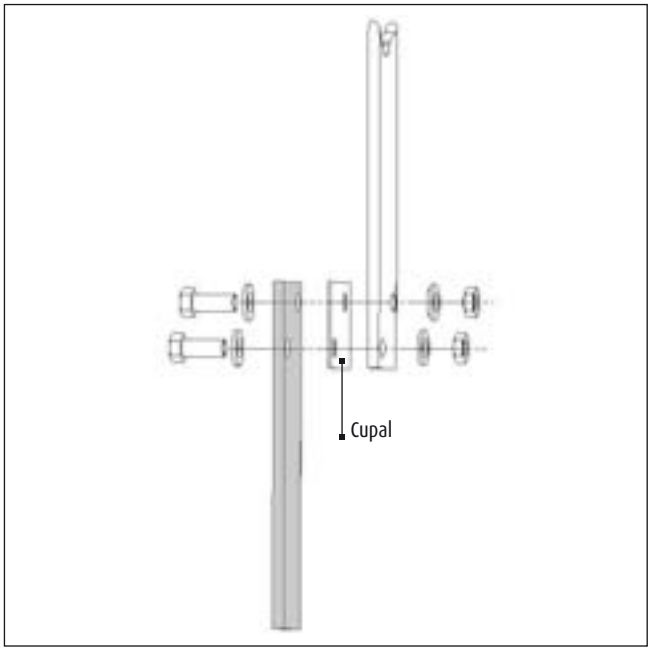


CONNESSIONI LATO BT

I terminali di BT sono disposti nella parte superiore del trasformatore, e sono normalmente in alluminio.
La connessione in cavo dovrebbe essere effettuata con dei capicorda in rame stagnato, collegando uno o due cavi per foro, nel modo indicato in figura.

Nel caso di collegamento dei terminali BT con sbarre in rame non trattate, vengono fornite, a richiesta, delle apposite piastre intermedie in Cupal.



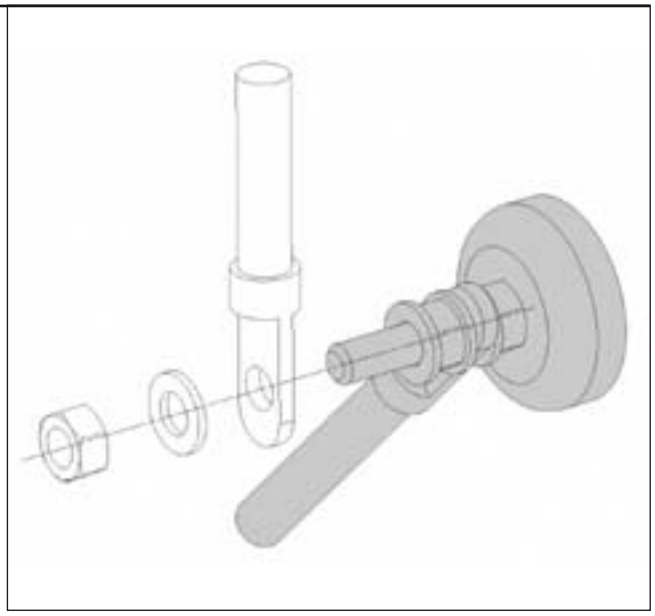


CONNESSIONI LATO MT

I terminali MT sono solidali con l'avvolgimento stesso, e sono solitamente realizzati con dei perni in ottone.
Questi sono disposti alle due estremità dell'avvolgimento, al fine di:

- facilitare la connessione ai cavi MT in ingresso sia dall'alto che dal basso;
- consentire la connessione tra le fasi e il collegamento del trasformatore alla rete MT;
- evitare coppie galvaniche tra i vari materiali che possono coesistere nella connessione.

