

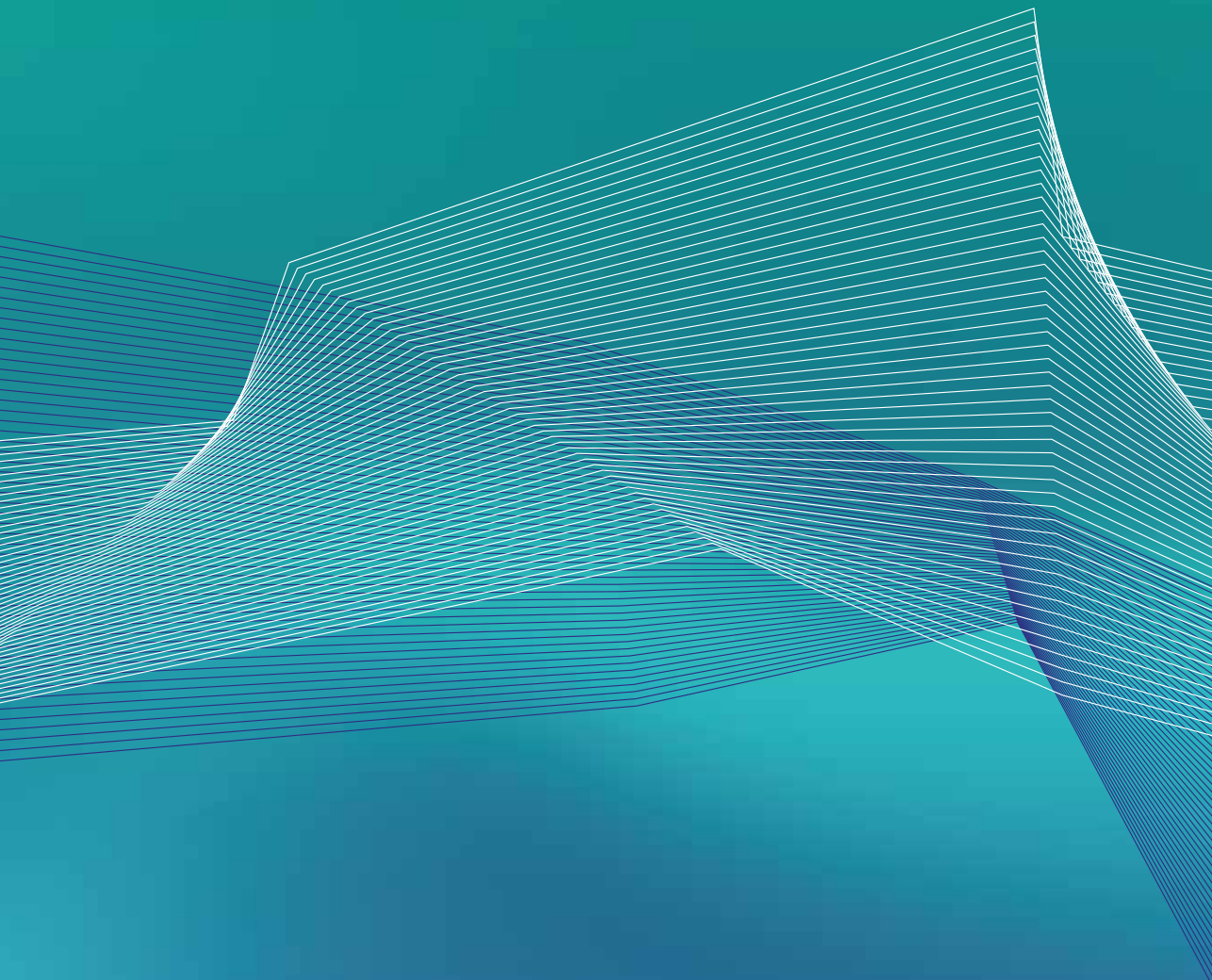
# Trasformatori per applicazioni industriali

Il Made in Italy di Tamini



**TAMINI**  
ENERGY TRANSFORMERS

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



**TAMINI**  
ENERGY TRANSFORMERS

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

# 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.

A photograph of an industrial transformer manufacturing facility. The scene shows several large, cylindrical transformers in various stages of production, mounted on metal frames. The background features large windows with green frames, and the overall environment is clean and well-lit. A teal-colored geometric shape is overlaid on the bottom half of the image, containing the text.

# 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 da raddrizzamento.

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.



**Garanzia di qualità,  
controllo qualità  
e sicurezza**



Le procedure di Garanzia di Qualità sono eseguite e certificate in conformità con le norme ISO 9001-2008. Il Controllo Qualità viene effettuato in ogni fase: progettazione, produzione, approvvigionamento, verifica e installazione in loco.

