



ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Sezione di Napoli

INFN/TC-04/11
9 Giugno 2004

**REALIZZAZIONE DI UN SISTEMA DI MOVIMENTAZIONE DEI
BERSAGLI PER UN LASER A 1KHZ**

A. Anastasio

INFN-Sezione di Napoli, Dip. Scienze Fisiche Università di Napoli, I-80125 Napoli, Italy

Abstract

Questa nota descrive il sistema sviluppato per la movimentazione di bersagli sotto vuoto, usato per lo studio dei processi di ablazione e di deposizione di film sottili a mezzo laser.

1 INTRODUZIONE.

Lo studio del processo di ablazione laser di materiali solidi e deposizione di film sottili necessita del movimento di campioni, di substrati e di eventuali rivelatori (ad esempio, una sonda di Langmuir) per l'analisi in-situ del plasma. Le movimentazioni devono essere effettuate sotto vuoto mediante motori passo-passo e gestite mediante un'interfaccia elettronica comandata da calcolatore via RS232. Il campione deve ruotare a velocità definita, dipendente dalla frequenza di ripetizione del laser, per evitare una craterizzazione localizzata della superficie. Il sistema porta-substrati è costituito da un carosello che alloggia diversi substrati. Questi devono essere portati nella configurazione di deposizione, in maniera sequenziale, con un movimento preciso e ripetibile. Inoltre, il rivelatore deve poter essere spostato, sempre in maniera controllata, in diverse posizioni per sondare le caratteristiche del getto di plasma. La gestione del sistema (Fig.1) richiede la realizzazione di un'interfaccia capace di gestire simultaneamente i diversi motori, permettendo di selezionare il tipo di movimento, la velocità del motore, e la posizione finale del campione.

In questa nota viene descritto un sistema che impiega tre microcontrollori della famiglia PIC per il controllo di due motori passo-passo addetti alla movimentazione dell'apparato sperimentale.

