

MANUALE AZIONAMENTO 3FBD



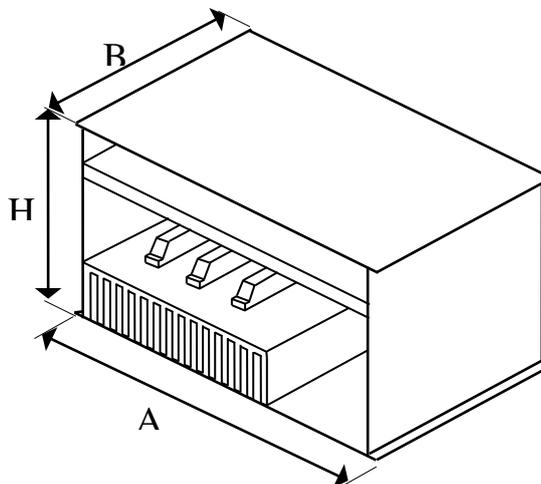
RE Elettronica Industriale
Via I. Alpi 6 - zona industriale - Lonato (BS)
Tel. 030/9913491r.a. Fax. 030/9913504
<http://www.re-elettronica.it>
info@re-elettronica.it

Indice

<i>Indice</i>	<i>pag.1</i>
<i>Caratteristiche generali</i>	<i>pag. 2</i>
<i>Caratteristiche meccaniche</i>	
<i>Taglie disponibili</i>	
<i>Caratteristiche elettriche</i>	
<i>Protezioni</i>	
<i>Schema a blocchi azionamento</i>	
<i>Regolazioni</i>	<i>pag. 5</i>
<i>Led di segnalazione e trimmer di regolazione</i>	
<i>Dip switch di selezione</i>	
<i>Descrizione segnali di morsettiera</i>	<i>pag .8</i>
<i>Collegamenti dell'azionamento</i>	<i>pag. 10</i>
<i>Messa in servizio</i>	
<i>Collegamento di potenza</i>	
<i>Collegamento controllo da potenziometro</i>	
<i>Collegamento controllo con riferimento esterno e potenziometro di coppia</i>	
<i>Collegamento controllo da controllo numerico</i>	
<i>Ricerca guasti</i>	<i>pag. 17</i>
<i>Norme generali per la soppressione dei disturbi</i>	<i>pag. 18</i>
<i>di rete ed EMI (marchio CE)</i>	
<i>Utilizzo di filtri di rete</i>	
<i>Impiego di cavi schermati</i>	
<i>Adeguata posa dei cavi</i>	
<i>Messa a terra</i>	
<i>Esempio di quadro elettrico</i>	

Caratteristiche generali

Caratteristiche meccaniche:



Taglie disponibili :

AZIONAM. TIPO	I nominale (Ampere)	Vdc max motore (Volt)	HP	Alimentaz. Vac trifase $\pm 10\%$	Filtro EMI	Dimensioni Fisiche AxBxH
20-3FBD	20	260/440	6/10	220/380 V	832030V	315x245x215
30-3FBD	30	260/440	9/15	220/380 V	832030V	315x245x215
40-3FBD	40	260/440	12/20	220/380 V	832050V	315x245x215
50-3FBD	50	260/440	15/25	220/380 V	832050V	315x245x215
60-3FBD	60	260/440	18/30	220/380 V	832080V	315x245x215
80-3FBD	80	260/440	24/40	220/380 V	832080V	315x245x215
100-3FBD	100	260/440	30/50	220/380 V	832100V	315x245x215
120-3FBD	120	260/440	36/60	220/380 V	832150V	315x245x215
150-3FBD	150	260/440	45/75	220/380 V	832150V	315x245x215
200-3FBD	200	260/440	60/100	220/380 V	832200V	315x245x215
300-3FBD	300	260/440	90/150	220/380 V	832360V	315x245x215
400-3FBD	400	260/440	120/200	220/380 V	832500V	450x310x325
500-3FBD	500	260/440	150/250	220/380 V	832500V	450x310x325
700-3FBD	700	260/440	210/350	220/380 V	-	560x630x280
1000-3FBD	1000	260/440	300/500	220/380 V	-	560x630x280

N.B.: Sono possibili anche realizzazioni particolari dietro specifica richiesta.

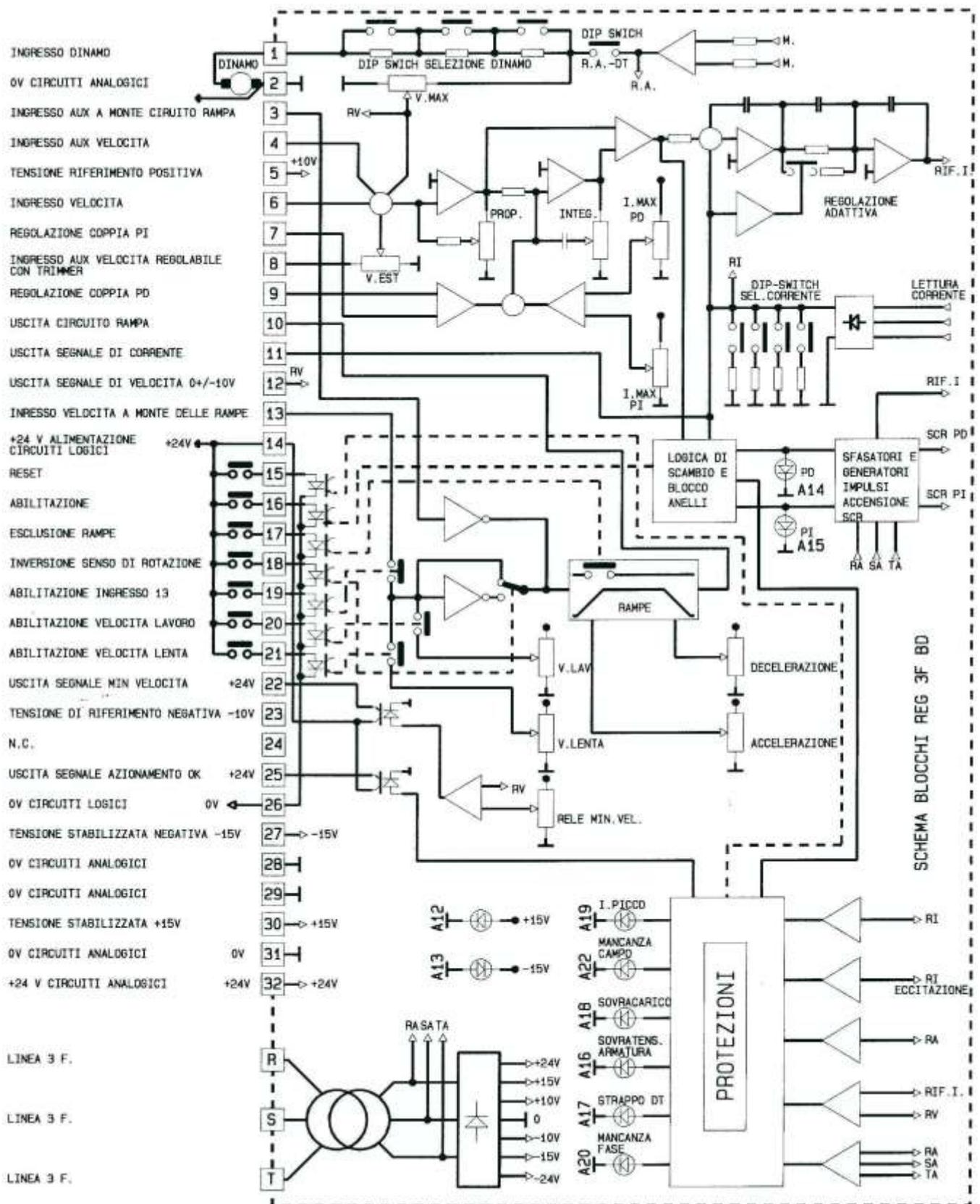
Caratteristiche elettriche:

- Ponte trifase totalcontrollato bidirezionale.
- Sistema di accensione mediante trasformatori d'impulsi pilotati mediante treni d'impulsi a 10Khz.
- Anello di regolazione di corrente a guadagno fisso retroazionato mediante trasformatori amperometrici.
- Anello di regolazione di velocità a guadagno variabile retroazionabile da dinamo tachimetrica o da armatura con possibilità di inserimento di una compensazione RxI (Il riferimento di velocità è ottenibile da potenziometro o da altra fonte di tensione 0-10V) offre anche la possibilità di un funzionamento in tiro (corrente imposta).
- Circuiti di rampa differenziati per le rampe di accelerazione e decelerazione.
- Circuiti di protezione per sovracorrente, mancanza fase, strappo dinamo, sovraccarico, mancanza campo.
- Ponte alimentazione campo incorporato.
- Regolazione di velocità esterna tramite potenziometro o altra sorgente di tensione 0-10V sun ingresso principale o ausiliario.

Protezioni:

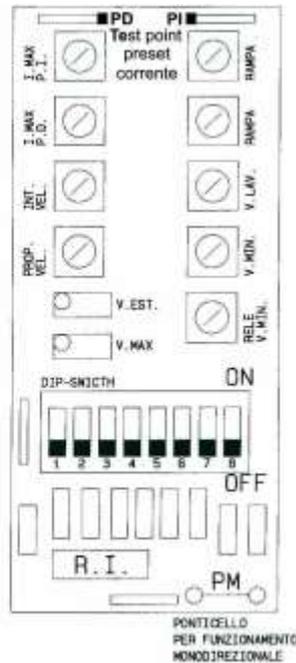
- **Sovracorrente:** Interviene in caso di cortocircuito esterno od interno dell'azionamento è segnalata dal LED relativo
- **Mancanza fase:** Segnala la mancanza di una fase di rete sul circuito di controllo, visualizzata dall'apposito LED.
- **Strappo dinamo:** Si attiva se il segnale di dinamo tachimetrica è assente invertito, è segnalata dall'apposito LED.
- **I^2T :** E' un relè termico elettronico che si attiva quando una corrente elevata circola per un tempo sufficientemente lungo (indica una situazione di sovraccarico per esempio causata da un bloccaggio del motore, e vuole prevenire danni allo stesso) la soglia di intervento può essere tarata mediante l'apposito trimmer, ed è segnalata dall'apposito LED.
- **Mancanza campo:** Interviene se non è presente la corrente di eccitazione sul motore, è segnalata dall'accensione del LED relativo..

Schema a blocchi azionamento:

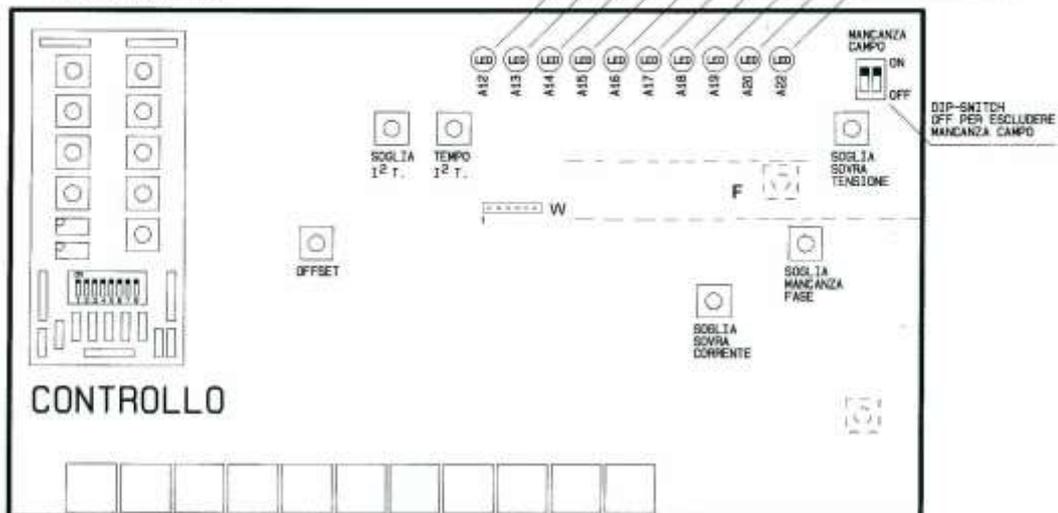


Regolazioni:

LED di segnalazione e trimmer di regolazione:



PRESET CORRENTE :
Inserire voltmetro fra 0V e test point PD e PI, regolare trimmer PD e PI per impostare la corrente desiderata. 10V = corrente corrispondente alla taglia dell'azionamento.



