



**SCS Static Control Systems**

Azionamenti elettronici e Automazione

## MANUALE UTENTE

**CONVERTITORE TRIFASE  
TOTALCONTROLLATO  
PER APPLICAZIONI GALVANICHE  
O IN BASSA TENSIONE**

**CT11-1940..4050VT  
CT11-2000..9000HT**

Mod. S04P01M05 Rev 00 NT437_01	Rev. 01	Data.: 13/10/03	Pag. 1/76
		Preparato da: V. PANZERI	Verificato da: F.MOLINELLI
		<i>VP</i>	<i>mf</i>

*Firme*

## CAPITOLO 0: INDICE E PRESCRIZIONI

<b>CAPITOLO 0: INDICE E PRESCRIZIONI .....</b>	<b>2</b>
0.1 Sicurezza .....	4
0.1.1 Compatibilità elettromagnetica.....	5
0.1.2 Prescrizioni generali per lo smaltimento dei rifiuti.....	6
0.1.3 Abbinamento filtro / convertitori trifase totalcontrollati per alimentazione di carichi ohmico induttivi .....	7
<b>CAPITOLO 1: DESCRIZIONE GENERALE.....</b>	<b>8</b>
1.1 Sigla d'identificazione .....	9
1.2 Segnalazioni delle protezioni .....	10
1.3 Diagnostica protezioni - barretta 10 led .....	11
1.4 Segnalazione relè .....	12
<b>CAPITOLO 2: TABELLA DI IMPIEGO .....</b>	<b>13</b>
<b>CAPITOLO 3: CARATTERISTICHE TECNICHE.....</b>	<b>14</b>
3.1 Caratteristiche elettriche comuni.....	14
3.2 Scheda di taratura e personalizzazione T-RT2.....	15
3.3 Trimmer di taratura.....	16
3.4 Selezioni di funzionamento .....	17
3.5 Reazione di tensione .....	18
3.6 Selezione delle protezioni e funzioni - DIPSWITCH SW.....	18
3.7 Amplificatore ausiliario .....	19
3.8 Scheda di regolazione RT2.....	19
3.9 Ingressi e uscite analogiche morsettiera X1.....	20
3.10 Comandi d'ingresso e d'uscita morsettiera X2.....	21
3.11 Ingressi e uscite di potenza .....	21
3.11.1 Morsetti vari.....	22
3.11.2 Morsettiera a 12 vie esterna X5.....	22
3.11.3 Morsettiera 6 vie per collegamenti prevalentemente interni al convertitore X6.....	23
3.12 Ventilazione forzata e raffreddamento ad acqua esterna .....	23
<b>CAPITOLO 4: FUNZIONAMENTO .....</b>	<b>24</b>
4.1 Limite di corrente e regolazione in corrente .....	24
4.2 Immagine termica $I^2t$ .....	27
4.4 Gestione dei riferimenti e dei comandi.....	27
4.5 Relè driver OK.....	27
4.6 Relè immagine termica $I^2t$ .....	27
4.7 Relè di tensione $N \neq 0$ .....	27
4.8 Uscite per strumenti UDT, UI. ....	28
4.9 Uscita allarmi TX8 e ricevitore RX8 - connettore X3. ....	28
4.9.1 Uscite allarmi.....	28
4.9.2 Multiplexer delle uscite. Sistemi a più convertitori. ....	28
<b>CAPITOLO 5: INSTALLAZIONE - COLLEGAMENTI ELETTRICI.....</b>	<b>29</b>
5.1 Sistemazione meccanica del quadro - perdite elettriche.....	29
5.1.1 Ponti con raffreddamento ad aria forzata.....	29
5.1.2 Ponti con raffreddamento ad acqua .....	30
5.2 Collegamenti elettrici.....	32
5.2.1 Sezione dei conduttori.....	32

5.3 Collegamento rete. Trasformatore di potenza e controllo .....	33
5.3.1 Corrente magnetizzante all'inserzione.....	34
5.4 Collegamenti carico .....	35
5.4.1 Barre di collegamento del convertitore CT11-xxxxVT/HT .....	36
5.5 Collegamento eccitazione .....	36
5.6 Schermi e cavi di segnale .....	36
5.7 Potenziometro di riferimento .....	36
5.8 Contatto di abilitazione - AB.....	37
5.9 Reazione di tensione isolata. Trasduttore di tensione esterno TOV .....	37
5.10 Induttanze di rete - norme IEC146 .....	37
5.11 Induttanza di livellamento e disaccoppiamento.....	38
5.11.1 Collegamento dodecafase a 12 impulsi per ciclo, per correnti elevate.....	39
5.12 Collegamento terra .....	40
5.13 Passaggio da 50 Hz a 60Hz .....	40
5.14 Protezioni interne (elettromeccaniche).....	40
5.15 Dimensioni di ingombro e fissaggio .....	42
5.16 Schemi tipici di allacciamento .....	54
5.17 Riepilogo selezioni e impostazioni .....	60
<b>CAPITOLO 6: MESSA IN SERVIZIO .....</b>	<b>61</b>
6.1 Controllo montaggio e collegamenti.....	61
6.2 Controllo tensioni ausiliarie .....	62
6.3 Messa in marcia.....	62
6.4 Azzeramento tensione .....	64
6.5 Taratura limitazione di corrente.....	64
<b>CAPITOLO 7: MANUTENZIONE - RICERCA GUASTI - RICAMBI.....</b>	<b>66</b>
7.1 Manutenzione .....	66
7.2 Ricerca guasti .....	66
7.3 Ricambi.....	67
7.4 Schemi allegati.....	70

## 0.1 Sicurezza

Il convertitore del presente manuale, ai fini della sicurezza e dell'impiego specifico, è stato progettato e testato secondo quanto stabilito dalle norme CEI EN 60146-1-1, IEC1800-1, IEC1800-2.

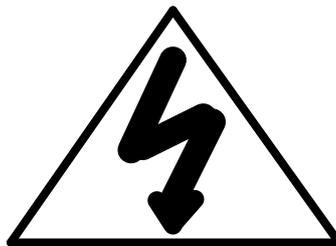


Le apparecchiature elettriche possono costituire un rischio per la sicurezza delle persone. L'utente finale è responsabile affinché l'installazione venga eseguita in conformità alle leggi e alle norme vigenti (es. legge 46/90, D.L. 626/94, norme CEI 64-8 e CEI EN 60204-1).

Vanno rispettate comunque le seguenti prescrizioni che non sono esaustive della materia:

- ◆ Prevedere sempre un sezionatore di rete che consenta l'accesso al convertitore in assenza di tensione
- ◆ In caso di energia immagazzinata, verificare le avvertenze sul manuale. Dopo aver sezionato il convertitore, attendere alcuni minuti prima di accedere alle parti in tensione (fare una verifica con il voltmetro).
- ◆ L'utilizzo del convertitore deve essere conforme a quanto descritto nelle specifiche tecniche di questo manuale.
- ◆ Nell'apparecchiatura, in cui il convertitore è impiegato, devono essere previste tutte quelle protezioni che evitano danni alle persone e/o cose in caso di eventuali guasti dello stesso.

La SCS declina ogni responsabilità per danni diretti o indiretti legati all'uso non conforme di questo convertitore.



### PERICOLO DI SCARICHE ELETTRICHE

**Senza previa autorizzazione scritta esplicita dalla SCS Static Control Systems nessun estratto di questo manuale può essere duplicato, memorizzato in un sistema d'informazione o ulteriormente riportato.**

**La SCS Static Control Systems si riserva il diritto di apportare, in qualsiasi momento, modifiche tecniche a questo manuale, senza particolari avvisi.**

### 0.1.1 Compatibilità elettromagnetica

I convertitori SCS sono adatti per il funzionamento in *secondo ambiente* (industriale). Non possono essere collegati a reti pubbliche di distribuzione a bassa tensione che alimentano edifici adibiti a scopi domestici; possono provocare interferenze a radio frequenza.

Se ne consiglia l'utilizzo rispettando le seguenti condizioni (esecuzione a regola d'arte):

- ◆ Installazione in quadro metallico con adeguata messa a terra.
- ◆ Disposizione distinta dei cavi di potenza e di comando per tutto l'impianto.
- ◆ Utilizzo di cavi con ampia schermatura per i segnali di comando e di potenza del carico.
- ◆ Collegamento equipotenziale delle masse.

Per maggiori dettagli esecutivi, consultare la Ns. guida NT247.

La verifica della conformità delle emissioni e immunità EMC alle norme di prodotto specifico e/o installazione ad esso applicabili compete al costruttore e/o installatore finale.

La SCS considera '*componenti*' i propri convertitori ed essi sono normalmente destinati alla '*distribuzione ristretta* (a clienti e/o utilizzatori competenti in materia di EMC).

In questo caso, ai fini della direttiva EMC 89/336 (compatibilità elettromagnetica), della guida applicativa della direttiva stessa e della norma di prodotto CEI EN61800-3 (Azionamenti elettrici a tensione variabile parte 3. Norma di prodotto relativa alla compatibilità elettromagnetica e ai metodi di prova specifici),

***non è prevista:***

- la dichiarazione di conformità
- la marcatura CE

Per consentire una maggiore commercializzazione il dimensionamento dei filtri EMC è stato previsto anche per soddisfare i limiti imposti dalle norme generiche di emissione e immunità per *secondo ambiente e distribuzione non ristretta* (indipendente dalla competenza EMC del cliente e/o utilizzatore).

In questo caso, se vengono rispettate completamente le modalità di installazione previste nella tabella abbinamento filtro / convertitore (vedi di seguito), la marcatura CE, presente nella targhetta di immatricolazione di questo prodotto, ha valenza sia per la direttiva CE LVD 73/23 93/68 (bassa tensione, sicurezza) che per la direttiva CE EMC 89/336 (compatibilità elettromagnetica).

In caso contrario la marcatura CE è valida solo per la direttiva LVD (bassa tensione, sicurezza).

### 0.1.2 Prescrizioni generali per lo smaltimento dei rifiuti



In ottemperanza alle direttive 1/156/CEE sui rifiuti e alle direttive 91/689/CE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e rifiuti da imballaggio, gli apparecchi di produzione e commercializzazione della SCS *possono* appartenere alle seguenti categorie secondo la classificazione CER:

CER 150100 150101, 150102, 150103, 150104, 150105 150106 Categoria imballaggi

CER 160199, 160200, 160201, 160202, 160205 Categoria rifiuti non specificati e apparecchiature elettriche ed elettroniche.

CER 160600, 160601, 160602, 160604, 160605 Categoria rifiuti non specificati, batterie ed accumulatori.

Tali prodotti vanno manipolati, conservati e/o smaltiti in discarica, nel rispetto delle legislazioni vigenti nel paese di destino, per lo smaltimento dei rifiuti.

La società SCS non è responsabile dell'uso fatto dall'utilizzatore dei prodotti da essa venduti.

### 0.1.3 Abbinamento filtro / convertitori trifase totalcontrollati per alimentazione di carichi ohmico induttivi

La SCS rispetta i limiti previsti dalle norme generiche per ambiente industriale, di emissione norma EN 50081-2 e d'immunità norma EN 50082-2 per i propri prodotti della serie **convertitori in c.c. trifasi totalcontrollati undirezionali** nelle seguenti condizioni :

- convertitore singolo in quadro metallico
- alimentazione tramite filtro EMC di rete (vedi abbinamento)
- induttanza di rete standard, a valle del filtro
- cavi carico di potenza e segnali schermati

Nota : i filtri indicati non presumono la compatibilità elettromagnetica degli apparecchi alimentati dal convertitore stesso. L'abbinamento è effettuato per analogia con la serie CT38xxx, essendo la struttura molto simile. E' opportuna una verifica dell'impianto completo.

#### **ABBINAMENTO FILTRO/CONVERTITORE**

**Filtri applicabili per tensioni di alimentazione fino a 480V  $\pm$  20% - 50 / 60Hz  $\pm$  4%**

<b>Convertitore tipo</b>	<b>Filtro tipo</b>	<b>Dimensioni LxHxP</b>
CT11-1950VT	SHFN3359-250-28	230x300x125
CT11-2520VT	SHFN3359-320-99	260x386x115
CT11-2940VT	SHFN3359-400-99	260x386x115
CT11-3300VT	SHFN3359-400-99	260x386x115
CT11-3750VT	SHFN3359-600-99	260x386x115
CT11-4050VT	SHFN3359-600-99	260x386x115
CT11-2000HT	SHFN3359-250-28	230x300x125
CT11-2600HT	SHFN3359-320-99	260x386x115
CT11-3000HT	SHFN3359-400-99	260x386x115
CT11-3400HT	SHFN3359-400-99	260x386x115
CT11-5200HT	SHFN3359-600-99	260x386x115
CT11-6000HT	SHFN3359-1000-99	280x456x170
CT11-7000HT	SHFN3359-1000-99	280x456x170
CT11-9000HT	SHFN3359-1000-99	280x456x170

L = larghezza      H = altezza      P = profondità

**ATTENZIONE** : Una configurazione diversa da quella ipotizzata dovrà essere verificata, agli effetti EMC, testando il sistema completo.  
 : L'abbinamento filtro/convertitore può essere limitato dalle prestazioni massime del filtro e/o del convertitore.  
 : Condizioni di prova: rete trifase nominale 4000V 50Hz.  
 : Le dimensioni sono indicative; consultare la documentazione tecnica di ogni costruttore.

: Il filtro indicato in tabella è previsto per una applicazione tipica con trasformatore stella/triangolo, con tensione al secondario di 50V e 400V al primario. Per tensioni diverse, devono essere calcolate le opportune tensioni e correnti con conseguente adattamento. Il filtro deve essere sempre inserito a monte del trasformatore di linea (lato primario).

**N.B. I filtri sono della SCHAFFNER.**

## CAPITOLO 1: DESCRIZIONE GENERALE

Il presente manuale costituisce una integrazione ai manuali più completi del prodotto CT38xxx-VT costituiti dai documenti NT099 (versione dettagliata) ed NT108 (versione ridotta), limitatamente alle applicazioni per cui il prodotto è stato progettato. Tutte le informazioni dettagliate sono contenute nei documenti suddetti.

I convertitori della nuova serie CT11...VT, CT11...HT sono destinati all'alimentazione di carichi ohmico-induttivi per applicazioni in impianti di tipo galvanico o per riscaldamento elettrico di media e grande potenza. La gamma di correnti nominali va da 1950 a 9000A in esecuzione compatta, e permette di coprire la quasi totalità delle applicazioni industriali in bassa tensione. L'esecuzione costruttiva è IP00. Per correnti superiori, si prevede il montaggio di gruppi identici in parallelo con doppio controllo e reattanze di disaccoppiamento.

La struttura compatta e modulare, utilizza schede standard di controllo per tutta la gamma, consentendo una gestione di magazzino, di produzione e di ricambi estremamente facilitate.

- ❖ **Il gruppo di controllo** standard, è separato da quello di potenza, che è assemblato direttamente nel quadro elettrico, essendo i collegamenti realizzati generalmente con barre in rame. La connessione tra potenza e controllo, è effettuata con un cavo di connessione, per i segnali ausiliari e le protezioni elettromeccaniche, mentre per i trasformatori di innesco, si utilizza un cavo flat in dotazione.
- ❖ **Il gruppo di potenza** prevede due serie costruttive, per una tensione di alimentazione massima di 110V+/-20% 50/60Hz.
  1. La serie **CT11-xxxxVT** prevede il raffreddamento in aria, tramite ventilazione forzata.
  2. La serie **CT11-xxxxHT** prevede il raffreddamento con acqua distillata o demineralizzata, di provenienza esterna, con le opportune protezioni di sicurezza per mancanza di portata e sovratemperatura del mezzo di raffreddamento.

Tramite comandi esterni (contatti o comandi da PLC tutti segnalati tramite Led) è possibile la gestione completa delle commutazioni dei riferimenti, dei comandi, delle selezioni degli ingressi e dell'uso della rampa.

Tutte le protezioni sono memorizzate singolarmente, segnalate tramite Led e comunicate all'esterno in forma parallela opto-isolata, o trasmessi in forma seriale. La scheda di regolazione è standard.

La scheda di personalizzazione e tarature, contiene tutte le regolazioni e selezioni con un amplificatore ausiliario configurabile a piacere. Alcuni circuiti e protezioni tipiche di applicazioni con motori in corrente continua, vengono escluse, ad esempio, circuito di calcolo dell'immagine termica, il controllo dell'eccitazione ed altro.

Elevata l'immunità ai disturbi di tipo industriale e agli errori tipici dell'operatore. Ingressi ed uscite sono protetti. L'innesco degli SCR è garantito con treni d'impulsi ad elevata energia. Per rendere il convertitore veramente completo e protetto, tutti i fusibili necessari alla parte di potenza sono montati internamente (ponte ad SCR, ventilazione, regolazione). La costruzione è conforme alle norme IEC 146, 146A, 146.2, VDE110b, CEI 1494-CT22-2 e racc. ANIE.

## 1.1 Sigla d'identificazione

Il convertitore è identificato da una sigla che ha il seguente significato :

CT 11-1950V T

| | | | |

| | | | |\_\_\_\_\_ T = Totalcontrollato (B6H)

| | | |\_\_\_\_\_ V = Ventilazione forzata

| | | |\_\_\_\_\_ H = Raffreddamento ad acqua

| | |\_\_\_\_\_ Corrente nominale (da 1950A a 9000A)

| |\_\_\_\_\_ Tensione di rete per il controllo (da 200V a 500V)

| |\_\_\_\_\_ CT11= Alimentazione della potenza fino a 110Vmax

|\_\_\_\_\_ CT = Convertitore trifase

**N.B.** Per reti nelle classi di tensione per l'alimentazione del circuito di regolazione, valgono le selezioni indicate sui manuali del CT 38... CT44... CT48...

L'alimentazione è sempre prevista **tramite due trasformatori**, sia per la potenza che per la regolazione, con fasi corrispondenti (es. Yd11)

Le tensioni di alimentazione per il circuito di controllo, comprendono le seguenti reti normalizzate che possono essere selezionate tramite cavallotti su PT2.

Rete...	480V+/-20%	460V+/-15%	500V+/-10%	“	0-4 su PT2 standard
	440V+/-20%	420V+/-15%	460V+/-15%	“	0-3 su PT2
	<b>380V+/-20%</b>	<b>415V+/-10%</b>		“	<b>0-2 su PT2</b>
	220V+/-20%	235V+/-10%	200V+/-10%	“	0-1 su PT2

**La selezione standard è quella del CT38.... (380V+/-20% 415V+/-10%)**

## 1.2 Segnalazioni delle protezioni

Tutte le protezioni sono riportate in uscita sul connettore X3 singolarmente tramite OPTO ed in forma seriale per connessione al ricevitore RX8. Il connettore X3 é sulla scheda di regolazione RT2. Ogni uscita di ogni singolo allarme, può pilotare un relè (vedi caratteristiche tecniche). All'interno, sono previste le protezioni contro l'inversione della polarità ed il diodo di recupero per carichi induttivi. Occorre provvedere esternamente l'alimentazione. Nei sistemi multi-convertitore, tali uscite possono essere messe in parallelo con un flat-cable (sono già disaccoppiate da diodi e opto-isolate) e gestite in multiplexer da un PLC.

Il connettore X3 a vaschetta tipo "D" a 15 poli é così composto:

Numero	Rif.	Descrizione
X3-1	OV	Massa analogica del circuito di controllo
X3-2	TX8	Uscita trasmettitore seriale per RX8
X3-3	N.C	Non connesso
X3-4	CP	Comune positivo delle uscite optoisolate
X3-5	Y-TH	Uscita protezioni termiche (PT, THL, AN, flussostato per CT11-xxxxHT)
X3-6	Y-ADT	Uscita allarme dinamo tachimetrica (ADT). <b>Escluso da SW1-4=ON</b>
X3-7	Y-AF	Uscita allarme fusibili (CA, AF, AFE)
X3-8	Y-CR	Controllo rete (mancanza fasi - 15V - 0K)
X3-9	N.C	Non connesso
X3-10	N.C	Non connesso
X3-11	CN	Comune negativo (zero Volt) delle uscite optoisolate
X3-12	Y-ET	Uscita EXTERNAL TRIP (ET). Allarme esterno o sovra-temperatura acqua per CT11xxxxHT
X3-13	Y-MCE	Uscita mancanza campo (MCE). <b>Escluso da SW1-3=ON</b>
X3-14	Y-FS	Uscita guasto filtro sfioratore (FS)
X3-15	Y-SI	Uscita soppressione impulsi per sovracorrente (SI)

Tutte le protezioni inviate al connettore X3, vengono segnalate sulle prime 8 posizioni della barretta a led, e sono dotate di memoria, che può essere ripristinata o togliendo l'alimentazione (Power supply off) o tramite reset esterno (X2-8 RESET). Il reset é attivo solo se la causa che ha prodotto l'intervento non é più presente.

### 1.3 Diagnostica protezioni - barretta 10 led

Su tale barretta (Bargraf) sono riportate le 8 segnalazioni delle protezioni e le due segnalazioni dell'immagine termica I2t. Le segnalazioni hanno il seguente significato :

Pos.	Nome	Funzione	Descrizione
1	CR	Controllo rete. Se acceso:	Normalmente spento. Scheda T-TR2 non inserita correttamente Mancanza fase alimentazione Buco di rete $\geq 500\mu s$ Guasto alimentazione - 15V
2	SI	Soppressione impulsi. Se acceso:	Normalmente spento. Sovracorrente incontrollata $\geq 200\%$ IP Corto circuito sul carico e/o verso massa Corto circuito ponte di potenza Funzionamento in monofase (potenza)
3	AF	Allarme fusibili e controllo accensioni. Se acceso:	Normalmente spento.  Uno o più fusibili intervenuti Mancanza di una o più fasi di potenza Difetto di innesco di qualche SCR Irregolarità o instabilità eccessiva della corrente Marcia effettuata con carico scollegato Cavallotto (o segnalatore AF non chiuso) tra X6-1/X6-2 Cavallotto (o segnalatore AF non chiuso) tra X5-7/X5-8 Alimentazione di potenza mancante
4	FS	Filtro sfioratore. Se acceso:	Normalmente spento. Guasto dell'eventuale filtro sfioratore Fusibili (trip) del filtro FS intervenuti Cavallotto tra X6-4/X6-3 non presente
5	ADT	Allarme dinamo tachimetrica.	Normalmente spento ed escluso
6	MCE	Mancanza eccitazione.	Normalmente spento.ed escluso
7	TH	Protezioni termiche. Se acceso:	Normalmente spento. Sovra-temperatura radiatore e/o ambiente Intasamento radiatore Ventilazione insufficiente o mancante Contatto anemometrico o contatto del flussostato non chiuso tra X5-9/X5-10 Flussostato esterno che segnala insufficiente portata del flusso dell'acqua di raffreddamento <b>(solo per CT11-xxxxHT)</b>

Pos.	Nome	Funzione	Descrizione
8	ET	Arresto esterno (External Trip). Se acceso:	Normalmente spento  Cavallotto (o contatto) aperto tra X5-5/X5-6 Allarme esterno intervenuto Sovra-temperatura acqua esterna <b>(solo per CT11-xxxxHT)</b>
9	I>In	Livello corrente nominale.	Normalmente spento. <b>Funzione esclusa da SW1-8=ON</b>
10	I2t	Immagine termica I2t:	<u>Normalmente acceso.</u> <b>Funzione esclusa da SW1-8=ON</b> Indica che il relè I2t (morsetti X2-17/X2-18) é eccitato.

#### 1.4 Segnalazione relè

Ogni relè se eccitato, é segnalato dal relativo Led.

Relè	Led	Colore	Descrizione
RL3	OK	VERDE	<u>Driver OK.</u> Normalmente acceso e relè eccitato se tutte le protezioni sono OK
RL2	I2t	ROSSO	<u>Protezioni termiche OK.</u> Montato sulla 10 <sup>a</sup> posizione della barra a led. Normalmente acceso e il relè é eccitato, se l'immagine termica é OK. <b>Funzione esclusa da SW1-8=ON.</b>
RL1	N=O	GIALLO	<u>Tensione di uscita diversa da zero</u> o superiore alla soglia impostata. Acceso solo in marcia e/o con circuito di controllo abilitato.