Tutti gli stabilimenti di Tamini hanno le proprie strutture adibite al collaudo per l'esecuzione di test di routine, prove di tipo o speciali in conformità con le norme CEI o IEEE (ANSI) e altri standard riconosciuti a livello mondiale (ASA, CSA, BSS, SEV ecc.).

Tamini è conforme alle più aggiornate legislazioni internazionali in materia di sicurezza e protezione ambientale.





# 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, spesso vicine a valori di cortocircuito, frequenze variabili, 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 manovra 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 un'adeguata resistenza a tali fenomeni. Inoltre, durante il funzionamento del forno, i trasformatori sono sottoposti a sollecitazioni meccaniche e termiche durante il 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” o “regolazione diretta”;
- Chiusura delta BT all'interno o all'esterno della cassa;
- Le uscite in BT 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.

**Trasformatori  
per forni  
AC e DC**



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 **fori ad arco sommerso (SAF)**, **fori di rifusione della 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 gradini o continua della tensione di uscita, per quelle applicazioni/processi in cui è necessaria una regolazione fine.



## Reattori serie per forno elettrico





I reattori 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 commutatori per regolare il reattore in base alle esigenze del forno ad arco.

I reattori serie possono essere progettati con nucleo traferato o a cornice.

### **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 del flicker sulla rete di alimentazione.

Il nucleo e gli avvolgimenti sono dello stesso tipo del trasformatore con la differenza che nel nucleo magnetico possono essere 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 con nucleo a cornice.

I reattori sono regolabili a gradini 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 nella cassa del trasformatore (incorporato) per ottimizzare le dimensioni del sistema.

Il reattore può essere anche assemblato:

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



# Trasformatori da raddrizzamento



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

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

Tutti questi componenti possono essere assemblati in un'unica cassa o in casse separate per ottimizzare il trasporto e superare le limitazioni del luogo di installazione.

#### **Caratteristiche del prodotto:**

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

I trasformatori da raddrizzamento 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 fornire 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 pleora 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 ermetici, con commutatore fuori tensione 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.



## Accessori principali

## Uscite in bassa tensione

In passato, le uscite per i trasformatori da forno erano principalmente costituite da barre di rame posizionate sul coperchio superiore della cassa 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 tubi raffreddati 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 uscite in 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 della cassa. Quando è richiesta una chiusura a triangolo all'interno della cassa, le uscite in 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.

## Cassa

La cassa è realizzata con lamiere d'acciaio saldate che creano una struttura robusta e irrigidita per sostenere il vuoto totale e la sovrappressione.

Le pareti interne della cassa sono verniciate con una patina resistente all'olio caldo, mentre all'esterno la cassa è verniciata secondo una procedura standard stabilita dal Dipartimento di Garanzia di Qualità Tamini.

Su richiesta è possibile adottare soluzioni di verniciatura specifiche.

La cassa può essere dotata di un conservatore d'olio diviso in due sezioni per l'olio del trasformatore e per l'olio dell'interruttore dell'OLTC. Nella cassa sono presenti pozzetti adatti per la manutenzione e l'ispezione interna.

In corrispondenza delle uscite a BT, la cassa è dotata di una o più piastre isolanti amagnetiche imbullonate alla cassa tramite apposite guarnizioni.

## Accessori principali

### Isolatori

Gli isolatori possono essere del tipo olio/aria o olio/olio, in caso di collegamenti a cavi o a condotti in olio, oppure del tipo olio/SF<sub>6</sub> per il collegamento condotti sbarre in SF<sub>6</sub>.

Gli isolatori 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 della cassa 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 una cassa separata piena d'olio e collegata mediante opportuni passanti.

### Varie

I trasformatori sono normalmente dotati dei seguenti accessori:

- Essiccatori 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;
- Golfari 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.

## 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 OFWF. Per soddisfare esigenze specifiche al fine di ottenere un collegamento più semplice al sistema esterno delle tubazioni dell'acqua, è possibile sistemare i refrigeranti in posizioni diverse, inclusa l'installazione in orizzontale. I refrigeranti 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 refrigeranti 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 della cassa 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 refrigeranti montati sulla cassa del trasformatore o in un banco separato.



## **Tamini Trasformatori S.r.l.**

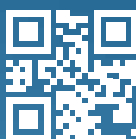
Sede centrale  
Viale Cadorna, 56/A - 20025 Legnano (Milano) - Italia  
Tel. +39.02.98205.100  
info@tamini.it

## **Tamini Trasformatori India Private Limited**

6<sup>th</sup> 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](http://www.tamini.it)



**TAMINI**  
ENERGY TRANSFORMERS



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