

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Sezione di Padova

INFN/TC-84/22  
21 Settembre 1984

A. Dal Bello e R. Zanon: CONTROLLO AUTOMATIZZATO CON  
MPZ80 DI UN GONIOMETRO PER MISURE DI FISICA NUCLEARE

Servizio Documentazione  
dei Laboratori Nazionali di Frascati

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare  
Sezione di Padova

INFN/TC-84/22  
21 Settembre 1984

A. Dal Bello e R. Zanon :

CONTROLLO AUTOMATIZZATO CON MPZ80 DI UN GONIOMETRO PER MISURE DI  
FISICA NUCLEARE

#### INTRODUZIONE

Per misure di correlazioni angolari è stato costruito ed installato presso i LNL all'acceleratore Tandem, un goniometro portarivelatori del diametro di 2 metri e con tre bracci mobili, ciascuno dei quali può essere caricato con un peso massimo di 400 kg.

I tre bracci dotati di movimento orizzontale e verticale sono montati su carrelli, scorrevoli su cuscinetti radiali, per il movimento angolare. I movimenti orizzontale e verticale avvengono tramite trasmissione: manovella-catena-ruota dentata; mentre quella angolare avviene tramite l'accoppiamento: motore-vite senza fine - corona elicoidale con 720 denti che permette uno spostamento di 1° ogni due giri della vite senza fine.

I dati di riferimento che sono stati considerati nell'impostazione del problema sono:

- 1) Dispositivo di lettura della posizione che funzioni anche in assenza di alimentazione di rete.
- 2) Controllo del movimento sia tramite tastiera locale che a distanza.

- 3) Possibilità di memorizzazione di una sequenza di angoli.
- 4) Possibilità di eseguire la sequenza memorizzata con comando manuale (locale o remoto) oppure azionata da un comando generato da un sistema di acquisizione.

La necessità di cambiare frequentemente la posizione angolare del rivelatore durante una misura e di controllare la posizione rispetto al fascio, ci ha indotto ad eseguire il movimento angolare tramite un sistema controllato da microprocessore.

E' stato montato un motore del tipo passo-passo con una coppia di 100 N/m a 200 step per rivoluzione, sull'asse di rinvio della vite senza fine con rapporto 1:1; occorrono quindi 2 giri motore per avere uno spostamento di 1° del braccio del goniometro.

La lettura della posizione angolare è data da un encoder ottico incrementale, equipaggiato di elettronica opportuna, accoppiato allo stesso asse della vite senza fine tramite giunto.

L'encoder ha una risoluzione di 400 cicli per rivoluzione ed è stato dotato di una batteria tampone per mantenere l'informazione angolare in caso di mancanza di energia elettrica o quando il sistema di controllo è spento.

L'alimentazione in tampone dell'encoder permette di mantenere l'informazione assoluta anche se il carrello viene messo in movimento manualmente con il sistema di controllo spento. L'escursione prevista va: da +170° a -170° rispetto all'asse del fascio.

Il sistema è stato progettato in modo da essere operante sia localmente che a distanza, con un collegamento standard RS232C. Il dispositivo prevede la possibilità di memorizzare 20 valori d'angolo prestabiliti e di eseguirli in sequenza sia manualmente che con comando da una catena di acquisizione dati.

Sono previste tre sorgenti possibili di allarme:

- 1) fine corsa a +170°;
- 2) fine corsa a -170°;
- 3) sovraccarico motore.

Per i punti 1) e 2) l'arresto del carrello è immediato, mentre per il punto 3) è previsto un ritardo di 15" circa in quanto il carrello potrebbe venire arrestato da un ostacolo momentaneo e di conseguenza potrebbe riprendere il suo movimento.

Tuttavia, una volta che il dispositivo ha segnalato un allarme, l'operatore ne controllerà la causa e, finchè questa non verrà rimossa, il dispositivo non accetterà alcun comando.

#### DESCRIZIONE DEL SISTEMA

Il sistema, costituito da una parte hardware e da una parte software, è gestito da microprocessore ZILOG Z80. Le informazioni gestite dal mP sono:

ANGOLO ATTUALE = l'angolo letto sull'encoder  
ANGOLO TASTIERA = l'angolo impostato manualmente (in locale o remoto) utilizzando i tasti: numerici, segno, punto  
DATO = tasto o sequenza di tasti prima di aver reso valida la sequenza con il tasto EX  
FLAG INTERNI = questi stati descrivono la situazione di funzionamento del dispositivo e sono:

- 1) PAUSA - il programma è in stato di attesa e ogni azionamento del motore è inibito;  
RUN - il programma consente l'azionamento del motore.
- 2) LOCALE - è abilitata la tastiera locale;  
REMOTO - è abilitata la tastiera remota.
- 3) MOV ON - il motore è stato azionato;  
MOV OFF- non è stato azionato.

#### PARTE HARDWARE

Questa parte è costituita da:

- n. 1 scheda BASE mP Z80;
- n. 1 scheda DISPLAY + TASTIERA LOCALE;
- n. 1 scheda ENCODER;
- n. 1 scheda COMANDO MOTORE;
- n. 1 scheda ALIMENTAZIONE.

Tutte queste schede, tranne l'encoder, sono in un unico contenitore montato sul carrello semovente (vedi foto).

La scheda base consiste essenzialmente in una CPU Z80, 4 K byte di memoria di programma, 2 K byte memoria dati, 2 K byte di memoria programma monitor, 4 porte parallele e 1 porta seriale programmabili di I/O, n. 2 counter/timer programmabili.

Le 4 porte parallele da 8 bit sono contenute in due chips (PIO1 e PIO2) mentre i 2 counter/timer sono contenuti in un unico chip (CTC).

#### Porta A

La porta A della PIO1 è programmata come input e gestisce per mezzo di 5 linee (A0:A5) + 2 di handsake (STROBE; READY) la tastiera LOCALE codificata binario dall'integrato 74C923.

