

MG / IT	1640	   termomacchine s.r.l. AZIENDA CERTIFICATA ISO 9001:2000
DENOMINAZIONE IMPIANTO: <i>EQUIPMENT DENOMINATION:</i>	Generatore di alta frequenza a triodo <i>High frequency generator with triode</i>	
TIPOLOGIA IMPIANTO: <i>EQUIPMENT BRAND:</i>	30.250.11.V	
ANNO DI COSTRUZIONE: <i>YEAR OF CONSTRUCTION:</i>	2007	
<h1>Manuale dell'Utilizzatore</h1> <h2><i>User's Manual</i></h2>		
REV. N° 0 - 01/03/2007	Compilazione iniziale – First compilation	
Compilato da - Compiled by: ALESSANDRO MOSCA Documentazione Tecnica Technical documentation	Approvato da – Approved by ANDREA GILI Direzione Tecnica Technical Management	



DATI TECNICI IMPIANTO FORNITO:

MACCHINA TIPO		: 30.250.11.V
MATRICOLA	n.	: 1640
POTENZA INSTALLATA	kVa	: 490
POTENZA OUTPUT	kW	: 250
TENSIONE DI ALIMENTAZIONE	Vac	: 400-50 HZ
TENSIONE AUSILIARI	Vac	: 24-50 HZ
FREQUENZA DI LAVORO	kHz	: 400
MASSIMA POTENZA INPUT	kW	: 416
MASSIMA TENSIONE ANODICA	kV	: 12,6
MASSIMA CORRENTE ANODICA	A	: 34
MASSIMA CORRENTE DI GRIGLIA	A	: 7
TENSIONE FILAMENTO TRIODO	Vac	: 18
ACQUA DI RAFFREDDAMENTO	l/m	: 360
TEMPERATURA ENTRATA ACQUA	°C .	: 28
PRESSIONE ACQUA	kg/cm ²	: 3
TRIODO TIPO	RICHARDSON	: ITK120
SEZIONE LINEA ALIMENTAZIONE 3 FASI + TERRA		: 500 mm² + 200 mm²*
MASSIMA PERDITA DI CARICO DI ACQUA INDUSTRIALE SU SECONDARIO SCAMBIATORE		: 0.5

**==> LE CADUTE A MONTE E A VALLE DELLO SCAMBIATORE
DI CALORE NON SONO COMPRESI NEI CALCOLI E SONO
A CURA DEL CLIENTE <==**

* In accordo alla normativa CEI- UNEL 35024 per cavi in PVC o gomma G unipolari con guaina non distanziati.



<i>DATI TECNICI IMPIANTO FORNITO:</i>	2
NOTA:	4
1. PREFERAZIONE	5
<i>Quadro normativo di riferimento.</i>	5
<i>Documentazione tecnica</i> 	7
2. INTRODUZIONE	8
3. TRASPORTO E MOVIMENTAZIONE MACCHINA	9
3.1. <i>Dimensioni e masse</i>	9
3.2. <i>Movimentazione e stoccaggio</i>	13
4. CONFIGURAZIONE MACCHINA	15
4.1. <i>Composizione della macchina</i>	15
4.2. <i>Accessori</i>	24
a. <i>Frigorifero</i>	24
b. <i>Torre di raffreddamento</i>	24
c. <i>Gruppo di termoregolazione</i>	25
d. <i>Gruppo filtro alta tensione</i>	25
e. <i>Regolazione velocità/potenza – velocità/potenza/temperatura</i>	25
5. DISPOSITIVI DI SICUREZZA	26
5.1. <i>Interruttore generale con blocco porta</i>	26
5.2. <i>Interbloccaggio pannelli</i>	26
5.3. <i>Arresto di emergenza</i>	26
5.4. <i>Emergenza esterna remotabile</i>	27
5.5. <i>Riparo induttore</i>	27
6. USI CONSENTITI E USI NON CONSENTITI	28
6.1 <i>Usi consentiti</i>	28
6.2 <i>Usi non consentiti</i>	29
7. MESSA IN SERVIZIO MACCHINA	30
7.1 <i>Lay out e spazio minimo per la manutenzione</i>	30
7.2 <i>Condizioni ambientali consentite</i>	30
7.3 <i>Caratteristiche tecniche della macchina</i>	30
7.4 <i>Allacciamento macchina</i>	31
8. USO DELLA MACCHINA	42
8.1. <i>Descrizione comandi</i>	42
8.1.1 <i>Interruttore generale</i>	42
8.1.2 <i>Descrizione pannello comandi</i>	42



8.2	Modalità operative.....	43
8.2.1	Procedura di avviamento	44
8.2.2	Procedura di arresto (in modalità locale e remota)	52
9.	RICERCA GUASTI	53
9.1.	Personale abilitato.....	53
9.2.	Identificazione anomalia categoria 1	54
9.3.	Identificazione anomalia categoria 2	61
10.	MANUTENZIONE MACCHINA	62
10.1.	Norme generali	62
10.2.	Manutenzione scambiatore di calore a piastre smontabili.....	63
10.3	Manutenzione dell'impianto elettrico.....	64
10.4.	Condizioni critiche.....	65
11.	SITUAZIONI DI EMERGENZA.....	66
10.2	Situazioni di emergenza.....	66
11.2.1	In caso di incendio	66
11.2.2	In caso di allagamento	66
11.3	Smaltimento di sostanze nocive e demolizione	67
11.3.1	Suddivisione differenziata dei materiali.....	67
12.	ISTRUZIONI PER REALIZZAZIONE INDUTTORE.....	68
12.1	Principio di funzionamento del generatore ad induzione elettromagnetica.....	68
12.2	Teoria del riscaldamento ad induzione	68
12.3	Realizzazione induttore.....	70
A1	SCHEMI ELETTRICI.....	72

NOTA:

L'impianto descritto nel presente manuale dell'utilizzatore è stato collaudato in accordo alle procedure interne ed è risultato CONFORME alle specifiche.



1. PRAFAZIONE

Oggetto del manuale

Lo scopo del presente *Manuale di Uso e Manutenzione* è fornire all'Utilizzatore un valido supporto nelle fasi di:

- ✓ ritiro,
- ✓ allacciamento,
- ✓ messa in servizio,
- ✓ uso ai fini produttivi,
- ✓ manutenzione programmata,
- ✓ analisi guasti

di uno dei modelli dei generatori di fabbricazione TERMOMACCHINE, dando sempre particolare attenzione ai consigli ed alle regole di prevenzione e sicurezza nei confronti di tecnici ed operatori.

Il Manuale di Uso e Manutenzione denominato "Generatori di Alta Frequenza" è stato progettato e realizzato nel completo rispetto delle normative comunitarie vigenti.

Dati di identificazione del costruttore

TERMOMACCHINE S.r.l



Sede produttiva e legale:
Via Valgioie 12/4
Rivalta di Torino (10040) - Torino ITALY

Tel. ++ 39 011 9008811 (r.a.)
Fax ++ 39 011 9034066
E-mail: info@termomacchine.com
Sito web: www.termomacchine.com

P.IVA: 01936750015
Tribunale di Torino: 254/77
C.C.I.A.A: TO519376
Posizione meccanografica: 40922

Quadro normativo di riferimento.

Norma 98\37\CE..... Direttiva Macchine
Norma EN 954-1..... Sicurezza del macchinario
Norma EN 60204-1..... Sicurezza del macchinario
Norma EN 292-1..... Sicurezza del macchinario parte prima.
Norma EN 292-2..... Sicurezza del macchinario parte seconda.
Direttiva 73\23 CEE modificata da 93\68 CE (bassa tensione)
Direttiva 89\336 CEE.....Componenti elettronici e successive modifiche (93\31\CE e 93\68\CE)

Dati di identificazione impianto

Tutti gli impianti TERMOMACCHINE hanno una targhetta identificativa (MARCATURA CE per l'UE) sulla quale si trovano, oltre ai dati generali, anche il numero di matricola dell'impianto ed l'anno di costruzione; questi dati sono molto importanti in caso di contatto con il nostro servizio di *assistenza tecnica*.



Assistenza tecnica



La TERMOMACCHINE garantisce, con il servizio “*INTERNATIONAL ASSISTANCE*”, l'intervento tecnico in tutto il mondo per la manutenzione e riparazione dei suoi impianti.

- In EUROPA l'intervento viene garantito nell'arco delle 48 ore dalla richiesta*.
- Per il resto del mondo si procederà il più celermente possibile in considerazione delle eventuali difficoltà burocratiche e logistiche.

Viene garantita la disponibilità dei materiali di consumo e dei ricambi.

*) La tempistica dell'intervento viene garantita se le percorribilità delle strade e i servizi di trasporto sono regolari.



Documentazione tecnica

La documentazione tecnica a corredo dell'impianto comprende:

- ✓ n.1 - *Manuale di uso e manutenzione* (il presente manuale) completo di schemi e distinta componenti
- ✓ n.1 - *Dichiarazione di Conformità* (per le macchine recanti la marcatura CE)
- ✓ n.1 - *Manuale del frigorifero* con schemi elettrici (per le macchine equipaggiate con tale accessorio)
- ✓ n.1 - *Manuale del termoregolatore* (per le macchine equipaggiate con tale accessorio)



2. INTRODUZIONE

Sono nel seguito riportate le avvertenze e le indicazioni di carattere generale per l'uso in sicurezza dei *Generatori di Alta Frequenza a Triodo*

1. Leggere attentamente le istruzioni riportate in questo manuale
2. Conservare il presente manuale per future consultazioni
3. Impedire al personale non qualificato di operare a tutti i livelli sulla macchina
4. Non utilizzare la macchina per usi impropri ed in modo scorretto
5. Collegare la macchina ad un impianto di terra realizzato conformemente alla normativa vigente
6. Installare un sezionatore magneto-termico differenziale a monte dell'alimentazione e secondo specifiche riportate in questo manuale
7. Proteggere e ancorare i cavi di alimentazione con una guaina metallica
8. Alimentare la macchina con la tensione indicata nei dati di targa
9. Collegare la macchina con cavi di sezione e materiale indicato
10. Divieto assoluto e tassativo di escludere o manomettere le protezioni e i dispositivi di sicurezza applicati
11. Eseguire opere di manutenzione e/o assistenza solamente dopo aver tolto tensione all'impianto tramite l'interruttore generale a monte dei cavi di alimentazione
12. Rispettare il *lay out* d'installazione
13. Per la pulizia della macchina usare solamente aria compressa priva di oli o residui vari
14. **Rimuovere il triodo** se si deve spostare l'armadio del generatore in cui è contenuto (vedi istruzioni al par 7.4.5.)
15. L'impianto è stato progettato e costruito per l'impiego in ambienti industriali

3. TRASPORTO E MOVIMENTAZIONE MACCHINA

Il presente paragrafo fornisce tutte le informazioni relative al trasporto, alla movimentazione e al posizionamento dei principali impianti.

3.1. Dimensioni e masse

Nelle figure 3.1a, 3.1b, 3.1c, 3.1d, sono riportate le dimensioni di quattro dei principali impianti standard completi di accessori, rispettivamente il modello **compatto**, **monoarmadio**, **monoarmadio grande**, **biarmadio**:

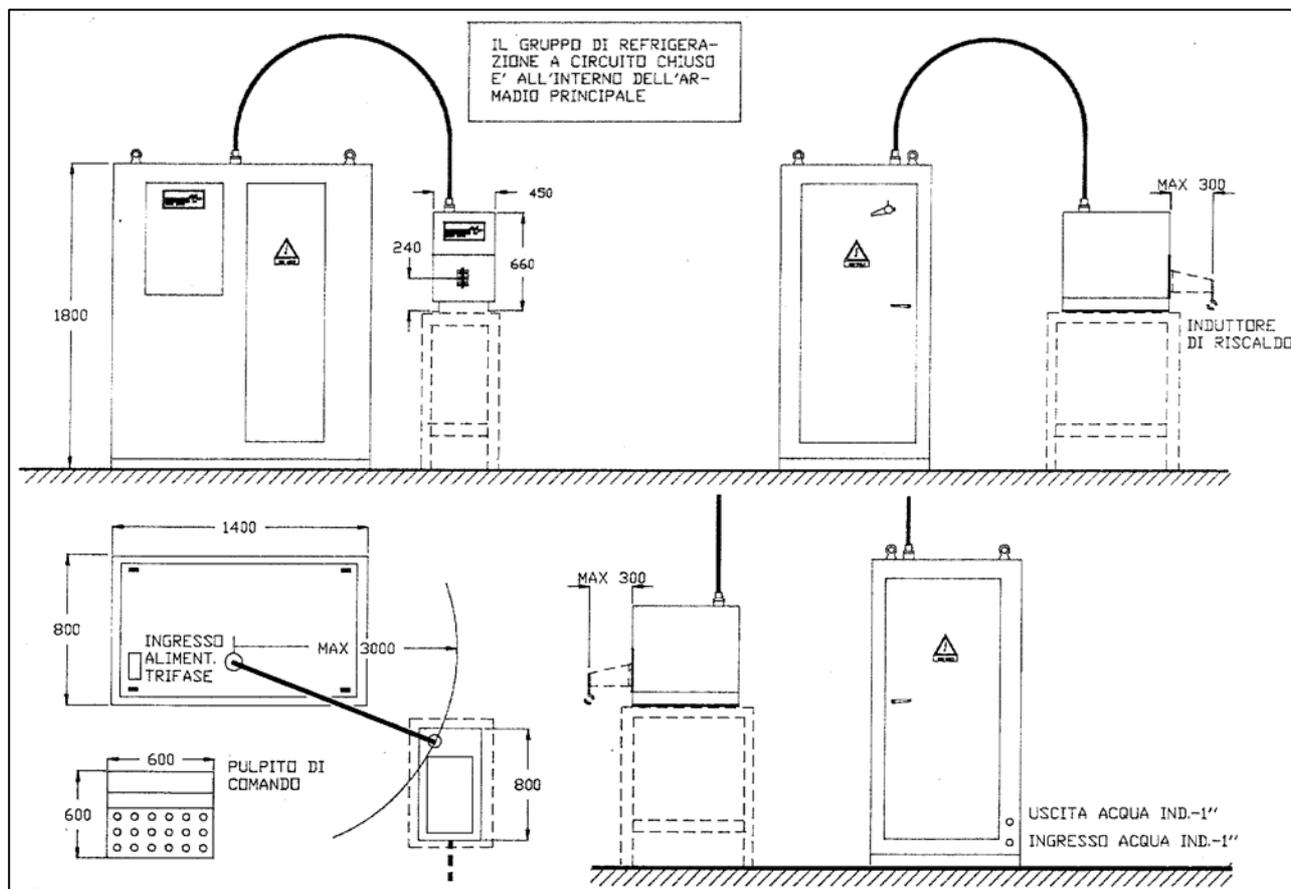


Figura 3.1a: **Modello compatto** - dimensioni impianto

massa <i>generatore</i> :	1800 kg
massa <i>testa induttore</i> :	60 kg
massa <i>pulpito comandi</i> :	50 kg

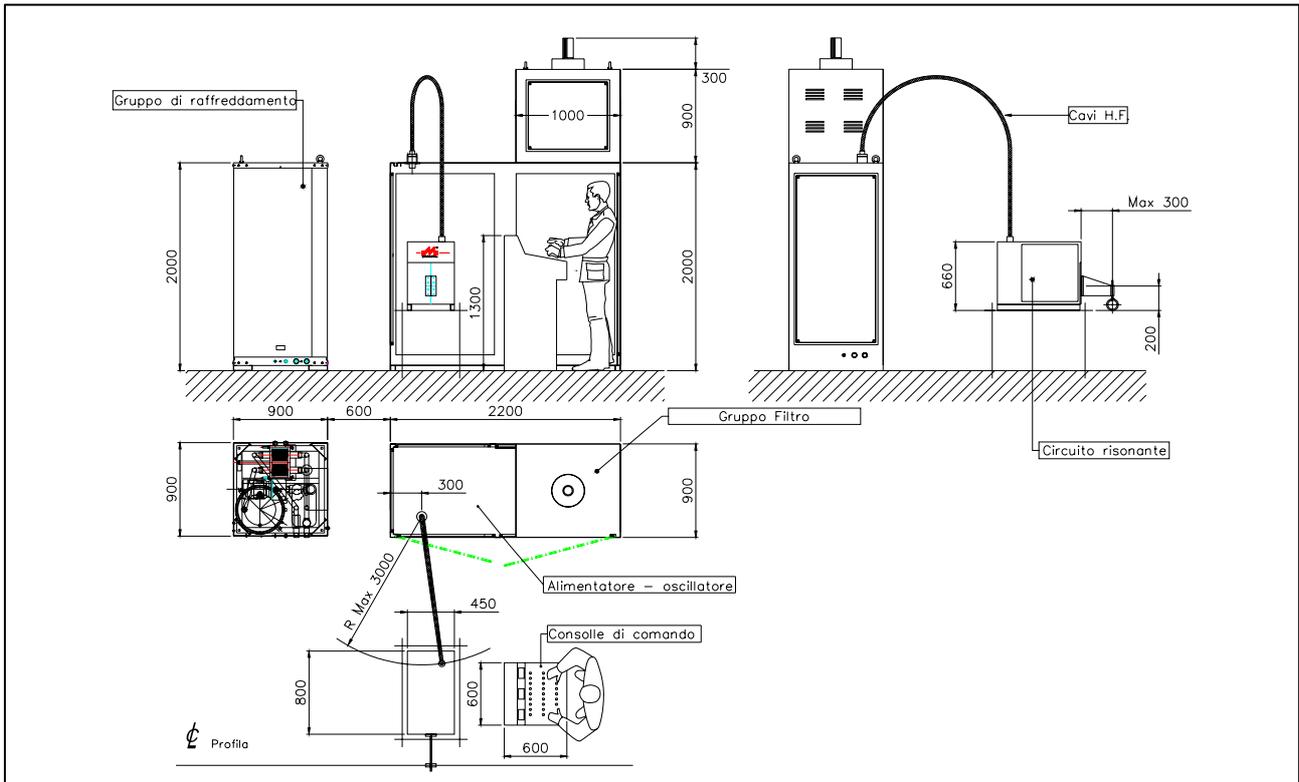


Figura 3.1b: **Modello monoarmadio** - dimensioni impianto

massa <i>generatore</i> :	2400 ÷ 2800 kg
massa <i>testa induttore</i> :	60 ÷ 80 kg
massa <i>pulpito comandi</i> :	50 kg
massa <i>gruppo di refrigerazione</i> :	400 kg
massa <i>gruppo filtro</i> :	450 kg

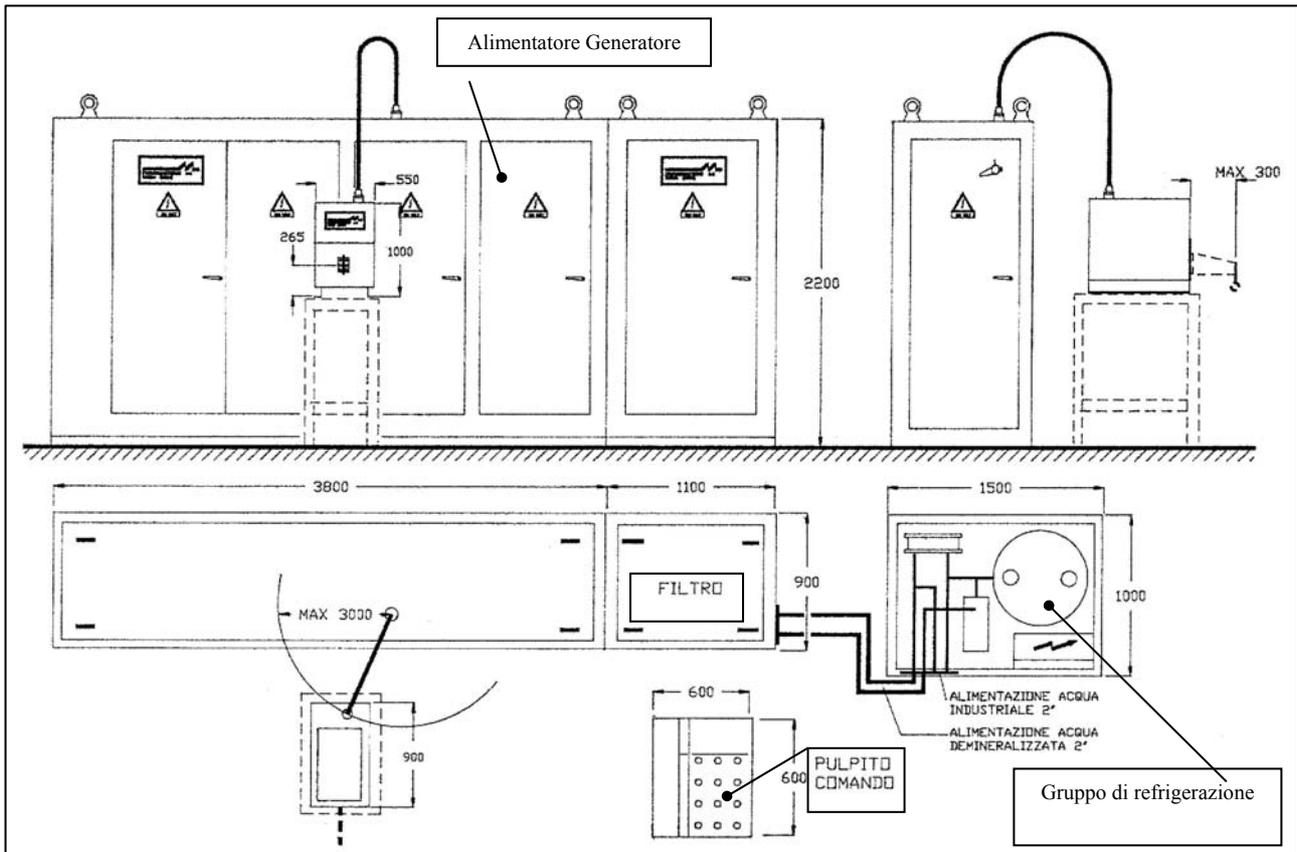


Figura 3.1b: **Modello monoarmadio grande** - dimensioni impianto

massa <i>generatore</i> :	3600 kg
massa <i>testa induttore</i> :	120 ÷ 150 kg
massa <i>pulpito comandi</i> :	50 kg
massa <i>gruppo di refrigerazione</i> :	600 kg
massa <i>gruppo filtro</i> :	800 kg