## CAPITOLO 2: TABELLA DI IMPIEGO

Convertitore	Corrente Uscita	Tensione uscita		Potenza uscita		Dimensioni			Peso	Ind. Rete	
	A dc(1)	V dc(2)		Kw (3)	Kw (4)	mm (5)			Kg	Cod. (6)	Cod. (7)
	In	Ingresso 3x50v	Ingresso 3x110v	Ingresso 3x50v	Ingresso 3x110v	L	H	P	(5)		
CT11-1950VT	1950	55	122	107	237	500	860	295	80	LT48	LT130
CT11-2520VT	2520	55	122	138	307	620	884	370	110	LT48	LT131
CT11-2940VT	2940	55	122	161	358	620	884	370	110	LT49	LT132
CT11-3300VT	3300	55	122	181	407	712	945	395	150	LT50	LT132
CT11-3750VT	3750	55	122	206	457	784	1110	515	170	LT51	LT133
CT11-4050VT	4050	55	122	222	494	784	1110	515	170	LT51	LT133
CT11-2000HT	2000	55	122	110	244	460	524	391	43	LT48	LT130
CT11-2600HT	2600	55	122	143	317	610	550	435	62	LT49	LT132
CT11-3000HT	3000	55	122	165	366	610	550	435	62	LT49	LT132
CT11-3400HT	3400	55	122	187	414	610	550	435	62	LT50	LT132
CT11-5200HT	5200	55	122	286	634	750	589	536	120	LT54	LT134
CT11-6000HT	6000	55	122	330	732	750	614	536	145	LT55	LT134
CT11-6500HT	6500	55	122	357	793	750	614	536	145	LT55	LT135
CT11-7000HT	7000	55	122	385	854	750	699	631	243	LT55	LT135
CT11-9000HT	9000	55	122	495	1098	750	737	631	258	LT56	LT137

### NOTE

- 1 Corrente di uscita in servizio continuo S1 senza sovraccarico, secondo IEC146 - a  $T_a 50^\circ\text{C}$  per CT11-xxxxVT, ed  $@T_{H2O} 30^\circ\text{C}$  per CT11-xxxxHT ( $@T_{H2O} 28^\circ\text{C}$  per CT11-9000HT).
- 2 Tensione di uscita per rete di potenza 3x110 e 3x50V +/- 10% secondo IEC146.
- 3 Potenze tipiche di uscita, con rete di potenza 3x110V +/- 10%.
- 4 Potenze tipiche di uscita, con rete di potenza 3x50V +/- 10%.
- 5 Solo gruppo potenza senza collegamenti. Il gruppo di controllo è standard, ed ha dimensioni L=280, H=385, P=230, cavo escluso. Vedi cap. 5.15 per i dettagli.
- 6 Induttanze di rete tipiche con rete di potenza 3x50V +/- 10% e tensione di linea 3x400V 50/60Hz.
- 7 Induttanze di rete tipiche con rete di potenza 3x110V +/- 10% e tensione di linea 3x400V 50/60Hz..

## CAPITOLO 3: CARATTERISTICHE TECNICHE

### 3.1 Caratteristiche elettriche comuni

- Alimentazione: secondo norme IEC 146 - par. 131
- Alimentazione standard del circuito di controllo 3X380V +/-20%, tramite opportuno trasformatore dello stesso tipo impiegato per la potenza (Yd11 secondo VDE 0532). Potenza minima 50VA 50/60Hz
- Tensioni di alimentazione selezionabili: 3x220V, 380V, 440V, 480V  $\pm 20\%$  con cambio tensioni interno. Tensioni applicabili 200V  $\pm 10\%$ , 235V  $\pm 10\%$ , 415V  $\pm 10\%$ , 420V  $\pm 15\%$ , 460V  $\pm 15\%$ , 500V  $\pm 10\%$ .
- Terna a sequenza casuale, **in fase con la potenza.**
- Limiti massimi e minimi dell'alimentazione del circuito di controllo:

presa 220V : da 176V a 264V

presa 380V : da 304V a 456V

presa 440V : da 352V a 528V

presa 480V : da 384V a 576V

- Alimentazione standard del circuito di potenza (3x6V...110V)  $\pm 10\%$  max tramite opportuno trasformatore (Yd11 secondo VDE 0532 oppure Yd11/Yy11 se dodecafase)
- Tensione massima del circuito di potenza 3x110V  $\pm 10\%$
- Frequenza 50Hz  $\pm 4\%$  oppure 60Hz  $\pm 4\%$  (selezionabile con SW1-6)
- Ventilazione forzata: 220V monofase 50/60 Hz solo per i tipi CT11-xxxxVT
- Raffreddamento ad acqua distillata o demineralizzata, a circuito chiuso esterno, solo per i tipi CT11-xxxxHT.
- Temperatura di funzionamento o di riferimento: da 0°C° a 50°C° effettivi (interno quadro) alla corrente nominale. (0°C°...40°C° solo per CT11-9000HT)
- Temperatura massima di funzionamento: 65° con declassamento di 1,25% per ogni grado da 50° fino a 65°, per la serie CT11-xxxxVT
- Temperatura di stoccaggio : da -25° a + 85° senza condensazione
- Temperatura massima dell'acqua di raffreddamento 30°C° (per CT11-xxxxHT).
- Temperatura massima dell'acqua di raffreddamento 28°C° (solo per CT11-9000HT).
- Temperatura minima dell'acqua di raffreddamento 5°C° (solo per CT11-xxxxHT).
- Portata minima 30 .. 60l/minuto con prevalenza minima di 50 ... 55mm di colonna di H2O (vedi tabella, cap. 3.12 solo per CT11-xxxxHT).
- Condizioni ambientali: ambiente industriale normale secondo IEC 146 - par. 134 e 135 e IEC 68
- Umidità : < 50% con temperatura ambiente da 20° a 45° <90% con temperatura ambiente <20° senza condensa. Altre condizioni secondo IEC 68-2/3 DIN 40040F
- Variazioni della temperatura: in regime lento secondo IEC 68-2/2 e 68-2/14
- Grado di protezione: IP00 secondo norme IEC 144 - DIN40050
- Isolamenti: conformi norme IEC 326 - VDE0110 GRC/B

- Ponte di alimentazione del circuito di potenza a 6 tiristori (Graetz trifase B6H) a sei impulsi per ciclo.
- Funzionamento completo a 1 quadrante per carichi ohmico induttivi.
- Altitudine < 1000m.s.l.m. con declassamento di 1,2% ogni 100m per altitudini superiori fino ad una altitudine max di 3000m.s.l.m. per raffreddamento ad aria (CT11-xxxxVT).
- Fattore di forma massimo 1,1.
- Caratteristica di regolazione: a doppio anello chiuso in serie: di corrente (TA) e di tensione (VA) tramite trasduttore TOV isolato esterno.
- Caratteristica adattativa tarabile con trimmer (P-COR, I-COR per l'anello di corrente, D-Vel, P-Vel, I-Vel per l'anello di tensione)
- Campo di regolazione tipico 1/20 con reazione di tensione
- Errore statico di tensione media con reazione di tensione tramite trasduttore TOV a transistori esauriti, esclusi gli errori del trasduttore di tensione:
  - ±0,1% della tensione massima per variazioni di carico dal 5% al 100%
  - ±0,5% della tensione effettiva per variazioni di rete del 20%
  - ±0,1% della tensione effettiva per ogni grado di variazione della temperatura ambiente da 0° a 65°.
- Tensione di riferimento interna +10V ±2% -20mA max, -10V ±2% -20mA max
- Potenziometro di riferimento: valore standard 5K (da 1K a 10K)
- Impedenza di ingresso del riferimento: 44K ± 2% (0,23 mA tipico)
- Comandi a logica positiva (standard +24V +20% 5mA) livello di immunità >13V@1,5mA. contatti o uscite PNP da PLC
- Uscite delle protezioni optoisolate, caricabilità 30mA/35V max
- Uscita seriale per connessione con ricevitore di allarmi Rx8
- Uscita a relè 5A/220V carico R, 3A/220V carico RL
- Uscite a disposizione +15V/20mA, -15V/20mA, +24V/100mA
- Uscite analogiche per segnalazioni di tensione e corrente, col segno effettivo; ±V max ±A max
- Circuiti ausiliari montati di serie:
  - Rampa di tensione: 2÷60 sec. (0,2÷6 sec in RAP) +a, -a indipendenti (RV)
  - Relè di tensione : tarabile da 0,5% al 120% (NR)
  - Corrente nominale dal 50% al 100%
  - Trasduttore di tensione esterno (TOV) - Amplificatore proporzionale (1/2 AP2).
- Protezioni e segnalazioni
  - Controllo rete (CR) - Soppressione impulsi (SI) - Controllo accensioni e allarme fusibili statico (CA+AF) – allarme esterno, oppure termostato sovra-temperatura acqua di raffreddamento (ET) – Sovra-temperatura radiatori, mancata ventilazione, portata dell'acqua di raffreddamento insufficiente (flussostato)

### 3.2 Scheda di taratura e personalizzazione T-RT2

Realizzata tutta con componenti passivi e/o di taratura ad eccezione dell'amplificatore ausiliario. É estraibile a connettore. Il convertitore é predisposto (salvo specifica richiesta) per una versione base corrispondente alla taglia prescritta. É in grado di fornire la corrente nominale senza sovraccarico per un tempo indefinito. Le posizioni standard di fornitura sono elencate nelle tabelle seguenti:

### 3.3 Trimmer di taratura

**N max** - Trimmer a 25 giri. Regolazione fine della tensione massima. Normalmente tarato per una tensione sull'ingresso EDT2 (oppure EDT1) di - 10V da trasduttore esterno (TOV)  
Campo di controllo con trasduttore esterno TOV, da 5V a 10V su ingresso EDT1, e EDT2, ed RDT1=RDT2= cavallotto (0-OHM).

**N min** - Trimmer a 1 giro. Regolazione della tensione minima.  
Trimmer a resistenza variabile da circa zero a 1K. Campo di controllo da 0 al 16,5% con potenziometro di riferimento esterno da 5K. Posizione standard al minimo.

**JOG** - Trimmer a 1 giro.  
Inviando i comandi J-AV o J-IND alla morsettiera X2-3/X2-4 é possibile tarare una tensione di marcia a impulsi tarabile da zero al 100%, uguale per entrambe le scelte. La tensione JOG va in somma algebrica al riferimento base. Posizione standard al minimo.

**+a, -a** - Trimmer a 1 giro di taratura del tempo di salita (+a) e del tempo di discesa (-a).  
Tempo standard tarabile da 2 a 60 sec. Inviando il comando RAP alla morsettiera X2-9 il tempo tarato da +a o -a, diventa 1/10 (da 0,2 a 6s). Altri rapporti a richiesta.

#### **+ I max - (non usato)**

**- I max** - Trimmer a 1 giro di regolazione della corrente massima di limitazione, corrispondente a riferimento di ingresso positivo. Campo di regolazione da 0 al 100% della corrente di taglia (es. da 0 a 1950A per CT11-1950VT). Per un uso corretto del convertitore si consiglia di non ridurre la corrente al di sotto del 50% (consultare la SCS). Posizione standard al massimo.

**AZZ** - Trimmer a 25 giri per la taratura dell'offset dell'anello di tensione.  
Campo di controllo di +/- 0,6% dell'ingresso in tensione (standard). Con ingresso da generatore di corrente (E3) di 4/20mA, (SW1-7-ON, RAUX 22K), modificando la resistenza R-AZZ (R9) da 10 MOHM a 200K é possibile bilanciare la componente di 4mA. Posizione standard a 1/2 corsa.

**RXI** - Trimmer a 1 giro per la compensazione della caduta interna del carico (**non usato**). Posizione standard al minimo.

**D-Vel** - Trimmer a 1 giro per la taratura della compensazione derivativa dell'anello PID di tensione.  
Campo di controllo 0 : 100%. La rete di anticipo é formata da CT ed RD. Valori standard 1uF e 10K. Posizione standard al minimo.

**P-Vel** - Trimmer a 1 giro di taratura del guadagno proporzionale dell'anello PID di tensione.  
Campo di controllo da 1 a 10, corrispondente ad un guadagno da 5 a 50 (resistenza da 220K a 2M2). La costante di tempo é legata alla posizione del trimmer I-Vel. Posizione standard a 1/2 corsa.

**I-Vel** - Trimmer a 1 giro di taratura della costante di tempo (parte integrativa) dell'anello PID di tensione. Campo di controllo da 1 a 30 corrispondente ad un condensatore variabile da 2 a 60uF. Posizione standard 1/2 corsa.

**GA** - Consente la taratura fine del guadagno dell'amplificatore ausiliario. Non è applicabile nell'utilizzo differenziale, ruotando il trimmer in senso orario è come dividere il guadagno da 1 (standard) a zero (F.C orario)

**G2** - Trimmer a 1 giro per la taratura del guadagno della 2° rete PI stabilizzatrice dell'anello di tensione abilitata dal comando G2-ON (X2-7). Campo di controllo 0 : 100%. La costante di tempo é stabilita da R-Vel2 - C Vel2. L'inserzione del comando G2 ON, esclude la regolazione dei trimmer P-Vel - I-Vel.

**P-COR** - Trimmer a 1 giro per la taratura del guadagno proporzionale dell'anello PID di corrente, corrispondente al funzionamento con corrente continua (non intermittente). Posizione standard 1/2 corsa (2/3 corsa).

**I-COR** - Trimmer a 1 giro per la taratura del guadagno dell'anello PID di corrente, corrispondente al funzionamento con corrente intermittente. Posizione standard 1/2 corsa.

**In** - Trimmer a 1 giro per la taratura del livello della corrente nominale (nel funzionamento con sovraccarico), a cui inizia il calcolo dell'immagine termica **(non usato)**. Posizione standard al massimo.

**TI<sup>2</sup>t** - Trimmer a 1 giro per la taratura del tempo di intervento dell'immagine termica. **(non usato)** Posizione standard al massimo.

**IE** - Trimmer a 1 giro per la taratura della soglia di intervento del circuito di controllo dell'eccitazione (MCE). **(non usato)**. Posizione standard al minimo.

**V0** - Trimmer a 25 giri per la taratura della soglia di intervento del relè di tensione. Campo di controllo dal 0,5% al 120% della tensione massima. Posizione standard al minimo.

### 3.4 Selezioni di funzionamento

Con 5 cavallotti asportabili é possibile selezionare le seguenti funzioni :

CV1-CV5	AR/DT	selezione reazione armatura/tachimetrica.
CV2	JCR/JSR	selezione JOG con rampa/senza rampa.
CV3	CR/SR	selezione utilizzo E1 con rampa/senza rampa.
CV4	-E1/E1	invio ingresso E1 all'amplificatore ausiliario con o senza
inversione		di segno.

JUMPER	POSIZIONE 1-2	POSIZIONE 2-3	STANDARD	NOTE
CV1	Reazione armatura	Reazione tachimetrica	<b>Reazione tachimetrica</b>	Vedi anche CV5
CV2	Comando JOG con rampa	Comando JOG senza rampa	Comando JOG con rampa	In somma al riferimento
CV3	rampa inclusa	rampa esclusa	Rampa inclusa	relativa a E1e al JOG
CV4	Invio ingresso E1 all'amplificatore ausiliario su T-RT2 senza inversione di segno	Invio ingresso E1 all'amplificatore ausiliario su T-RT2 con inversione di segno		Vedi schema e manuale di istruzione
CV5	Reazione armatura	Reazione tachimetrica	<b>Reazione armatura</b>	Vedi anche CV1
CVR	Riserva			

**Nota:**

La posizione di CV1 e CV5 indicata in tabella, **sembra errata**, ma è corretta, in quanto la reazione di armatura interna (CV1 - tensione) non è attuabile, e viene realizzata con il trasduttore esterno TOV.

**3.5 Reazione di tensione**

La scheda T-RT2 é normalmente predisposta per la reazione tachimetrica per CV1 e in reazione di armatura per CV5 (filtro sull'anello di tensione)

- a) Posizionare CV1 e CV5 come indicato sopra.
- b) Ruotare il trimmer N max al minimo (predisposizione di sicurezza).

**N.B.** Tarare N max al valore di -10V, solo dopo aver verificato la corretta predisposizione del trasduttore esterno TOV (es 55/10 oppure 122/10). La taratura del fondo scala di tensione, è fatta tramite il trimmer G del TOV. **Vedi cap. 5.9.**

**3.6 Selezione delle protezioni e funzioni - DIPSWITCH SW**

Con un DIPSWITCH ad 8 posizioni SW1- é possibile selezionare il funzionamento di alcune protezioni e funzioni e per simulare alcuni funzionamenti o test di start-up.

Legenda: SW1-2 = posizione 2 dello switch SW1

**SW1-1-ET** - Stabilisce se l'arresto esterno (External Trip) debba bloccare il convertitore oppure essere usato solo come segnalazione (multiplexabile); *impostato su OFF*.

**SW1-2-CA** - Abilita o esclude il circuito elettronico di controllo delle accensioni (allarme fusibili elettronico); *impostato su OFF*.

**SW1-3-MCE** – Escluso; *impostato su ON.*

**SW1-4-ADT** - Escluso; *impostato su ON.*

**SW1-5-SB** - Abilita o esclude la funzione di standby, gestita dal comando E2-ON. Consultare accuratamente le istruzioni del manuale; *impostato su ON.*

**SW1-6-FR** - Seleziona il funzionamento con rete a 50HZ o 60HZ.

**SW1-7-E3** - Seleziona il funzionamento dell'ingresso ausiliario tarabile E3, se in corrente (4/20mA) o in tensione (= 50V).

**SW1-8** – Seleziona la funzione dell'immagine termica (per CT38-xxx) Funzione esclusa; *impostato su ON.*

SWITCH	NOME	FUNZIONE	POSIZIONE ON	POSIZIONE OFF	STANDARD
SW1-1	ET	Arresto esterno	Solo segnalazione memorizzata	Arresto naturale con segnalazione	OFF
SW1-2	CA	Controllo accensione	Protezione esclusa (solo af esterno)	Protezione inclusa (abilitata)	OFF
SW1-3	MCE	Controllo eccitazione	Protezione esclusa	Protezione inclusa (abilitata)	ON
SW1-4	ADT	Allarme dinamo tachimetrica	Protezione esclusa	Protezione inclusa (abilitata)	ON
SW1-5	SB	Attesa	Funzione stand-by su e2 esclusa	Funzione stand-by su e2 abilitata	ON
SW1-6	FR	50 / 60Hz	Rete 60hz	Rete 50hz	OFF
SW1-7	E3	20mA / 10V	Carico 20ma su ing. E3 (510 ohm)	Ingresso e3 in tensione	OFF
SW1-8	----	Sovraccarico $I_n \cdot 1.5$	Calcolo sovraccarico $I_p = I_n \cdot 1.5$ escluso (vedi manuale istruzioni) posizione standard per CT11-xxxxVT/HT	Funzionamento standard del sovraccarico $I_p = I_n \cdot 1.5$ per 30 sec.	ON

### 3.7 Amplificatore ausiliario

Vedi NT108, NT099.

### 3.8 Scheda di regolazione RT2

Vedi NT108, NT099.

### 3.9 Ingressi e uscite analogiche morsettiera X1

Fanno capo alla morsettiera analogica X1 estraibile , cosi' composta :

Pin	Nome	Descrizione
X1-1	EDT1	Ingresso per reazione di tensione da TOV da 5 a 10V.
X1-2	EDT2	Ingresso per reazione di tensione da TOV da 5 a 10V.
X1-3	0V	Massa analogica del circuito di controllo (comune per TOV)
X1-4	0V	Massa analogica del circuito di controllo a disposizione per riferimenti
X1-5	R0	Minimo del potenziometro di riferimento (tensione minima)
X1-6	E1	Ingresso base, normalmente inviato all'ingresso della rampa tramite E1-AV, oppure invertito di polarità (E1-IND)
X1-7	+10	Alimentazione per potenziometri di controllo, caricabilità 20mA
X1-8	E3	Ingresso ausiliario tarabile per ingressi in corrente (20mA) e/o di correzione (E3-ON)
X1-9	E2	Ingresso diretto al regolatore di tensione (E2-ON) con possibilità di stand-by solo ad N=0
X1-10	LA	Controllo esterno della limitazione di corrente (indietro solo per CT...TR 0...+10V - Non usato per CT11-xxxxVT/HT).
X1-11	LI	Controllo esterno della limitazione di corrente ( 0...-10V)
X1-12	-10V	Alimentazione per potenziometri di controllo, caricabilità 20mA
X1-13	UV	Uscita anello di tensione + 10V max + 4mA max
X1-14	CI	Ingresso anello di corrente (solo per CT...T) + 10V max 0,1mA
X1-15	UR	Uscita circuito di rampa + 10V max + 4mA max
X1-16	UI	Uscita analogica della corrente istantanea per strumenti o segnalazioni
X1-17	UDT	Uscita analogica della tensione istantanea per strumenti o segnalazioni
X1-18	OV	Massa analogica a disposizione (comune per strumenti di tensione e corrente)
X1-19	+15V	Alimentazione +15V -20mA max a disposizione
X1-20	-15V	Alimentazione -15V -20mA max a disposizione

Sezioni cavi di collegamento da 0,25mm a 1,5mm con puntale.

### 3.10 Comandi d'ingresso e d'uscita morsettiera X2

Sulla morsettiera X2 estraibile vengono portati tutti i comandi a livello logico, che possono essere contatti di relé o uscite statiche di tipo PNP (attive a livello 1) provenienti da un PLC. Tutti i comandi portati alla morsettiera X2, ad eccezione del comando "RESET" sono segnalati dai rispettivi LED GIALLI. Una parte della morsettiera contiene le uscite dei relé di segnalazione e su richiesta, l'uscita TX8 del trasmettitore seriale. La morsettiera é così composta:

Mors.	Comando	Led	Descrizione
X2-1	E1-AV	AV	Collegamento ingresso E1 normale (+) all'ingresso della rampa (interbloccato con E1-IND)
X2-2	E1-IND	IN	Collegamento ingresso E1 invertito all'ingresso della rampa (interbloccato con E1-AV)
X2-3	J-AV	JAV	Collegamento riferimento JOG avanti (interbloccato con J-IND)
X2-4	J-IND	JIN	Collegamento riferimento JOG indietro (interbloccato con J-AV)
X2-5	E2-ON	E2	Collegamento ingresso E2 (fisso) (diretto al regolatore di velocità) comando indiretto della funzione STANDBY
X2-6	E3-ON	E3	Collegamento ingresso E3 (ausiliario programmabile)
X2-7	G2-ON	G2	Cambio di guadagno dell'anello di velocità
X2-8	RESET	--	Ripristino delle protezioni
X2-9	RAP	RAP	Comando di cambio pendenza della rampa (rapida)
X2-10	RV	RV	Comando di abilitazione della rampa
X2-11	AB	AB	Comando di abilitazione al funzionamento del controllo
X2-12	+24P	--	Alimentazione per i comandi (protetta) ed eventuale RX8
X2-13	OV	--	Massa analogica (comune per uscite PNP da PLC) ed eventuale RX8
X2-14	N.C	--	Non collegato (oppure uscita TX8 su richiesta)
X2-15	N=O	C	Contatto relé di velocità tarabile (0,5-120%) contatto chiuso al superamento della soglia tarata
X2-16	N=O	N.A.	idem
X2-17	I2t	C	Contatto relé di segnalazione dell'immagine termica limite (contatto chiuso fino all'80% del tempo massimo tarato). Non usato su CT11-xxxxVT/HT.
X2-18	I2t	N.A.	idem
X2-19	OK	C	Contatto relé cumulativo di tutte le protezioni (contatto chiuso se OK)
X2-20	OK	N.A.	idem

### 3.11 Ingressi e uscite di potenza

L'alimentazione delle fasi di potenza R, S, T, é effettuata direttamente sulle sbarre; lo stesso vale per l'uscita A(+), H(-), in continua per il carico. Gli allacciamenti R, S, T, devono essere in fase coi collegamenti relativi al circuito di controllo (R in fase con RA, S in fase con SA, T in fase con TA).

Il convertitore funziona correttamente indipendentemente dalla sequenza delle fasi.

Dato che l'alimentazione della potenza è effettuata tramite un trasformatore (in genere Yd11, con primario a stella e secondario a triangolo, oppure Yd11/Yy11 nella configurazione dodecafase), anche il circuito di controllo deve essere alimentato da un trasformatore di tipo identico.

**Verificare sempre tramite oscilloscopio che le fasi di potenza e controllo siano corrispondenti.**

Su richiesta è disponibile un trasformatore standard, con primario a stella (400V +/-20% e due secondari, uno a triangolo, (Yd11) ed uno a stella (Yy11) codificato SCS, come **TR05**.

Sezioni cavi e barre di collegamento secondo norme CEI-IEC 448 - UNEL 35024-70

I restanti collegamenti sono effettuati direttamente sulla scheda PT2, in vari gruppi di morsetti.

### 3.11.1 Morsetti vari

RA	Alimentazione del circuito di controllo e dei sincronismi (in fase con la sbarra R di potenza)
SA	Come morsetto RA (in fase con la sbarra S di potenza)
TA	Come morsetto RA (in fase con la sbarra T di potenza)

Sezione cavi per RA, SA, TA da 1mm<sup>2</sup> a 4mm<sup>2</sup> con puntale.