#### Descrizione tastiera locale

- 0-9 = tasti numerici.
- . = valori con decimali (es: +150.6).
- + - = per cambiare di segno; introducendo un valore senza segno, viene considerato automaticamente positivo.
- CM (EX) = CANCELLA MEMORIA. Questo tasto pone a zero le locazioni dei 20 angoli prestabiliti (+000.0).
- P/R = PAUSA/RUN - se il sistema è in RUN premendo va in PAUSA e viceversa.
- SA (EX) = SEGUENTE ANGOLO. Questo tasto richiama dalla memoria l'angolo successivo al quale il carrello dovrà posizionarsi; premendo più volte si ritorna al primo angolo dei 20 memorizzati.
- PA (EX) = PRECEDENTE ANGOLO. Questo tasto richiama dalla memoria l'angolo immediatamente precedente all'angolo ultimo di lavoro; es: supponiamo che gli angoli prefissati abbiano i valori +020.0; -015.5; +045.9 ecc. e che l'ultimo angolo di lavoro sia stato -015.5. Premendo PA l'angolo richiamato sarà +020.0. Premendo invece SA tale angolo sarà +045.9.
- CD (EX) = CANCELLA DATO. L'angolo introdotto dalla tastiera viene cancellato.
- L/R = LOCALE-REMOTO. Se in LOCALE premendo una volta, il sistema passa in controllo REMOTO e viceversa.
- MA (EX) = MEMORIA ANGOLO. Una volta introdotto il valore dell'angolo con i tasti numerici ed il segno eventuale, l'angolo viene memorizzato premendo MA.
- EX = EXECUTE. Questo tasto serve per mandare in esecuzione un comando stabilito di cui sopra.

Se entro 15" non viene premuto il tasto EX, il sistema ignora il comando dato e ritorna in attesa di nuovo comando. Inoltre se si è impostato un angolo da tastiera e non viene dato EX, tale angolo viene cancellato e sul display sarà visualizzato l'ANGOLO ATTUALE, ossia l'angolo al quale si trova in quel momento il carrello.

### Porta B

La porta B della PIO1 dà l'informazione di stato del sistema. Non vengono usati STB e RDY. Tale porta è programmata come output per i 5 bits (B0-B4) che comandano i leds di stato e come input per i 3 bits (B5-B7) relativi ai segnali di allarme provenienti dal switch fine corsa destro, dal switch fine corsa sinistro e dal sovraccarico motore.

### Leds di stato

I leds di stato presenti sul frontale indicano, se accesi, lo stato del sistema relativo. Se spenti indicano la negazione dello stato indicato.

- LED "RUN" . Acceso: il programma è in esecuzione. Spento: il programma è in pausa e può ricevere tutti i comandi tranne EX.
- LED "REMOTO" . Acceso: il sistema è comandato a distanza tramite un terminale video secondo lo standard RS232.
- LED "MOV" . Acceso: il carrello è in movimento ed il sistema accetta soltanto il comando di PAUSA (P/R), che essendo in movimento, non può che essere in RUN. Spento: il carrello è fermo.
- LED "→" . Acceso indica la direzione destra di movimento.
- LED "←" . Acceso indica la direzione sinistra di movimento.
- LED "ALLARME" . Acceso: se è insorta una causa di allarme. Spento: tutto OK.

La porta A della PIO2 è programmata come input per le 4 linee (A4-A7) relative ai dati provenienti dall'encoder e come output per le 4 linee (A0-A3) relative ai dati verso il display.

La porta B della PIO2 è programmata come output di cui 3 linee (B0-B2) sono relative agli indirizzi dei dati provenienti dall'encoder e agli indirizzi dei dati in uscita verso il display. Le altre linee della porta B (B3-B7) sono libere.

La porta seriale UART viene usata per il controllo REMOTO del sistema. A questa porta è collegato, tramite disaccoppiamento ottico, il terminale posto a circa 70 m di distanza. Lo standard di colloquio è RS232. I segnali utilizzati sono: trasmitter - receiver - signal ground + eventualmente protective ground.

Un altro CIP programmato è il CTC dal quale vengono prelevati gli impulsi di comando del motore che mette in movimento il carrello. Tali im-

pulsi escono con una frequenza iniziale di 40 steps per avviare lentamente il motore, data la massa che deve mettere in movimento, per poi aumentare a scalini fino ad una frequenza massima di 200 steps. Quando il carrello sarà arrivato a 1.5' dal posizionamento voluto tale frequenza inizierà a diminuire portandosi a 40 steps. A questo punto il mP controlla che il carrello sia posizionato correttamente e arresta il motore con INIBIT al CTC.

#### Formato del video sul terminale

Al power-on reset o reset per mezzo del pulsante, il sistema esegue la fase di inizializzazione (vedi software) e sul video presenta:

- 1) Lo stato in cui si trova il sistema ossia se è in pausa o in run, se è in controllo locale o remoto, se è in movimento o no.
- 2) Le 20 locazioni di memoria angoli con contenuto +000.0 (in questa fase di inizializzazione o di reset).
- 3) La serie di comandi possibili e le relative descrizioni.
- 4) L'angolo finale = xxx.x.
- 5) L'angolo attuale = xxx.x COMANDO.

A questo punto il sistema è in attesa. Si può dare un valore angolare (angolo finale al quale deve arrivare), o tramite tastiera o richiamando valori memorizzati precedentemente; oppure si può dare un comando.

Se si dà un ANGOLO FINALE, il sistema aggiorna il video e l'ultima riga viene sostituita con ANGOLO TASTIERA = xxx.x e rimane in attesa del comando di EX, che deve essere dato entro il tempo massimo di 15", dopo di che il motore comincia a girare ed il video di conseguenza viene aggiornato nuovamente.

L'ultima riga ANGOLO ATTUALE riappare aggiornandosi continuamente ad ogni 1/10 di grado nelle fasi di accelerazione e decelerazione del motore ed ad ogni 1/2 grado nella fase di massima velocità. L'ultima riga ANGOLO ATTUALE riappare comunque se non viene dato EX, dopo aver impostato un dato angolo, sempre dopo il tempo di 15".

#### Scheda logica encoder

L'ENCODER messo in movimento dal motore genera due segnali sinusoidali sfasati tra di loro di 90° più un segnale di zero crossing che non viene

utilizzato. Dai due segnali sinusoidali vengono formati due impulsi UP e DOWN (avanti ed indietro) tramite porte ad isteresi 4093 e messi in anti-coincidenza.

