



SCS Static Control Systems

Azionamenti elettronici e Automazione

MANUALE UTENTE

**CONVERTITORE TRIFASE
SEMICONTROLLATO UNIDIREZIONALE**

CT380-30..60S-75VS

CAPITOLO 0: INDICE E PRESCRIZIONI

CAPITOLO 0: INDICE E PRESCRIZIONI	I
0.1 Sicurezza.....	III
0.1.1 Compatibilità elettromagnetica	IV
0.1.2 Abbinamento filtro / convertitore.	V
CAPITOLO 1: CARATTERISTICHE GENERALI	1
CAPITOLO 2: TABELLA D'IMPIEGO	1
2.1 Fusibili extrarapidi esterni.....	1
CAPITOLO 3: DATI TECNICI E FUNZIONAMENTO	1
3.1 Caratteristiche tecniche	1
3.2 Opzioni di serie montate su scheda	3
3.3 Funzionamento.....	3
3.3.1 Contatto di blocco	3
3.3.2 Parte di potenza.....	3
3.3.3 Parte di controllo - circuito di regolazione RTS	4
3.3.4 Caratteristiche degli ingressi - nomenclatura morsetti.....	5
3.3.5 Riferimento standard	5
3.3.6 Riferimento ausiliario	5
3.3.7 Potenziometro di riferimento.....	6
3.3.8 Opzione rampa graduale	6
3.3.9 Reazione di velocità con dinamo tachimetrica.	7
3.3.10 Reazione di tensione o reazione di armatura.....	7
3.3.11 Corrente massima.....	8
CAPITOLO 4: INSTALLAZIONE E COLLEGAMENTI ELETTRICI	1
4.1 Sistemazione meccanica nel quadro	1
4.2 Collegamenti elettrici	5
4.3 Collegamento rete	5
4.4 Collegamento motore	5
4.5 Collegamento eccitazione	6
4.6 Schermi e cavi di segnale.....	6
4.7 Potenziometro di riferimento.....	6
4.8 Contatto di blocco.....	7
4.9 Dinamo tachimetrica.....	7
4.10 Reazione di armatura isolata.....	7
4.11 Reazione di armatura diretta (in tensione).....	8
4.12 Induttanze di rete.....	8
4.13 Induttanze di armatura o di livellamento	8
4.14 Collegamento terra.....	9
4.15 Passaggio da 50Hz a 60Hz.....	9
4.16 Protezioni interne del convertitore	9

CAPITOLO 5: MESSA IN SERVIZIO	1
5.1 Controllo montaggio e collegamenti	1
5.2 Controllo tensioni ausiliarie.....	1
5.3 Messa in marcia	2
5.4 Azzeramento velocità	2
5.5 Tarature e controlli	3
5.6 Taratura limitazione di corrente	3
5.7 Controllo anello di velocità.....	4
5.8 Compensazione caduta Rxl (solo reazione d'armatura).....	4
5.9 Controllo tensione armatura	5
5.10 Impulsi d'innesco	5
CAPITOLO 6: MANUTENZIONE - RICERCA GUASTI - RICAMBI.....	1
6.1 Manutenzione.....	1
6.2 Controlli periodici.....	1
6.3 Ricerca guasti.....	2
6.4 Ricambi	3
6.5 Controllo indicativo dei semiconduttori	4
CAPITOLO 7: FORME D'ONDA RIFERITE A 50HZ.....	1
CAPITOLO 8: MANUALE DI COLLAUDO SU BANCO	1
8.1 Oscilloscopio da impiegare.....	1
8.2 Controllo del cablaggio e dei componenti.....	1
8.3 Controllo tensioni di alimentazione	2
8.4 Controllo circuito di blocco elettronico	2
8.5 Controllo circuito di regolazione	3
8.6 Controllo modulatori	3
8.7 Controllo trasformatori d'innesco	3
8.8 Rampa di velocità.....	4
8.9 Messa in marcia - limitazione di corrente.....	4
8.10 Taratura anello di velocità	5
8.11 Immatricolazione	6
8.12 Variante a 60Hz.....	6

Allegati: 1) SE107 - Schema funzionale CT380-30÷75VS
 2) SE108 - Schema funzionale CT220-30÷75VS

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.

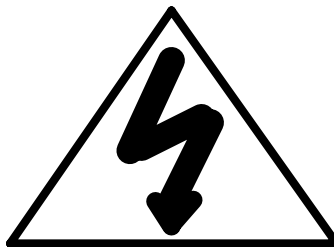


Le apparecchiature elettriche possono costituire un rischio per la sicurezza delle persone. L'utente finale è responsabile affinché l'installazione venga eseguita in conformità alle leggi e alle norme vigenti (es. legge 46/90, D.L. 626/94, norme CEI 64-8 e CEI EN 60204-1).

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 motore.
- ◆ Collegamento equipotenziale delle masse.

Per maggiori dettagli esecutivi, consultare la Ns. guida NT247A.

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 velocità 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 Abbinamento filtro / convertitore.

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 semicontrollati unidirezionali** nelle seguenti condizioni :

- convertitore singolo in quadro metallico
- alimentazione tramite filtro EMC di rete (vedi abbinamento)
- cavi motore di potenza e segnali schermati

ABBINAMENTO FILTRO/CONVERTITORE

Per tensione di alimentazione fino a $480V \pm 10\%$ - $50 / 60Hz \pm 4\%$

Convertitore tipo	Filtro tipo
CT380/30S	SHFN258-30-07
CT380/60S	SHFN258-55-07
CT380/75VS	SHFN258-55-07

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 380V 50Hz.

N.B. I filtri sono della SCHAFFNER.

CAPITOLO 1: CARATTERISTICHE GENERALI

Il convertitore CT380/30-60-75VS (CT220/30-60-75VS), è destinato all'alimentazione unidirezionale di motori a corrente continua di media potenza. Le correnti massime continue del gruppo sono 30, 60 e 75A, mentre le tensioni massime di uscita sono 440V e 260V, a seconda che lo stesso venga allacciato ad una rete a 380V oppure 220V rispettivamente.

I motori impiegati possono essere del tipo con campo serie. È un convertitore monofase unidirezionale semicontrollato a ponte di Greatz trifase misto. Il quadrante di funzionamento è unico (vedi fig. 4.1.4). La parte di potenza è costituita da 3 SCR, 3 diodi e 2 diodi 'volano' ed è completa di protezione contro le extra-tensioni e gli inneschi incontrollati (gruppo RC e filtro sfioratore) può essere allacciata direttamente alla rete senza interposizione di alcun trasformatore. Esternamente al convertitore, sul lato AC devono essere inseriti tre fusibili di tipo extrarapido (es. Tipo silized a banda gialla) da 30, 63 o 80A per le taglie 30, 60 e 75A rispettivamente, che possono essere corredati dagli appositi dispositivi di segnalazione di intervento (AF3). Il circuito di misura della corrente è del tipo isolato (trasformatore di corrente continua a reattore saturabile). Sulla parte di potenza è previsto un raddrizzatore indipendente per l'alimentazione del circuito di eccitazione (campo).

La parte di controllo è del tipo monoscheda a giorno, con circuiti d'innescio interni, ed è montata su piastra ribaltabile protetta, per facilitare l'ispezionabilità interna.

Il circuito di regolazione è del tipo a doppio anello di regolazione in serie: anello di velocità proporzionale integrale, anello di corrente proporzionale-integrale. Sullo stesso circuito di controllo è previsto un circuito di accelerazione e decelerazione graduale montato di serie, con entrata uscita indipendenti.

Sul circuito di controllo è montata una morsettiera a 22 vie per l'allacciamento dei circuiti di segnale e controllo, a cui possono essere inviati cavi di sezione compresa tra 0.25mmq e 1.5mmq. Sulla parte di potenza è montata una morsettiera componibile per l'allacciamento delle alimentazioni in alternata (potenza, eccitazione, ecc.) ed i collegamenti ai morsetti del motore (armatura e campo); la sezione dei cavi prevista è di 2.5mmq, 6mmq, 10mmq e 16mmq a seconda delle taglie. L'alimentazione del circuito di controllo, è inviata ad una morsettiera a 3 vie montata sul circuito di controllo; la sezione dei cavi prevista è compresa tra 0.25mmq e 1.5mmq.

CAPITOLO 2: TABELLA D'IMPIEGO

CONVERTITORE	CT220 30S	CT220 60S	CT380 30S	CT380 60S	CT220 75S*	CT380 75S*
Tensione armatura massima	260V	260V	440V	440V	260V	440V
Corrente di armatura massima	30A	60A	30A	60A	75A	75A
Fattore di forma massimo	1,1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
Potenza convertitore @ rete nominale	7,8KW	15.6KW	13.2KW	26.4KW	19.5KW	33KW
Potenza motore con rendimento 0.8 e coppia di spunto C=1.5Cn	4.16KW 5.6HP	8.3KW 11.3HP	7.0KW 9.55HP	14.0KW 19.0HP	10.4KW 14HP	17.6KW 24HP
Potenza motore con rendimento 0.8 e coppia di spunto C=2Cn	3.12KW 4.2HP	6.25KW 8.5HP	5.25KW 7.1HP	10.51KW 14.2HP	7.8KW 10.6HP	13.2KW 18HP
Induttanza di armatura per FF=1.1	7mH	4mH	9mH	7mH	4mH	7mH
Corrente termica	25At	50At	25At	50At	65At	65At
Corrente di saturazione	40As	75As	40As	75As	100As	100As
Tensione continua massima di eccitazione	330V	330V	330V	330V	330V	330V
Corrente massima di eccitazione	6A	6A	6A	6A	12A	12A
Fusibile di controllo interno	0.25A 5x20	0.25A 5x20	0.25A 5x20	0.25A 5x20	0.25A 5x20	0.25A 5x20
Fusibili extrarapidi esterni	2x30A	2x63A	2x30A	2x63A	2x80A	2x80A
Eventuali induttanze di rete - valore tipico (50Hz)	480uH	242uH	840uH	420uH	195uH	340uH
Corrente termica	30At	60At	30At	60At	75At	75At
Corrente di saturazione	40As	75As	40As	75As	110As	110As
Peso convertitore	8Kg	9.5Kg	8Kg	9.5Kg	12Kg	12Kg

N.B. * Versione speciale a richiesta.

2.1 Fusibili extrarapidi esterni

Tipi consigliati (validi anche per CT220..S)

Azionamento	Fusibili	Note
CT380-30S	3xE27-5SD480-30A (Siemens), oppure 3x30FE (Brush/Bussman)	I ₂ t ≤ 500 @ 10mS
CT380-60S	3xE33-5SD470-63A (Siemens), oppure 3x63FE (Brush/Bussman)	I ₂ t ≤ 7000 @ 10mS
CT380-75VS	3xR1/4-5SD510 (Siemens), oppure 3x80FE / 100FE (Brush/Bussman)	I ₂ t ≤ 7000 @ 10mS

CAPITOLO 3: DATI TECNICI E FUNZIONAMENTO

3.1 Caratteristiche tecniche

Grado di protezione	IP00
Tensione di alimentazione standard del circuito di controllo	380V \pm 10% trifase per la serie CT380..S (fino a 460V a richiesta) 220V \pm 10% monofase per la serie CT220..S Inserzione con terna casuale (orario oppure antioraria) ma sincronizzata con la parte di potenza.
Tensione massima di alimentazione del circuito di potenza	380V \pm 10% (fino a 460V a richiesta)
Tensione nominale di alimentazione del circuito di potenza	380V \pm 10% oppure 220V \pm 10%
Frequenza	50Hz \pm 4% - (60Hz \pm 4% a richiesta)
Temperatura di funzionamento	da 0°C a 45°C di temperatura ambiente effettiva (interno quadro) alla corrente nominale di 30A e 60A. da 0°C a 35°C per la taglia 75A (ventilatore)
Temperatura massima di funzionamento	65°C di temperatura ambiente con declassamento di 1.25% per ogni grado di aumento di temperatura da 45°C (35°C) a 65°C (cioè 25% per $Dt = 20^\circ C$).
Temperatura d'immagazzinamento	-25°C, +85°C
Ponte di alimentazione del circuito di armatura	a 3 tiristori, 3 diodi + 2 diodi volano (greatz trifase misto) a 3 (6) impulsi per ciclo, completo di filtri. Funzionamento ad 1 quadrante di regolazione. Funzionamento a 6 impulsi per ciclo solamente alla piena tensione.
Fattore di forma tipico	1.1 (FF = I_{eff} / I_{media})
Tensione massima di armatura	440V con alimentazione della parte di potenza a 380V 260V con alimentazione della parte di potenza a 220V In genere si ha: $V_{arm} = V_{rete} * 1.16$
Ponte di alimentazione eccitazione	di tipo monofase ad onda intera
Tensione alternata massima di alimentazione per eccitazione	380V monofase
Tensione continua massima di eccitazione	330V
Corrente continua massima di eccitazione	6A/12A
Fusibili di protezione del circuito di potenza esterni	2x30A, 2x63A oppure 2x80A di tipo extrarapido (banda gialla). Vedi cap. 2 tabella impiego. Inserzione sull'entrata
Fusibili di protezione del circuito di eccitazione	2x6A/12A di tipo extrarapido o rapido. Inserzione sull'entrata

Caratteristica di regolazione: a doppio anello chiuso in serie: anello esterno di velocità (dinamo tachimetrica) oppure di tensione di armatura (con trasduttore di armatura isolato TOV esterno, oppure TOVm interno) di tipo proporzionale-integrativo. Anello interno di corrente di tipo proporzionale-integrativo. Reazione di corrente isolata (TA).

Campo di regolazione:

1:200 con reazione da dinamo tachimetrica (1:2000 a richiesta)

1:20 con reazione di armatura, con compensazione RxI tarabile

1:10 con reazione di armatura senza compensazione RxI

Precisione di regolazione:

1. Errore statico di velocità, con reazione tachimetrica a transitori esauriti (esclusi gli errori di misura della dinamo tachimetrica):
 - $\pm 0,001\%$ della velocità massima per variazioni di carico da 5 al 100%
 - $\pm 0,05$ della velocità massima per variazioni della tensione di rete di $\pm 10\%$ (stabilizzazione a circuiti integrati)
 - $\pm 0,1\%$ della massima velocità effettiva per ogni grado di variazione della temperatura ambiente a richiesta $\pm 0,01\%$ oppure $\pm 0,001$ con riferimenti compensati standard.
2. Errore statico di velocità con reazioni di armatura. Valgono gli stessi dati sopra riportati, ma riferiti alla tensione media di armatura anziché alla velocità. L'errore massimo globale con compensazioni Rxl è orientativamente pari al 5% della velocità (inclusi gli errori di misura del trasduttore TOV) e dipende in grande misura dalle caratteristiche del motore.

Tensioni di riferimento interna: a doppia stabilizzazione. $+10V \pm 5\%$ ($-10V \pm 5\%$ con rampa di accelerazione / decelerazione). Stabilità termica standard $\pm 0,1\%$ per grado C; a richiesta $\pm 0,01\%$ oppure $0,001\%$. Impedenza d'ingresso del riferimento $40K\Omega$ ($0,25mA$).

Potenzimetro di riferimento: valore standard $5K\Omega$. Valore minimo $2K\Omega$. Valore massimo $10K\Omega$. Potenza minima $0,5W$. Costruzione normale a cermet, oppure a filo, oppure a plastica conduttiva. Tensione di isolamento tra terminali e custodia almeno pari alla tensione di rete in gioco. Valore consigliato $1000V$ r.m.s.

Ingresso ausiliario di riferimento: inserito come somma algebrica al riferimento normale; adatto per controlli aggiuntivi a ballerino, di scorrimento, di spazio, posizione, ansa; tensione d'ingresso massima $\pm 50V$. Corrente d'ingresso massima $\pm 0,25mA$.

Controllo della velocità massima:

3.2 Opzioni di serie montate su scheda

Rampa di velocità per accelerazioni costanti.

