



**TAMINI
APPLICAZIONI
INDUSTRIALI**



TAMINI
ENERGY TRANSFORMERS

 **Terna Energy
Solutions**
MORE VALUE, TOGETHER.



IL GRUPPO

Tamini progetta, produce e installa trasformatori per applicazioni power e industriali disegnati sulle specifiche necessità del cliente, che accompagna nel ciclo di vita del prodotto con un servizio post-vendita personalizzato.

Tamini è parte del Gruppo Terna Energy Solutions, azienda del Gruppo Terna, che attraverso l'esperienza delle società che lo compongono e all'eccellenza commerciale e operativa generata dalle sinergie fra le aziende, si presenta come il partner di eccellenza nella transizione energetica e digitale dei propri clienti in Italia.

Attraverso competenze specifiche e diversificate, grazie alle quali riesce a rispondere con efficacia alle esigenze di ogni tipo di cliente, TES offre un supporto a 360° che copre l'intero ciclo di vita dei progetti, inclusa la fornitura di componenti strategici per la transizione energetica, quali cavi e trasformatori elettrici.

Le altre aziende del Gruppo Terna Energy Solutions sono:



Progettazione, realizzazione, installazione e manutenzione di cavi, accessori e soluzioni di sistema per fornitori di energia, TSO e applicazioni industriali.



Soluzioni avanzate e supporto completo su misura per ogni fase del ciclo di vita delle infrastrutture in alta e media tensione, impianti fotovoltaici e sistemi di accumulo.



Alta tensione



Sistemi di accumulo



Fotovoltaico



Efficienza energetica



Terna Energy Solutions

MORE VALUE, TOGETHER.

Attraverso Terna Energy Solutions, inoltre, il Gruppo fornisce servizi di connettività al mercato, affiancando i clienti nella costruzione di soluzioni progettuali personalizzate.



TRASFORMATORI PER APPLICAZIONI INDUSTRIALI

**Soluzioni uniche, sviluppate sulle esigenze
dei clienti.**

Unici in qualità

I nostri trasformatori sono il risultato di un mix unico: l'eccellenza artigianale del Made in Italy unita a tecnologie all'avanguardia.

Unici in tecnologia

Adottiamo metodologie di ricerca e sviluppo uniche per offrire ai nostri clienti prodotti e servizi con i più alti standard di qualità.

Unici nella customizzazione

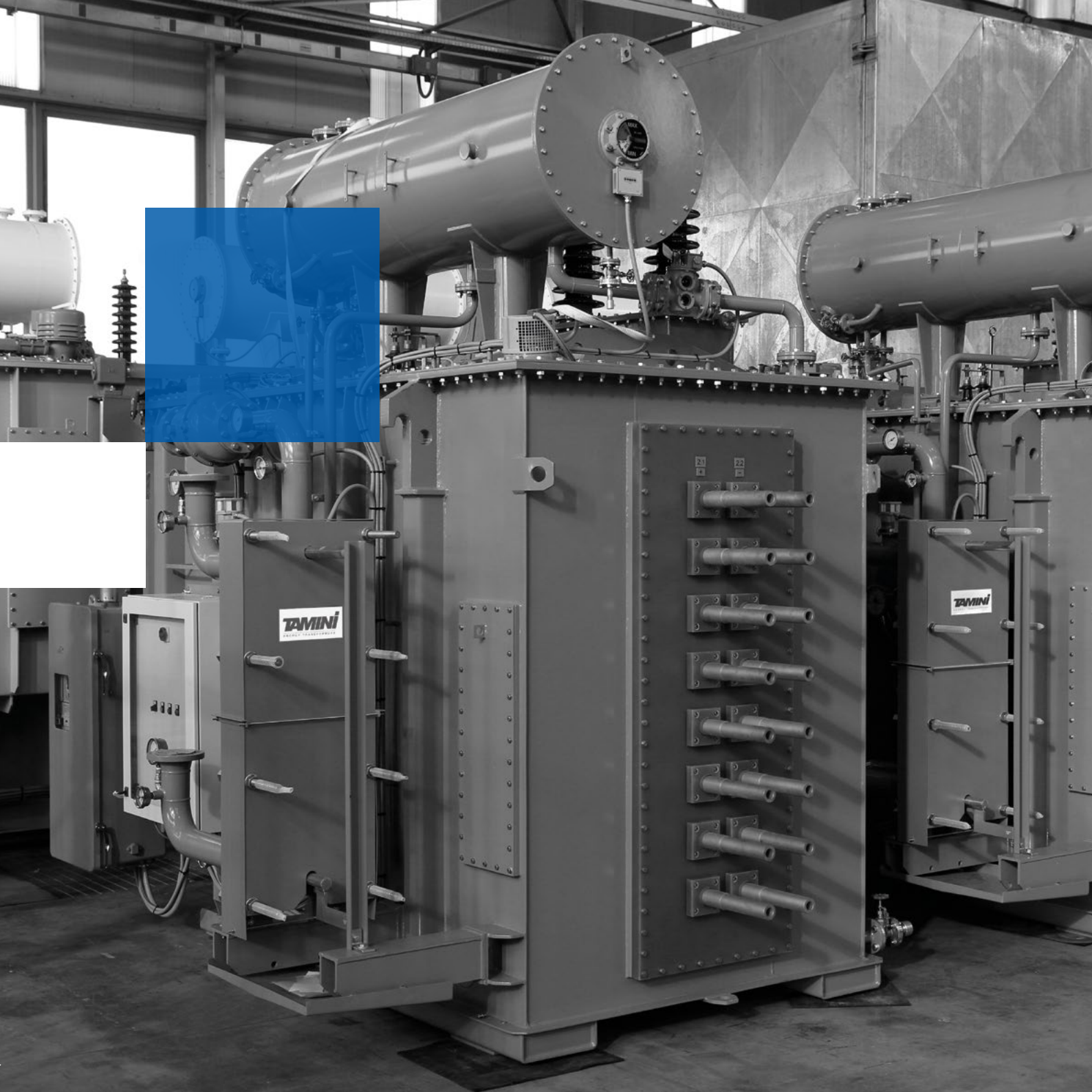
Soddisfiamo le esigenze specifiche dei nostri clienti attraverso la capacità di personalizzare ogni soluzione, grazie a oltre un secolo di esperienza nel settore.

