

Relazione di sistemi

Alumni: Manfredi Giovanni Luca,
Iaffaldano Giovanni
Classe 5^AetB

Coordinatore: Prof. Ettore Panella

Controllo di un braccio meccanico

1. Descrizione

Si vuole sviluppare un sistema di controllo hardware/software di un braccio meccanico con sei gradi di libertà mediante PC e software di sviluppo in VB6 (Visual Basic 6).

In fig. 1 si mostra uno schema a blocchi generale del progetto:



Fig. 1 schema a blocchi del controllo del braccio meccanico

Si dispone di un braccio meccanico modello XR-3 della Rhino Robots mostrato in fig. 2. Per maggiori informazioni si consulti il sito: <http://www.rhinorobotics.com>.

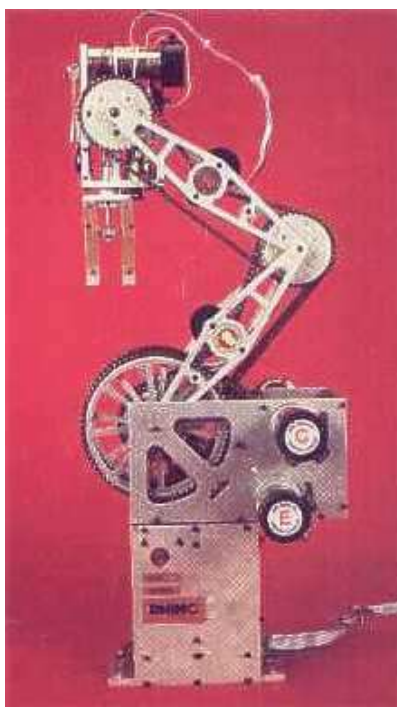


Fig. 2 Braccio meccanico modello XR-3 della Rhino Robots.

Il software di gestione consente di inviare i comandi ai motori in cc del braccio meccanico per effettuare i movimenti desiderati.

Il circuito di interfacciamento al PC consente l'adattamento tra i livelli logici in bassa potenza in uscita dal PC a quelli a più alta potenza necessari per il pilotaggio dei motori.

2. Braccio meccanico

Come accennato precedentemente, il braccio meccanico è costituito da 6 servo motori funzionanti in c.c.(corrente continua) che permettono i movimenti nello spazio.

Il braccio ha la capacità di muoversi su 5 assi completamente indipendenti come mostrato in fig.3:

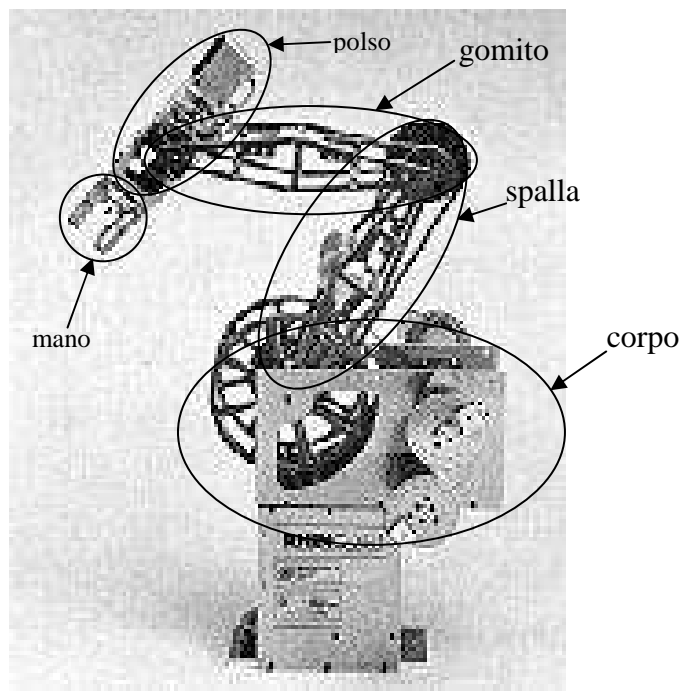


Fig. 3 Assi del braccio meccanico XR-3

I motori di cui dispone sono di due tipi:

- 2 di potenza modesta sono impiegati per la rotazione e per l'apertura\chiusura della mano;
- 4 sono motori di dimensioni e potenze più elevate e permettono al braccio, attraverso semplici ingranaggi, di movimentare carichi dell'ordine di un chilogrammo.

I motori devono essere alimentati con tensione inferiore a 20V (valore tipico 12 V). e possono assorbire fino ad un picco massimo di corrente che si aggira attorno ai 2A. Pertanto si ha:

$$P_{\max} = V \cdot I = 20V \cdot 2A = 40W$$

La Rhino Robots ha fornito il braccio meccanico con servo motori comandati in cc (corrente continua) e non, ad esempio, con motori passo-passo poiché quelli in cc hanno coppie motrici maggiori e un circuito di comando più semplice. Il difetto risiede sostanzialmente in una minore possibilità di controllo del movimento.

Questo inconveniente è compensato dal fatto che la Rhino Robots ha inserito su ogni motore un *encoder incrementale* che converte la posizione del motore in un treno di impulsi. Leggendo il numero di impulsi è possibile risalire alla posizione del motore, supponendo nota la posizione iniziale. Ciò consente di gestire il movimento dei motori.

I sei motori sono indicati con lettere maiuscole, come di seguito riportato:

- Motore "A" Apertura/Chiusura mano
- Motore "B" Rotazione Mano - + / - 7 rivoluzioni
- Motore "C" Rotazione Polso - 310 gradi
- Motore "D" Rotazione Gomito - 265 gradi
- Motore "E" Rotazione Spalla - 210 gradi
- Motore "F" Rotazione Corpo " - 350 gradi

Il braccio meccanico dispone, inoltre, di 6 interruttori di fine-corsa che sono utilizzati per riportare ogni singola asse nella posizione di riposo dalla quale l'encoder comincerà a contare.

L'encoder incrementale dà la possibilità di individuare il verso di rotazione del motore poiché dispone di 2 uscite ottiche (fasi ottiche) sfasate di T/4.

3. Encoder

In generale, gli encoder sono trasduttori di posizione di tipo digitale in grado di fornire un numero, espresso in un particolare codice, in funzione dello spostamento. Essi possono essere di tipo *assoluto* o *incrementale*. Questi ultimi si dividono in lineare o angolare come mostrato schematicamente in figura 4 e 5.

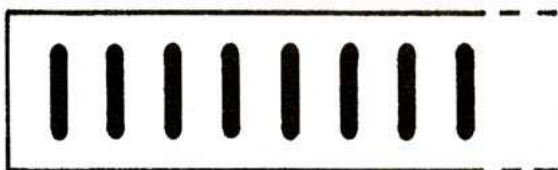


Fig. 4 . Struttura interna dell'Encoder lineare.

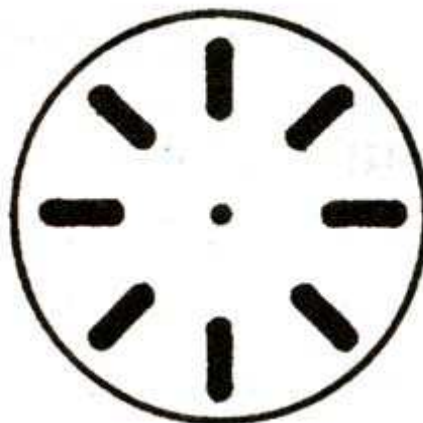


Fig.5. Struttura interna dell'Encoder angolare.

Gli Encoder lineari sono costituiti da un nastro solidale all'organo in movimento suddiviso in un certo numero di piste che, ad intervalli lineari di spazio, presentano zone opache e trasparenti corrispondenti a configurazioni numeriche differenti.

Il sistema di lettura, generalmente di tipo ottico, è costituito da tante coppie di sorgenti e rilevatori di luce quante sono le piste ed è in grado di trasformare in numero binario le zone opache e trasparenti. Questo trasduttore di posizione a causa della discretizzazione costitutiva, presenta un valore risolutivo inferiore rispetto ai tradizionali trasduttori di posizione di tipo analogico. Il potere risolutivo può, comunque, essere aumentato aumentando il numero di piste dell'encoder. Per molte applicazioni pratiche ciò, però, non costituisce un limite.

Un' inconveniente degli encoder a codice binario naturale si ha quando il trasduttore, passando da una posizione alla successiva determina la commutazione di almeno due bit.

Per ovviare a tale inconveniente si codifica il nastro o il disco con un codice binario che determina la commutazione di un solo bit. Uno di questi codici, come è noto, è il Gray.

Gli encoder fin qui descritti vengono definiti di tipo assoluto in quanto la posizione sotto lettura è immediatamente codificata in un numero.

Gli **encoder incrementali** sono costituiti da fenditure trasparenti equidistanziate praticate sul nastro lineare o sul disco circolare.

Il sistema di lettura fornisce un impulso ogni qualvolta si presenta una fenditura sotto il suo campo d'azione. Un dispositivo di conteggio digitale è, pertanto, in grado di incrementare la configurazione numerica ad ogni impulso generato.