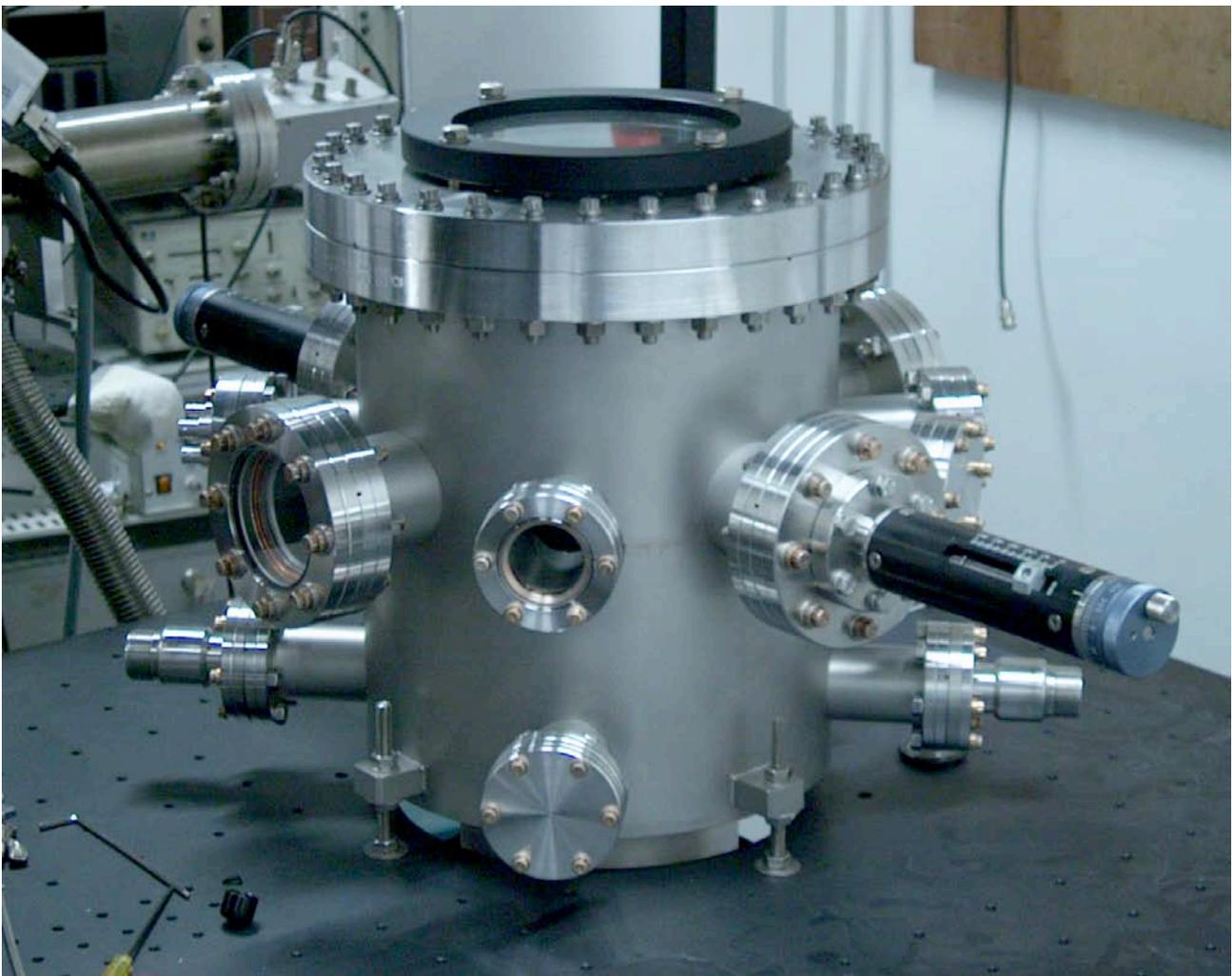


FIG.1 – L'apparato sperimentale.

Il lavoro è stato svolto all'interno del SER (Servizio Elettronico e Rivelatori) della Sezione INFN di Napoli nell'ambito del supporto alle attività di ricerca del Dipartimento.

2 ARCHITETTURA DEL SISTEMA

Il sistema di movimentazione sviluppato (Fig. 2) si interfaccia al PC tramite l'interfaccia seriale RS232 ed impiega un controllore della famiglia PIC che funziona da supervisore (SPV). Esso gestisce l'interfaccia verso il PC e verso il display, riconosce i comandi inviati e distribuisce i compiti da eseguire agli altri due controllori anch'essi della famiglia PIC (PIC1 e PIC2 in Fig. 3) che sono dedicati al solo controllo dei motori.

In questa applicazione, sono stati usati due motori passo passo perché questi consentono un posizionamento accurato senza richiedere né costosi sensori di posizione, né di una sofisticata rete di reazione. Inoltre, questi motori forniscono una coppia elevata, sono robusti e semplici da usare. Bisogna però evitare di mandarli in risonanza meccanica. E' pertanto necessario che le variazioni di frequenza degli impulsi non siano troppo elevate (sia in accelerazione sia in decelerazione).

L'ingombro del sistema, come si nota dalla figura 2, è relativamente piccolo ($35 \times 15 \times 45 \text{mm}^3$).



FIG. 2 – L'hardware del sistema di movimentazione.

Il dialogo tra il supervisore ed i due controllori dei motori viene effettuato attraverso il bus di interconnessione seriale I²C.

Per ciascun motore si possono impostare i seguenti parametri:

- La posizione finale, espressa in numero di passi (programmabili fino a 9999)
- La velocità di rotazione, che si può impostare con una dinamica di 16 bit su tre diverse scale (step/sec, step/ms, step/ μ s).

- c) Rampa di accelerazione e decelerazione. Per ciascun motore è cioè possibile impostare il tempo impiegato per raggiungere la velocità finale e quindi l'accelerazione (e viceversa per la decelerazione).
- d) Verso di rotazione.
- e) Moto continuo. In questo caso la velocità è programmabile a 16 bit sulle tre scale di cui sopra.
- f) E' infine possibile fermare il motore da programma.