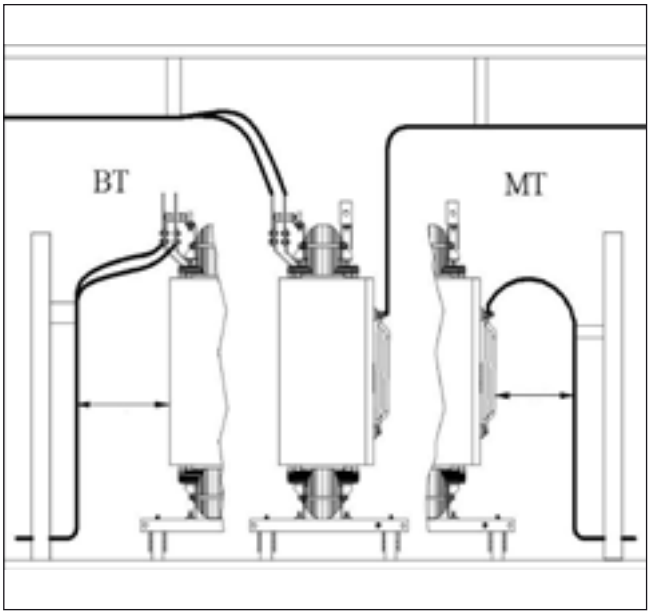
La sostituzione di bulloni in ottone con bulloni di altro materiale potrebbe alterare la connessione.

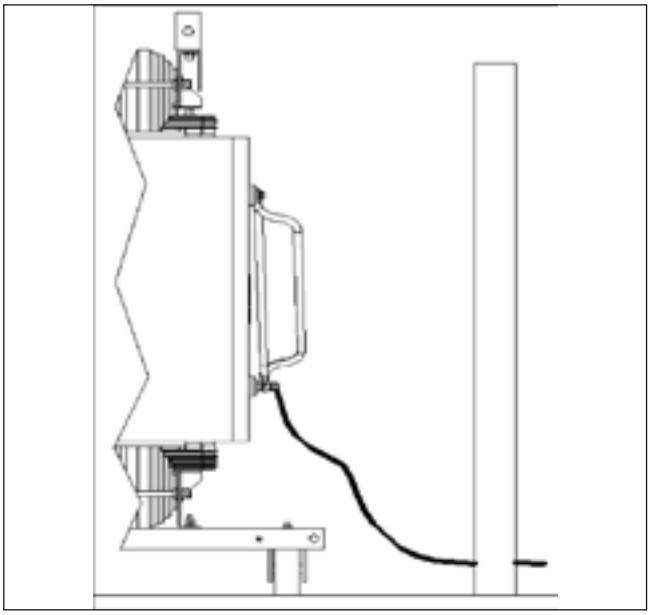


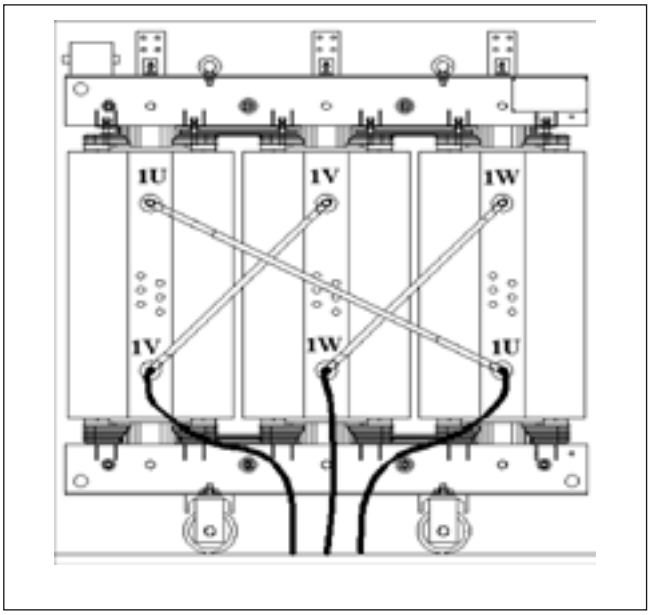
Installazione

installazione senza box di protezione (IP00)

Inoltre gli stessi cavi dovranno sempre essere ammarati per evitare sforzi meccanici sugli isolatori.