+J -K	C~ C~
-------	-------

Non utilizzati

### 3.11.2 Morsettiera a 12 vie esterna X5

N°	Nome	Descrizione
X5-1	V1	Alimentazione monofase protetta da fusibili interni su PT2, per ventilatore di raffreddamento (solo per CT11-xxxxVT)
X5-2	V2	Come morsetto X5-1
X5-3	FN1	Uscita protetta per collegamento al ventilatore
X5-4	FN2	Come morsetto X5-3
X5-5	+24E	Morsetto di collegamento per arresto esterno (ET external Trip) o sovra-temperatura acqua di raffreddamento esterna (solo per CT11-xxxxHT)
X5-6	ET	Come morsetto X5-5
X5-7	AF	Morsetto di collegamento per eventuale segnalatore esterno di intervento fusibili
X5-8	AFE	Come morsetto X5-7
X5-9	+24E	Morsetto di collegamento per eventuale anemometro del ventilatore di raffreddamento (solo per CT11-xxxxVT) o flussostato (solo per CT11-xxxxHT)
X5-10	J1	Come morsetto X5-9
X5-11	J1	Morsetto di collegamento per eventuale termostato di sovra-temperatura (se non utilizzato quello interno)
X5-12	PT	Come morsetto X5-11

### 3.11.3 Morsettiera 6 vie per collegamenti prevalentemente interni al convertitore X6

N°	Nome	Descrizione
X6-1	+24E	Morsetto di collegamento per eventuale segnalatore elettromeccanico di intervento fusibili
X6-2	AFE	Come morsetto X6-1
X6-3	+24E	Morsetto di collegamento per eventuale segnalatore di avaria del filtro sfioratore
X6-4	FS	Come morsetto X6-3
X6-5	J1	Morsetto di collegamento della serie dei termostati di sovra-temperatura dei radiatori
X6-6	PT	Come morsetto X6-5

### 3.12 Ventilazione forzata e raffreddamento ad acqua esterna

I convertitori con ventilazione forzata (CT11-xxxxVT) necessitano di una alimentazione a 220V 50/60Hz monofase, da fornire esternamente. I fusibili di protezione del ventilatore, sono montati internamente. La potenza assorbita dipende dalla famiglia dei convertitori (vedi tabella seguente).

I convertitori con raffreddamento ad acqua distillata/demineralizzata (CT11-xxxxHT) necessitano di un raffreddamento a circuito chiuso (esterno), che possa garantire:

1. Una temperatura massima dell'acqua di raffreddamento in ingresso, minore o uguale a 30°C° (28°C°per CT11-9000HT) e superiore a 5°C°.
2. Una portata minima come indicata in tabella (considerando un collegamento indipendente per ogni SCR, con 6 entrate di acqua e 6 uscite).
3. Una prevalenza minima come indicata in tabella.
4. Opportuna segnalazione di allarme esterna, nel caso la portata fosse inferiore al minimo previsto. (contatto N.C. di un flussostato)
5. Opportuna segnalazione di allarme esterna, nel caso la temperatura dell'acqua di raffreddamento fosse superiore al massimo previsto. (contatto N.C. di un termostato)

**Tabella riepilogo raffreddamento**

Convertitore tipo	Ventilatore Tipo (2 in //)	Alimentazione (totale)	Rumorosità dBA	$\Delta T^{\circ}C^{\circ}$ In/out	Portata M <sup>3</sup> /h
CT11-1950VT	W2E170CF 23 01	1x230V 0.44A	62..65	13	900 m <sup>3</sup> /h
CT11-2520VT	W2E200CF 02 01	1x230V 0.48A	65..69	11	1450 m <sup>3</sup> /h
CT11-2940VT	W2E200CF 02 01	1x230V 0.48A	65..69	12	1450 m <sup>3</sup> /h
CT11-3300VT	W2E250CE 65 01	1x230V 1.02A	72..74	8	2600 m <sup>3</sup> /h
CT11-3750VT	W2E250CE 65 01	1x230V 1.02A	72..74	9	2600 m <sup>3</sup> /h
CT11-4050VT	W2E250CE 65 01	1x230V 1.02A	72..74	8.7	2600 m <sup>3</sup> /h

Convertitore tipo	Flusso di raffreddamento (acqua dist.)	Caduta di pressione mm H <sub>2</sub> O (totale)	Temperatura H <sub>2</sub> O in ingresso $^{\circ}C^{\circ}$	$\Delta T^{\circ}C^{\circ}$ H <sub>2</sub> O In/out	Portata Litri/min (singola)	Portata Litri/min (totale)
CT11-2000HT	Pompa esterna	50	30	2.5	5 l/minx6	30 l/min
CT11-2600HT	Pompa esterna	55	30	2.5	10 l/minx6	60 l/min
CT11-3000HT	Pompa esterna	55	30	2.5	10 l/minx6	60 l/min
CT11-3400HT	Pompa esterna	55	30	2.5	10 l/minx6	60 l/min
CT11-5200HT	Pompa esterna	55	30	3.5	10 l/minx6	60 l/min
CT11-6000HT	Pompa esterna	55	30	3.8	10 l/minx6	60 l/min
CT11-6500HT	Pompa esterna	55	30	4.0	10 l/minx6	60 l/min
CT11-7000HT	Pompa esterna	55	30	5.2	10 l/minx6	60 l/min
CT11-9000HT	Pompa esterna	55	28	5.9	10 l/minx6	60 l/min

**Nota:** La portata minima indicata in tabella, è considerando un collegamento indipendente per ogni SCR, con 6 entrate di acqua e 6 uscite. Se si adottano 12 entrate e 12 uscite, la portata deve essere doppia.

## CAPITOLO 4: FUNZIONAMENTO

### 4.1 Limite di corrente e regolazione in corrente

Vedi NT108, NT099.

Poiché l'uscita dell'amplificatore di tensione equivale al riferimento di corrente, un circuito limitatore di tale valore consente di controllare la corrente massima (gruppo di integrati IC33 - IC34). Il circuito di alta precisione viene controllato dal trimmer -I<sub>max</sub> limitando il valore della corrente di uscita da 0 al 100%. Collegando dei potenziometri esterni in grado di fornire una tensione variabile da 0 a -10V sull'ingresso LI (X1-11), è possibile controllare dall'esterno la limitazione di corrente senza escludere il trimmer interno. Un particolare circuito fa in modo di dare la prevalenza al valore minore impostato .

L'ingresso LA (X1-10) corrisponde al trimmer +I<sub>max</sub> (0+10V) (non usato)

L'ingresso LI (X1-11) corrisponde al trimmer -I<sub>max</sub> (0-10V)

Ovviamente nei convertitori CT11-xxxxVT/HT, essendo unidirezionali, il trimmer ed il circuito relativo a +Imax non sono operativi.

Tutta la serie CT11-xxxxVT/HT, normalmente è prevista senza sovraccarico. La corrente nominale è fornibile in servizio continuo. In particolari applicazioni, può essere utile utilizzare la funzione di sovraccarico, come nel caso del controllo standard utilizzato per i motori (vedi NT108 e NT099)

Poiché il valore della limitazione di corrente nella versione standard del circuito di controllo RT2 usato come per i CT38 (con SW1-( nella posizione OFF)... corrisponde a 1,5 volte la corrente nominale e nei sistemi in cui necessita un controllo esterno di corrente, o qualora non serve stabilire un sovraccarico transitorio per un tempo limitato, come nel caso del CT11-xxxx, si deve garantire la corrente massima in servizio continuo come valore nominale.

Se SW1-8 fosse nella posizione OFF, il convertitore raggiunto il 66,6% della corrente di limitazione inizierebbe a calcolare il sovraccarico e dopo un certo tempo andrebbe in protezione automatica di immagine termica  $I^2t$ . Infatti se 10V corrisponde alla Imax, e questa vale 1,5 volte la corrente nominale, si ricava

$$10V : I_{max} = X : I_n \Rightarrow X = 10 \frac{I_n}{I_{max}} = \frac{10}{1,5} = 6,66 \Rightarrow 66,6\%$$

cioè  $I_n = 0,666 * I_{max}$

Per evitare questo si può procedere in due modi:

1. Tramite controllo esterno, non superare mai i 6,6V
2. Adattare il convertitore ad un ingresso di controllo di 10V facendo in modo che il circuito di calcolo del sovraccarico venga escluso (standard per tutti i CT11-xxxxVT/HT).

**Il metodo 1**, nel caso di applicazione dei convertitori CT11-xxxxVT/HT viene adottato solo se SW1-8 è messo nella pos. OFF

**Il metodo 2** va applicato nel seguente modo.

- a) Spostare l'interruttore SW1-8 su T/RT2 nella posizione ON (esclude il circuito di calcolo dell'immagine termica). Tale posizione è già fissata normalmente in fabbrica per i CT11-xxxxVT/HT.
- b) Verificare che la corrente nominale del carico non superi la corrente nominale del convertitore (vedi 2. Tabella di impiego. - Es. 1950A per CT11-1950VT)

Lasciare il trimmer In nella posizione massima (F.C. orario). Modificare il valore delle resistenze di carico del trasduttore di corrente secondo le formule seguenti

In questo caso IN è la corrente del convertitore (valore nominale). Il metodo 2) non consente di avere più sovraccarico, essendo escluso da SW1-8.

Nelle applicazioni tradizionali é possibile ridurre la corrente di limitazione fino a metà della corrente massima, senza perdere eccessivamente come prontezza di risposta e stabilità del sistema, ruotando il trimmer -I<sub>max</sub> dal massimo fino a 1/2 corsa.

Tutti i convertitori CT11-xxxx sono previsti standard senza sovraccarico, e forniscono la corrente nominale di tabella in servizio continuo.

**Tabella applicativa resistenze di carico da applicare su scheda PT2. Valori indicativi.**

Convertitore	R19 (RTA1)	Potenza (W)	R20 (RTA2)	Potenza (W)	Valore calcolo RX	TA usato tipo
CT11-1950VT	47	5	39	5	20.5	TAS127 4000/1
CT11-2520VT	27	5	39	5	15.87	TAS127 4000/1
CT11-2940VT	27	5	27	5	13.6	TAS127 4000/1
CT11-3300VT	27	5	22	5	12.1	TAS127 4000/1
CT11-3750VT	47	5	39	5	21.33	TAS127 4000/1
CT11-4050VT	33	5	47	5	19.75	TAS127 4000/1
CT11-2000HT	27	5	82	2	20.0	TAS127 4000/1
CT11-2600HT	27	5	39	5	15.38	TAS127 4000/1
CT11-3000HT	15	10	120	1	13.33	TAS127 4000/1
CT11-3400HT	15	10	56	3	11.77	TAS127 4000/1
CT11-5200HT	33	5	33	5	15.38	TAU11 8000/1
CT11-6000HT	15	10	120	1	13.33	TAU11 8000/1
CT11-6500HT	33	5	22	5	12.3	TAU11 8000/1
CT11-7000HT	15	10	47	5	11.42	TAU11 8000/1
CT11-9000HT	18	10	18	10	8.88	TAU11 8000/1

I valori indicati sono previsti per fornire la corrente nominale standard (toll. +/- 5%)

Le resistenze indicate sono montate sulla scheda PT2 del gruppo di controllo CT11-REGT, appena sopra alla morsettiere X5.

Per modificare la corrente massima, ottenibile con un livello di controllo della limitazione di -10V tramite l'ingresso LI (X1-11) occorre modificare le resistenze di carico dei trasduttori secondo le formule seguenti:

Formula di calcolo per TA tipo TAS127-4000/1 (**NP=1; IN=IP**)

$$RX = \frac{RTA1 * RTA2}{RTA1 + RTA2} = \frac{40000}{NP * IN}$$

Formula di calcolo per TA tipo TAU11-8000/1 (**NP=1; IN=IP**)

$$RX = \frac{RTA1 * RTA2}{RTA1 + RTA2} = \frac{80000}{NP * IN}$$

**Nota:**

- ❖ Se le correnti reali, con il trimmer -I<sub>max</sub> al massimo, a causa delle tolleranze, sono inferiori al valore previsto, aggiungere in parallelo ad R19 (RTA1) oppure R20 (RTA2), un valore di resistenza opportuno.

- ❖ Se le correnti reali, a causa delle tolleranze, sono superiori al valore previsto, ridurre il trimmer - I<sub>max</sub> su T-RT2, fino al valore di corrente di taglia, e bloccare il trimmer -I<sub>max</sub> con tempera.
- ❖ La potenza indicata è quella minima suggerita.  $P_{\min} (W) = 100/R (OHM)$ . Dal valore di calcolo di P (W), applicare un incremento del 20% min.
- ❖ Per i convertitori CT11-xxxx, non è previsto sovraccarico (**IN=IP**).

#### **4.2 Immagine termica $I^2t$**

Vedi NT108, NT099.

Il circuito dell'immagine termica calcola la dissipazione del convertitore durante gli spunti di corrente. Nel caso dei convertitori CT11-xxxxVT/HT è escluso tramite SW1-8 (posizione ON)

#### **4.4 Gestione dei riferimenti e dei comandi**

Vedi NT108, NT099.

#### **4.5 Relè driver OK**

Il contatto normalmente aperto del relè OK, cumulativo di tutte le protezioni, è riportato alla morsettiera X2-19 / X2-20. Il contatto si chiude dopo 100mS (0,1s) circa, da quando arriva l'alimentazione al circuito di regolazione (morsetti RA, SA, TA su PT2) solo se tutte le protezioni sono OK. Tale contatto, può essere messo normalmente in serie alle sequenze di arresto del contattore principale K1, se potenza e controllo sono separate. Se potenza e regolazione sono alimentate contemporaneamente (parag. funzionamento), tale contatto non può essere messo direttamente in serie alla marcia, in quanto si chiude dopo che è arrivata tensione e tutto è OK. Occorre realizzare una sequenza di bypass temporanea, per consentire sia la marcia, sia l'arresto a seguito dell'intervento del relè di OK Driver.

#### **4.6 Relè immagine termica $I^2t$**

Il contatto del relè I<sup>2</sup>t è riportato alla morsettiera X2-18/X2-17. Nel caso dei convertitori CT11-xxxxVT/HT non è utilizzato.

#### **4.7 Relè di tensione N<sup>1</sup>0**

Il contatto del relè N=0 è riportato alla morsettiera X2-16/X2-15. Esso si chiude solo in marcia e/o con tensione presente sul carico, se essa è superiore alla taratura impostata dal trimmer V<sub>o</sub> della scheda T-RT2. Se il relè viene utilizzato per rilevare una tensione qualsiasi tra lo 0,5% e il 120%, la stessa soglia di scatto agisce anche sulla funzione STANDBY, la quale funziona correttamente solo a tensione molto basse. In tal caso, posizionare SW1-5 -ON per escluderla, oppure usare un relè di tensione esterno.

#### 4.8 Uscite per strumenti UDT, UI.

Vedi NT108, NT099.

- a) Uscita di tensione UDT. Al morsetto X1-17 é presente una tensione proporzionale alla tensione effettiva del carico. Tale tensione vale 10V quando la tensione é al 100% (qualunque sia la taratura del trimmer Nmax) ed ha la stessa polarità della tensione presente all'ingresso EDT1/2 (rispetto a 0V) ed é negativa normalmente. Lo 0V é accessibile al morsetto X1-18.
- b) Uscita di corrente UI. Al morsetto X1-16 é presente una tensione proporzionale alla corrente effettiva circolante nel carico. Tale tensione vale 10V quando la corrente é al valore di limitazione, e tale limite, imposto dal trimmer - I<sub>max</sub>, é fissato al finecorsa orario. Ciò corrisponde al 100% della corrente nominale. La polarità dell'uscita UI, é positiva.

Si può collegare uno strumento di tipo analogico (voltmetro) purché non assorba più di 1mA.

La tensione presente su X1-16 (UI) é proporzionale alla corrente effettiva del carico, e dipende dal rapporto di trasformazione dei trasduttori interni (TA) e dal carico ad essi collegato. Per risalire alla corrente circolante in uscita dal convertitore, si può utilizzare la formula

$$I_{dc} = \frac{V_{UI} * 4000}{RX * NP} (\pm 5\%) \text{ fino a } 3300A \text{ compresi,}$$

oppure

$$I_{dc} = \frac{V_{UI} * 8000}{RX * NP} (\pm 5\%) \text{ oltre } 3300A \text{ fino a } 9000A$$

dove:

- NP = N°. spire primarie nei TA (sempre NP=1, per la serie CT11-xxxxVT/HT)
- 4000 oppure 8000 = costante di trasformazione del TA (vale 4000/1 per TA IME 127B e 8000/1 per TA IME TAU11). Vedi tabella cap. 4.1.
- V<sub>UI</sub> = tensione presente al morsetto X1-16 (UI); in genere 10V. Il valore massimo é proporzionale alla posizione di -I<sub>max</sub>.
- RX = resistenza di limitazione su PT2 (parallelo di RTA1, RTA2; vedi formule cap. 4.1).

#### 4.9 Uscita allarmi TX8 e ricevitore RX8 - connettore X3.

Vedi NT108, NT099. Vedi cap. 1.2.

##### 4.9.1 Uscite allarmi.

Vedi NT108, NT099.

##### 4.9.2 Multiplexer delle uscite. Sistemi a più convertitori.

Vedi NT108, NT099.

## CAPITOLO 5: INSTALLAZIONE - COLLEGAMENTI ELETTRICI

### 5.1 Sistemazione meccanica del quadro - perdite elettriche

Vedi NT108, NT099.

#### 5.1.1 Ponti con raffreddamento ad aria forzata

Poiché il raffreddamento del convertitore é affidato alla libera circolazione dell'aria, (per le versioni CT11-xxxxVT) occorre fare particolare attenzione al montaggio. In particolare deve essere fissato verticalmente, con le viti previste dai fori della struttura, ad almeno 100mm da ogni altro corpo. Dal lato superiore deve esistere almeno una distanza di 200mm dalla chiusura superiore del quadro in modo da permettere la libera circolazione dell'aria. Nel caso di convertitori ventilati, lo spazio superiore deve essere lasciato libero o raccordato direttamente all'esterno dell'armadio. Nel caso di impedimento, potrebbero infatti crearsi dei gorghi d'aria che farebbero diminuire la resa dei ventilatori, provocando l'intervento delle pastiglie termiche sui dissipatori. Inoltre il convertitore deve essere su una piastra metallica in modo da garantire il caminetto di raccordo per la ventilazione naturale. Nella parte inferiore non devono trovarsi corpi ingombranti o che sviluppano calore (es. trasformatori, induttanze, resistenze). Il quadro deve essere provvisto di apposite feritoie per l'entrata/uscita aria o in genere, da uno scambiatore di calore opportuno. Infatti, come si può vedere nella tabella seguente, le potenze da smaltire, dovute alle perdite elettriche, possono essere considerevoli.

Ogni quadro ha una capacità di disperdere una certa quantità di calore; in pratica un quadro di circa 600X400X1200 é in grado di disperdere una quantità di calore che può bastare per un solo convertitore da 50A.

Nelle tabelle sono indicate le potenze dissipate, considerando un impiego alla corrente nominale; per correnti inferiori, si può fare una stima approssimata.

La potenza che dissipa un convertitore trifase total-controllato, vale circa:

$$W = 3,15 * I_n \text{ (fusibili esclusi)}$$

essendo W i watt totali ed  $I_n$  la corrente nominale a cui lavora.

Vanno poi aggiunte tutte le altre perdite, tra cui relè, trasformatori, fusibili ecc.

Tutte le perdite sono da smaltire verso l'ambiente essendo totalmente presenti nel quadro.

## 5.1.2 Ponti con raffreddamento ad acqua

I convertitori con raffreddamento ad acqua (CT11-xxxxHT) sono da assemblare nel quadro elettrico, per quello che riguarda le connessioni idrauliche. Il ponte è fornito con i soli attacchi dei tubi di raffreddamento per i radiatori ad acqua di ogni singolo SCR. L'acqua deve essere collegata in modo che entri nell'elemento superiore, ed esca da quello inferiore.

Occorre prestare particolare attenzione nell'assemblaggio, che deve essere fatto **con tubi isolati** (nylon, neoprene, ecc) rinforzati con maglia in tessuto, per resistere a pressioni di almeno 10 bar (10PN), che possono verificarsi accidentalmente.

Ogni singolo SCR è dotato di una piastra superiore ed una inferiore (anodo/catodo). Il collegamento dell'acqua può essere fatto in serie tra le due piastre, per un solo SCR. L'SCR superiore ed inferiore devono essere collegati separatamente ai tubi generali di ingresso ed uscita (collegamento parallelo). In sostanza ci saranno 6 tubi di ingresso e 6 tubi di uscita. E' possibile anche il collegamento parallelo, con 12 tubi di ingresso e 12 tubi di uscita. La sezione del tubo di raccolta, di ingresso e di uscita, deve essere almeno pari alla somma di tutte le rispettive sezioni.

Esempi:

1. Se la sezione di un elemento, è per un foro dell'attacco 1/4", (Diametro foro = 6,35mm; S = 31,7mm<sup>2</sup>) la sezione totale sarà 31,7x6 = 190mm<sup>2</sup>, corrispondente ad un tubo con foro di 15,5mm corrispondente a 3/4". Non esistendo uno standard tra 1/2" (12,5mm) ed 3/4" (19mm), si sceglie almeno il modello superiore.
2. Se la sezione di un elemento è per un foro dell'attacco 10/32", (Diametro foro = 7,93mm; S = 49,4mm<sup>2</sup>) la sezione totale sarà 49,4x6 = 296mm<sup>2</sup>, corrispondente ad un tubo con foro di 19,4mm corrispondente a 3/4" scarso. Essendo insufficiente il tipo da 3/4" si sceglie almeno il modello superiore (1/2").

Logicamente le sezioni dei tubi di mandata, e di scarico calcolate, sono le minime richieste. Installare sezioni almeno il 50% superiori, è consigliabile. Tali tubi possono essere metallici, ma in grado di garantire che il liquido di raffreddamento (H<sub>2</sub>O demineralizzata) non si inquina col tempo (es acciaio inox e non ferro, oppure bronzo).

I tubi **isolati** da usare, per i collegamenti ai radiatori, hanno diametro del foro sempre superiore, dovendo calzare sopra agli attacchi. Il bloccaggio dei tubi deve essere fatto con fascette metalliche auto-bloccanti, avendo cura che nessuna di esse vada a contatto con gli attacchi metallici, e/o le piastre di ogni singolo SCR, e non crei corto circuiti.

Tabella delle perdite elettriche

Convert. tipo	Perdite SCR (Kw)	Perdite fusibili (Kw)	Tipo di raffreddamento	Diametro tubi di raffreddamento singolo SCR	Diametro <b>minimo</b> tubo finale di mandata e scarico acqua
CT11-1950VT	4.0	0,63	ARIA F.		
CT11-2520VT	5.5	0,72	ARIA F.		
CT11-2940VT	6.0	0,79	ARIA F.		
CT11-3300VT	7.0	0,89	ARIA F.		
CT11-3750VT	8.0	1,1	ARIA F.		
CT11-4050VT	7.6	1,3	ARIA F.		
CT11-2000HT	5.8	0,71	ACQUA	foro 1/4" = 6,35mm	foro 3/4" = 19mm
CT11-2600HT	10.0	0,75	ACQUA	foro 10/32 = 7,94mm	foro 1" =25,4mm
CT11-3000HT	10.8	1	ACQUA	foro 10/32 = 7,94mm	foro 1" =25,4mm
CT11-3400HT	11.2	0,95	ACQUA	foro 10/32 = 7,94mm	foro 1" =25,4mm
CT11-5200HT	15.0	1,5	ACQUA	foro 10/32 = 7,94mm	foro 1" =25,4mm
CT11-6000HT	16.0	2,1	ACQUA	foro 10/32 = 7,94mm	foro 1" =25,4mm
CT11-6500HT	17.0	2,5	ACQUA	foro 10/32 = 7,94mm	foro 1" =25,4mm
CT11-7000HT	22.0	2,3	ACQUA	foro 10/32 = 7,94mm	foro 1" =25,4mm
CT11-9000HT	25.0	2,8	ACQUA	foro 10/32 = 7,94mm	foro 1" =25,4mm

**Nota:**

1/4" = 6,35mm; 10/32" = 7,94mm; 3/4" = 19mm; 1" = 25,4mm.

I diametri indicati, sono quelli interni dei raccordi uscenti dai singoli SCR e dei tubi di raccolta.

Per tubi da 1/4 si prevede un tubo in gomma o nylon dal diametro interno da 8mm, per calzare correttamente sul raccordo porta-gomma, mentre per il 10/32 sarà 11mm.

Le perdite (in watt), sono calcolate alla corrente nominale  $I_n$ . Per la serie CT11-xxxxVT si ottengono le perdite totali, sommando le perdite degli SCR con quelle dei fusibili, oltre a tutte le altre perdite (trasformatori, ecc.), che vengono interamente dissipate nel quadro.

Per la serie CT11-xxxxHT, le perdite degli SCR sono smaltite all'esterno del quadro dal raffreddamento ad acqua, e non contribuiscono all'incremento di temperatura all'interno di esso. Nel quadro, devono essere solo smaltite le perdite dei fusibili, oltre a tutte le altre perdite (trasformatori, ecc.).

Sommando tutte le perdite da smaltire, all'interno del quadro, si ricava quindi la potenza totale riscaldante. Un quadro in lamiera di ferro verniciato, in genere disperde secondo la seguente :

$$C = K * S \quad (K = Kcal * dT)$$

dove C sono le Kilo-calorie, K il coefficiente di trasmissione del calore ed S, la superficie totale disperdente; dT é il salto termico.

Se il salto termico interno-esterno é 10° (interno 50° esterno 40°) ed il coefficiente di trasmissione del calore aria-ferro-aria é 7 Kcal/m<sup>2</sup>, K vale 70 Kcal/m<sup>2</sup>.