- Tempo di transizione da 0a $\pm 10V$ e da $\pm 10V$ a 0, tarabile tramite il potenziometro 'a' da 6 a 60 sec. circa.
- Caratteristica entrata-uscita con inversione di segno.
- Guadagno statico standard -1. Possibilità di ottenere guadagni inferiori all'unità o superiori.
- Entrata-uscita del circuito di rampa indipendenti.
- Tensione massima di entrata, con guadagno inferiore a -1 pari a $\pm 50V$, corrente d'ingresso $\pm 0,25mA$.
- Tensione d'entrata standard $\pm 10V \pm 0,25mA$
- Tensione d'uscita $\pm 10V \pm 4mA$ max. ($\pm 0,25mA$ con connessione standard).

3.3 Funzionamento

3.3.1 Contatto di blocco

Normalmente la parte di controllo viene alimentata a monte del contattore di marcia CL (CM) in modo da essere pronta a funzionare partendo da zero, alla chiusura di quest'ultimo, evitando sovracorrenti pericolose (vedi schemi funzionali SE107, 108, 113, 114, 154 e figura 4.2.1). Un contatto ausiliario istantaneo normalmente aperto, del contattore di marcia, connesso tra i morsetti 19-20, mantiene il circuito di controllo bloccato fino a che il contattore di potenza non chiude, consentendo una partenza da condizioni iniziali ben definite e non pericolose.

Sul circuito di controllo è montato di serie un circuito di blocco elettronico ad elevata sensibilità. Tale circuito consente, in impianti di particolare complessità, l'inserzione della parte di potenza contemporaneamente alla parte di controllo (morsetto R cavallottato con 1R - morsetto S cavallottato con 2S - morsetto T cavallottato con 3T) con la conseguente eliminazione del contattore di marcia. Quando la tensione di linea compare ai morsetti 1R, 2S, 3T (alimentazione del circuito di controllo) e vi è presente in maniera stabile (al termine di ogni rimbalzo o buco di rete superiore a 1mS), il circuito del blocco elettronico, dopo un ritardo di circa 100mS, sblocca i circuiti di controllo da zero, allo stesso modo del contatto di blocco CL (CM), quando la potenza ed il controllo sono separate. Durante la fase di blocco automatico, tutti gli amplificatori sono a zero (finecorsa) e gli impulsi di innesco sono soppressi.

Per abilitare il funzionamento del blocco elettronico, nel caso di potenza e regolazione contemporanee, occorre effettuare un cavallotto tra i morsetti 19-20, oppure chiudere il contatto tra i due morsetti, con un relè ausiliario, o con un interruttore, che assume il valore di contatto di marcia.

All'apertura di tale contatto, avviene il recupero sul diodo volano dell'energia induttiva del carico. Quando la rete scompare per almeno 1mS circa, il circuito di blocco elettronico interviene automaticamente, azzerando ogni circuito per il suo tempo caratteristico. E' da notare che l'impiego dell'esecuzione con potenza e regolazione contemporanee e sempre inserite alla rete, non isola completamente il carico dalla linea, anche se il cavallotto tra 19-20 è aperto, essendo sempre presenti le dispersioni dei filtri e dalla parte di potenza.

3.3.2 Parte di potenza

Ogni ponte trifase semicontrollato con diodo volano fornisce in condizioni medie una tensione raddrizzata a 3 impulsi per ciclo; il fattore di forma che ne risulta è in media da 1,1 a 1,2 per cui normalmente si rende necessaria una induttanza di livellamento, salvo nel caso in cui la potenza

del motore sia poco sfruttata e venga tollerato un rendimento modesto. A piena tensione, gli impulsi di conduzione tendono ad essere 6, come un ponte trifase totalcontrollato, ma in condizioni normali a velocità inferiori del 30% della massima, il fattore di forma può peggiorare e richiedere l'impiego dell'induttanza di armatura.

La variazione della tensione di uscita (tensione di armatura) viene ottenuta variando l'angolo di ritardo di accensione dal massimo a zero; in altre parole, variando l'angolo di conduzione da zero al massimo. Si verifica quindi il quadrante di funzionamento (vedi figura 4.1.4) è cioè:
1° quadrante: motore avanti (coppia avanti, velocità avanti).

3.3.3 Parte di controllo - circuito di regolazione RTS

Per meglio comprendere il funzionamento della parte di controllo, occorre far riferimento allo schema a blocchi che compare sugli schemi funzionali SE107, 108, 113, 114, 154. Gli impulsi d'innescio dei tiristori vengono inviati agli stessi, tramite trasformatori d'impulso, montati sul circuito di controllo RTS.

Gli impulsi d'innescio vengono forniti (opportunamente smistati) da un gruppo di tre modulatori. Tale circuito converte la tensione continua inviata al suo ingresso da zero a +10V, in una fase variabile da 180° a 0° con conseguente variazione della tensione di uscita del ponte di potenza da zero al massimo. In sostanza, mentre il ponte ad SCR è un convertitore 'fase di innescio-tensione', il modulatore opera una conversione 'tensione di entrata - variazione di fase'. La tensione d'ingresso del modulatore (che rappresenta la tensione istantanea di armatura) proviene dall'uscita del regolatore di corrente.

Il regolatore di corrente nel suo insieme, elabora il confronto tra corrente richiesta dal carico e quella effettivamente circolante, misurata dall'apposito trasduttore di corrente (TAcc). Se tali valori differiscono, nasce un segnale di errore (differenza) che, opportunamente amplificato agisce come segnale d'ingresso al modulatore e quindi sulla tensione di uscita del ponte, in modo tale che la corrente circolante sia effettivamente uguale a quella richiesta. Il valore della corrente richiesta, inviata, come si è detto, all'ingresso del regolatore di corrente, proviene dall'uscita del regolatore di velocità. Tale regolatore è di tipo proporzionale-integrativo, ed elabora il confronto tra la velocità di rotazione richiesta (impostazione del potenziometro di riferimento) e quella effettivamente misurata ad esempio dinamo tachimetrica. Se tali valori differiscono, nasce un segnale di errore (differenza) che, opportunamente amplificato genera il valore di corrente necessario affinché la velocità misurata sia effettivamente uguale a quella richiesta. L'uscita del regolatore di velocità, rappresenta, con la sua ampiezza e segno il valore istantaneo di corrente richiesto dal carico, (riferimento di corrente) e quindi la coppia che occorre al motore per mantenere la grandezza finale (velocità) al valore voluto.

Con riferimento positivo, il ponte di potenza fornisce tensione positiva sul morsetto '+' e negativa sul morsetto '-'. Il riferimento di velocità suddetto, si intende riferito all'ingresso del regolatore di velocità 'RIF1', oppure punto 'A'; la reazione di velocità (in genere la dinamo tachimetrica) sarà sempre di segno negativo. Con rampa inserita, sarà di segno uguale a quello del riferimento (riferita al cursore).

3.3.4 Caratteristiche degli ingressi - nomenclatura morsetti

N° morsetto	Sigla morsetto	Descrizione
1	IDT	Ingresso dinamico tachimetrica oppure TOV/TOVm
2	NC	Non Collegato
3	0V	Zero volt (normalmente, altro filo D.T.)
4	0V	Zero volt (normalmente, collegato a terra)
5	R0	Minimo del potenziometro di riferimento trimmer 'Nmin'
6	RIF1	Ingresso riferimento standard
7	+10V	Tensione alimentazione per riferimenti
8	RIF2	Ingresso riferimento ausiliario
9	+24V	Tensione di misura +24V caricabilità 10mA
10	UV	Uscita amplificatore di velocità (0÷10V)
11	LA	Ingresso di controllo per limitazione di corrente (0÷10V)
12	-10V	Tensione alimentazione per riferimenti
13	NC	Non Collegato
14	NC	Non Collegato
15	NC	Non Collegato
16	CI	Ingresso amplificatore di corrente
17	+15V	Tensione di misura +15V caricabilità 10mA
18	-15V	Tensione di misura -15V caricabilità 20mA
19	BLO	Ingresso comando blocco zero
20	-24V	Alimentazione per comando blocco
21	ER	Ingresso rampa di velocità
22	UR	Uscita rampa di velocità

3.3.5 Riferimento standard

Il riferimento di velocità è positivo, riferito all'ingresso RIF1 (punto A). L'ingresso di riferimento standard (RIF1 oppure punto 'A') è inviato al morsetto 6 della morsettiera di controllo rispetto allo zero volt (0V) (morsetto 3 o morsetto 4). La tensione interna di alimentazione del potenziometro di riferimento (10V) può essere positiva (morsetto 7) o negativa (morsetto 12) a seconda che venga utilizzata o meno la rampa di velocità. Se per ragioni di precisione, stabilità o sincronizzazione, il riferimento è esterno, può essere inviato ancora all'ingresso standard RIF1, (morsetto 6), se ha il valore massimo di +10V; se ha valori diversi, dovrà essere indirizzato all'ingresso ausiliario RIF2 (morsetto 8).

3.3.6 Riferimento ausiliario

Il riferimento ausiliario (RIF2) deve essere inviato al morsetto 8 della morsettiera di controllo, rispetto allo zero. La tensione massima d'ingresso è $\pm 50V$. Occorre adattare il valore delle resistenze d'ingresso adatte allo scopo, è cioè:

$$R12 = R13 = V_{est} * 2 \quad (\text{in } K\Omega)$$

dove V_{est} è il valore della tensione esterna di riferimento ausiliario in volt. Il condensatore di filtro C3 deve essere 0,1 μ F del tipo a film sintetico.

Ad esempio, con $V_{est} = 5V$ occorre montare $R_{12}=R_{13}=10K\Omega$. Il riferimento ausiliario RIF2 è inserito come somma algebrica al riferimento standard RIF1.

3.3.7 Potenzimetro di riferimento

E' normalmente collegato tra i morsetti 7 (+10V), 6 (cursore RIF1), 5 (R0). Quando viene utilizzata la rampa interna di velocità, dato che la stessa inverte il segno, il massimo del potenziometro anziché al morsetto 7 (+10V) deve essere collegato al morsetto 12 (-10V). Il cursore del potenziometro, anziché al morsetto 6 deve essere inviato all'ingresso della rampa (morsetto 21); l'uscita della rampa (morsetto 22) sarà collegato al morsetto 6. Il minimo del potenziometro è collegato al morsetto 5 (R0) anziché allo zero volt (morsetto 4 oppure 3) per consentire la regolazione della velocità minima (N_{min}) è normalmente 1K Ω , e consente un controllo della stessa da circa zero a circa il 20% della velocità massima, quando il potenziometro esterno ha il valore standard di 5K Ω .

3.3.8 Opzione rampa graduale

Sul circuito di regolazione è montato di serie un circuito di accelerazione e decelerazione graduale, che può essere utilizzato o no a discrezione dell'utilizzatore. Tale circuito ha un ingresso indipendente ER (morsetto 21) ed una uscita indipendente UR (morsetto 22), oppure punto M.

La tensione applicata all'ingresso, viene ripetuta all'uscita con il segno cambiato e con una certa gradualità tarabile tramite il potenziometro 'a'. Inviando all'ingresso una tensione negativa (morsetto 12), si otterrà all'uscita una tensione positiva come è richiesta dal circuito di controllo (vedi paragrafo 3.3.7). Tempo standard di transizione dell'uscita da 0V a $\pm 10V$ e da $\pm 10V$ a 0V regolabile tramite il potenziometro 'a' da circa 6 a circa 60 secondi. Per tempi diversi occorre modificare il valore della resistenza R64 secondo la formula approssimata:

$$R_{64} = 17 * T_{max} \quad (\text{in } K\Omega)$$

dove T_{max} è il tempo di rampa massimo ottenibile in secondi ed R64 il valore della resistenza occorrente in K Ω . Il tempo massimo ottenibile è circa 100 secondi. Tramite il potenziometro 'a' è possibile ridurre il tempo massimo fino a 1/10 dello stesso.

Tale circuito è utilizzato normalmente collegando il cursore del potenziometro all'ingresso della rampa (morsetto 21) e collegando l'uscita della rampa (morsetto 22) con l'ingresso standard di riferimento (morsetto 6). Dato che il circuito opera l'inversione di segno, il potenziometro dovrà essere collegato con una tensione negativa (morsetto 12 -10V). L'azzeramento rapido della stessa avviene automaticamente all'arresto del contattore di marcia (apertura del contatto do blocco tra i morsetti 19 e 20). Tensione d'ingresso standard $\pm 10V$ - Tensione massima in ingresso $\pm 50V$ - Corrente d'ingresso 0,25mA.

Se al circuito di rampa viene inviata una tensione diversa da quella interna di riferimento (ad esempio una tensione di 30V) occorre adattare il valore della resistenza d'ingresso (R61) secondo la seguente formula:

$$R_{61} = V_{ex} * 4 \quad (\text{in } K\Omega)$$

dove V_{ex} è il valore della tensione esterna inviata in volt. Il circuito di rampa può inoltre essere adoperato come amplificatore invertitore; in tal caso occorre:

- togliere la resistenza R64 ed il condensatore C44
- effettuare un cavallotto al luogo della resistenza R64

il guadagno di detto amplificatore sarà allora:

$$V_{ur} = -V_{er} * \frac{R_{63}}{R_{61}}$$

Come caso particolare, lasciando i valori standard di R61 ed R63 montati di serie, l'amplificatore guadagnerà -1 (invertitore unitario). La corrente massima prelevabile dall'uscita UR (morsetto 22) è 4mA.

3.3.9 Reazione di velocità con dinamo tachimetrica.

Generalmente la dinamo tachimetrica è montata sullo stesso asse del motore e fornisce la misura diretta della velocità di rotazione dello stesso. Il segno che fornisce viene inviato ai morsetti 1 (DT) e 3 (0V) della morsettiera di controllo. La polarità che fornisce, (punto X) sarà sempre negativa rispetto a 0V.

Per la taratura della velocità, di norma è sufficiente regolare il potenziometro 'Nmax'; infatti ruotando lo stesso dal minimo al massimo, è possibile controllare una tensione di reazione che va da -40V a -200V, e cioè, velocità di rotazione da circa 700 rpm a 3000 rpm se la dinamo tachimetrica montata ha la costante di tensione uguale a 60V/1000 rpm. Se la tensione di reazione non rientra dalla suddetta gamma di controllo, ad esempio, quando la dinamo tachimetrica è montata sul materiale da controllare, oppure ha una costante di tensione diversa, è possibile adattare il valore delle resistenze d'ingresso R1-R2. In genere si ha:

- R1=R2 = cavallotto, per tensione di reazione da -10V a -50V
- R1=R2 = 22k Ω -2W, per tensione di reazione da -80 a 400V

Il condensatore di filtro (C1) è in ogni caso 0,1 μ F 63V a film sintetico. La corrente massima d'ingresso è circa 8mA, con il potenziometro 'Nmax' al massimo. L'impedenza d'ingresso risulta:

$$Z_i = R_1 + R_2 + 5,8 \quad (\text{in K}\Omega)$$

La tensione minima di reazione è 9,5V (riferita alla massima velocità).

3.3.10 Reazione di tensione o reazione di armatura

Viene impiegata, raramente con convertitori di una certa classe, quando è sufficiente un controllo approssimativo della velocità del motore; infatti tale misura di velocità è affetta da un errore, dovuto alla caduta ohmica interna del motore (caduta $R_x I$) che è in parte compensabile dal circuito di controllo. Nel caso venisse impiegata, si consiglia di adottare un collegamento che non metta in tensione il circuito di controllo e cioè di effettuare la reazione di armatura con isolamento galvanico, ad esempio, con il trasduttore TOV oppure TOVm. Controllare in tal caso, che il trasdotto-

re TOV sua adatto per la tensione di armatura in gioco (ad esempio TOV 440 con tensione di armatura 440V) e che sia prevista l'alimentazione dello stesso (110V tra i morsetti 6-7, oppure 220V tra i morsetti 6-8 del TOV).