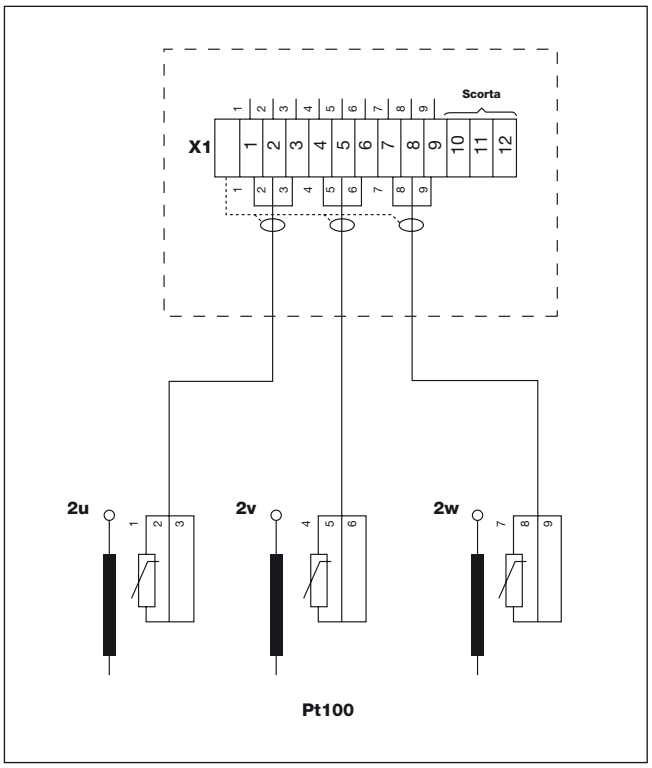


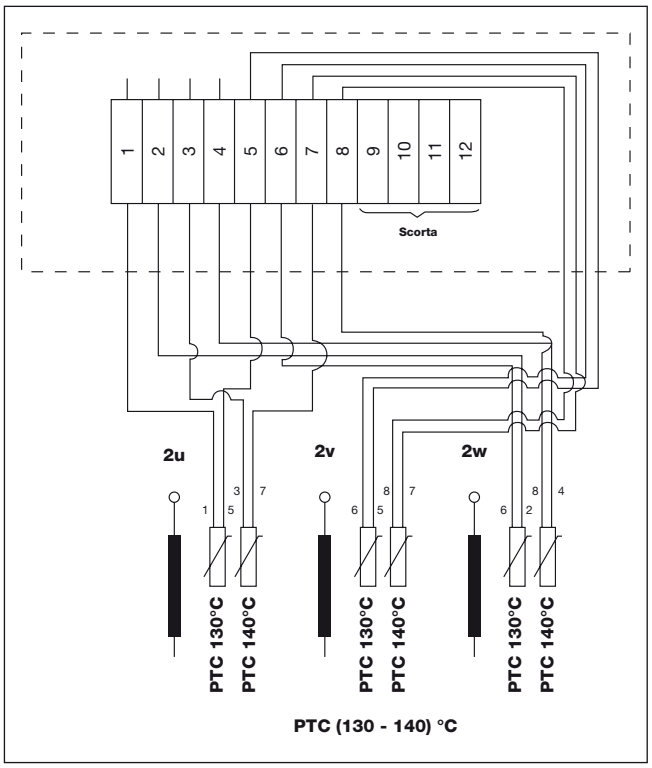
SISTEMI DI CONTROLLO DELLA TEMPERATURA

Ogni trasformatore di EdM viene equipaggiato di serie con sonde Pt100.
A richiesta possono essere utilizzati altri sensori di temperatura come PTC secondo le DIN44082.

Centraline di controllo e comando per Pt100 o per PTC vengono fornite a richiesta.
Schemi di collegamento, numero e funzione dei contatti, numerazione morsetti sono da rilevare sulle specifiche istruzioni d'uso delle centraline.

Schemi di collegamento delle morsettiere





Se il trasformatore è munito di centralina per il monitoraggio della temperatura, le tarature consigliate sono:

Taratura consigliata

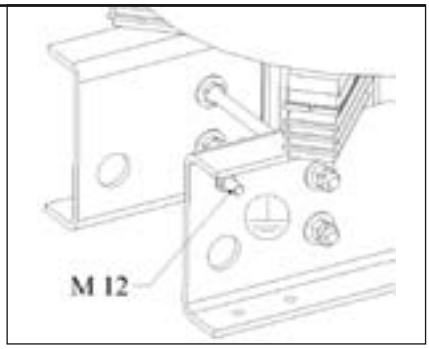
Classe	Allarme (°C)	Sgancio (°C)
Classe H	140	155
Classe F	130	140
Classe B	110	120

Messa in servizio

Prima di mettere in servizio il trasformatore effettuare i seguenti controlli:

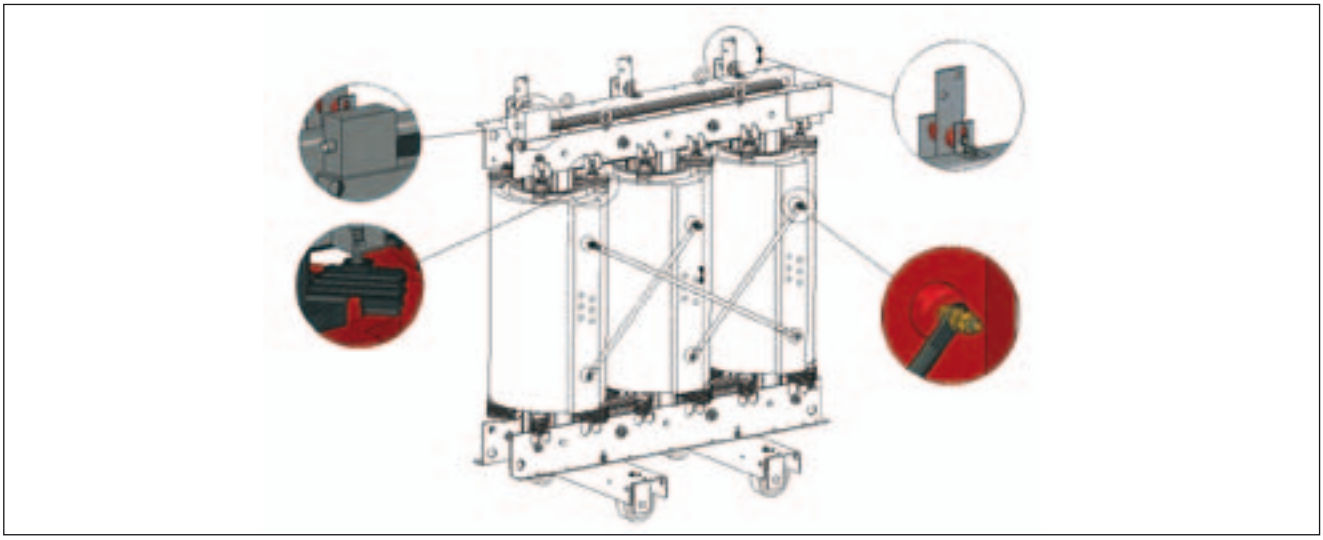
COLLEGAMENTO A TERRA DEL TRASFORMATORE

Conduttore di terra ≥ 16mm², in accordo alla Norma CEI 11-1 capitolo 9.



COLLEGAMENTI

1. Controllare che gli avvolgimenti non abbiano subito spostamenti e che i bulloni di compressione siano ben posizionati sui blocchetti di ammaraggio.
2 Verificare le connessioni tra i cavi di MT e i relativi isolatori, i cavi o le barre di BT e i relativi piatti d'uscita del trasformatore.
3. Verificare che i collegamenti di terra e i collegamenti dei circuiti ausiliari siano corretti e solidali.