All'interno del perno rotante dell'Encoder è fissato un disco, segmentato con due serie di fenditure a n fessure trasversali sfalsate di $\frac{1}{4}$ di posizione. In tal modo sulle uscite A e B dell'encoder si prelevano n impulsi a giro. In fig. 6 si riporta lo schema elettrico, costituito da un semplice Flip-Flop di tipo D, in grado di segnalare il verso di rotazione

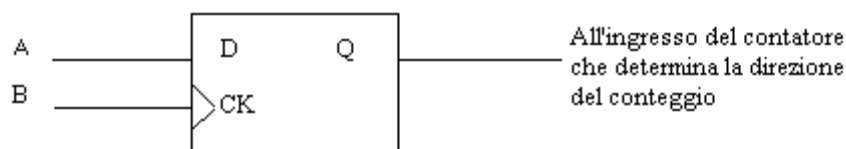


Fig. 6. Circuito per discriminare il senso di rotazione dell'asse rotante.

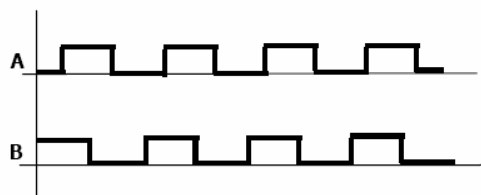


Fig. 7. Segnali ottenuti dal sistema di lettura

Se le uscite A e B sono collegate agli ingressi di un flip-flop di tipo D come in figura 6 l'uscita Q segnala il verso di rotazione orario o antiorario dell'asse rotante.

Più è elevato il numero di fessure più è precisa la lettura, perché ad ogni più piccolo movimento del perno si preleva sull'uscita dell'Encoder un numero maggiore di impulsi.

Da un lato del disco è applicato un diodo emittente e dal lato opposto due fotodiodi riceventi: fotodiode A e fotodiode B.

Alimentando l'Encoder, il diodo emittente emette verso il disco un fascio luminoso che, attraversa le fenditure ed eccita i fotodiodi.

L'encoder incrementale dispone, solitamente, di cinque piedini:

- +Vcc...alimentazione positiva
- Massa...potenziale di riferimento
- Fase A...uscita A
- Fase B...uscita B
- N.C. ...non connesso

La tensione di alimentazione, deve essere compresa fra 4.75 e 5.25 Volt. Valore nominale Vcc=5V.

L'uscita A fornisce un'onda quadra la cui frequenza è proporzionale alla velocità di rotazione. Analogamente sull'uscita B.

Di seguito è riportata la piedinatura del connettore di comando di ogni motore del braccio meccanico XR-3:

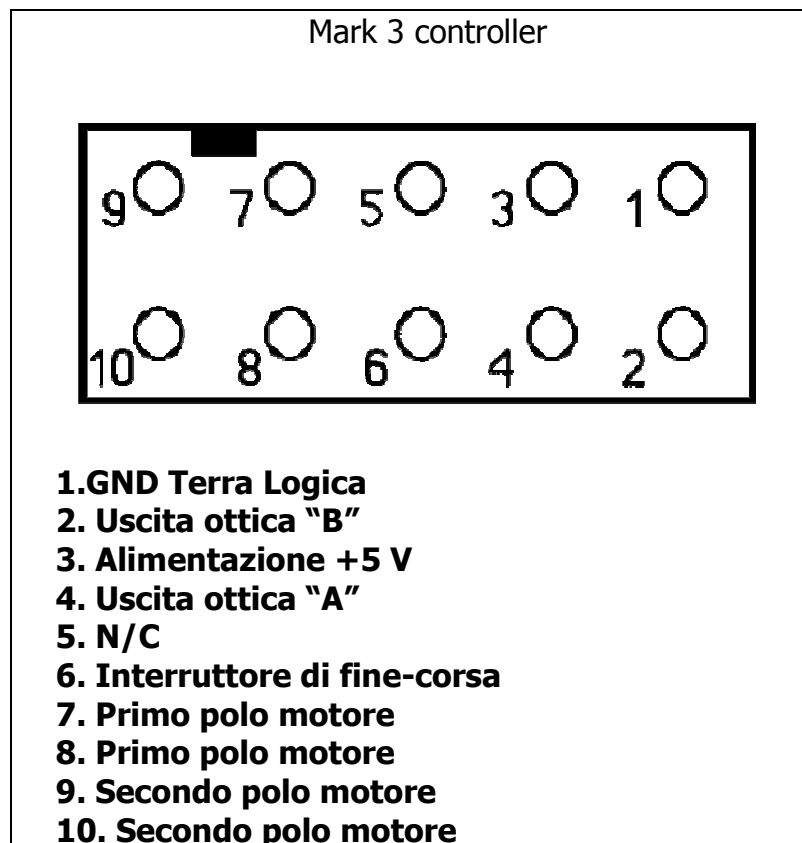


Fig. 8. Piedinatura ed immagine del connettore per il controllo dei motori

La Rhino Robots fornisce 4 modelli di robot della serie XR, evoluzioni del braccio meccanico siglato XR-1 che non era provvisto di encoder incrementali e di fine-corsa ed era comandato manualmente.

Nelle successive figure si mostrano i modelli XR-3, in nostro possesso, e il modello XR-4

L'XR-4 ha un design meno spartano delle precedenti versioni, con forme più arrotondate e con una meccanica migliorata. La potenza di mobilitazione di carichi arr



Fig. 9. Braccio meccanico modello XR-3



Fig. 10 Braccio meccanico modello XR-4

La Rhino Robots fornisce dispositivi di interfaccia al PC tramite porta seriale RS-232C con relativo software, come il Mark 3 controller, in grado di pilotare 8 motori con encoder incrementale cioè i 6 motori del braccio meccanico più 2 motori ausiliari che vanno a collegarsi al braccio meccanico per l'utilizzo degli accessori di seguito elencati e mostrati:

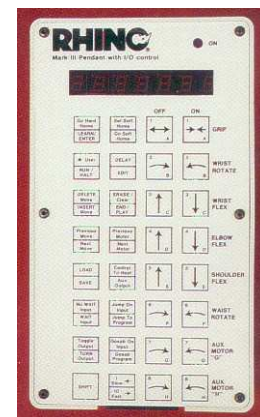
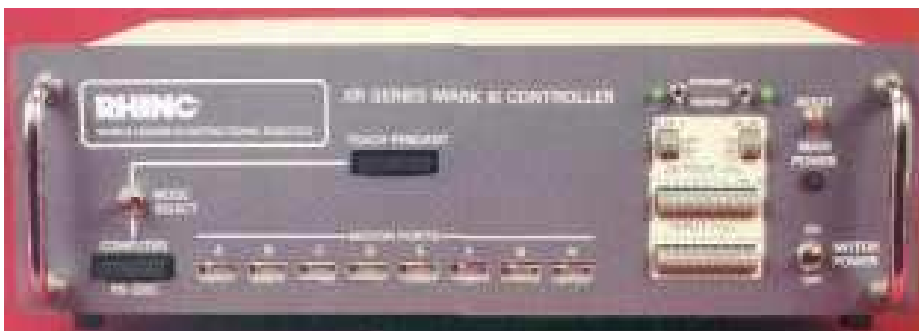


Fig. 11 Mark 3 controller per il controllo del braccio meccanico e Teach Pendant per programmazione.

Il Mark 3 controller è fornito con un dispositivo di comando e di programmazione manuale chiamato **Teach pendant** con 32 funzioni pre-programmate ed un display per semplificare la programmazione. Per concludere si riportano in fig. 12 vari accessori forniti dall'azienda.



Fig. 12 Vari accessori implementabili al braccio meccanico.

4. Circuito di interfaccia al PC

Nell'applicazione in esame si utilizza la sola meccanica del braccio ed è stato nostro compito la progettazione, realizzazione e collaudo dell'elettronica di interfaccia e del software di gestione in Visual Basic 6.

Il circuito di interfaccia permette essenzialmente la "comunicazione" tra il PC ed il braccio meccanico e il relativo adattamento di potenza.

Per risolvere il problema si è utilizzato un integrato dedicato.

Il fig.13 si mostra lo schema elettrico dell'integrato LM18293 della National equivalente L293 della SGS Thomson.

LM18293 Four Channel Push-Pull Driver

General Description

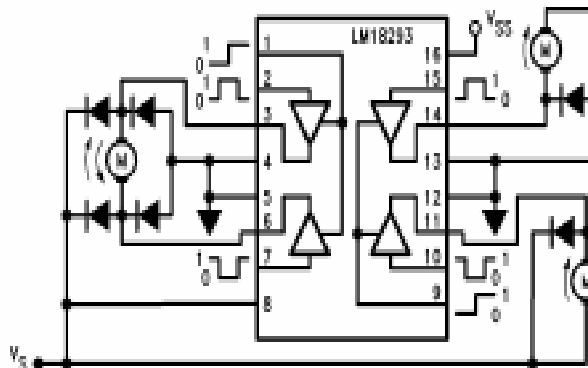
The LM18293 is designed to drive DC loads up to one amp. Typical applications include driving such inductive loads as solenoids, relays and stepper motors along with driving switching power transistors and use as a buffer for low level logic signals. The four inputs accept standard TTL and DTL levels for ease of interfacing. Two enable pins are provided that also accept the standard TTL and DTL levels. Each enable controls 2 channels and when an enable pin is disabled (tied low), the corresponding outputs are forced to the TRI-STATE® condition. If the enable pins are not connected (i.e., floating), the circuit will function as if it has been enabled. Separate pins are provided for the main power supply (pin 8), and the logic supply (pin 16). This allows a lower voltage to be used to bias up the logic resulting in reduced power dissipation. The chip is packaged in a specially de-

signed 16 pin power DIP. The 4 center pins of this package are tied together and form the die paddle inside the package. This provides much better heat sinking capability than most other DIP packages available. The device is capable of operating at voltages up to 35 volts.