Unici nel design

Il nostro team esperto e qualificato progetta prodotti unici, grazie al know-how e alle competenze distintive acquisite in tutto il mondo.

TRASFORMATORI PER APPLICAZIONI INDUSTRIALI

Produciamo trasformatori
per ogni applicazione industriale,
progettati per soddisfare le più
diverse esigenze dei clienti.





TRASFORMATORI PER APPLICAZIONI INDUSTRIALI

Tamini produce da sempre trasformatori industriali di alta qualità e affidabilità, progettati per soddisfare le più diverse e complesse esigenze tecniche. Gran parte delle risorse sono dedicate allo sviluppo di trasformatori per qualsiasi applicazione industriale, come trasformatori per forni, reattori, trasformatori di potenza per la distribuzione industriale e trasformatori rettificatori.

Negli ultimi dieci anni, Tamini ha prodotto più di 1.000 trasformatori. Di questi, circa un terzo sono trasformatori industriali e la maggior parte viene esportata in tutto il mondo.

Anno dopo anno, Tamini è diventata un'azienda leader nel mercato dei trasformatori industriali e ora è ancora più forte per affrontare con successo tutte le sfide future.

Tamini opera anche attraverso le sue filiali negli Stati Uniti e in India. Attualmente, oltre il 60% del fatturato dell'azienda proviene dalle esportazioni.

RICERCA E SVILUPPO

Per adattare il design e le caratteristiche dei trasformatori industriali alla tecnologia più avanzata, Tamini svolge una costante attività di collegamento tra ingegneria e produzione.

Di conseguenza, Tamini ha raggiunto una posizione di rilievo a livello mondiale nella fornitura di trasformatori per forni, trasformatori rettificatori per processi elettrolitici, fonderie di alluminio e altri processi di raffinazione dei metalli, forni a corrente continua per l'industria elettrometallurgica e trazione elettrica a corrente continua.





SISTEMI INTEGRATI PER QUALITÀ, AMBIENTE E SICUREZZA

I sistemi integrati sono implementati e certificati in conformità agli standard ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, ISO 45001:2018 e ISO-37001-2016.

I controlli della qualità vengono svolti a ogni fase del processo: progettazione, cicli di produzione, approvvigionamento, test e installazione in loco.

Tutti gli stabilimenti di produzione di Tamini sono dotati di infrastrutture proprie per lo svolgimento di test di routine, specifici e straordinari, in conformità alle direttive di IEC o IEEE (ANSI) e ad altri standard riconosciuti a livello mondiale (ASA, CSA, BSS, SEV ecc.).

Tamini rispetta appieno le più recenti normative internazionali per la tutela dell'ambiente e della sicurezza.



Tamini si impegna a svolgere le proprie attività nel rispetto dei più elevati standard in materia di qualità, protezione ambientale, salute e sicurezza.

L'integrazione continua di principi ESG, certificazioni riconosciute e innovazione responsabile è parte integrante della modalità di progettazione e produzione dei nostri trasformatori.

L'azienda è giudicata idonea dalle seguenti piattaforme internazionali indipendenti:

- **Ecovadis** – valutazione globale dell'ESG
- **Synesgy / Cribis** – valutazione della sostenibilità aziendale
- **Open-es** – prestazioni dal punto di vista ambientale, sociale e della governance
- **Achilles** – idoneità dei fornitori per i mercati regolamentati





TRASFORMATORI PER FORNI AC E DC

I trasformatori per forni elettrici ad arco e per forni siviera sono le apparecchiature principali di un'acciaieria, pertanto vengono adottate soluzioni ingegneristiche specifiche per garantire nel tempo le migliori prestazioni sotto le sollecitazioni dielettriche, termiche e meccaniche che quotidianamente interessano questi trasformatori.

La durata dei trasformatori da forno è influenzata dalle forti sollecitazioni che si generano durante l'esercizio. Un trasformatore da forno deve far fronte quotidianamente a una serie di sfide quali frequenti accensioni e spegnimenti, correnti di spunto di elevata entità, correnti di esercizio elevate, frequenze variabili, spesso vicine a valori di cortocircuito, rapide sovratensioni transitorie, contenuto armonico significativo ed elevato numero di operazioni eseguite dal commutatore sotto carico.

Le sollecitazioni elettriche sono dovute alle sovratensioni generate sia dal processo di fusione sia dallo stato transitorio derivante da un'improvvisa disconnessione degli interruttori di potenza, soprattutto se sono installati quelli sotto vuoto. Tamini presta particolare attenzione a questo aspetto adottando una progettazione e procedure di produzione specifiche per garantire una struttura isolante del trasformatore

più resistente. Inoltre, durante il funzionamento del forno, i trasformatori sono sottoposti a sollecitazioni meccaniche e termiche a causa del costante processo di fusione dell'acciaio. Le vibrazioni e le sollecitazioni continue possono causare un allentamento degli avvolgimenti se questi non sono correttamente trattati e serrati in modo efficace. Per evitare qualsiasi inconveniente dovuto a sollecitazioni così forti e frequenti, Tamini ha adottato procedure migliorate per la pressatura degli avvolgimenti e il trattamento termico.