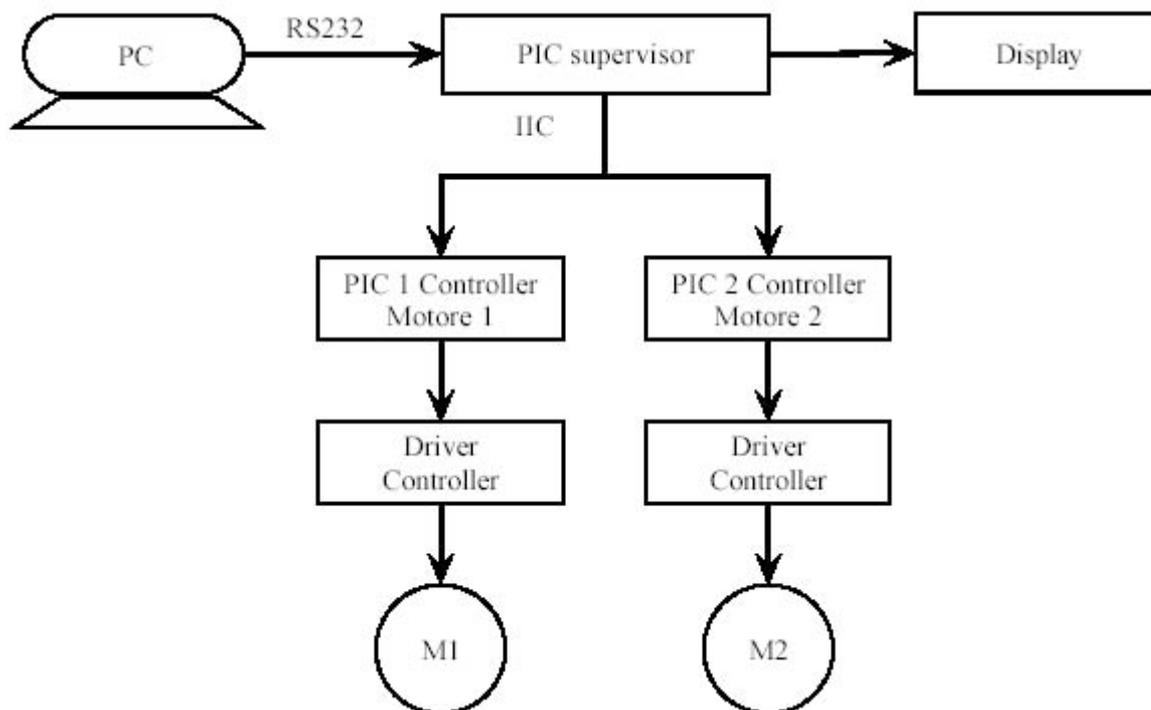


FIG. 3 – Schema a blocchi del sistema di controllo dei motori.

3 IL MICROCONTROLLORE PIC.

Il PIC [1] è il più diffuso microcontrollore RISC (35 istruzioni) a 8 bit presente sul mercato. Il PIC16F747 impiega 200 nanosecondi ad effettuare una istruzione, ha 14 canali di ingresso analogici a 10 bit e 3 timer. La porta seriale sincrona SPI (Synchronous Peripheral Interface), può esser configurata come periferica sincrona, come interfaccia seriale asincrona (UART, Universal Asynchronous Receiver Transmitter) o anche come interfaccia I²C.

In questa applicazione viene usata l'interfaccia RS232 per il collegamento al PC mentre il collegamento tra i tre PIC è effettuato in base allo standard I²C (Fig.3).

Per usare l'interfaccia RS232 sul PIC è necessario programmare oltre al baud rate, sia il pin del dispositivo impiegato per la trasmissione che quello scelto per la ricezione. Per la trasmissione, ad esempio, si possono usare i due comandi "put_to_a (char c)" e successivamente "put (c)". Per la ricezione si usano le due istruzioni "char get_from_a()" e poi l'istruzione "return getc()"

Lo schema a blocchi del PIC è riportato in figura 4.