- **Rampa:** regolano il tempo di salita e discesa delle rampe nei due sensi di marcia.
- **V.min:** impostazione di una velocità regolabile da 0 al 25% (abilitabile dall'ingresso 21).
- **V.lav:** impostazione di una velocità regolabile da 0 al massimo (abilitabile dall'ingresso 20).
- **V.max:** regola la velocità massima del motore, ovvero quella che si raggiunge con riferimento di velocità pari a 10V.
- **V.est:** parzializza il segnale eventualmente portato all'ingresso 8.
- **Relè V.min:** imposta la soglia di velocità alla quale compare una tensione di 24V sul Morsetto 22.

- ***I.max PI / I.max PD***: regolano la massima corrente erogata dall'azionamento nei due sensi di marcia.
- ***Prop.vel.***: regola il guadagno statico dell'anello di velocità onde avere la massima precisione di velocità compatibilmente con la stabilità di funzionamento.
- ***Int.vel.***: regola il guadagno dinamico dell'anello di velocità onde avere la massima velocità di Risposta compatibilmente con la stabilità di funzionamento.

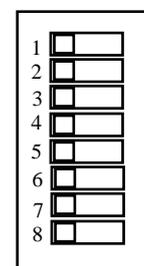
Dip switch:

Ci sono 8 dip-switch che servono a configurare l'azionamento per quanto riguarda la reazione di velocità, e la corrente erogata:

Tipo di reazione

Mediante i dip switch 1 è possibile scegliere che tipo di retroazione di velocità utilizzare, armatura o dinamo tachimetrica.

	Dip switch 1
Reazione armatura	ON
Reazione dinamo	OFF



Tensione di dinamo

Mediante i dip switch 6,7,8 è possibile selezionare il valori di tensione della dinamo tachimetrica che si sta utilizzando (il valore di tensione indicato in tabella è relativo alla tensione erogata dalla dinamo alla massima velocità);l'aggiustamento fine della tensione sarà poi effettuato mediante il trimmer della Vmax.

	Dip switch 6	Dip switch 7	Dip switch 8
10V	ON	ON	ON
60V	OFF	ON	ON
120V	OFF	OFF	ON
180V	OFF	OFF	OFF

Corrente erogata

Mediante i dip switch 2,3,4,5 si può selezionare il valore della corrente massima erogabile dall'azionamento, i valori indicati in tabella riguardano un'azionamento fino a 50A, per taglie superiori ogni dip switch incrementa la corrente di 10A si raggiunge la massima corrente nominale dell'azionamento con tutti i dip switch relativi in posizione ON (la corrente erogabile impostata può essere ridotta mediante il trimmer I_{max}):

	Dip switch 2	Dip switch 3	Dip switch 4	Dip switch 5
10A	OFF	OFF	OFF	OFF
20A	OFF	OFF	OFF	ON
30A	OFF	OFF	ON	ON
40A	OFF	ON	ON	ON
50A	ON	ON	ON	ON

Esiste poi un'altro doppio dip switch che ha lo scopo di escludere la protezione di mancanza campo, che può risultare utile se si vogliono effettuare delle prove in corrente sull'azionamento escludendo l'eccitazione, o se il carico dell'azionamento non è un motore elettrico.

Descrizione segnali di morsettiera:

Morsettiera di controllo (32 poli):

1. Ingresso dinamo
2. Zero dinamo
3. Ingresso riferimento aux di velocità prima della rampa
4. Ingresso riferimento aux di velocità dopo la rampa
5. Tensione di riferimento positivo +10V
6. Ingresso anello di velocità
7. Ingresso per modificare il limite di corrente P.I.
8. Ingresso anello di velocità tramite trimmer V.est.
9. Ingresso per modificare il limite di corrente P.D.
10. Uscita circuito di rampa (0÷±10V)
11. Uscita segnale di corrente (0÷-4.5V)
12. Uscita segnale di velocità (0÷±10V)
13. Ingresso riferimento di velocità prima della rampa
14. Ingresso +24V fotoisolatori
15. Comando reset protezioni (portato a +24V resetta le protezioni intervenute)
16. Comando di abilitazione azionamento
17. Comando esclusione rampa
18. Ingresso inversione velocità
19. Abilitazione riferimento esterno
20. Abilitazione riferimento interno-lavoro
21. Abilitazione riferimento interno-lenta
22. Uscita rele di minima velocità (+24V in marcia e con superamento della vel.impostata sul Trimmer Rele V.min).
23. Tensione di riferimento negativa -10V
24. Non collegato
25. Uscita relè azionamento OK (+24V per azionamento OK; 0V per azionamento in blocco)
26. Ingresso 0V per fotoisolatori
27. Tensione interna di alimentazione stabilizzata -15V
28. 0V segnali
29. 0V segnali
30. Tensione interna di alimentazione stabilizzata +15V
31. 0V segnali
32. Tensione interna di alimentazione non stabilizzata +24V

Morsettiera di alimentazione scheda accensioni (7 poli):

Ra. Fase di rete R (in fase con fase 400V di potenza)

Sa. Fase di rete S (in fase con fase 400V di potenza)

Ta. Fase di rete T (in fase con fase 400V di potenza)

~. Alimentazione eccitazione

~. Alimentazione eccitazione

+. Positivo eccitazione

-. Negativo eccitazione

Morsettiera di potenza:

R. Fase R di alimentazione circuito di potenza

S. Fase S di alimentazione circuito di potenza

T. Fase T di alimentazione circuito di potenza

M. Armatura motore

M1. Armatura motore

Collegamenti dell'azionamento :

Alimentazione: l'alimentazione, tramite una terna di fusibili extrarapidi (corrente di intervento del 30% superiore a quella nominale dell'azionamento), viene portata alla reattanza di linea ZL e da qui al teleruttore di linea TL, quindi ai morsetti di potenza contrassegnati **R S T**.