È possibile adottare diverse soluzioni in base alle esigenze del cliente:

- Soluzione “booster” single-core o dual-core;
- Chiusura delta BT all'interno o all'esterno del serbatoio;
- Rivestimenti isolanti per bassa tensione in barre di rame o in tubi raffreddati ad acqua;
- Le uscite BT si trovano sul coperchio superiore della cassa del trasformatore o sul lato.

Caratteristiche del prodotto:

- Potenza nominale fino a 360 MVA (la più alta mai costruita);
- Corrente BT fino a 150 kA.





Durante il funzionamento del forno, i trasformatori sono sottoposti a sollecitazioni meccaniche e termiche a causa del costante processo di fusione dell'acciaio.

Le vibrazioni e le sollecitazioni continue possono causare un allentamento degli avvolgimenti se questi non sono correttamente trattati e serrati in modo efficace.

Per evitare qualsiasi inconveniente dovuto a sollecitazioni così forti e frequenti,

Tamini ha adottato procedure migliorate per la pressatura degli avvolgimenti e il trattamento termico.

Inoltre, Tamini ha sviluppato uno speciale sistema di bloccaggio dell'avvolgimento che garantisce un'eccezionale resistenza a qualsiasi sollecitazione elettrodinamica anche nelle condizioni operative più difficili.

Questo sistema è stato utilizzato con successo per molti anni ed è soggetto a continui miglioramenti.

Tamini inoltre fornisce:

- Trasformatori per forni speciali come i **forni ad arco sommerso (SAF)**, **i forni di rifusione a scoria elettrolitica (ESR)** e **i trasformatori per fonderie**, utilizzati per alimentare i forni per la produzione di leghe di ferro speciali. Queste leghe spesso richiedono l'impiego di tre trasformatori di forno monofase invece di un unico trasformatore trifase per bilanciare l'impedenza di fase totale attraverso una disposizione a triangolo equilatero delle unità o nelle applicazioni dei moderni processi siderurgici.
- **Trasformatori di regolazione**, con regolazione a fasi o continua della tensione di uscita, per quelle applicazioni/processi in cui è necessaria una regolazione fine.

REATTORI DA FORNO IN SERIE

I reattori in serie collegati al trasformatore da forno sono spesso utilizzati per stabilizzare la corrente dell'arco. Al fine di ottenere una migliore efficienza del processo di fusione, i reattori in serie possono essere dotati di rubinetti per regolare il reattore in base alle esigenze del forno ad arco.

I reattori in serie possono essere progettati come reattori a nucleo traferrato (con telaio).

Caratteristiche del prodotto:

- Fino a 150 Mvar.

I reattori vengono utilizzati nel funzionamento del forno per ottenere:

- Stabilità dell'arco e regolazione della potenza;
- Ottimizzazione del consumo di elettrodi;
- Limitazione della corrente durante il processo di fusione;
- Riduzione dello sfarfallio sulla rete di alimentazione.

Il nucleo e gli avvolgimenti sono dello stesso tipo del trasformatore con la differenza che nei bordi del nucleo magnetico sono inseriti degli appositi gap progettati per valori specifici di potenza reattiva e reattanza.

La reattanza generalmente deve essere costante fino a 2 volte la corrente nominale; quando è superiore, si applica normalmente una soluzione senza nucleo.

I reattori sono regolabili a passi tramite un commutatore (TC), in modo da selezionare il valore corretto della reattanza a qualsiasi set-point operativo, ottenendo una rapida regolazione del forno.

Tamini ha progettato e fornito con successo diversi tipi di trasformatori-reattori.

Il reattore di serie può essere installato anche nel serbatoio del trasformatore (incorporato) per ottimizzare le dimensioni del sistema.

Il reattore può essere anche assemblato:

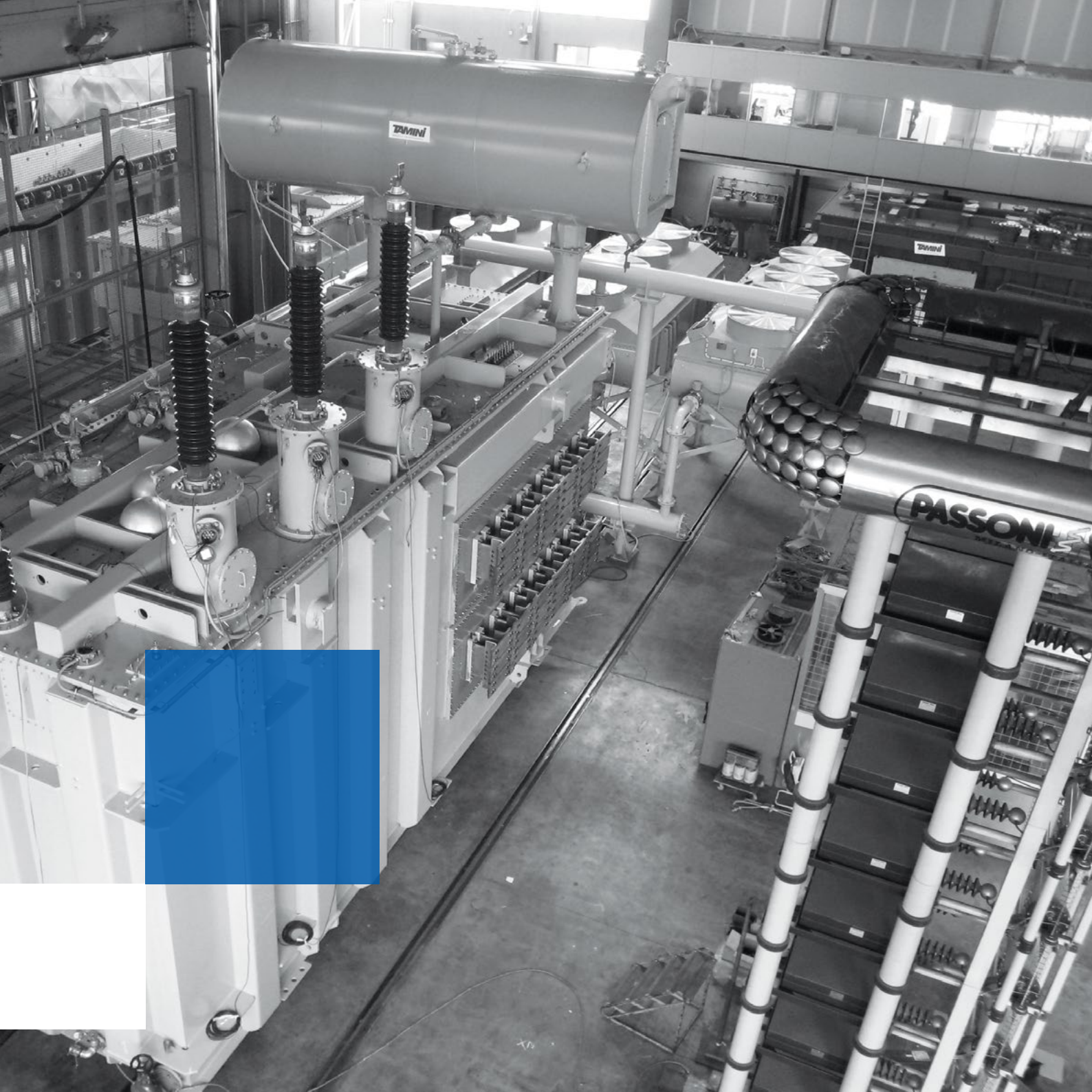
- All'interno della vasca del trasformatore principale;
- Interamente separato dal trasformatore.



TAMINI

CARPMETAL

80t



TRASFORMATORI RADDRIZZATORI

Il trasformatore rettificatore è il collegamento tra la rete elettrica e il convertitore CA/CC. Pertanto, ha lo scopo di fornire il numero di fasi, gli spostamenti di tensione necessari per realizzare la conversione e di regolare l'ingresso del rettificatore per variare la tensione di uscita CC.

A tal fine, il trasformatore rettificatore è spesso accoppiato a componenti come trasformatori di regolazione (o autotrasformatori), reattori saturabili e trasformatori interfase.

Tutti questi componenti possono essere assemblati in un unico serbatoio o in serbatoi separati per ottimizzare il trasporto e le limitazioni del luogo di installazione.

Caratteristiche del prodotto:

- Potenza nominale fino a 200 MVA;
- Corrente BT fino a 150 kA.

I trasformatori rettificatori sono soggetti ad elevate correnti d'esercizio associate ad un elevato contenuto armonico imputabile alla forma d'onda distorta a causa dei convertitori a semiconduttore collegati al trasformatore.

Applicazioni tipiche: forni ad arco elettrico in corrente continua, elettrolisi, forni di fusione rottami, fonderia di alluminio, forni per grafitazione, sottostazioni di trazione, affinazione di metalli e inverter per variatori di velocità.

TRASFORMATORI DI DISTRIBUZIONE PER APPLICAZIONI INDUSTRIALI

Trasformatori per la distribuzione

I trasformatori per la distribuzione sono utilizzati ovunque sia necessario collegare i sistemi per la distribuzione e l'utilizzo dell'energia elettrica.

Oggi sono utilizzati anche nelle stazioni mobili, necessarie per alimentare l'energia dove non è possibile costruire una stazione standard.

L'esperienza di Tamini ha permesso all'azienda di diventare un marchio leader a livello nazionale e internazionale nel mercato dei trasformatori per la distribuzione AT/MT e MT/MT. I prodotti dell'azienda sono utilizzati in un ampio spettro di applicazioni da una pletera di importanti clienti.

I trasformatori per la distribuzione di energia sono generalmente trifase o monofase, immersi in fluidi, con diversi metodi di raffreddamento, con tecnologia a conservatore o a tenuta stagna (con o senza riempimento di azoto/aria), con commutatore fuori circuito o commutatore sotto carico.

Inoltre, possono essere prodotti trasformatori per applicazioni ferroviarie con diversi cicli di carico.

Trasformatori AT/MT

Caratteristiche del prodotto:

- Tensione di sistema fino a 550 kV;
- Potenza nominale fino a 900 MVA.