N.B. E' possibile richiedere la versione CT..+TOVm (scheda interna).

Sul circuito di controllo RTS, occorre effettuare le seguenti variazioni, se prima il convertitore era previsto per un altro tipo di reazione:

- R1=R2 = cavallotto (la reazione fornita dal TOV è -10V)
- C4 = condensatore 10KpF a film sintetico
- Portare il potenziometro 'Nmax' al minimo (finecorsa antiorario).

Per la taratura della massima tensione di armatura, occorrerà poi ruotare lievemente (circa 10°) il potenziometro 'Nmax' in senso orario, in modo che la tensione tra i morsetti 1 e 3 della morsettiera di controllo sia al massimo -10V. Qualora venga effettuata la reazione di armatura diretta (morsetto - di potenza con morsetto 1 della morsettiera di controllo e morsetto + con morsetto 3 della morsettiera di controllo), la parte di controllo è allo stesso potenziale della tensione di linea (380V di linea) e quindi anche il potenziometro di riferimento. Ciò è oltremodo pericoloso, ed in alcuni paesi non è ammesso dalle norme antinfortunistiche, per cui è sempre sconsigliato. Per predisporre il funzionamento del convertitore per la reazione di armatura diretta occorre:

- Eliminare il cavallotto (filo giallo-verde) esistente tra il morsetto 4 (0V) della morsettiera di controllo e la vite di terra.
- Sostituire tale collegamento con un condensatore da 0,1uF 1000V del tipo carta e olio o in propilene.
- C4 = condensatore 0,1uF 63V a film sintetico
- R1=R1 = resistenza 47K 2W (reazione da 150V a 600V)
- C1 = condensatore 1uF 63V a film sintetico.

Compensazione Rxl (in reazione d'armatura). Per la taratura della compensazione Rxl, occorre potere passare da vuoto a carico. Osservare lo scarto di velocità esistente ad una velocità pari a metà della velocità nominale, e compensare tale scarto agendo sulla resistenza R14. Valore medio indicativo R14 = 1MΩ.

3.3.11 Corrente massima

Il convertitore viene normalmente fornito con la taratura della corrente massima uguale alla corrente nominale (30A, 60A e 75A). Tale taratura può essere 30A o 60A o 75A, a secondo del tipo di convertitore è 1,5÷2 volte la corrente nominale del motore. La corrente massima può essere ridotta, agendo sul potenziometro I_{max}, fino al 50% (cioè 15A, 30A, 37A) senza pregiudicare molto la prontezza di risposta del convertitore.

Se il valore massimo di corrente che occorre deve essere inferiore ad esempio 8A, per la taglia da 30A, oppure 15A per la taglia 60A) occorre modificare il valore della resistenza R19 della cartella di controllo RTS secondo la seguente formula:

$$R19 = \frac{10000}{N_p * I_a} \quad (\text{in } \Omega) \quad (\pm 10\%)$$

Dove N_p è il numero di spire primarie (passaggi interni) del TA, e I il valore massimo di corrente richiesto.

N.B. Nella scelta del valore di R19, è bene approssimare al valore commerciale inferiore.

Se il valore di R19 che risulta è maggiore di 680Ω , occorre aumentare il numero di spire primarie del TA. Normalmente il convertitore è costruito con 2 spire primarie ($N_p=2$).

La potenza di R19 vale:

$$P = \frac{100}{R19} \quad (\text{in Watt})$$

E' possibile controllare la corrente massima del convertitore, anziché con il potenziometro I_{max} interno, con potenziometro esterno. La tensione di alimentazione di tale potenziometro è disponibile in morsettiera (-10V al morsetto 12). Collegando un potenziometro tra il morsetto 12 e lo 0V (morsetto 3 e 4) ed il cursore al morsetto 11 (LA) è possibile controllare la corrente da circa il 5% al massimo. Il valore di tale potenziometro deve essere da $10K\Omega$ - potenza 0,5W. Ovviamente il potenziometro I_{max} montato sulla cartella deve essere tolto (dissaldato).

CAPITOLO 4: INSTALLAZIONE E COLLEGAMENTI ELETTRICI

4.1 Sistemazione meccanica nel quadro

Poiché il raffreddamento del convertitore è affidato alla libera circolazione dell'aria, occorre fare particolare attenzione al montaggio. In particolare deve essere fissato verticalmente, con 4 viti M4x10 (vedi figura 4.1.1 e 4.1.2) 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. Nella parte inferiore non devono trovarsi corpi ingombranti o che sviluppano calore. Il quadro deve essere provvisto di apposite feritoie soprattutto sulla parte alta. Ogni quadro ha una capacità di disperdere una certa quantità di calore: in pratica un quadro di circa 600x400x1200 è in grado di disperdere una quantità di calore che può bastare per un solo convertitore trifase semicontrollato da 60A. La potenza che dissipa un convertitore trifase semicontrollato unidirezionale vale circa:

$$W \cong 3,5 * I_n$$

essendo W i watt totali, ed I_n la corrente nominale. Vanno poi aggiunte tutte le altre perdite, tra cui i relè, trasformatori, fusibili ecc. In particolare i fusibili dissipano:

- ~ 6W per la taglia da 30A
- ~ 15W per la taglia da 63A
- ~ 20W per la taglia da 75A

Si ricava quindi la potenza totale riscaldante W_t . Un quadro in lamiera di ferro in genere disperde secondo la seguente:

$$(K=Kcal*dT)$$

$$C = K * S$$

dove C sono le calorie, K il coefficiente di trasmissione del calore ed S, la superficie totale disperdente e dT il salto termico. Se il salto termico interno-esterno è 10° (interno 45° esterno 35°), ed il coefficiente di trasmissione del calore aria-ferro-aria è 7Kcal/mq, K vale 70Kcal/m². Ovviamente, i KW si trasformano in calore secondo la solita relazione:

$$1KW = 860 \text{ cal.} \quad (1Kcal = \frac{KW}{0,860})$$

Pertanto occorre calcolare, nel caso esistano più fonti di calore, la potenza reale da dissipare, e se C è minore o uguale a KW.

Se vengono inseriti più convertitori, con una corrente totale di 100A ed oltre, in genere occorre uno o più ventilatori di raffreddamento. La portata del ventilatore eventuale sarà:

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

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).