Features

- 1A output current capability per channel
- Pin for pin replacement for L293B
- Special 16 pin power DIP package
- 35 volt operation
- Internal thermal overload protection
- Logical "0" input voltage up to 1.5 volts results in high noise immunity

Typical Connection



TL410706-1

FIGURE 1. Application circuit showing bidirectional and on/off control of a single DC motor using two outputs and unidirectional on/off function of two DC motors using a single output each.

Order Number LM18293N
NS Package Number N16A

Fig 13 Schema elettrico dell'integrato LM18293

In fig. 14 si mostrano le tipiche applicazioni.

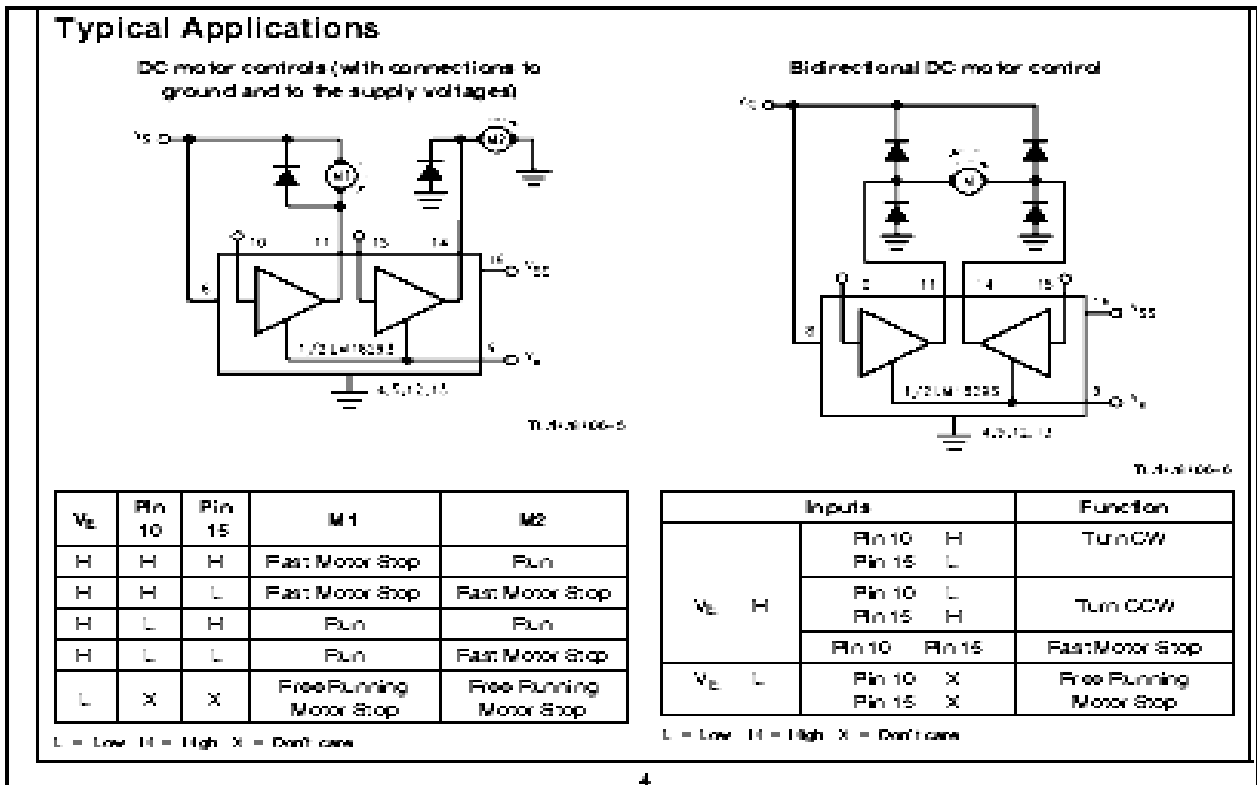


Fig 14 Tipiche applicazioni dell'integrato LM18293

L'integrato è costituito da 4 buffer in grado di pilotare motori in c.c. fino ad 1 Ampère per canale.

L'alimentazione massima vale $V_s=36V$ mentre l'integrato è alimentato al pin 16, con $V_{ss}= 4.5\div 36V$.

Gli ingressi, TTL compatibili, definiscono il modo di funzionamento secondo le tabelle della verità indicate nella figura precedente .

In particolare l'ingresso V_E , se basso, porta l'uscita del buffer in tri-state (motore OFF).

Con 1 integrato è possibile gestire 4 motori con un unico verso di rotazione o 2 motori con selezione del verso di rotazione. Pertanto, dovendo gestire 6 motori in modo bidirezionali sono necessari 4 integrati LM18293.

In fig. 15 si riporta lo schema elettrico dell'interfaccia di comando dei motori del braccio meccanico.

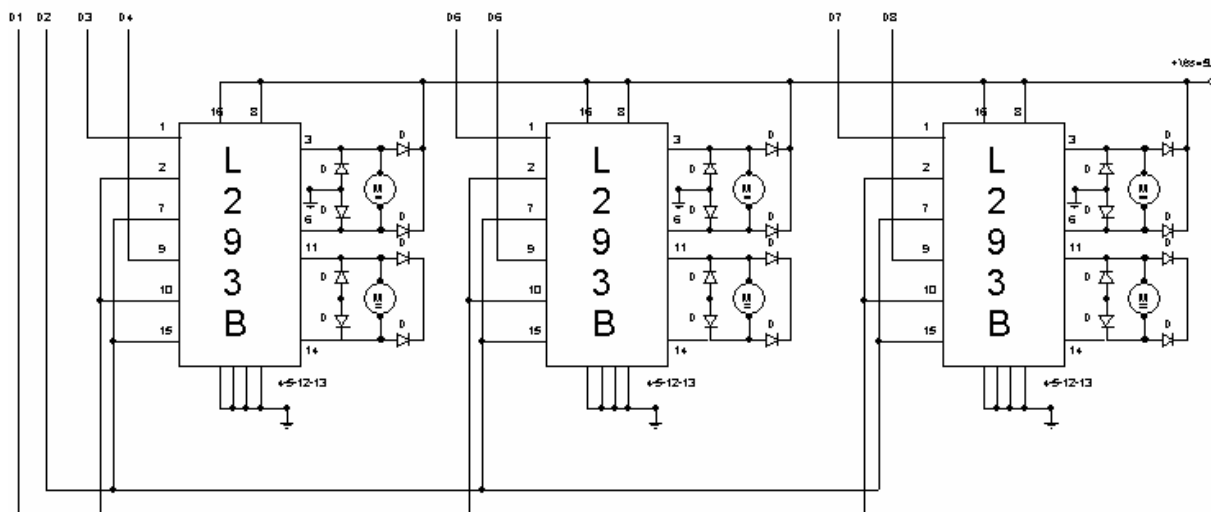


Fig 15 Schema elettrico del circuito di comando dei motori.

L'interfaccia è comandata da 8 bit denominati D1, D2,.....D8 provenienti dalla porta Centronics. I bit D1 e D2 possono assumere le combinazioni 01 e 10 e definiscono il verso di rotazione. I bit da D3 a D8, se al livello alto, abilitano al funzionamento del corrispondente motore. È compito del software in Visual Basic 6 l'invio del codice binario di comando, come si descriverà in seguito.

4.1 Interfaccia Centronics

L'interfaccia Centronics è un'interfaccia parallela ad 8 bit di tipo asincrona usata soprattutto per collegare un computer ad una stampante parallela. Il flusso di dati è tipicamente monodirezionale e va, naturalmente, dal computer alla stampante ma è possibile anche inviare sulle stesse linee dati che vanno dal dispositivo periferico al computer e ciò consente l'utilizzo di tale interfaccia anche per il collegamento di dispositivi di input come, ad esempio, lo scanner o la webcam. Il connettore sul retro del computer è di tipo D a 25 poli femmina. Su un PC possono prendere posto fino a 3 interfacce parallele denominate LPT1, LPT2 e LPT3 (Line Printer Terminal). Ciascuna delle 3 LPT presenta 3 indirizzi contigui destinate alle periferiche di I/O.

L'indirizzo base della LPT1 è 888 (in esadecimale: 378), gli altri due indirizzi sono 889 e 890. L'indirizzo base della LPT2 è 632 (in esadecimale: 278), gli altri due indirizzi sono 633 e 634. L'indirizzo base della LPT3 è 956 (in esadecimale: 3BC), gli altri due indirizzi sono 957 e 958. Si riassume la situazione nella seguente tabella.

	Ind. base	Ind.base+1	Ind.base+2
LPT1	888	889	890
LPT2	632	633	634
LPT3	956	957	958

Tabella degli indirizzi delle varie porte centronics

Alla LPT1 viene riservato l'interrupt IRQ7. Il registro base di indirizzo 888, denominato *registro dati*, contiene 8 bit di uscita dal PC.