PULIZIA

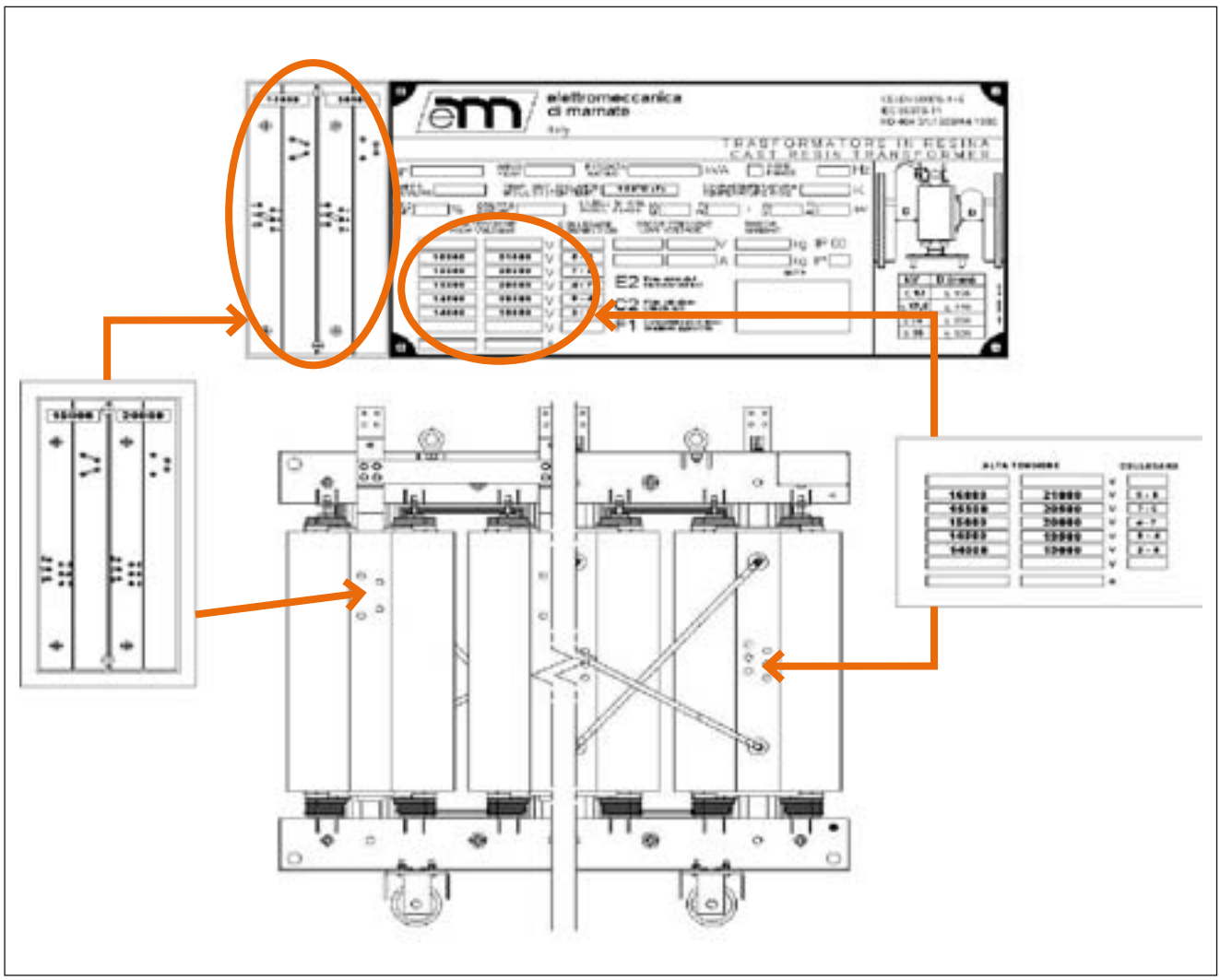
Se il trasformatore è rimasto in giacenza per lungo tempo, procedere alla pulizia generale della macchina.
Pulire con un aspiratore gli avvolgimenti MT / BT da eventuali depositi di polvere, di sporco e di condensa, al fine di evitare la dispersione delle stesse sulle restanti parti del trasformatore.

BASETTE PER LA REGOLAZIONE DELLA TENSIONE

Le tolleranze di tensione dell'Ente erogatore dell'energia elettrica, possono essere compensate mediante cambio di prese (spostamento delle piastrine) in modo da mantenere costante la tensione ai terminali di B.T.
Di serie i trasformatori vengono forniti con prese di tensione –5%, -2.5%, 0, +2.5%, +5%.
Lo schema di collegamento delle prese per i trasformatori con una o due tensioni primarie è riportato sulle targhe.
È importante eseguire lo spostamento delle piastrine su tutte e 3 le colonne di M.T.
È importante che le piastrine abbiano le stessa posizione su tutte le basette di regolazione, onde evitare correnti di circolazione che danneggerebbero in modo irreversibile il trasformatore.

MESSA IN TENSIONE

Dopo aver effettuato un controllo generale dell'impianto e verificato che non siano stati dimenticati oggetti sul trasformatore, si può chiudere l'interruttore di alimentazione lato MT e successivamente applicare il carico all'avvolgimento di Bassa Tensione attraverso la chiusura dell' interruttore lato BT.



Manutenzione

Generalmente e, in condizioni normali di esercizio, i trasformatori in resina EdM non richiedono una specifica manutenzione.