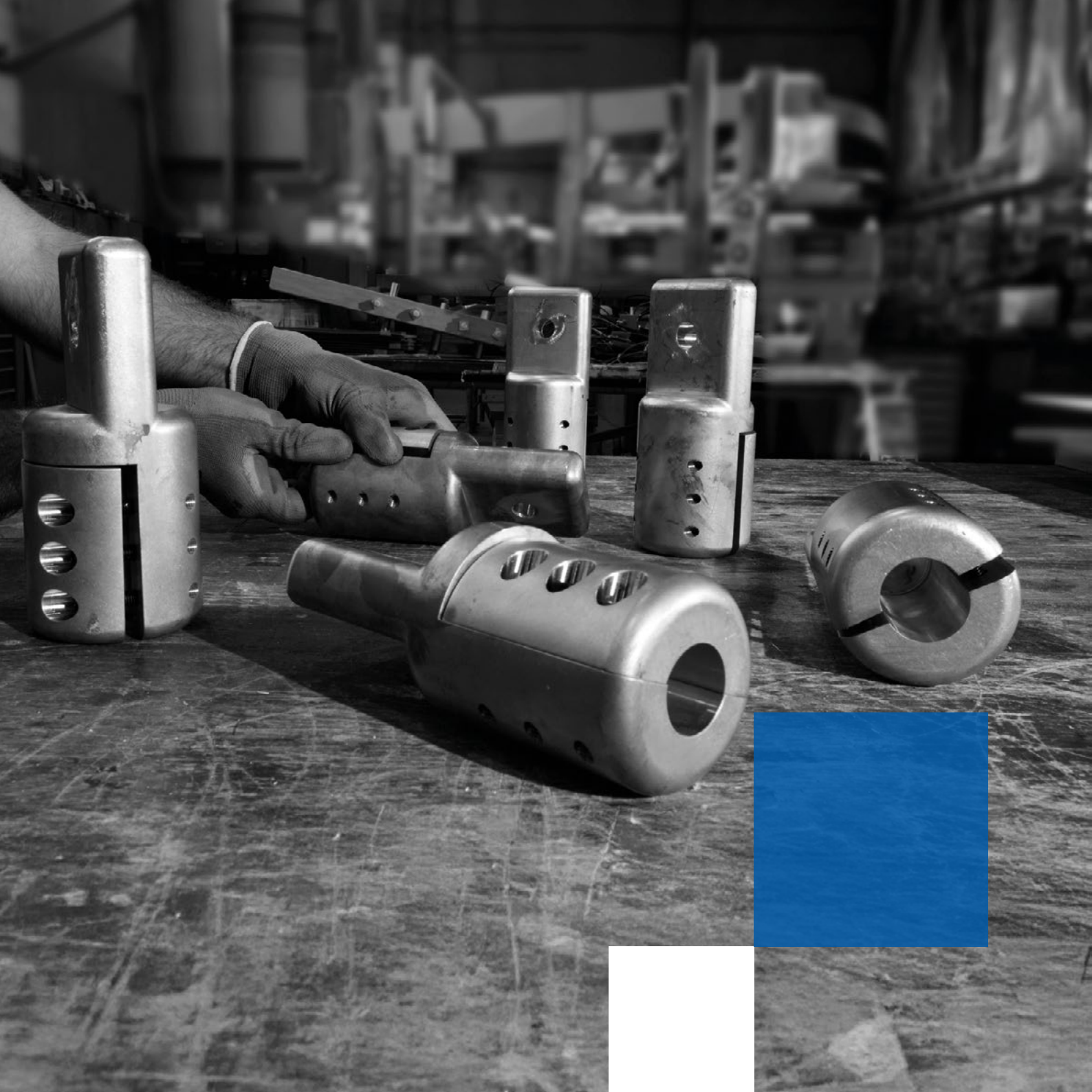
Trasformatori MT/MT

Caratteristiche del prodotto:

- Tensione di sistema fino a 52 kV;
- Potenza nominale fino a 100 MVA.



DESTRA
AVANTI
SINISTRA
INDIETRO



ACCESSORI PRINCIPALI

Prese a bassa tensione

In passato, le uscite per i trasformatori da forno erano principalmente costituite da barre di rame posizionate sul coperchio superiore della vasca del trasformatore o sul lato.

L'aumento delle prestazioni dei trasformatori richiede l'impiego di numerose barre in parallelo per ciascuna presa a bassa tensione. Le barre sono disposte in modi diversi a seconda del tipo di collegamento agli elettrodi del forno.

Oggi, il miglioramento della tecnologia per le connessioni BT ha portato una soluzione alternativa per i trasformatori di grande potenza: al posto delle barre vengono spesso utilizzate boccole raffreddate ad acqua.

Il design e la struttura di queste boccole raffreddate ad acqua evitano qualsiasi rischio di perdita d'acqua nell'olio del trasformatore.

La disposizione delle prese a bassa tensione dipende dal collegamento degli avvolgimenti a bassa tensione. La chiusura a triangolo degli avvolgimenti BT può essere realizzata all'esterno o all'interno del serbatoio. Quando è richiesta una chiusura a triangolo all'interno del serbatoio, le prese a bassa tensione di solito sono disposte in forma triangolare.

Questa soluzione facilita il collegamento al forno e, allo stesso tempo, garantisce una buona simmetria delle tre fasi e la distribuzione di corrente tra loro.

Per i raddrizzatori la soluzione utilizzata è quella delle barre di rame. La forma e le dimensioni sono personalizzate in base all'interfaccia di ingresso del raddrizzatore.

Serbatoio

Il serbatoio è realizzato con lamiere d'acciaio saldate che creano una struttura robusta e irrigidita per sostenere il vuoto totale e la sovrappressione.

Le pareti interne del serbatoio sono verniciate con una patina resistente all'olio caldo, mentre all'esterno il serbatoio è verniciato secondo una procedura standard stabilita dal Dipartimento di Garanzia di Qualità Tamini.