Il registro di indirizzo successivo 889, noto come *registro di stato*, è accessibile solo dall'esterno e solamente per 5 dei suoi 8 bit. È detto registro di stato perché ciascuna delle 5 linee individua un

particolare stato in cui si trova la stampante (occupata, carta esaurita, errore, ecc.). Il registro di indirizzo 890, noto come *registro di controllo*, rende disponibili solo 4 bit di uscita.

In fig. 16 si mostra il connettore a 25 poli posto sul retro del computer.

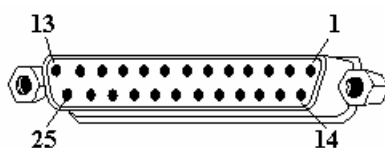


fig. 16 – Interfaccia Centronics. Connettore D a 25 poli femmina posto sul retro del PC.

In tabella si riporta la piedinatura, la denominazione, la direzione, l'indirizzo e l'uso delle linee che l'interfaccia Centronics mette a disposizione sul connettore D a 25 poli agli indirizzi 888, 889 e 890 della LPT1.

Tabella dei pin con le varie funzioni

PIN	NOME	DIREZIONE	INDIRIZZO ED USO
1	$\overline{\text{STROBE}}$	USCITA	890 OUT 890,1 0V 890 OUT 890,0 5V
2	DATA1	USCITA	OUT 888,N Per $0 \leq N \leq 255$
3	DATA2	USCITA	
4	DATA3	USCITA	
5	DATA4	USCITA	
6	DATA5	USCITA	
7	DATA6	USCITA	
8	DATA7	USCITA	
9	DATA8	USCITA	
10	ACK	INGRESSO	B3 (64) SE ALTO
11	$\overline{\text{BUSY}}$	INGRESSO	B4 (128) SE BASSO
12	PAPER OUT	INGRESSO	B2 (32) SE ALTO
13	SELECTED	INGRESSO	B1 (16) SE ALTO
14	$\overline{\text{AUTOFEED}}$	USCITA	890 OUT 890,2 0V
15	ERROR	INGRESSO	B0 (8) SE ALTO
16	INIZIALIZE PRINTER	USCITA	890 OUT 890,4 5V
17	$\overline{\text{SELECT INPUT}}$	USCITA	890 OUT 890,8 0V
18...25	GND		

Registro dati (indirizzo 888) :

Le linee di uscita DATA8...DATA1, di indirizzo 888 (378 esadecimale), situate tra i pin 9....2, sono memorizzate, cioè rappresentano i bit di uscita di altrettanti flip-flop.

LINEE	DATA8	DATA7	DATA6	DATA5	DATA4	DATA3	DATA2	DATA1
PIN	9	8	7	6	5	4	3	2

Registro di stato (indirizzo 889):

L'interfaccia Centronics possiede 5 linee di ingresso all'indirizzo 889 (379 esadecimale) con i seguenti valori e logiche di funzionamento:

$\overline{\text{BUSY}}$	(pin 11)	vale 128 se è al livello basso (logica negativa).
ACK	(pin 10)	vale 64 se è al livello alto (logica positiva).
PAPER OUT	(pin 12)	vale 32 se è al livello alto (logica positiva).
SELECTED	(pin 13)	vale 16 se è al livello alto (logica positiva).
ERROR	(pin 15)	vale 8 se è al livello alto (logica positiva).

LINEE	$\overline{\text{BUSY}}$	ACK	PAPER OUT	SELECTED	ERROR	1	1	1
PIN	11	10	12	13	15			

I rimanenti 3 bit meno significativi del byte di ingresso non sono accessibili sul connettore e sono poste, internamente all'interfaccia, al livello alto ($111_2 = 7_{10}$).

Avendo a disposizione 5 bit (32 combinazioni) è possibile acquisire, via software in una variabile A, un valore compreso tra 0 e 31.

Registro di controllo (indirizzo 890):

L'indirizzo Centronics 890 (37A esadecimale) rende disponibile in uscita altri 4 bit di cui tre attivi in logica negativa ed una in logica positiva :

$\overline{\text{STB}} = \overline{\text{STROBE}}$ (pin 1) vale 1 se è al livello basso (logica negativa).

$\overline{\text{AF}} = \overline{\text{AUTOFEED}}$ (pin 14) vale 2 se è al livello basso (logica negativa).

IP = INIZIALIZE PRINTER (pin 16) vale 4 se è al livello alto (logica positiva).

$\overline{\text{SI}} = \overline{\text{SELECT INPUT}}$ (pin 17) vale 8 se è al livello basso (logica negativa).

IRQE = ABILITA INTERRUPT vale 16 se è al livello alto (logica positiva)
ma non è disponibile fisicamente.

indirizzo 890	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
LINEE				IRQE	$\overline{\text{SI}}$	IP	$\overline{\text{AF}}$	$\overline{\text{STB}}$
PIN					17	16	14	1

Il bit 5 dell'indirizzo 890, selezionabile solo via software, se posto a 0 imposta i bit da DATA1 fino a DATA8 come output (default), se posto a 1 come input.

Il linguaggio di programmazione Visual Basic consente di mettere a punto interfacce grafiche estremamente elaborate ed accattivanti con poca fatica ma purtroppo, in forma nativa, non supporta le istruzioni di input e di output direttamente da unità periferiche.

Per ovviare a tale limitazione è necessario installare opportune librerie che consentono di disporre delle istruzioni di input e output su periferica. La libreria [inport32.dll](#) disponibile sul sito www.logix4u.net consente di utilizzare le istruzioni input e output in ambiente Windows dalla versione 98 fino a XP. Il software in VB6 deve includere un modulo [INPOUTV4.BAS](#) di seguito riportata.

```
Public Declare Function Inp Lib "inpout32.dll" _
Alias "Inp32" (ByVal PortAddress As Integer) As Integer
Public Declare Sub Out Lib "inpout32.dll" _
Alias "Out32" (ByVal PortAddress As Integer, ByVal Value As Integer)
```

Software di gestione in Visual Basic 6

Per il pilotaggio del robot sono stati sviluppati diversi software di varia complessità.

Software di comando versione1

In fig. 17 si mostra il form del programma di pilotaggio dei 6 motori e la Gestione Progetti che evidenzia l'inserimento del modulo INPOUTV4.BAS.

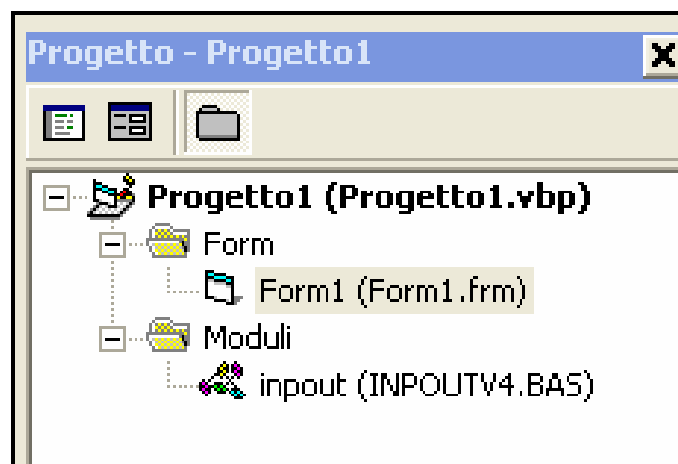
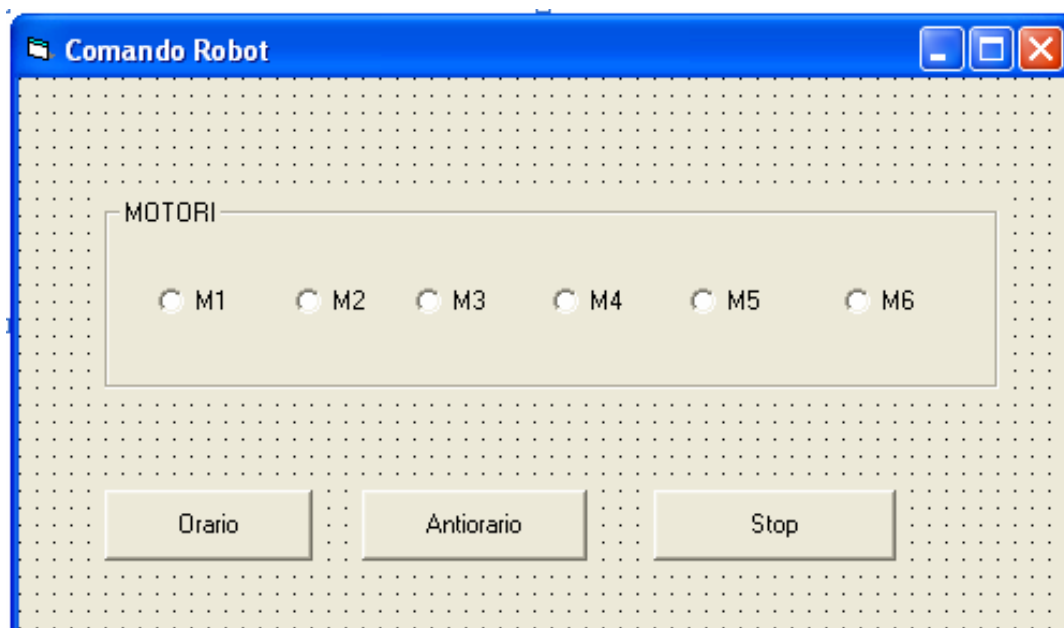


Fig. 17 Form del programma in VB6 e Gestione Progetti.