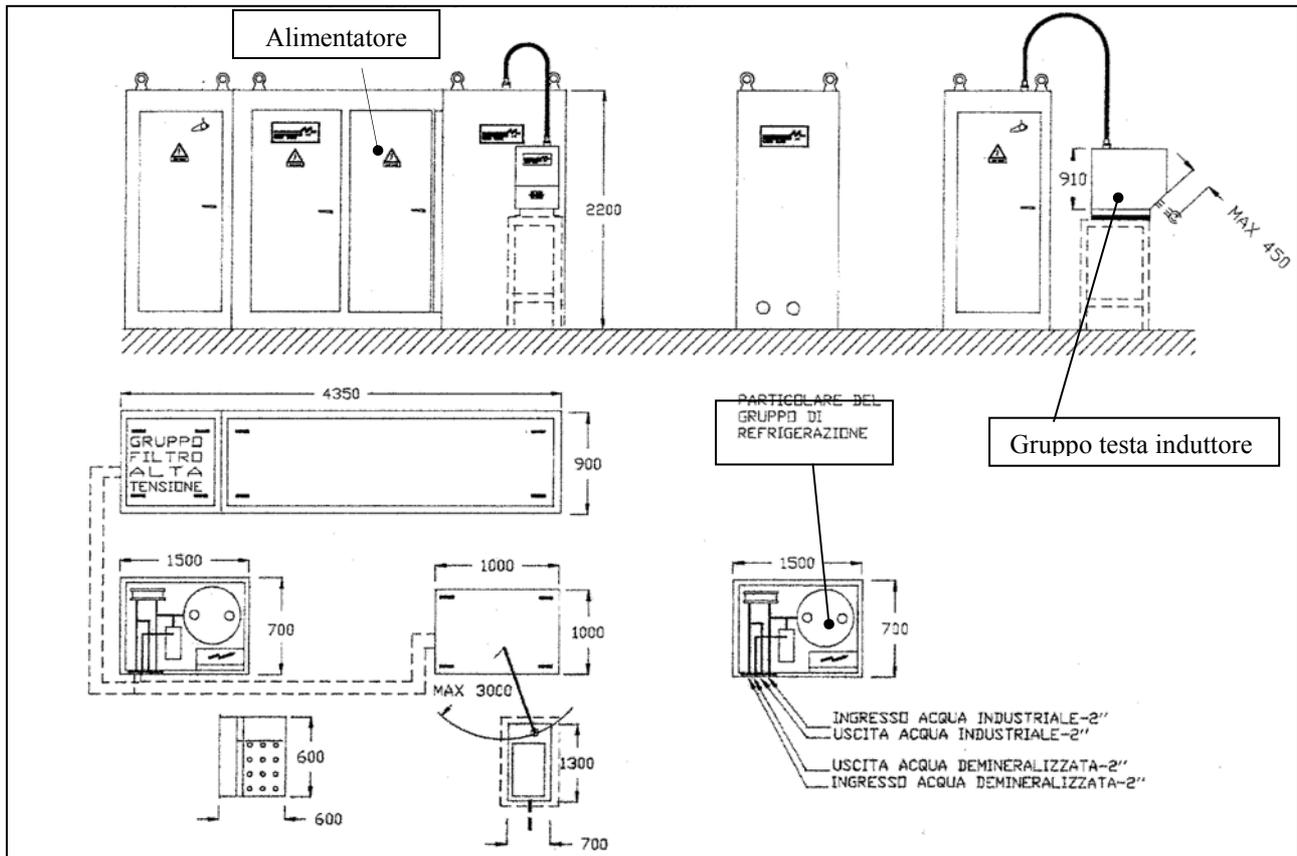


Figura 3.1d: **Modello biarmadio** - dimensioni impianto

massa generatore:	4200 kg
massa testa induttore:	150 kg
massa pulpito comandi:	50 kg
massa gruppo di refrigerazione:	700 kg
massa gruppo filtro:	900 kg

3.2. Movimentazione e stoccaggio

L'apparecchiatura viene fornita completa di imballaggio e pronta alla movimentazione. Sono previsti dei golfari per tutti gli armadi presenti nell'impianto per facilitare la movimentazione con gru o carroponti (figura 3.2), al contrario non sono previsti per i restanti componenti (gruppo testa induttore, gruppo di refrigerazione), in quanto il peso e gli ingombri dell'apparecchiatura consentono la facile movimentazione con mezzi quali carrello sollevatore o mezzi di sollevamento comandati manualmente.

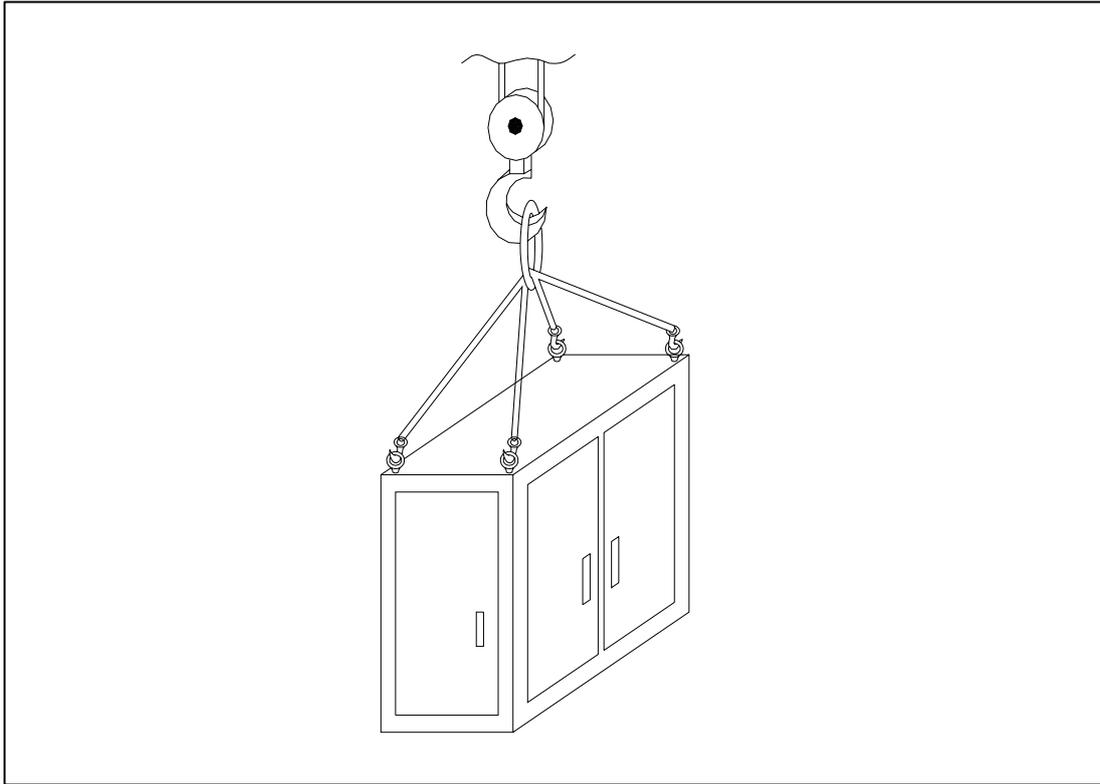


Figura 3.2: movimentazione armadi

Il **triodo** è fornito nel suo imballo speciale, sul quale sono riportate indicazioni e avvertenze; è necessario attenersi scrupolosamente per non comprometterne il funzionamento.

Ad esempio:

- non capovolgere assolutamente l'imballo
- evitare accuratamente urti, ecc.

E' consentito per il trasporto e l'immagazzinaggio della macchina operare a temperature comprese tra -25°C e $+55^{\circ}\text{C}$ senza danneggiare gli apparati dell'impianto.

E' obbligo di assicurarsi, nel caso la macchina sia stata sottoposta a temperature inferiori o uguali a 0°C , che non vi sia presenza di placche ghiacciate nella macchina prima di metterla sotto tensione.

L'immagazzinaggio e il trasporto sono garantiti solo e solamente se eseguiti rispettando l'integrità dell'imballo originale fornito, che offre adeguata protezione a rischi che potrebbero causare danni per umidità, vibrazioni o piccoli urti accidentali.



Eventuali danneggiamenti occorsi durante il trasporto sono da segnalare al Costruttore ed alla Società Trasportatrice al momento del ritiro dell'apparecchiatura.

In ogni caso all'arrivo dell'impianto verificare che tutti i componenti all'interno degli armadi elettrici, dei gruppi di refrigerazione, del pulpito di comando, delle cassette elettriche siano correttamente fissati; se necessario serrare le viti di fissaggio.

AVVERTENZA

Nel caso la macchina sia soggetta a *shock termici* (gradiente termico $\pm 20^{\circ}\text{C}$ nell'arco di 60 s) è necessario che l'utilizzatore informi preventivamente il Costruttore affinché possa prendere adeguati provvedimenti al fine di evitarle danneggiamenti.



4. CONFIGURAZIONE MACCHINA

4.1. Composizione della macchina

Il sistema induttivo di alta frequenza a triodo, come precedentemente anticipato è costituito da quattro modelli standard principali :

- generatore H.F. compatto
- generatore H.F. monoarmadio
- generatore H.F. monoarmadio grande
- generatore H.F. biarmadio

Tutti i modelli, salvo particolari modifiche richieste, si differenziano per le dimensioni e numero di componenti ma sono composti da cinque parti principali:

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">a. GRUPPO AUSILIARIb. GRUPPO CONTROLLO CORRENTE DI FILAMENTO TRIODOc. PANNELLO COMANDId. GRUPPO ALIMENTATOREe. GRUPPO OSCILLANTEf. GRUPPO DI RAFFREDDAMENTO |
|--|

Ogni parte elencata è costituita da diversi componenti e nei successivi paragrafi ne viene analizzato, in maniera più dettagliata, il loro funzionamento.

a. Gruppo Ausiliari

è costituito principalmente dal pannello elettromeccanico che raggruppa in sé l'interruttore automatico magnetotermico principale, il quadro elettrico di distribuzione, i trasformatori, le protezioni (magnetotermici, termiche, fusibili), tutti gli attuatori elettromeccanici e il PLC (fig. 4.1.a).

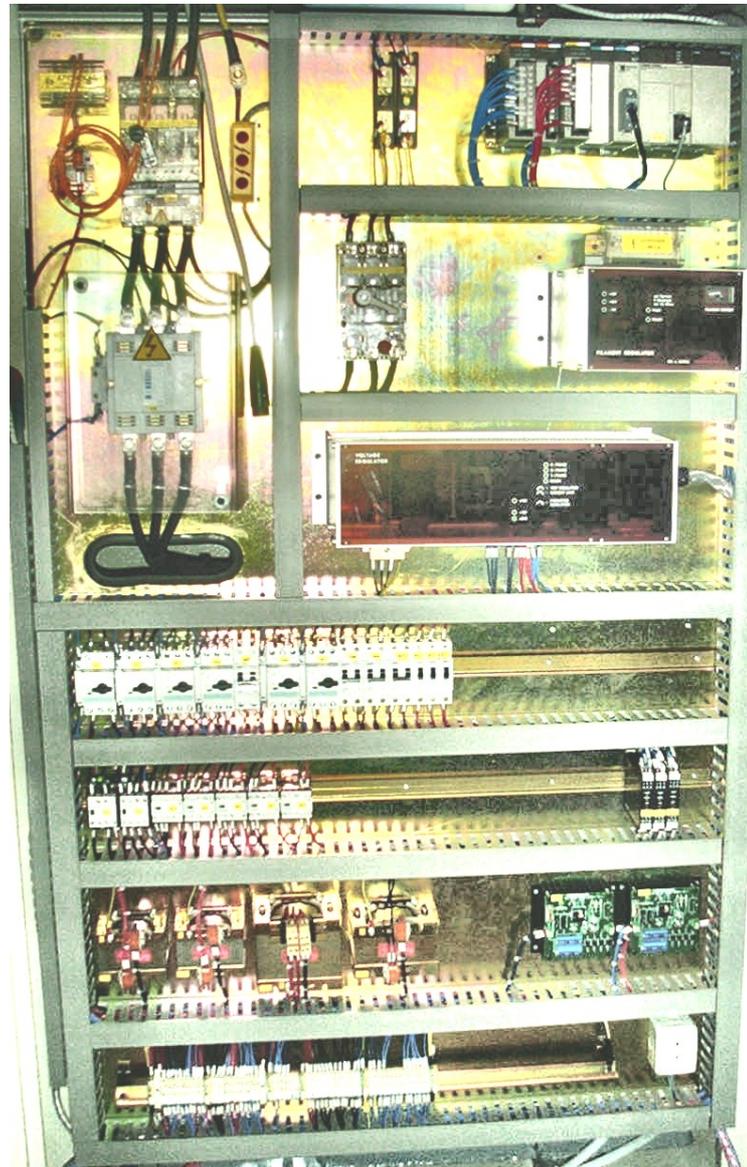


Figura 4.1.a: esempio di pannello elettromeccanico

b. Gruppo controllo corrente di filamento triodo

Composto dal triodo, da un trasformatore di tensione, e da un *rack* denominato **REGOLATORE DI FILAMENTO**, contenente al suo interno due schede di dimensioni *3HE* adibite al controllo e alla supervisione della corrente di lavoro del filamento.

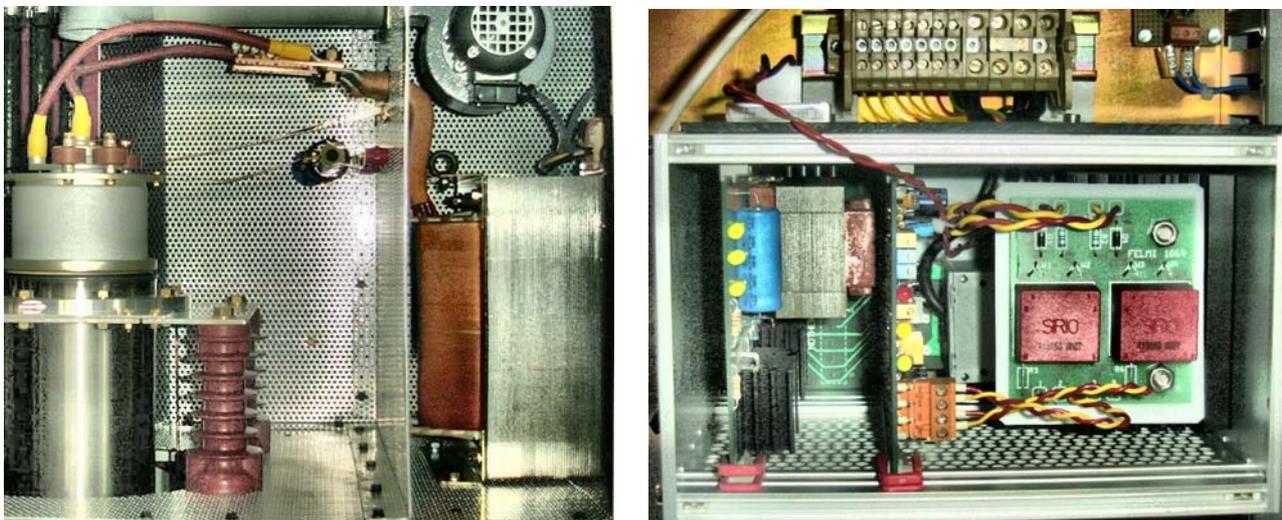


Figura 4.1.b: a sinistra un esempio di filamento e trasformatore, a destra il rack del regolatore di filamento.

c. Pannello comandi

E' l'interfaccia verso l'operatore ed è composta da comandi e segnalazioni dello stato della macchina possono variare per le dimensioni del contenitore in cui sono collocate le sue parti (fig. 4.1.c).



Figura 4.1.c: a sinistra esempio di pulpito comandi grande, a destra di uno piccolo.

d. Gruppo alimentatore

Fornisce l'alimentazione di potenza necessaria al gruppo oscillante ed è costituito principalmente da:

- teleruttore automatico di potenza (fig. 4.1.d1)
- ponte di tiristori (SCR) (fig. 4.1.d2)
- trasformatore di alta tensione (fig. 4.1.d3)
- gruppo raddrizzatore alta tensione (fig. 4.1.d4)
- regolatore di tensione (fig. 4.1.d5)
- partitore di tensione (fig. 4.1.d6)



Figura 4.1.d1: esempi di teleruttori

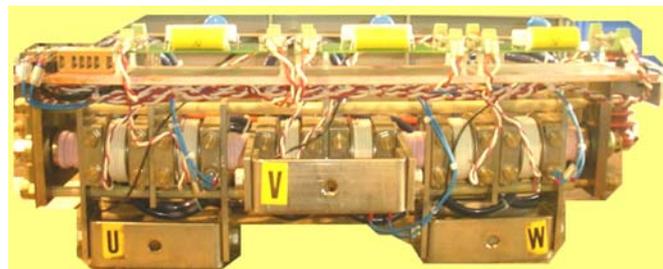


Figura 4.1.d2: ponti a tiristori (scr)

Il *ponte a tiristori* a sinistra (fig. 4.1.d2) viene utilizzato per impianti da 20Kw a 100Kw di potenza, viceversa quello visualizzato a destra viene utilizzato per tutti gli altri modelli con l'unica differenza sui tiristori che vengono dimensionati a seconda della potenza del generatore. Entrambi i ponti possiedono tre schede RC sulle quali si trovano dei filtri di protezione e dei fusibili ceramici sui pilotaggi degli SCR.



Figura 4.1.d3: trasformatori di alta tensione

Gli esempi in fig. 4.1.d3 sono di due *trasformatori di alta tensione*, il modello di trasformatore della figura di sinistra è raffreddato in aria ed è utilizzato per potenze fino a 20Kw, il modello del trasformatore della figura di destra è raffreddato ad acqua ed utilizzato per tutte le altre potenze. Entrambi vengono dimensionati in base alla potenza richiesta, variando, a secondo dell'impianto, dimensioni e caratteristiche elettriche.



Figura 4.1.d4: gruppo raddrizzatore alta tensione

Il *gruppo raddrizzatore* di alta tensione (fig. 4.1.d4) è composto da diodi denominati a *valanga*. Il tipo e il numero dei diodi varia a seconda della tensione di utilizzo del secondario del trasformatore di alta tensione.