Su richiesta è possibile adottare soluzioni di verniciatura specifiche.

Nei trasformatori a forno e speciali la vasca è dotata di un conservatore d'olio diviso in due sezioni per l'olio del trasformatore e per l'interruttore dell'olio OLTC. Sul serbatoio sono presenti pozzetti adatti per la manutenzione e l'ispezione interna.

In corrispondenza delle uscite a BT, il serbatoio è dotato di una o più piastre isolanti amagnetiche imbullonate al serbatoio tramite apposite guarnizioni.

Boccole

I rivestimenti isolanti possono essere del tipo olio/aria o olio/olio, in caso di collegamenti a cavi in scatole di morsetti a olio, oppure del tipo olio/SF₆ per il collegamento a condutture di barre di alimentazione piene di SF₆.

Le boccole ad alta tensione sono solitamente del tipo a condensatore con carta impregnata di olio o di resina.

Commutatore

I trasformatori possono essere dotati di un commutatore sotto carico solitamente montato sul lato ad alta tensione. Il commutatore sotto carico è composto da un selettore di solito immerso nello stesso olio del trasformatore e da un commutatore collocato in un contenitore sigillato pieno d'olio separato dall'olio del trasformatore. Su richiesta è possibile inserire una barriera all'interno del serbatoio del trasformatore per separare l'olio del trasformatore e l'olio in cui è immerso il selettore. Con questa soluzione è possibile controllare il selettore del commutatore semplicemente rimuovendo l'olio dalla sezione a parte in cui è posizionato.

Come ulteriore soluzione, inoltre, è possibile collocare l'intero OLTC in un serbatoio pieno d'olio associato a parte e collegato mediante rivestimenti isolanti.

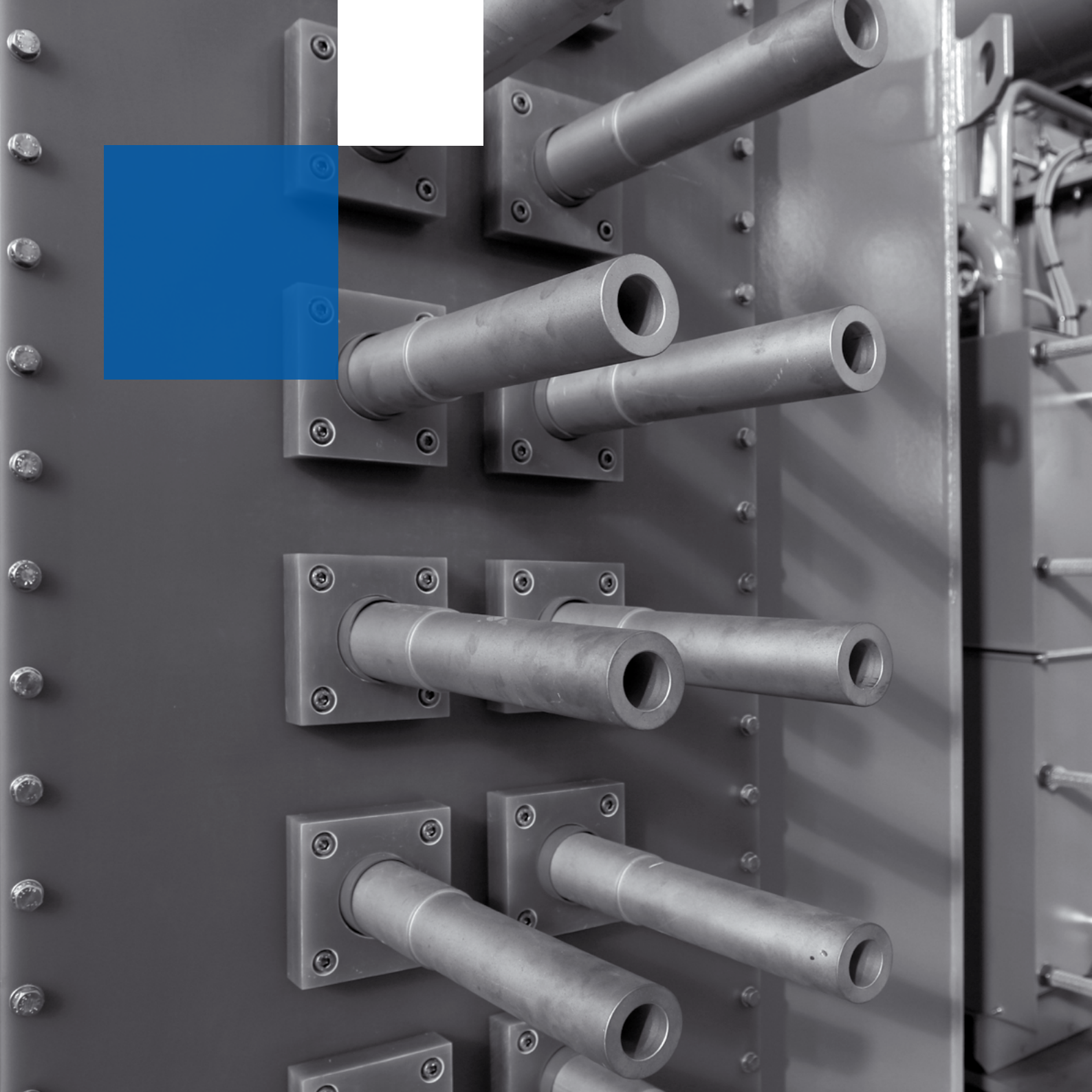
Varie

I trasformatori sono dotati dei seguenti raccordi e accessori:

- Sfiatatoi in gel di silice per le due sezioni del conservatore;
- Indicatori del livello dell'olio con contatti elettrici per le sezioni del conservatore;
- Relè di Buchholz con contatti di rilascio e allarme;
- Valvole di filtraggio, riempimento e drenaggio olio;
- Termometro dell'olio completo di contatti di rilascio e allarme e, su richiesta, un dispositivo per il monitoraggio a distanza della temperatura;
- Trasformatori di corrente;
- Protezione da sovrappressione;
- Alette di sollevamento per il nucleo e l'avvolgimento;
- Golfari di sollevamento per il trasformatore completo;
- Armadio di smistamento per segnali e circuiti ausiliari di protezione;
- Terminali di messa a terra;
- Valvola di campionamento dell'olio.