Nella seguente tabella si riporta la funzione svolta dai 6 motori.

MOTORE	COMANDO
M1	Apri/Chiudi mano
M2	Ruota mano
M3	Spalla
M4	Gomito
M5	Polso
M6	Corpo

Il software utilizza 6 OptionButton denominati M1.....M6 per la selezione del motore. I pulsanti denominati Orario, Antiorario e Stop consentono, rispettivamente, la rotazione del motore selezionato nel verso Orario, Antiorario o il suo Stop.

Di seguito si riporta il listato del programma.

<pre> Private Sub Form_Load() Out (890), 0 ' Indirizzo 888 come output Out (888), 0 ' Motori fermi End Sub Private Sub cmdAntiorario_Click() If optM1.Value = True Then Out (888), 5 Elseif optM2.Value = True Then Out (888), 9 Elseif optM3.Value = True Then Out (888), 17 Elseif optM4.Value = True Then Out (888), 33 Elseif optM5.Value = True Then Out (888), 65 Elseif optM6.Value = True Then Out (888), 129 Else Out (888), 0 End If End Sub </pre>	<pre> Private Sub cmdOrario_Click() If optM1.Value = True Then Out (888), 6 Elseif optM2.Value = True Then Out (888), 10 Elseif optM3.Value = True Then Out (888), 18 Elseif optM4.Value = True Then Out (888), 34 Elseif optM5.Value = True Then Out (888), 66 Elseif optM6.Value = True Then Out (888), 130 Else Out (888), 0 End If End Sub Private Sub cmdStop_Click() Out (888), 0 End Sub </pre>
--	---

Al caricamento del form si imposta l'indirizzo 888 della Centronics come output, anche se non necessario poiché per default la porta parallela è impostata in output. Si impostano gli 8 bit DATA1.....DATA8 al livello basso 0 in modo da tenere i motori sicuramente nello stato di Stop. I pulsanti **cmdAntiorario** e **cmdOrario** definiscono il verso di rotazione. La routine individua quale **OptinButton** è selezionato e invia l'opportuna configurazione binaria.

Ad esempio, se è selezionato il motore M1 nel verso Antiorario il software invia il numero 5 che in binario equivale :0000 0101, nel verso Orario, invece, è inviato il numero 6 equivalente a: 0000 0110. Tale configurazione binaria è inviata direttamente al circuito di comando di fig. 15.

Software di pilotaggio versione con timer

In fig.18 e 19 si riportano il form di progetto del software e il programma in esecuzione.

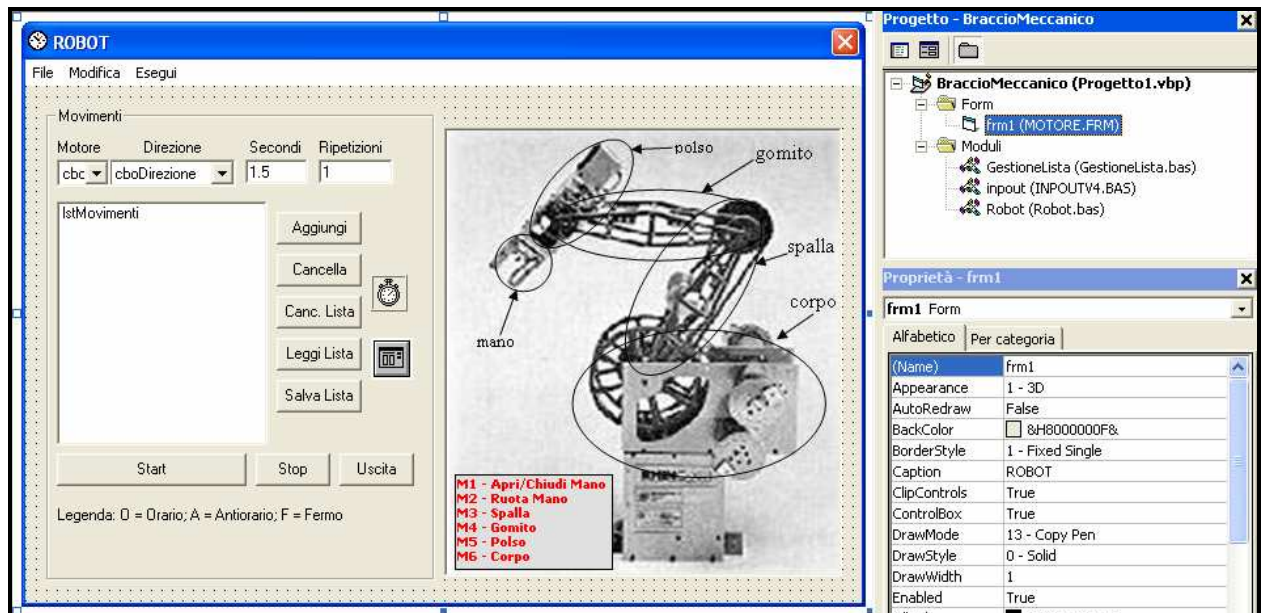


Fig.18 – Form del controllo del braccio meccanico con timer.

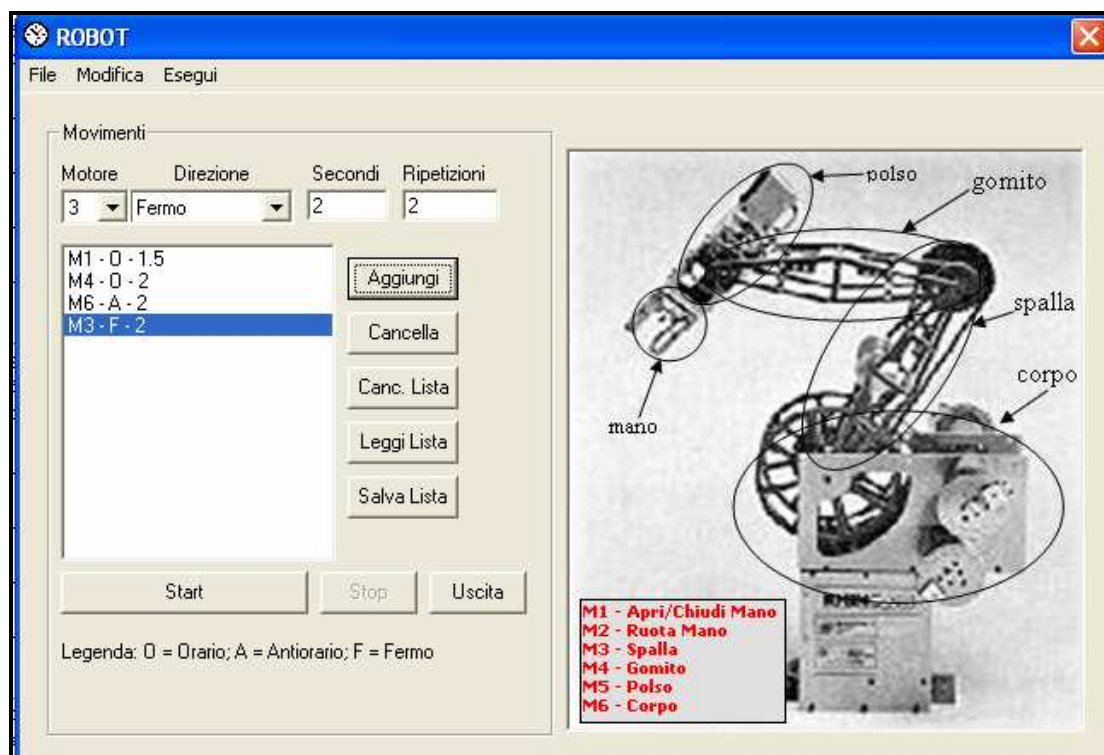


Fig.19 –Controllo del braccio meccanico con timer.

Il software consente di:

- Selezionare il motore;
- Selezionare la direzione;
- Impostare il tempo di movimento con una risoluzione al decimo di secondo;
- Impostare il numero di volte che deve essere ripetuto il ciclo.

I pulsanti presenti sul form consentono:

- **Aggiungi:** Inserisce nella lista un movimento;
- **Cancella:** Cancella dalla lista il movimento;
- **Cancella lista:** Cancella l'intera lista dei movimenti inseriti;
- **Leggi lista:** Consente di aprire una lista precedentemente salvata;
- **Salva lista:** Consente di salvare la lista;
- **Start:** Inizia il ciclo operativo dei movimenti impostati;
- **Stop:** Blocca il ciclo operativo in esecuzione;
- **Uscita:** Esce dal software.

Il software contiene dei moduli per la gestione della lista e per il comando dei motori oltre al solito modulo per l'utilizzo delle istruzioni di I/O della Centronics.

Software di pilotaggio versione con encoder

Si è detto che i motori del braccio meccanico sono forniti di encoder.

In figura 20 si mostra il Form relativo al software progettato per pilotare gli encoder.