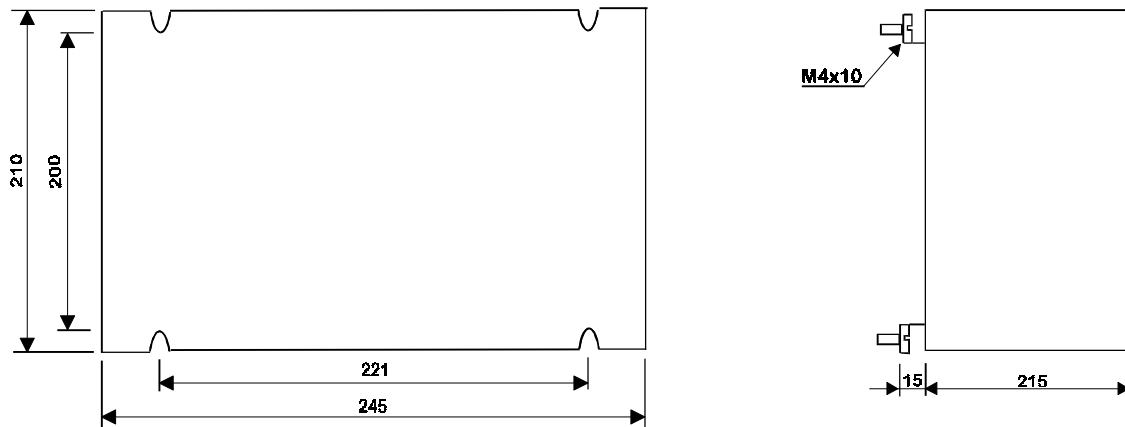


Figura 4.1.1 - Dimensioni di fissaggio

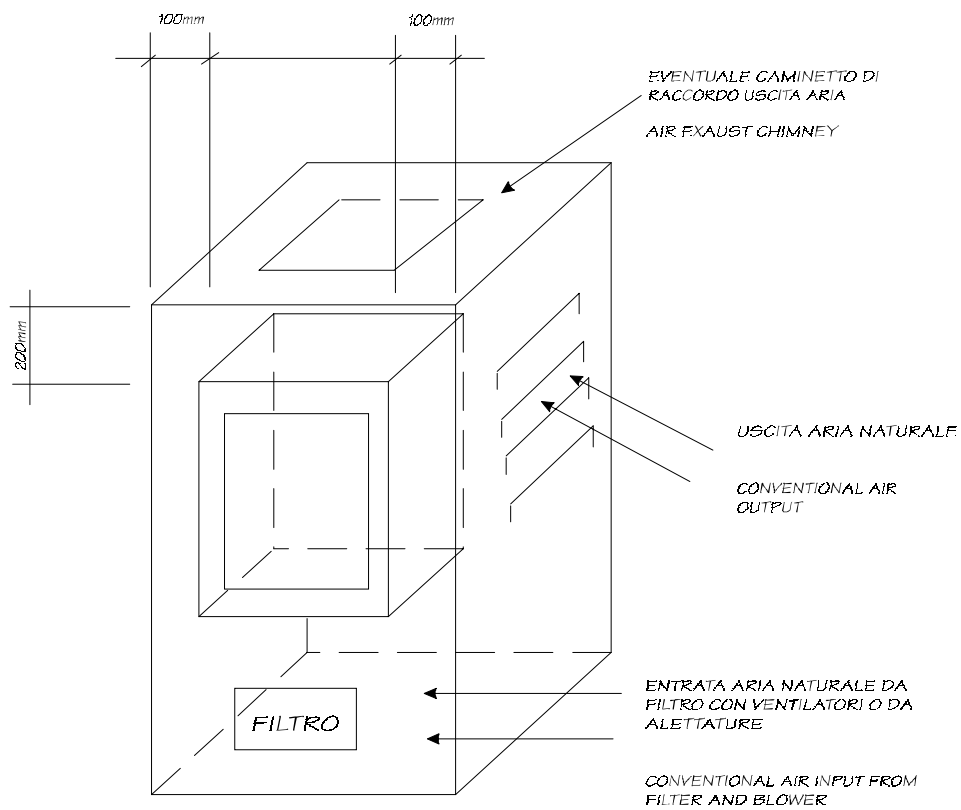


Figura 4.1.2 - Inserzione nel quadro

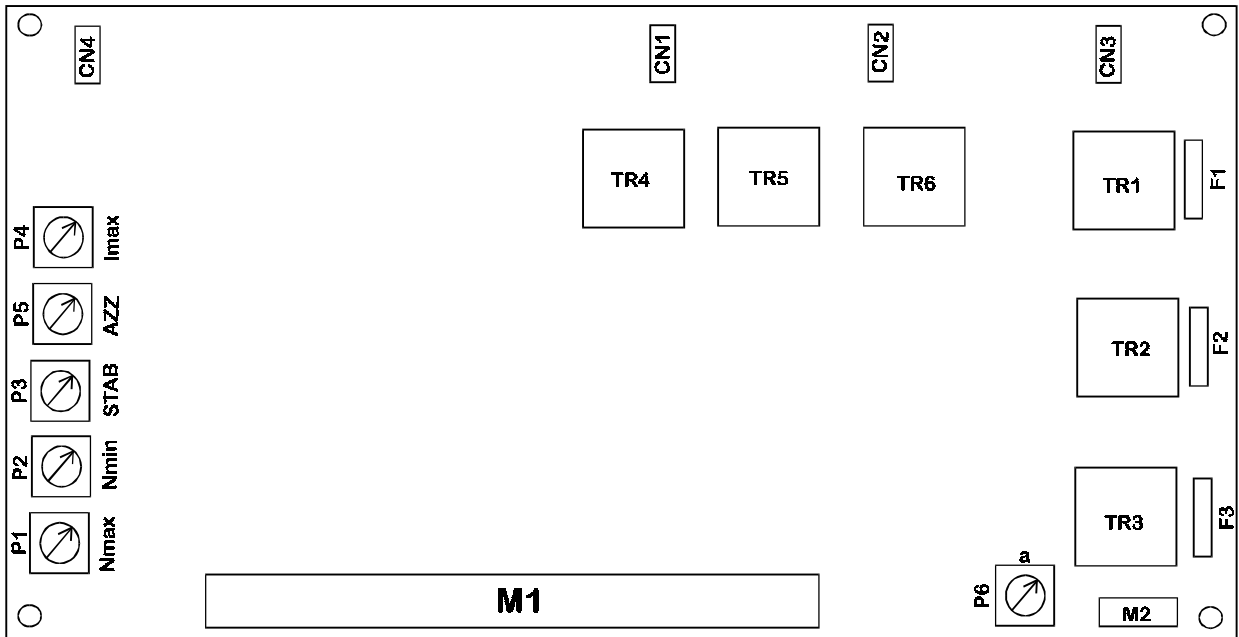


Figura 4.1.3 - Disposizione elementi di taratura e controllo

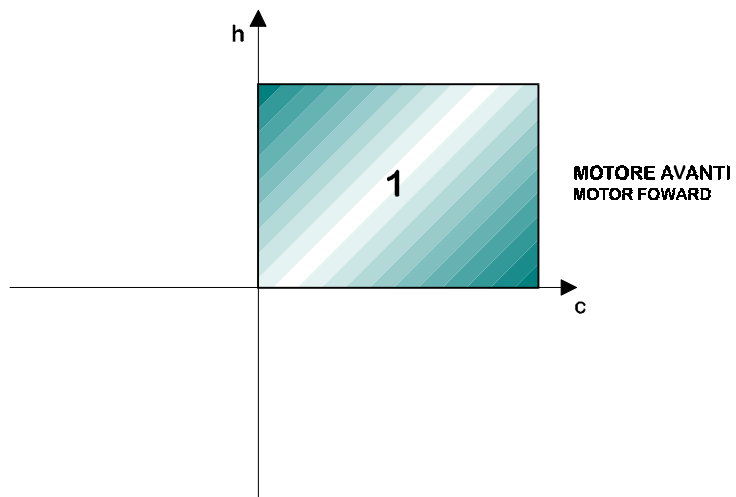


Figura 4.1.4 - Quadranti di funzionamento

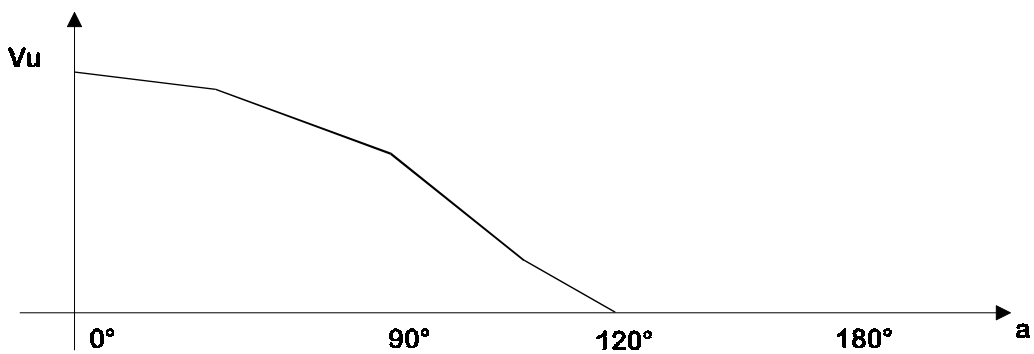


Figura 4.1.5 - Caratteristica di uscita

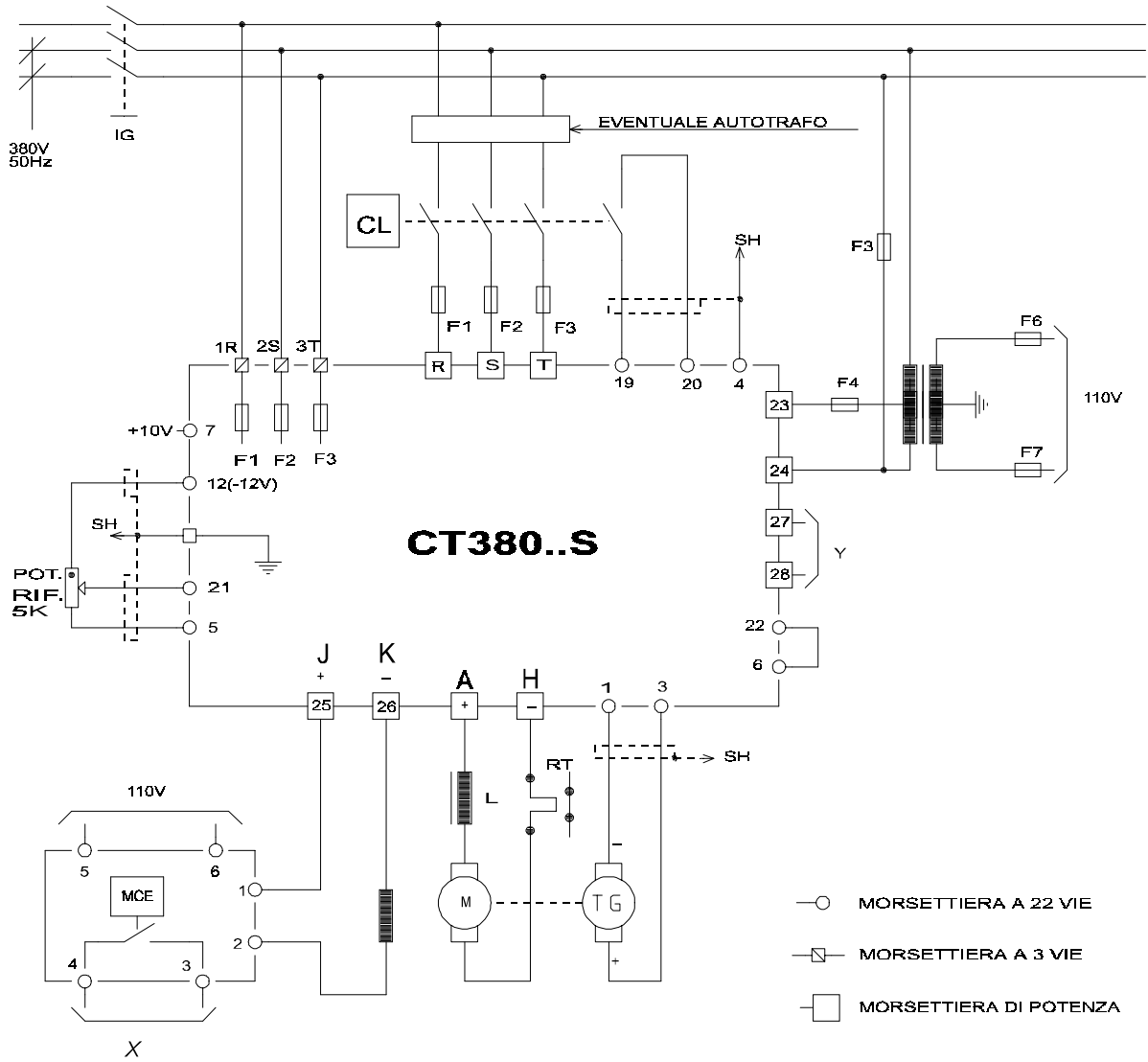


Figura 4.2.1 - Schema tipico d'inserzione (con rampa)

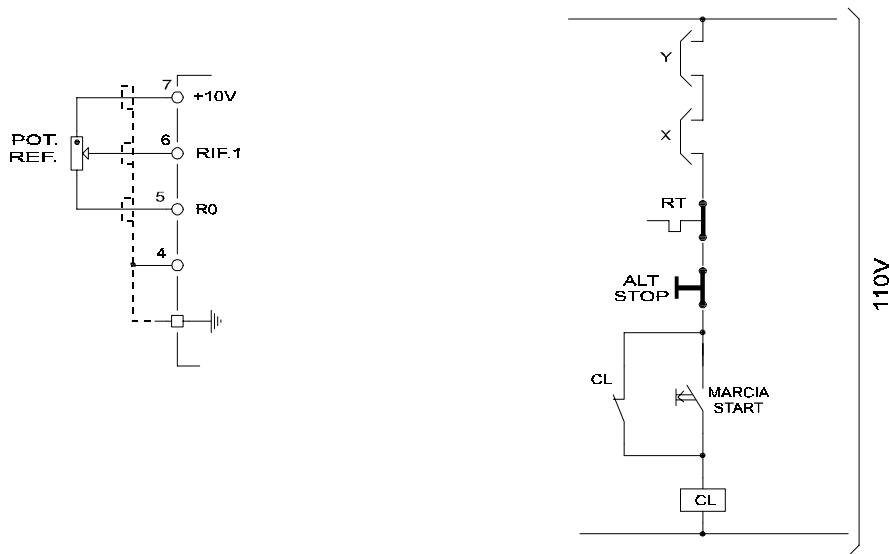


Figura 4.2.2 - Collegamento potenziometro senza rampa e schemi ausiliari

4.2 Collegamenti elettrici

Occorre tenere presente le indicazioni dello schema SE107-113-154 per reti a 380V ed SE108-114 per reti a 220V ed in particolare le indicazioni dello schema tipico di allacciamento (vedi figura 4.2.1).

Se per esigenze di impianto, occorre effettuare frequenti manovre di marcia-arresto, per prolungare la vita del contattore di marcia CL (CM), è bene inserire un contatto ausiliario in serie a quello di blocco CL (CM) allacciato fra i morsetti 19-20. Tale contatto blocca la regolazione quando è aperto, e la sblocca quando è chiuso, assumendo in tal modo il ruolo di contatto di marcia-arresto.

4.3 Collegamento rete

Come si può notare dagli schemi di allacciamento, è particolarmente importante che sia rispettata la corrispondenza delle fasi tra i morsetti di potenza (R, S, T) ed i morsetti di regolazione (1R, 1S, 1T) e cioè:

la fase che alimenta il morsetto di potenza R, deve essere la stessa che alimenta il morsetto 1R di controllo, la fase che alimenta il morsetto di potenza S, deve essere lo stesso che alimenta il morsetto 2S di controllo, e la fase che alimenta il morsetto T, deve essere la stessa che alimenta il morsetto 3T di controllo.

Se viene interposto un autotrasformatore (trasformatore) per adattare la tensione di rete alla tensione di armatura del motore impiegato, il contattore di marcia deve essere inserito al secondario dello stesso, ed inoltre occorre porre particolare attenzione a quanto detto sopra, controllando la polarità degli avvolgimenti del trasformatore (autotrasformatore) esterno. In caso di errore di fase, o intervengono i fusibili di protezione, o il convertitore non funziona (casualmente). E' importante che l'autotrasformatore non introduca sfasamenti (es stella/stella).

Allacciare la rete al contattore di marcia, ai 3 fusibili di protezione (vedi 2.1 tabella d'impiego) ed ai morsetti R-S-T con cavi di sezione adeguata alla corrente termica in gioco (in genere 6mmq per la taglia da 30A e 10mmq per la taglia da 60A, e 16mmq per la taglia da 75A).

Allacciare la rete di alimentazione ai morsetti di controllo 1R, 2S, 3T con cavi di sezione compresa tra 0,5mmq e 1,5mmq, facendo particolare attenzione che sia corrispondente come voltaggio a quella stampigliata sul trasformatore di controllo (in genere 220V, 380V). I fusibili di protezione sono già montati sulla scheda (F1, F2, F3). Se le norma prevedono la protezione dei cavi, inserire un interruttore automatico ($I_t \geq 0,5A$).

4.4 Collegamento motore

Allacciare i morsetti '+' e '-' del convertitore ai morsetti di armatura del motore, con la corretta polarità in relazione al senso di rotazione desiderato, interponendo un relè termico tarato alla cor-

rente nominale del motore ed eventualmente un fusibile rapido, utilizzando cavi di sezione adeguata (in genere uguali a quelli allacciati ai morsetti R-S-T). Sulla morsettiera di allacciamento del motore, è indicata la corretta posizione dell'eventuale sbarretta d'inserzione del campo serie, se esiste. Occorre tenere presente che, nelle condizioni peggiori, la corrente sul lato trifase vale $0,816 \cdot FF$ volte la corrente di armatura ($FF =$ fattore di forma, in genere 1,1).

4.5 Collegamento eccitazione

Collegare ai morsetti 23-24 del convertitore, una tensione alternata-monofase di valore adeguato alla tensione continua di eccitazione del motore, con interposti 2 fusibili rapidi adeguati alla corrente di eccitazione (max 6A o 12A), e con cavi di sezione adeguata. La tensione alternata 'Vac' necessaria sarà 1,1, volte la tensione continua di eccitazione 'Vcc'.

$$Vac \cong 1,1 \cdot Vcc$$

Allacciare i morsetti 25-26 del convertitore ai morsetti di eccitazione del motore (in genere J, K) con la corretta polarità in relazione al senso di rotazione desiderato. Il positivo è al morsetto 25.

È opportuno inserire in serie ad uno dei suddetti collegamenti, un relè di corrente (MCE) per la segnalazione della mancata eccitazione (vedi schema di allacciamento del circuito MCE). Il contatto del relè di mancata eccitazione, (morsetti 3-4 di MCE), dovrà essere inserito in serie a tutte le protezioni interne o esterne al convertitore. La protezione interna del convertitore, è il filtro sfioratore, che viene segnalato ai morsetti 27-28 (contatto normalmente chiuso); tale protezione è molto importante e va messa in serie alle altre protezioni esterne (es. l'eventuale allarme fusibili AF3, il relè termico o altro), in modo da impedire la marcia del contattore di potenza se tutte le sicurezze non sono efficienti.

4.6 Schermi e cavi di segnale

I fili di collegamento tra la morsettiera di controllo del convertitore ed il potenziometro di riferimento, la dinamo tachimetrica (oppure il TOV) e il contatto di blocco, devono essere eseguiti con cavo schermato in guaina isolante, con tensione di isolamento tra conduttori, schermo, esterno, pari alla tensione di rete. La sezione minima di detti cavi è 0,25mmq. 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.

4.7 Potenziometro di riferimento

Allacciare il morsetto 5 della morsettiera di controllo (oppure il morsetto 3, se non si desidera la velocità minima) al minimo del potenziometro (terminale 1 oppure CCW); il morsetto 6 (oppure 21, se si usa la rampa) al cursore del potenziometro (terminale 2 oppure S); il massimo del potenziometro (terminale 3 oppure CW) al morsetto 7 (+10V) del convertitore oppure 12 (-10V) se si usa la rampa (se si usa la rampa fare un cavallotto tra i morsetti 22 e 6).

4.8 Contatto di blocco

Collegare i morsetti 19-20 del convertitore al contatto ausiliario di blocco normalmente aperto del contattore di marcia, interponendo in serie un eventuale contatto di consenso marcia; controllare che il contatto ausiliario di blocco non sia di tipo anticipato.

4.9 Dinamo tachimetrica

Allacciare i morsetti della dinamo tachimetrica ai morsetti 1-3 del convertitore, con la corretta polarità in relazione al senso di marcia desiderato (morsetto 1 negativo e morsetto 3 positivo). Utilizzare cavo schermato bipolare. Schermo a massa dal lato convertitore, e isolato dal lato motore.

4.10 Reazione di armatura isolata

Se viene eseguita la reazione di armatura in luogo della dinamo tachimetrica, si consiglia l'impiego del trasduttore bidirezionale isolato TOV. In tal caso occorre predisporre una alimentazione per il TOV, che sarà 110V oppure 220V (vedi schema SE047). Se il TOV è interno (TOVm), esso è già collegato, come ingresso uscita; occorre comunque provvedere all'alimentazione dello stesso (110V tra i morsetti 35-36, oppure 220V tra i morsetti 35-37).

Allacciare una tensione di 110V tra i morsetti 6-7 del trasduttore TOV esterno (oppure 220V tra i morsetti 6-8)utilizzando cavi da 0,5mmq a 1,5 mmq. Collegare il morsetto '-' del convertitore con il morsetto 1 del TOV, ed il morsetto '+' del convertitore con io morsetto 2 del TOV utilizzando cavi di sezione da 0,5mmq a 1,5mmq. Collegare quindi il morsetto 9 del TOV con il morsetto 1 della cartella RTS ed il morsetto 10 del TOV con il morsetto 3 della cartella, utilizzando un cavo schermato bipolare da 0,25mmq a 1,5mmq e collegando lo schermo ad una vite di terra del convertitore.

- Effettuare un cavallotto in luogo di R1 e R2
- Ruotare il trimmer Nmax della cartella RTS al minimo (fine corsa anti-orario)
- I condensatori C1 e C4 devono essere 0,1uF e 10KpF rispettivamente
- Controllare che il TOV sia adatto per la tensione di rete impiegata e cioè 260V per rete a 220V e 440V per rete a 380V.

4.11 Reazione di armatura diretta (in tensione)

Può essere eseguita a discrezione e rischio dell'utilizzatore. Viene effettuata connettendo il morsetto - del convertitore con il morsetto 1 della cartella RTS, ed il morsetto + del convertitore con il morsetto 3 della cartella RTS.

- Eliminare il collegamento giallo-verde tra la vite di terra ed il morsetto 4; sostituire tale collegamento con un condensatore da 0,1uF 1000Vdc a carta-olio o in polipropilene metallizzato MKP
- Le resistenze R1-R2 devono essere da 47KΩ 2W
- Il condensatore C1 deve essere 1uF in film sintetico
- Il condensatore C4 deve essere 0,1uF in film sintetico.

4.12 Induttanze di rete

Qualora l'impianto su cui si trova il convertitore in oggetto, alimenta anche altri convertitori, questi potrebbero essere disturbati dalle deformazioni di rete prodotte del primo, se sono di tipo bidirezionali. Per evitare ciò occorre disaccoppiare il convertitore dalla rete comune, interponendo in serie alle fasi di potenza tre induttanze di linea, che provochino una caduta di potenza dell'ordine del 3÷4%. È da notare che tali induttanze, non servono al convertitore, che impiega componenti ad elevata tecnologia, ma alla rete, affinché non si deformi. È importante che il circuito di controllo venga alimentato a monte della stessa; per il valore occorrente consultare la tabella d'impiego 2.1.

Data la modesta potenza del convertitore stesso, tali reattanze non vengono generalmente impiegate. Qualora venga impiegato un autotrasformatore di adattamento (oppure trasformatore), tali reattanze non sono generalmente necessarie.

4.13 Induttanze di armatura o di livellamento

Generalmente tale induttanza si rende necessaria per evitare inutili surriscaldamenti del motore e del convertitore. Infatti il fattore di forma

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

può raggiungere valori assai elevati, dato il tipo di ponte a 3 SCR + 3 diodi con diodo π volano. L'induttanza tipica occorrente è indicata nella tabella d'impiego 2.1. Per una migliore definizione della stessa, su può far uso della seguente formula:

$$L_t = 1,04 * \frac{V_{ac}}{I_{arm}} \quad (\text{mH}) \quad \text{coF.F.} \cong 1,1$$

Dove L_t è il valore totale dell'induttanza, compresa quella del motore, V_{ac} è la tensione alternata di rete, e I_{arm} la corrente nominale del motore. Se il fattore di forma F.F. è diverso da 1,1 si ha:

$$L_t = \frac{0,5}{\sqrt{FF^2 - 1}} * \frac{V_{eff}}{I_{arm}} \quad (\text{mH})$$

La L cercata sarà $L = L_t - L_m$, dove L_m è l'induttanza del motore.