Ovviamente, i Watt si trasformano in calore secondo la solita relazione :

$$1Kwatt = 860cal. \quad 1Kilo \text{ caloria} = \frac{Kwatt}{0,86}$$

Pertanto occorre calcolare, nel caso esistano più fonti di calore, la potenza reale da disperdere e se C é minore o uguale a KW effettivamente presenti, convertiti in K calorie. Se vengono inseriti più convertitori, con una corrente totale di 100A ed oltre, (che è sempre così nel nostro caso applicativo) occorre uno o più ventilatori di raffreddamento. La portata del ventilatore eventuale sarà :

$$Qm^3 / ora = \frac{300 * KW}{dT}$$

dove KW sono i KW risultanti (potenza totale - potenza dissipata del quadro) e dT il salto termico voluto (di solito 5°C con aria forzata). Normalmente si fa uso di scambiatori di calore, quando le potenze da smaltire sono rilevanti.

## 5.2 Collegamenti elettrici

Occorre tenere presente le indicazioni degli schemi del presente manuale e/o allegati al convertitore. Se per esigenze di impianto, occorre effettuare frequenti manovre di marcia-arresto, per prolungare la vita del contattore di marcia K1, é bene inserire un contatto ausiliario in serie a quello di blocco K1 allacciato fra i morsetti X2-12/X2-11.

Tale contatto blocca la regolazione quando é aperto e la sblocca quando é chiuso, assumendo in tal modo il ruolo di contatto di marcia-arresto.

L'apertura di tale contatto durante la marcia, consente il recupero in rete dell'energia induttiva del carico, se presente.

Alla marcia, quindi, prima si chiude il contattore di linea e poi si chiude il contatto di blocco, abilitando la regolazione, (al massimo il contatto di blocco può chiudersi contemporaneamente, mai prima).

All'arresto prima si apre il contatto di blocco (bloccando la regolazione), poi si apre il contattore di linea. In tal modo il contattore inserito dal lato primario, commuta la sola corrente magnetizzante. Sono comunque da evitare manovre frequenti, (è bene utilizzare il solo contatto di blocco, (comando AB X2-11) per il controllo del processo), in quanto la corrente magnetizzante di un trasformatore, può essere molto elevata all'inserzione

### 5.2.1 Sezione dei conduttori

Allacciare la rete di alimentazione ai morsetti di controllo RA, SA, TA con cavi di sezione compresa tra 1mm<sup>2</sup> e 4mm<sup>2</sup>, facendo particolare attenzione che sia corrispondente come voltaggio a quella segnata sulla targhetta del convertitore (vedi 1.1). I fusibili di protezione sono già montati sulla scheda (F1, F2, F3).

Sezione cavi per RA, SA, TA, da 1mm<sup>2</sup> a 4mm<sup>2</sup> con puntale o capicorda secondo norme CEI, IEC 448 - UNEL 35024-70. Altre morsettiere, vedi tabella seguente.

Convertitore	RA, SA, TA (mm <sup>2</sup> )	Mors X1, X2 (RT2) (mm <sup>2</sup> )	Mors X5, X6 (PT2) (mm <sup>2</sup> )
CT11-1950÷4050VT CT11-2000÷9000Ht	1÷4	0,25÷1,5	0,25÷1,5

### 5.3 Collegamento rete. Trasformatore di potenza e controllo

I convertitori della serie trifase totalcontrollati, CT11-xxxxVT/HT possono essere allacciati ad una rete con terna arbitraria. Come si può notare dagli schemi di allacciamento, è particolarmente importante che sia rispettata la corrispondenza delle fasi tra le barre di potenza (R,S,T) ed i morsetti di regolazione RA, SA, TA della scheda PT2. Cio' è ottenuto con l'impiego di trasformatori, **di tipo identico** per potenza e controllo, in modo da avere fasi corrispondenti. (es. Yd11 secondo VDE0532).

La scelta del trasformatore di potenza, dipende dall'applicazione. La tensione concatenata al secondario, non deve essere superiore a 110V. (vedi cap. 2- tabella di impiego).

L'impiego di un trasformatore di alimentazione del circuito di controllo, è necessario per compensare lo sfasamento del trasformatore di potenza, dato che in genere, esso è del tipo con primario a stella e secondario a triangolo (Yd11, sfasamento di 30°). *E' disponibile un trasformatore ausiliario standard – Cod. SCS TR05 (vedi 3.11 ingressi e uscite di potenza)*

La potenza minima del trasformatore di controllo, è di 50VA, (consigliato 100VA) ed il tipo deve essere identico a quello di potenza, così il controllo è riportato in fase, se le polarità costruttive degli avvolgimenti corrispondono. Si considera standard la tensione di 380V +/-20% (400V) come alimentazione del circuito di controllo (vedi 1.1 sigla di identificazione).

La fase che alimenta il morsetto di potenza R, a valle del contattore deve essere corrispondente a quella che alimenta il morsetto RA di controllo; la fase che alimenta il morsetto di potenza T, deve essere corrispondente a quella che alimenta il morsetto SA di controllo, la fase che alimenta il morsetto di potenza T, deve essere corrispondente a quella che alimenta il morsetto TA di controllo. I fusibili di protezione del ponte di potenza sono montati internamente.

Verificare sempre tramite oscilloscopio, isolato dalla rete di alimentazione, e dotato di sincronismo di linea (trigger line mode), la corretta corrispondenza delle fasi. Ad esempio si collega la massa su **S** ed il canale su **R** (sulla potenza), fissando una posizione della traccia sullo schermo; poi si sposta la massa su **SA** ed il canale su **RA** (regolazione), e si deve trovare sullo schermo, la stessa posizione della traccia, (anche se l'ampiezza del segnale è nettamente diversa), e così via.

Tale operazione, può essere fatta solo con un oscilloscopio come descritto (dotato di sincronismo di linea) e con l'uso di una sola traccia. Gli oscilloscopi a batteria, non possono eseguire tale controllo.

Non tutti i modelli di oscilloscopio sono adatti per tale controllo

Verificare, spostandosi su una fase che dovrebbe essere sbagliata, che appaia veramente come ci si aspetta, per controllare che il sincronismo dell'oscilloscopio funzioni correttamente.

Il contattore di marcia può essere inserito al primario dello stesso, ed inoltre occorre porre particolare attenzione a quanto detto sopra, controllando la polarità degli avvolgimenti del trasformatore di potenza e di controllo.

La corrente sulle barre R, S, T, che corrisponde alla corrente al secondario del trasformatore, è data dalla formula

$$I_{fase} = 0,816 * I_M * FF = 0,9 * I_M$$

dove :

- $I_M$  é la corrente nominale del carico ( $I_{dc}$ ).
- $FF$  é il fattore di forma (in genere vale 1,1).

Il trasformatore deve essere calcolato per la corrente effettiva  $I_M$  del carico.  
La tensione secondaria (trascurando le cadute degli SCR) è data dalla formula

$$V_{sec} = V_{dc} * 0,9$$

La potenza del trasformatore è data in base alle grandezze elettriche al secondario, secondo la formula:

$$P = I_{fase} * V_{sec} * \sqrt{3}$$

Nel caso di trasformatori a due secondari (uno a stella ed uno a triangolo) per applicazioni di ponti in parallelo, la potenza totale del trasformatore, è la somma delle potenze dei singoli secondari. In tale caso, occorrono anche due trasformatori per il controllo, (oppure un trasformatore a due secondari) dello stesso tipo usato per la potenza.

In sintesi, conoscendo la  $I_M$  e la  $V_{dc}$  si può ricavare la potenza del trasformatore (in VA) con la formula seguente, che tiene conto dei vari coefficienti:

$$P = I_M * V_{dc} * 1,4$$

Si consiglia di non impiegare, per le barre di collegamento, densità di corrente superiori a  $2A/mm^2$ . L'uso di barre in parallelo, è sempre una scelta opportuna. Rispettare le normative di fissaggio delle barre (es. UNEL 01431-72 e UNEL 01432-72).

### 5.3.1 Corrente magnetizzante all'inserzione

Il contattore di inserzione collegato al primario del trasformatore, deve essere dimensionato **in servizio AC3**, come per il comando diretto di un motore asincrono. E' noto infatti che la corrente di inserzione (corrente magnetizzante) di un trasformatore, può essere anche molto elevata (in genere 2..5 volte la corrente nominale, a causa dei fenomeni di isteresi del circuito magnetico. In alcuni casi possono manifestarsi anche fenomeni di squilibrio transitorio delle correnti assorbite in linea all'inserzione, con conseguente intervento delle protezioni generali sulla cabina di trasformazione.

Nel caso di potenze impiegate elevate, si può ricorrere all'espedito di limitare la corrente di inserzione tramite 3 resistenze limitatrici, con un contattore ausiliario, che poi viene by-passato tramite un temporizzatore, dal contattore principale, dopo alcuni istanti (0,1...0,5 Sec).

E' indicato al cap. 7.4 uno schema di applicazione tipico, applicabile anche per l'inserzione di un singolo convertitore.

In tale caso, il contattore principale K1 può essere dimensionato per la corrente termica in servizio AC1, mentre il contattore limitatore di inserzione, può essere di alcune grandezze inferiori, dato che la corrente che lo percorre, è solo transitoria, e si esaurisce in poche decine di millisecondi. E' comunque opportuno che esso sia dimensionato in servizio AC3.

Le resistenze devono essere dimensionate per una caduta di 10...20V alla corrente magnetizzante, che di solito vale 1%.....5% della corrente  $I_{pr}$  alla potenza nominale.

#### Esempio:

Con un trasformatore da 400KVA, si ha una corrente nominale, con rete a 400V, pari a circa  
 $I_{pr} = 400000/400/\sqrt{3} = 580 \text{ A}$

la corrente magnetizzante, supponendo sia del 2%, sarà  
 $I_{mag} = 580 \cdot 2 / 100 = 11,6 \text{ A}$

si ha una resistenza limitatrice, con una caduta di 10V, pari a:  
 $R = 10 / 11,6 = 0,86 \text{ OHM}$

La potenza dissipata al termine del transitorio, dalla resistenza, sarà  
 $P_n = 0,86 \cdot 11,6^2 = 110 \text{ W}$

Conviene sovradimensionare la potenza delle tre resistenze, (almeno  $5 \cdot P_n$ ) considerando che devono sopportare la corrente di magnetizzazione iniziale, con un sovraccarico di circa 100 volte la potenza nominale senza degradarsi nel tempo.

Utilizzando una resistenza commerciale da 1 OHM, la corrente sarà 10A, e la potenza dissipata, al termine del transitorio, sarà 100W, se la corrente magnetizzante è quella prevista. Si sceglie una potenza di 500W.

E' bene che le resistenze siano di costruzione robusta, in grado di sopportare sovraccarichi elevati (ad esempio, del tipo a nastro ondulato, o a filo ossidato, o in piattina)

La corrente massima all'inserzione, sarà teoricamente:  
 $I_{pk} = 400 / \sqrt{3} = 230 \text{ A}$ ,

ma si esaurisce esponenzialmente in poche decine di millisecondi.

E' sufficiente un contattore di inserzione che possa sopportare una corrente in AC3 di 20A.

Il timer di esclusione delle resistenze sarà tarato per 0,1...0,5 sec.

In sintesi, (supponendo una corrente magnetizzante  $I_p$  del 2%) si possono applicare le seguenti formule approssimate:

$$R = 500 / I_{pr}$$

$$P_n = 500 / R$$

**Nota:** vedi fig. 7.4.6 oppure richiedere lo schema **SE515** per i collegamenti e l'esempio di inserzione.

#### 5.4 Collegamenti carico

Allacciare i morsetti di potenza A (+) H (-), con i morsetti del carico (in genere +, -), utilizzando cavi o barre di sezione adeguata). Si consiglia di non impiegare densità di corrente, superiori a  $2 \text{ A/mm}^2$ . L'uso di barre in parallelo, è sempre una scelta opportuna. Rispettare le normative di fissaggio delle barre (es. UNEL 01431-72 e UNEL 01432-72).

#### 5.4.1 Barre di collegamento del convertitore CT11-xxxxVT/HT

Convertitore	Corrente nominale	Barre ingresso R,S,T (mm)	Fori collegamento	Barre di uscita A(+) H(-)	Fori collegamento
CT11-1950VT	1950	50x10	2x9	50x10	4x9
CT11-2520VT	2520	60x10	4x11	2x60x8	4x13
CT11-2940VT	2940	60x10	4x11	2x60x8	4x13
CT11-3300VT	3300	2x60x8	4x13	2x80x8	4x18
CT11-3750VT	3750	2x70x10	4x13	120x12	4x18
CT11-4050VT	4050	2x70x10	4x13	120x12	4x18
CT11-2000HT	2000	50x10	4x13	60x10	4x13
CT11-2600HT	2600	60x12	4x13	100x10	4x18
CT11-3000HT	3000	60x12	4x13	100x10	4x18
CT11-3400HT	3400	60x12	4x13	100x10	4x18
CT11-5200HT	5200	100x15	4x18	120x15	4x18
CT11-6000HT	6000	100x20	4x18	2x120x10	4x18
CT11-6500HT	6500	100x20	4x18	2x120x10	4x18
CT11-7000HT	7000	2x100x15	4x18	2x120x12	4x18
CT11-9000HT	9000	2x100x15	4x18	2x120x15	4x18

**Nota:** per il dettaglio delle posizioni delle barre e le relative quote vedi cap.5.15.

#### 5.5 Collegamento eccitazione

Non utilizzato. La protezione è esclusa da SW1-3 della scheda T-TR2 in posizione ON.

#### 5.6 Schermi e cavi di segnale

I fili di collegamento tra la morsettiera di controllo del convertitore ed il potenziometro di riferimento, il deviatore di polarità, il TOV, devono essere eseguiti con cavo schermato in guaina isolante, con tensione di isolamento conduttori, schermo, esterno, pari alla tensione di rete; la sezione minima di detti cavi é 0,25mm. Tutti gli schermi devono essere uniti insieme il più vicino possibile alla morsettiera di controllo ed allacciati ad una vite di terra (massa): dal lato opposto, ogni schermo deve risultare adeguatamente isolato.

Se esistono collegamenti brevi solamente all'interno del quadro é possibile adottare collegamenti intrecciati (TWISTED) a 2 a 2 oppure a 3 a 3 (solo per collegamenti inferiori a 2 metri).

I comandi non necessitano di schermatura (tutti i collegamenti di X2).

#### 5.7 Potenziometro di riferimento

Allacciare il morsetto X1-5 della morsettiera di controllo (oppure il morsetto X1-4 se non si desidera la tensione minima) al minimo del potenziometro (terminale 1 oppure CCW); il morsetto X1-6 al cursore del potenziometro (terminale 2, oppure S); il massimo del potenziometro (terminale 3 oppure CW); al

morsetto X1-7 (+10V) del convertitore. Se il riferimento proviene da sorgente esterna, il collegamento è diretto ai morsetti X1-4 (0V) e X1-6 (E1)

### **5.8 Contatto di abilitazione - AB**

Vedi NT108, NT099.

### **5.9 Reazione di tensione isolata. Trasduttore di tensione esterno TOV**

Verificare che la scelta del trasduttore sia corretta, e cioè che il fondo scala dell'ingresso sia quello previsto per la tensione da misurare (es. TOV 50/10 per una tensione di 50V max sul carico).

Le resistenze di ingresso del TOV (R1, R1A) sono dimensionate per 0,5mA, secondo la formula

$$R1 = R1A = Vdc / I (R \text{ in K-ohm, } Vdc \text{ in volt})$$

Verificare l'allacciamento della tensione di alimentazione dello stesso (110Vac ai morsetti 6, 7, oppure 220Vac ai morsetti 6, 8). Vedi manuale istruzioni del TOV NT411).

Allacciare i morsetti del carico (il più possibile vicino al carico effettivo, per compensare la caduta delle barre) ai morsetti 1 (-), e 2 (+) del TOV.

Allacciare i morsetti di uscita del TOV all'ingresso della scheda RT2 (morsetto 9 del TOV col morsetto X1-2 (oppure X1-1) della scheda RT2, e morsetto 10 del TOV col morsetto X1-3 della scheda RT2).

Verificare che sulla scheda T-TR2 le resistenze di taratura RDT1, RDT2 siano cavallottate (0-OHM)

Il trimmer di taratura Nmax, è normalmente tarato per una tensione di 10V su EDT1 (EDT2) corrispondente alla tensione massima. La taratura può essere solo ridotta fino al 50%, ma non aumentata; Il fondo scala della tensione massima, dipende dalla resistenze di ingresso del TOV (R1, R1A) e dalla taratura del trimmer G sul frontale dello stesso.

La tensione massima che il ponte di potenza può fornire tenendo conto di una tolleranza sulla variazione della tensione di rete (misurata alle bare R,S,T) del +/-10%, è data dalla formula:

$$Vdc = Vac * 1,14$$

Tale formula non tiene conto della caduta sulle connessioni di uscita, e delle cadute sugli SCR (mediamente pari a 3,15V).

### **5.10 Induttanze di rete - norme IEC146**

Qualora l'impianto su cui si trova il convertitore in oggetto, alimenta anche altri convertitori, questi potrebbero essere disturbati dalle deformazioni di rete prodotte dal primo. Per evitare ciò occorre disaccoppiare il convertitore della rete comune, interponendo in serie alle fasi di potenza tre induttanze di linea monofasi (oppure una induttanza trifase) che provochino una caduta di tensione dell'ordine del 2 % 3% della tensione di fase.

Dato che l'alimentazione di potenza è effettuata tramite trasformatore, l'induttanza di dispersione dello stesso, è normalmente sufficiente. In caso contrario, inserire le induttanze aggiuntive, sul primario del trasformatore, come indicato nella tabella del cap. 2. Sono indicati due tipi standard, per tensioni al secondario di 50V e di 110V, con tensione di linea standard 400V – 50Hz.

É da notare che tali induttanze, in genere non servono al convertitore, che impiega componenti ad elevata tecnologia, ma alla rete, affinché non si deformi (possono comunque servire anche al convertitore, in presenza di reti molto potenti o con elevati gradienti di tensione ( $dV/dt > 500 \text{ V/us}$ ). É importante che il circuito di controllo venga alimentato a monte della stessa;

La formula di calcolo della stessa é la seguente :

$$L = \frac{2,5}{100} * \frac{VL}{\sqrt{3}} * \frac{1}{2 * p * f * Iac * 0,816 * 1,1}$$

dove  $Iac$  é la corrente nominale in servizio continuo al primario del trasformatore (vedi cap. 2),  $VL$  la tensione di rete concatenata, ed  $f$  la frequenza.

Nelle tabelle di abbinamento, sono utilizzate induttanze già codificate, anche con cadute lievemente diverse dalla formula di calcolo.

### 5.11 Induttanza di livellamento e disaccoppiamento

Generalmente tale induttanza non viene impiegata, su ponti singoli, ma può occorrere in qualche caso per garantire il fattore di forma richiesto dall'applicazione.

Infatti il fattore di forma

$$F.F. = \frac{I_{efficace}}{I_{media}}$$

può raggiungere valori intollerabili, specie su carichi a resistenza variabile. Per una migliore definizione della stessa; si può far uso della seguente formula:

$$L_t = 0,36 \frac{VL}{I_n} \quad (\text{mH}) \quad \text{con } F.F. = 1,1$$

dove  $L_t$  é il valore totale dell'induttanza, compresa quella del carico,  $VL$  é la tensione alternata di rete, e  $I_n$  la corrente nominale del carico. Se il fattore di forma  $FF$  é diverso da 1,1 si ha

$$L_t = \frac{0,17}{\sqrt{FF^2 - 1}} * \frac{VL}{I_n} \quad (\text{mH})$$

per un  $F.F.$  di 1,05 il coefficiente é 0,53 anziché 0,36.

La  $L$  cercata sarà  $L = L_t - L_m$ , dove  $L_m$  é l'induttanza del carico (nel caso di carico resistivo, vale zero).

Nel caso di collegamenti di due o più ponti in parallelo, **l'induttanza è invece indispensabile** per garantire il disaccoppiamento tra i ponti, e la corretta ripartizione delle correnti e delle tensioni di commutazione. In tal caso, o si impiegano induttanze separate, oppure una sola a presa centrale se i ponti sono due. Vedi cap. 5.11.1

### 5.11.1 Collegamento dodecafase a 12 impulsi per ciclo, per correnti elevate

Nel caso di correnti elevate, (es. > 9000A), occorre necessariamente effettuare il parallelo tra vari ponti, utilizzando trasformatori opportuni, (con reattanza di disaccoppiamento), che possano anche produrre ulteriori vantaggi, come per esempio, avere in linea, una corrente a bassa distorsione. In tal caso è opportuno sfruttare le proprietà del collegamento a 12 impulsi, o dodecafase, che impiega trasformatori di potenza, con sfasamento al secondario 30° elettrici (es, stella triangolo).

E' buona norma, nel caso di applicazione con due ponti, costruire due trasformatori di tipo diverso, uno stella-stella ed uno stella-triangolo, per creare una corrente in rete a 12 impulsi per ciclo, (dodecafase) ottenendo così una minore distorsione di corrente in rete. Il primario può anche essere indifferentemente, a stella o a triangolo, ma la costruzione a triangolo non è economicamente conveniente. Anziché due trasformatori, si può impiegare un solo trasformatore con due secondari, (un secondario a stella, ed uno a triangolo) con primario a stella. Per il dimensionamento dei trasformatori, vedi cap. 5.3.

Nell'applicazione di ponti in parallelo, l'induttanza calcolata è quella di ogni singolo ponte.

Si consiglia di utilizzare un coefficiente minimo di 0.4 ( $FF \leq 1.1$ )

E' opportuno che ogni ponte sia utilizzato con la stessa corrente degli altri, e cioè, se occorre una corrente di uscita di 10000A si devono usare o due ponti da 5000A (5200A), o, per assurdo, 4 ponti da 2520A. Il numero di ponti, deve essere pari, in modo da realizzare solo configurazioni a 12 impulsi per ciclo (dodecafase) di tipo simmetrico. Si sconsigliano altre soluzioni ibride.

La formula di calcolo dell'induttanza indicata sugli schemi, considera un coefficiente tipico di 0,4 che produce un fattore di forma intermedio tra 1,1 ed 1,05, calcolato logicamente per la corrente massima.

Se occorre garantirlo a valori di corrente inferiore, dimensionare il valore di  $L_t$  alla corrente richiesta, garantendo comunque che l'induttore possa sopportare la corrente termica massima.

Nel caso di ponti dodecafasi e' usuale impiegare una sola induttanza a presa centrale anziché due induttanze separate.

Lo schema di collegamento è il seguente, dove si pone  $L_1 = L_2$ , e  $V_{ac}$  è la tensione alternata di alimentazione del ponte di potenza che deve essere la stessa sia per il secondario a stella che a triangolo. La differenza massima ammessa dalle norme, per una buona efficienza della configurazione dodecafase, è +/-5%.

Il valore ricavato di  $L_1$ , e di  $L_2$  si intende quello tra la presa di collegamento (un estremo), e la connessione della presa centrale. Se si intende il valore tra i due estremi (inizio  $L_1$ , fine  $L_2$ ), il valore dell'induttanza globale, vale  $L_t = 4 \cdot L_1$ .

La presa centrale dell'induttanza, deve essere predisposta in modo tale da poter collegare una barra di uscita con sezioni e correnti pari alla somma di  $I_1 + I_2$  (corrente doppia) (es. se  $I_1 = 9000A$  ed  $I_2 = 9000A$ ,  $I_u = I_1 + I_2 = 18000A$ ).

Il vantaggio dell'induttanza a presa centrale, è che può essere costruita su un nucleo unico, e le sue dimensioni sono pressoché identiche a quelle di una induttanza singola. Essa lavora a flusso circa nullo, nel caso di correnti bilanciate. Il dimensionamento è fatto per la corrente termica di un singolo ponte, e la corrente di saturazione può essere dimensionata in due modi diversi.. E' consueto, dimensionare la corrente di saturazione  $I_s$  ad un valore  $I_s = I_{th} + 10..20\%$ . In applicazioni speciali, quando si vuole avere una induttanza di valore più elevato a correnti basse (funzione di induttanza di livellamento) e ciò a volte, consente l'impiego di un nucleo più piccolo, si può dimensionare la corrente di saturazione anche a valori più bassi (In genere si fa  $I_s = 30..40\% I_{th}$ , dove  $I_{th}$  = corrente termica o efficace, e  $I_s$  = corrente di saturazione).

In ogni caso, si può costruire quindi una induttanza anziché due, con notevole vantaggio economico, mentre con induttanze separate, l'effetto compensatore dell'accoppiamento su un unico nucleo, non è possibile.