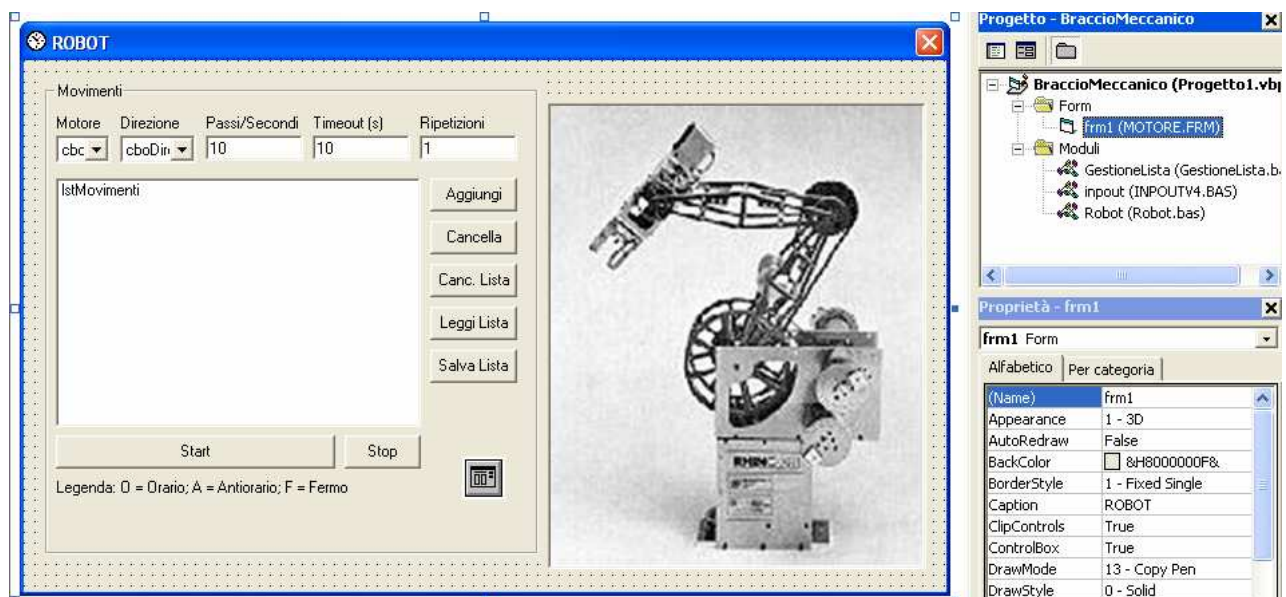


Fig.20 – Form del controllo del braccio meccanico con encoder.

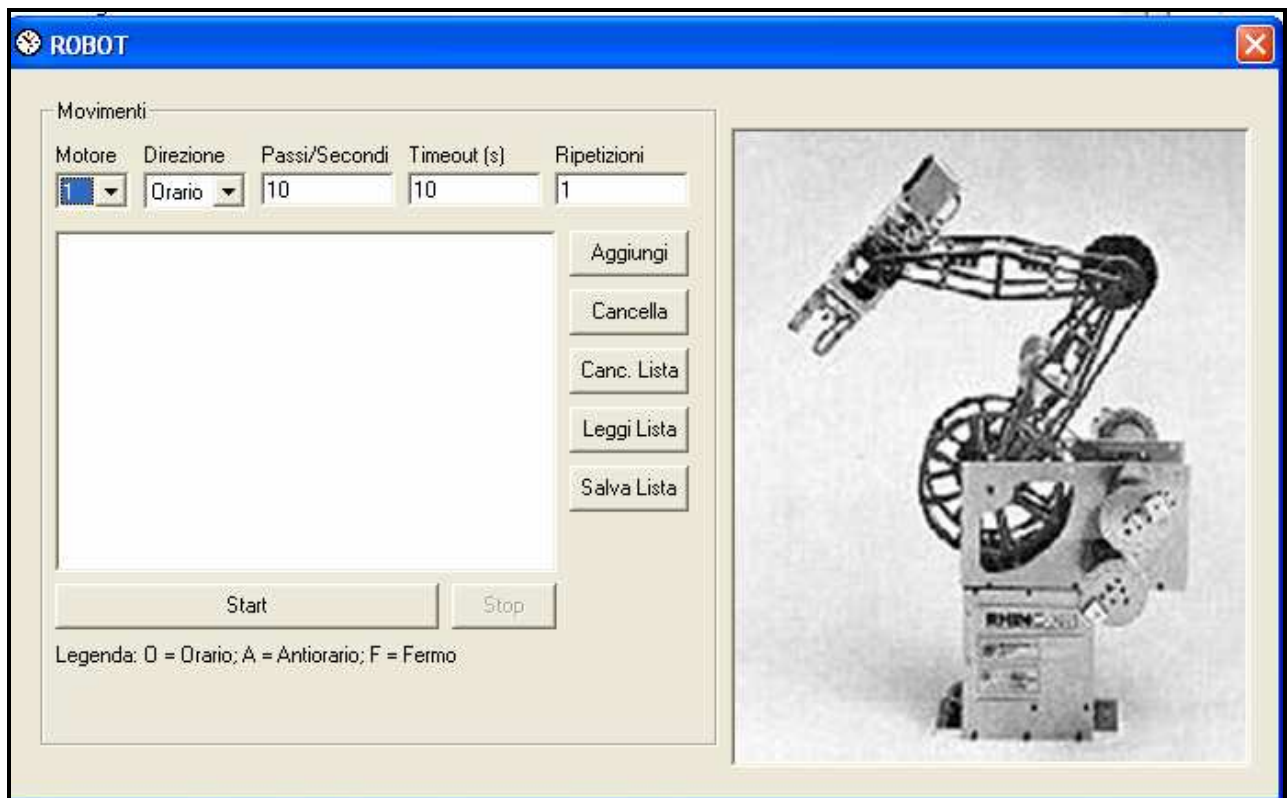


Fig.21 –Controllo del braccio meccanico con encoder.

Il software consente di:

- Selezionare il motore;
- Selezionare la direzione;
- Impostare il numero di passi che il motore deve effettuare;
- Impostare il numero di volte che deve essere ripetuto il ciclo;
- Impostare un tempo di time out superato il quale il software procede nella sequenza operativa. Poiché, se il motore si ferma non giungono impulsi dall'encoder e il software si blocca.

I pulsanti presenti sul form consentono:

- **Aggiungi:** Inserisce nella lista un movimento;
- **Cancella:** Cancella dalla lista il movimento;
- **Cancella lista:** Cancella l'intera lista dei movimenti inseriti;
- **Leggi lista:** Consente di aprire una lista precedentemente salvata;
- **Salva lista:** Consente di salvare la lista;
- **Start:** Inizia il ciclo operativo dei movimenti impostati;
- **Stop:** Blocca il ciclo operativo in esecuzione;
- **Uscita:** Esce dal software.

Il software contiene dei moduli per la gestione della lista e per il comando dei motori oltre al solito modulo per l'utilizzo delle istruzioni di I/O della Centronics.

Interfaccia per la lettura degli encoder

In fig. 22 si mostra il circuito dell'interfaccia relativo alla lettura degli encoder e la tabella di funzionamento.

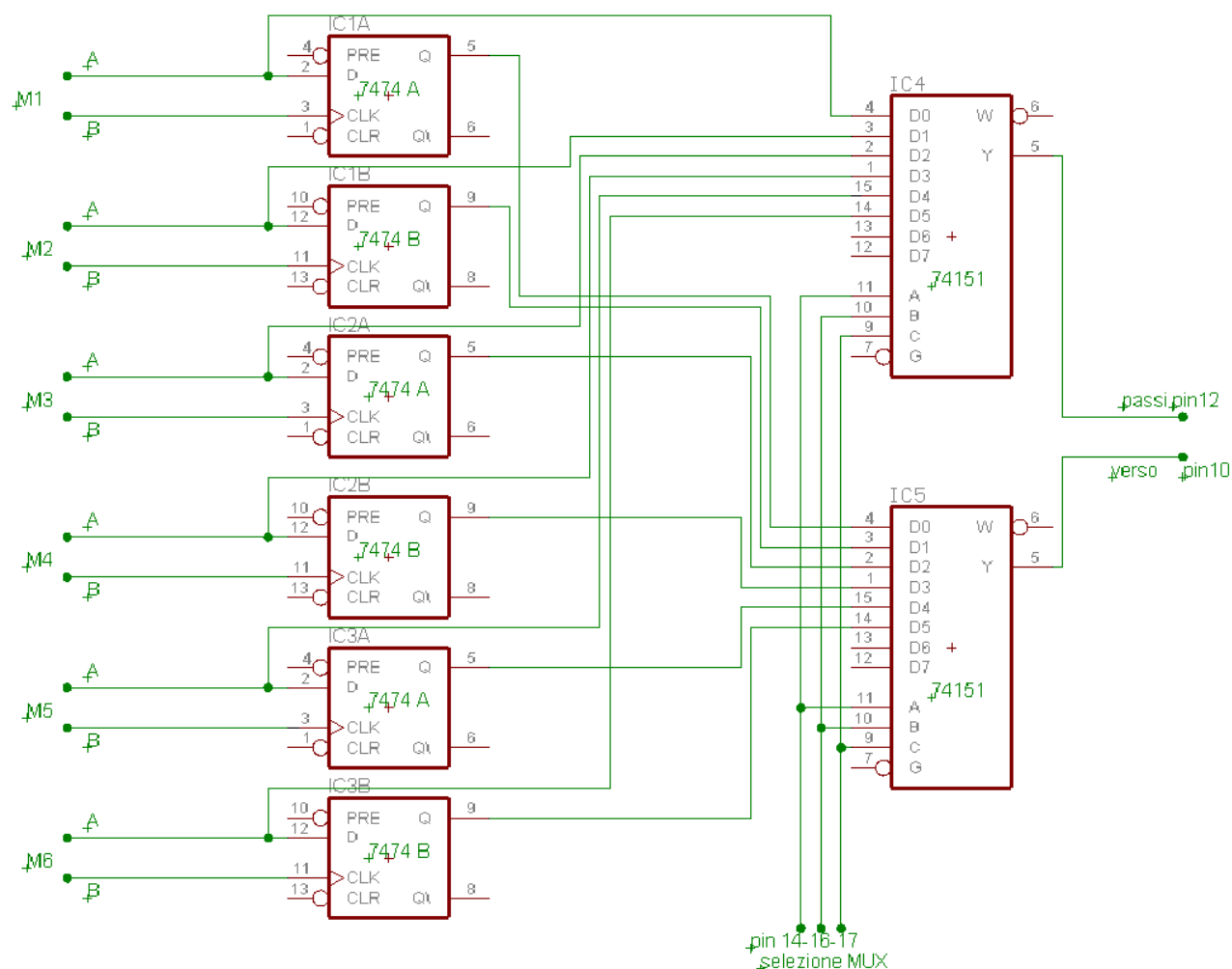


Fig. 22. – Interfaccia di lettura degli encoder.