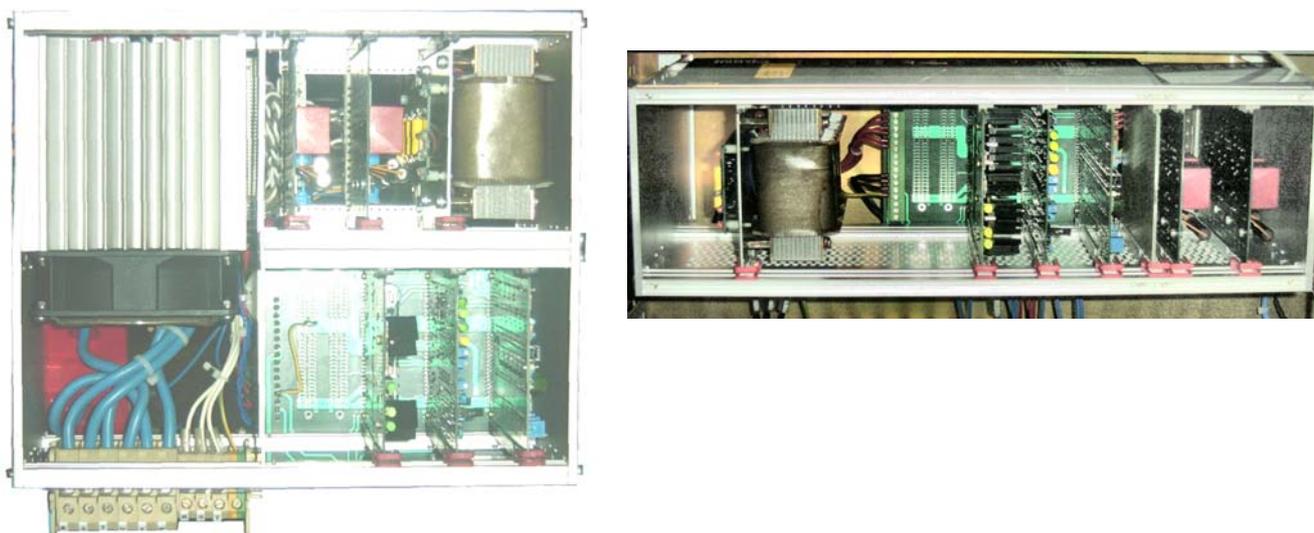


Figura 4.1.d5: a destra regolatore di tensione, a sinistra MINIPACK

Il *regolatore di tensione* (fig. 4.1.d5) è composto da un *rack* di sei schede elettroniche di dimensioni *3HE* ed è il controllo del ponte a tiristori per la regolazione della tensione sul primario del trasformatore di alta tensione. Questo apparato è capace di essere gestito e comunicare con il PLC alcune anomalie e/o guasti che possono verificarsi sul gruppo alimentatore.

Facendo riferimento alla figura a destra del regolatore di tensione, le schede sono denominate partendo dalla prima di sinistra:

- n.1 scheda TRASFORMATORE
- n.2 scheda ALIMENTATORE
- n.3 scheda VxI
- n.4 scheda cosφ
- n.5-6 scheda TI2

Nel *MINIPACK* (fig. 4.1.d5) sono stati assemblati insieme, sia il regolatore di tensione che il ponte dei tiristori. Questa elettronica compatta viene utilizzata per impianti fino a 20Kw di potenza.

Il *Gruppo partitore* è utilizzato per fornire una retroazione di segnale, riferito alla tensione anodica, al regolatore di tensione e al PLC il quale visualizza il valore della tensione attraverso il terminale comandi presente sul pulpito (fig. 4.1.d6).

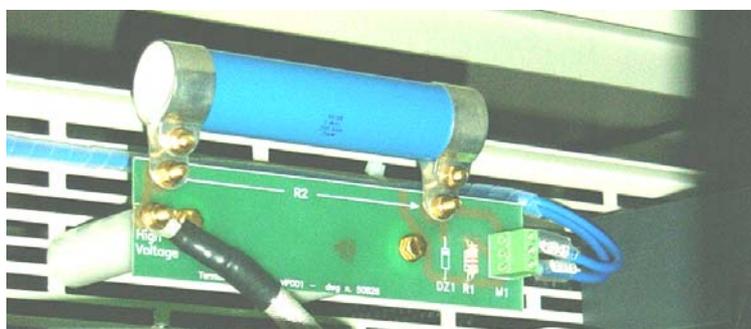


Figura 4.1.d6: gruppo partitore

e. Gruppo oscillatore

Composto principalmente da un *INVERTER* e dalla *TESTA DI RISCALDO*.

L'inverter è la parte di circuito dedicato ad attivare il corretto sincronismo di oscillazione fornendo alla testa di riscaldamento la potenza da erogare sul carico (materiale da trattare).

La tecnologia utilizzata per la realizzazione di questo gruppo è di tipo a *VALVOLE*.

Nella maggior parte degli impianti l'inverter è collegato alla testa di riscaldamento da un cavo esterno di alta frequenza. La lunghezza di quest'ultimo varia a seconda dell'esigenza di *layout* ma occorre tener conto che più la lunghezza aumenta, maggiori sono le perdite di potenza attiva dell'impianto.



Figura 4.1.e1: esempio di circuito *INVERTER*

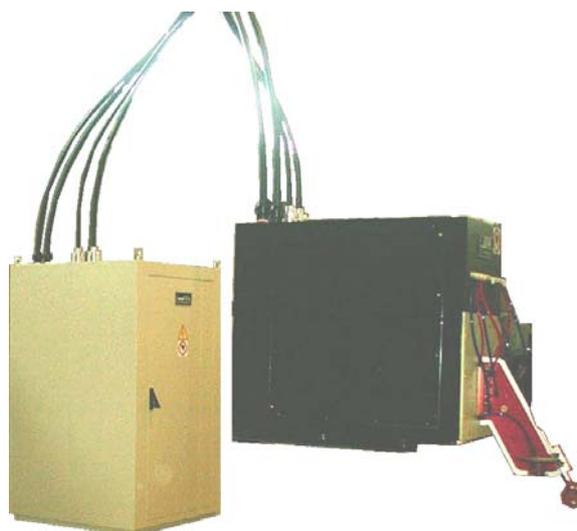


Figura 4.1.e2: collegamenti *inverter* e *testa oscillante*

f. Gruppo di raffreddamento

Il generatore è soggetto a riscaldamento. L'impianto è pertanto provvisto di un sistema di raffreddamento idraulico progettato per mantenere l'**acqua demineralizzata** con le seguenti caratteristiche:

TABELLA CARATTERISTICHE IMPIANTO ACQUA DEMINERALIZZATA

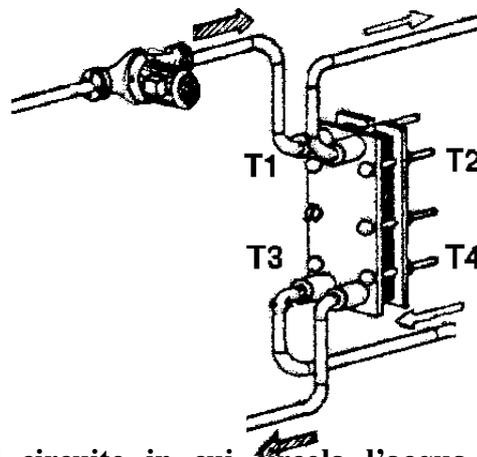
Temperatura massima	42°C
Pressione minima	0.2 MPa
Capacità serbatoio	200 litri(*)

*per il gruppo di raffreddamento integrato nel generatore compatto la capacità del serbatoio è di 30 litri

L'acqua demineralizzata all'interno della vasca in acciaio inox circola, con l'ausilio della pompa, nei circuiti interni del generatore il quale la restituisce con una temperatura più elevata allo scambiatore di calore. Quest'ultimo effettua l'interscambio della temperatura tra due circuiti d'acqua indipendenti tra loro (circuiti d'acqua demineralizzata e circuito d'acqua industriale) attraverso delle piastre in acciaio inox. Tutto questo perché l'acqua demineralizzata **non** deve essere inquinata per non perdere la sua non conducibilità. La quantità di piastre dello scambiatore è in base alla potenza da dissipare. Attraverso una valvola di intercettazione viene gestito il circuito d'acqua industriale esterno il quale **deve** avere le seguenti caratteristiche per garantire il buon funzionamento del gruppo di raffreddamento:

TABELLA CARATTERISTICHE IMPIANTO ACQUA INDUSTRIALE

Temperatura massima	28°C
Pressione minima	0.3 MPa



IMPORTANTE: tutto il circuito in cui circola l'acqua demineralizzata deve essere in materiale non magnetico, come ad esempio, pvc, gomma, ottone, acciaio inox, ecc., compresa anche la struttura interna della pompa.

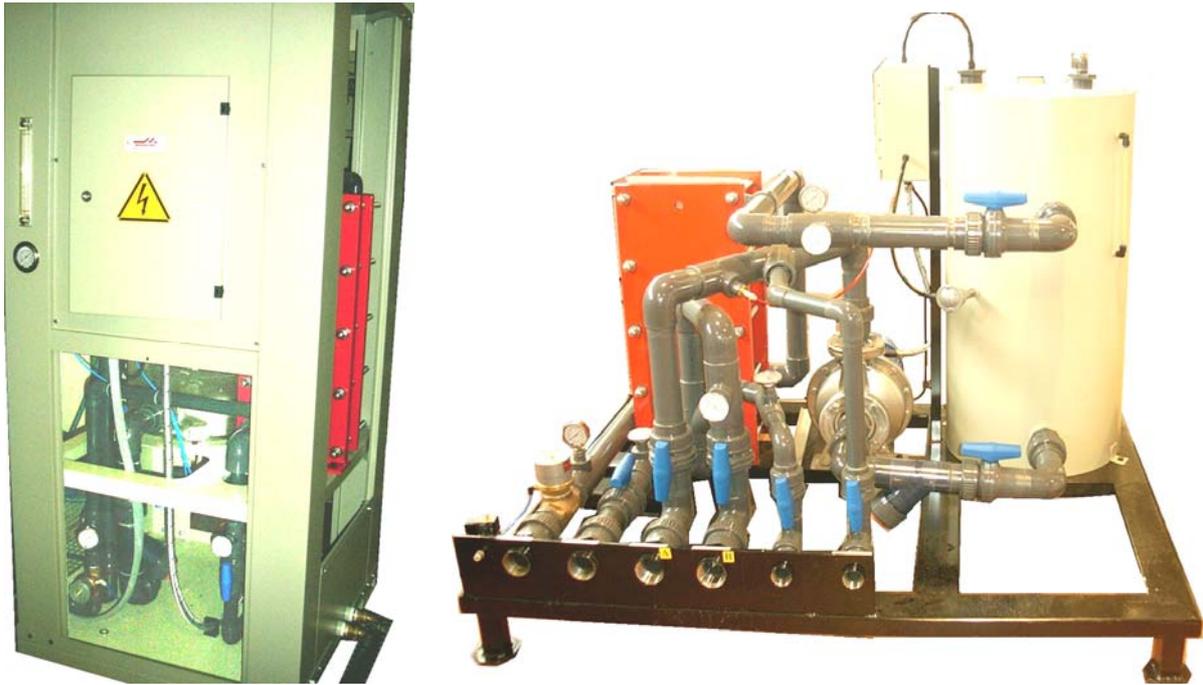


Figura 4.1.f1: a sinistra gruppo di raffreddamento verticale a destra gruppo di raffreddamento orizzontale

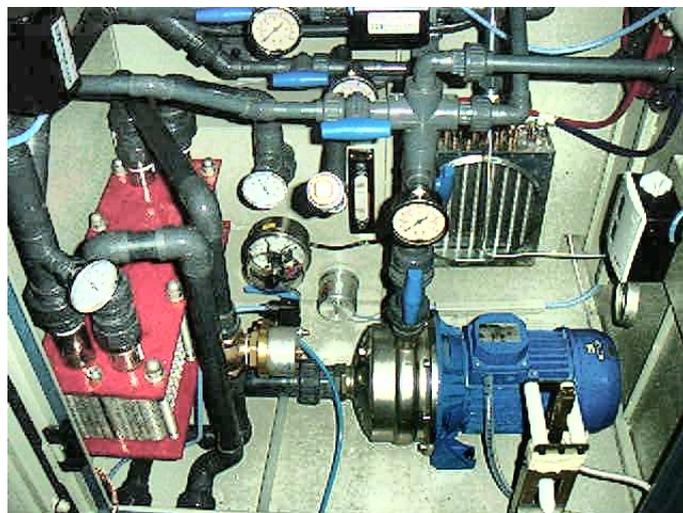


Figura 4.1.f2: gruppo di raffreddamento integrato

4.2. Accessori

La dotazione della macchina fornita nella versione base può essere, secondo le esigenze, integrata dalle seguenti parti accessorie:

- a. FRIGORIFERO
- b. TORRE DI RAFFREDDAMENTO
- c. GRUPPO DI TERMOREGOLAZIONE
- d. GRUPPO FILTRO ALTA TENSIONE
- e. REGOLAZIONE VELOCITÀ/POTENZA/(TEMPERATURA)

a. Frigorifero

In sostituzione ai vari gruppi di raffreddamento precedentemente analizzati, è possibile utilizzare un refrigeratore autonomo. Se lo si utilizza per il circuito dell'acqua demineralizzata è necessario, come precedentemente spiegato, che tutti i suoi circuiti idraulici e organi di utilizzo siano in materiale non magnetico, viceversa non occorre attenersi a questa regola se lo si utilizza per il circuito dell'acqua industriale.

b. Torre di raffreddamento

Viene utilizzata per raffreddare l'acqua del circuito industriale e utilizza un sistema di interscambio acqua-aria. A confronto del frigorifero viene impiegata soprattutto per potenze elevate (FIG. 4.2.b).



Figura 4.2.b: torre di raffreddamento



c. Gruppo di termoregolazione

Sistema che consente il controllo e/o la monitorizzazione della temperatura del materiale in riscaldamento. Si compone di un termoregolatore e di un pirometro (strumento ottico per la rilevazione istantanea della temperatura).

d. Gruppo filtro alta tensione

Dispositivo di filtraggio della tensione anodica utilizzato principalmente nella produzione di saldatura tubi.

e. Regolazione velocità/potenza – velocità/potenza/temperatura

Sistema che permette la regolazione dinamica della potenza erogata (P) in funzione della velocità della linea (v). Se abbinato ad un sistema di rilevazione pirometrica la potenza è anche funzione della temperatura istantanea rilevata (T).

$$P = f(v)$$
$$P = f(v, T)$$

La regolazione della potenza in funzione della sola velocità prevede:

- o l'installazione di una *scheda elettronica* nel generatore;
- oppure l'implementazione di un software nel PLC,

nonché l'applicazione sull'impianto dell'utilizzatore di un rilevatore di velocità (*dinamo tachimetrica*).

La regolazione della potenza con *scheda elettronica* in funzione di velocità, potenza e temperatura prevede inoltre l'installazione di un *termoregolatore* e di un *pirometro*.



5. DISPOSITIVI DI SICUREZZA

La macchina è dotata di una serie di sicurezze atte alla prevenzione dei rischi ipotizzabili:

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">1 - INTERRUTTORE GENERALE CON BLOCCO PORTA2 - INTERBLOCCAGGIO PANNELLI3 - ARRESTO DI EMERGENZA4 - EMERGENZA ESTERNA REMOTABILE5 - RIPARO INDUTTORE |
|--|

5.1. Interruttore generale con blocco porta

Il generatore è dotato di un interruttore generale (*sezionatore*) con blocco porta che impedisce meccanicamente l'apertura del portello se non sia stato preventivamente spento l'impianto mediante lo stesso interruttore generale. Risulta quindi impossibile accedere all'interno del generatore per operazioni di manutenzione o riparazione con la macchina in funzione.

Si osservi comunque che lo spegnimento dell'interruttore non elimina completamente la presenza di tensioni pericolose all'interno del generatore: i conduttori (cavi) attivi anche ad interruttore spento sono di *colore arancione* e la loro presenza è evidenziata da cartelli d'avviso precauzionali associati al simbolo ⚡ (*saetta*). Tali cavi sono protetti con un grado di protezione *IP20*.

5.2. Interbloccaggio pannelli

Tutti i pannelli apribili sono dotati di un sistema di sicurezza positiva: la loro rimozione provoca l'immediata apertura dell'interruttore generale (*sezionatore*) con conseguente soppressione dell'alimentazione ai circuiti - tranne che i conduttori come da paragrafo §5.1.

5.3. Arresto di emergenza

Sul frontale della macchina è installato un pulsante per l'*arresto di emergenza (FUNGO)* di colore rosso su sfondo giallo. La pressione del pulsante di arresto permette all'utilizzatore di effettuare un blocco immediato della macchina al verificarsi di possibili situazioni di rischio per la macchina o l'utilizzatore stessi.

L'inserzione del dispositivo è *autoritenuto*: il bloccaggio è attivo finché che l'utilizzatore non lo ripristini sbloccandolo.

Si noti che la pressione del pulsante di *arresto di emergenza* provoca lo sgancio del sezionatore e di conseguenza gli stessi effetti (vedere il paragrafo §5.1).



5.4. Emergenza esterna remotabile

Nel caso il tipo di lavorazione non consenta all'utente di operare in una zona prossima al generatore è opportuno dotare il sistema di una ulteriore emergenza in modo da rendere questa funzione sempre raggiungibile con sufficiente tempismo

L'aspetto e la funzionalità dell'emergenza remotata sono identici a quelle del pulsante presente sul generatore.

5.5. Riparo induttore

La macchina può essere dotata di un sistema di ripari adatto al tipo di impiego cui è destinata. Data la grande varietà di applicazioni e per poter fornire il miglior servizio al Cliente, si consiglia di concordare con il Costruttore stesso il tipo, la forma e la funzione del riparo.



6. USI CONSENTITI E USI NON CONSENTITI

6.1 Usi consentiti

Le applicazioni della *macchina di riscaldamento induttivo di alta frequenza a TRIODO* si riferiscono sono:

- **RISCALDO**
- **SALDATURA**
- **TEMPRA**
- **SALDOBRASATURA**
- **FORGIA**

di **materiali metallici**.

AVVERTENZA

Le eventuali applicazioni che non sono specificate, sono considerate IMPROPRIE E NON CONSENTITE DAL COSTRUTTORE.

S'intende comunque che esigenze diverse possono essere prese in considerazione e valutate per offrire un prodotto coerente alle attese dell'Utilizzatore Finale.



6.2 Usi non consentiti

L'uso improprio e scorretto della macchina *Generatore A.F. a triodo* comprende:

1. L'utilizzo di liquidi diversi dall'acqua demineralizzata nel circuito idraulico di raffreddamento
2. L'utilizzo di induttori non in rame
3. La remotazione dell'induttore in posizione diversa dalla prescrizione indicata nel *lay-out*
4. Il contatto elettrico tra induttore e pezzo in riscaldamento (sono da intendersi esclusi i contatti accidentali e sporadici nel tempo)
5. L'asportazione manuale o con attrezzatura meccanica delle eventuali scorie derivanti dal trattamento termico
6. La manomissione e/o la modifica di qualunque sicurezza introdotta nell'equipaggiamento originale
7. Tutte le varianti apportate all'impianto originale senza un'autorizzazione scritta da parte del Costruttore che approvi tali modifiche
8. L'utilizzo della macchina da parte di personale diverso da quello preventivamente autorizzato ed istruito sull'uso dell'apparecchiatura
9. L'esecuzione di operazioni di manutenzione e/o riparazione sull'impianto senza autorizzazione o da personale non qualificato (vedi paragrafo §9.1 "*Personale abilitato*")



7. MESSA IN SERVIZIO MACCHINA

Il presente paragrafo fornisce tutte le informazioni relative al posizionamento della macchina e a tutto ciò che è strettamente necessario per eseguire la messa in opera.

Per l'installazione degli impianti TERMOMACCHINE, non sono previsti fondazioni o carichi.

7.1 Lay out e spazio minimo per la manutenzione

Il *lay out* dell'impianto, tra i vari componenti dell'impianto, viene preventivato con il cliente, ma in fase di messa in posizione si dovranno tener conto delle aree minime necessarie per le operazioni di manutenzione e assistenza. Come aree minime si intende lo spazio per poter aprire i vari ripari e porte.

7.2 Condizioni ambientali consentite

La macchina è stata progettata e realizzata per operare in ambienti che rispondano alle seguenti caratteristiche:

TEMPERATURA AMBIENTE

Limiti consentiti: da +5°C a +40°C

La temperatura media ambientale non deve comunque superare i 35°C nell'arco delle 24 ore.

UMIDITA'

L'umidità relativa deve essere compresa tra il 30% e il 95% senza condensazione.

ALTITUDINE

Il corretto funzionamento della macchina è previsto per altitudini massime di 1000 m sopra il livello del mare.

AGENTI ESTERNI

La macchina non deve essere installata in ambienti deflagranti; non deve essere sottoposta a contatto con acidi, gas corrosivi, sale, radiazioni (microonde, raggi ultravioletti, laser, raggi X) e corpi surriscaldati.

7.3 Caratteristiche tecniche della macchina

I dati tecnici della macchina cambiano a seconda del tipo di impianto fornito.

Si prega di consultare la scheda tecnica a pag. 2.