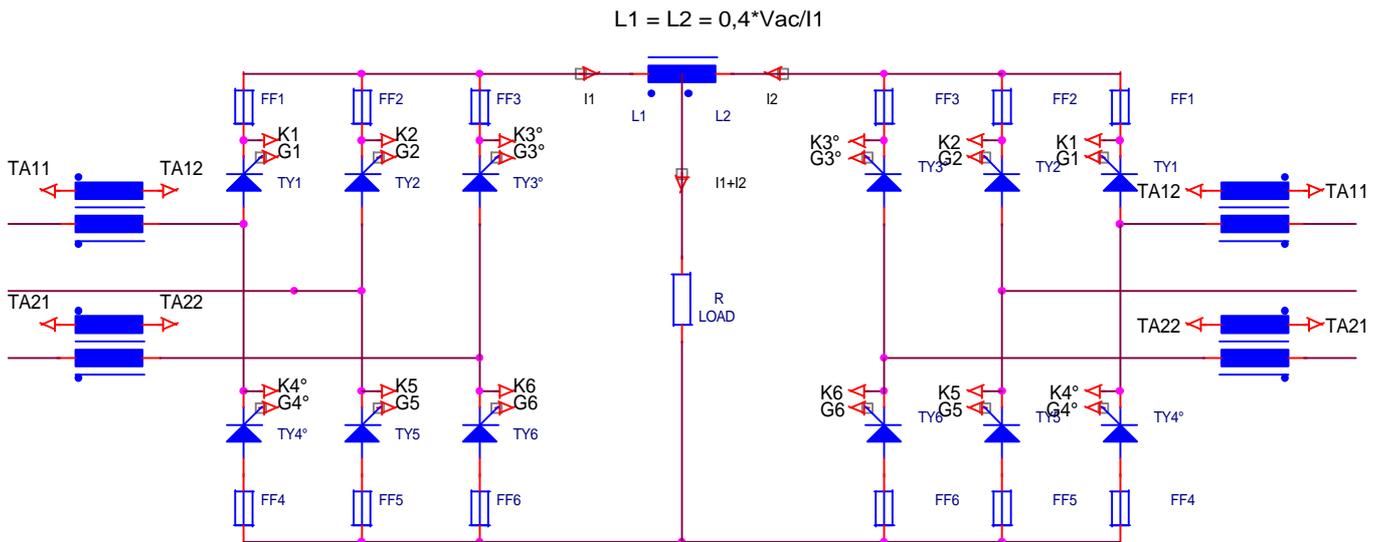


Fig. 5.11.1 Collegamenti indicativi per induttanza a presa centrale

### Funzionamento di principio.

Un convertitore, è considerato "master", e utilizza l'anello di tensione per il controllo della tensione di uscita. L'uscita dell'anello, diventa il riferimento di corrente, che viene richiesta alla varie unità da mettere in parallelo, opportunamente sfasate e disaccoppiate tramite induttanza di livellamento che svolge anche il ruolo di induttanza di commutazione.

Il gruppo di controllo principale, (master) che ha la reazione di tensione, è standard, mentre tutti quelli considerati "asserviti o slave", devono **avere il proprio anello di tensione escluso**.

Ciò è ottenuto **tramite l'apertura del punto di saldatura PS9 sui gruppi asserviti**, e il collegamento tra il morsetto X1-13 e relativi 0V di entrambi i gruppi (vedi schema SE609 fig. 5.16.4 e fig.7.4.5).

Ognuno dei gruppi "slave" utilizza il proprio anello di corrente, che funziona in modo indipendente, ma deve avere tempi di risposta pressoché identici a quelli del "master".

## 5.12 Collegamento terra

Al fine delle norme di sicurezza, collegare il morsetto di terra (giallo - verde) del convertitore col morsetto di terra del quadro, con un conduttore di sezione uguale a quelli di potenza del convertitore, per sezioni inferiori a 16mm<sup>2</sup>, per sezioni superiori consultare le normative in vigore.

## 5.13 Passaggio da 50 Hz a 60Hz

Il convertitore viene normalmente fornito per una rete a 50HZ, salvo diversamente richiesto. Per reti a 60HZ occorre spostare l'interruttore SW1-6 su T-TR2 sulla posizione ON. Non occorre effettuare alcuna taratura.

## 5.14 Protezioni interne (elettromeccaniche)

a) **Filtro sfioratore**: è un circuito di protezione della parte di potenza (SCR) ed ha principalmente lo scopo di eliminare le extra-tensioni che possono giungere ai tiristori della rete; è dotato di fusibili di protezione con segnalatore, che in caso di avaria dello stesso, premendo un micro-interruttore,

comandano l'arresto del convertitore (allarme FS). . La versione è unica, per tensioni di alimentazione fino a 110Vac. Un unico filtro è previsto in un gruppo, per correnti fino a 3400A nominali compresi. Per correnti superiori su ogni singolo gruppo, fino a 9000A, vengono impiegati due filtri collegati in parallelo sulle fasi R-R, S-S, T-T La segnalazione di guasto è collegata ai morsetti **X6-3 e X6-4** della scheda PT2, o ad un circuito generico di allarme, dopo aver effettuato la serie ai faston AC1\_AC2 - AC1\_AC2 dei micro-interuttori di segnalazione. Vedi schema (SE606).

b) **Pastiglia termica**: é montata sempre su tutti i convertitori, sui radiatori degli SCR. Segnala un surriscaldamento del ponte di potenza in caso di funzionamento difettoso del ventilatore o del raffreddamento ad aria oppure ad acqua (allarme TH), e viene collegata ai morsetti X6-5/X6-6 oppure X5-11/X5-12.

c) **Segnalatori intervento fusibili**: sono montati in genere su tutti i convertitori della famiglia. Sono costituiti da micro-fusibili con segnalatore montati in parallelo a fusibili principali; nel caso di fusione di un fusibile, interviene il micro-fusibile che preme col segnalatore il relativo micro-interuttore (allarme AF). L'eventuale segnalatore viene collegato ai morsetti X5-1/X5-2 oppure X5-7/X5-8. É già presente all'interno del convertitore, un circuito che verifica tutte le accensioni dei tiristori, le eventuali avarie, e quindi la circolazione equilibrata della corrente (simmetria delle fasi).

d) **Anemometro (anemostato)**: É un rilevatore di flusso d'aria e viene montato solo su convertitori CT11xxxVT con raffreddamento ad aria (allarme TH). Nei convertitori con raffreddamento ad acqua, è sostituito da un opportuno **flussostato**, o rilevatore di portata, al fine di verificare la portata minima del liquido di raffreddamento (acqua distillata o demineralizzata). Viene collegato ai morsetti X5-9/X5-10. Il contatto è normalmente chiuso, e si apre in condizione di allarme.

e) **Sovra temperatura acqua esterna- Termostato**

Nel caso della famiglia CT11xxx-HT con raffreddamento ad acqua, oltre alla sovra-temperatura dei radiatori degli SCR, deve essere controllata anche la temperatura dell'acqua di raffreddamento, che deve essere mantenuta nei limiti previsti (**max 30°C° fino a CT11-7000HT e 28°C° per CT11-9000HT**) tramite un opportuno **termostato esterno**, tarato per la temperatura massima consentita (vedi 2 tabella di impiego e 3.1 caratteristiche tecniche).

Il contatto è normalmente chiuso, e si apre in condizione di allarme.

La precisione della taratura del termostato, deve rientrare entro  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}^{\circ}$ .

### 5.15 Dimensioni di ingombro e fissaggio

Per tutti i convertitori, la circolazione dell'aria, é sempre dal basso verso l'alto, anche con ventilazione forzata. Ciò vale sia per il gruppo di regolazione che per la struttura del ponte di potenza.

I convertitori a raffreddamento ad aria forzata sono quelli della serie CT11-xxxxVT

Per i convertitori a raffreddamento ad acqua, (CT11-xxxxHT) il posizionamento è indifferente, anche se risulta naturale il montaggio in verticale.

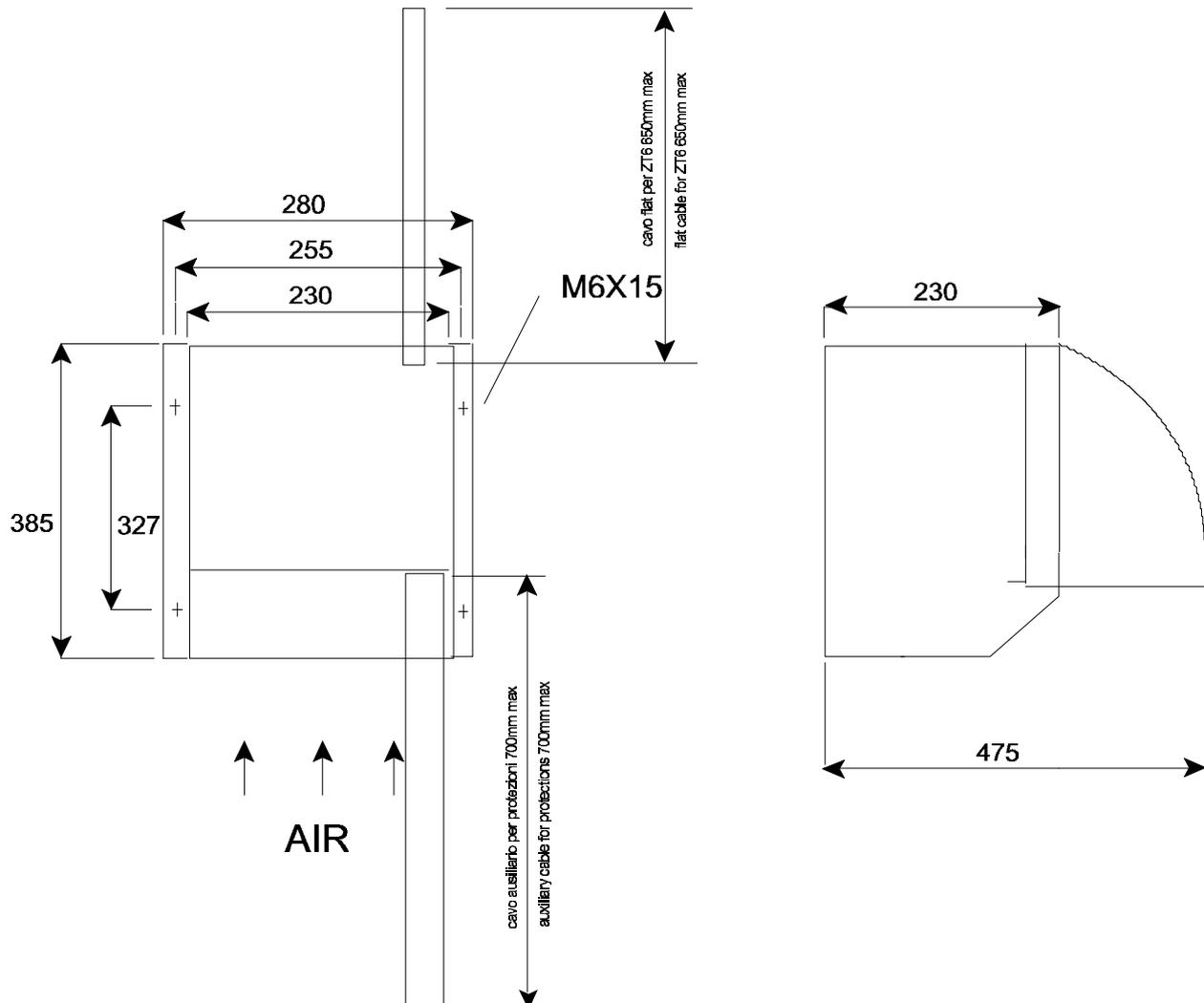


Figura 5.15.1 – Gruppo di regolazione CT11-REGT

#### Nota:

- Lunghezza cavo Flat 650mm max (standard); non inserire in canaline insieme a collegamenti di potenza e/o soggetti a disturbi. Per lunghezze superiori (max 2000mm) inserire in calza (guaina) schermata collegata alla terra del quadro (chassis, piastra) da un solo lato (lato gruppo di controllo)
- Lunghezza cavo ausiliario 700mm (standard)
- Peso 12Kg
- Distanza max (standard) tra parte di potenza e gruppo di controllo circa 500mm determinata dal cavo di collegamento standard (soluzione raccomandata).



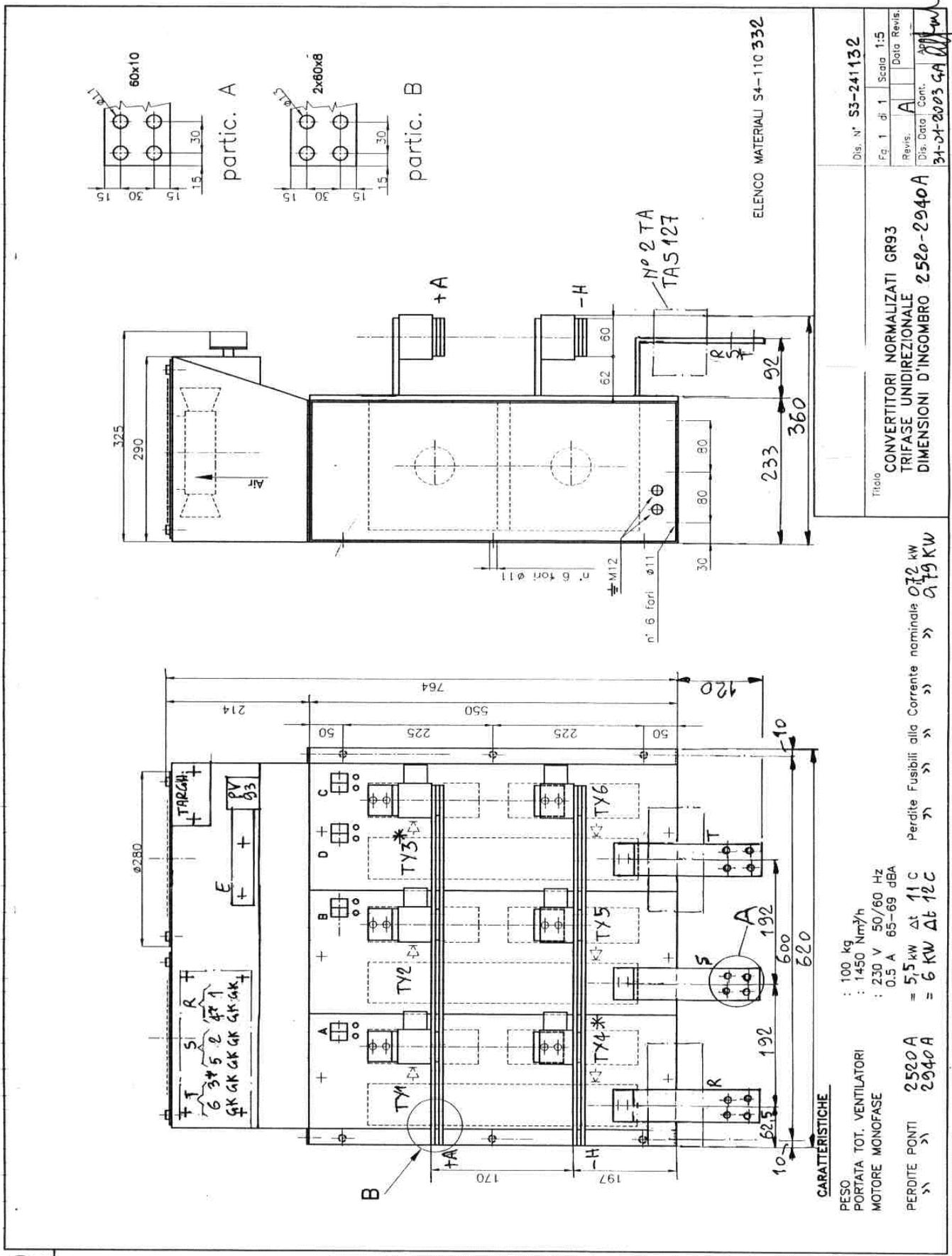


Figura 5.15.3 - Dimensioni - CT11-2520/2940VT

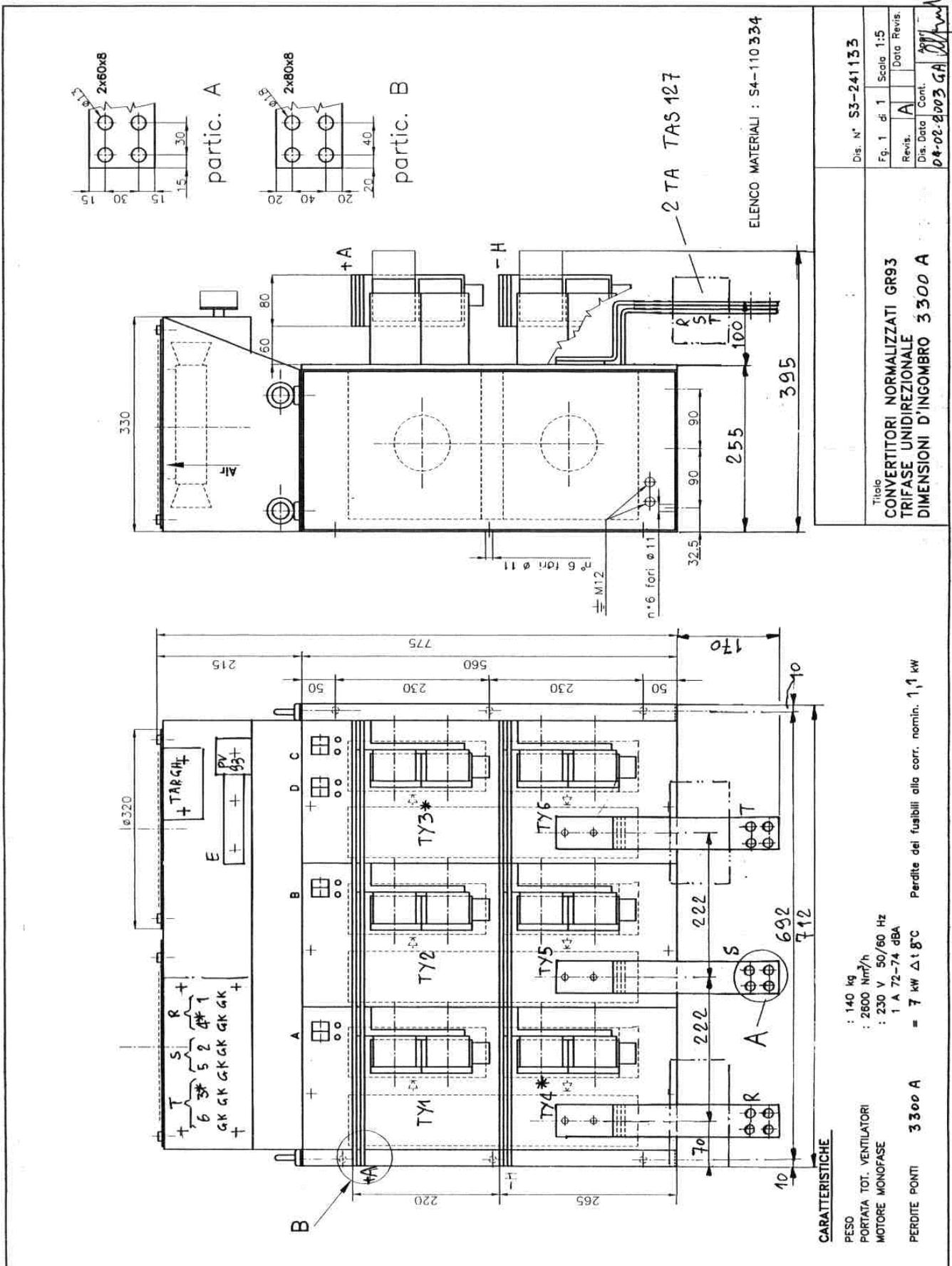


Figura 5.15.4 - Dimensioni - CT11-3300VT











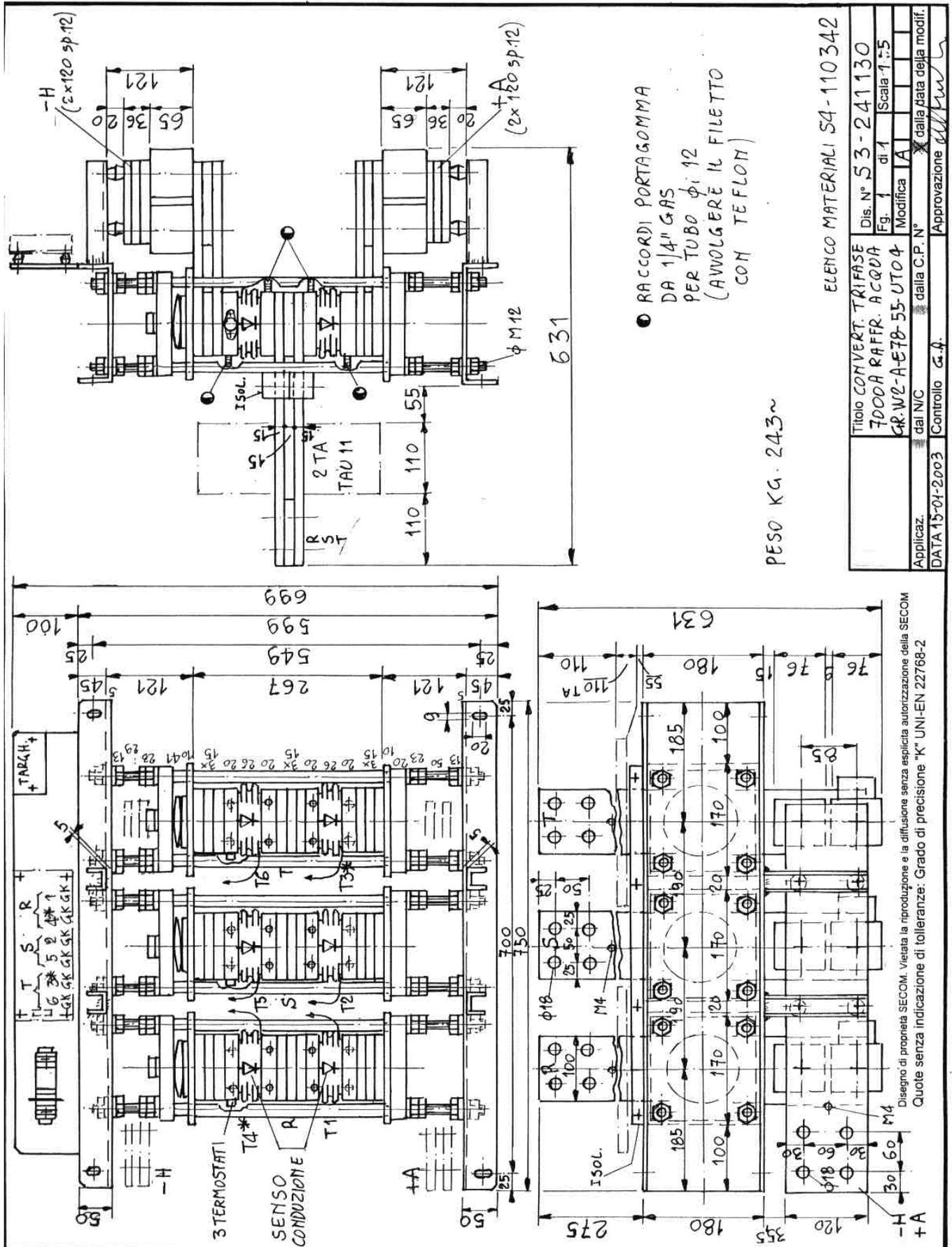
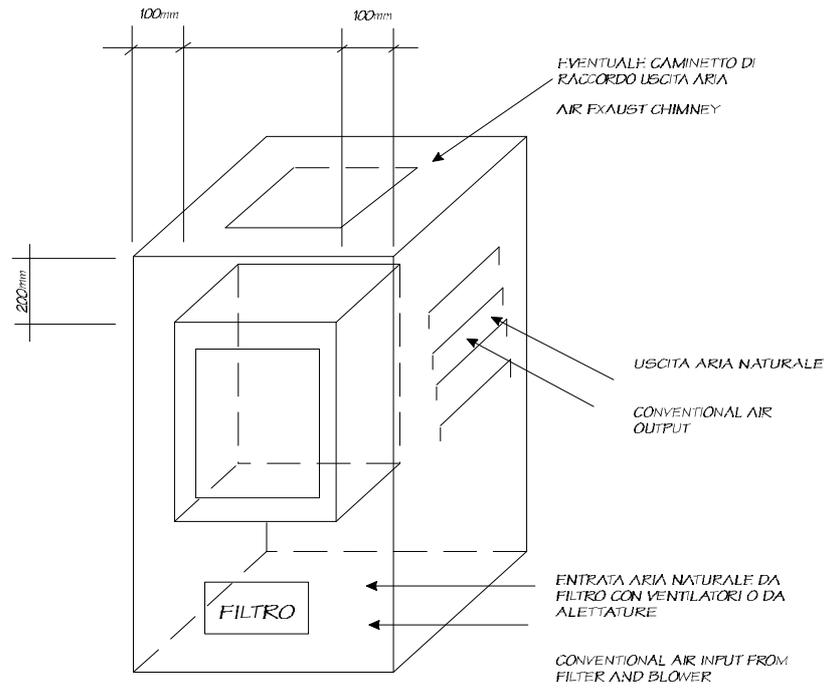


Figura 5.15.9 - Dimensioni - CT11-7000HT





**Figura 5.15.11 - Sistemazione nel quadro elettrico (indicativo)**

## 5.16 Schemi tipici di allacciamento

Vengono elencati alcuni schemi che possono essere presi come base per numerose applicazioni.

Tale raccolta é valida per le applicazioni più semplici.