Tabella indicativa sulle principali operazioni di manutenzione e verifica

Pos.	Controllo da effettuare	Periodicità del controllo	Strumento da utilizzare	Risultato da ottenere
1	Funzionalità termosonde Pt100/PTC	Annuale e/o in caso di necessità	Tester	Continuità elettrica
2	Centralina	Mensile e/o dopo eventi eccezionali	-	Verifica funzionamento come da istruzioni d'uso.
3	Pulizia da polveri, depositi da sporco, eventuali corpi estranei sugli avvolgimenti	Semestrale e/o in occasione di eventuali fermate	Aria compressa secca a bassa pressione max 3 bar e stracci asciutti	Assenza di occlusioni/sporcizia nei canali di raffreddamento degli avvolgimenti MT e BT
4	Condense depositate sugli avvolgimenti	Dopo una sosta del trasformatore	Forno e/o metodo di riscaldamento in corto circuito	Essicazione a circa 80 °C
5	Bulloneria dei collegamenti a stella/triangolo e terminali MT/BT	Annuale e/o in caso di necessità	Chiave dinamometrica	Coppia di serraggio vedi tab. paragrafo 4.4
6	Controllo isolamento degli avvolgimenti tra loro e verso massa	Dopo una sosta del trasformatore	Megaohmetro (tipo Megger) con tensione superiore a 1000V	BT e massa: min 5 MOhm MT e massa: min 20 MOhm MT e BT: min 20 MOhm In caso di valori minori, interpellare EdM
7	Controllo centratura avvolg. MT/BT su nucleo magnetico	Dopo eventi eccezionali (urto accidentale, c.to c.to)	Metro	Centratura geometrica degli avvolgimenti
8	Controllo piastre di registro blocchetti di sospensione	Annuale e/o dopo eventi eccezionali	Chiave dinamometrica	Coppia di serraggio da 20 a 40 Nm

Guida all'identificazione e risoluzione dei possibili inconvenienti

Pos.	Inconveniente riscontrato	Possibile causa	Provvedimenti da prendere
1	Surriscaldamento	Irregolare distribuzione del carico	Verifica la simmetria delle correnti, modificandone la ripartizione
2	Surriscaldamento	Temperatura ambiente elevata	Verificare che le aperture di ventilazione della cabina o del box di protezione non siano occluse. Ripristinare la circolazione di aria
3	Surriscaldamento localizzato nel nucleo	Correnti parassite nel nucleo dovute a rotture o difetto di isolamento dei tiranti	Isolare i tiranti centrali sulle armature pressapacco, con tubetti e rondelle isolanti
4	Surriscaldamento localizzato nel nucleo	Tensione di alimentazione troppo alta	Verificare della posizione delle piastrine di cambio tensione, adattandole in modo da avere sul secondario a vuoto la tensione di valore minore o uguale a quella di targa (sul + oppure ++)
5	Rumore	Tensione di alimentazione troppo alta	
6	Rumore	Collegamenti / fissaggi rigidi con gli eventuali condotti sbarre, o con il pavimento	Sostituire i collegamenti rigidi con altri flessibili e/o inserire sotto i rulli di scorrimento dei supporti antivibranti
7	Intervento dei rivelatori di temperatura. Allarme / sgancio	Centralina o sonda difettosa	Sostituire l'elemento difettoso
		Assorbimento di corrente ai/oltre i limiti dei dati di targa	Ridurre il carico, fino al raggiungimento della corrente nominale oppure installare il kit di ventilazione forzata
		Aria di raffreddamento che non circola regolarmente	Vedi "Posizionamento" ed "Aereazione"
		Contatto elettrico del sensore imperfetto	Controllare, pulire e serrare tutti i contatti presenti nella catena di misura del sensore

Glossario tecnico

CARATTERISTICHE ELETTRICHE DEI TRASFORMATORI

La caratteristiche nominali dei trasformatori di cui bisogna tener conto per una corretta scelta sono:

Tensione nominale di un avvolgimento (Vn) è la tensione applicata o indotta nel funzionamento a vuoto del trasformatore tra i terminali di linea degli avvolgimenti.

Tensione di cortocircuito (Uk %), è la tensione da applicare tra i terminali di linea di un avvolgimento per farvi circolare la corrente nominale quando i terminali dell'altro avvolgimento sono in cortocircuito. Questa tensione può essere suddivisa in una componente resistiva ed in una induttiva. Questo valore di tensione consente di calcolare la corrente di cortocircuito ai morsetti del secondario se si trascura l'impedenza a monte, secondo la formula:
Icc = 100 In/Uk %.