7.4 Allacciamento macchina

7.4.1 Collegamenti elettrici

Collegare, per tutti gli impianti descritti, i cavi della rete e il cavo di terra rispettivamente ai morsetti *L1*, *L2*, *L3* dell'interruttore magnetotermico generale (*IAL*) **rispettando il senso ciclico delle fasi** ($L1=R$, $L2=S$, $L3=T$) ed al morsetto contrassegnato con il simbolo della *terra*, presenti sul pannello elettrico del generatore – figura 7.4.1

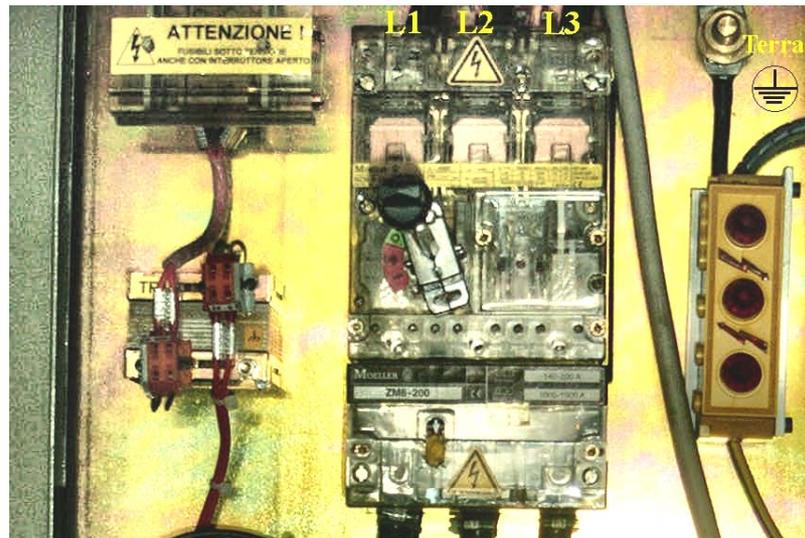


Figura 7.4.1: esempio di interruttore generale

Inoltre, per tutti gli impianti standard, è necessario un interfacciamento elettrico tramite le morsettiere *armadio generatore-pulpito*, *armadio generatore-gruppo di raffreddamento* con appositi cavi multipolari pre-cablato racchiusi in guaina corazzata forniti con l'impianto. Con il cavo unipolare di alta frequenza, riconoscibile dai bocchettoni in alluminio presenti all'estremità, collegare la testa di riscaldamento con l'armadio contenente l'inverter (fig. 4.1.e2).

ATTENZIONE: nel supportare il cavo di alta frequenza posto in aria, accertarsi che la staffa sia in materiale non magnetico o interporre uno spessore di una decina di centimetri.

Nel modello biarmadio sono indispensabili ulteriori connessioni tra l'armadio generatore e l'armadio oscillatore:

- cavi di alta tensione per portare l'alimentazione all'oscillatore;
- cavo multipolare pre-cablato in guaina corazzata per l'interfacciamento elettrico degli ausiliari (aereotermi, termostati, flussostati, ecc.)

Tutti i cavi sopra descritti vengono forniti insieme all'impianto e la loro lunghezza è strettamente riferita a *Lay-out* precedentemente definito.



Ulteriori prescrizioni:

- ✓ installare obbligatoriamente un interruttore magnetotermico differenziale a monte dei cavi di alimentazione, con caratteristiche elettriche adeguate all'impianto;
- ✓ utilizzare esclusivamente cavi di rame con sezione adeguata alla potenza dell'impianto;
- ✓ i cavi devono essere tassativamente contenuti in una guaina metallica protettiva adatta al passacavo predisposto sul generatore di tipo: guaina GTR 1" della TERAFLEX.
- ✓ Proteggere i cavi di connessione, posti a terra, tra i vari armadi (soprattutto i cavi di alta tensione) ponendoli in apposite canaline o in passaggi sotterranei.



7.4.2 Collegamento elettrico connessioni remote (optional)

La macchina è predisposta di segnali di interfacciamento con attrezzature esterne. Le connessioni sono possibili attraverso la morsettiera presente sul pannello elettromeccanico (vedi paragrafo 4.1a).

Segnali:

Consenso ad attrezzatura: contatto relè *chiuso quando viene inserita l'alta tensione, il generatore è pronto ad operare se non ci sono anomalie.*

Emergenza esterna: contatto esterno *normalmente chiuso fornito dall'utilizzatore*; quando viene aperto il contatto automaticamente viene a mancare l'alimentazione del generatore (vedi sezione §5.4 "Emergenza esterna remotabile")

Consenso da attrezzatura/Riscaldo remoto: contatto *normalmente aperto fornito dall'utilizzatore*; A seconda della modalità di lavoro scelta, questo contatto può essere utilizzato e interpretato in due modi:

- *consenso da attrezzatura:* la chiusura del contatto abilita la possibilità di attivare la funzione di **RISCALDO** del generatore tramite l'apposito pulsante presente sul pannello comandi, in assenza di anomalia e con l'alta tensione inserita. L'apertura del contatto disattiva la funzione di **RISCALDO** (OFF remoto).
- *Riscaldo remoto:* la chiusura e apertura del contatto determina l'attivazione o la disattivazione diretta della funzione di **RISCALDO** (ON-OFF remoto), in assenza di allarmi e con il contattore di potenza attivo.

Nel capitolo 8 sono spiegate, in maniera più dettagliata, tutte le opzioni di riscaldamento che fornisce l'impianto.

7.4.3 Connessioni idrauliche

A seconda dell'impianto in esame varia il numero delle connessioni idrauliche. Tutti comunque hanno in comune le connessioni idrauliche tramite tubi in politene, tra armadio generatore e testa di riscaldamento (Fig. 7.4.3).

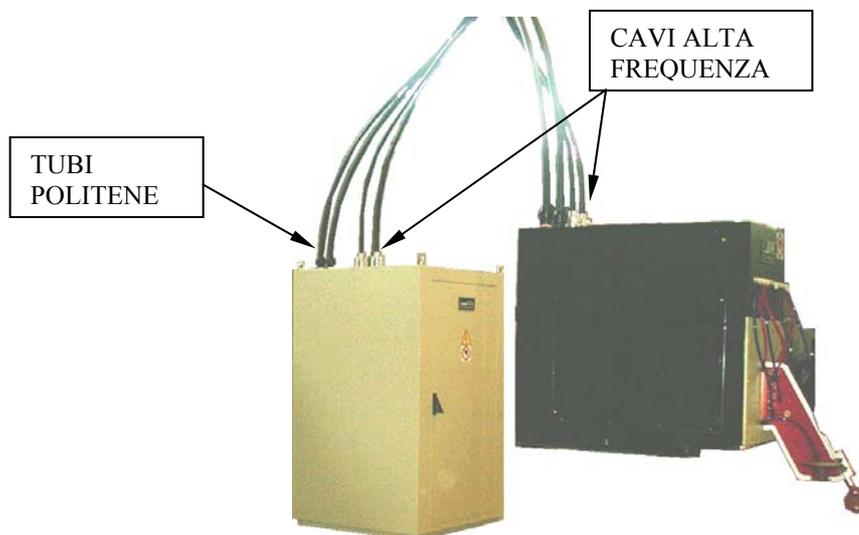


Figura 7.4.3: connessioni armadio e testa di riscaldamento

a. Connessioni idrauliche impianto generatore H.F. compatto

Come già precedentemente visto il gruppo di raffreddamento, per questo tipo di generatore è integrato all'interno dell'armadio. Per cui gli unici collegamenti sono quelli del circuito acqua industriale e i due tubi in politene, come mostrato in figura 7.4.3a



Figura 7.4.3a: attacchi circuito acqua industriale generatore compatto

b. Connessioni idrauliche per impianti generatore H.F. monoarmadio e monoarmadio grande

Entrambi gli impianti sono forniti con un gruppo di raffreddamento esterno. A quest'ultimo sono connessi i tubi della mandata e dello scarico dell'acqua industriale e quelli dell'acqua demineralizzata che lo connettono con l'armadio generatore (fig. 7.4.3b).

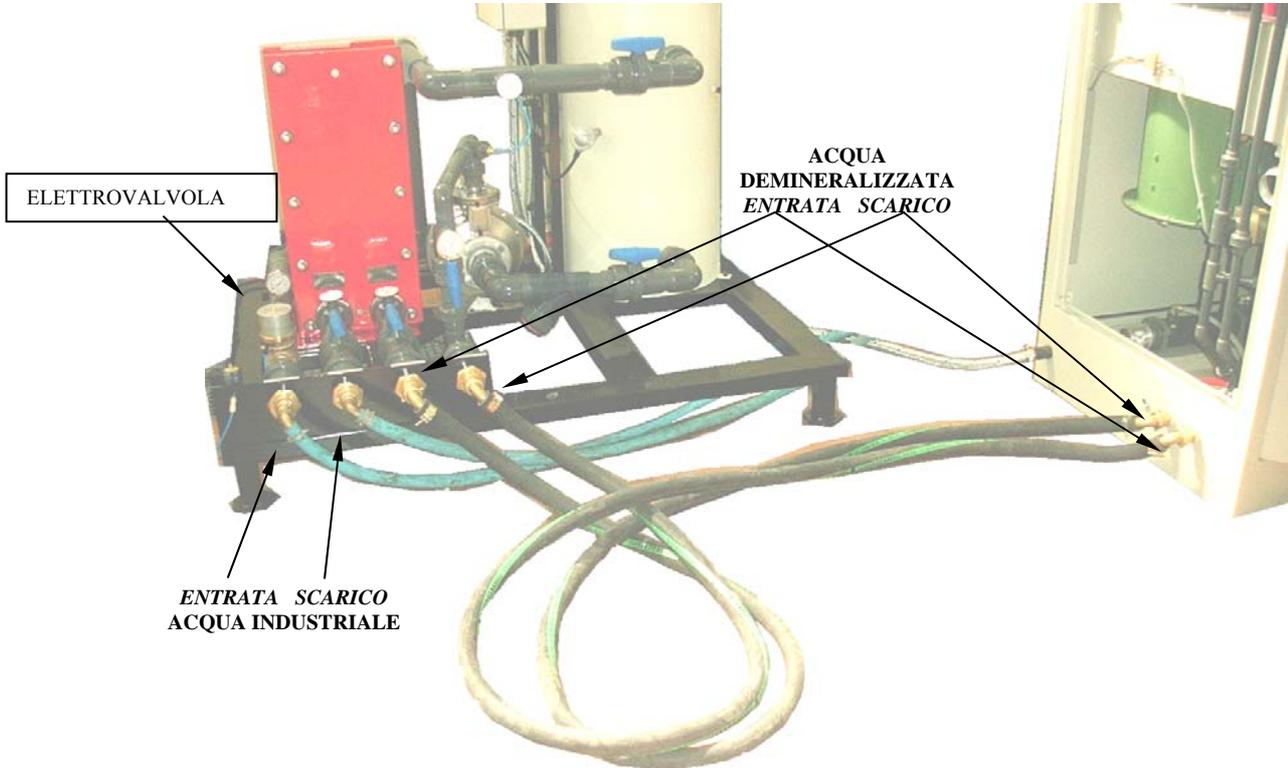


Figura 7.4.3b: attacchi circuito acqua industriale generatore monoarmadio

c. Connessioni idrauliche per impianti generatore H.F. biarmadio

La versione biarmadio viene fornita con un gruppo di raffreddamento progettato per fornire sia l'armadio dell'alimentatore che quello dell'oscillatore (vedi fig. 7.4.3c).

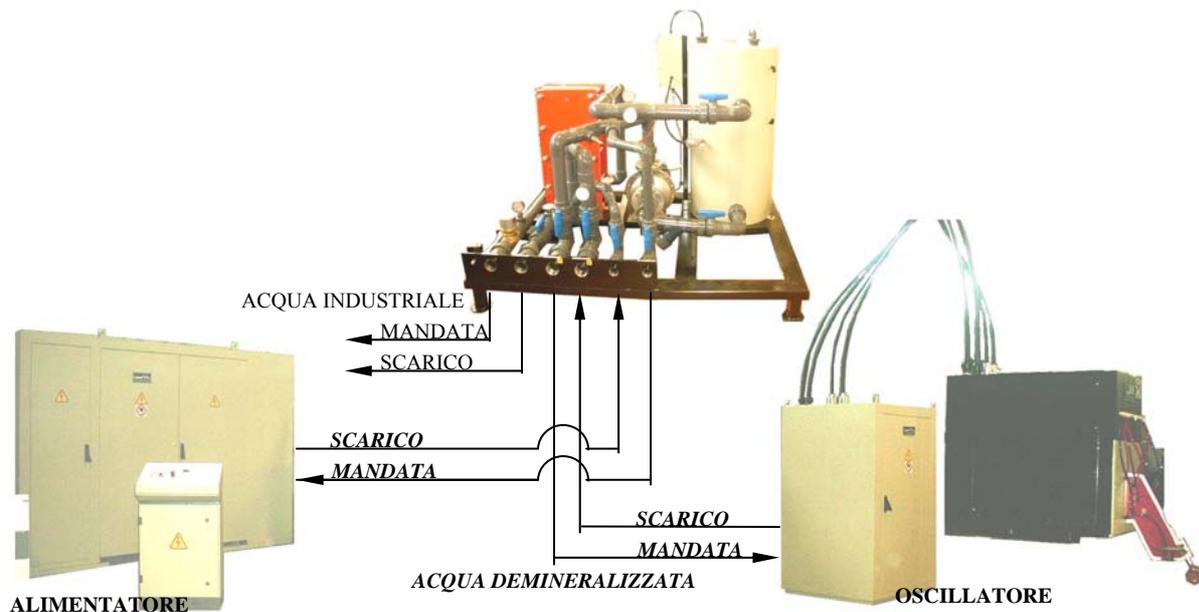


Figura 7.4.3c: attacchi circuito acqua industriale generatore biarmadio

7.4.4 Connessioni pneumatiche

Collegare un tubo d'aria compressa, di pressione non inferiore a **0.4 MPa**, all'elettrovalvola per l'intercettazione dell'acqua industriale posta sul gruppo di raffreddamento (FIG. 7.4.3b).

7.4.5 Posizionamento e connessioni elettriche ed idrauliche del triodo

N.B.: OPERAZIONE DA EFFETTUARE CON MOLTA CURA

Il triodo è un amplificatore a tubo costituito da quattro principali parti (fig. 7.4.5a):

- Filamento
- Catodo
- Griglia
- Anodo

Togliere il triodo oscillatore dal suo imballo ed evitandogli urti e brutte scosse, sistemarlo nella sua sede dentro il vano oscillatore (fig 7.4.5a) girandolo nel senso corretto per cui la bandella di collegamento del CATODO verso massa si possa serrare alla relativa ghiera sul triodo stesso utilizzando gli appositi fori filettati che si trovano dal lato opposto della corda di accensione del filamento (fig 7.4.5b).

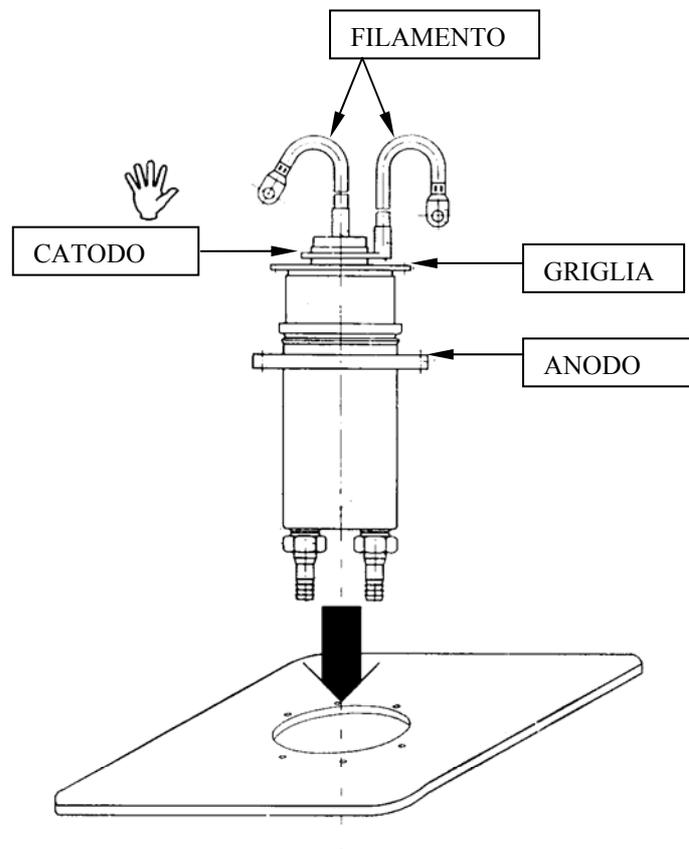


Figura 7.4.5a: parti principali del triodo e posizionamento

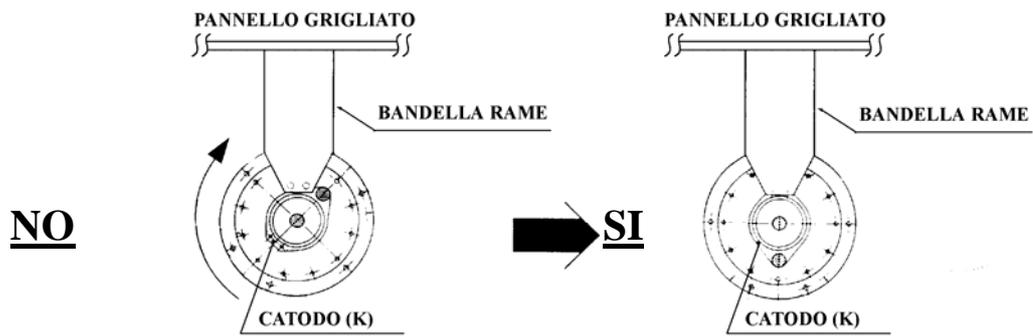


Figura 7.4.5b: collegamento del catodo

Avvitare la ghiera di appoggio del triodo, ANODO, alla piastra per mezzo delle viti in dotazione.

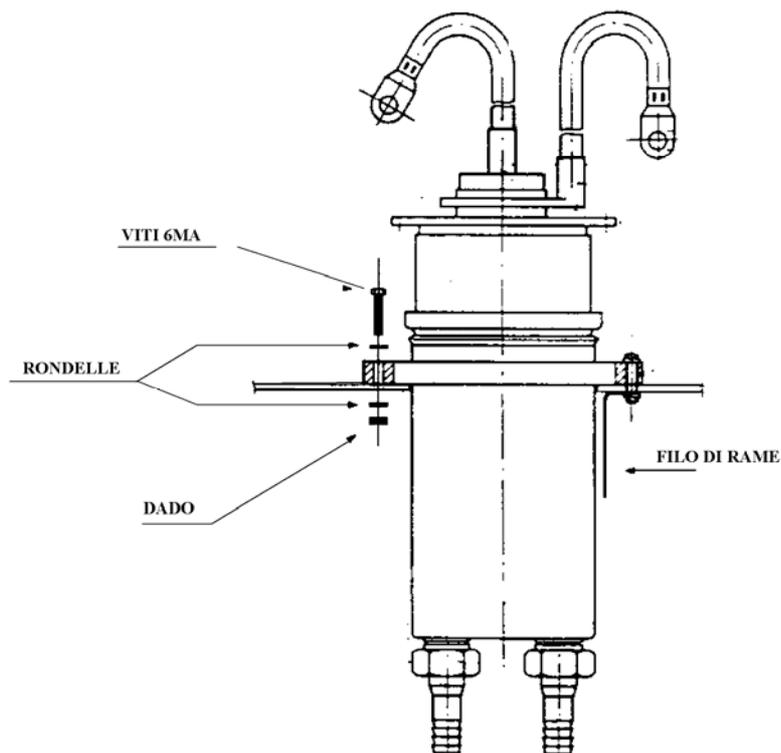


Figura 7.4.5c: collegamento dell'anodo

Dopo aver serrato la bandella di massa, collegare le due estremità delle corde per l'alimentazione del FILAMENTO ai relativi morsetti del trasformatore (fig. 7.4.5d) che sporgono attraverso due aperture dalla parte di fondo del vano in cui è situato il triodo.

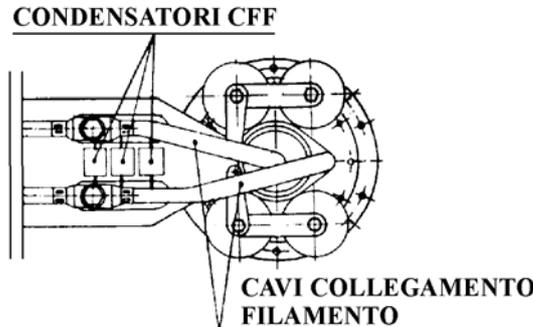


Figura 7.4.5d: collegamenti del filamento

Collegare al terminale della griglia, ghiera intermedia a 12 fori, l'estremità del supporto che porta la resistenza e la bobina del soppressore (fig. 7.4.5e).