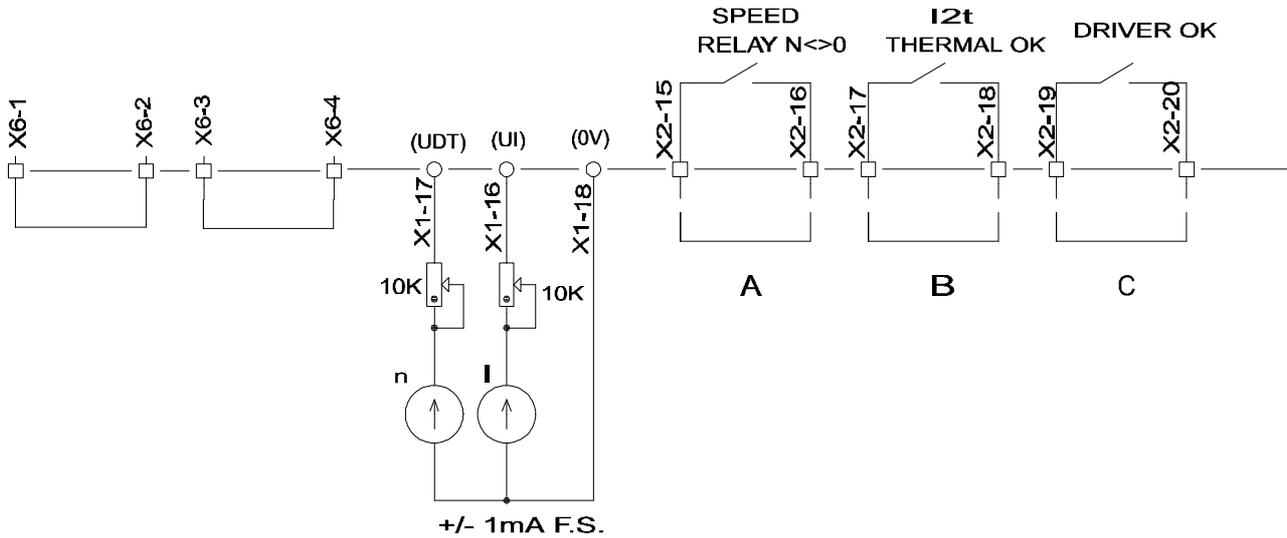


Figura 5.16.1 - Uscite strumenti e relè

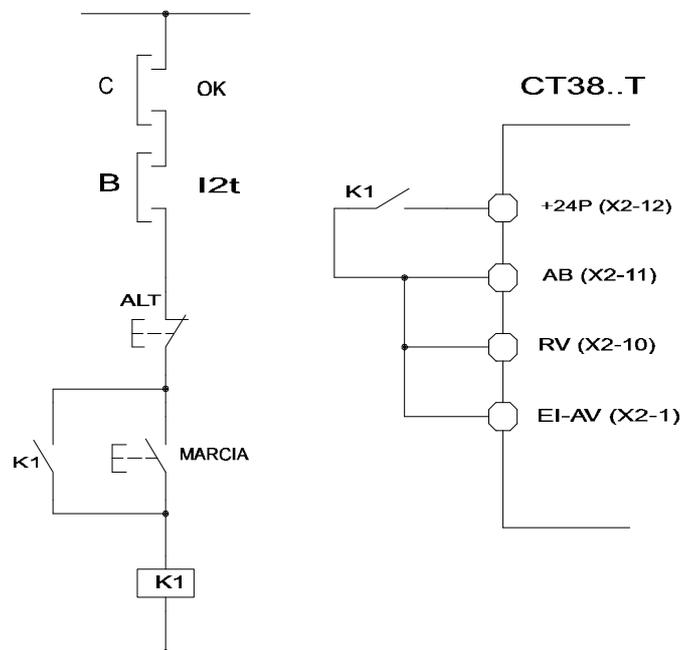


Figura 5.16.2 - Marcia con rampa graduale e arresto libero

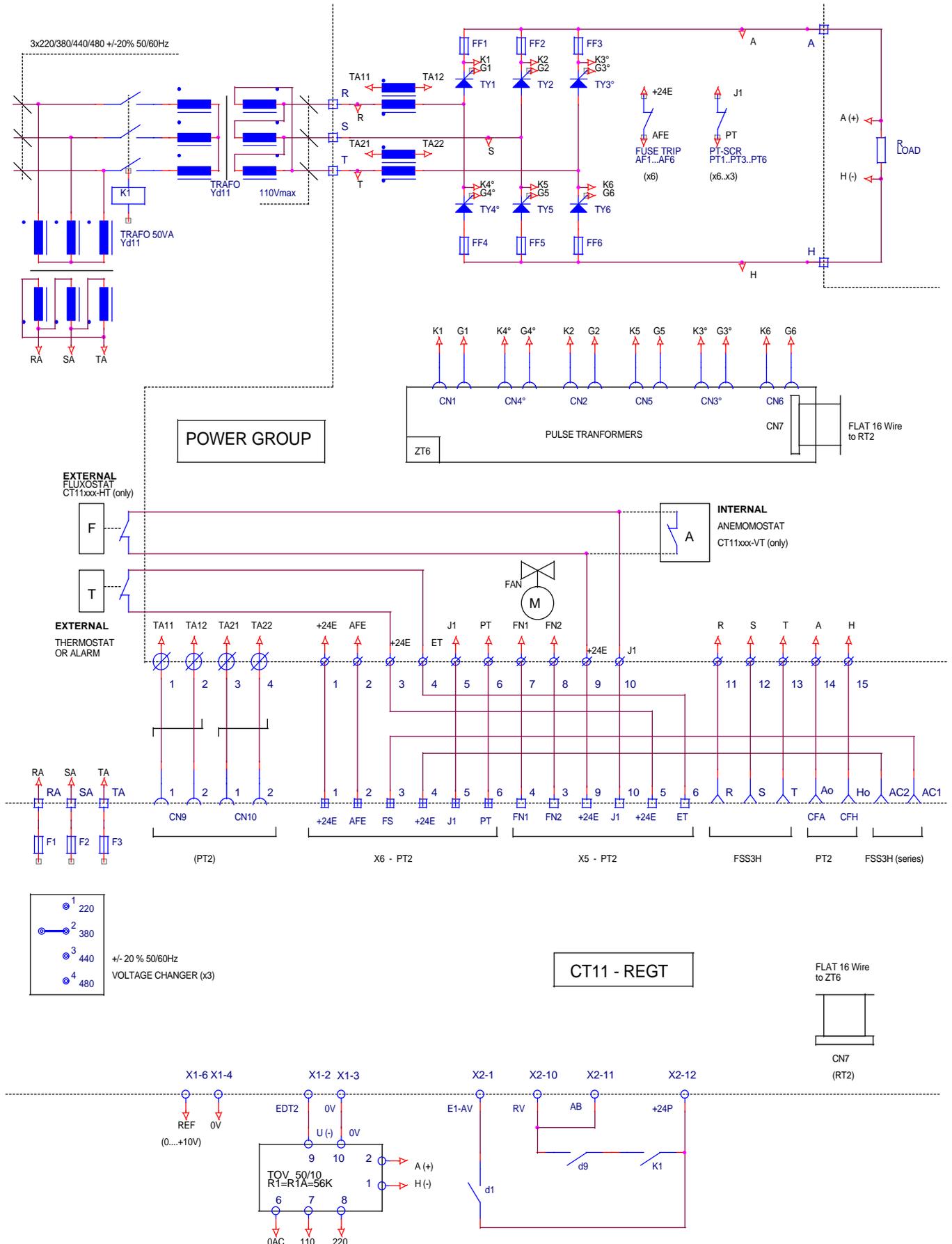


Figura 5.16.3 - Schema tipico di allacciamento CT11-xxxxVT/HT con Vdc 50V (SE605)

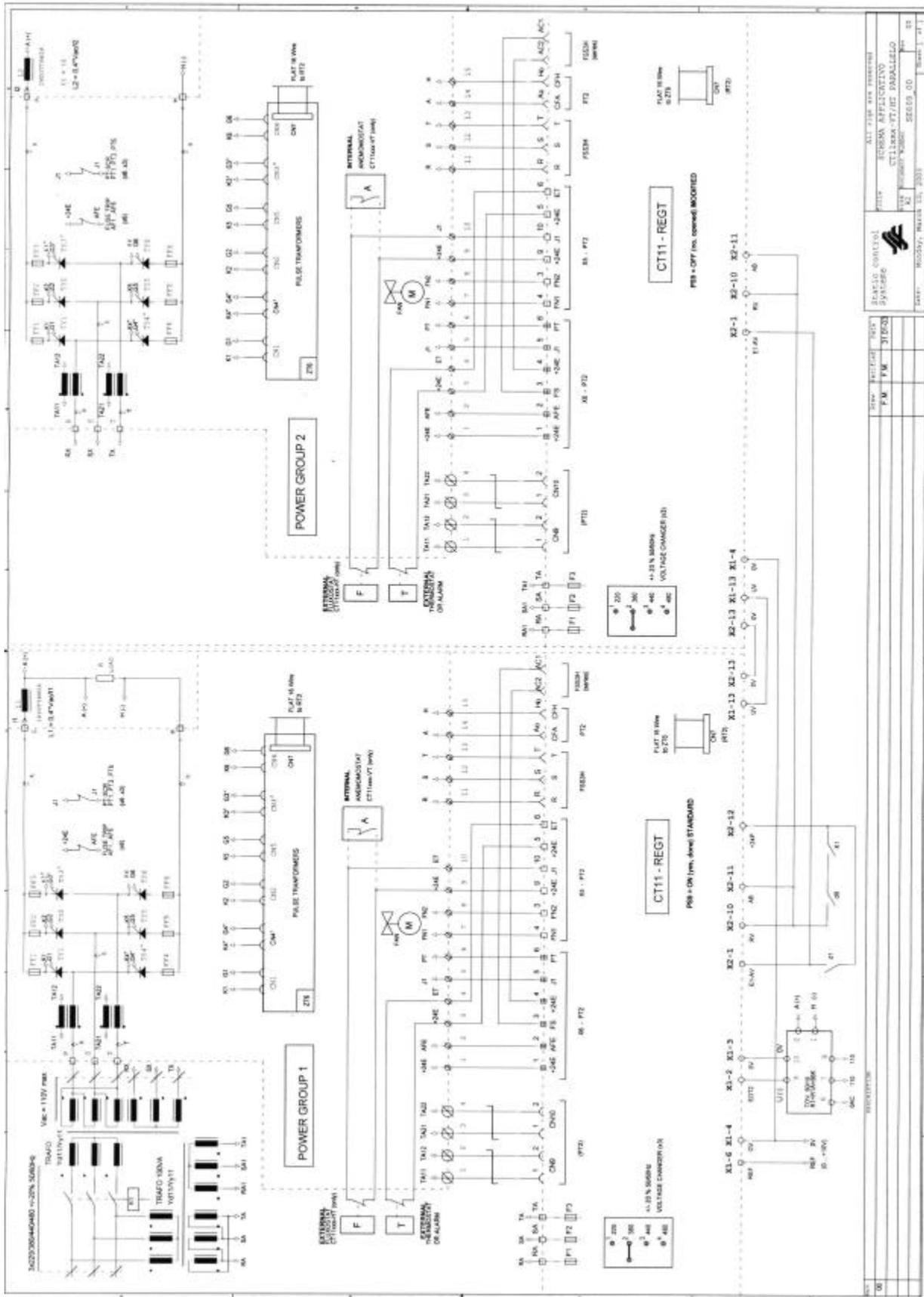


Figura 5.16.4 - Schema tipico di allacciamento CT11-xxxxVT/HT parallelo dodecafase a 12 impulsi con Vdc 50V (SE609)

S.C.S. si riserva il diritto in termini di legge di essere il proprietario di questo disegno e ne vieta la riproduzione totale e parziale e la comunicazione a terzi.

S.C.S. si riserva il diritto in termini di legge di essere il proprietario di questo disegno e ne vieta la riproduzione totale e parziale e la comunicazione a terzi.

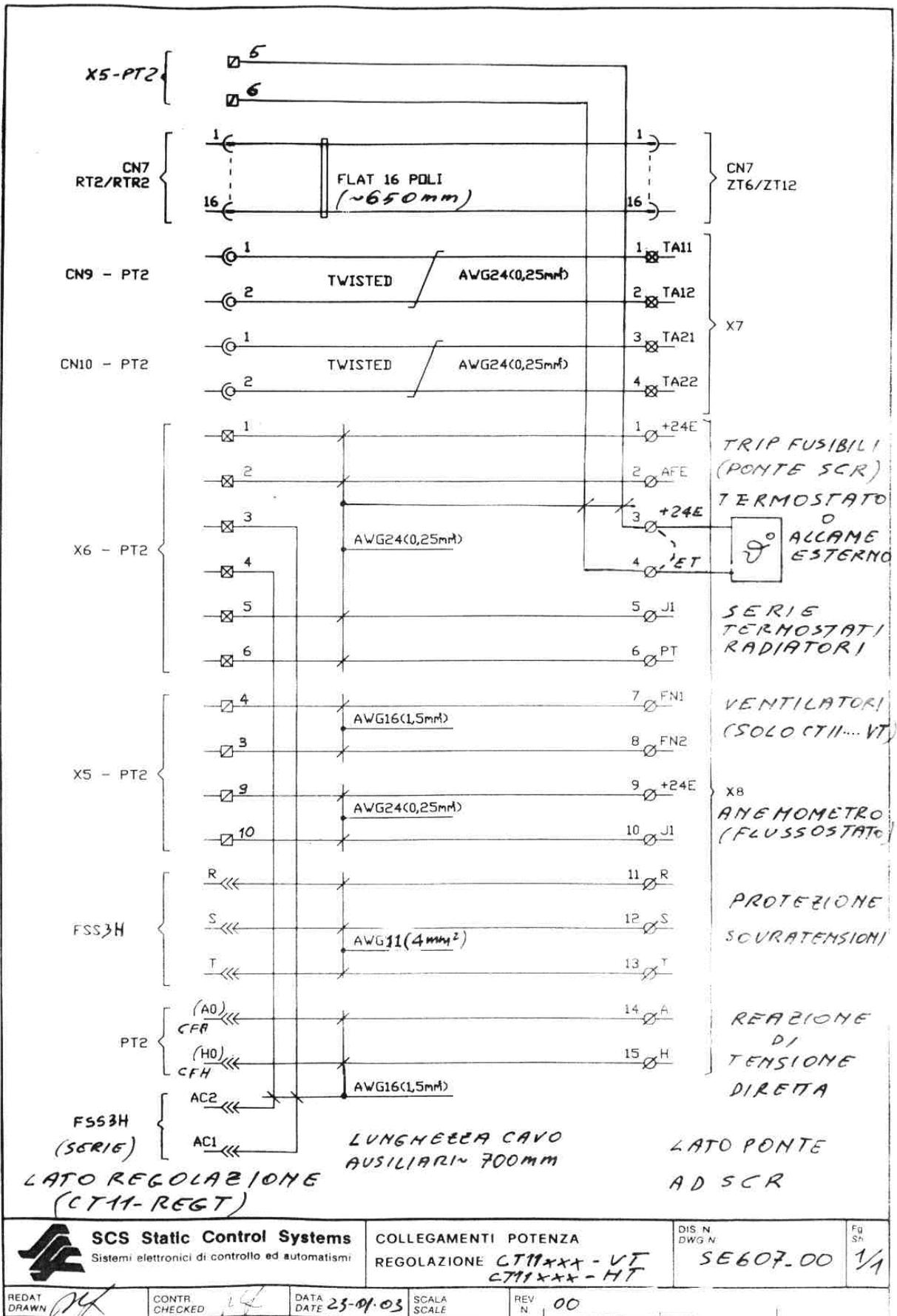


Figura 5.16.5 - Schema cavi ausiliari di collegamento tra gruppo di controllo CT11\_REGT e ponte di potenza, CT11-xxxxVT/HT (SE607)

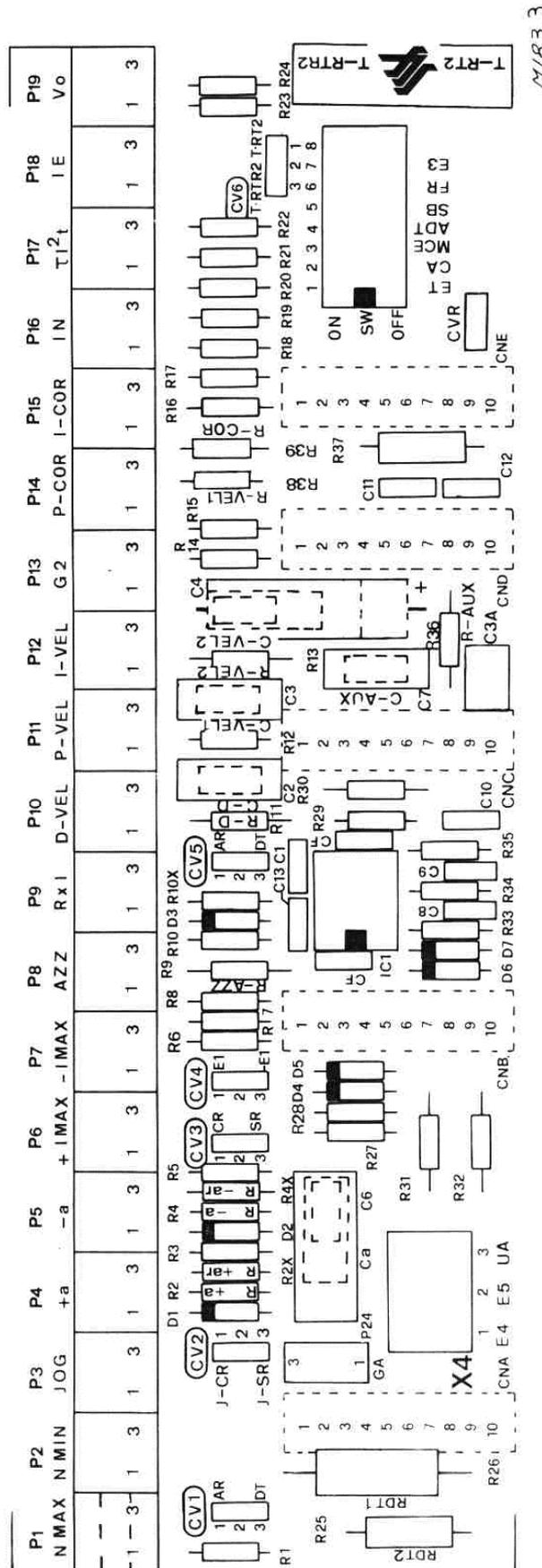


Figura 5.16.6 – Scheda di taratura e selezione T-RT2

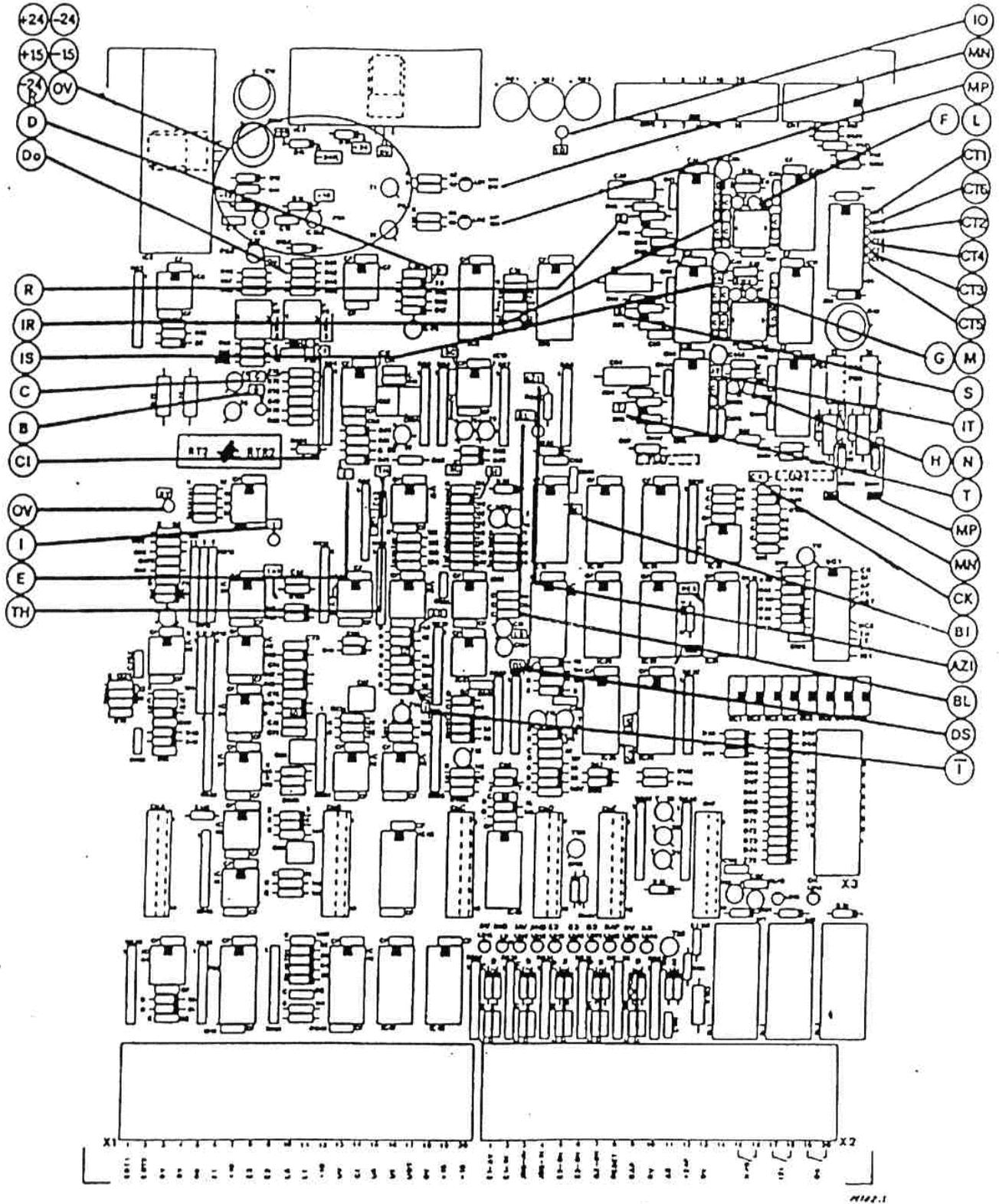


Figura 5.16.7 – Scheda di regolazione RT2. Test point e selezioni

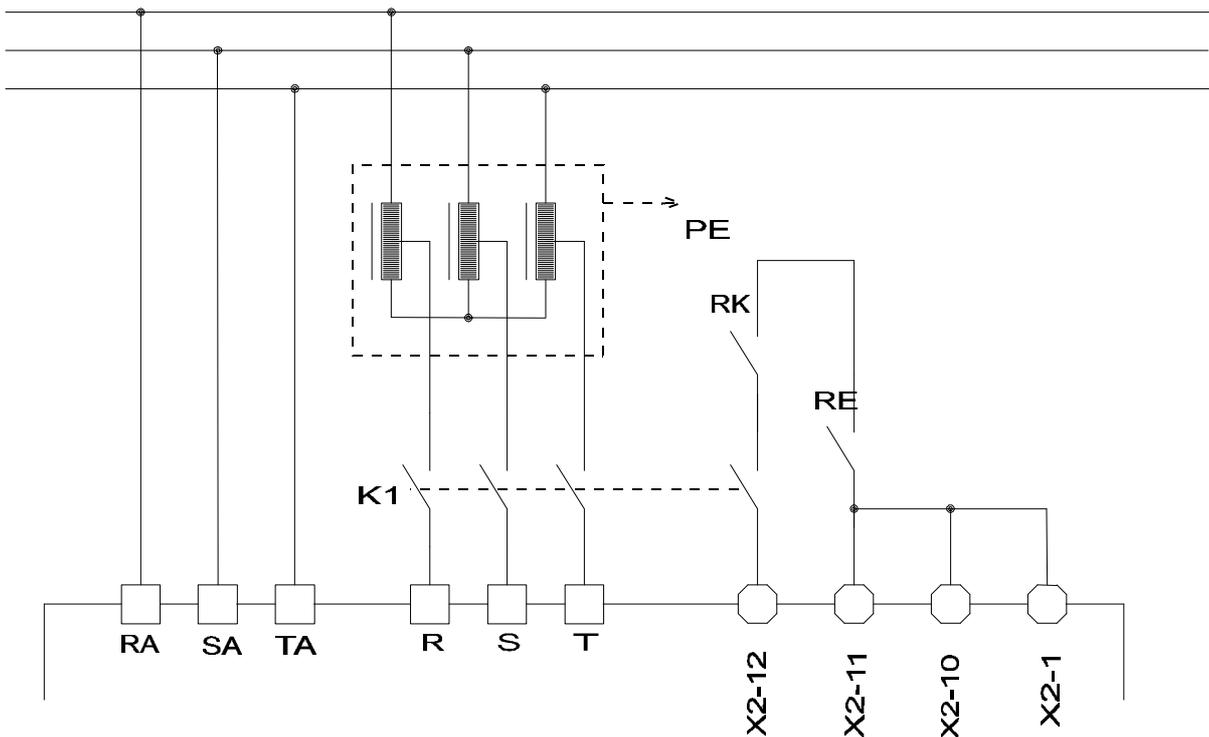


Figura 5.16.8 – Schema inserzione con autotrasformatore con  $V_{sec} \leq 110V_{ac}$   
(senza trasformatore per il controllo)