Data la necessità di visualizzare il 1/10 di grado ed avendo l'encoder, come già accennato, una risoluzione di 400 cicli per rivoluzione pari ad 1° di spostamento angolare, il numero di impulsi UP e DOWN vengono divisi prima per 4 tramite gli integrati 4018 alla cui uscita danno un livello, seguiti da un formatore di impulsi opportuno e da questo al divisore per 10 40192. A questo divisore seguono i contatori relativi ai decimi, unità, decine e centinaia di gradi, sempre con integrati 40192.

Come si può notare dallo schema relativo sono stati inseriti nella linea UP e nella linea DOWN 2 gate NOR. Lo scopo è quello di presettare i contatori ad un certo valore angolare (in particolare lo zero iniziale) senza spostare il braccio portarivelatori, quindi senza gli impulsi provenienti dall'encoder, ma prelevandoli da un generatore (555) e commutandoli sulle linee UP e DOWN tramite commutatore esterno.

Per eseguire la preselezione angolare sucitata bisogna, per prima cosa, mettere il sistema in PAUSA, mettere il commutatore in posizione esterno (verso il generatore di impulsi 555) finchè si raggiunge l'angolo voluto visualizzato sul display, rimettere il commutatore in posizione interno e per ultimo premere il pulsante RESET (inizializzazione). A questo punto il sistema ha acquisito il valore angolare voluto ed è pronto a ricevere i comandi.

L'encoder e la relativa elettronica descritta sono raccolti in un contenitore cilindrico, il tutto solidale alla meccanica di movimento. L'albero dell'encoder è accoppiato tramite giunto all'albero della vite senza fine. I segnali relativi ai 4 digit sono portati in uscita tramite connettore CANNON a 25 contatti. All'encoder, tramite lo stesso connettore, arriva l'alimentazione della batteria tampone e l'alimentazione da rete disaccoppiata all'arrivo da un diodo per evitare che il tampone alimenti, in mancanza della rete, oltre che l'elettronica dell'encoder, unica interessata, altri circuiti collegati.

#### Scheda latch

I segnali provenienti dall'encoder arrivano a 4 latch three states 4076 le cui uscite vengono messe in bus verso la porta A della PIO2. Come si può notare dallo schema relativo in questa scheda sono montati gli



integrati 4555 e 4049 relativi alla codifica degli indirizzi dei latch di input (ENCODER) e output (display) bufferizzati. E' stato inoltre inserito il buffer 4049 per l'uscita stati.

#### Scheda display - tastiera locale

Dalla scheda latch arrivano i segnali di indirizzo per i latch three-states input decoder-buffer 4511 per il comando di 3 display FND 357 per i decimi unità e decine e 1 FND 358 per le centinaia e il segno. Per comandare i due segmenti relativi al segno, avendo usato gli stessi driver del display a 7 segmenti si è dovuto interporre una logica esterna di adattamento. Questa scheda supporta i 20 tasti della tastiera locale più la relativa decodifica di colloquio con il mP, come già descritto.

#### Scheda comando motore

Dal canale CTC arrivano gli impulsi di comando azionamento motore. Questi vengono formati e, con una logica opportuna, generano le quattro fasi in sequenza duale 1-3; 2-4 o viceversa.

I segnali di fase pilotano i transistor finali con conseguente eccitazione delle 2 bobine del motore interessate. Durante una sequenza di fase è possibile, se necessario, mantenere bloccato il motore agendo sulla linea AND (open collector) con i segnali di fase.

PARTE SOFTWARE

Questa parte contiene il diagramma di flusso generale del programma ed in particolare i diagrammi relativi alle souboutines.

SOUB 1 : routine azionamento motore tramite COUNTER-TIMER-CONTROL (C.T.C.).

SOUB 4 : routine gestione tastiera locale.

SOUB 5 : routine gestione allarmi e posizionamento tramite catena acquisizione dati.

SET ANG : routine controllo automatico posizionamento angolo attuale del goniometro.

DISPLAY DIGIT : routine di presentazione su display locale dei valori angolari.

TTID : routine gestione ingresso seriale.

OVIDEO : routine di presentazione pagina video

OMSG : soubroutine uscita messaggi

RIGA 1A : soubroutine controllo ultima riga angolo attuale

SEGNO : soubroutine gestione segno dei valori angolari memorizzati

SPAZIO : soubroutine per i caratteri spazio

RIGA 1T : soubroutine controllo ultima riga angolo impostato dalle tastiere

TTOD : routine gestione uscita seriale

RDDIGIT : routine di lettura e memorizzazione dati provenienti dall'encoder

VELCHK : routine controllo velocità motore.