Un contatto ausiliario del teleruttore chiude i morsetti 14-16 per l'abilitazione dell'azionamento. L'alimentazione del controllo Ra Sa Ta è connessa a monte della reattanza di linea; nel collegamento **rispettare scrupolosamente la corrispondenza dei collegamenti R-Ra S-Sa T-Ta**; se errato l'azionamento ha un funzionamento anomalo.

Motore: l'armatura del motore va connessa ai morsetti contrassegnati M-M1; l'eccitazione invece ai morsetti + e -.

L'alimentazione alternata dell'eccitazione avrà valore **Vac=1.16xV.ecc** e deve essere protetta da fusibili extrarapidi (**In=1.5xIecc**).

La corrente di eccitazione massima ammessa è:

- 3A per azionamenti fino a 60A
- 5A per azionamenti fino a 150A
- 10A per azionamenti di taglie superiori

Comandi logici: i comandi logici, optoisolati rispetto ai circuiti analogici, devono essere alimentati con una tensione esterna di 24Vcc applicata ai morsetti 26 e 14. Se non è richiesta la separazione tra questi segnali, il circuito può essere alimentato dall'azionamento ponticellando i morsetti 14-32 e 26-28. Per effettuare un comando logico si chiude, tramite un contatto, il relativo morsetto di ingresso con il morsetto 14 (+24V).

I comandi disponibili sono:

Morsetto 15: reset dell'azionamento che azzerà la memorizzazione dell'intervento delle protezioni.

Morsetto 16: abilitazione dell'azionamento, deve essere chiusa **solo dopo** aver alimentato sia il controllo che la potenza, in caso contrario si bruciano i fusibili.

Morsetto 17: azzerà il tempo di rampa impostato dai relativi trimmer (RAMPA)

Morsetto 18: inverte la polarità del segnale in uscita dal circuito di rampa e quindi il senso di rotazione del motore se pilotato da questo segnale

Morsetto 19: abilita l'ingresso 13

Morsetto 20: abilita il trimmer V.lav

Morsetto 21: abilita il trimmer V.min

Dinamo tachimetrica: si collega tra i morsetti 1 e 2.

LA DINAMO E TUTTI I SEGNALI ANALOGICI DEVONO ESSERE COLLEGATI CON CAVO SCHERMATO. GLI SCHERMI E LO 0V ANALOGICO DEVONO ESSERE COLLEGATI A TERRA IN UNO STESSO PUNTO.

Ingressi analogici: sono applicati tra i morsetti di 0V (2-28-29-31) e l'ingresso più idoneo per la regolazione da realizzare. Sono disponibili tre ingressi (4-6-8) che confluiscono nel nodo sommatore dell'anello di velocità, il segnale eventualmente applicato all'ingresso 8 può essere parzializzato tramite il trimmer V.est

Questi ingressi sono utilizzati quando i segnali, quali quelli provenienti da CN, celle di carico, segnali di correzione, non devono essere influenzati dal ritardo introdotto dal circuito di rampa.

Il senso di rotazione del motore dipende dalla polarità dei segnali.

Circuito di rampa: l'ingresso del morsetto 13 viene generalmente usato quando il segnale di velocità proviene dal potenziometro o dalla logica di un PLC. Il segnale può essere sia positivo che negativo e

deve essere abilitato dal morsetto 19. Nel circuito di rampa possono essere immessi altri due segnali di velocità, solo positivi, impostabili sui trimmer V.min e V.lav, i segnali sono abilitabili dai morsetti 20 e 21. Se tali segnali sono attivi contemporaneamente, prevale quello ad impostazione più elevata. La polarità dei segnali e quindi del senso di rotazione del motore, può essere invertita tramite il morsetto 18.

All'ingresso dell'invertitore di segnale si può applicare un segnale di correzione positivo o negativo tramite l'ingresso del morsetto 3. Il segnale entra poi nel circuito di rampa con tempi di accelerazione e decelerazione tarabili tramite i due trimmer di RAMPA. Questo tempo può essere azzerato tramite il comando del morsetto 17.

Il segnale di uscita (morsetto 10) deve essere portato tramite un ponticello ad un ingresso dell'anello di velocità (morsetto 6). Tramite gli ingressi non utilizzati (4 e 8) può essere sommato all'ingresso 6 un segnale positivo o negativo.

I limiti di corrente PI o PD possono essere modificati singolarmente od entrambi tramite un segnale 0 ÷ +10V applicato ai morsetti 7 (PI) e 9 (PD).

Sincronizzazione della velocità di due o più motori: si comanda l'azionamento pilotato collegando l'ingresso 4 od 8 al morsetto 12 dell'azionamento pilota

Visualizzazioni: al morsetto 12 è presente un segnale da 0 a $\pm 10V$, proporzionale alla velocità del motore, che può essere utilizzato per la lettura della velocità. Sul morsetto 11 si può invece leggere la corrente assorbita dal motore (0 ÷ -4.5V alla massima corrente dell'azionamento).

Uscite logiche: al morsetto 22 è presente un segnale logico di +24V quando la velocità del motore supera una soglia impostata dal trimmer Relè V.min mentre al morsetto 25 è presente un segnale logico +24V quando l'azionamento è efficiente e di 0V quando interviene una qualsiasi protezione. L'intervento di una qualsiasi protezione è segnalato del led relativo.

Riferimenti stabilizzati: ai morsetti 5 e 23 sono rispettivamente presenti tensioni di +10V e -10V utilizzabili per alimentare dei potenziometri.

Messa in servizio:

Selezionare il tipo di reazione (DT od armatura): per DT predisporre i dip switch 6-7-8 per la tensione della dinamo alla massima velocità del motore. Predisporre gli switch 2-3-4-5 per la massima corrente che dovrà erogare l'azionamento: la chiusura di ogni dip switch aumenta di 10A la corrente di base stabilita dalla resistenza RI. Controllare che i collegamenti siano corretti ed avviare il motore.

Con il trimmer V.max eseguire la taratura fine della massima velocità; se la DT è invertita o se la Vmax è troppo alta interviene la protezione "sovratensione".