### 5.17 Riepilogo selezioni e impostazioni

CV	Standard		
CV1	2-3	DT	Vedi anche CV5
CV2	1-2	J-CR	JOG con rampa
CV3	1-2	CR	E1 con rampa
CV4	--	--	Vedi E1
CV5	1-2	AR	Vedi anche CV1
CVR	OK		Riserva

SW	Standard		Funzione		
	ON	OFF			
SW1-1		X	ET	Trip esterno (termostato acqua)	ABILITATO
SW1-2		X	CA	Controllo accensioni	ABILITATO
SW1-3	X		MCE	Mancanza campo	NON ABILITATO
SW1-4	X		ADT	Allarme dinamo	NON ABILITATO
SW1-5	X		SB	Funzione stand by	NON ABILITATO
SW1-6		X	FR	Frequenza rete 50/60Hz	50Hz
SW1-7		X	E3	selezione E3 4/20mA	4/20 mA NON ABILITATO
SW1-8	X			Immagine termica I2t (esclusa)	ABILITATO

Figura 5.16.9 – Riepilogo selezioni CV1...CV5 e SW1-1...SW1-8 su T-RT2

## CAPITOLO 6: MESSA IN SERVIZIO

### 6.1 Controllo montaggio e collegamenti

- Controllare che il montaggio meccanico nel quadro corrisponda alle indicazioni del capitolo installazione.
- Controllare l'efficienza e l'esatto valore dei fusibili interni ed esterni al convertitore, dei fusibili ausiliari, delle protezioni interne ed esterne.
- Controllare che la frequenza di rete sia corrispondente con quella del convertitore segnata sulla targhetta di immatricolazione
- Controllare che sia prevista l'alimentazione adatta al tipo di convertitore montato (sulla targhetta di immatricolazione, è segnato il valore di alimentazione) e che sia prevista l'alimentazione per i vari circuiti ausiliari esterni eventualmente previsti.
- Verificare l'esatta posizione dei ponticelli interni sulla scheda PT2 per l'alimentazione del circuito di controllo- (Vedi sigla di identificazione)
- Spostando tutti e tre i ponticelli sulla scheda PT2, il circuito di controllo può essere alimentato con tensioni diverse dallo standard
- Attenzione: un convertitore previsto per una certa rete di potenza, (es. CT11-xxxx controllo standard 380V+/-20% con ponticelli su pos. 0-2 e potenza max 110V) può essere usato per tensioni inferiori, (es. rete di potenza 50V) mai per tensioni superiori (es. rete 150V).
- Verificare la posizione di tutti i cavallotti (CV1 : CV5) e degli interruttori SW1-1 : SW1-8 secondo la tabella di scelta delle funzioni (cap. 3.4 e cap. 3.6); (Vedi scheda di taratura e personalizzazione.
- Controllare le indicazioni dello schema tipico di allacciamento.
- Verificare che sia eseguita correttamente la sequenza di inserzione, e che il circuito eventuale di limitazione della corrente magnetizzante, funzioni correttamente. il primario del trasformatore deve essere alimentato tramite le resistenze limitatrici, e dopo un alcuni istanti 300.,...500mS può essere chiuso il contattore principale. Vedi fig. 7.4.6.
- Controllare che tutti gli schermi dal lato dell'organo di comando (potenziometro, riferimento esterno) siano isolati e contemporaneamente che siano uniti insieme solo alla vite di massa dal lato del convertitore.
- Controllare che il tipo di reazione scelto (TOV) trovi corrispondenza con i cavallotti previsti (vedi tabella fig. 5.16.9), e che la tensione di fondo scala del trasduttore sia corrispondente alla tensione di uscita massima prevista (vedi cap. 3.5).
- Controllare che le tensioni e le correnti del carico siano compatibili col convertitore e con il trasformatore di potenza montato (Vedi tabella cap. 2 e schemi cap. 5.16 e figure 5.16.3, 5.16.4).
- Controllare la corrispondenza delle fasi potenza-controllo e cioè la fase che giunge al morsetto RA rispetto ad SA deve avere la stessa fase della barra R rispetto ad S e così via (vedi cap. 5).

Verificare sempre tramite oscilloscopio, isolato dalla rete di alimentazione, e dotato di sincronismo di linea (**trigger line mode**), la corretta corrispondenza delle fasi. Ad esempio si collega la massa su **S** ed il canale su **R** (sulla potenza), fissando una posizione della traccia sullo schermo; poi si sposta la massa su **SA** ed il canale su **RA** (regolazione), e si deve trovare sullo schermo, la stessa posizione della traccia, (anche se l'ampiezza del segnale è nettamente diversa), e così via.

Tale operazione, può essere fatta solo con un oscilloscopio come descritto (dotato di sincronismo di linea) e con l'uso di una sola traccia.

Non tutti i modelli di oscilloscopio sono adatti per tale verifica. Gli oscilloscopi a batteria, ad esempio, non possono eseguire tale controllo.

Verificare, spostandosi su una fase che dovrebbe essere sbagliata, che appaia veramente come ci si aspetta, per controllare che il sincronismo dell'oscilloscopio funzioni correttamente.

- Controllare che il contatto ausiliario di abilitazione del contattore di marcia sia normalmente aperto e del tipo non anticipato (non deve essere usato il contatto ausiliario marcato "23.24" sui morsetti).

E' possibile richiedere in fabbrica una **procedura riassuntiva** per le verifiche e i controlli (richiedere la procedura interna NT448)

## **6.2 Controllo tensioni ausiliarie**

- Chiudere il sezionatore generale alimentando così il circuito di controllo ed i servizi ausiliari.
- Controllare il funzionamento della protezione di mancanza fase. Provare il suo funzionamento (ad es. staccando una qualsiasi delle tre fasi (es. RA), il led CR si deve accendere).
- Effettuare il ripristino (RESET). Deve essere acceso solamente il led MP, il led I2t della barretta a 10 led, il led OK verde. Se qualche altro led (esclusi quelli gialli dei comandi da LD15 a LD24) è acceso, verificare le protezioni relative.
- Controllare tutte le tensioni continue (rispetto a 0V) presenti sulle morsettiere di controllo (+24V sul morsetto X2-12, +15V sul morsetto X1-19, -15V sul morsetto X1-20, +10V sul morsetto X1-7, -10V sul morsetto X1-12 controllare la presenza delle tensioni alternate di sincronismo sui punti di prova R.S.T. della scheda RT2 (deve essere 5,7Vac).
- Controllare la tensione sul potenziometro di riferimento (+10V), verificare che la tensione sul morsetto 6 del convertitore aumenti regolarmente da 0V a +10V ruotando il potenziometro di riferimento in senso orario, oppure variando il riferimento esterno. Se è inserita la rampa, effettuare un cavallotto provvisorio tra i morsetti X2-12/X2-11/X2-10 e controllare che la tensione del morsetto X1-15 aumenti lentamente ruotando il potenziometro di riferimento in senso orario: aprendo il cavallotto su X2-12 la tensione sul morsetto X1-15 andrà a zero rapidamente. Ripristinare il collegamento del contatto di abilitazione.

## **6.3 Messa in marcia**

- Scollegare i morsetti di uscita o del carico.
- Alimentando il quadro elettrico, verificare il senso di rotazione corretto di pompe e ventilatori.
- Assicurarsi che sia presente il circuito di raffreddamento ad acqua per i convertitori CT11-2000HT...9000HT. L'acqua prevista deve assolutamente essere distillata o demineralizzata, ed il circuito di raffreddamento, deve essere tale da non provocare inquinamento e/o ionizzazione dell'acqua stessa. Tutti i tubi, raccordi, valvole idrauliche, devono essere in materiali che garantiscano nel tempo le caratteristiche di isolamento che sono proprie dell'acqua distillata, dato che essa circola nei radiatori degli SCR che sono in tensione tra loro; sono accettati materiali sintetici, tipo PVC, Nylon, bronzo, acciaio inox, ma le tubature ed i raccordi in ferro grezzo o nichelato non sono ammessi, dato che sono soggetti a decomposizione elettrolitica (ionizzano) e rendono l'acqua conduttrice. Verificare le tarature del flussostato e del termostato esterni, che controllano il circuito idraulico e la loro efficienza. Il flussostato deve intervenire se la portata è inferiore almeno al

- +10% della portata minima (es. 60l/min + 10% = 66l/min) . Il termostato deve intervenire se la temperatura è superiore al – 10% della temperatura massima tollerata (es. 30°C° - 10% = 27°C°). la temperatura dell'acqua, è intesa quella in ingresso al quadro elettrico. Vedi cap. 3.12 per le prescrizioni.
- Verificare il circuito di raffreddamento del quadro elettrico ed il suo dimensionamento; tutte le perdite elettriche presenti nel quadro (trasformatore, induttanze, fusibili, ecc) vanno considerate. (vedi cap. 5) La temperatura interna del quadro non deve superare il valore massimo previsto (vedi cap. 3), e deve essere assicurata da opportuno scambiatore di calore.
  - Controllare il funzionamento di tutte le funzioni ausiliarie e provare il funzionamento di tutte le protezioni interne ed esterne.
  - Verificare tutti i comandi relativi alla morsettiera X2, con l'aiuto dei led interessati. La tensione del comando deve essere almeno 22V.
  - Effettuare un cavallotto tra i morsetti X2-19/X2-20, escludendo temporaneamente tutte le protezioni del convertitore (relè OK). Se i cavallotti CV1 : CV5 e i DIP SWITCH SW1-1 : SW1-8 sono nelle posizioni standard (SW1-6 deve essere nella posizione corrispondente alla frequenza di rete effettiva 50 o 60HZ), effettuando la marcia di potenza (K1) con il carico scollegato, (ed il trasduttore TOV scollegato) si accenderà il led AF (come se tutti i fusibili fossero guasti), il relè OK Driver si diseccita ed il led OK si spegne.
  - Spostare SW1-5 nella posizione OFF : si deve accendere l'allarme ADT.
  - Aprire il collegamento X5-5/X5-6 (ET, termostato esterno) : si accenderà il led ET. Aprire il collegamento X5-9/X5-10 (anemometro e/o flussostato) : si accenderà il led TH.
  - Aprire il collegamento X6-3/X6-4 (FS) : si accenderà il led FS.
  - Ripristinare tutte le protezioni provate ed il collegamento del trasduttore TOV.
  - Spostare SW1-2 nella posizione ON.
  - Premendo il pulsante di reset, tutti gli allarmi si devono spegnere ed il relè OK si rieccita. Aprire il cavallotto X5-7/X5-8 (AF/EXT) : si riaccenderà il led AF. Ripristinare AF/EXT ed SW1-2 nella posizione OFF. Premendo il pulsante di reset, resterà acceso il led AF ed il relè OK non si eccita. Ripristinare le protezioni generali del convertitore (relè OK X2-19/X2-20). Effettuare i reset. Effettuando la marcia K1 si ecciterà e cadrà subito dopo, interrotto dal relè OK (allarme AF).

Verificate tutte le sequenze ed il circuito di emergenza, resettare e collegare il carico correttamente secondo gli schemi. Mettere la macchina in condizioni tali che la tensione inviata al carico non sia non sia pericolosa per l'operatore ed eventualmente collegare un carico fittizio, in grado di garantire la circolazione di una corrente accettabile (5....10% della corrente max, (marcia a vuoto)).

- Portare il potenziometro di riferimento a zero, il trimmer "n min" a 1/2 corsa il trimmer -I max a 1/2 corsa e chiudere il contattore di marcia: la tensione sul carico deve risultare del 8...10% circa. Se la tensione sul carico si porta al massimo, la reazione (collegamento TOV) ha la polarità rovesciata, oppure non è corretta, oppure il trasduttore non è alimentato, oppure la reazione non arriva ai morsetti X1-1 (X1-2)/X1-3.
- Controllare che la tensione di reazione arrivi ai morsetti suddetti e, se è positiva sul morsetto X1-1 (X1-2) rispetto ad X1-3, togliere la marcia e invertire il collegamento. Ripetere la marcia e portare il trimmer "N min" a zero: la tensione sul carico dovrà restare pressoché a zero. Verificare la regolarità con un oscilloscopio, ruotando leggermente il trimmer Nmin.

- Se sono presenti tensioni squilibrate, le fasi potenza-controllo non sono corrette. Deve esistere una accensione ogni 3.33ms con rete a 50Hz, con ampiezze circa uguali.
- Portare il trimmer -I max al massimo. Ruotare quindi il potenziometro di riferimento gradualmente al massimo, controllando che la tensione massima corrisponda a quella nominale del carico, ed eventualmente tararla tramite il trimmer G del TOV; la tensione al morsetto X1-1 deve essere -10V. A finecorsa antiorario del potenziometro di riferimento, (riferimento di tensione pari a zero) la tensione sul carico dovrà essere circa zero: tramite il trimmer "N min", sarà possibile tarare la tensione minima al valore desiderato (da 0 a circa il 16% della tensione massima), se il potenziometro esterno di tensione tipico è di 5 K $\Omega$ . La tensione minima non è tarabile in tale modo se il riferimento è fornito dall'esterno. In tale caso utilizzare ad esempio l'ingresso ausiliario E2, ed il relativo comando E2\_ON (X2-5) inviando la tensione minima richiesta che andrà a sommarsi algebricamente al riferimento principale, oppure E3, con Raux ed il comando E3-ON (x2-6). (vedi NT099, NT108). In questo caso, (con riferimento esterno) la taratura della tensione massima deve essere fatta (con il trimmer G del trasduttore esterno TOV) dopo che è stato stabilito il livello della tensione minima, dato che si va a sommare al riferimento principale.
- Collegare il carico reale. Verificare la regolarità del controllo, osservando la tensione di uscita sulle barre A+ ed H-, ed il segnale di corrente sulle resistenze di carico dei trasduttori RTA1, RTA2 (**sulla scheda PT2**, appena al di sopra della morsettiera X5, a destra del trasformatore di alimentazione).
- Verificare il funzionamento del filtro sfioratore: con il ponte di potenza alimentato, verificare che tra il catodo (+K) di D12 (terminale con filo) e l'anodo (-A) di D3 (vite, con dado) vi sia una tensione Vdc corrispondente alla tensione Vac di rete collegata alle barre R, S, T, secondo la formula  $V_{dc} = V_{ac} * 1,4142$ . Il filtro sfioratore (sono 2 pezzi collegati in parallelo tramite i faston R, S, T, per taglie oltre CT11-3750VT e CT11-4050HT) è montato sul gruppo di controllo CT11-REGT ed è accessibile sotto alla scheda PT2, dopo il ribaltamento della scheda di controllo.

#### 6.4 Azzeramento tensione

Se viene richiesto che il carico, con riferimento a zero Volt (ed ingressi ausiliari non abilitati) abbia tensione sicuramente nulla, occorre procedere all'azzeramento fine dell'amplificatore di tensione. Procedere nel seguente modo:

1. Togliere il comando di riferimento (es. E1-AV).
2. Effettuare la marcia, ed agire lentamente sul trimmer "AZZ" facendo in modo che la tensione sul carico sia zero.

#### 6.5 Taratura limitazione di corrente

La corrente massima è stabilita in fabbrica (con una tolleranza del +/-5%) fidando sul rapporto di trasformazione dei trasduttori (TA) e del carico per essi previsto. Vedi cap. 4.8 per il calcolo e la verifica.

In caso di verifica, procedere come segue:

- Predisporre un carico adatto a sostenere la corrente nominale, ad esempio una induttanza; se non è possibile, utilizzare un cavo in rame, assicurandosi che sia possibile dissipare la potenza che ne risulta proteggendolo dalla eventuale sovra-temperatura e da contatti accidentali con gli operatori, calcolando la resistenza richiesta con la formula

$$R = \rho \cdot l / S$$

$\rho$  = resistività del rame pari a 0,0175ohm \* mm<sup>2</sup>/metro (@20°C°)

l= lunghezza cavo in metri

S sezione in mm<sup>2</sup>

La potenza dissipata vale  $P=R \cdot I_{dc}^2$  ( $P = V \cdot I_{dc}$ )

Si consiglia di non superare densità di 10A/mm<sup>2</sup> per evitare surriscaldamenti eccessivi.

E' possibile calcolare una resistenza per 1/10 della tensione massima fornibile dal ponte, e considerare che la resistenza aumenta con la temperatura secondo la formula.

$$R_t = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot T)$$

dove:

$R_t$  = resistenza alla temperatura T

$R_0$  = resistenza alla temperatura  $T_0$

$\alpha$  = coefficiente di temperatura ( $\alpha = 3,6E-3$  per il rame)

T = temperatura finale di equilibrio termico

- Portare -I max al minimo.
- Portare il potenziometro di riferimento al massimo (escludere la rampa se è inserita, posizionando CV3 nella posizione SR).
- Chiudere il contattore di marcia , dare il comando di riferimento (E1-AV) e l'abilitazione e verificare che, con il trimmer -I max al massimo il valore della corrente di uscita corrisponda al valore nominale del convertitore. Tarare quindi la corrente massima in funzione del valore desiderato.
- Se il trimmer -I max lavora a meno di 1/2 corsa seguire le disposizioni 4.7.
- Collegare l'oscilloscopio sul punto di prova "I" rispetto a 0V e controllare la forma d'onda della corrente di uscita. Se il valore di picco di tale forma d'onda supera -15V oppure se la corrente passa per lo 0V, il fattore di forma è superiore a 1.11, quindi verificare la necessità dell'impiego dell'induttanza di livellamento e del suo valore.

## CAPITOLO 7: MANUTENZIONE - RICERCA GUASTI - RICAMBI

### 7.1 Manutenzione

Il convertitore praticamente non richiede alcuna manutenzione preventiva, essendo completamente statico ed auto-protetto. Dopo alcune ore di funzionamento a pieno carico, è bene controllare che l'installazione sia corretta, e cioè che il riscaldamento del convertitore non sia eccessivo, o a causa di un cattivo fattore di forma, o a causa di una cattiva ventilazione dell'armadio (temperatura dell'aria-ambiente superiore a 50' per i CT11-xxxxVT portata e temperatura dell'acqua al di raffreddamento non corrette). Dopo alcuni giorni di funzionamento, controllare il serraggio di tutti i morsetti e le viti del quadro e del convertitore, sia interne che esterne. È noto infatti che il rame si comprime cedendo ed allentando quindi i contatti, specialmente sui cavi. In genere, non è più necessario ricontrollare il serraggio una seconda volta. Periodicamente è bene rimuovere la polvere, all'interno dell'armadio e del convertitore, per consentire una buona chiusura dei contatti dei relè o dei contattori, e per un efficace raffreddamento dei dissipatori. Verificare lo stato dei comandi e delle tensioni che dovrebbero arrivare alle morsettiere X1-X2, simulando il funzionamento.

Verificare periodicamente lo stato del ventilatore e del deposito di polvere sulle pale e sulle alette dei radiatori.

Provare tutte le protezioni, ripetendo il ciclo di messa in servizio (6.0 e seguenti).

### 7.2 Ricerca guasti

Vengono analizzati di seguito, i casi anomali di guasto. Il convertitore è dotato di una serie notevole di protezioni e controlli. Far riferimento al capitolo protezioni e diagnostica per una guida alle cause di intervento. Ogni led raccoglie in sé una o più protezioni. Il relè OK, messo in serie alla marcia, è inteso come un relè cumulativo.

a) *Al carico non arriva tensione: non è possibile fare la marcia.*

- Verificare tutti i comandi ausiliari elettromeccanici e i vari blocchi alla marcia.
- Verificare la barretta a 10 led e lo stato delle protezioni. Controllare relè OK (LED-OK)
- Seguire le indicazioni 1.2, 1.3, 1.4.
- Verificare la corretta inserzione dei connettori (ZT6, PT2, RT2).

b) *Al carico non arriva tensione : fusibili extrarapidi intervenuti (allarme AF/SI)*

- Controllare che qualche tiristore non sia in corto-circuito.
- Localizzare eventuali corto-circuiti tra i morsetti di uscita o del carico o in morsettiera (spellature, cavi fuori uscenti dei morsetti, dispersioni verso terra dei collegamenti di potenza del carico).
- Verificare lo stato di chiusura di tutte le viti o dei morsetti relativi al collegamento di uscita.
- Verificare lo stato del carico o del fattore di forma.
- Effettuare il controllo degli angoli di massimo ritardo, e minimo ritardo.
- Controllare gli impulsi di innesco su tutti gli SCR e sulla scheda RT2 e ZT6.

- Controllare l'efficienza del contatto di abilitazione (non deve essere anticipato, né deve in ogni caso chiudersi prima del contattore di potenza).
- Effettuare un controllo generale di tutta la scheda secondo le indicazioni del cap. 6.

c) *Al carico non arriva tensione: nessun difetto visibile* (fusibili OK, contattore/in marcia tutte le protezioni OK).

- Controllare che i comandi interessati siano presenti e conformi.
- Verificare funzionamento del potenziometro di riferimento.
- Controllare che la tensione di riferimento arrivi al morsetto di ingresso utilizzato.
- Controllare tutte le tensioni della scheda.
- Controllare la posizione dei cavallotti.
- Controllare che il contatto di blocco funzioni (controllare la presenza della tensione (+24V) su entrambi i morsetti X2-11 - X2-12 rispetto a OV ( a contattore chiuso) ed anche X2-10.

d) *Il carico non arriva alla tensione nominale*

- Verificare i fusibili di potenza.
- Controllare che la tensione di riferimento arrivi al massimo (+10V). Verificare tutti i comandi presenti.
- Controllare la forma d'onda della tensione di uscita e la presenza di tutti gli impulsi di comando.
- Controllare l'efficienza della limitazione di corrente (Cap. 4).

e) *Il carico si porta alla tensione nominale e non risponde al potenziometro di riferimento*

- Controllare l'efficienza del potenziometro di riferimento
- Controllare il posizionamento di CV1, CV5, SW1-4.
- Controllare l'efficienza del trasduttore di tensione e che sia alimentato correttamente: controllare che la reazione arrivi ai morsetti della scheda RT2 (X1-2 oppure X1-1 rispetto a OV).

### 7.3 Ricambi

Per richiedere i ricambi, che consentono di evitare il fermo macchina su impianti importanti, è importante far sempre riferimento al numero di commessa o di ordine. Se ciò non è possibile, è comunque sufficiente fare riferimento al numero di matricola segnato sulla targhetta di immatricolazione sistemata sul convertitore. Vengono elencati i ricambi consigliati più comuni.

**Scheda di alimentazione e sincronismi, scheda di regolazione, scheda filtro sfioratore, e scheda di accensione, standard per tutte le taglie, contenute nel gruppo di controllo CT11-REGT.**

E' importante verificare in caso di ricambio che la selezione dei ponticelli a saldare del cambio - tensioni sia nella posizione corretta dell'impianto, e che il gruppo di controllo sia adeguato alla taglia prevista per le resistenze di carico dei TA (vedi riepilogo seguente).

Il gruppo di controllo **CT11-REGT** completo, è standard fino a 3400A compresi.

Da 3750A fino a 9000A, diventa **CT11-REGT-A**, che è simile al CT11-REGT, ma contiene n° 2 filtri sfioratori MF-FSS3H.