4.14 Collegamento terra

Al fine delle norme di sicurezza, collegare il morsetto di terra (giallo-verde) del convertitore con il morsetto di terra del quadro, con un conduttore di sezione uguale a quelli di potenza del convertitore.

4.15 Passaggio da 50Hz a 60Hz

Il convertitore viene normalmente fornito per una rete a 50Hz, salvo diversamente richiesto. Per reti a 60Hz, è sufficiente saldare in parallelo alle resistenze R30, R44, R55, da 150KΩ 1%, un'altra resistenza da 820KΩ 1/4W oppure 1/2W 5% ed inoltre occorre saldare in parallelo alle resistenze R20, R47, R52 (8,2KΩ 1%) un'altra resistenza da 27KΩ 1/4W, oppure 1/2W 5%. Non occorre effettuare alcuna taratura.

4.16 Protezioni interne del convertitore

Filtro sfioratore FSS: 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 dalla rete; è dotato di fusibili di protezione con segnalatori di intervento, che in caso di avaria dello stesso, premendo un microinterruttore, devono comandare l'arresto ed impedire la marcia del contattore di potenza. Contatto normalmente chiuso tra i morsetti 27-28. Portata 5A 220V resistivi - 3A induttivi

CAPITOLO 5: MESSA IN SERVIZIO

5.1 Controllo montaggio e collegamenti

Controllare che il montaggio meccanico nel quadro corrisponda alle indicazioni del capitolo 4.1 - installazione - e in particolare quelle delle figure 4.1.1, 4.1.2 e 4.2.1. Controllare l'efficienza e l'esatto valore dei fusibili interni e esterni al convertitore, dei fusibili ausiliari, delle protezioni interne (FSS- morsetti 27-28), del relè termico, del circuito di mancanza MCE; in particolare:

- Controllare che sia prevista l'alimentazione adatta al tipo di convertitore montato (sul trasformatore del circuito di controllo, oppure sulla targhetta di immatricolazione, è segnato il valore di alimentazione) e che sia prevista l'alimentazione per i vari circuiti ausiliari (es. 110V per MCE).
- Controllare l'esatta esecuzione dei collegamenti esterni, ed in particolare i collegamenti del motore (eccitazione ai morsetti J-K, armatura A-H, oppure A-E (A-F) in relazione al senso di rotazione desiderato. Le polarità opportune sono indicate sulla targhetta di collegamento del motore, come pure l'esatta disposizione del campo serie in relazione al senso di rotazione desiderato.
- Controllare che tutti gli schermi, dal lato dell'organo di comando (potenziometro, dinamo tachimetrica, contatto di blocco) siano isolati e contemporaneamente, che siano uniti insieme alla vite di massa dal lato del convertitore.
- Controllare che il tipo di reazione scelto (dinamo, reazione d'armatura con TOV e TOVm) trovi corrispondenza con i componenti di taratura previsti (vedi 4.9, 4.10, 4.11); controllare che i collegamenti relativi, siano eseguiti secondo gli schemi relativi e che sia prevista l'alimentazione (110V/220V) per l'eventuale TOV (TOVm).
- Controllare che le tensioni e le correnti del motore (armatura, campo) siano compatibili con il convertitore montato (vedi tabella 2.1).
- Controllare la corrispondenza delle fasi potenza - controllo, e cioè la fase che giunge al morsetto 1R, deve essere la stessa che giunge al morsetto R, e così via (vedi 4.3).
- Controllare che il contatto ausiliario di blocco del contattore di marcia sia normalmente aperto, e del tipo non anticipato.

5.2 Controllo tensioni ausiliarie

- Chiudere il sezionatore generale alimentando così il circuito di controllo ed i servizi ausiliari.
- Controllare la tensione di eccitazione del motore, ed il funzionamento del circuito di controllo eccitazione MCE (il relè deve essere eccitato solo con corrente di eccitazione se presente).
- Controllare tutte le tensioni continue (rispetto a 0V) presenti sulla morsettiera di controllo (+24V sul morsetto 9, +15V sul morsetto 17, -15V sul morsetto 18, +10V sul morsetto 7, -10V sul morsetto 12, -24V sul morsetto 20, +0,5V sul morsetto 19).
- Controllare che la tensione sul potenziometro di riferimento (+10V, oppure -10V a seconda che sia inserita la rampa oppure no); verificare che la tensione sul morsetto 6 del convertitore, aumenti regolarmente da 0V a +10V ruotando il potenziometro di riferimento in senso orario. Se

è inserita la rampa, effettuare un cavallotto provvisorio tra i morsetti 19-20 e controllare che la tensione sul morsetto 6 aumenti lentamente ruotando il potenziometro di riferimento in senso orario: aprendo il cavallotto fra 19-20, la tensione sul morsetto 6 andrà a zero rapidamente. Ripristinare il collegamento del contatto di blocco.

5.3 Messa in marcia

- Scollegare i morsetti di armatura del motore.
- Controllare il funzionamento di tutte le funzioni ausiliarie e provare il funzionamento di tutti i comandi di marcia, arresto e di tutte le protezioni.
- Collegare i morsetti di armatura del motore.
- Controllare che il tipo di reazione che si è adottato sia corrispondente a quella prevista sul convertitore. Vedi reazione tachimetrica 3.3.9, o reazione d'armatura con TOV (TOVm) 3.3.10
- Portare il potenziometro di riferimento a zero, il potenziometro 'Nmin' a ½ corsa; il riferimento I_{max} a ½ corsa e chiudere il contattore di marcia: il motore dovrà ruotare ad una velocità minima.

Se il motore si porta in rotazione tendendo ad andare in fuga, la reazione (es. Dinamo tachimetrica) ha la polarità rovesciata, oppure non arriva ai morsetti 1-3. Controllare che la tensione di reazione arrivi ai morsetti 1-3 (il negativo deve giungere al morsetto 1 riferito al morsetto 3), quindi fermare il motore e se la polarità è contraria invertire il collegamento. Ripetere la marcia e portare il potenziometro 'Nmin' a zero: il motore dovrà restare pressoché fermo. Portare il potenziometro 'I_{max}' alla tacca rossa. Ruotare quindi il potenziometro di riferimento al massimo; controllare che la velocità massima corrisponda a quella nominale del motore, ed eventualmente tararla tramite il potenziometro 'N_{max}'; verificare il valore della tensione di armatura: non deve essere superiore a quella fornibile dal convertitore (vedi 2.1) ($V_{arm} \cong V_{rete} * 1,16$).

- Controllare il corretto funzionamento del campo serie; scollegare temporaneamente l'eccitazione del motore, ed escludere l'eventuale sicurezza (MCE). Portare il potenziometro di riferimento al massimo ed effettuare la marcia. Per effetto del campo serie (se esiste) il motore deve tendere a ruotare nello stesso senso che ruotava per effetto dell'eccitazione principale. In caso contrario, cambiare il collegamento della sbarretta collegamento del campo serie. Ripristinare quindi il collegamento dell'eccitazione e la relativa sicurezza (MCE). Effettuare la marcia; a fine corsa antiorario del potenziometro di riferimento, il motore dovrà restare pressoché fermo; tramite il potenziometro 'Nmin', sarà possibile tarare la velocità minima al valore desiderato (da 0 a circa il 20% della velocità massima con potenziometro esterno di velocità da 5K Ω).

5.4 Azzeramento velocità

Se viene richiesto che il motore, con riferimento a 0V resti fermo, occorre procedere all'azzeramento fine dell'amplificatore di velocità. Procedere nel seguente modo:

- Portare il potenziometro di riferimento a zero volt ed il trimmer di velocità minima 'Nmin' a zero (finecorsa antiorario).
- Effettuare la marcia, ed agire lentamente sul trimmer 'AZZ' facendo in modo che il motore resti fermo.

- Ricontrollare dopo qualche minuto ed eventualmente ritoccare la taratura.

L'azzeramento di cui sopra non garantisce che il motore resti sempre fermo; se ciò è desiderato o si fa l'arresto del contattore di marcia, oppure occorre inserire un contatto in serie al contatto di blocco (19-20); a contatto aperto, il motore resterà sempre fermo (regolazione bloccata), anche se viene mosso il potenziometro di riferimento.

5.5 Tarature e controlli

Tutte le tarature riportate di seguito, sono già state eseguite dalla nostra sala prove; potranno essere verificate nel caso se ne presenti la necessità.

5.6 Taratura limitazione di corrente

- Scollegare il circuito di eccitazione del motore e cortocircuitare l'eventuale campo serie se esiste
- Escludere temporaneamente il contatto del relè di mancata eccitazione MCE. Cortocircuitare l'eventuale campo serie (generalmente E.F.)
- Bloccare meccanicamente il motore.
- Portare il potenziometro di riferimento al massimo (escludere la rampa se è inserita, inviando il cursore del potenziometro all'ingresso 6, e collegando la polarità opportuna - vedi 4.7)
- Chiudere il contattore di marcia, e verificare che, con il potenziometro I_{max} al massimo oppure alla tacca rossa, il valore della corrente di armatura corrisponda al valore nominale del convertitore. Tarare quindi la corrente massima in funzione del sovraccarico desiderato, rispetto alla corrente nominale di targa del motore. Normalmente, viene impostata una corrente di spunto pari ad 1,5 volte la corrente nominale.
- Controllare che il relè termico inserito in serie ai collegamenti di armatura, sia tarato per il valore nominale di targa del motore.
- Se il potenziometro I_{max} lavora a meno di ½ corsa, seguire le disposizioni di 3.3.11
- Collegare l'oscilloscopio sul punto di prova 'I' (R19) rispetto a 0V, e controllare la forma d'onda della corrente di armatura (vedi fig. 7.4 e fig. 7.5). Se il valore di picco di tale forma d'onda supera +12V, il fattore di forma della corrente è superiore a 1,1, quindi verificare la necessità dell'impiego dell'induttanze di livellamento, e del suo valore (vedi tabella 2 ed eventualmente 4.13).
- Effettuare alcune manovre di marcia-arresto, controllando i transitori di corrente. Essi devono essere i più rapidi possibile senza però presentare oscillazioni oppure sovraelongazioni ("overshoot" o picchi di corrente). Un picco di corrente superiore del 5% rispetto al valore nominale è accettabile (vedi fig. 7.6).

La rapidità dei transitori aumenta aumentando R24; nel caso si abbiano sovraelongazioni, diminuire R24. Nel caso si presentassero oscillazioni anche diminuendo R24, aumentare il valore di C12 diminuendo R24 contemporaneamente. Si consiglia di mantenere il prodotto $C12 \cdot R24 \cong 10\text{mS} \pm 20\text{mS}$ (C12 deve essere del tipo elettrolitico).

Mentre il motore è in limitazione di corrente, se è dotato di campo serie, sbloccare meccanicamente il rotore, controllando che tenda a muoversi nel senso di rotazione previsto; in caso

contrario, invertire il collegamento della sbarretta di inserzione del campo serie (vedi schema di collegamento, normalmente alloggiato sul coperchio della morsettiera del motore). Ripristinare i collegamenti di eccitazione. Con il convertitore in marcia, munirsi di un analizzatore (tester) per le misure delle tensioni e verificare che ai faston R-S-T- del filtro sfioratore arrivino tutte e tre le fasi di potenza (es. 380V) e che i tre microfusibili con segnalatore siano presenti e integri. Controllare la tensione su i due condensatori elettrolitici (5uF 500V, oppure 22uF 500V). Le tensioni su i due condensatori devono essere pressoché uguali tra loro; la differenza tra le due tensioni non devono superare il 20%. Ad esempio, con rete a 380V, tensione su ogni condensatore, deve essere $260V \pm 10\%$.

5.7 Controllo anello di velocità

- Ricollegare normalmente il circuito di eccitazione del motore.
- Ripristinare la sicurezza del relè di mancata eccitazione MCE.
- Sbloccare il rotore del motore e chiudere il contattore di marcia.
- Collegare la sonda dell'oscilloscopio sul punto 'X' (R1).

Applicare variazioni improvvise di riferimento, osservando i transitori di velocità: questi devono essere pronti, ma senza presentare oscillazioni o sovraelongazioni (overshoot) intorno al valore massimo (vedi fig. 7.7). Un overshoot del $5 \div 10\%$ è accettabile.

Per aumentare la prontezza di risposta, ruotare il trimmer 'Stab' in senso orario, fino al limite della pendolazione persistente; ruotare quindi il trimmer 'Stab' di $1/3$ di giro (circa) in senso antiorario. Se il trimmer 'Stab' lavora quasi al massimo in senso orario, è consigliabile aumentare la resistenza R7. Per aumentare ulteriormente la prontezza di risposta, è possibile diminuire il valore del condensatore C6 (C6 può essere del tipo elettrolitico).

- Qualora si presentassero oscillazioni od overshoot, ruotare il trimmer 'Stab' in senso antiorario. Se al minimo non si ottiene un miglioramento soddisfacente (le oscillazioni diminuiscono di frequenza ma non scompaiono) lasciare il trimmer 'Stab' a $1/2$ corsa, ed aumentare C6. Qualora le oscillazioni continuino a persistere, ridurre eventualmente la resistenza R7.
- Controllare la tensione sul punto 'B': a regime, la tensione nel punto 'B' non deve avere un'alternata residua (ripple) superiore a 2Vpp (vedi fig. 7.8) ed il suo valore medio (continuo) non deve superare $5 \div 7V_{dc}$, per una buona dinamica del funzionamento.

5.8 Compensazione caduta R_{xl} (solo reazione d'armatura)

- Per effettuare tale taratura, occorre passare facilmente da vuoto a pieno carico, in genere ad una velocità pari a metà della nominale: osservare lo scarto di velocità nelle due condizioni. Per ridurre tale scarto occorre diminuire la resistenza R14, tenendo presente che la compensazione non può essere eccessiva (sovracompensazione) se non si vogliono introdurre instabilità. La formula approssimativa che stabilisce il valore di R14 è la seguente:

$$R14 = \frac{50v_{arm}}{R_{arm} * I_{nom}} \quad (\text{valori da } 470K \text{ a } 4,7 \text{ M}\Omega)$$

dove V_{arm} è la tensione di armatura in Volt, R_{arm} la resistenza interna del motore in Ω e I_{nom} la corrente nominale in Ampere.

5.9 Controllo tensione armatura

- Controllare che l'oscilloscopio che si usa, sia isolato da terra e dalla rete, e che non sia presente la presa di terra sulla spina di alimentazione.
- Collegare l'oscilloscopio ai morsetti '+' e '-' del convertitore. Si devono osservare le forme d'onda di cui alle figure 7.9 e 7.10 a seconda delle condizioni di carico.

5.10 Impulsi d'innescio

- Controllare con l'oscilloscopio tra ogni catodo /terminale grosso con filo rosso) ed ogni gate (terminale piccolo con filo bianco) di ogni tiristore; si devono osservare sui tiristori TY1÷TY3 gli impulsi d'innescio come fig. 7.11.

CAPITOLO 6: MANUTENZIONE - RICERCA GUASTI - RICAMBI

6.1 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 45°C).

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 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.