Il circuito è costituito da due multiplexer 74LS151 con gli ingressi di selezione in comune.

Degli 8 ingressi dei multiplexer se ne utilizzano 6, un per ciascun motore. Sul primo multiplexer giungono gli impulsi dell'encoder. Sul secondo i segnali, provenienti da 6 flip flop tipo D contenuti in 3 integrati siglati 74LS74. Tali segnali ci informano sul verso di rotazione.

Il PC attraverso la Centronics invia 3 bit per la selezione dell'ingresso da leggere. Le 2 uscite del multiplexer sono acquisite dal PC. L'uscita del primo multiplexer è un segnale impulsivo. Il software contiene una routine in grado di contare le transizioni di livello e quindi il numero di passi del motore.

Il segnale del secondo multiplexer ci fornisce la direzione ma, nel software da noi sviluppato non è utilizzato poiché sono previsti pulsanti di direzione. Tale segnale potrà essere impiegato per espansioni future.

Software di pilotaggio versione pilotaggio da Joistik

Il software base è stato modificato in modo da poter comandare il braccio meccanico attraverso un **JoyStick** da collegare alla porta USB del PC. Per poter utilizzare il JoyStick il Visual

Basic 6 necessita anche di un modulo di classe necessario al riconoscimento del JoyStick e alla sua configurazione. Si mostra in fig. 23 si mostra il relativo form e Gestione Progetti.

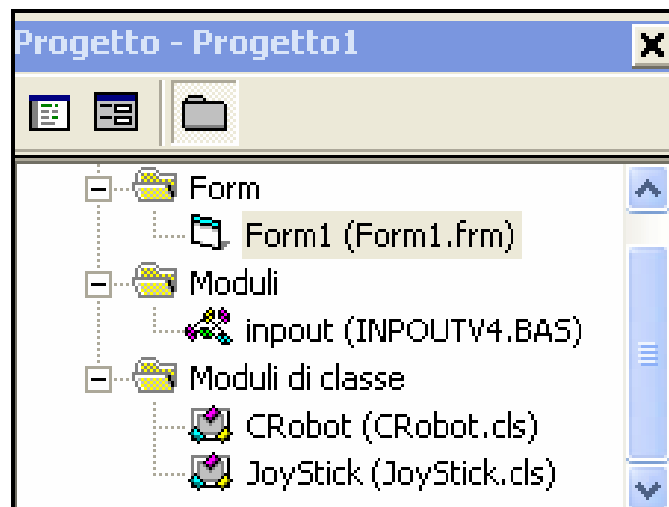
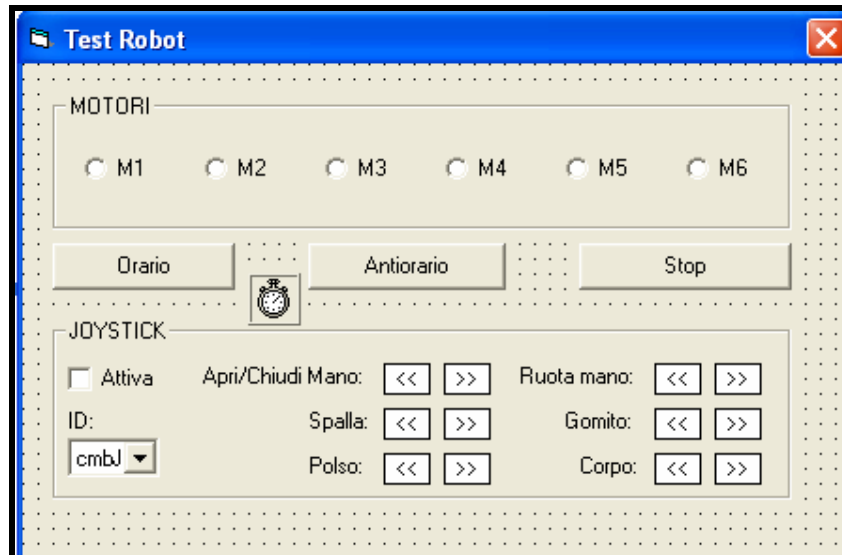


Fig. 23 Form e Gestione Progetti per il comando del robot con Joystick.

Sistema di alimentazione

Il sistema di alimentazione necessita di due tensioni continue:

- +12V/ 1.5A per l'alimentazione dei motori attraverso i 3 integrati L293B e della ventola di raffreddamento;
- +5V/ 500mA per l'alimentazione dei circuiti digitali e degli encoder incrementali.

Per l'alimentazione si è utilizzato un alimentatore siglato TS3022S della THANDAR disponibile in laboratorio.

In alternativa è possibile costruire il sistema di alimentazione.

In fig. 24 si mostra lo schema elettrico del sistema di alimentazione.

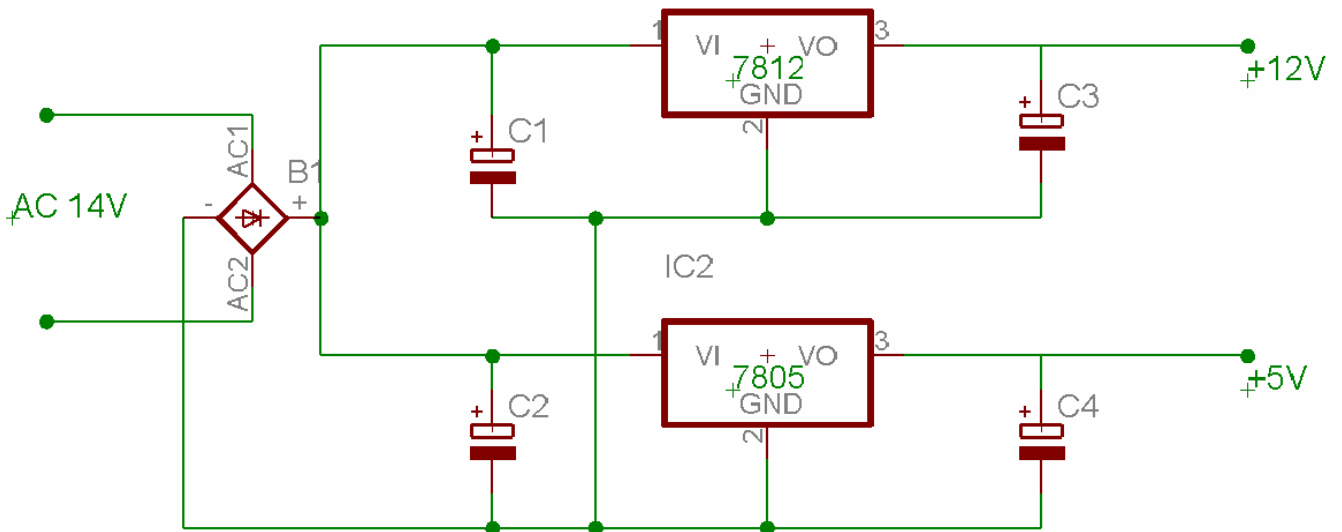


Fig 24. – Schema elettrico del sistema di alimentazione.

Realizzazione pratica

I circuiti di interfaccia sono stati progettati, realizzati e collaudati fornendo ottimi risultati operativi.

Utilizzando il programma Eagle 4.0 si sono realizzati i vari circuiti stampati necessari al progetto.

In fig. 25 si mostra il master relativo al circuito di potenza contenente gli L293B.