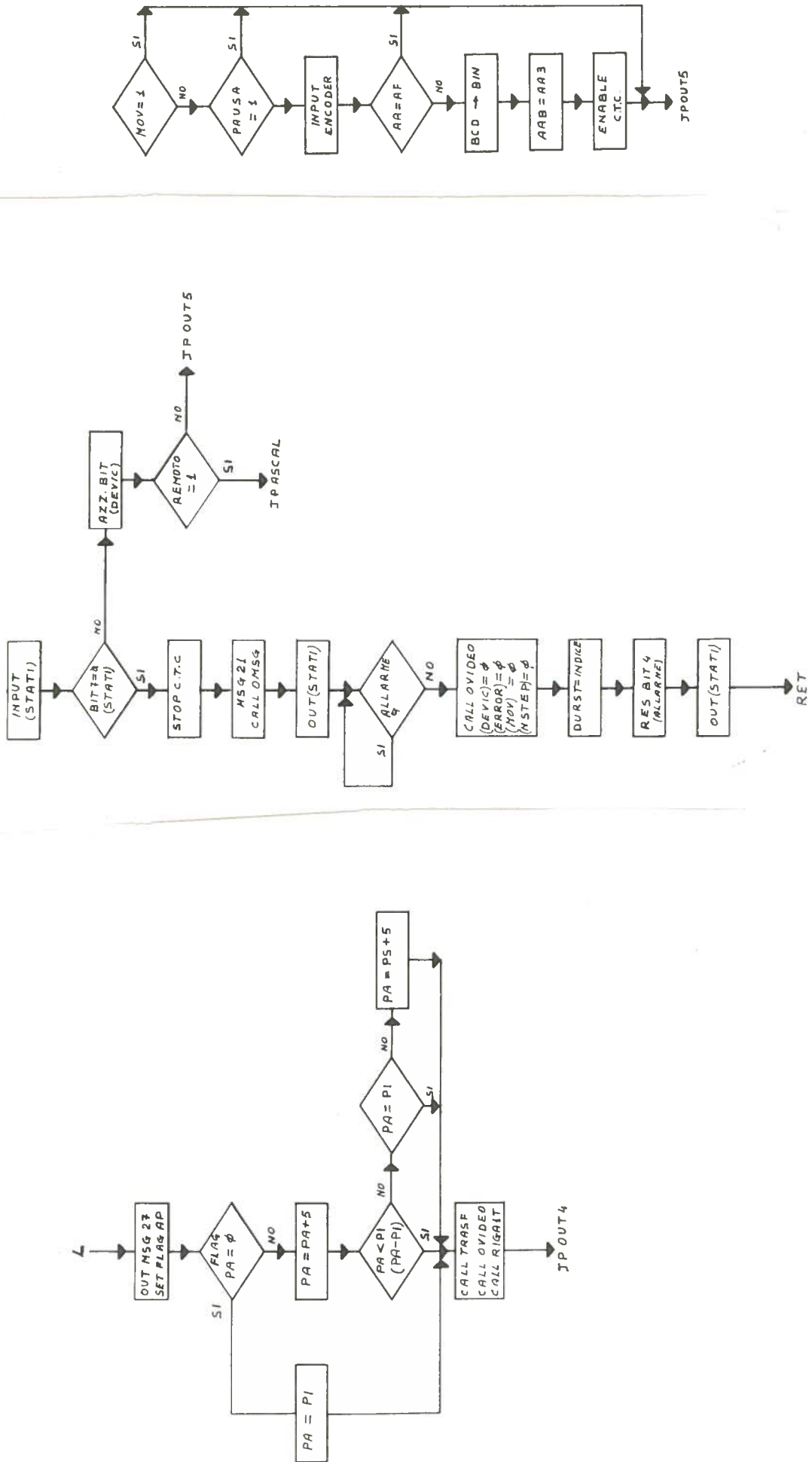




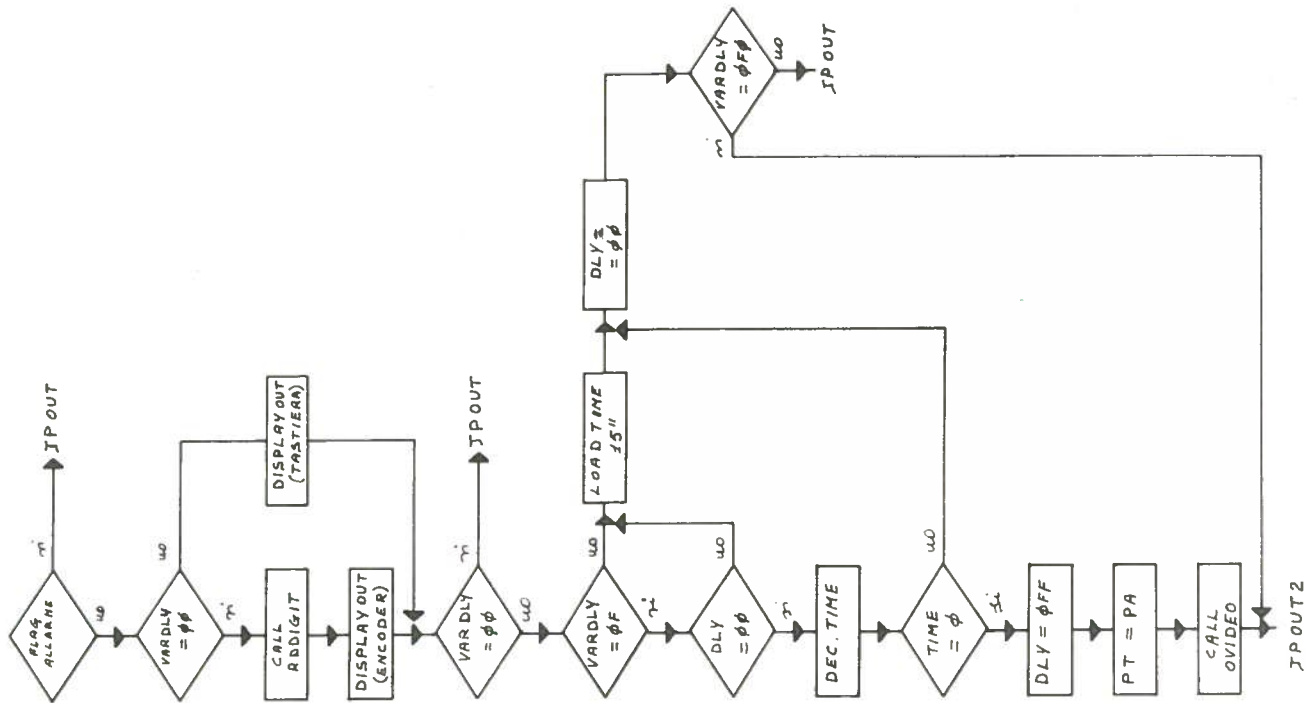


SETANG

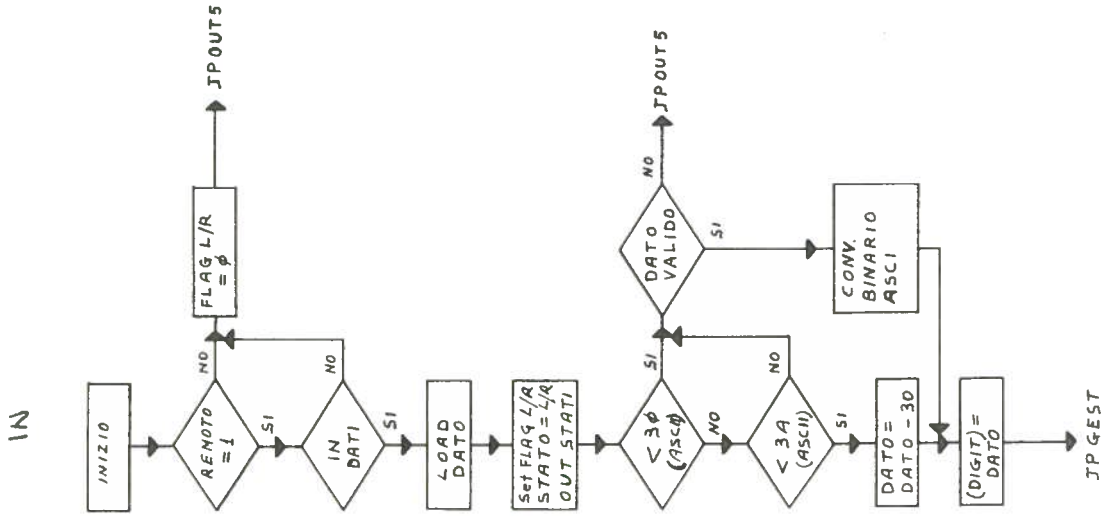
SOUB 5  
(ALLARME)