6.2 Controlli periodici

- Controllo tensioni di alimentazione (con contattore aperto e circuito di controllo alimentato)
- tra morsetto 3 (0V) e morsetto 9 +24V±10% ripple 1,5V-150Hz
- tra morsetto 3 (0V) e morsetto 17 +15V±2% ripple ≤ 10mV
- tra morsetto 3 (0V) e morsetto 7 +10V±5% ripple ≤ 10mV
- tra morsetto 3 (0V) e morsetto 18 -15V±2% ripple ≤ 10mV
- tra morsetto 3 (0V) e morsetto 12 -10V±5% ripple ≤ 10mV
- tra morsetto 3 (0V) e punti B-M-D 0V, anche commutando il riferimento
- Punto Y (collettore di T11 oppure R77) +20V circa
- Punto H rispetto a 0V - forma d'onda di figura 7.1 (idem per F-G)
- piedino 16 di IC1 rispetto a 0V - forma d'onda di figura 7.2
- morsetto 6 (punto A) rispetto a 0V; da zero a +10V ruotando il potenziometro di riferimento, se inserito senza rampa di accelerazione
- morsetto 22 rispetto a 0V: zero volt ruotando il potenziometro di riferimento, se inserito con rampa di accelerazione
- cavallottare provvisoriamente il contatto di blocco (morsetti 19-20). Non effettuare la marcia.
- Controllo tempo di reset (punto Y) aprendo e chiudendo il contatto di blocco (figura 7.12)
- punto A (morsetto 6) rispetto a 0V: da zero a +10V ruotando il potenziometro di riferimento (anche in rampa)
- punto B rispetto a 0V regolabile da -0,6V a -10,6V agendo su I_{max}; riportare valore iniziale
- punto D rispetto a 0V - forma d'onda di figura 7.13 aprendo e chiudendo il contatto di blocco tra i morsetti 19-20
- controllo impulsi d'inesco (fig. 7.3) tra G1-K1-G2-K2-G3-K3 (R38, R40, R60) e fig. 7.14

- ricollegare normalmente il contatto di blocco (morsetti 19-20)
- con motore in marcia, controllare la forma d'onda di fig. 7.4, 7.5, 7.6 (corrente 7.9, 7.10)
- controllare la forma d'onda di fig 7.8
- controllare impulsi d'innescio fig. 7.11

6.3 Ricerca guasti

a) Il motore non parte ; non è possibile fare la marcia

- * Controllare il relè termico e verificare il motivo del suo intervento (sovraccarico, fattore di forma troppo alto, scarso dimensionamento)
- * Controllare il relè di mancanza campo MCE o dei suoi fusibili
- * Controllare il contatto di segnalazione del filtro sfioratore (morsetti 27-28)
- * Controllare stato fusibili ausiliari, la tensione ausiliaria ed il raddrizzatore di campo
- * Controllare i vari blocchi alla marcia (sicurezze)
- * Controllare l'eventuale circuito di allarme fusibili esterno se esiste
- * Controllare l'efficienza del circuito LED 6+1 se esiste
- * Controllare lo stato della bobina del contattore

b) Il motore non parte; fusibili extrarapidi esterni intervenuti

- * Controllare che qualche tiristore non sia in corto-circuiti tra i morsetti di armatura del motore o in morsettiera (spellature, cavi fuoriuscenti dei morsetti, dispersioni verso terra)
- * Verificare lo stato di chiusura di tutte le viti o dei morsetti relativi al collegamento d'armatura
- * Controllare il collettore del motore (spazzole troppo usurate, collettore annerito con bruciature o sfiammate o ponticelli in rame fuso ecc.)
- * Verificare lo stato del sovraccarico o del fattore di forma (controllo taratura corrente 5.6)
- * Controllare l'efficienza del contatto di blocco (non deve essere anticipato, ne deve in ogni caso chiudersi prima del contattore di potenza)
- * Effettuare un controllo generale di tutta la scheda RTS secondo le indicazioni 6.2

c) Il motore non gira; nessun difetto visibile (fusibili, contattore)

- * Verificare funzionamento del potenziometro di riferimento
- * Controllare che la tensione di riferimento arrivi al morsetto 6 (punto A) (regolabile da 0V a +10V)
- * Controllare tutte le tensioni della scheda RTS (6.2)
- * Controllare che il contatto di blocco funzioni (controllare la presenza della tensione a -24V, a contattore chiuso, su entrambi i morsetti 19-20)
- * Controllare l'eccitazione ed il funzionamento del circuito MCE

d) Il motore non arriva alla velocità nominale

- * Controllare che la tensione di riferimento (punto A) arrivi al massimo (+10V)
- * Controllare la forma d'onda della tensione d'armatura e la presenza di tutti gli impulsi di comando (fig. 7.9, 7.10, 7.11)
- * Controllare l'eccitazione del motore (valore nominale)
- * Controllare lo stato di eventuali sovraccarichi, e l'assorbimento del motore
- * Controllare l'efficienza della limitazione di corrente (punti 5.6 e controlli 6.2)

e) Il motore accelera lentamente

- * Controllare l'eccitazione del motore (valore nominale)
- * Controllare il funzionamento del circuito di rampa interno (oppure esterno)
- * Controllare la limitazione di corrente (punto 5.6)

f) Il motore si porta alla velocità nominale e non risponde al potenziometro di riferimento

- * Controllare l'efficienza del potenziometro di riferimento (punto 5.2)
- * Controllare l'efficienza della dinamo tachimetrica o del trasduttore d'armatura: controllare che la reazione (dinamo o TOV) arrivi ai morsetti della cartella (morsetti 1-3)

g) Il motore scalda

- * Controllare la corrente assorbita ed eliminare il sovraccarico
- * Controllare l'efficienza dell'eventuale ventilatore del motore o degli eventuali filtri di ventilazione
- * Verificare la corrente efficace assorbita, rispetto alla corrente media, con un amperometro a ferro mobile, oppure osservando la forma della corrente sul punto di prova 'I' con un oscilloscopio (vedi anche punto 5.6)
- * Controllare la tensione di armatura (fig. 7.9, 7.10)
- * Controllare l'usura delle spazzole

6.4 Ricambi

Per richiedere 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 fosse possibile è comunque sufficiente fare riferimento al numero di matricola segnato sulla targhetta di immatricolazione sistemata sul fianco del convertitore.

Ricambi consigliati:

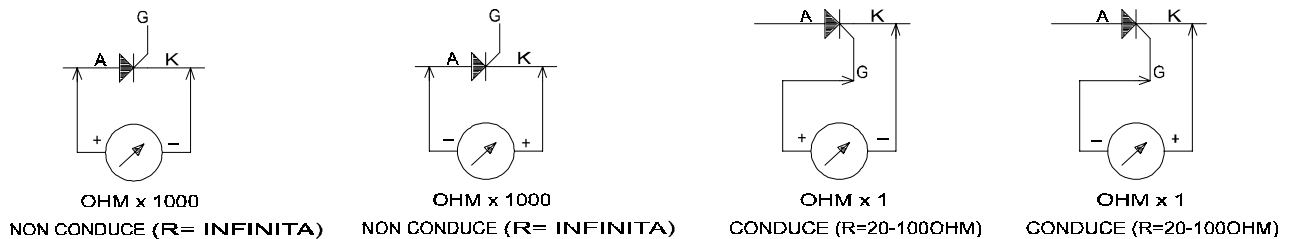
- fusibili extrarapidi (63A per CT..60S - 30A per CT..30S - 80A per CT..75VS) n° 6 pezzi.
- Tiristori (SCR) n° 3 pezzi, diodi normali n°3 pezzi; chiedere in fabbrica facendo riferimento alla taglia del convertitore CT..30S o CT..60S o CT..75VS.
- Scheda di controllo RTS; nel caso fosse smarrito il numero di matricola fare riferimento alla rete di alimentazione, alla frequenza, alla taglia del convertitore, al tipo di retroazione adottato (dinamo o TOV) - n°1 pezzo
- filtro sfioratore FSS 2S (standard) n° 1 pezzo
- ponte di eccitazione (standard) n° 1 pezzo
- varistore di protezione del ponte di campo - n°1 pezzo

6.5 Controllo indicativo dei semiconduttori

Munirsi di un analizzatore (tester) a batteria di tipo standard e predisporlo sulla funzione 'ohm'.

In genere il comune 'ohm' è il positivo della batteria interna, mentre la portata (ohm x 1000 ÷ ohm x 1) è il negativo

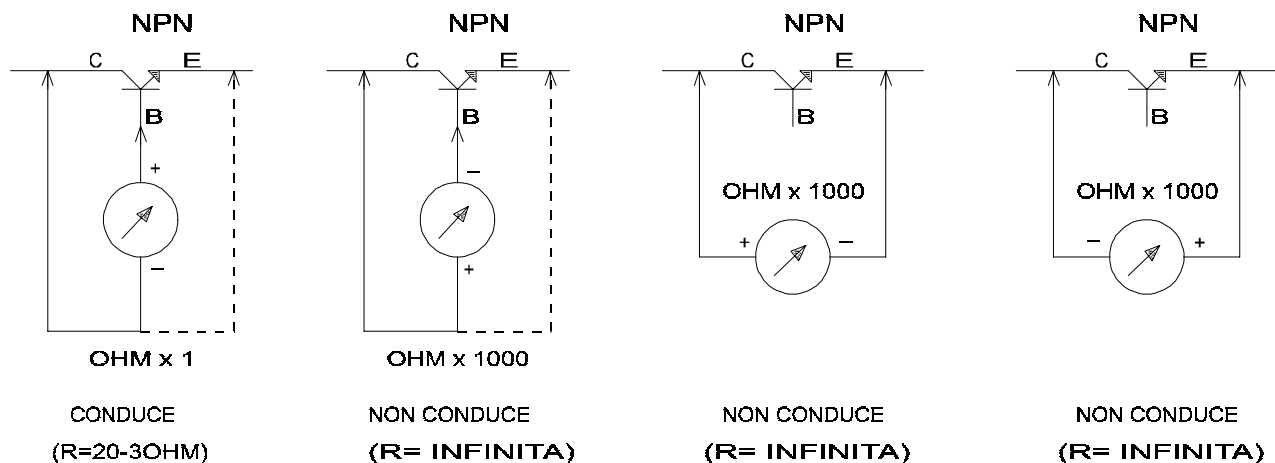
a) TIRISTORE: l'anodo è la parte metallica (vite) il catodo (K) è il terminale centrale, il gate (G) è il terminale laterale (piccolo).



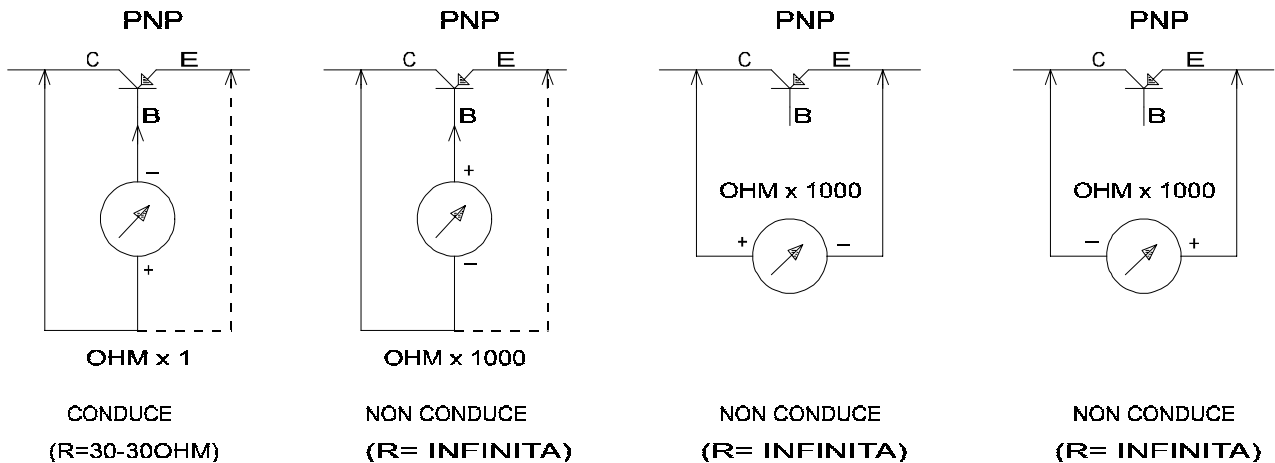
Se anche una sola di queste condizioni non si è verificata, il tiristore è guasto. In genere un tiristore guasto presenta un corto-circuito tra A-K oppure una dispersione, mentre tra G-K può essere interrotto ($R=\infty$) oppure con una resistenza molto alta.

La resistenza che si presenta tra G-K (senso diretto) con il '+' su G e il '-' su K in genere è lievemente inferiore a quella inversa ('+' su K e '-' su G).

b) TRANSISTOR: esistono di tipo NPN e PNP, normali e darlington



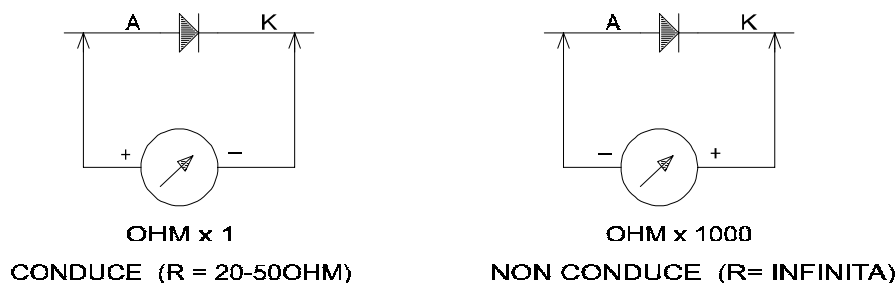
Se anche una sola di queste condizioni non si verifica, il transistor è guasto. Esistono transistor di potenza che con il '+' su E ed il '-' su C presentano una conduzione di 20÷30Ω (diodo integrato inverso). L'esempio vale per transistor NPN; per i PNP si avrà '+' su C e '-' su E.



Se una sola di queste condizioni non si verifica, transistor è guasto.

Il transistor di tipo Darlington (ad levato guadagno) NPN o PNP, presenta una conduzione diretta (1° figura) tra B e E, di valore circa doppio (es. 40Ω) rispetto a quello che si presenta tra B e C (es. 20Ω).

c) DIODO: si possono controllare sia quelli di potenza che quelli di segnale. Per i tipi di segnale il catodo (K) è segnato con una riga in prossimità di un terminale. Per i diodi di potenza, in genere il catodo (K) è la vite; diversamente, è stampata sulla parte metallica la figura corrispondente



Se una sola di questa condizioni non si verifica , il diodo è guasto.