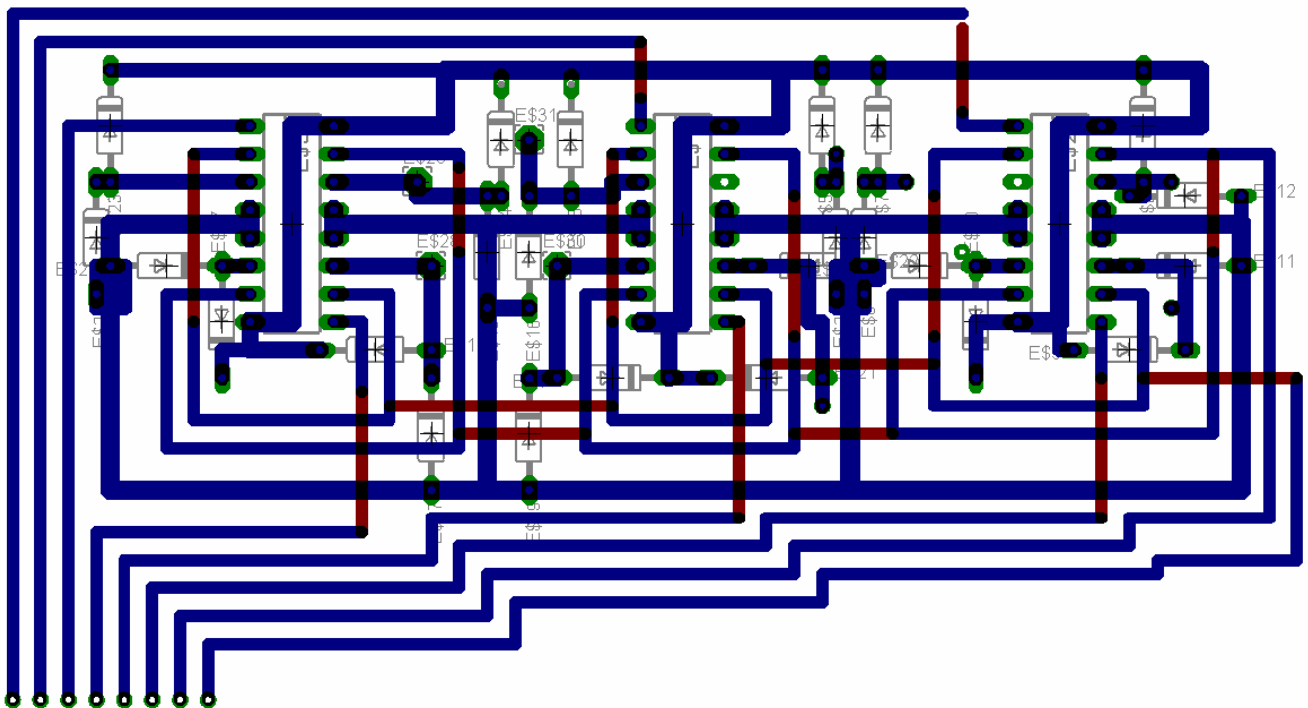


Fig 25. – Master del circuito di potenza.

In fig. 26 del circuito di controllo degli encoder.

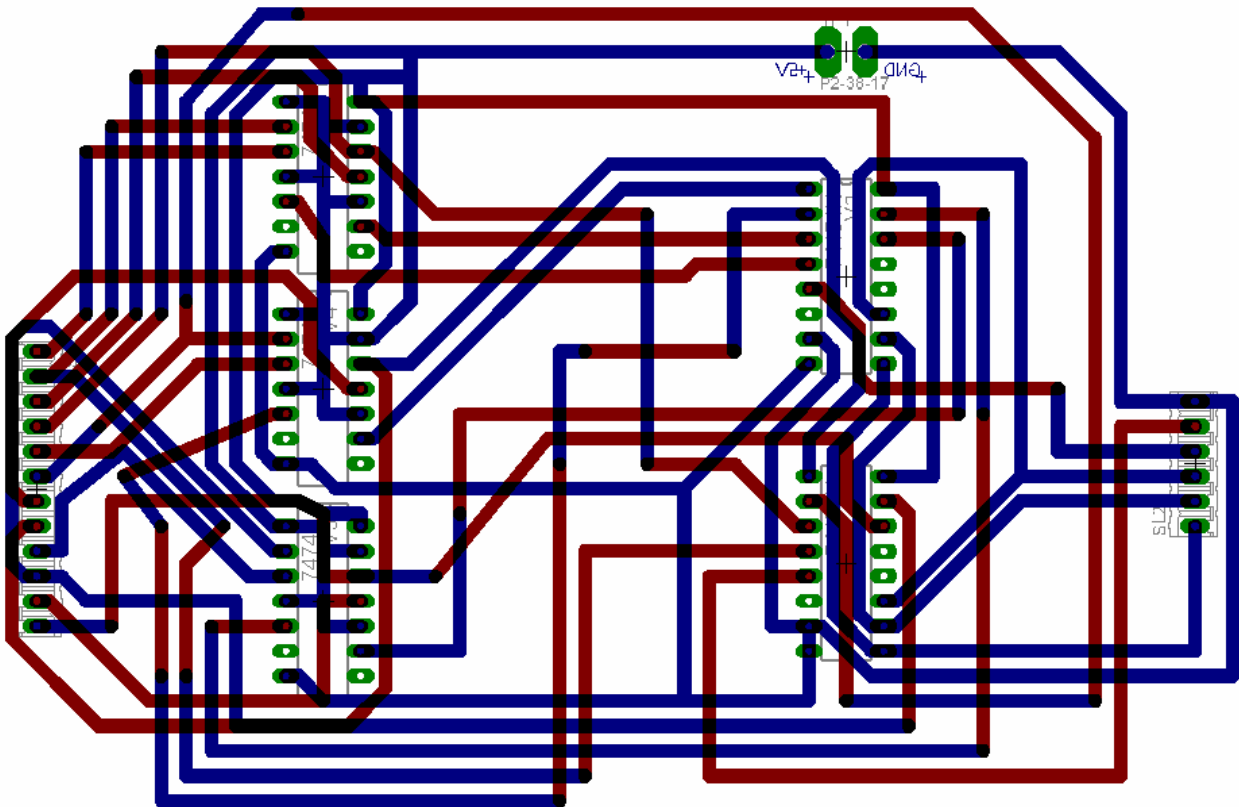


Fig 26. – Master del circuito di controllo degli encoder.

In fig. 27 si mostra il circuito di connessione del braccio meccanico.

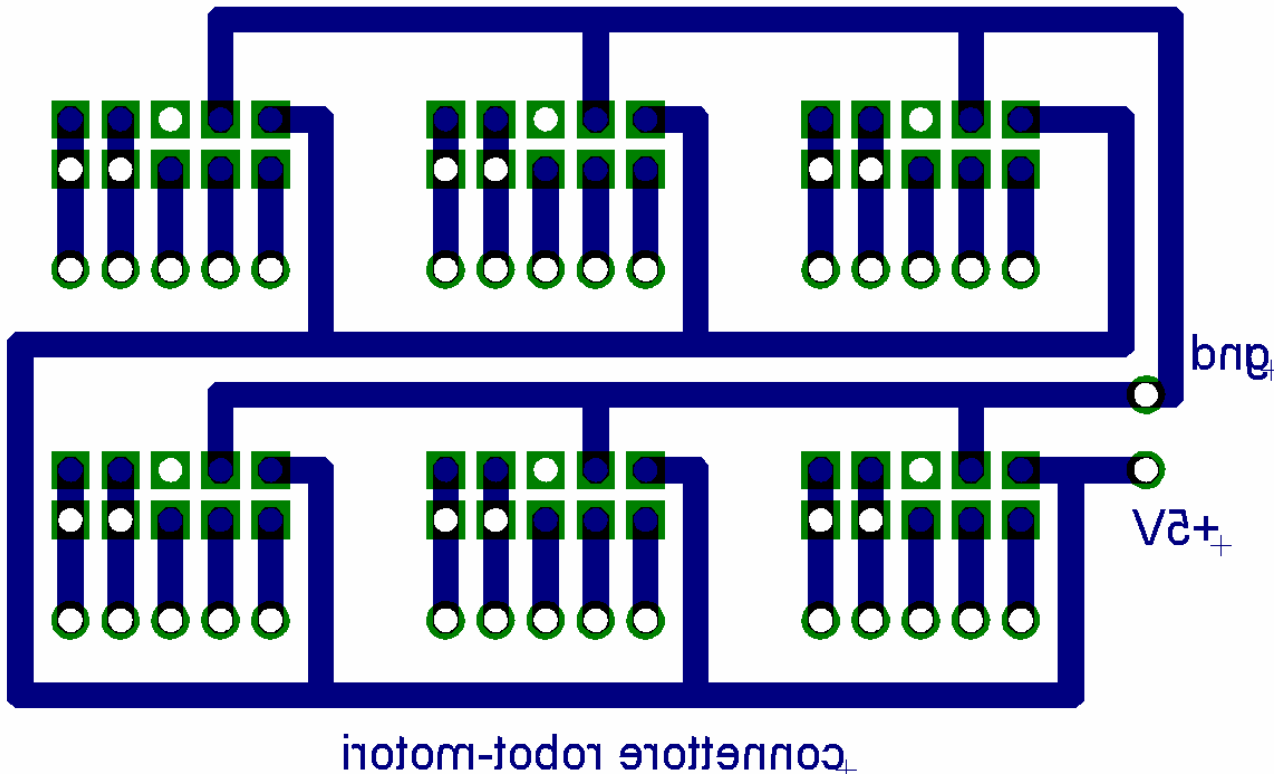


Fig 27. – Master del circuito di connessione al braccio meccanico.

Per garantire un buon raffreddamento degli integrati di potenza su ciascun L293B si è posta un aletta di raffreddamento con pasta conduttiva e, si è montata una ventola da PC che aumenti il potere di raffreddamento delle alette.

In fig. 28 si mostrano alcune foto del progetto.