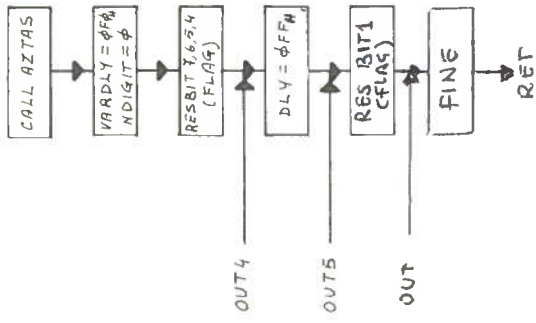
DISPLAY DIGIT



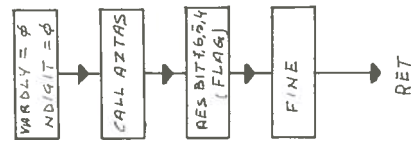
TTID (UART)  
(TASTIERA REMOTO)



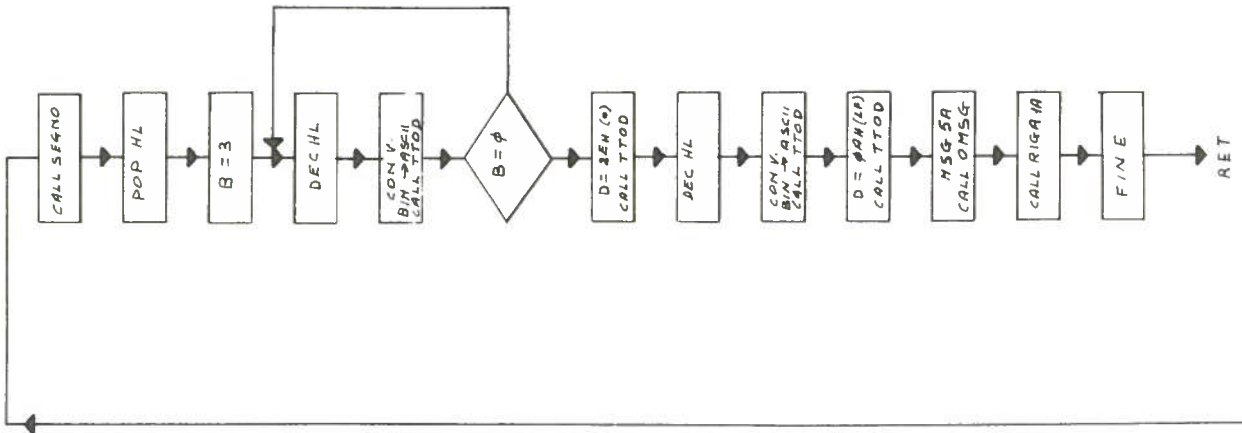
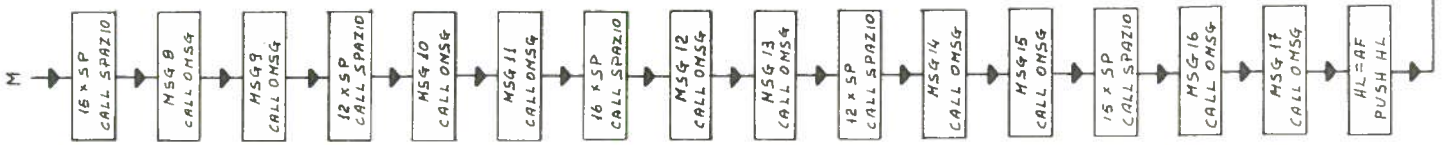
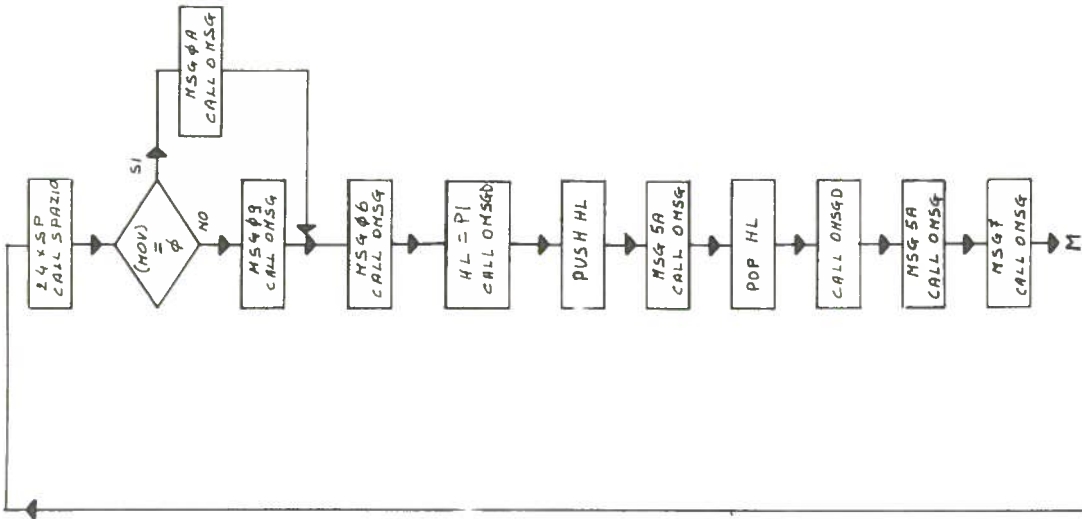
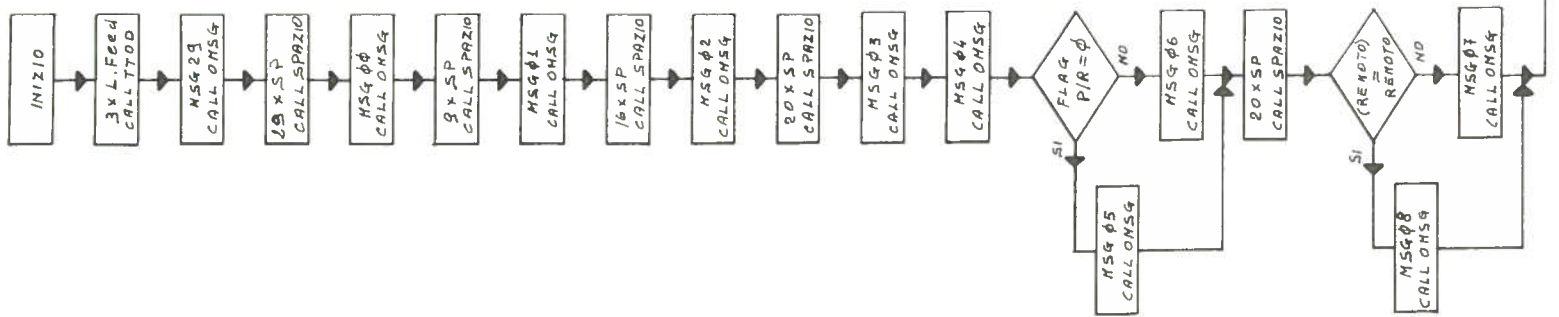
OK 1