Per la taratura fine della corrente fermare il motore, scollegare l'eccitazione, chiudere lo switch per l'esclusione della protezione "mancanza campo", abilitare l'azionamento e con i trimmers I.max tarare la corrente desiderata nei due sensi di marcia. Se la corrente viene letta sulla linea alternata, applicare la relazione $I_{fase}=0.8 \times I_{ecc}$.

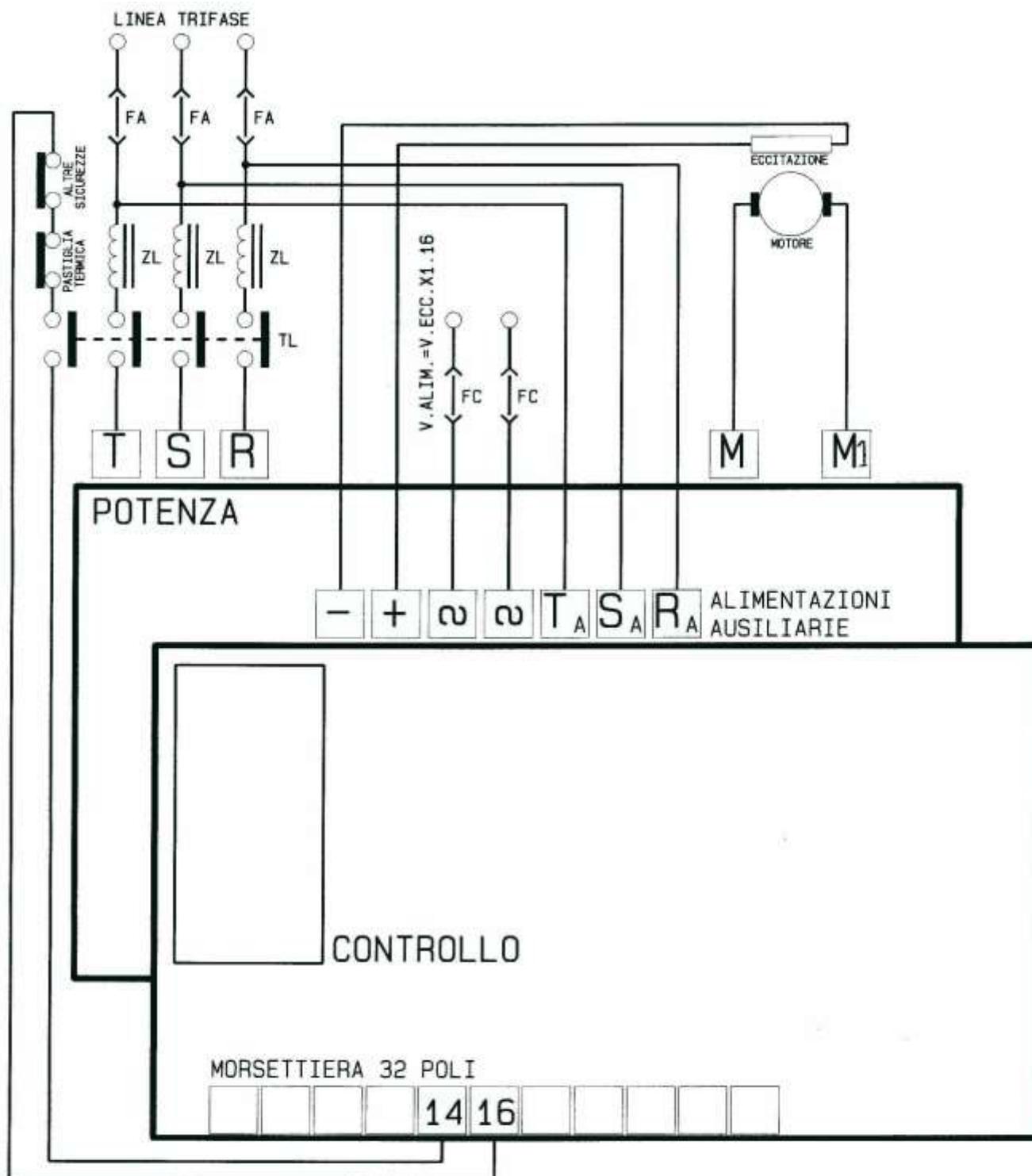
Regolazione stabilità:

Inviare all'azionamento un segnale a gradino controllando il segnale della DT con un oscilloscopio. Ruotare in senso antiorario il trimmer Int.vel fino ad annullare le sovraoscillazioni in fase di transitorio, quindi con segnale di velocità fissa, ruotare in senso antiorario il trimmer Prop.vel fino al limite di stabilità.

Se non si dispone di un oscilloscopio posizionare il trimmer Int.vel a metà corsa, ruotare il trimmer Prop.vel in senso antiorario fino al limite della stabilità del motore.

Ripetere l'operazione con il trimmer Int.vel.

Collegamento di potenza:



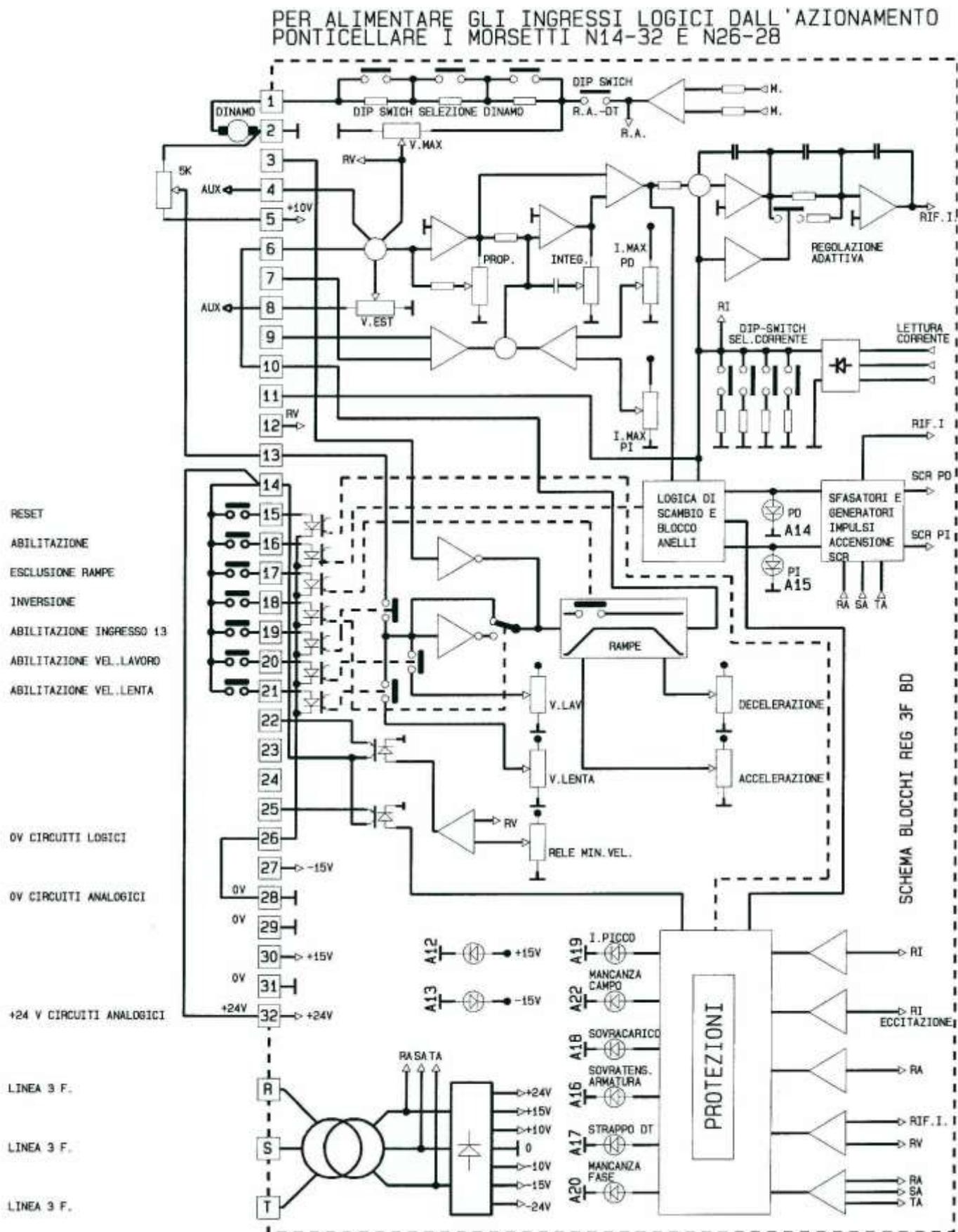
FA FUSIBILI EXTRARAPIDI In X 1.3

ZL IMPEDENZA DI LINEA DEVE DARE UN ΔV DI 5V PER FASE ALLA MASSIMA CORRENTE EROGABILE DELL'AZIONAMENTO

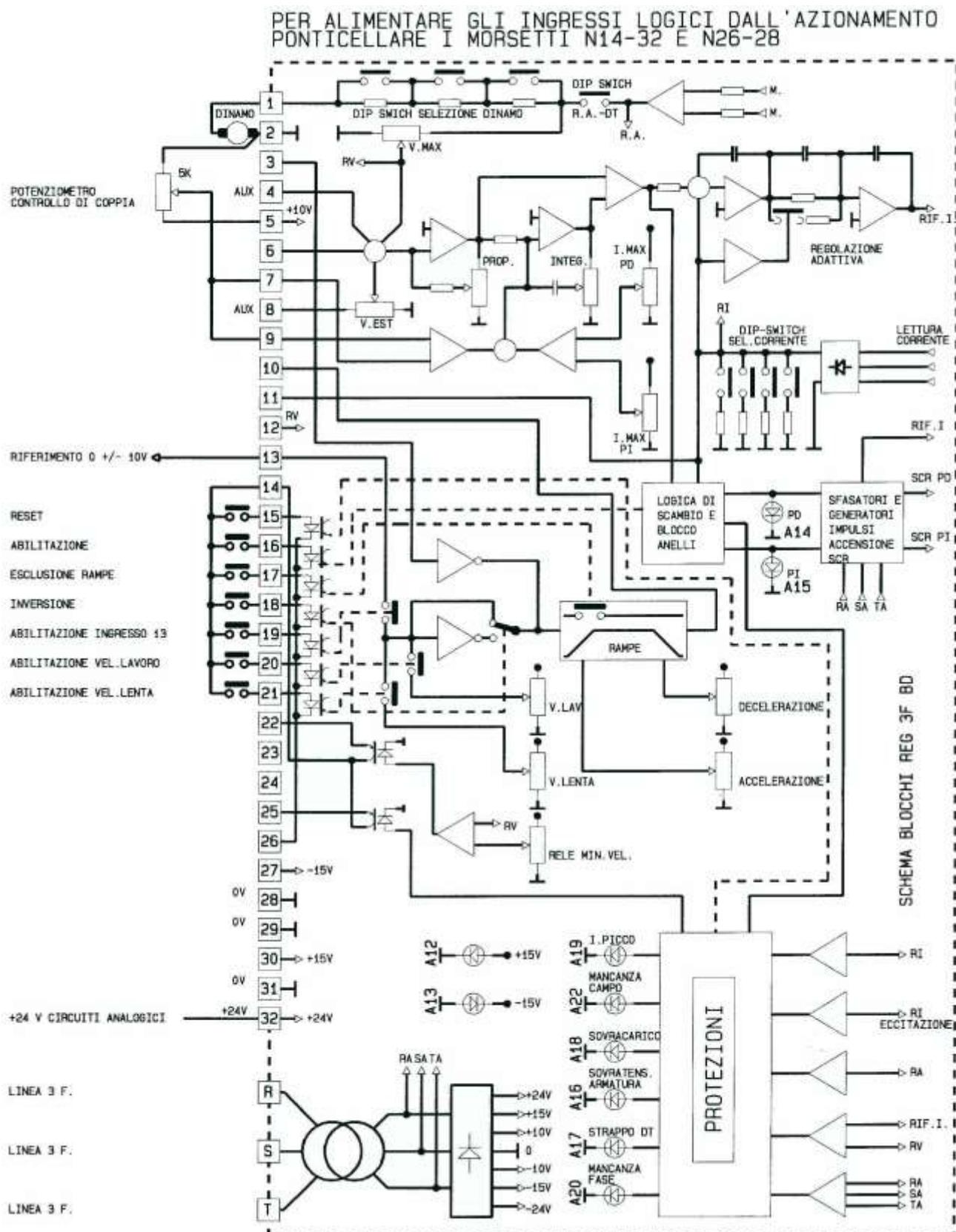
TL TELERUTTORE DI LINEA ALIMENTA LA POTENZA DELL'AZIONAMENTO LA CHIUSURA DI TL DEVE SEMPRE AVVENIRE PRIMA O SIMULTANEO ALLA CHIUSURA DEL CONTATTO DI ABILITAZIONE 14-16