CAPITOLO 7: FORME D'ONDA RIFERITE A 50Hz

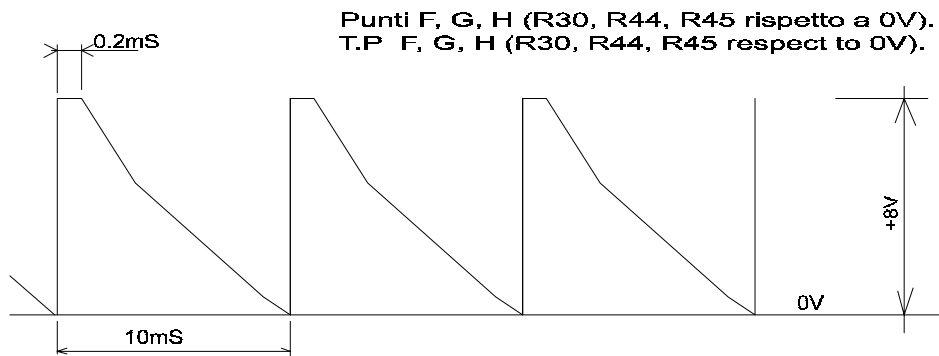


Figura 7.1 - Rampa a dente di sega

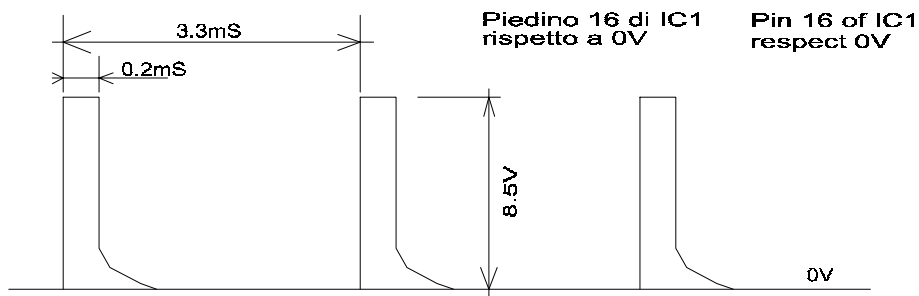


Figura 7.2 - Impulsi di sincronizzazione

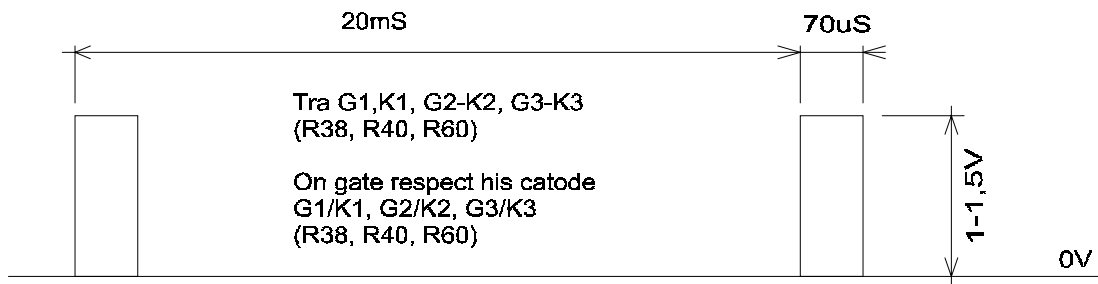


Figura 7.3 Impulsi d'innescio

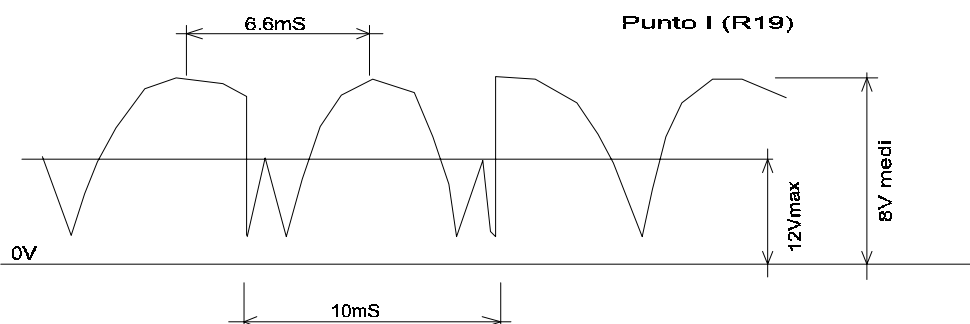


Figura 7.4 - Corrente d'armatura in limitazione con F.F. = 1.1 e motore in rotazione

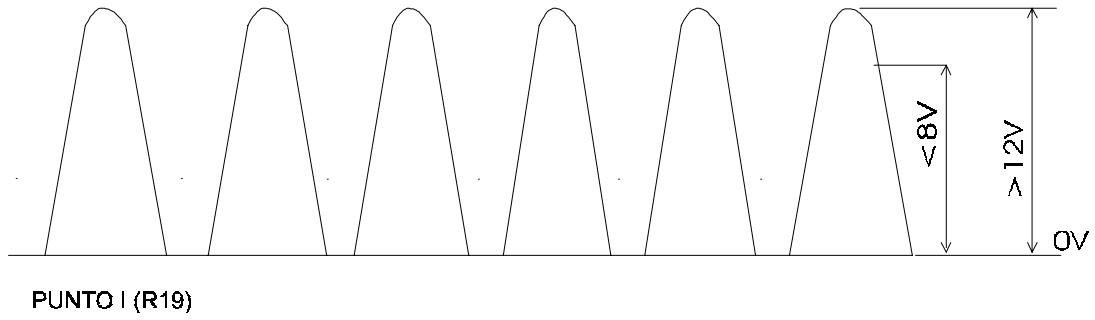


Figura 7.5 - Corrente d'armatura con F.F. troppo elevato e motore in rotazione

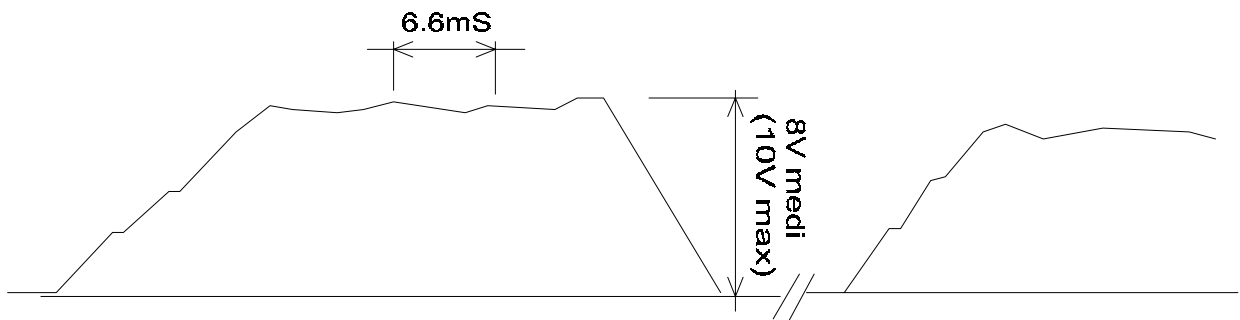


Figura 7.6 - Transitori di corrente a rotore bloccato

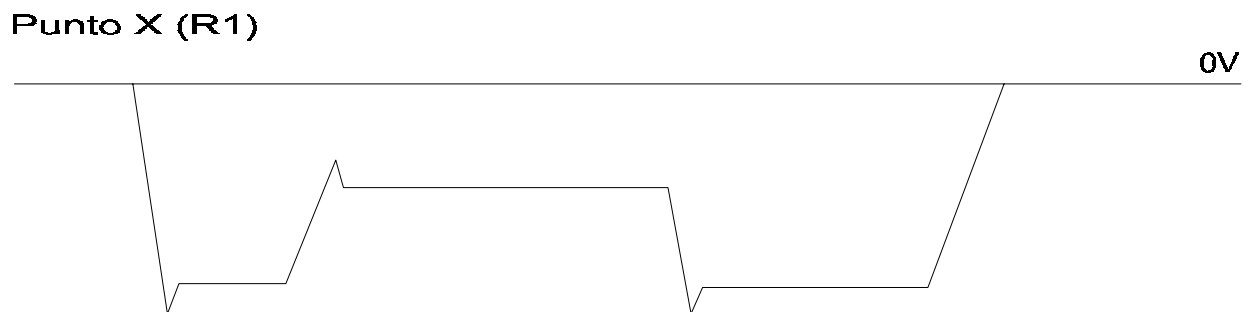


Figura 7.7 - Transitori di velocità

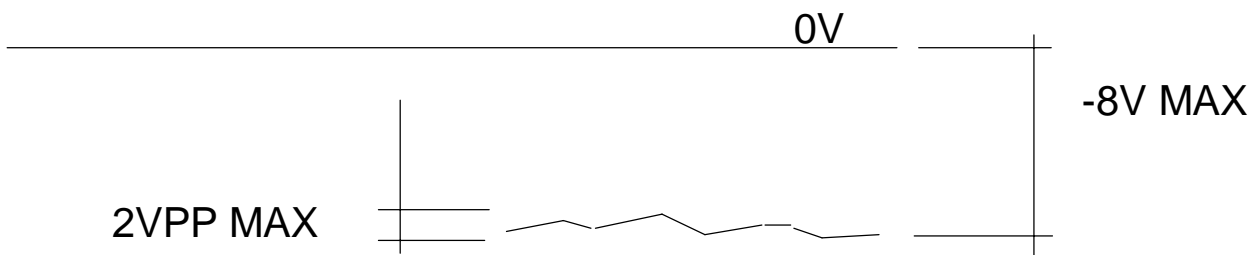


Figura 7.8 - Ripple amplificatore di velocità

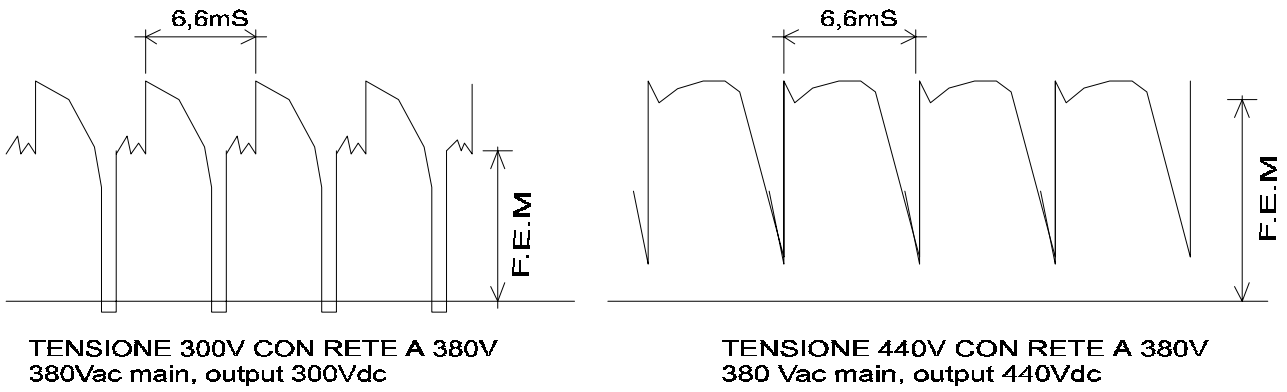


Figura 7.9 - Tensioni d'armatura a carico tra '+' e '-' (A, H)

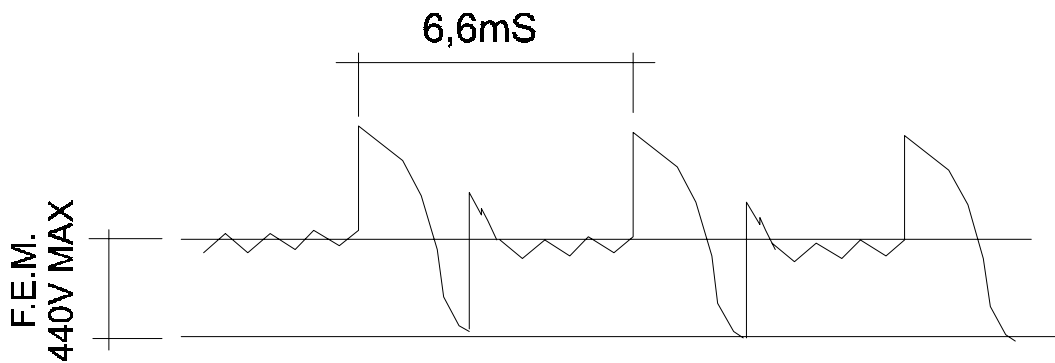


Figura 7.10 - Tensione d'armatura a vuoto

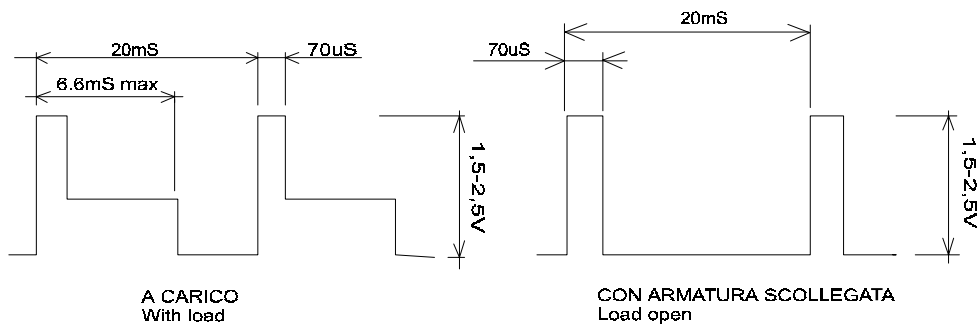


Figura 7.11 - Impulsi d'innescio fra G-K

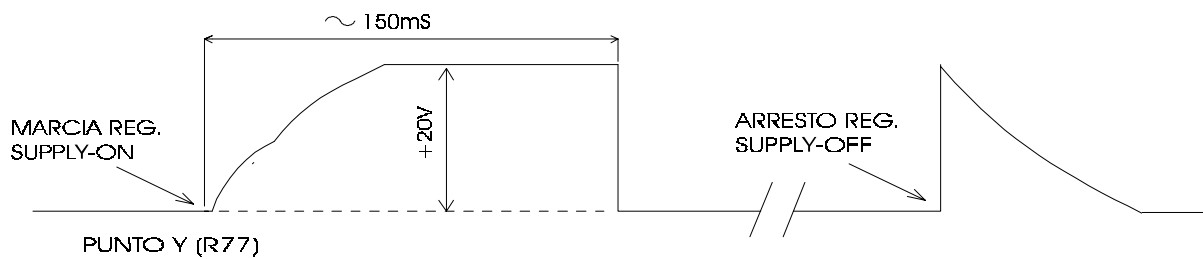


Figura 7.12 - Tempo di reset all'arrivo e alla scomparsa dell'alimentazione di controllo

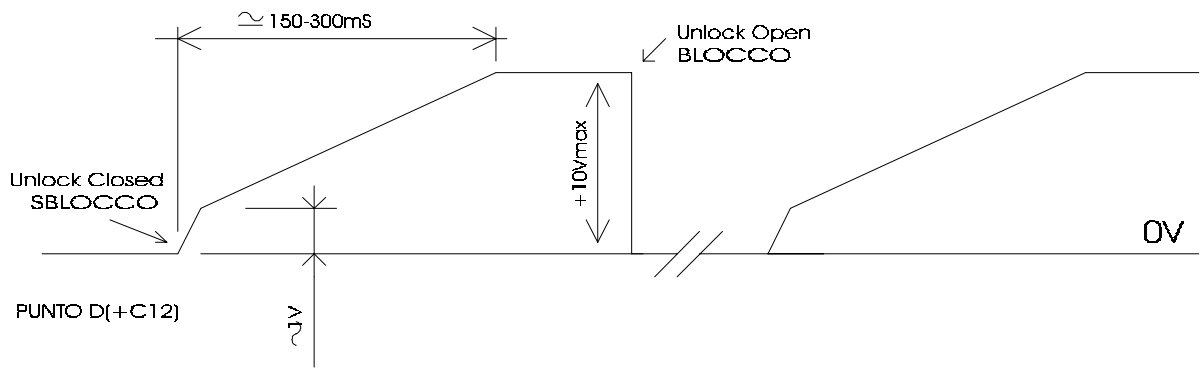


Figura 7.13 - Caratteristica PI dell'amplificatore di corrente

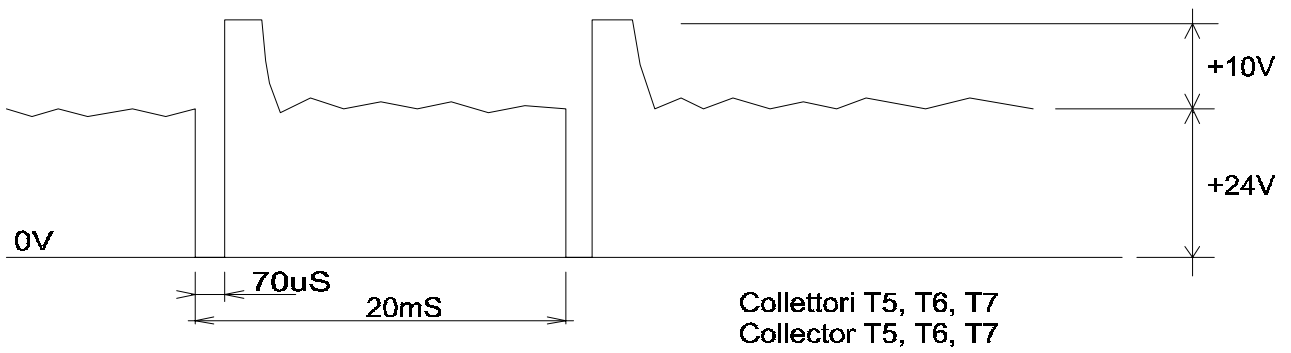


Figura 7.14 Tensione di alimentazione dei circuiti d'innescio

CAPITOLO 8: MANUALE DI COLLAUDO SU BANCO

8.1 Oscilloscopio da impiegare

Occorre un oscilloscopio a due tracce, completamente isolato da terra e dalla rete di alimentazione. Generalmente la carcassa (massa) degli strumenti è collegata a terra; in tal caso viene eliminata la presa di terra sulla spina di alimentazione. Infatti controllando punti in tensione rispetto a terra, (collegando la carcassa, per esempio alla parte di potenza) si metterebbero a terra la rete stessa, effettuando un corto circuito.