OUT 2



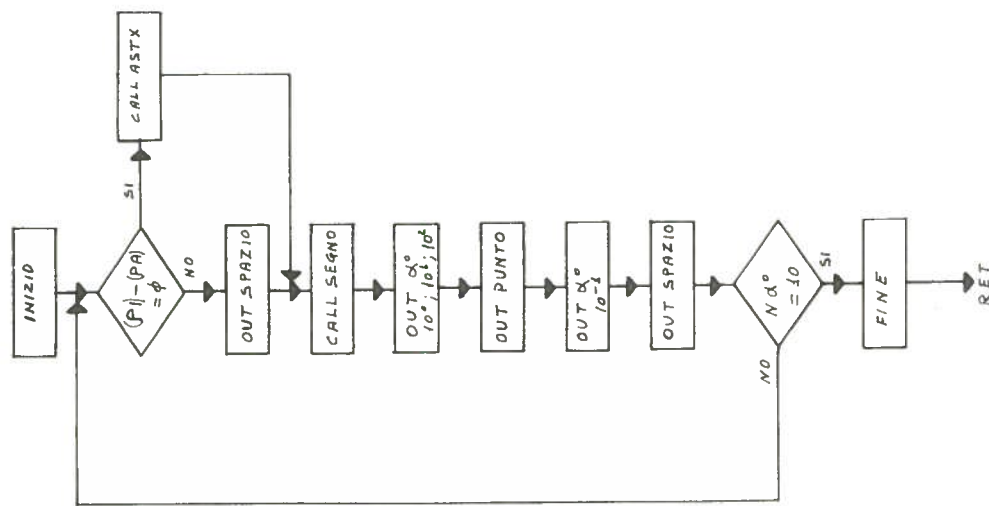
OVIEDO





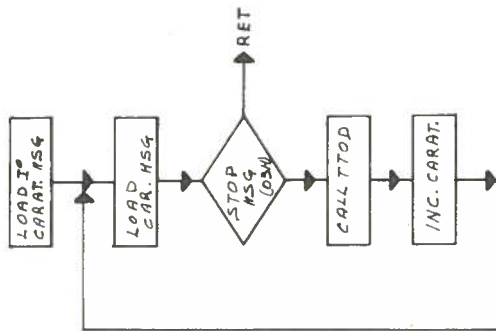
OMSGD

(USCITA DATI COD. ASCII)



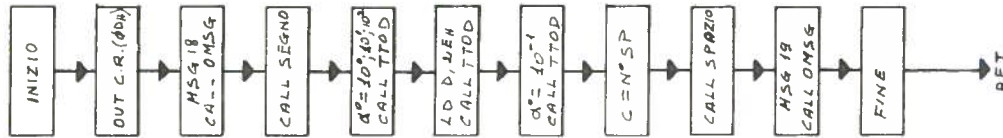
OMSG

(USCITA MESSAGGI)

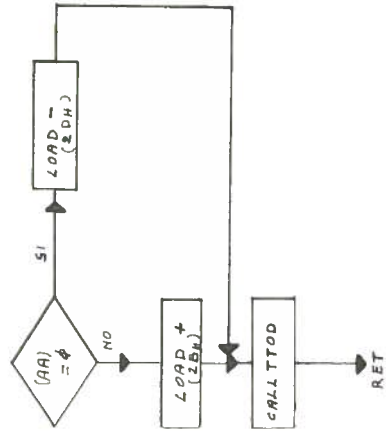


RIGA 1A

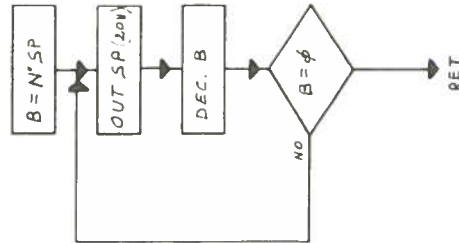
(ANGOLO ATTUALE)



SEGNO

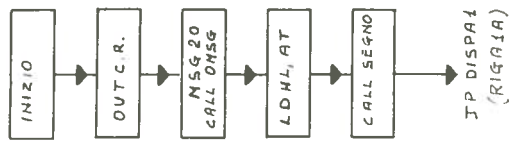


SPAZIO



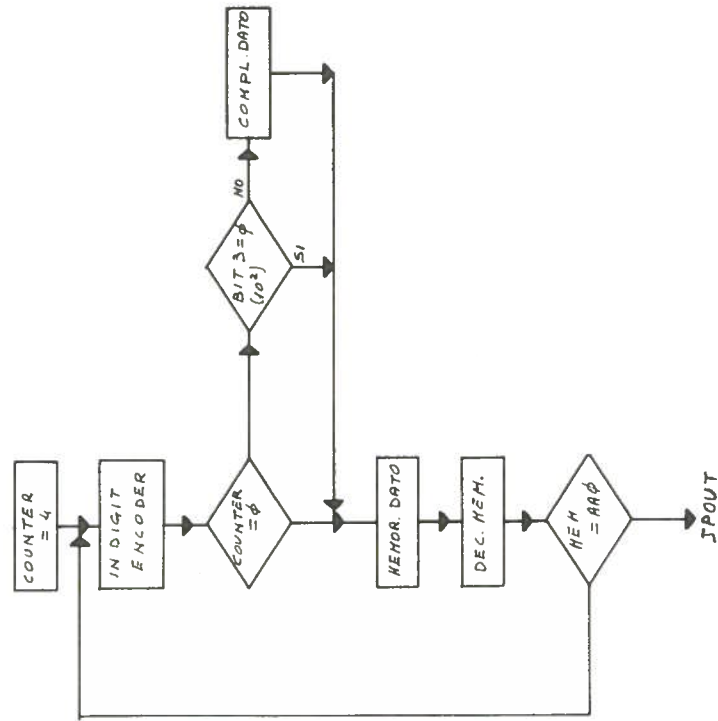
RIGA 1T

(ANGOLO TASTIERA)