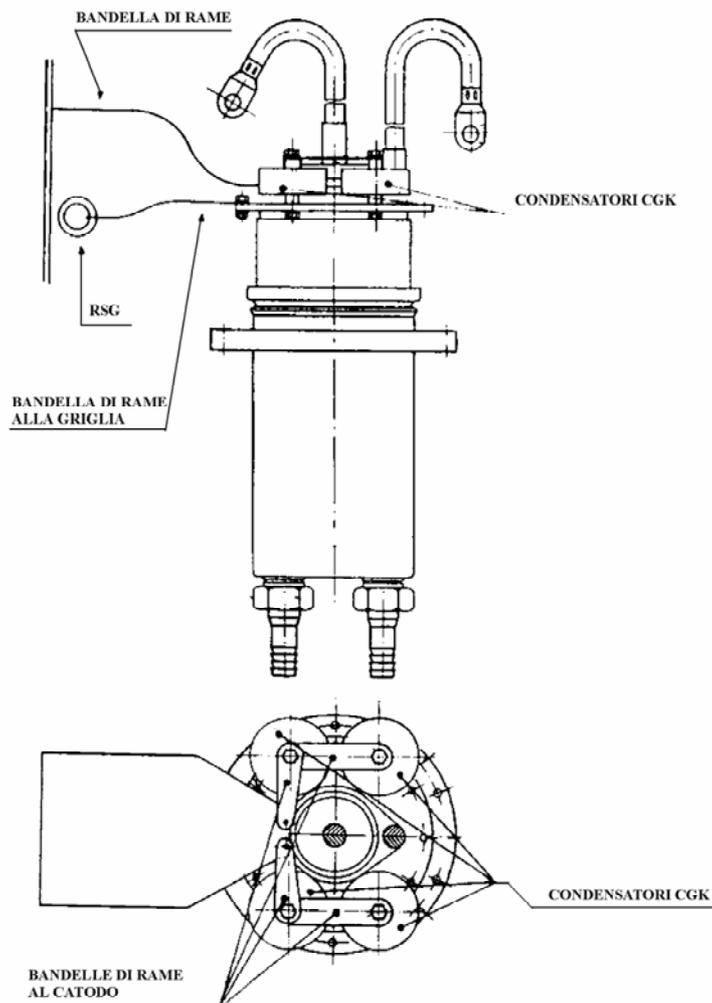


Figura 7.4.5e: collegamento della griglia

Avvitare i raccordi di raffreddamento, dopo aver montato le apposite guarnizioni nella parte inferiore del triodo e serrarli bene per evitare perdite di acqua all'interno del generatore (fig 7.4.5f).

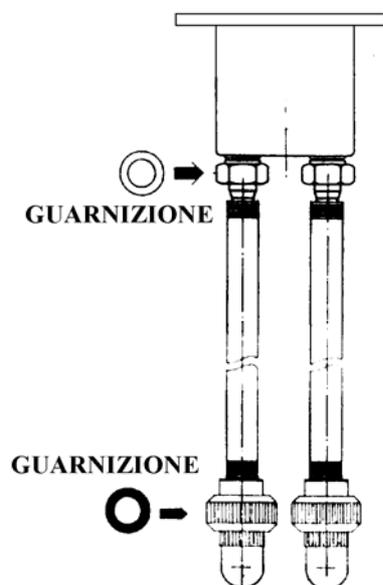


Figura 7.4.5f: collegamenti idraulici

A seconda della potenza dell'impianto il triodo varia le sue dimensioni, in ogni caso sono valide le connessioni elettriche ed idrauliche per tutti modelli ITK sopra esposte. Nelle seguenti figure mostriamo degli esempi di montaggio di vari modelli di triodi per le tipologie di impianti.

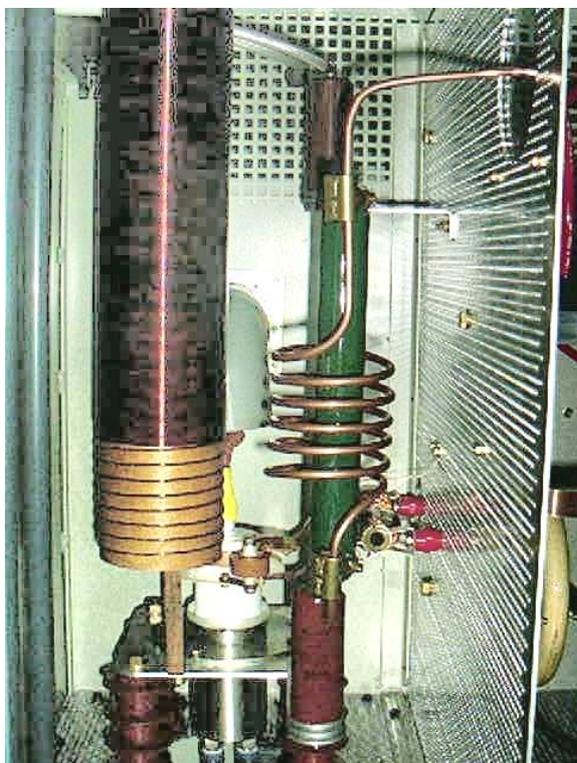


Figura 7.4.5g: a sinistra montaggio triodo per generatore compatto, a destra per generatore monoarmadio piccolo

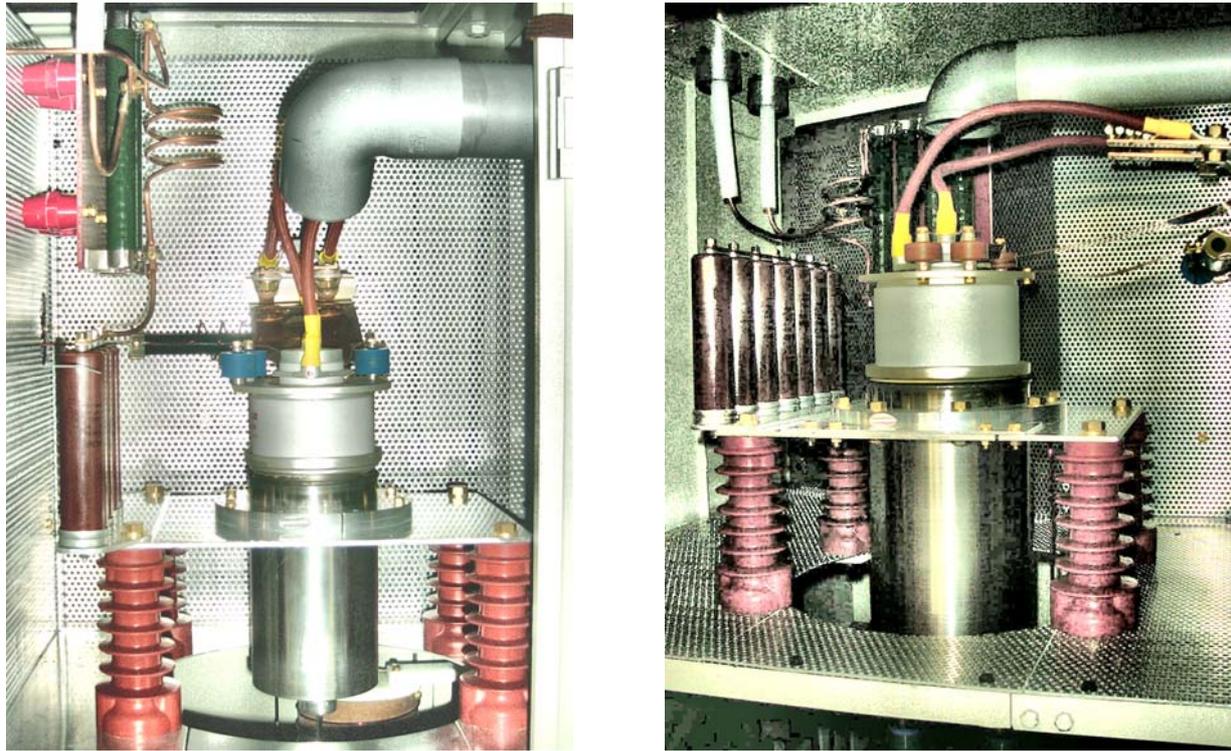


Figura 7.4.5h: a sinistra montaggio triodo per generatore monoarmadio, a destra per generatore biarmadio

***** ATTENZIONE *****

**NON EFFETTUARE MAI E IN NESSUN CASO DEGLI SPOSTAMENTI DEL GENERATORE CON IL TRIODO MONTATO.
NEL CASO DI GUASTO DEL TRIODO DURANTE IL PERIODO DI GARANZIA RIPORLO NUOVAMENTE NEL SUO APPOSITO IMBALLO, USANDO SEMPRE LA MASSIMA CURA NEL MANEGGIARLO, E COMPILARE NELLE PARTI ESSENZIALI LA FICHES DI CONTROLLO CHE SI TROVA ALL'INTERNO DELL'IMBALLO STESSO.**



Avvertenze

- ✓ *Alla consegna la macchina è fornita priva di liquidi: i condotti interni al generatore sono pertanto vuoti.*
- ✓ *Tutti i tubi completi di raccordi per il circuito d'acqua demineralizzato sono forniti insieme all'impianto; la loro lunghezza dipende dal lay-out e si suggerisce, per i tubi posti a terra, di proteggerli ponendoli in canaline o condotti sotterranei.*
- ✓ *Si consiglia inoltre di effettuare periodici controlli (semestrali) delle caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua (conducibilità richiesta $<150\mu\text{S}/\text{cm}$) e del livello dell'acqua contenuta nel serbatoio (settimanali).*

Procedura per la *verifica del funzionamento del gruppo di raffreddamento:*

1. accertarsi che le saracinesche poste sul gruppo di raffreddamento nei tubi di ingresso e di uscita dell'acqua siano aperti;
2. Riempire il serbatoio del gruppo di raffreddamento di acqua demineralizzata;
3. accertarsi che tutti gli sportelli del generatore siano chiusi correttamente;
4. accertarsi che i tubi dell'acqua di raffreddamento induttore siano serrati opportunamente;
5. attivare l'interruttore generale che alimenta l'impianto;
6. attivare l'interruttore generale del generatore;
7. avviare l'impianto (paragrafo 8.2);
8. Controllare il manometro posto sul gruppo di raffreddamento: se il collegamento elettrico e quindi il senso di rotazione della pompa sono corretti si dovrà leggere una *pressione compresa tra 2 e 4 bar*. In caso diverso, disinserire tutti gli interruttori precedentemente attivati e procedere all'inversione di due delle tre fasi principali tra di loro (*L1, L2, o L1, L3 oppure L2, L3*) e ripetere la procedura – figura 7.4.1

Avvertenze per l'allacciamento idrico

Si ricorda che per gli allacciamenti idrici NON devono essere utilizzati materiali ferrosi o comunque materiali che possano alterare le caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua demineralizzata. E' necessario pertanto utilizzare tubi, raccordi e quanto altro necessario in PVC, gomma, rame, ottone o acciaio inox.

8. USO DELLA MACCHINA

8.1. Descrizione comandi

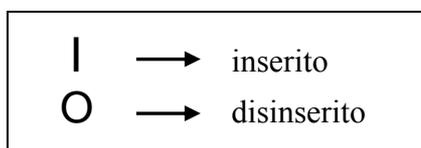
Le modalità di funzionamento del generatore possono essere impostate tramite il terminale comandi e i pulsanti posti sul pulpito comandi (paragrafo 7.4.1c).

Le sezioni seguenti forniscono una precisa descrizione del *pannello comandi* e delle indicazioni visualizzate dal *terminale comandi*.

8.1.1 Interruttore generale

L'interruttore generale è posto sullo sportello laterale del generatore e agisce direttamente sull'*interruttore magnetotermico* generale (IAL).

Posizioni:



8.1.2 Descrizione pannello comandi

Il pannello comandi del generatore è rappresentato in figura 8.2.

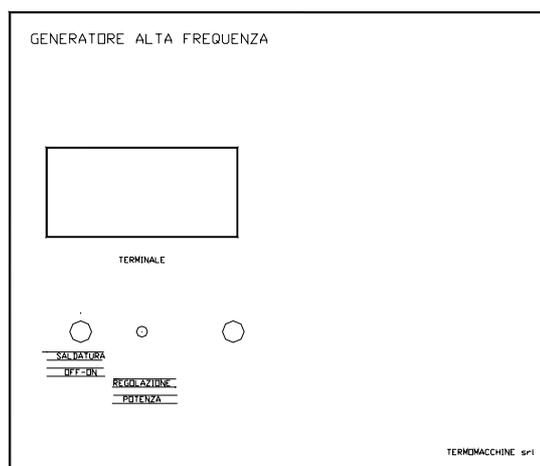


Figura 8.2: pannello comandi



Sul pannello comandi trovano posto i seguenti componenti:

- ✓ **Pulsante luminoso giallo “RISCALDO”**
Se la potenza è inserita e a secondo della modalità di lavoro scelta con la pressione del pulsante “Riscaldo” si abilita il generatore; l’induttore è quindi in grado di riscaldare il materiale da trattare. La spia del pulsante illuminata indica che si è in fase di riscaldamento.
- ✓ **Potenzimetro “REGOLAZIONE POTENZA”**
Permette la regolazione di potenza di uscita fornita dal generatore
- ✓ **Pulsante a fungo rosso “EMERGENZA”**
Sgancia l’interruttore generale (IAL) di alimentazione del generatore (vedi sezione § 5.3 “Arresto di emergenza”).
- ✓ **“TERMINALE COMANDI”**
Interfaccia l’operatore con l’impianto. Attraverso il video, con i suoi tasti, è possibile gestire il generatore e visualizzare informazioni.

8.2 Modalità operative

Al termine dei collegamenti elettrici, idraulici e pneumatici l’impianto è pronto per essere avviato.

8.2.1 Procedura di avviamento

Dopo aver aperto tutte le saracinesche dell'impianto:

1. Ruotare la leva dell'interruttore generale del generatore nella posizione contraddistinta dal simbolo *I*. L'apparecchiatura è alimentata e sul terminale comandi appare la *pagina iniziale*(fig. 8.2.1a).

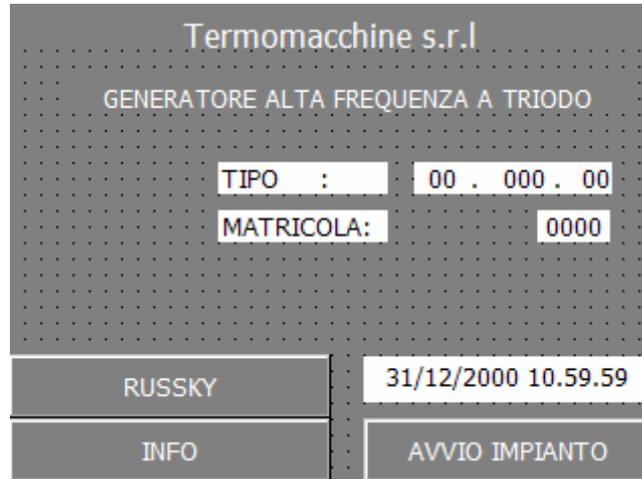


Figura 8.2.1a: pagina iniziale

2. Premendo il pulsante “AVVIO” appare la pagina *SICUREZZA IMPIANTO* Fig. 8.2.1c. Immettere la password numerica tramite i tasti + e – per ogni cifra e premere il tasto “CONFERMA” per passare alla fase successiva. Si ritorna alla pagina iniziale, se per tre volte viene confermato un codice errato o si preme il tasto “OFF”.



Figura 8.2.1c: pagina sicurezza impianto

3. Confermando la corretta password, l'impianto procede alla verifica del funzionamento dei flussostati e visualizza la pagina *VERIFICHE IMPIANTO* (vedi fig. 8.2.1d).

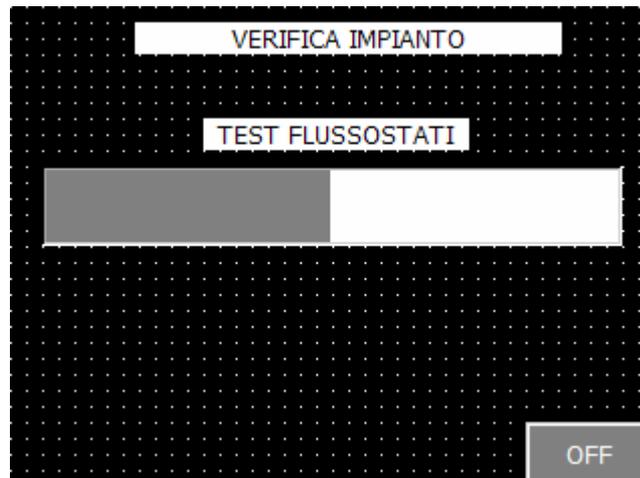


Figura 8.2.1d: pagina verifiche impianto

4. Se non si presentano delle anomalie all'impianto, successivamente verrà visualizzata la pagina *START STEPS*; avvia tutti gli ausiliari (pompe, aerotermi, alimentazione elettronica) e la procedura della corrente di filamento. La lampada con la scritta "TENSIONE DI FILAMENTO" lampeggia e resta fissa, consentendo le successive operazioni, quando la corrente raggiunge il valore di esercizio visibile sulla barra grafica (Fig. 8.2.1e).

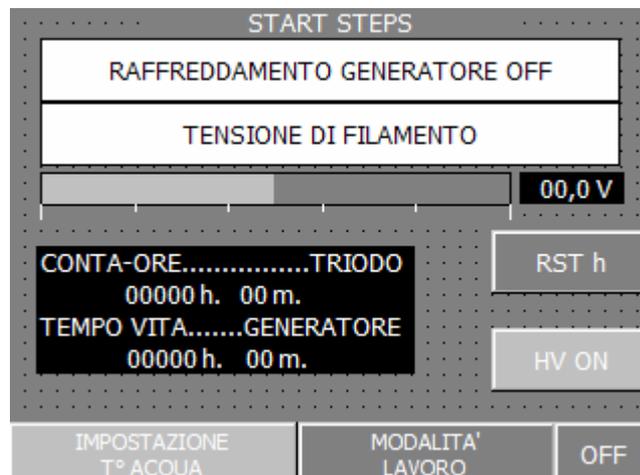


Figura 8.2.1e: pagina start steps

Sono visibili due contatori CONTA ORE TRIODO e CONTA ORE GENERATORE. Il primo può essere azzerato quando viene sostituito il triodo (procedura paragrafo 7.4.5) tramite il tasto "RST h" che a sua volta abilita la visualizzazione della pagina di fig. 8.2.1f dove viene richiesta una conferma o l'annullamento della procedura di azzeramento.

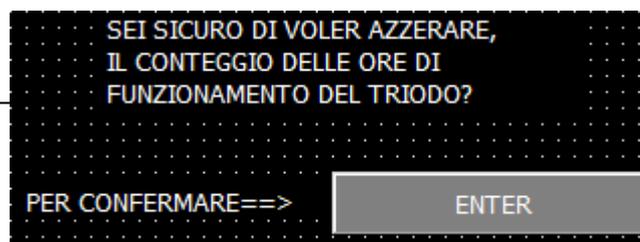


Figura 8.2.1f: pagina conferma o annulla azzeramento conta ore triodo

Mediante il pulsante “IMPOSTAZIONE T° ACQUA” appare la pagina di *IMPOSTAZIONE SOGLIE TEMPERATURA ACQUA* (fig. 8.2.1g) dove sono elencate le varie soglie di lavoro e la visualizzazione della temperatura reale. Le soglie MAX TEMPERATURA ACQUA, SEGNALAZIONE TEMPERATURA ACQUA e SOGLIA ANTIGELO TEMPERATURA ACQUA sono settate dal costruttore e non possono essere modificate. Viceversa si possono modificare le soglie SUPERIORE e INFERIORE che sono i limiti di esercizio dell’elettrovalvola per l’intercettazione dell’acqua industriale. Se l’impianto è spento ma con l’interruttore generale inserito, si aziona automaticamente la pompa se la temperatura dell’acqua demineralizzata è uguale o minore del valore impostato nella SOGLIA ANTIGELO. Tutto questo per evitare che l’acqua, durante la stagione invernale, geli nella condotta e provochi la rottura dei tubi dell’impianto idraulico.



Figura 8.2.1g: pagina impostazione soglie temperatura acqua

Il tasto “EXIT” permette di ritornare alla pagina *START STEPS*.

Le modifiche sulle soglie INFERIORE e SUPERIORE sono possibili tramite la tastiera, richiamata dal tasto “MODIFICA SOGLIE” (Fig. 8.2.1g). Se la soglia superiore viene impostata con un valore più basso del valore della soglia inferiore automaticamente si azzerano entrambi i valori.