PIC16F7X7

PIC16F737 AND PIC16F767 BLOCK DIAGRAM

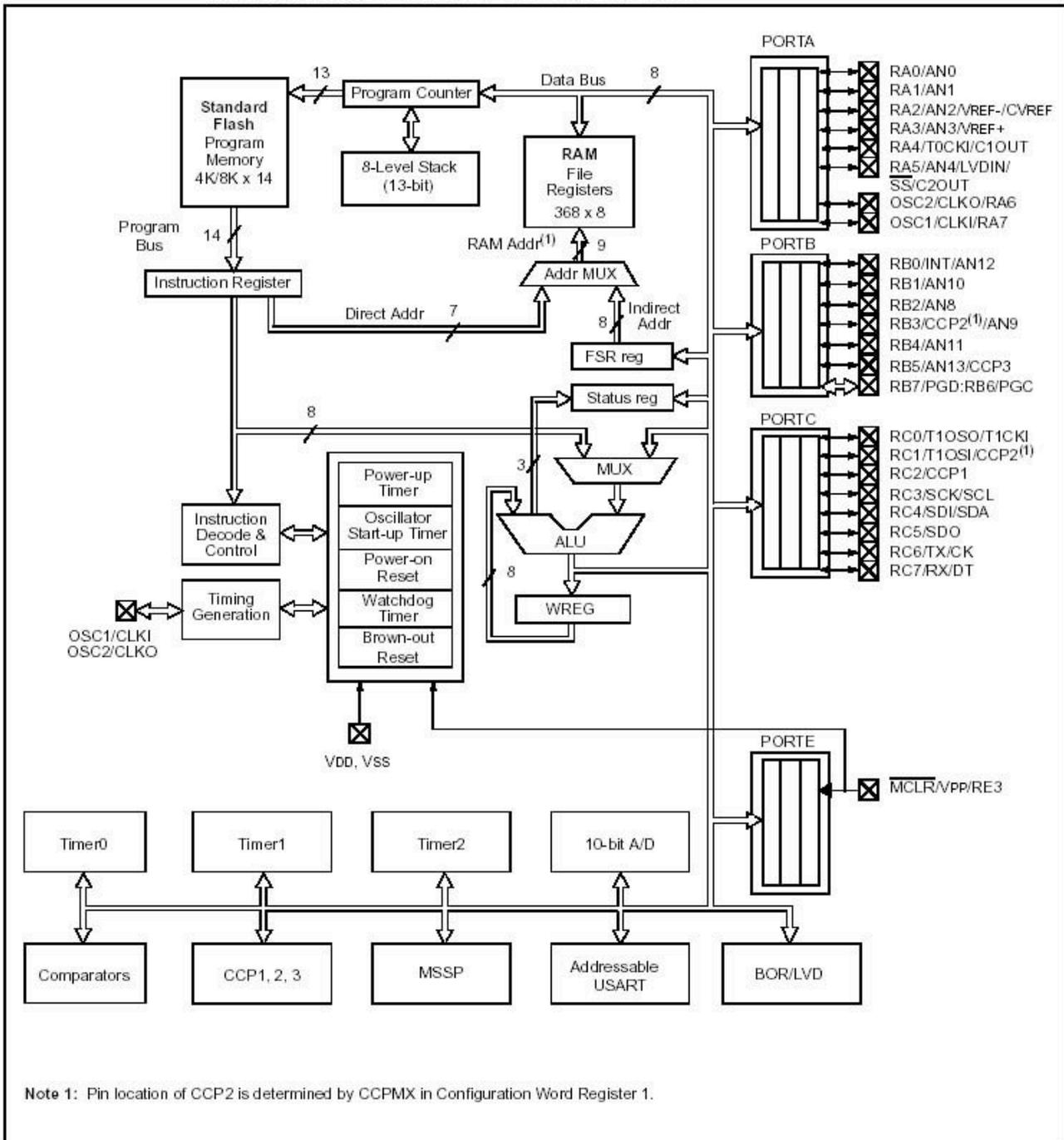


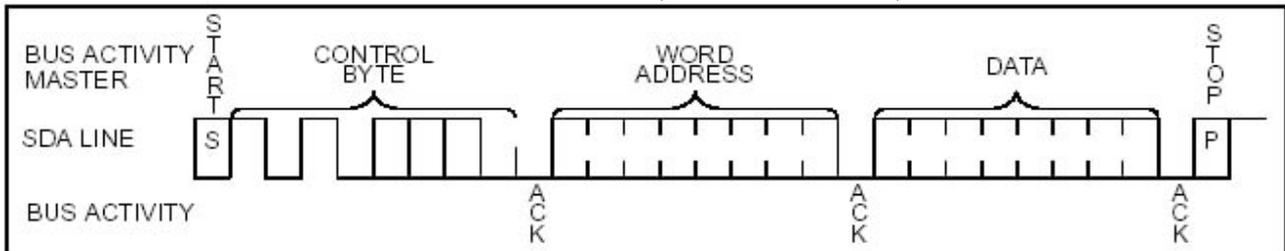
FIG. 4 – Schema a blocchi del PIC16F747

L'interfaccia RS232 verso il PC richiede un traslatore di livello (MAX232 della Maxim), per adattare i livelli dallo standard TTL a quello della RS232.