L'oscilloscopio che si impiega, deve essere inoltre dotato di 'chopper', ed è estremamente comodo che sia dotato di sincronismo di linea; cioè che sia sincronizzabile con la rete stessa di alimentazione; si ha così una migliore stabilità di sincronismo, ed è possibile visualizzare ogni spostamento di fase con notevole precisione e chiarezza. Tutte le misure di tempo (periodo) riportate nel seguente manuale si riferiscono alla frequenza di rete 50Hz. Nel caso di linea a 60Hz, occorrerà moltiplicare la misura per 5/6. Sono esclusi da tale accorgimento, la durata degli impulsi d'innescò, ed il tempo di blocco (tempi fissi).

Esempio:	20 mS (50Hz)	* 5/6	= 16,6 mS (60Hz)
	6,6 mS (50Hz)	* 5/6	= 5,5 mS (60Hz)

8.2 Controllo del cablaggio e dei componenti

Verificare con l'ohmetro, l'esecuzione di tutti i collegamenti, sia della parte di potenza, sia di quella di controllo, facendo riferimento agli schemi funzionali di collegamento (SE107, SE108, SE113, SE114, SE154 o di commessa).

Controllare il serraggio di tutte le viti e dei cavi, i connettori, i faston eventuali, l'efficienza e la qualità di tutte le saldature, sia sulla parte di potenza che sulla scheda di controllo, di filtro di accensione. Controllare che i componenti di taratura montati siano quelli previsti per la commessa di fornitura, e che tutti i componenti siano montati correttamente.

Verificare che la tensione di alimentazione che si intende allacciare sia adatta per il tipo di trasformatore montato sulla scheda di controllo.

Verificare l'adeguatezza dei fusibili extrarapidi esterni.

8.3 Controllo tensioni di alimentazione

Inserire il convertitore esattamente come illustrato dallo schema SE107, SE108, SE113, SE114, SE154 collegandolo al sezionatore di linea, al contattore, ai fusibili, al motore, alla dinamo tachimetrica (o a TOV), al potenziometro di riferimento (senza rampa); collegare un deviatore di polarità, con il comune al massimo del potenziometro, il normalmente chiuso al morsetto 7, il normalmente aperto al morsetto 12, inserire un interruttore (N.C.) tra i morsetti 19-20 in luogo del contatto di blocco (CL) (simulazione del blocco di marcia). Verificare i fusibili F1-F2-F3 montati sulla scheda (5x20 - 250mA).

Chiudere il sezionatore di linea, alimentando così la scheda di controllo RTS. Verificare con un voltmetro e con l'oscilloscopio le seguenti tensioni, riferite allo 0V che è accessibile al morsetto 3 (4) della morsettiera o sul '-' di C46; tali tensioni sono riferite al valore nominale di rete.

Morsetto 9 (+ di C46)	+24V±10% ripple <1,5V a 6,6mS
- di C47	-24V±10% ripple < 1,5V a 6,6mS
Morsetto 17 (+ di C48)	+15V±2% ripple < 10mV a 6,6mS
Morsetto 18 (- di C49)	-15V±2% ripple < 10mV a 6,6mS
Morsetto 20	-24V±10% ripple ~ 4Vpp a 6,6mS
Morsetto 19 (contatto di blocco aperto)	+0,5V circa
Morsetto 7	+10V±5% ripple < 10mV
Morsetto 12	-10V±5% ripple < 10mV
Morsetti 10 e 16	0 ÷ -10V ruotando I _{max}
Punti R-S-T (R20, R47, R52)	33Vac - 50Hz

8.4 Controllo circuito di blocco elettronico

Collegare l'oscilloscopio sul punto di prova Y (R77); aprire e chiudere il sezionatore di linea, ed osservare la forma d'onda di fig. 7.12. Il tempo di reset iniziale deve essere almeno 100mS. Controllare anche la tensione sulla resistenza R79 (BL) ripetendo la stessa manovra con il sezionatore. Durante il tempo di reset, la tensione su R79 deve essere zero (~ +0,5V), al termine del reset, la tensione su R79 va a -15V.

Con il sezionatore chiuso e contatto di blocco chiuso, controllare la tensione su il morsetto 20; deve essere presente una tensione di -24V medi, con un ripple a 6,6mS di ampiezza 4Vpp circa; controllare anche la tensione di + di Z5 (+10,5V ± 5%), e sul - di Z2 (+15V ± 10%), e sul collettore di T3 oppure R33/R43/R56 (+24V ± 10%).

Aprire e chiudere il contatto di blocco, osservando la tensione su R79 (BL); con contatto aperto è +0,5V, con contatto chiuso è -15V. Osservare la tensione sul collettore di T3 (R36/R37/R56): con contatto aperto 0V, con contatto chiuso è +24V.

8.5 Controllo circuito di regolazione

Portare il potenziometro 'Nmin' a zero, ed il potenziometro 'Stab' al massimo in senso orario, lasciando il contatto di blocco chiuso, collegare l'oscilloscopio sul punto 'B' (R9-D3) e ruotare il potenziometro di riferimento a zero, agire sul trimmer 'AZZ' e controllare che la tensione nel punto 'B' tenda ad andare positiva (+0,1 ÷ 0,4).

Portare il potenziometro 'Stab' a ½ corsa, ed il potenziometro di riferimento al massimo; impostare tramite il deviatore di polarità a -10V; collegare l'oscilloscopio sul punto 'B' e controllare che detta tensione sia circa +0,6V, con contatto di blocco aperto la tensione in B deve essere zero. Invertire il riferimento (+10V) e controllare che la tensione in 'B' sia controllabile da circa -0,5V a -10V circa tramite il potenziometro I_{max}; con contatto di blocco aperto, la tensione in 'B' deve essere zero. Collegare l'oscilloscopio sul punto 'D' (+C12) e sul punto 'B': invertire ripetutamente il riferimento e controllare che quando la tensione è in 'B' è +0,6V, la tensione in 'D' va da +10V a zero (-0,6) lentamente, e quando la tensione in B va da +0,6V a -10V, la corrispondente in D va da -0,6V a +10V in circa 150mS.

Con riferimento a +10V (punto A) osservare la tensione nel punto D; aprire e chiudere il contatto di blocco; l'andamento della tensione deve avere l'aspetto di fig. 7.13. Con contatto di blocco aperto, la tensione in B deve essere 0V, comunque si commuti il riferimento. Lasciare il contatto di blocco chiuso. Con riferimento positivo, aprire e chiudere il sezionatore di linea, osservando la tensione sul punto 'D', verificando l'andamento come da fig. 7.13 (caratteristica P-I).

8.6 Controllo modulatori

Collegare un canale dell'oscilloscopio sul piedino 9 degli integrati IC1-IC2-IC3: deve essere presente una forma d'onda quadra di 1,2V_{pp} a 50Hz; controllare la tensione sul piedino 13 (paglietta) deve essere da -7 a -9V. Controllare la tensione sul piedino 15: deve essere da -7 a -9V.

Collegare l'oscilloscopio sui punti F-G-H (R30, R44, R55); deve essere presente la forma d'onda di figura 7.1. Controllare che sul piedino 16 siano presenti gli impulsi di sincronizzazione di fig. 7.2. Collegare l'oscilloscopio sul piedino '-' di D12, D15, D17 successivamente; con riferimento a +10V devono essere presenti gli impulsi d'innesco, come in fig. 7.14: invertire il riferimento; lentamente gli impulsi d'innesco dovranno spostarsi verso destra (in ritardo) e scomparire.

8.7 Controllo trasformatori d'innesco

Chiudere il contatto di blocco e collegare l'oscilloscopio tra G1-K1, G2-K2, G3-K3 (ai capi R38, R40, R50) predisporre opportunamente il deviatore di polarità e verificare la presenza degli impulsi d'innesco su tutti gli SCR come da fig. 7.3.

8.8 Rampa di velocità

Scollegare il cursore del potenziometro di riferimento dal morsetto 6 e collegarlo al morsetto 21. Ruotare il trimmer 'a' al minimo. Collegare una sonda sul punto 'M' e l'altra sul '+' di D7. Portare a zero il riferimento, ed aprire il contatto di blocco: la tensione sul punto 'M' deve essere 0V. Portare il riferimento al massimo positivo: la tensione sul punto 'M' deve essere 0V, e sul '+' di D7 +0,6V. Chiudere il contatto di blocco, la tensione in 'M' deve passare da 0V a -10V±5% in 5÷6 secondi. Mentre la tensione in 'M' sta salendo, la tensione (sul '+' di D7) deve andare gradualmente a zero (±50mV). Portare a zero rapidamente il riferimento: la tensione sul '+' di D7 deve andare a -0,6V, durante la rampa di discesa, e la tensione in 'M' deve scendere a zero in 5÷6 secondi. Portare il trimmer 'a' al massimo e riportare il potenziometro al massimo: la tensione in 'M' deve passare da 0V a -10V in 50÷60 secondi. Al termine della rampa, la tensione sul '+' di D7 deve passare da +0,6 a zero (±50mV). Aprire il contatto di blocco, la tensione in 'M' deve andare a zero rapidamente. Invertire il riferimento, e ripetere i controlli con le polarità complementari.

Se occorre cambiare il tempo di rampa, la formula approssimativa è la seguente:

$$R64 \cong 17T \text{ max (in K}\Omega\text{)}$$

Il tempo di passaggio da zero a ±10V massimo ottenibile, è circa 100 secondi.

Terminate le operazioni di controllo della rampa, ricollegare normalmente il cursore del potenziometro di riferimento al morsetto 6.

8.9 Messa in marcia - limitazione di corrente

Scollegare il circuito di eccitazione del motore. Collegare il contatto di blocco del contattore di marcia in serie al contatto di blocco precedentemente utilizzato per il collaudo. Portare il potenziometro I_{max} al minimo (fine corsa antiorario) ed il potenziometro di riferimento al massimo. Dopo avere controllato la corrispondenza delle fasi R1R, S2S, T3T e l'esatta portata dei fusibili esterni, mantenendo aperto l'interruttore di blocco, chiudere il contattore di marcia.

Collegare l'oscilloscopio sul punto di prova 'I' (R19) e chiudere il contatto di blocco.

Verificare l'esattezza della formula di calcolo della resistenza di carico del trasduttore di corrente (TA), la quale stabilisce il valore massimo della corrente media del convertitore.

$$R19 = \frac{10000}{N_p * I_a} \text{ (in ohm)}$$

dove N_p è il numero di spire primarie del TA (generalmente 2) e 'I_a' il valore massimo della corrente. Se dovesse risultare un valore di R19 superiore a 680Ω, aumentare il numero di spire N_p. La potenza di R19 vale:

$$P = \frac{100}{R19} \text{ (Watt)}$$

Agire sul potenziometro I_{max} e tarare la corrente di armatura al valore nominale del convertitore (oppure al valore di sovraccarico se il convertitore è ordinato per commessa).

Controllare che la forma d'onda sul punto 'I' sia come in fig. 7.6 e che la tensione sul punto 'B' sia circa -10V. Modificare eventualmente il valore di R19, se con il potenziometro I_{max} non si ottiene il valore di corrente richiesta. Aprire e chiudere il contatto di blocco verificando l'andamento dei transistori di corrente (vedi fig. 7.6); questi devono essere i più rapidi possibili, senza però presentare oscillazioni o 'overshoot'. Per aumentare la prontezza di risposta, aumentare eventualmente R24 fino al limite della instabilità, ed eventualmente diminuire C12. Nel caso si presentassero oscillazioni od 'overshoot' diminuire R24 ed eventualmente aumentare il valore di C12, cercando di mantenere il prodotto costante dato dalla seguente:

$$C12 * R24 = 10 \div 20mS$$

Effettuata la messa a punto dei transistori di corrente, collegare il contatto di blocco del contattore di marcia normalmente, come indicato dagli schemi SE107, SE108, SE113, SE114, SE154. Effettuare diverse manovre di marcia-arresto, ricontrollando i transistori di corrente (fig. 7.6). Mentre il motore è in limitazione di corrente, controllare l'efficienza del filtro sfioratore. Collegare un tester ai capi dei condensatori elettrolitici del filtro: su ogni condensatore deve essere presente una tensione pari a :

$$V_C = \frac{V_r * 1,41}{2} \pm 10\%$$

dove V_c è la tensione su ogni condensatore, V_r la tensione di rete (es. 380V). Nel caso di rete a 380V, V_c vale 260V±10%. Effettuare l'arresto e ricollegare il circuito di eccitazione del motore.

8.10 Taratura anello di velocità

Controllare l'esattezza del collegamento della reazione (dinamo tachimetrica o TOV) ed il montaggio degli opportuni componenti di reazione (vedi 3.3 reazione di velocità o di tensione). Portare il riferimento di velocità a zero, ed i potenziometri 'N_{min}' ed 'N_{max}' a ½ corsa; chiudere il contattore di marcia: il motore dovrà ruotare alla velocità minima. Portare quindi il riferimento di velocità al massimo, tarare la velocità massima al valore richiesto; nel corso di detta taratura, controllare che la tensione di armatura non superi 440V per reti a 380V, e 260V per reti a 220V (vedi 2.0 tabella d'impiego e 3.3 reazione di velocità). Collegare l'oscilloscopio al punto 'X'.

Applicare variazioni improvvise al riferimento controllando i transistori di velocità (vedi fig. 7.7): questi devono essere pronti, ma senza presentare oscillazioni o 'overshoot' oltre il valore massimo (un 'overshoot' dal 5% circa è tollerabile). La rapidità dei transistori aumenta ruotando il potenziometro 'Stab' in senso orario e diminuendo C6. Nel caso si presentassero oscillazioni, agire in senso opposto sul potenziometro 'Stab' ed eventualmente aumentare C6. Controllare la tensione sul punto di prova 'B' (vedi fig. 7.8). L'ampiezza del ripple deve essere inferiore a 2V_{pp}.

Controllare la forma d'onda della tensione di armatura (vedi fig. 7.9 e fig. 7.10) e dei vari impulsi d'innesco (fig. 7.11). Portare a zero il riferimento e il potenziometro 'Nmin' e controllare l'efficacia dell'azzeramento. Se previsto il funzionamento in rampa, effettuare il collegamento opportuno, ed effettuare il controllo della velocità massima; eventualmente tarare la velocità massima nelle condizioni di effettiva necessità

8.11 Immatricolazione

Dopo essersi assicurati dell'esattezza di tutte le tarature e delle eventuali richieste di commessa (velocità, reazione DT o armatura TOV, corrente massima 50/60Hz), bloccare con vernice i potenziometri I_{max}, AZZ, (G, AZZ per TOV), (N_{max} se in reazione d'armatura). Controllare la presenza dei fili di terra (scheda-terra, coperchio, carpenteria).

Effettuare la registrazione matricolare sul registro e sul convertitore ed applicare il timbro e data di collaudo.

8.12 Variante a 60Hz

Se il convertitore deve funzionare a 60Hz, saldare in parallelo ad R30, R44, R55 (150K Ω 1%) una resistenza da 820K Ω 1/4W oppure 1/2W 5%, ed inoltre occorre saldare in parallelo ad R20, R47, R52 (8K2 Ω 1%) una resistenza da 27K Ω 1/4W oppure 1/2W 5%. Controllare che la variante sia riportata sulla targa d'immatricolazione e sul foglio di collaudo.