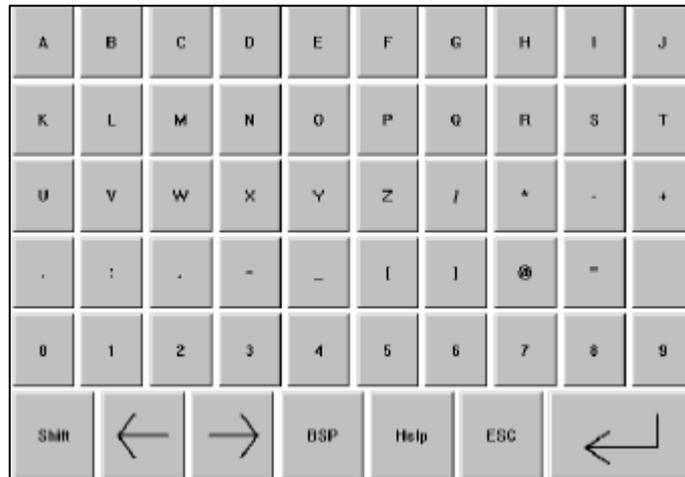


Figura 8.2.1h: tastiera per modifica dati

Dalla pagina di fig. 8.2.1e premendo il tasto “MODALITA’ LAVORO” si accede alla pagina *SCelta MODALITA’ LAVORO* (fig. 8.2.1l). A seconda del tasto che viene premuto si può selezionare uno dei seguenti modi :

- 1) **LAVORO A IMPULSI:** il generatore riscalda per tutto il tempo in cui si tiene premuto il pulsante luminoso giallo “RISCALDO” presente sul pannello comandi e la potenza viene regolata tramite il potenziometro;
- 2) **LAVORO CONTINUO:** premendo una volta il pulsante “RISCALDO” il generatore entra in funzione fino a quando non si preme nuovamente oppure viene a mancare il segnale esterno *consenso da attrezzatura* e la potenza si regola come nella modalità 1;
- 3) **LAVORO A TEMPO:** premendo il pulsante “RISCALDO”, il generatore riscalda per il tempo settato precedentemente tramite il tasto S, il quale apre la tastiera modifica dati. Se è necessario interrompere il riscaldamento prima della fine del tempo impostato, premere nuovamente il pulsante “RISCALDO”. La potenza si regola come nella modalità 1;
- 4) **LAVORO CON VPT:** (questa modalità deve essere stata precedentemente richiesta) il riscaldamento viene gestito come nella modalità 2 mentre la potenza è regolata, o dalla scheda secondo modalità spiegate nel paragrafo pagina 8.2.1r o dal software implementato nel PLC secondo modalità spiegate nel paragrafo 8.2.1.s;
- 5) **LAVORO REMOTO INTERNO:** il comando di riscaldamento viene gestito dal segnale esterno *consenso da attrezzatura*, il quale pone in funzione il generatore fino a quando rimane attivo. La potenza è gestita come in modalità 1;
- 6) **LAVORO REMOTO ESTERNO:** il comando di riscaldamento viene gestito come nella modalità 5 e la potenza è regolata tramite un segnale esterno 0-10Vdc corrispondente a 0-100%;

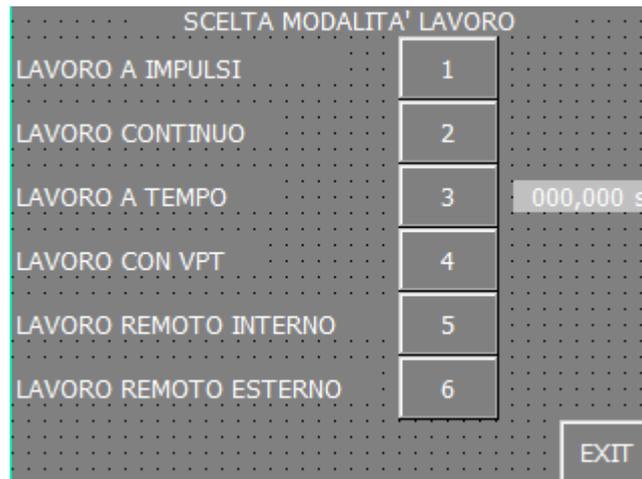


Figura 8.2.1l: pagina scelta modalità lavoro

Al termine della procedura della corrente di filamento, verificabile dalla lampada fissa (fig. 8.2.1e), è possibile tramite il pulsante “HV ON” (fig. 8.2.1e) inserire l’**alta tensione** con la successiva apparizione di una delle due pagine di lavoro (fig. 8.2.1m).

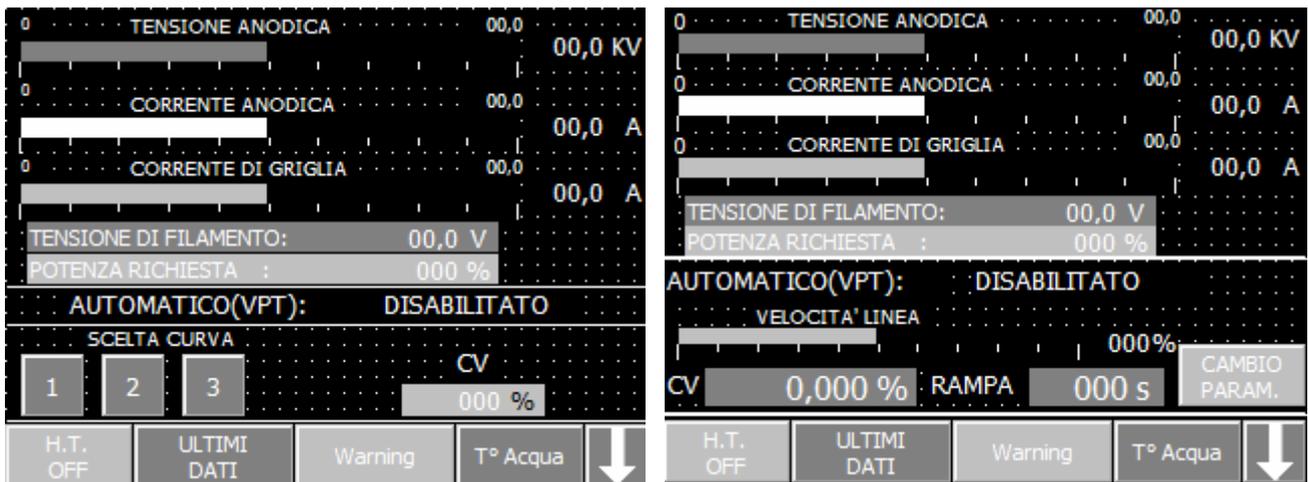


Figura 8.2.1m: pagine di lavoro

Se l’impianto è stato progettato per lavorare con il software VPT, la pagina di lavoro che viene visualizzata è quella mostrata a destra nella fig.8.2.1.m, diversamente con gli altri sistemi che gestiscono la regolazione della potenza si ha la pagina visibile a sinistra in fig.8.2.1.m. La fase di riscaldamento è gestita dalla modalità precedentemente selezionata (fig. 8.2.1l), l’operatore può verificare i valori della tensione anodica, corrente anodica, corrente di griglia, corrente di filamento e la percentuale della potenza richiesta, tramite le barre grafiche e i campi corrispondenti.

Con il tasto “ULTIMI DATI” si possono visualizzare gli ultimi dati registrati prima che si sia disattivato il riscaldamento anche se quest’ultimo è stato causato da una anomalia (fig. 8.2.1n). Vengono azzerati tutti i campi tramite il tasto “CLEAR”.



Figura 8.2.1n: pagina di lavoro con ultimi dati

Se si vuole verificare la temperatura dell'acqua demineralizzata o i valori delle soglie precedentemente impostate, premere il tasto "TEMPERATURA ACQUA".

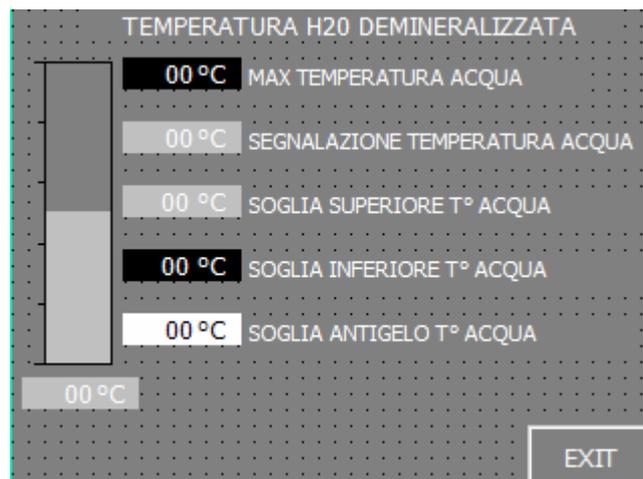


Figura 8.2.1o: pagina di lavoro con dati sulla temperatura acqua

Il lampeggiare del tasto “WARNING” segnala all’utente due preallarmi. Premendo il tasto si visualizza se si è raggiunto un livello di guardia o per la temperatura dell’acqua demineralizzata (ossia ha raggiunto il valore della soglia di preallarme impostato) oppure del livello del serbatoio (fig. 8.2.1p).

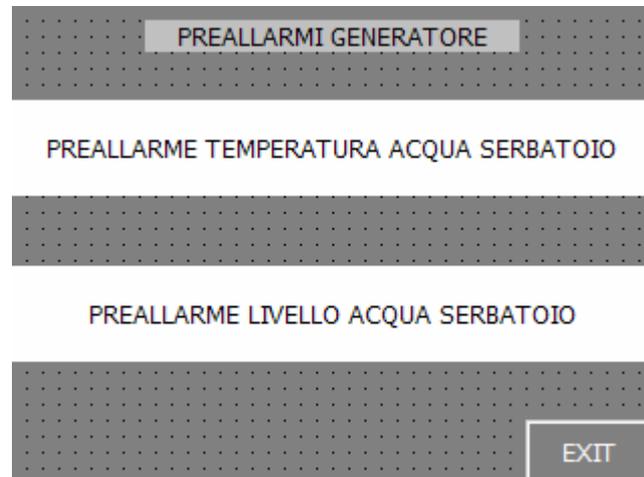


Figura 8.2.1p: pagina di lavoro con le segnalazioni dei preallarmi

Premendo il tasto con il simbolo “↓” si entra in una pagina (fig. 8.2.1q) dove si possono analizzare in maniera più dettagliata la tensione anodica, la corrente anodica, la corrente di griglia e il calcolo della potenza attiva assorbita. In quest’ultima pagina, con il tasto “↑” si ritorna alla pagina precedente e si ha a disposizione anche il tasto “ultimi dati” con le stesse funzioni precedentemente spiegate.



Figura 8.2.1q: pagina con dettagli

Nelle pagine di lavoro di fig. 8.2.1.r e fig. 8.2.1.s per entrambe è evidenziata la sezione riferita alla modalità di lavoro con scheda o software VPT (par. 8.2.1.5.4).

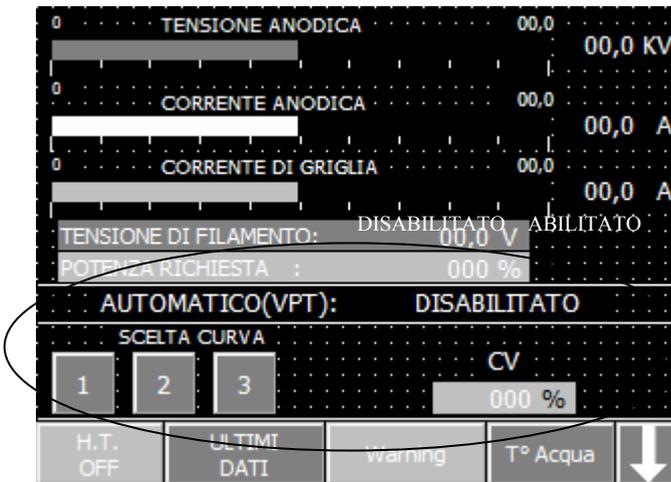


Figura 8.2.1.r: pagina di lavoro con scheda - sezione VPT

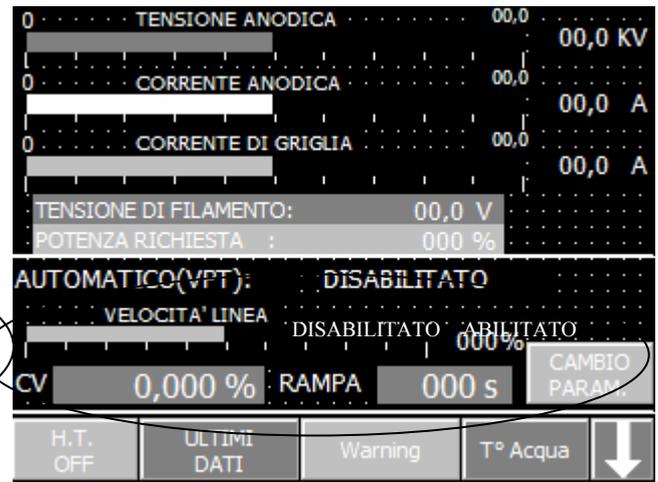


Figura 8.2.1.s: pagina di lavoro con software - sezione VPT

Attivando la modalità di lavoro con VPT si accende la lampada “ABILITATO”.

Utilizzando l’impianto con la scheda VPT si ha a disposizione tre curve (rif. par. 4.2.e) per la regolazione della potenza selezionabili dai tre tasti “1”, “2”, “3”. Per mezzo dei tasti “+” e “-“ del parametro CV è possibile variare in più o in meno la richiesta di potenza della scheda VPT. Con il valore del CV=50% la variazione è 0%, CV=99% variazione è +50% e CV=0 variazione -50%.

Premendo contemporaneamente il tasto “+” e “-“ automaticamente il CV viene impostato al 50%.

Utilizzando l’impianto con il software VPT a seconda della velocità della linea, il suo valore in percentuale è visualizzabile dal bar-graft, il sistema automaticamente regola la potenza del generatore utilizzando una curva di lavoro (rif. par. 4.2.e) presente all’interno del programma precedentemente calcolata. Per mezzo dei tasti “+” e “-“ del parametro CV è possibile variare in più o in meno la richiesta di potenza calcolata dal software VPT.

Ad esempio:

con il CV=1 il valore della potenza calcolata rimane invariato;

con il CV=0,9 il valore della potenza calcolata viene attenuato del 10%;

con il CV=1,1 il valore della potenza calcolata viene maggiorato del 10%;

Premendo contemporaneamente il tasto “+” e “-“ automaticamente il CV viene impostato a 1.



8.2.2 Procedura di arresto (in modalità locale e remota)

1. Disinserire la funzione di riscaldamento in base alla modalità di lavoro scelta
2. Disinserire l'alta tensione tramite il tasto "H.V. OFF" presente sul terminale comandi
3. Premere il pulsante "OFF"
4. Attendere (30 secondi) l'arresto di tutti i motori prima di eseguire lo spegnimento completo della macchina tramite l'interruttore generale (posizione "O")

AVVERTENZE

NON utilizzare il pulsante di emergenza (FUNGO) o l'emergenza remota per spegnere la macchina; l'utilizzo di queste funzioni è da intendersi ad uso esclusivo di interruzioni a prevenzione di possibili situazioni pericolose.



9. RICERCA GUASTI

In questo paragrafo sono esposti i possibili rimedi ad eventuali malfunzionamenti e si identifica la figura professionale preposta al loro riconoscimento ed, eventualmente, riparazione.

9.1. Personale abilitato

Durante il normale utilizzo dell'impianto è possibile che si verifichino guasti occasionali derivanti da:

1. usura dei componenti
2. dall'uso non appropriato dell'attrezzatura o di una sua parte
3. da interazioni con agenti esterni

Un modo per minimizzare i tempi e quindi anche i costi del fermo macchina, è fornire in modo scrupoloso e dettagliato informazioni al servizio di Assistenza Tecnica del Costruttore, come pure dotarsi di personale tecnico manutentivo specificatamente istruito per la ricerca dei guasti su questa macchina.

Vengono identificate quindi due casistiche di guasti ed altrettante figure professionali dedicate a risolverle.

CASISTICA

Anomalia - categoria 1: ricerca esclusivamente visiva dei guasti e *rapporto* dello stato della macchina; verifica componenti della macchina *con impianto non alimentato*.

Anomalia - categoria 2: ricerca guasti elettrici ed elettronici con *impianto sotto tensione*.

FIGURE PROFESSIONALI

Operatore d'impianto: personale adibito all'utilizzo della macchina ed alla ricerca guasti di categoria 1

Tecnico manutentore: personale adibito alla ricerca dei guasti di categoria 2, che deve essere preventivamente istruito ed autorizzato dal Costruttore.

9.2. Identificazione anomalia categoria 1

Scopo di questo paragrafo è elencare:

1. Possibili malfunzionamenti
2. Cause probabili
3. Eventuali rimedi

per guasti immediatamente risolvibili da parte dell'utente.

Al momento di un'anomalia, a seconda del tipo, viene disinserita, o soltanto la funzione di riscaldamento, oppure anche l'alta tensione e la corrente di filamento.

Sul terminare comandi, l'operatore può analizzare il tipo di irregolarità ed avere, attivando l'*HELP ON-LINE*, una guida sulle possibili cause, che possono aver provocato l'anomalia, ed alcuni rimedi. Nell'eventualità che il malfunzionamento riscontrato non sia stato risolto o non sia compreso tra quelli di seguito elencati, si raccomanda di riferire al Costruttore il difetto e lo stato preciso della macchina.

Le anomalie o più precisamente ALLARMI, per l'impianto, sono suddivisi in quattro principali categorie :

- ALLARMI ACQUA
- ALLARMI TEMPERATURE
- ALLARMI CORRENTI
- ALLARMI AUSILIARI

Quando avviene un allarme, sul terminale comandi appare la pagina riepilogativa *ALLARMI* ed a seconda del tipo di anomalia si illumina la lampada della dicitura corrispondente (fig. 9.2a).

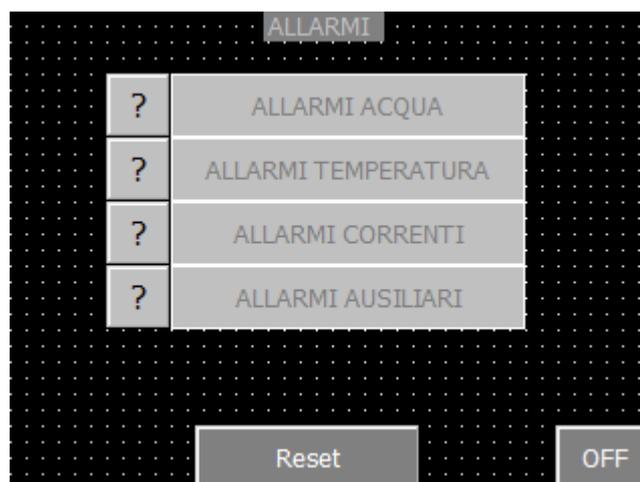


Figura 9.2a: pagina allarmi

Premendo il tasto “?” correlato alla lampada in questione si accede nelle varie pagine dove si viene informati del effettivo allarme che ha provocato l'arresto del funzionamento dell'impianto.