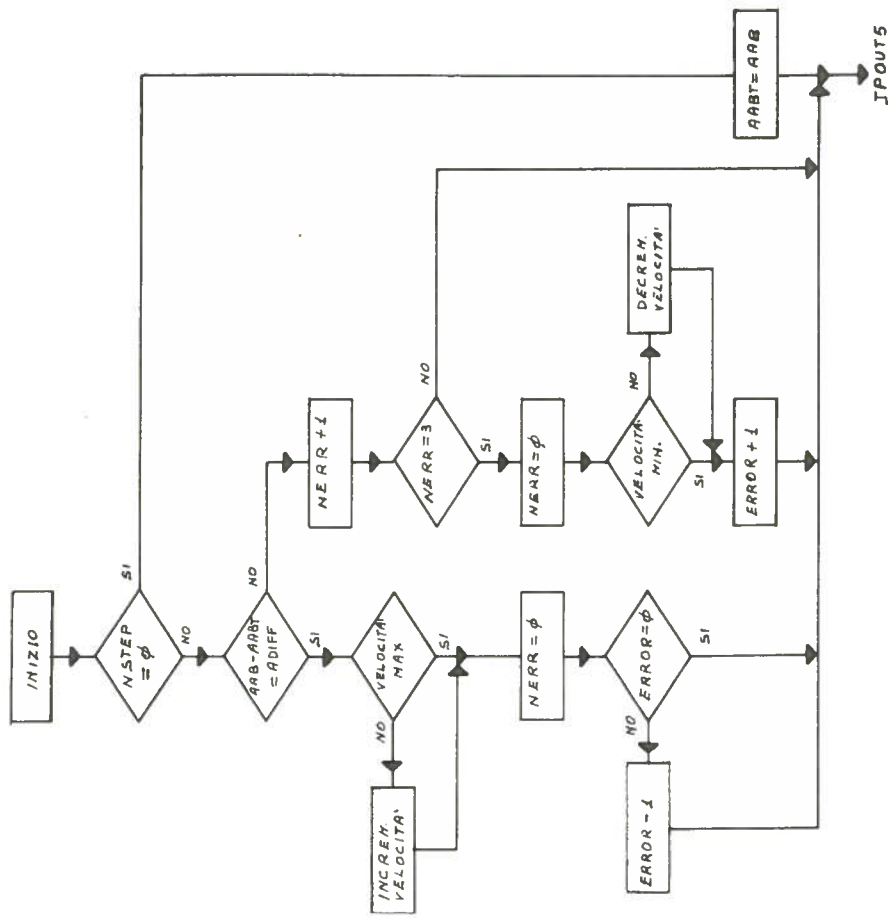
RDDIGT

(LETTURA DIGIT DA ENCODER)

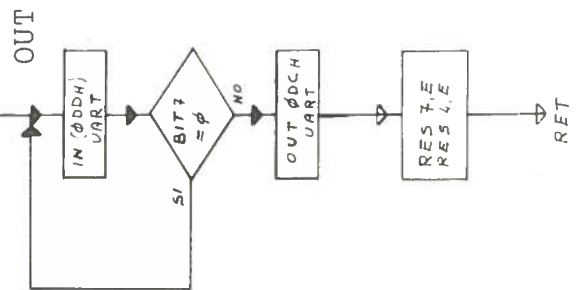


VELCHK

(CONTROLLO VELOCITA')



TTOD (UART)  
(TASTIERA REMOTO)



PARTE HARDWARE

Questa parte contiene gli schemi relativi alle schede usate nel sistema di controllo del goniometro.

Scheda 1 : logica encoder;

Scheda 2 : logica di controllo I/O;