### Tabella di riepilogo, delle varianti e selezioni

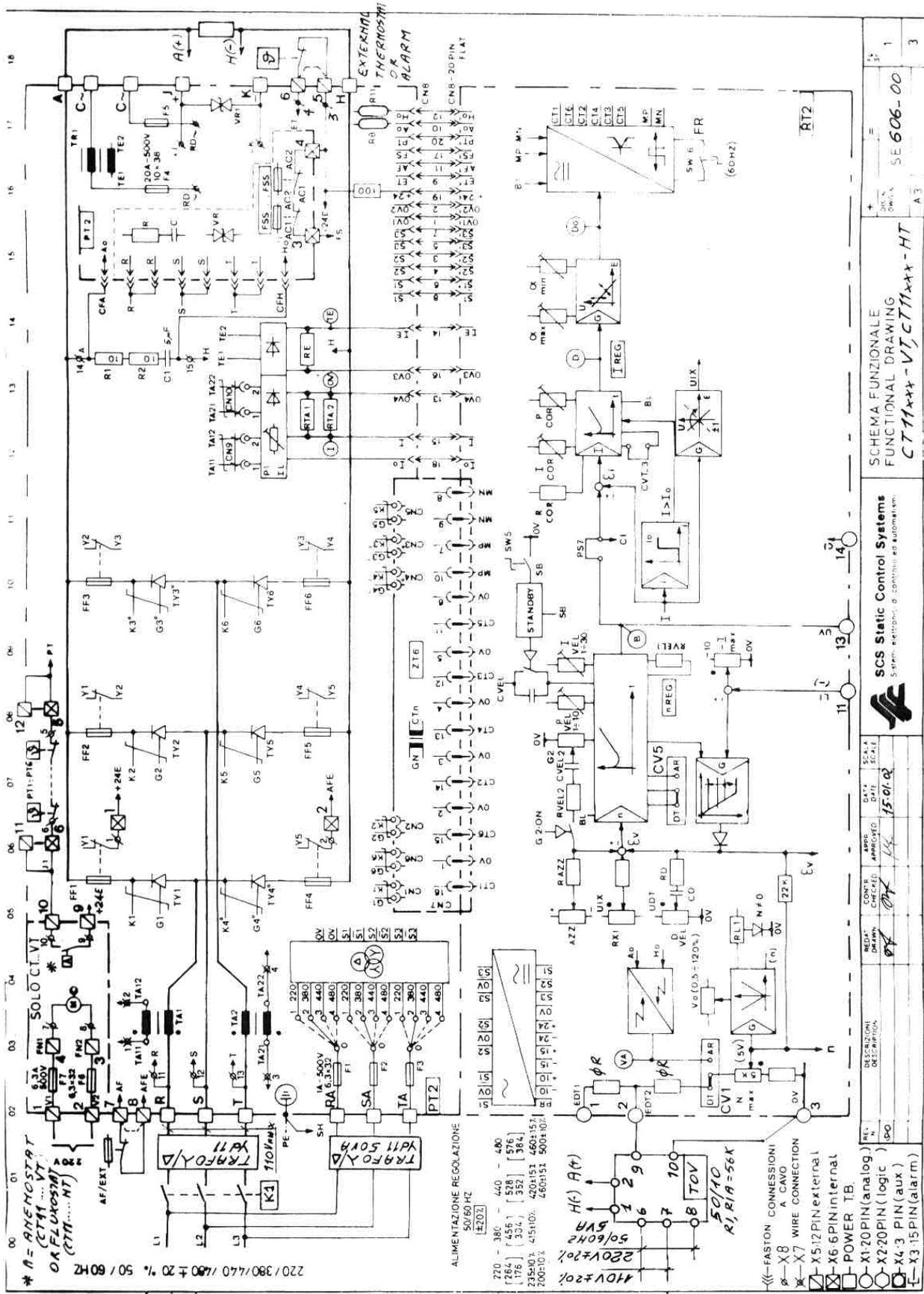
Convertitore	Descrizione	Note	Qt.	Codice
CT11-xxxxVT/HT	Scheda alimentazione e sincronismi posizione standard di fabbrica con alimentazione a <b>380V</b> +/-20%	standard con 3 cavallotti nelle posizioni <b>0-2</b> (400)	1	MR-PT2 Verificare resistenze di carico dei TA RTA1, RTA2 che cambiano a seconda del tipo <b>(vedi tabella cap. 4.1)</b>
	Scheda alimentazione e sincronismi con alimentazione a <b>220V</b> +/-20%	Standard, ma con 3 cavallotti nelle posizioni <b>0-1</b> (220)		
	Scheda alimentazione e sincronismi con alimentazione a <b>440V</b> +/-20%	Standard, ma con 3 cavallotti nelle posizioni <b>0-3</b> (440)		
	Scheda alimentazione e sincronismi con alimentazione a <b>480V</b> +/-20%	Standard, ma con 3 cavallotti nelle posizioni <b>0-4</b> (480)		
CT11-xxxxVT/HT	Scheda regolazione	standard	1	MR-RT2
CT11-xxxxVT/HT	Scheda taratura	standard	1	MR-T-RT2 Verificare resistenze RDT1 ed RDT2 (0 OHM o cavallotto) Verificare posizioni cavallotti CV1...CV5 e posizioni SW1-1.. SW1-8 (vedi cap. 3.4 e 3.6 e cap. 5.17)
CT11-xxxxVT/HT	Scheda accensione tiristori	standard	1	MR-ZT6 Montata su blocco di potenza
CT11-xxxxVT/HT	Scheda filtro sfioratore	standard <b>(vedi cap. 7.3)</b>	1	MF-FSS3H
CT11-xxxxVT/HT	Gruppo di controllo completo (compresa MR-ZT6 e cavi)	standard fino a CT11-3300VT e fino a CT11-3400HT	1	CT11-REGT
CT11-xxxxVT/HT	Gruppo di controllo completo (compresa MR-ZT6 e cavi)	standard per CT11-3750 ÷ 4050VT e per CT11-520 ÷ 9000HT	1	CT11-REGT-A

Tabella componenti di ricambio per CT11-xxxxVT/HT

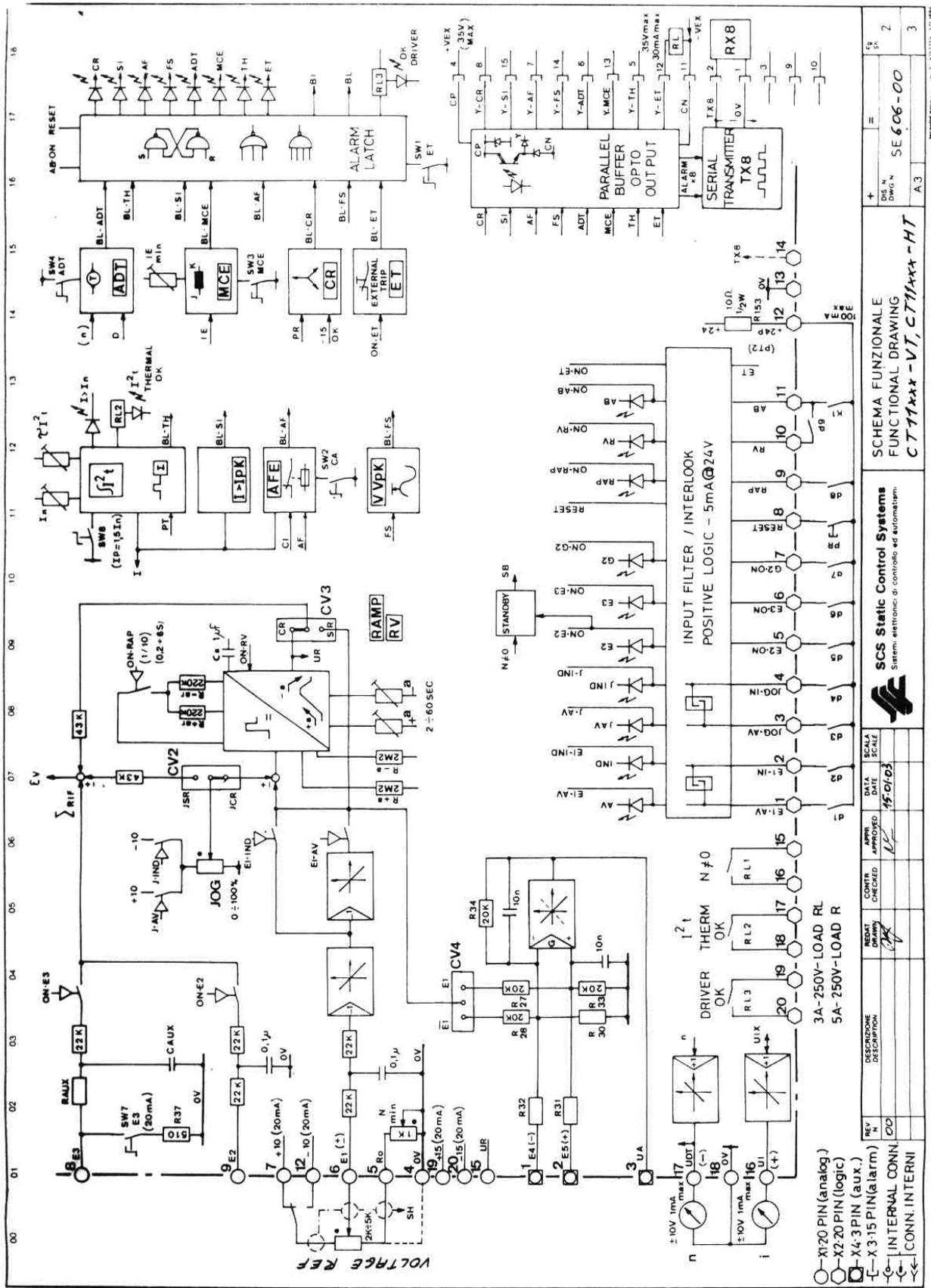
Convertitore	Componente	Qt. impiegata	Qt. consigliata	Descrizione
CT11-1950VT	Tiristore a disco	6	2	AT607S04
	Fusibile	6	6	170M6466
	Ventilatore	2	2	W2E170CF2301
	<b>Ponte completo</b>	1	1	<b>COD. SCS GR93.A.D60.02.UT.04</b>
CT11-2520VT	Tiristore a disco	6	2	AT607S04
	Fusibile	6	6	170M6469
	Ventilatore	2	2	W2E200CF0201
	<b>Ponte completo</b>	1	1	<b>COD. SCS GR93.A.D60.03.UT.04</b>
CT11-2940VT	Tiristore a disco	6	2	T2509N04
	Fusibile	6	6	170M6470
	Ventilatore	2	2	W2E200CF0201
	<b>Ponte completo</b>	1	1	<b>COD. SCS GR93.E.D25.03.UT.04</b>
CT11-3300VT	Tiristore a disco	6	2	AT708LTS04
	Fusibile	12	12	170M6464
	Ventilatore	2	2	W2E250CE6501
	<b>Ponte completo</b>	1	1	<b>COD. SCS GR93.A.E78.04.UT.04</b>
CT11-3750VT	Tiristore a disco	6	2	AT708LTS04
	Fusibile	12	12	170M6466
	Ventilatore	2	2	W2E250CE6501
	<b>Ponte completo</b>	1	1	<b>COD. SCS GR93.A.E78.05.UT.04</b>
CT11-4050VT	Tiristore a disco	6	2	T3709N04
	Fusibile	12	12	170M6466
	Ventilatore	2	2	W2E250CE6501
	<b>Ponte completo</b>	1	1	<b>COD. SCS GR93.E.F37.05.UT.04</b>
CT11-2000HT	Tiristore a disco	6	2	T820.04.90
	Fusibile	6	6	170M6392
	<b>Ponte completo</b>	1	1	<b>COD. SCS GRW2.C90.51.UT.04</b>
	CT11-2600HT	Tiristore a disco	6	2
Fusibile		6	6	170M6393
<b>Ponte completo</b>		1	1	<b>COD. SCS GRW2.D10.52.UT.04</b>
CT11-3000HT		Tiristore a disco	6	2
	Fusibile	6	6	170M6393
	<b>Ponte completo</b>	1	1	<b>COD. SCS GRW2.D11.52.UT.04</b>
	CT11-3400HT	Tiristore a disco	6	2
Fusibile		6	6	170M6394
<b>Ponte completo</b>		1	1	<b>COD. SCS GRW2.D12.52.UT.04</b>
CT11-5200HT		Tiristore a disco	6	2
	Fusibile	12	12	170M6393
	<b>Ponte completo</b>	1	1	<b>COD. SCS GRW2.A.D60.53.UT.04</b>
	CT11-6000HT	Tiristore a disco	6	2
Fusibile		12	12	170M6393
<b>Ponte completo</b>		1	1	<b>COD. SCS GRW2.E.D25.53.UT.04</b>
CT11-6500HT		Tiristore a disco	6	2
	Fusibile	12	12	170M6393
	<b>Ponte completo</b>	1	1	<b>COD. SCS GRW2.E.D25.55.UT.04</b>
	CT11-7000HT	Tiristore a disco	6	2
Fusibile		12	12	170M6394
<b>Ponte completo</b>		1	1	<b>COD. SCS GRW2.A.E78.55.UT.04</b>
CT11-9000HT		Tiristore a disco	6	2
	Fusibile	12	12	170M6537
	<b>Ponte completo</b>	1	1	<b>COD. SCS GRW2.A.E78.55S.UT.04</b>

#### **7.4 Schemi allegati**

- 1) SE606 – Schema funzionale convertitore CT11-xxxxVT/HT n° 3 pagine
- 2) SE605 – Schema applicativo singolo CT11-xxxxVT/HT n° 1 pagina
- 3) SE609 – Schema applicativo parallelo a 12 impulsi CT11-xxxxVT/HT n° 1 pagina
- 4) SE515 – Schema tipico di allacciamento CT11-xxxxVT/HT dodecafase a 12 impulsi e inserzione con resistenze limitatrici



REVISIONI	DATA	SCALE	SCALE
DESIGN	15/01/02		
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			
SCALE			
SCALE			
DESIGN			
CHECKED			
APPROVED			
DATE			



La S.C.S. si riserva a termini di legge la proprietà di questo disegno e ne vieta la riproduzione o l'uso non autorizzato senza permesso scritto dalla S.C.S. e in ogni comunicazione e in ogni pubblicazione.

S.C.S. reserves the right in terms of the law to be the proprietor of this drawing. The total reproduction or a part thereof without the permission of the S.C.S. and any communication with a third party.

Fig. 7.4.2 Schema funzionale CT11-xxxxVT/HT (SE606 pag. 2/3)

DESCRIZIONE DESCRIPTION	REV. N.	APPROV. APPROVED	DATA DATE	SCALE SCALE	<p>SCS Static Control Systems Sistemi elettronici di controllo ed automazione.</p>	<p>SCHEMA FUNZIONALE FUNCTIONAL DRAWING</p> <p>CT11xxx-VT, CT11xxx-HT</p>
CONTR. CHECKED	DIS. DRAWN	SEI	15-01-03			
CONNESSIONI INTERNAL CONN.	00				A3	SE 606-00
						2
						3



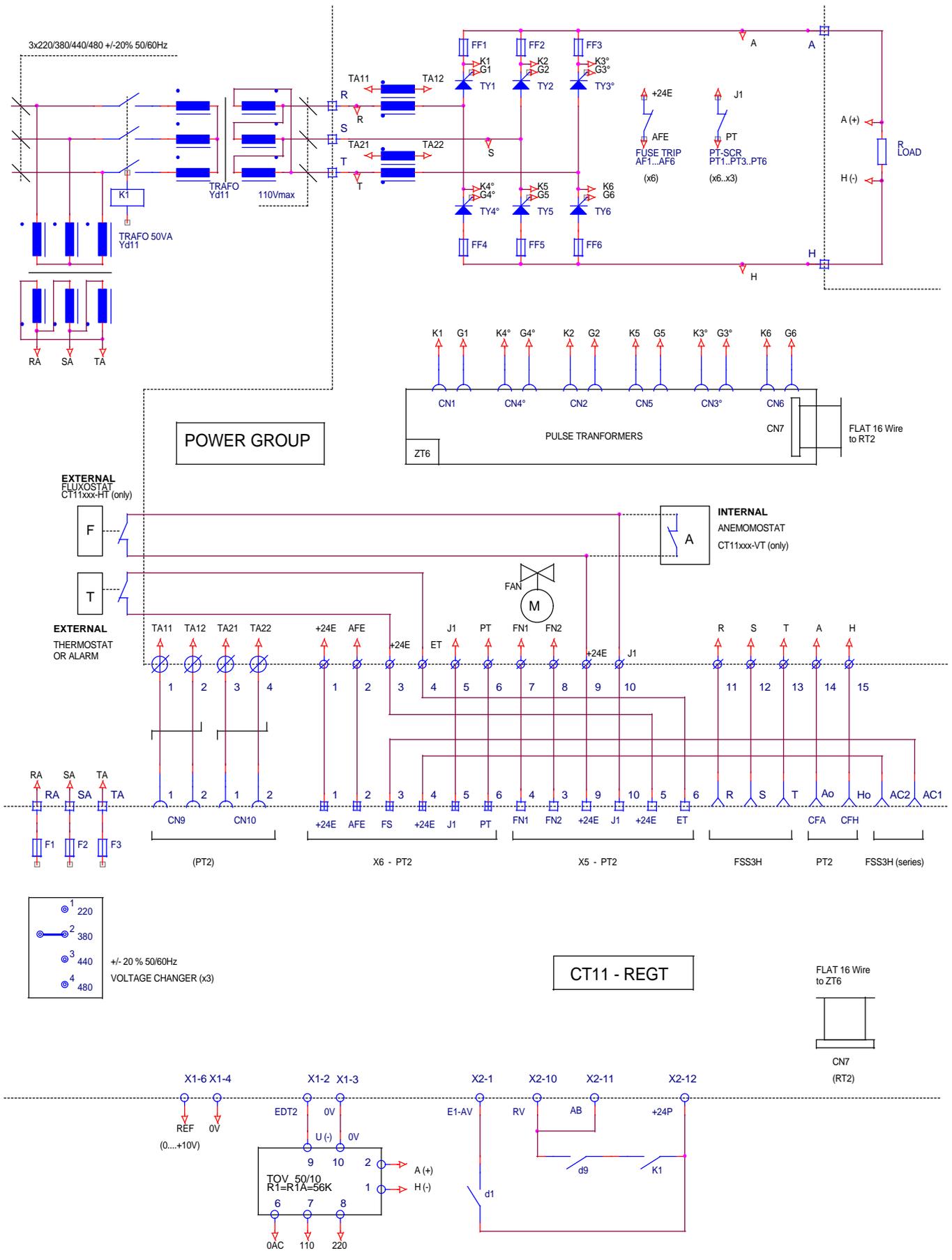
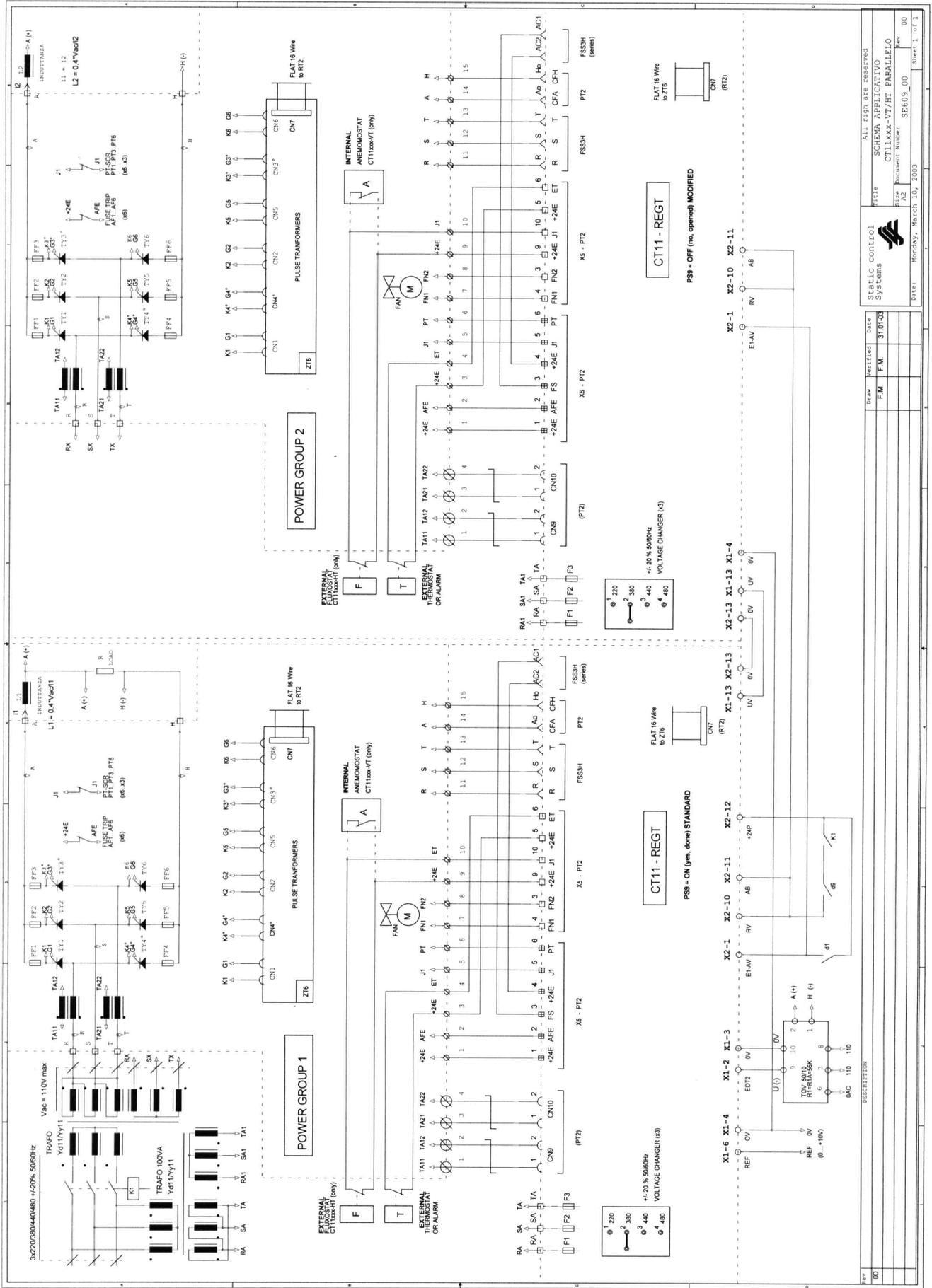


fig. 7.4.4 Schema applicativo singolo CT11-xxxxVT/HT con Vdc = 50V (SE605)



REV	00	DESCRIPTION	
DATE	31/03/03	FILE	CT11xxx-VT/HT PARALLELO
DESIGN	F.M.	SCHEMA APPLICATIVO	
MODIFIED	F.M.	SCHEMA APPLICATIVO	
DATE	Monday, March 10, 2003	DOCUMENT NUMBER	SE609_00
		REV	00
		SHEET	1 of 1

fig. 7.4.5 Schema applicativo parallelo a 12 impulsi CT11-xxxxVT/HT con Vdc = 50V (SE609)

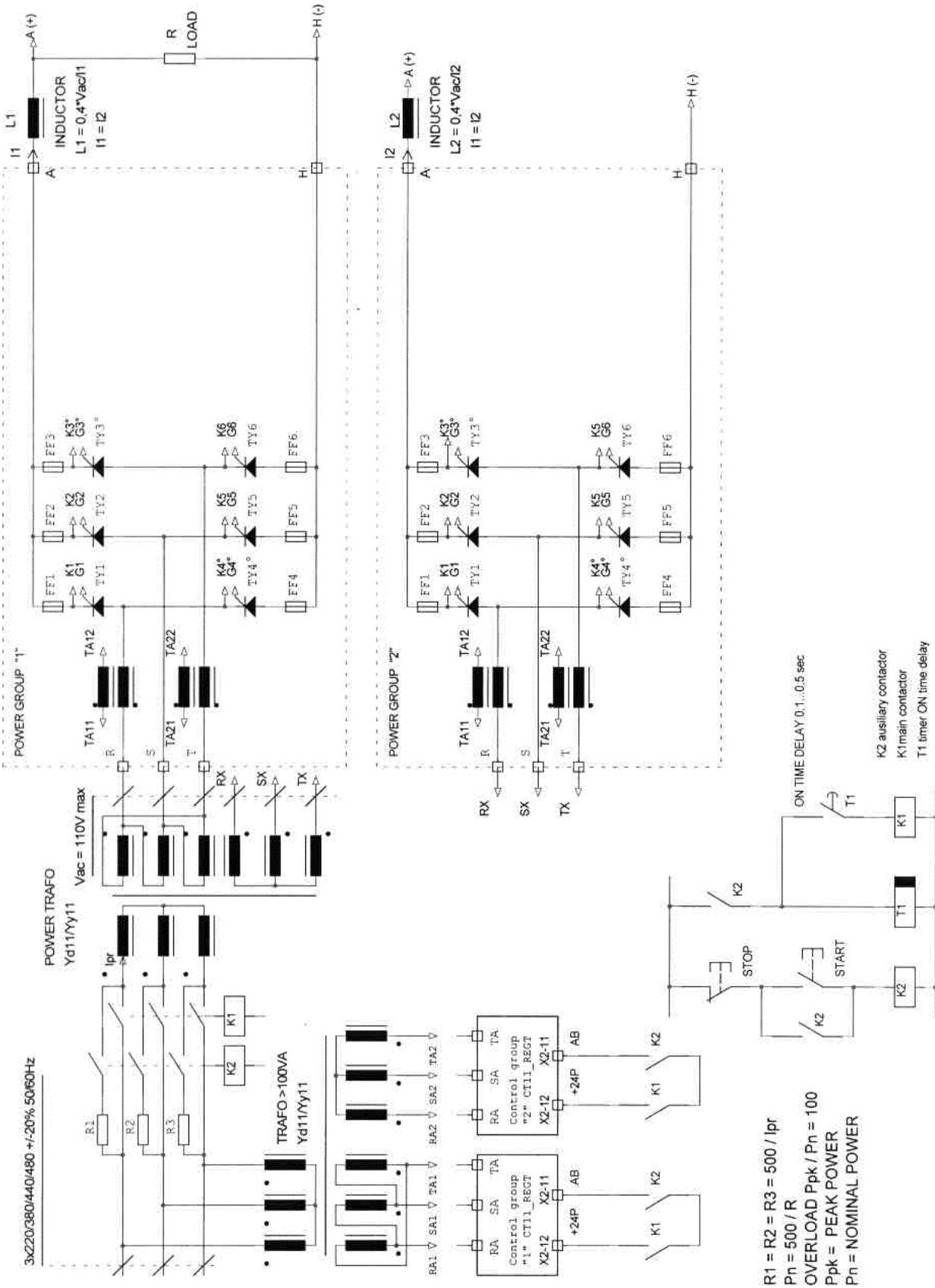


Figura 7.4.6 - Schema tipico di allacciamento CT11-xxxxVT/HT  
Dodecafase a 12 impulsi con resistenze limitatrici (SE515)