Il bus I²C, sviluppato dalla Philips Inc. per il collegamento tra chip sulla stessa scheda, non richiede alcun driver per il collegamento tra i PIC. L'interconnessione è effettuata a mezzo di due linee a collettore aperto una per il clock (SCL) e l'altra per il dato (SDA). Il bus può essere sia a

singolo Master con più Slave, sia a più Master. Il Master, a seconda del tipo di indirizzamento prescelto, può interagire con 128 o anche 1024 dispositivi periferici. Tutti trasferimenti dati (8 bit alla volta con in testa l'MSB) sono iniziati dal Master che genera anche il clock. Dopo il trasferimento degli 8 bit, con il nono clock il Master non pilota la linea SDA così che il periferico ricevente possa dare conferma dell'avvenuta ricezione.

TYPICAL I2C WRITE TRANSMISSION (7-BIT ADDRESS)



TYPICAL I2C READ TRANSMISSION (7-BIT ADDRESS)

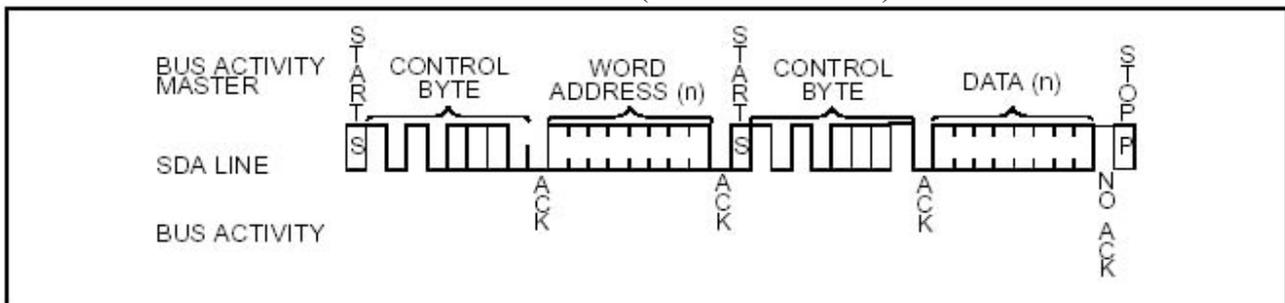


FIG. 5 – Trasmissione I²C (cicli di scrittura e lettura).

Una volta trasmesso con successo l'indirizzo, il Master può iniziare a trasmettere i dati in modo sequenziale come necessario. Usando un compilatore "C" la procedura di scrittura dati via bus I²C su un periferico è particolarmente semplice in quanto bastano poche routines `i2c_start()` ed `i2c_write(0xaddress)` ed `i2c_write(data)`. La lettura dei dati dal periferico verso lo slave è anch'essa semplificata bastando le routines `i2c_start()`, `i2c_write(0xaddress)`, `i2c_read(data)` ed eventualmente `i2c_stop()`.

4 SUDDIVISIONE DEI TASK

All'accensione, il Master (Fig.6) esegue dapprima un ciclo di inizializzazione per il display e poi abilita la richiesta di interruzione da parte dell'interfaccia seriale. Da questo momento il PC ha il controllo continuo del sistema in quanto il Master resta in attesa della ricezione di un comando. Una volta riconosciuto un comando (relativo al controllo del motore 1 o motore 2) ne viene data dapprima conferma sul display e subito dopo il Master procede alla sua esecuzione.

Ciascuno dei due controllori, all'accensione esegue una routine di inizializzazione e poi va in modalità di attesa dei comandi da parte del PIC Master. I comandi che vengono inviati dal PC sono quelli indicati nel diagramma di flusso seguente:

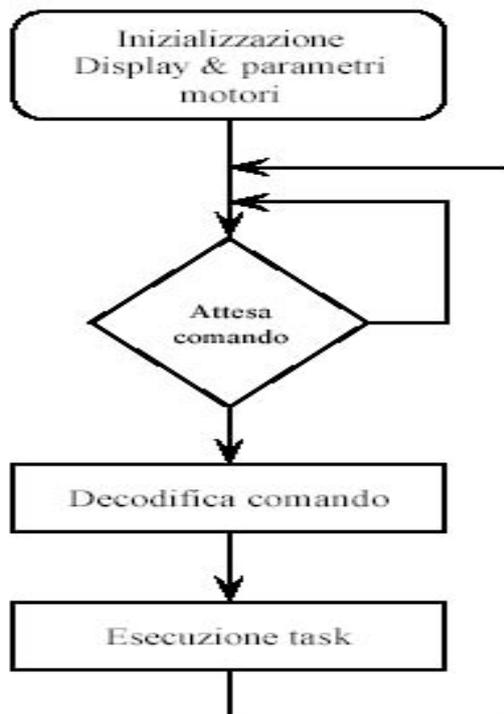


FIG. 6 – Top-level flow chart del supervisore

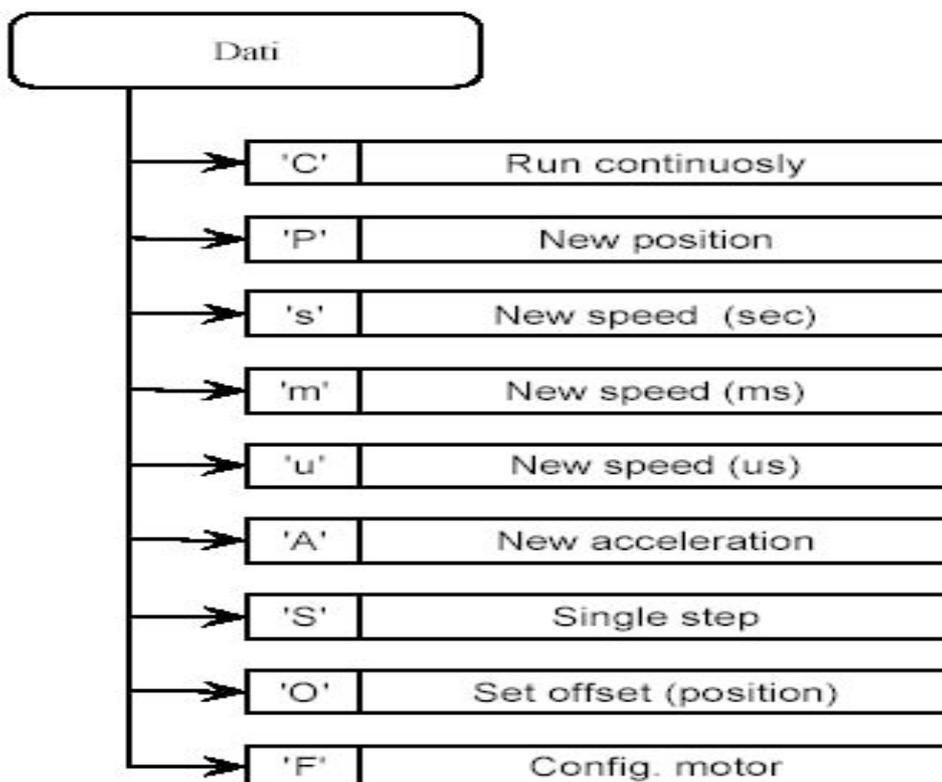


FIG. 7 – Diagramma di flusso riconoscimento comandi

5 IL CONTROLLO DEI MOTORI

I due motori passo-passo impiegati in questa applicazione sono prodotti dalla casa giapponese Sanyo Denki (tipo 103-H6701-0140) [2] hanno un angolo di passo di 1.8° , una coppia di tenuta di 38Ncm e pesano 350g.

Per far lavorare i motori passo-passo in condizioni ottimali è necessario controllare l'intensità di corrente negli avvolgimenti.

Il pilotaggio dei motori passo-passo è effettuato a mezzo della coppia di integrati L6506 ed L298N della SGS-THOMSON [3]. Il controllo viene effettuato a mezzo dell'L6506 cui sono connessi i 4 segnali per le fasi in uscita dai PIC e del driver di potenza L298.

I segnali del driver di potenza L298 verso il motore, sono monitorati dall'L6506 tramite due segnali di retroazione che si sviluppano ai capi di due resistenze di potenza di 2 Ohm (le due Rsense di figura 8).

L'integrato funziona in modalità chopper. La rete RC, costituita dalla resistenza da $22K\Omega$ con il condensatore da $68nF$, abilita il pilotaggio mentre le tensioni di sense, comparate con la tensione di riferimento ai capi di Rref, disabilitano il driver.

In questo modo si fornisce al carico induttivo un pilotaggio a corrente costante (Fig.8).

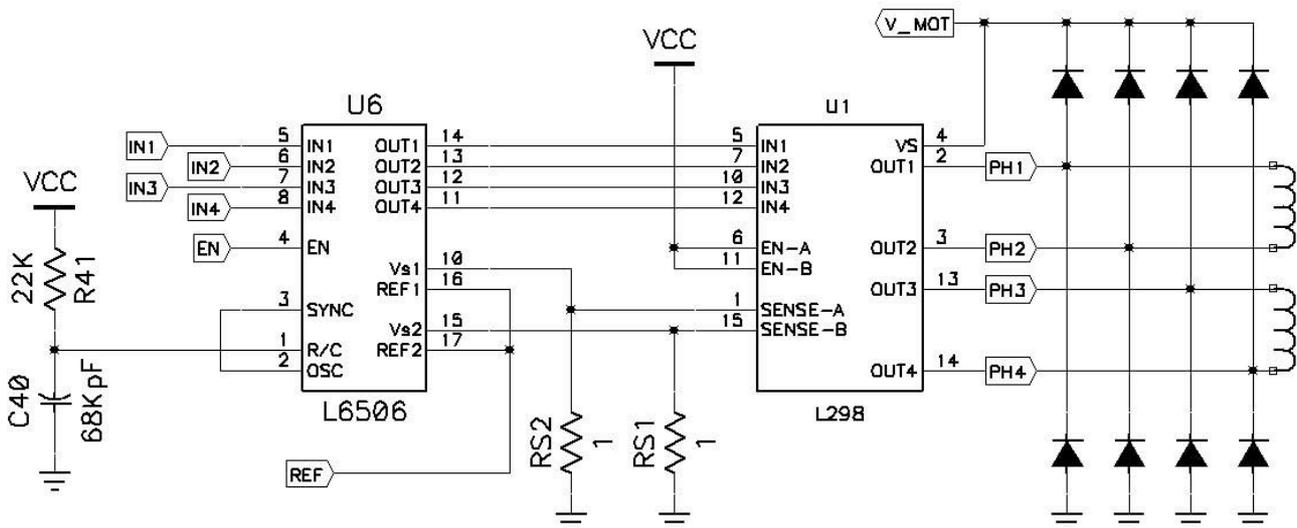


FIG. 8 – Elettronica per il pilotaggio dei motori passo-passo.

6 L'INTERFACCIA UTENTE

L'interfaccia utente è stata sviluppata in ambiente Visual C++ 6.0 della Microsoft. La prima finestra grafica (fig. 8) consente di leggere le posizioni attuali dei motori, di impostare la nuova posizione, di far girare il motore in modo continuo, di farlo avanzare (o indietro) di un singolo step.

E' anche possibile fermare i due motori cliccando sull'apposito pulsante.

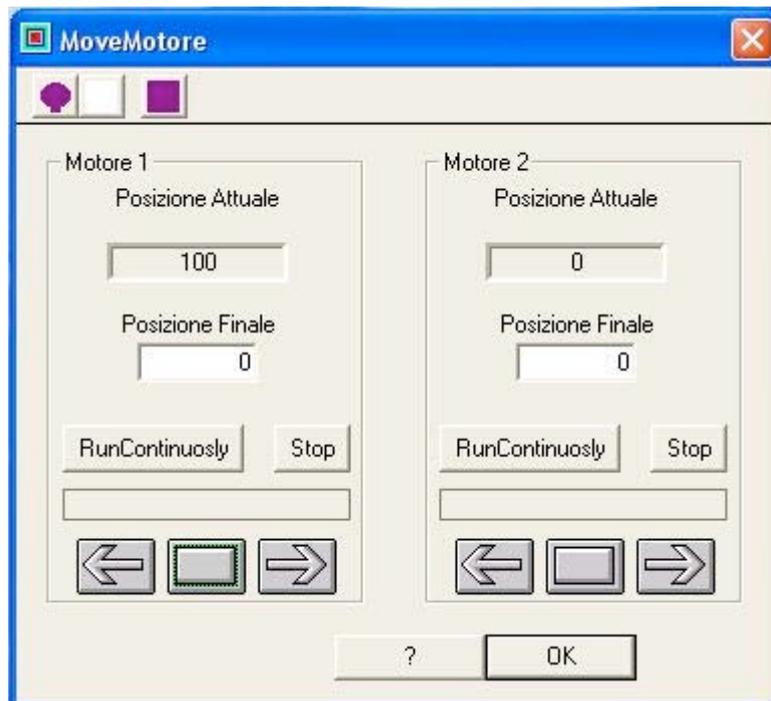


FIG. 9 – Finestra principale.

Nella toolbar della finestra principale (Fig. 9) è possibile selezionare la finestra che consente di impostare i parametri e la porta seriale da utilizzare (Fig.10).

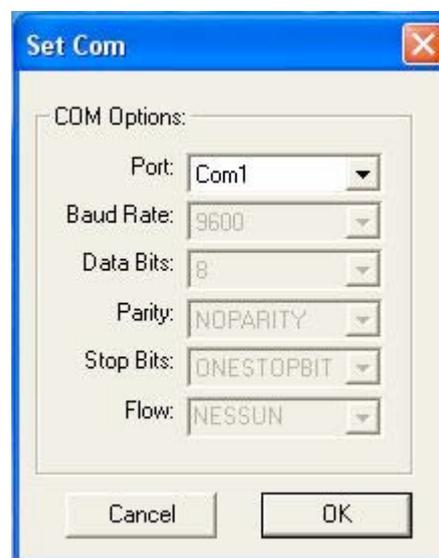


FIG. 10 – Set-up porta seriale

Dalla toolbar della finestra principale (Fig. 9) è anche possibile aprire la finestra (Fig. 11) in cui settare l'angolo di passo (0.9° o 1.8°), la rampa di accelerazione, la velocità di rotazione e la posizione di partenza.

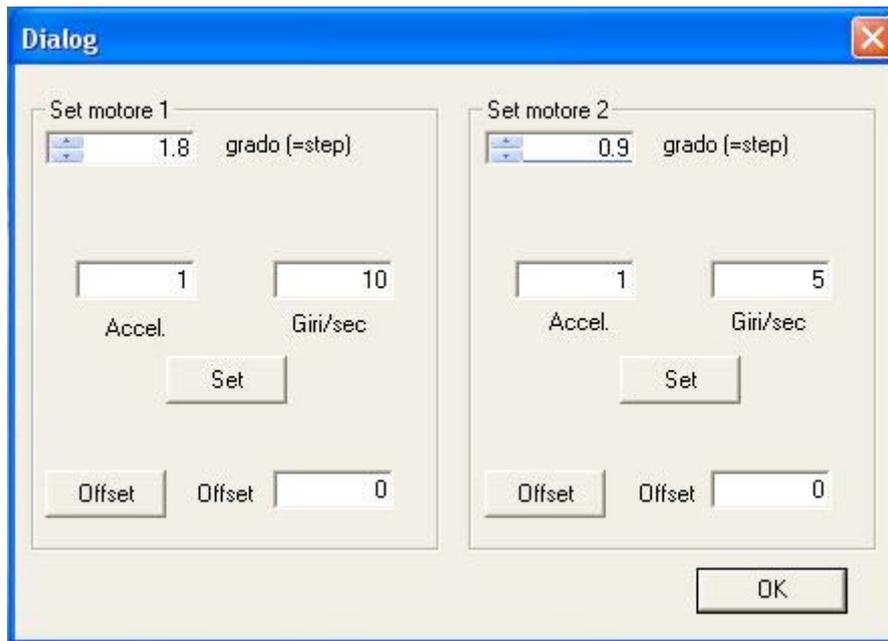


FIG. 11 – Set-up parametri motori

7 CONCLUSIONI

Il sistema di movimentazione oggetto di questa nota, ha reso interattiva l'interfaccia con l'utente ed ha consentito una grande automazione nella deposizione di film sottili su substrati campione.

8 REFERENCES

- [1] The PIC data book. Microchip corporation
- [2] The Sanyo Denky Stepping motor catalog
- [3] The Linear Data book. ST Technologies.