Su richiesta è possibile dotare i trasformatori di accessori aggiuntivi e/o specifici. Per esempio:

- Scaricatori di sovratensione sul lato AT;
- Filtri RC sul lato AT;
- Condensatori sul lato BT;
- PLC e/o schede i/o.





ACCESSORI PRINCIPALI

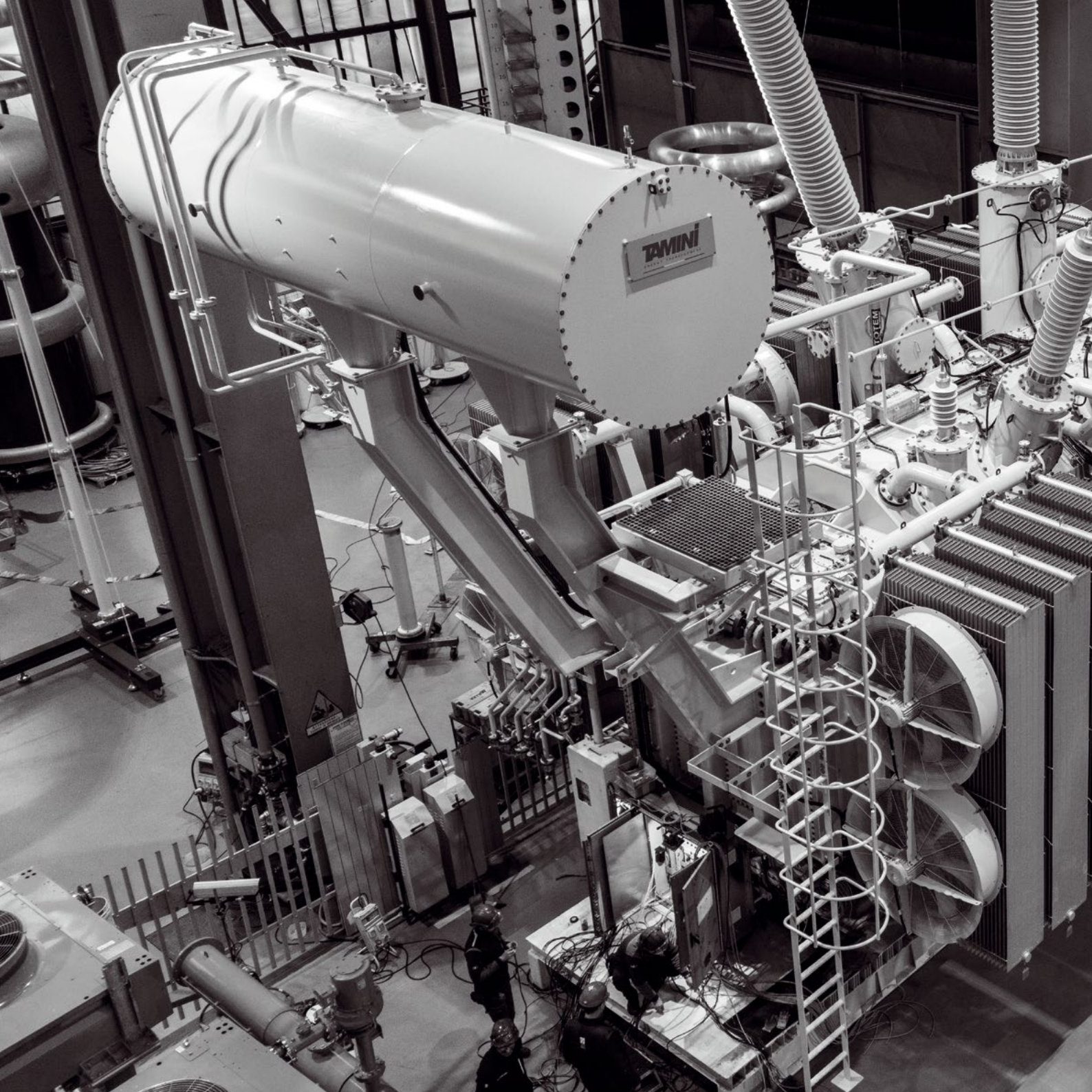
Sistema di raffreddamento

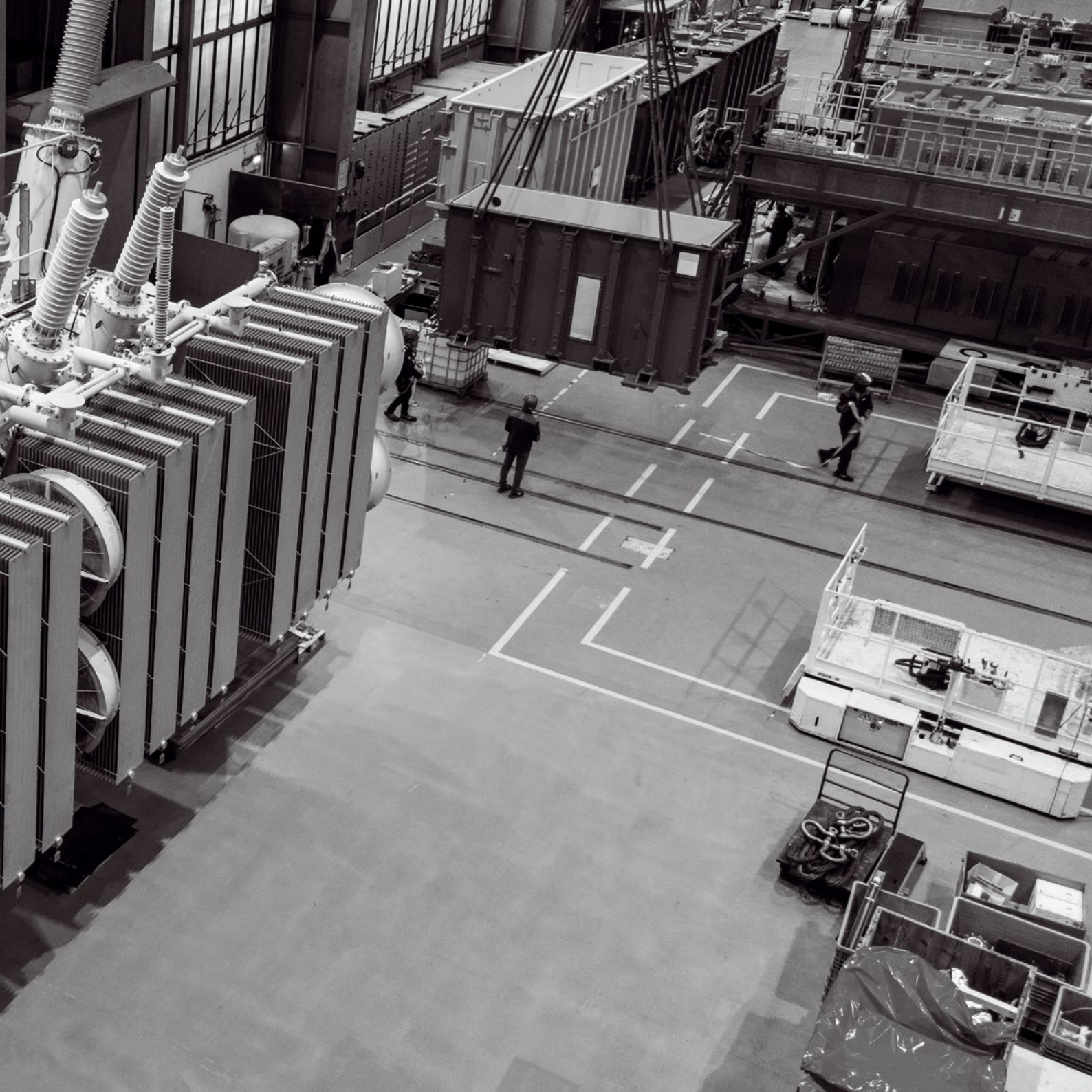
I trasformatori possono essere progettati per qualsiasi sistema di raffreddamento applicabile in base ai requisiti dell'utente finale.

I trasformatori industriali sono maggiormente provvisti di un sistema di raffreddamento OFW(F). Per soddisfare esigenze specifiche al fine di ottenere un collegamento più semplice al sistema esterno delle tubazioni dell'acqua, è possibile sistemare i raffreddatori in posizioni diverse, inclusa l'installazione in orizzontale. I raffreddatori sono normalmente costituiti da un sistema a parete singola o, su richiesta, a doppia parete. Vengono progettati in modo tale da evitare assolutamente qualsiasi possibile rischio di perdita d'acqua nell'olio.