Con questa grandezza si determina inoltre l'impedenza del trasformatore, necessaria per il calcolo della corrente di cortocircuito nel sistema di distribuzione in Bassa Tensione mediante la formula:
Z =Uk % Vn/100 In

Le tensioni di cortocircuito dei trasformatori sono funzione della potenza del trasformatore e sono standardizzate sui valori 4% e 6%.

Corrente a vuoto (I0), è la corrente di magnetizzazione del circuito magnetico che si instaura su un avvolgimento quando questo viene alimentato alla tensione e frequenza nominale (l'altro avvolgimento è a circuito aperto). Questo valore di corrente è espresso in % della corrente nominale del trasformatore. Il circuito magnetico è costituito da lamierini isolati.

Corrente di inserzione, è il picco di corrente di eccitazione che si verifica nel momento in cui si da energia al trasformatore. Il suo valore può inizialmente risultare anche 8-10 volte la corrente nominale dell'avvolgimento. La corrente di inserzione di un trasformatore deve essere nota per poter determinare le opportune tarature sui dispositivi di protezione associati.

Rumore, è provocato dalla magnetostrizione dei lamierini del circuito magnetico. Il rumore è funzione dell'induzione magnetica di lavoro del trasformatore e della qualità dei lamierini. Il livello di rumore può essere espresso in termini di **Pressione acustica Lp (A)**, oppure di **Potenza acustica Lw (A)** ed è indipendente dal carico.

Perdite a vuoto (Po), rappresentano la potenza attiva assorbita dal trasformatore quando viene applicata la tensione nominale, alla frequenza nominale ad uno dei due avvolgimenti e con l'altro avvolgimento a circuito aperto. Le perdite a vuoto, dette anche perdite nel ferro, sono indipendenti dal carico ed equivalgono alla somma delle perdite causate dall'isteresi e dalle correnti parassite (Foucault).

Perdite a carico (Pk), sono invece le perdite dovute alle correnti ohmiche presenti sui circuiti principali, alle perdite addizionali negli avvolgimenti ed alle perdite sulle masse metalliche. Queste perdite sono proporzionali al quadrato della corrente di carico e si esprimono ad una temperatura di riferimento normalizzata di 75° C per trasformatori in olio e 120° C per trasformatori in resina.

Potenza nominale (Sn) è il valore convenzionale della potenza assegnata ad un avvolgimento che insieme alla tensione nominale permette di determinare la corrente nominale.

Glossario tecnico

	Articolo	Tolleranza
1	a) Perdite totali b) Perdite parziali (a vuoto o a carico)	+ 10% delle perdite totali + 15% di ognuna delle perdite parziali, a condizione che la tolleranza per le perdite totali non sia superata
2	Rapporto di trasformazione a vuoto sulla presa principale per una prima specifica coppia di avvolgimenti	Il più basso dei due seguenti valori: a) ± 0,5% del rapporto dichiarato b) ±1/10 della reale impedenza percentuale di corto circuito sulla presa principale
	Rapporto di trasformazione su altre prese per la stessa coppia di avvolgimenti	Deve essere concordato, comunque non inferiore al minore dei due valori di cui in a) e b) precedenti
3	Impedenza di cortocircuito per : • trasformatori con avvolgimenti separati e a due avvolgimenti, oppure • una specificata prima coppia di avvolgimenti separati in un trasformatore a più avvolgimenti	
	a) Presa principale	Quando il valore dell'impedenza è ≥10% ± 7,5% del valore dichiarato Quando il valore dell'impedenza è < 10% ± 10% del valore dichiarato
	b) Qualsiasi altra presa della coppia di avvolgimenti	Quando il valore dell'impedenza è ≥10% ± 10% del valore dichiarato Quando il valore dell'impedenza è < 10% ± 15% del valore dichiarato
4	Impedenza di corto circuito per: • una coppia di avvolgimenti auto-connessi, oppure • una seconda coppia specificata di avvolgimenti separati in un trasformatore a più avvolgimenti	
	a) Presa principale b) Qualsiasi altra presa della coppia	± 10% del valore dichiarato ± 15% del valore dichiarato
	• Ulteriori coppie di avvolgimenti	Da concordare comunque ≥15%
5	Corrente a vuoto	5. Corrente a vuoto + 30% del valore dichiarato

Note:

(1) Nel caso di trasformatori a più avvolgimenti, le tolleranze sulle perdite devono intendersi per ogni coppia di avvolgimenti a meno che la garanzia non precisi che esse si riferiscono ad una definita combinazione del carico.