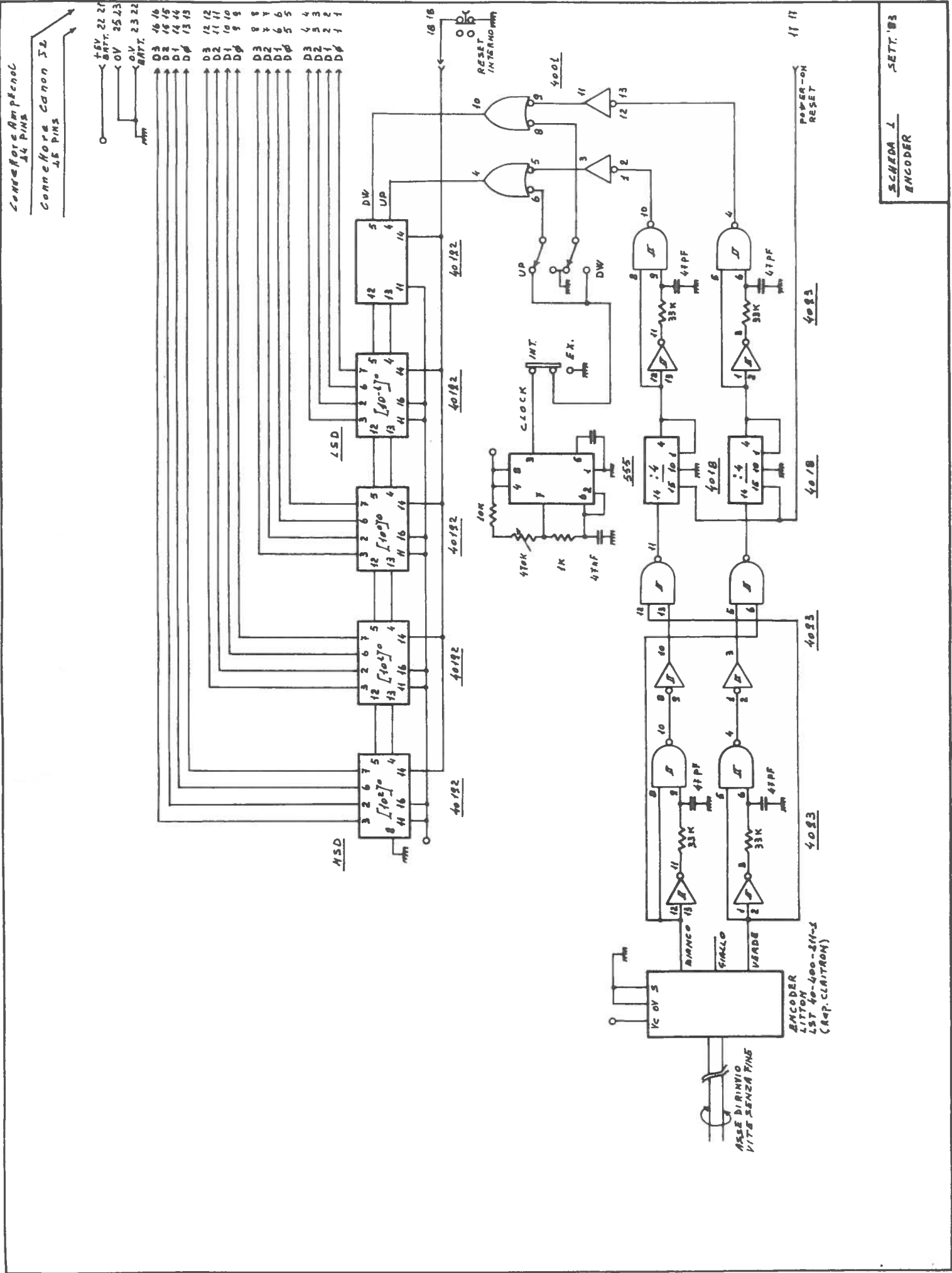
Scheda 3 : logica tastiera locale, display e stati;

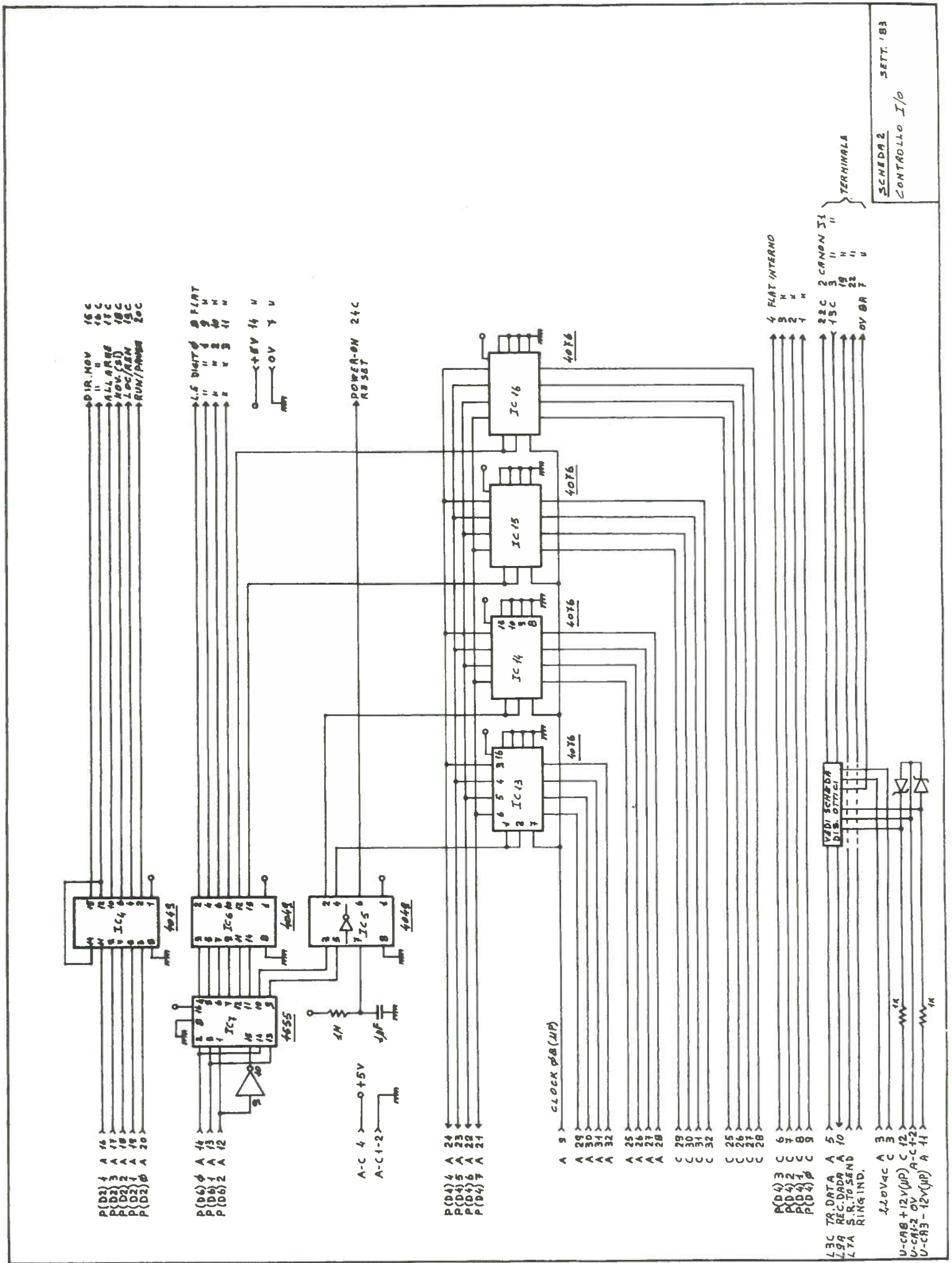
Scheda comando motore;

Scheda disaccoppiatori ottici;

Scheda alimentazione;

Foto del sistema di controllo montato sul goniometro.





SCHEDA 2  
 CONTROLLO I/O  
 SETT. 183