I raffreddatori possono essere dotati di numerosi accessori: indicatori di flusso dell'acqua e dell'olio con contatto di allarme, termometri dell'acqua e dell'olio, rubinetti di scarico dell'acqua e dell'olio o altri speciali, su richiesta. Quando l'acqua non è disponibile, il raffreddamento è generalmente OFAF.

I sistemi di raffreddamento più utilizzati per i trasformatori di potenza sono ONAN e ONAF. Questi sistemi sono attuabili mediante gruppi di radiatori, montati sui lati del serbatoio del trasformatore, o in gruppi separati, con o senza ventole di raffreddamento. Il raffreddamento può anche essere di tipo OFAF (o ODAF) e OFWF (o ODWF) con raffreddatori montati sulla cassa del trasformatore o in un banco separato.









Tamini Trasformatori S.r.l.

Sede centrale
Viale Cadorna, 56/A - 20025 Legnano (Milano) - Italia
Tel. +39.02.98205.100
info@tamini.it

Tamini Trasformatori India Private Limited

6th floor Pentagon P-2
Magarpatta City, Hadapsar 411013 Pune
Maharashtra - India
Tel. +91.775.5950243
taminiINDIA@tamini.it

Tamini Transformers USA LLC

Pittsburgh, PA Office
518 Broad St, Suite 001 - PA 15143 Sewickley
Stati Uniti
Tel. +1.412.534.4263
taminiUSA@tamini.it



www.tamini.it



TERNA ENERGY SOLUTIONS

Viale Egidio Galbani, 70 - 00156 Roma - Italia



energysolutions.terna.it