FC FUSIBILI EXTRA RAPIDI In= 1.5 I. ECCITAZIONE MOTORE

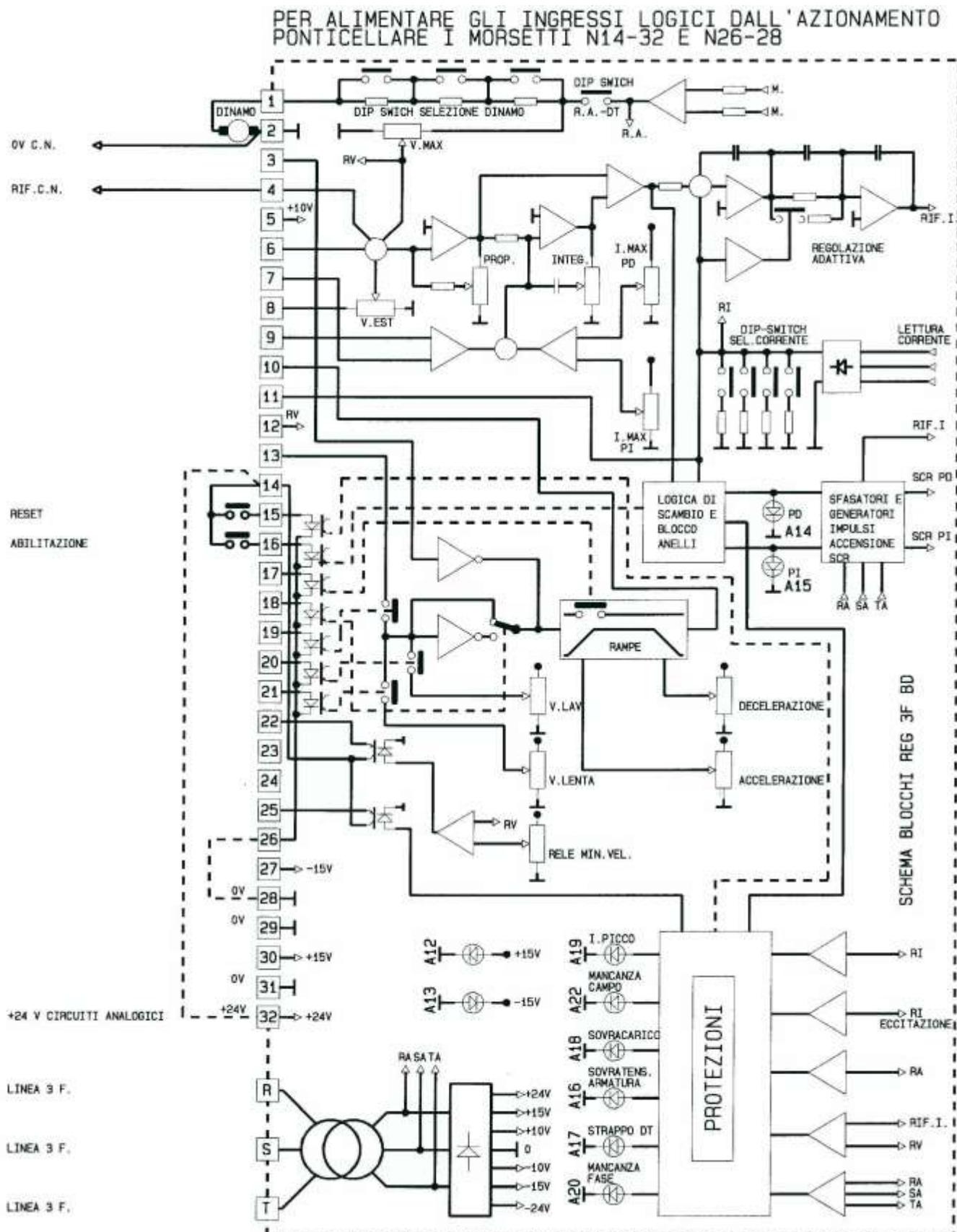
Collegamento con riferimento da potenziometro:



Collegamento con riferimento analogico $\pm 10V$ esterno e potenziometro per controllo coppia:



Collegamento con riferimento da C.N.:



Ricerca guasti

Malfunzionamento	Probabile causa	Rimedio
<ul style="list-style-type: none"> • L'azionamento fa bruciare i fusibili appena lo si alimenta o appena lo si abilita (*) • L'azionamento va in blocco per sovracorrente appena lo si abilita • L'azionamento va in blocco per mancanza fase 	<ul style="list-style-type: none"> • Azionamento in cortocircuito (SCR) • Fusibili dimensionati erroneamente • Cortocircuito SCR • Cortocircuito esterno • mancanza di una fase di rete sulla scheda di controllo • Trasformatore di alimentazione bruciato • Collegamento della dinamo tachimetrica interrotto o invertito • Dinamo guasta 	<ul style="list-style-type: none"> • Sostituire il blocchetto SCR in cortocircuito • Dimensionare correttamente i fusibili • Sostituire il blocchetto SCR in cortocircuito • Rimuovere il cortocircuito • Ripristinare il corretto collegamento delle fasi di rete • Sostituire il trasformatore guasto • Ripristinare il corretto collegamento della dinamo
<ul style="list-style-type: none"> • Il motore va in fuga e si attiva la protezione di strappo dinamo 	<ul style="list-style-type: none"> • sovraccarico del motore o soglia di I²T troppo bassa 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificare le condizioni di carico del motore ed eventualmente alzare la soglia a di I²T
<ul style="list-style-type: none"> • L'azionamento entra in blocco per mancanza campo 	<ul style="list-style-type: none"> • Manca la corrente di eccitazione 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificare il corretto funzionamento del circuito di eccitazione, o se si vuole lavorare senza eccitazione escludere la protezione con gli appositi dip switch
<ul style="list-style-type: none"> • Le velocità del motore non è stabile 	<ul style="list-style-type: none"> • La dinamo perde giri rispetto al motore 	<ul style="list-style-type: none"> • Controllare il giunto di collegamento fra dinamo e motore
<ul style="list-style-type: none"> • Il motore non raggiunge la velocità nominale 	<ul style="list-style-type: none"> • L'azionamento è in limitazione di corrente • L'azionamento è stato tarato per una tensione massima diversa 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificare il dimensionamento motore-azionamento • Controllare che i dati di taratura corrispondano con i dati del motore