Ad esempio premendo il tasto “?” relativo alla prima lampada di fig. 9.2a appare la pagina intitolata *ALLARMI ACQUA* (fig. 9.2b)

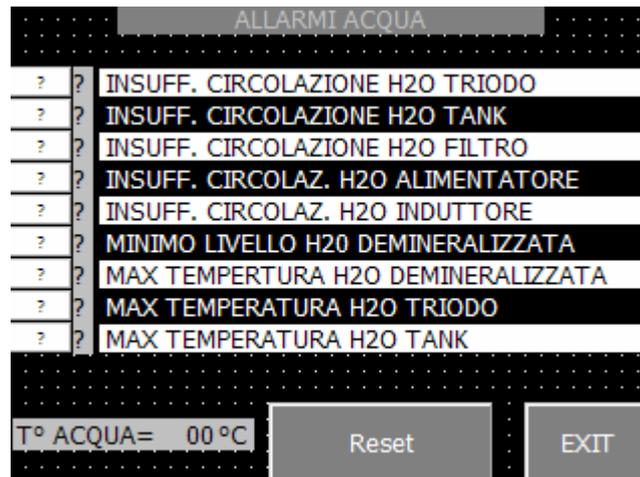
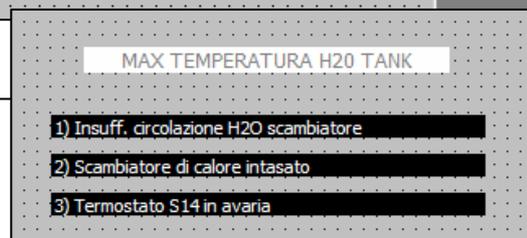
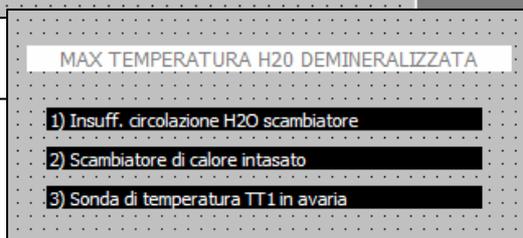
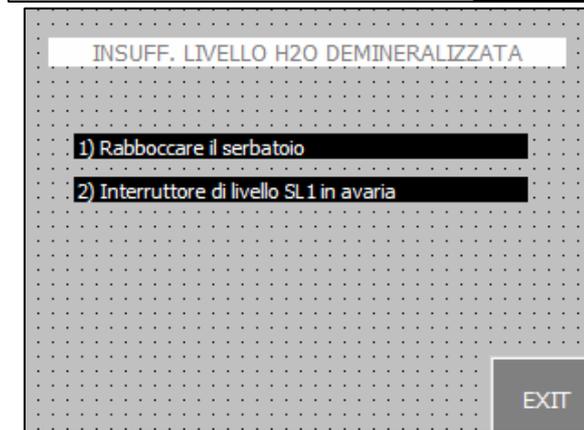
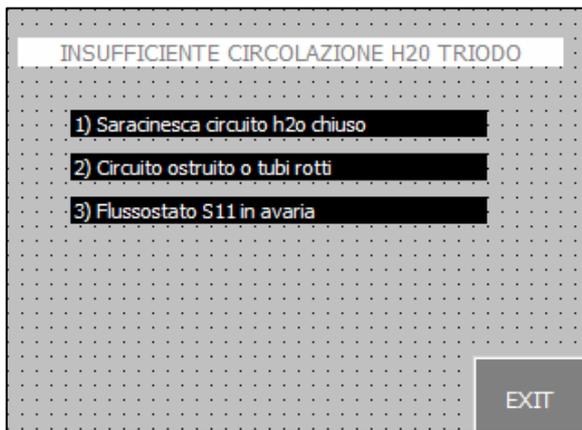
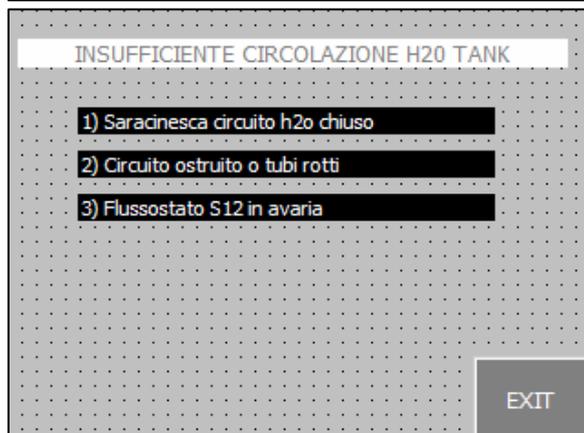
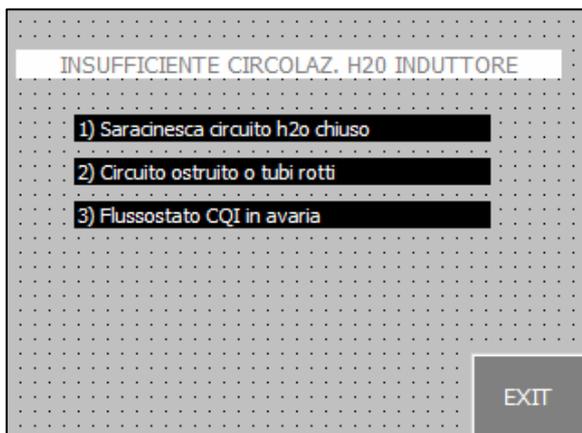
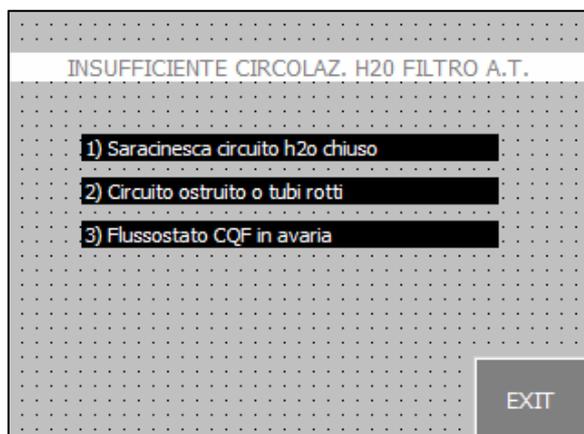
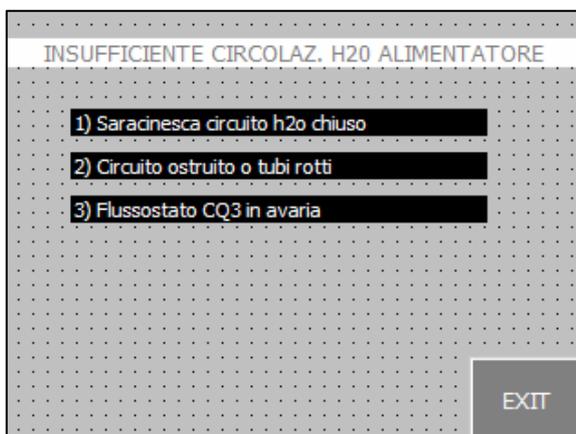
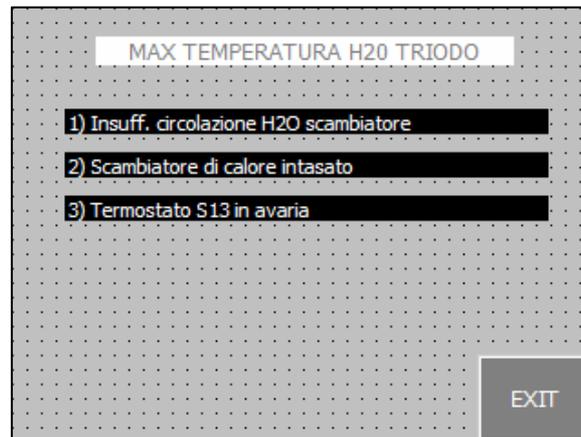


Figura 9.2b: pagina allarmi ACQUA



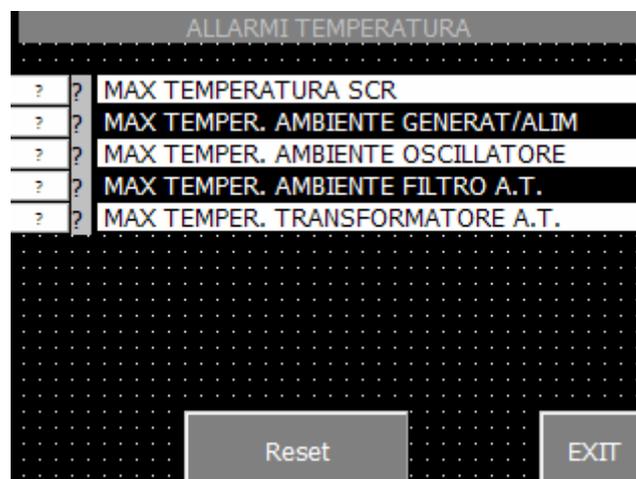


Dopo aver letto l'allarme in questione e la sua possibile causa l'utente può eseguire due procedure. La prima è di spegnere l'impianto tramite il tasto "OFF" sulla pagina *ALLARMI* (fig 9.2a).

La seconda, se il guasto che ha provocato l'anomalia viene risolto, premendo il tasto "RESET" la dicitura viene tacitata e la pagina che appare è in conseguenza dell'allarme avvenuto. Più precisamente, se l'anomalia ha provocato il disinserimento del riscaldamento, dell'alta tensione e della corrente di filamento, dopo aver premuto il tasto "RESET", ricompare la pagina *START STEP* (fig. 8.2.1e), viene riavviata automaticamente la procedura della corrente di filamento e l'utente potrà rieseguire le fasi sopra esposte.

Con il disinserimento soltanto del riscaldamento la pagina che compare dopo la dicitura dell'allarme è quella del lavoro (fig. 8.2.1m).

PAGINA ALLARMI TEMPERATURA





MAX TEMPERATURA SCR

- 1) Insuff. circolazione H2O scambiatore
- 2) Scambiatore di calore intasato
- 3) Termostato S17 in avaria

EXIT

MAX TEMPERATURA AMBIENTE
GENERATORE/ALIMENTATORE

- 1) Motore ventilatore in avaria
- 2) Scambiatore di calore intasato
- 3) Termostato S15 in avaria

EXIT

MAX TEMPERATURA AMBIENTE OSCILLATORE

- 1) Motore ventilatore in avaria
- 2) Scambiatore di calore intasato
- 3) Termostato TE5 in avaria

EXIT

MAX TEMPERATURA AMBIENTE FILTRO A.T.

- 1) Motore ventilatore in avaria
- 2) Scambiatore di calore intasato
- 3) Termostato TE7 in avaria

EXIT

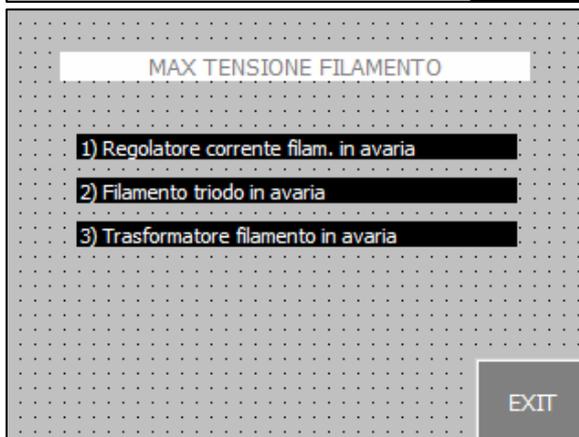
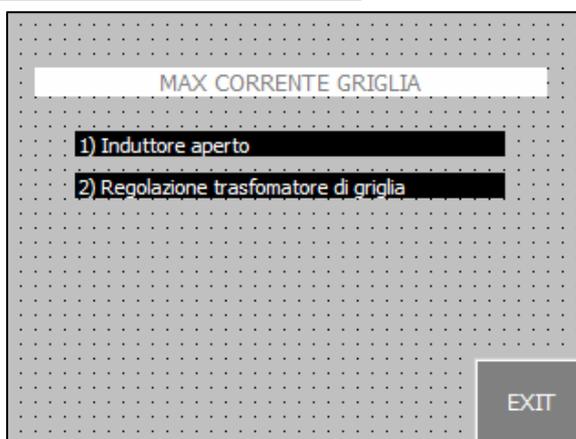
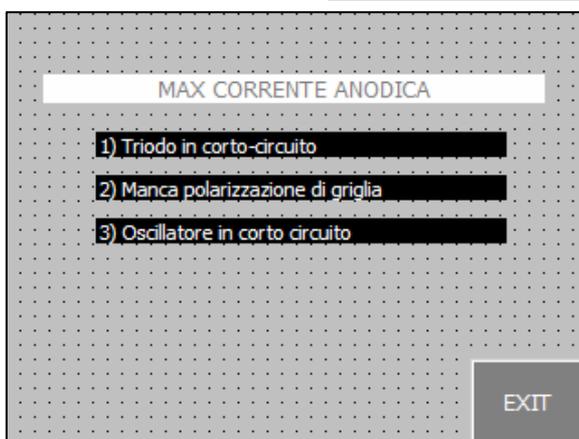
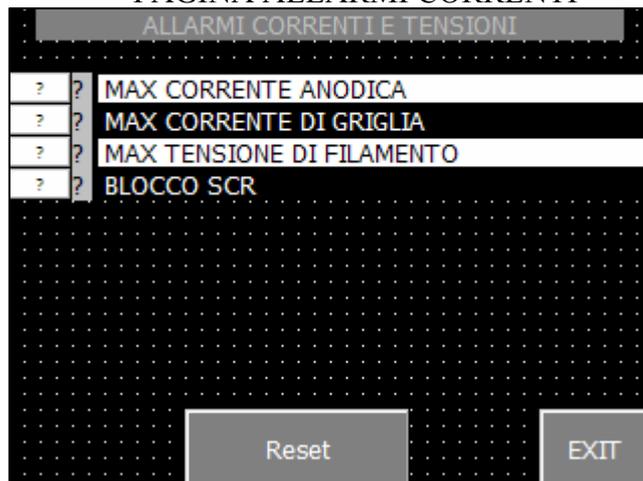
MAX TEMPERATURA TRASFORMATORE A.T.

- 1) Insuff. circolazione acqua
- 2) Circuito idraulico intasato
- 3) Termostato S16 in avaria

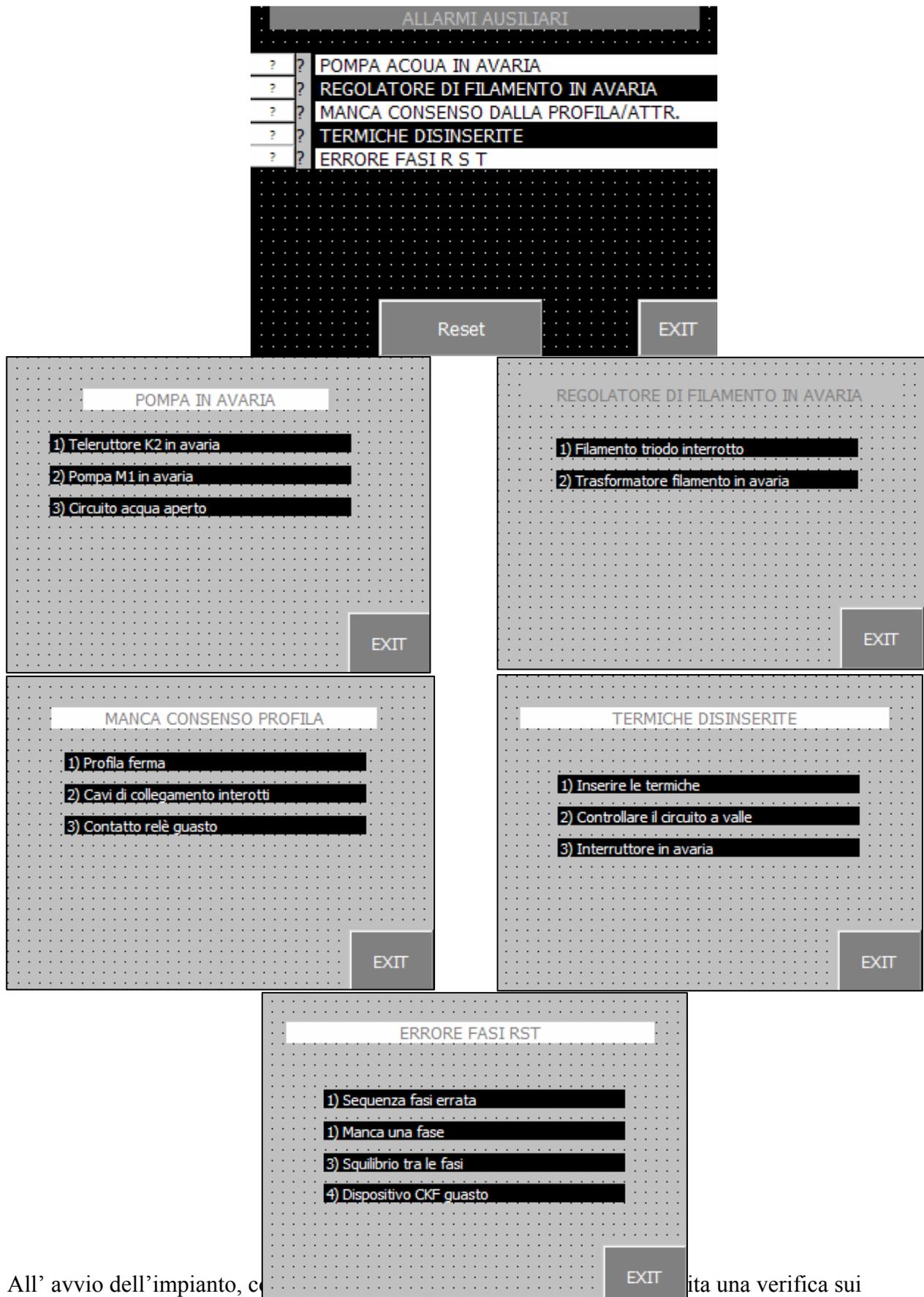
EXIT



PAGINA ALLARMI CORRENTI



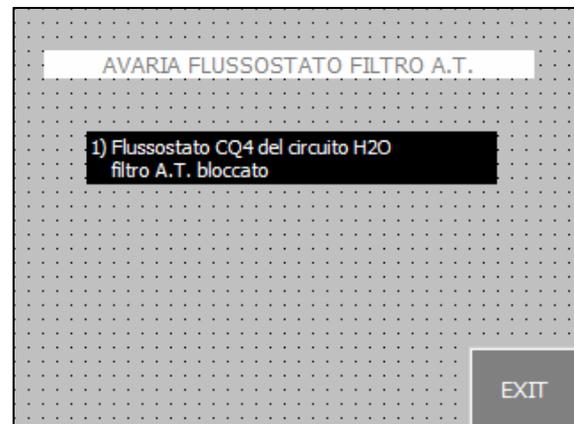
PAGINA ALLARMI AUSILIARI



All' avvio dell'impianto, compare la pagina **ALLARMI AUSILIARI**. Si avvia una verifica sui flussostati presenti nell'impianto. Se i flussostati non sono bloccati viene avviata la pompa dell'acqua e il resto delle procedure, altrimenti compare la pagina **ERRORE FLUSSOSTATI** :



PAGINA ERRORI FLUSSOSTATI





9.3. Identificazione anomalia categoria 2

La natura delle problematiche che occorrono sulla totalità dei componenti elettrici ed elettronici non è facilmente classificabile ed anche quando il prodotto sia assestato ed affidabile possono accadere guasti difficilmente prospettabili in fase di progetto.

L'esperienza dei progettisti, l'arricchimento della dotazione della macchina con controlli sempre più mirati ad anticipare i problemi e l'inserimento di una diagnostica quanto più affidabile e precisa, non può d'altra parte annullare completamente i guasti.

Nel paragrafo precedente, attraverso la diagnostica della macchina, si è cercato di aiutare l'Utilizzatore dell'impianto a risolvere in autonomia i più comuni malfunzionamenti. Talvolta però questi malfunzionamenti sono tali da richiedere competenze più approfondite, quali ad esempio la figura di un Tecnico Manutentore che si ponga tra il conduttore dell'impianto e il Servizio Tecnico d'Assistenza del Costruttore.

Il compito del Tecnico Manutentore è la ricerca dei guasti ad un livello superiore di quello semplicemente visivo, disponendo di cultura e strumentazione adeguata e lavorando, se necessario, con impianto sotto tensione.

Data l'importanza del ruolo, il Costruttore si impegna, tramite corsi, ad istruire e abilitare opportunamente per lo scopo il Personale Utilizzatore che il Cliente vorrà mettere a disposizione.

La TERMOMACCHINE VIETA al personale da essa non abilitato e non autorizzato di compiere qualsivoglia attività sull'impianto, ed in particolare con l'impianto sotto tensione; qualora ciò dovesse accadere la TERMOMACCHINE DECLINA OGNI RESPONSABILITA' sulle conseguenze occorse a persone e/o cose.



10. MANUTENZIONE MACCHINA

10.1. Norme generali

Tutte le operazioni di ispezione e di normale manutenzione vanno effettuate solamente da personale autorizzato, a macchina spenta e con l'interruttore automatico di alimentazione a monte del generatore disinserito.

OPERAZIONE	FREQUENZA
Verificare la presenza di eventuali residui di lavorazione, soprattutto nella zona dell'induttore	Dipendente dal tipo di lavorazione
Rimuovere il pulviscolo eventualmente depositato sui componenti elettromeccanici ed elettronici all'interno dell'armadio mediante un soffio <u>non violento</u> di aria compressa	Semestrale
Controllare eventuali perdite d'acqua all'interno del generatore e nella testa oscillante	Mensile
Controllare visivamente che non vi siano tracce di bruciature dovute a surriscaldamenti o ad archi elettrici	Semestrale
Pulire lo scambiatore presente sul gruppo di raffreddamento seguendo le istruzioni esposte nel paragrafo successivo	Annuale
Sostituire l'acqua demineralizzata contenuta nell'impianto idraulico di refrigerazione	Annuale

Gli impianti TERMOMACCHINE sono progettati e costruiti secondo le normative comunitarie vigenti.

La manomissione o modifica delle sicurezze senza previa autorizzazione da parte dell'Ufficio Tecnico del Costruttore è da considerarsi come una trasgressione a tali normative.

In caso di manomissione dell'impianto la TERMOMACCHINE non potrà pertanto essere ritenuta responsabile degli eventuali danni a cose e/o persone.

Qualora la manomissione avvenga nel periodo di garanzia essa determina l'immediato decadimento della medesima.

10.2. Manutenzione scambiatore di calore a piastre smontabili.

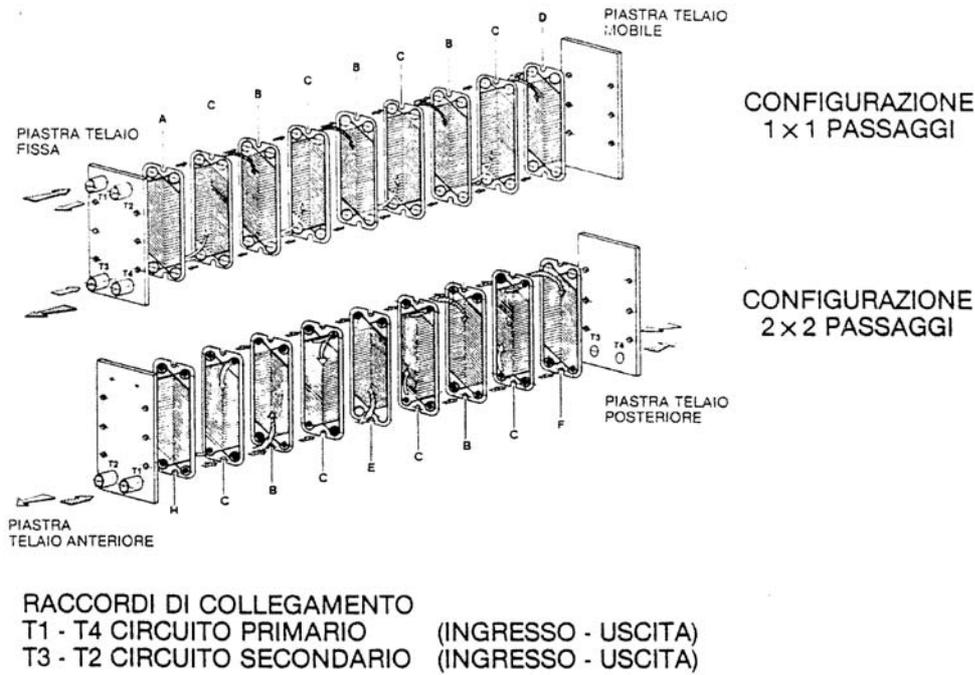


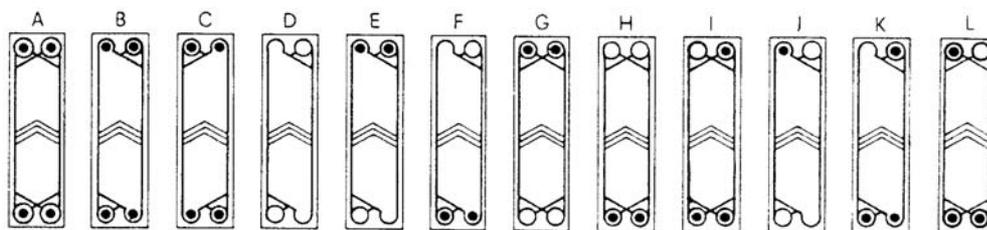
Figura 10.2a: modelli scambiatore di calore

Per un corretto smontaggio:

- Lo smontaggio va eseguito con lo scambiatore a temperatura ambiente.
- Ove si riscontri una certa aderenza delle piastre, in presenza di depositi calcarei nell'acqua, è sufficiente agire delicatamente sulle piastre con un cacciavite.

Per un corretto montaggio:

- Le piastre devono essere disposte come in fig. 10.2a con lettere corrispondenti come nel disegno sottostante di fig. 10.2b.
- Nella tabella sottostante sono riportate le quote di serraggio tra le piastre telaio.



Configurazione dello scambiatore

1 x 1 passaggi

piastra iniziale A
piastre intermedie
alternate C e B
piastra finale D

2 x 2 passaggi

piastra iniziale H opp. A
piastre intermedie C e B
piastra deviatrice E
piastre intermedie C e B
piastra finale F

Quota di serraggio misurata tra le piastre telaio

N. Piastre	Z1	Z2	Z3	N. Piastre	Z1	Z2	Z3	N. Piastre	Z1	Z2	Z3
7	21.7	22.4	25.2	37		118.4	133.2	69			248.4
9	27.9	28.8	32.4	39		124.8	140.4	71			255.6
11	34.1	35.2	39.6	41		131.2	147.6	73			262.8
13	40.3	41.6	46.8	43		137.6	154.8	75			270.0
15	46.5	48.0	54.0	45		144.0	162.0	77			277.2
17	52.7	54.4	61.2	47		150.4	169.2	79			284.4
19	58.9	60.8	68.4	49		156.8	176.4	81			291.6
21	65.1	67.2	75.6	51		163.2	183.6	83			298.8
23	71.3	73.6	82.8	53		169.6	190.8	85			306.0
25	77.5	80.0	90.0	55		176.0	198.0	87			313.2
27	83.7	86.4	97.2	57			205.2	89			320.4
29	89.9	92.8	104.4	59			212.4	91			327.6
31	96.1	99.2	111.6	61			219.6	93			334.8
33	102.3	105.6	118.8	63			226.8	95			342.0
35	108.5	112.0	126.0	65			234.0	97			349.2
				67			241.2	99			356.4

fig 10.2b

Pulizia piastre:

- Agire contro i depositi calcarei formati sulle piastre con normali prodotti per la disincrostazione delle tubazioni, oppure con una soluzione di acido nitrico con concentrazione all'1% e successiva neutralizzazione con soda e risciacqui abbondanti.

10.3 Manutenzione dell'impianto elettrico

La manutenzione è rivolta principalmente verso le parti mobili:

- relè;
- pulsanti;
- fine corsa;
- dispositivi di sicurezza;
- dispositivi di visualizzazione;
- schede ingresso PLC;
- schede uscita PLC;

e verso le parti soggette a vibrazione:

- morsetti;
- cavi di potenza;



- fine corsa;
- connettori.

La pulizia dei vani elettrici va eseguita sempre con:

- sezionatore a monte dei cavi di alimentazione spento;
- aria compressa secca a pressione idonea a non arrecare danni ai componenti;
- stracci di vario genere ma non umidi o bagnati.

Tabella controlli parte elettrica

INCARICATO	FREQ.	STATO MACCHINA	OPERAZIONE
O	S	*	verifica del corretto posizionamento dei fine corsa
O	S	*	verifica dello stato dei cavi e connettori presenti
O	S	*	verifica del funzionamento delle lampade spia
O	S	*	verifica del funzionamento della pulsanteria
O	S	*	verifica del circuito di emergenza
O	S	*	verifica di tutte le connessioni ed in particolar modo quelle relative ai circuiti di protezione ed ai morsetti
O	S	*	verifica delle protezioni contro i contatti diretti e indiretti verso parti ad alta tensione
O	S	*	verificare l'impianto di ventilazione
T	M	*	verifica della posizione dei componenti elettrici presenti nell'armadio
T	M	*	verifica della corretta avvitatura dei morsetti all'interno dell'armadio
T	M	*	verifica delle connessioni dei cavi di potenza con i relativi morsetti di serraggio
T	M	*	verifica della corretta messa a terra dell'impianto e della componentistica elettrica
T	M	*	verifica del corretto isolamento

Legenda: (O): Operatore (T): Tecnico Manutentore
(vedere par. 6.1 per l'identificazione delle relative figure professionali)

10.4. Condizioni critiche

Data la tecnologia impiegata sulla macchina (VALVOLA) e la robustezza dell'impianto attestata dal numero elevato di impianti installati, non esistono particolari condizioni critiche per l'impiego della macchina, fermo restando l'osservanza delle istruzioni presenti in questo manuale di uso e manutenzione



11. SITUAZIONI DI EMERGENZA

Durante il normale esercizio della macchina è ipotizzabile supporre che la stessa possa essere soggetta a situazioni di emergenza non imputabili alla macchina stessa ma derivanti da cause esterne.

A tal proposito suggeriamo in questo capitolo il miglior comportamento da tenersi di fronte ad alcune di queste situazioni.

10.2 Situazioni di emergenza

Durante il normale esercizio dell'impianto è ipotizzabile supporre che possa essere oggetto di situazioni d'emergenza, dovute a cause esterne ad esso non necessariamente riconducibili. A tal proposito suggeriamo il miglior comportamento da tenersi di fronte ad alcune di queste situazioni, mirate a ridurre i danni e a garantire l'incolumità delle persone.

11.2.1 In caso di incendio

L'eventuale presenza di un incendio nei pressi o all'interno dell'impianto rappresenta una situazione di emergenza, la quale può essere affrontata secondo quanto qui di seguito descritto:

- la circoscrizione e lo spegnimento totale delle fiamme deve avvenire mediante sistemi antincendio a polvere. E' comunque fatto divieto assoluto e tassativo di impiegare acqua o altre sostanze conduttrici di elettricità.
- in coerenza con la gravità della situazione provvedere con tempestività alla disinserzione dell'interruttore posto a monte dei cavi di alimentazione dell'impianto. Qualora tale operazione non fosse possibile, disinserire l'interruttore generale dell'impianto, posto sull'armadio che ospita il pannello elettromeccanico dei convertitori.
- si raccomanda di non riavviare l'impianto e di richiedere una ispezione di esso da parte dei tecnici della ditta costruttrice, per una precisa valutazione dei danni eventualmente arrecati.

Al fine di agevolare le operazioni di contenimento e spegnimento delle fiamme, si porge caloroso invito al cliente a posizionare nelle immediate vicinanze dell'impianto un estintore con caratteristiche coerenti alle disposizioni finora indicate.

11.2.2 In caso di allagamento

L'allagamento dell'impianto può verificarsi a seguito di una rottura dell'impianto idraulico o in caso di calamità naturale. In ogni caso occorre che siano rispettate le seguenti prescrizioni:

- disattivare tutte le fonti di alimentazione dell'impianto;
- evacuare completamente i liquidi contenuti nell'impianto;
- non alimentare l'impianto finché tutte le parti non sono completamente asciutte e prive di tracce di umidità.

Inoltre si raccomanda di posizionare l'impianto in luoghi tali da prevenire le possibili conseguenze derivanti da eventi catastrofici, come allagamenti o inondazioni.



11.3 Smaltimento di sostanze nocive e demolizione

Al momento della demolizione/rottamazione della macchina, è sufficiente osservare le seguenti indicazioni:

- scollegare gli allacciamenti elettrici e pneumatici
- svuotare i serbati contenenti oli esausti
- affidare le operazioni di smontaggio a personale qualificato ed autorizzato.

Si ricorda che la macchina a fine vita lavorativa, deve essere smaltita come rifiuto industriale e quindi deve essere eseguita la raccolta, la cernita, il trasporto, il trattamento dei rifiuti e il deposito dei medesimi sul suolo secondo le normative vigenti riferite alla Direttiva Europea 91/156/CEE del 18 Marzo 1991 e 91/689/CEE del 12 Dicembre 1991 ed alle sue successive modificazioni.

11.3.1 Suddivisione differenziata dei materiali

Fare riferimento al REGOLAMENTO COMUNITARIO n. 2557/2001 on supervision and control of shipment of waste relating to the new waste list.

Smaltimento parti elettriche:

Materiale eliminabile con rifiuti urbani, secondo le disposizioni di legge del paese d'uso.

Smaltimento parti meccaniche:

La macchina è costruita con alluminio, acciaio e materie plastiche. L'acciaio e l'alluminio non recano danni all'ambiente, se riciclati da aziende specializzate ed autorizzate.

Le materie plastiche possono causare danni ambientali, pertanto vanno consegnate ad aziende specializzate ed autorizzate allo smaltimento.

Smaltimento oli:

Si ricorda che in base al DPR n°691 del 23 Agosto 1982 è obbligatorio rivolgersi al CONSORZIO DEGLI OLI USATI (normativa valida per l'Italia).

Smaltimento batterie:

Si ricorda che le batterie, una volta esaurite, devono essere smaltite secondo la normativa vigente.

12. ISTRUZIONI PER REALIZZAZIONE INDUTTORE

12.1 Principio di funzionamento del generatore ad induzione elettromagnetica

La macchina con tecnologia a valvola può essere schematizzata come in figura 12.1.
Si tratta di un circuito composto da:

1. un generatore di corrente alternata ad alta frequenza
2. una resistenza di resistenza R
3. un condensatore di capacità C
4. un induttore (l'induttore esterno montato sulla testa di riscaldamento) di induttanza L (fig.12.1)

che si comporta come un *circuito risonatore RLC*.

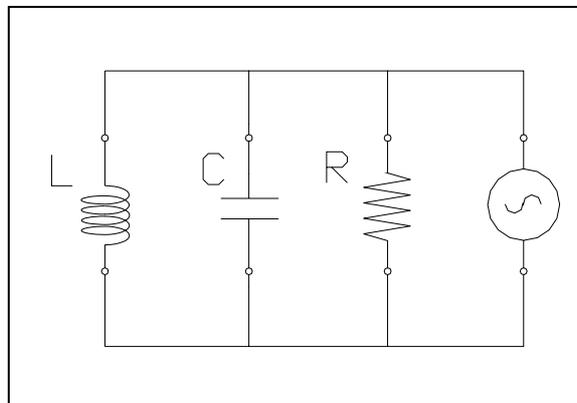


Figura 12.1: circuito risonatore RLC

12.2 Teoria del riscaldamento ad induzione

Il riscaldamento ad induzione elettromagnetica si basa sul principio fisico dell'*effetto pelle (skin effect)*: un conduttore percorso da correnti alternate ad alta frequenza (f) viene superficialmente riscaldato e la profondità di riscaldamento (p) è dipendente dalla frequenza stessa secondo una relazione inversa: aumentando la frequenza diminuisce la profondità e viceversa (figura 12.2).

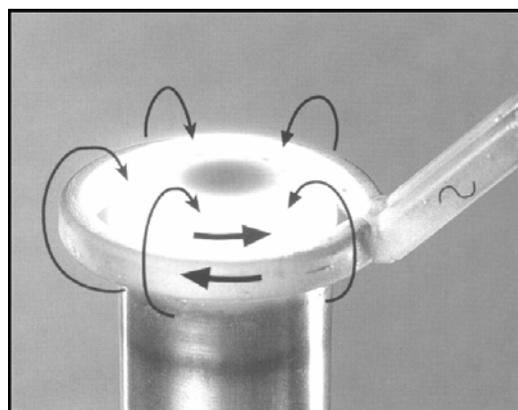


Figura 12.2: linee di campo



Una formula empirica e di prima approssimazione è:

$$p = 75/\text{radice}(f)$$

Si tratta in effetti di una approssimazione in quanto non considera il fenomeno della *conduzione del calore* dalle zone più calde a quelle ancora fredde dal materiale trattato, fenomeno che, quanto più è durevole il periodo del riscaldamento, rende maggiore la profondità del riscaldamento.

La frequenza di risonanza è funzione delle caratteristiche del condensatore (capacità installata su banchi di condensatori posti all'interno della testa di riscaldamento) e dell'induttore (induttanza funzione della forma dell'induttore e del carico presente):

$$f = \frac{1}{2\pi * \text{radice}(L*C)}$$

Per questo tipo di macchina la frequenza di lavoro tipica è compresa tra 300-800kHz. La scelta dell'esatto valore di frequenza di lavoro della macchina è fatta in sede di costruzione della macchina da Costruttore e ad esso occorre rivolgersi per eventuali modifiche.

Scelta della potenza della macchina ad induzione

La potenza $P_{\text{AssorbitaPezzo}}$ assorbita dal pezzo da trattare (la potenza quindi che viene direttamente trasformata, secondo la prima legge della termodinamica, in riscaldamento) è funzione di diversi parametri:

$$P_{\text{AssorbitaPezzo}} = \text{funzione}(P_{\text{reattiva}}, T, \text{materiale}, \text{accoppiamento})$$

P_{reattiva} : è la potenza disponibile sul pezzo, a sua volta direttamente proporzionale alla potenza assorbita dalla rete (la cosiddetta potenza attiva, semplicemente calcolata come:

$P_{\text{attiva}} = \text{tensione} * \text{corrente}$
al netto dei rendimenti di trasformazione)

T: è la temperatura corrente del pezzo trattato. L'acciaio presenta una forte discontinuità nella curva di assorbimento della potenza a seconda si trovi al di sotto della *Temperatura di Curie* (comportamento ferromagnetico, alto assorbimento di potenza) o al di sopra (comportamento non ferromagnetico, basso assorbimento di potenza e maggiori difficoltà a proseguire il riscaldamento)



Materiale: può presentare, a prescindere dalla temperatura, caratteristiche più o meno ferromagnetiche.

Accoppiamento pezzo-induttore: se l'accoppiamento è buono la potenza assorbita sarà alta, diversamente le perdite aumenteranno.

12.3 Realizzazione induttore

Per la realizzazione di un buon induttore occorre ricercare un compromesso dimensionale per avere un adeguato trasferimento di potenza (forma e numero delle spire) evitando i contatti accidentali tra induttore e pezzo.

Consigli costruttivi (figura 12.3)

- ✓ Le estremità posteriori del conduttore che compongono l'induttore devono:
 1. essere di lunghezza minima;
 2. essere montate parallelamente;
 3. essere montate a distanza il più possibile ravvicinata (non superare l'interasse degli attacchi posti in uscita alla testa oscillante) tra loro.

- ✓ La distanza tra le spire ed il carico deve essere minima compatibilmente con le esigenze meccaniche necessarie a garantire l'assenza di contatto tra la superficie del materiale da scaldare e l'induttore stesso.

- ✓ Inserendo nell'induttore materiali ferromagnetici si ottiene un ottimo trasferimento di energia tra generatore e carico. Pertanto ad elevate potenze d'uscita corrisponde un minimo riscaldamento dell'apparecchiatura. Caricando invece l'induttore con materiali amagnetici la potenza d'uscita risulta, a parità di condizioni di funzionamento, minore: il rendimento del sistema diminuisce e la dissipazione di calore aumenta. In tal caso è necessario aumentare il numero di spire dell'induttore e, se possibile, migliorare l'accoppiamento carico-induttore. Per casi specifici il Costruttore consiglia l'utilizzo di generatori realizzati appositamente per lavorare con carichi amagnetici (acciaio inossidabile, rame, alluminio...).

- ✓ Per aumentare il rendimento l'induttore deve essere realizzato con tubo di rame elettrolitico di sezione tonda o quadra.

- ✓ La sezione interna del tubo deve essere superiore ai 7 mm² e lo spessore non inferiore ad 1 mm

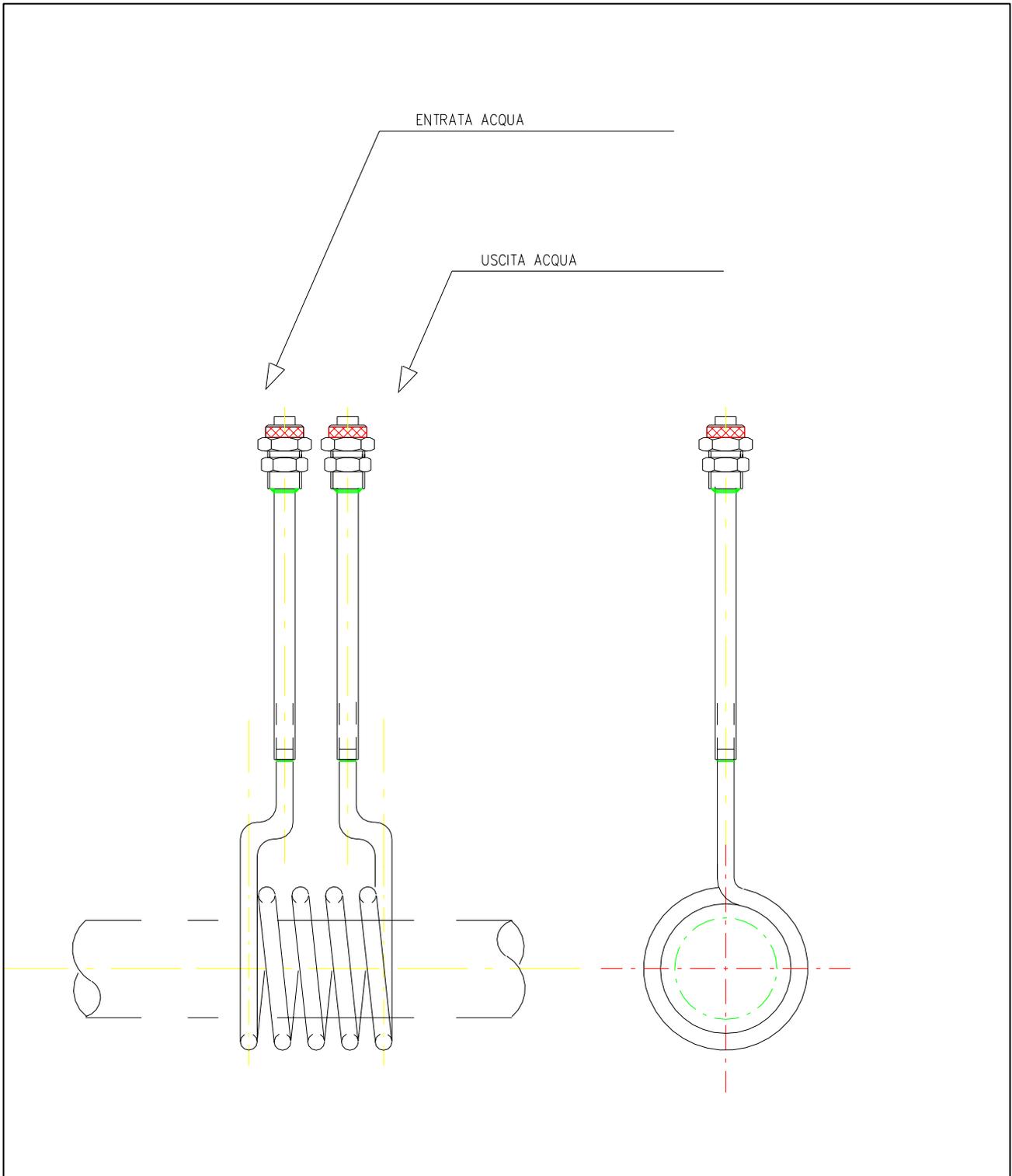


Figura 12.3: induttore



A1 SCHEMI ELETTRICI