(2) Per certi autotrasformatori e trasformatori booster la piccolezza della loro impedenza giustifica tolleranze più ampie. Trasformatori che hanno ampi campi di regolazione, in particolare se il campo è asimmetrico, possono anch'essi richiedere considerazione particolare.
Per contro, per esempio, quando un trasformatore deve essere associato a unità già esistenti, può essere giustificato specificare e concordare più esigue tolleranze sulle impedenze. I problemi relativi a speciali tolleranze devono essere evidenziati al momento della richiesta d'offerta e le tolleranze riviste concordate fra costruttore e acquirente.

(3) L'espressione "valore dichiarato" dovrebbe essere intesa come valore dichiarato dal costruttore.

ZUCCHINI

Distribuito da bticino

Zucchini
Via Conicchio, 34
25136 Brescia - Italia
info@zucchinispa.it
www.zucchinispa.it

Sede
BTicino Spa
Via Messina, 38
20154 Milano - Italia
www.bticino.it

Organizzazione di vendita e consulenza tecnica

Piemonte • Valle d'Aosta • Liguria

UFFICIO REGIONALE
10098 RIVOLI (TO)
c/o PRISMA 88 – C.so Susa, 242
Tel. Q 011/9502611
Fax 011/9502666

Lombardia

UFFICIO REGIONALE
20154 MILANO
Via Messina, 38
Tel. Q 02/3480600
Fax 02/3480610

Veneto Occidentale • Trentino Alto Adige

UFFICIO REGIONALE
37047 SAN BONIFACIO (VR)
JJ CONSULTING Sas
Loc. Crosaron Villabella 18
c/o Soavecenter
Tel. 045/7612497
Fax 045/6104507

Veneto Orientale • Friuli Venezia Giulia

UFFICIO REGIONALE
35127 CAMIN – PADOVA
Via Vigonovese, 50
Tel. Q 049/8993011
Fax 049/8993066

Emilia Romagna • RSM • Marche

UFFICIO REGIONALE
40069 ZOLA PREDOSA (BO)
Via Nannetti, 5/A
Tel. Q 051/6189911
Fax 051/6189999

UFFICIO REGIONALE
60019 SENIGALLIA (AN)
Via Corvi, 18
Tel. Q 071/668248
Fax 071/668192

Abruzzo • Molise • Puglia • Basilicata

UFFICIO REGIONALE
70026 MODUGNO (BA)
Via Paradiso, 33/G
Tel. Q 080/5352768
Fax 080/5321890

Toscana • Umbria

UFFICIO REGIONALE
50136 FIRENZE
Via Aretina, 265/267
Tel. Q 055/6557219
Fax 055/6557221

Lazio • Calabria • Campania

UFFICIO REGIONALE
00153 ROMA
Viale della Piramide Cestia, 1
pal. C - 4° piano - int. 15/16
Tel. Q 06/5783495
Fax 06/5782117

UFFICIO REGIONALE
80040 S. MARIA LA BRUNA
TORRE DEL GRECO (NA)
Via dell'Industria, 22
Tel. Q 081/ 8479500
Fax 081/ 8479510

Sicilia

UFFICIO REGIONALE
95125 CATANIA
Via G. Battista Grassi, 17/A
Tel. Q 095/7178883
Fax 095/7179242

Sardegna

UFFICIO REGIONALE
09100 CAGLIARI
c/o centro Commerciale I MULINI
Piano Primo int. 1
Via Piero della Francesca, 3
Località Su Planu
Tel. Q 070/541356
Fax 070/541146

Il presente stampato annulla e sostituisce la guida ZDE08G/TA
BTicino S.p.A. si riserva il diritto di variare in qualsiasi momento i contenuti del presente stampato e di comunicare, in qualsiasi forma e modalità, i cambiamenti apportati.

AD-ITZDE11G/TA - Edizione 03/2011