(*) E' assolutamente indispensabile la presenza di fusibili di protezione sull'alimentazione, in caso contrario in presenza di cortocircuito dell'azionamento si rischia l'incendio del quadro.

Norme generali per la soppressione dei disturbi di rete ed EMI (marchio CE)

Tutti gli apparati elettrici che danno luogo a commutazione su carichi induttivi (azionamenti per motori elettrici, contattori, relè, elettrovalvole, etc.) generano disturbi che possono propagarsi sia per via elettromagnetica (EMI) che per via condotta (lungo la rete elettrica, attraverso accoppiamenti capacitivi o induttivi dei cavi, etc.), senza volersi addentrare nella problematica molto complessa della propagazione dei disturbi forniamo qui alcune regole empiriche per garantire il corretto funzionamento delle apparecchiature e la loro compatibilità elettromagnetica, ovvero il fatto che non generino disturbi che vadano ad interferire con il funzionamento di altre apparecchiature.

N.B. *L'apparecchiatura da voi acquistata è stata costruita rispettando le vigenti normative per la compatibilità elettromagnetica e in questo senso testata il che ci a permesso di apporgli il marchio CE, tuttavia per garantire la compatibilità elettromagnetica di tutto l'impianto è necessario seguire le indicazioni di seguito riportate.*

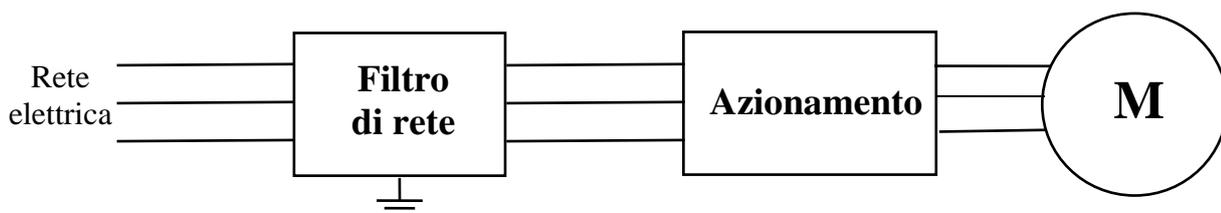
Utilizzo di filtri di rete

Per evitare che i disturbi generati dall'azionamento si propaghino lungo la rete elettrica mediante interferenze di tipo simmetrico o asimmetrico andando a disturbare altre apparecchiature collegate alla rete, *si rende necessaria l'apposizione di un'adeguato filtro di rete.*

La scelta del filtro di rete deve essere fatta innanzitutto sulla base del tipo di rete a cui deve essere collegato (monofase o trifase), della potenza assorbita dal carico (corrente assorbita) e dall'attenuazione richiesta (filtri a singola cella o a doppia cella etc.).

E' opportuno che il filtro sia collegato nelle immediate vicinanze dell'apparecchiatura (è buona norma non superare i 30 cm di cavo), e l'involucro metallico dello stesso deve essere collegato a terra.

In questo manuale è riportato di fianco ad ogni taglia di azionamento il filtro di rete adeguato e che può essere da noi direttamente fornito su specifica richiesta.



Impiego di cavi schermati

I cavi di collegamento fungono da *antenne per la ricezione e la propagazione dei disturbi*; si consiglia quindi l'impiego sistematico di cavi schermati sia per i collegamenti di bassa potenza (collegamenti di comando) che per quelli di potenza (collegamenti al motore).

Questo garantisce un sensibile aumento dell'immunità al rumore, e una riduzione delle interferenze elettromagnetiche emesse.

N.B. La calza schermante va collegata a terra solo da uno dei due lati del cavo, e preferibilmente va collegata alla massa dell'azionamento che a sua volta verrà messa a terra.

Adeguata posa dei cavi

Il corretto cablaggio del quadro è di fondamentale importanza per il buon funzionamento dell'impianto e per risolvere le problematiche di compatibilità elettromagnetica, elenchiamo di seguito le principali regole da seguire nella stesura dei cavi.

- Utilizzo di cavi schermati sia per il controllo che per la potenza.
- Separare ove possibile il percorso dei cavi di controllo da quelli di potenza.
- Far scorrere i cavi in canaline o tubi metallici.
- Evitare l'incrocio e l'attorcigliamento dei cavi, e ove non possibile effettuare incroci a 90°

Messa a terra

La messa a terra è fondamentale per l'attenuazione dei disturbi; è opportuno seguire le seguenti regole generali:

- Collegare a terra la massa dell'azionamento (0V segnali) facendovi convergere tutte le calze dei cavi schermati di controllo.
- Mettere a terra tutte le carcasse metalliche dell'impianto (cofano e radiatore dell'azionamento, carcassa del motore, etc.) cercando di sfruttare le più ampie superfici possibili.
- Effettuare il collegamento di terra mediante cavi a bassa impedenza anche per le alte frequenze.
- Rimuovere eventuali strati di vernice o di ossidazione sui collegamenti di terra.
- Inserire nel normale programma di manutenzione dell'impianto il controllo della bassa impedenza dei collegamenti di terra.

Esempio di quadro elettrico:

