

LA ROBOTICA NEGLI ISTITUTI TECNICI INDUSTRIALI: TRA MOTIVAZIONE GIOVANILE, INNOVAZIONE E REALTÀ TERRITORIALE

Raimondo Sgrò
I.I.S. Marconi Galletti
Via Oliva 15, 28845 Domodossola VB
raimondo.sgro@istruzione.it

La necessità di rilancio e di innovazione tecnologica costituisce un bisogno primario per l'Europa e per il nostro paese: ci si deve confrontare con una realtà globale sempre più competitiva e con un diffuso calo motivazionale nelle nuove generazioni. Questi due fatti si trovano in antitesi, poiché saranno le nuove generazioni a decidere il nostro futuro. Pertanto, il domani dipende da come oggi il sistema educativo e formativo saprà rispondere a questa sfida. Ecco che inserire la didattica robotica nel contesto degli Istituti Tecnici Industriali da una parte fornisce una piattaforma di competenze interdisciplinari, che bene si impianta nei programmi di ordinamento, dall'altra esercita quel fascino in grado di migliorare la spinta motivazionale degli studenti.

1. Introduzione

L'Unione Europea prefissava nel 2000 a Lisbona un grande obiettivo strategico: "diventare entro il 2010 l'economia basata sulla conoscenza più competitiva e dinamica del mondo" [Rif 7]. Da allora, ogni anno la Commissione Europea presenta un rapporto (relazione di primavera) in cui si analizzano i progressi compiuti e si danno indicazioni per il futuro. Nella relazione primavera del 2008 viene evidenziata la necessità di elevare il ruolo chiave dell'istruzione nel triangolo della conoscenza (istruzione, ricerca ed innovazione), ed in particolare **indirizzare maggiormente le persone verso gli studi scientifici e tecnici** [Rif 6]. La didattica robotica può assumere un ruolo importante in questo processo, in quanto veicola nuove tecnologie, mette a contatto il giovane con le scienze, abbattendo il pregiudizio diffuso per cui la scienza sia una materia noiosa quindi non interessante. Si può quindi parlare di processo guidato alla riscoperta delle discipline scientifiche e tecniche. Nella robotica infatti, confluiscono molte discipline, ed in particolare informatica, elettronica, fisica e meccanica, la materia in questione diviene quindi un laboratorio ideale di incontro e sperimentazione scientifica.

A livello didattico si osserva una grande diffusione di Kit robotici di vari produttori e con diverso grado di prerequisito. Questo fatto ha il grande pregio di favorire l'approccio alla robotica praticamente a tutti i livelli di scuola, ma d'altra parte pone l'accento quasi esclusivamente sull'aspetto della programmazione, creando l'impressione che la robotica si identifichi esclusivamente con l'informatica, in quanto gli altri aspetti sono risolti del tutto o in parte dal costruttore. Come si illustrerà più

avanti, il settore elettronico è un settore da valorizzare e la robotica è un utile strumento che si muove in questa direzione, non solo, se si analizza il progetto di un robot, anche semplice, si mostrerà come è possibile con tale lavoro mettere in pratica molte conoscenze che fanno parte del curriculum di un ITI ad indirizzo elettronico (vedi par.4). **Pertanto l'uso didattico della robotica da una parte risponde ad una diminuzione sempre crescente delle motivazioni nelle nuove generazioni, dall'altra va incontro ad un bisogno di innovazione e rilancio tecnologico del nostro paese.**

2. La realtà territoriale

Alla base di ogni attività formativa dovrebbe esserci un'adeguata analisi territoriale, dato il livello scolastico di riferimento si dovrebbe ad esempio tener conto del panorama aziendale e prevedere una stima di ricaduta occupazionale. Questo è chiaramente uno strumento indispensabile quando si vuole formare una figura professionale. Sarebbe troppo banale dire che l'elettronica (o l'informatica) entrano in ogni aspetto della nostra vita quotidiana, l'affermazione è però, da analizzare attentamente (vedi par. 2.1). Quello che si può serenamente asserire è che affrontare un problema di robotica vuol dire affrontare un problema di automazione. L'automazione industriale è senz'altro diffusa, ma in generale qualsiasi macchina impiegata in processi lavorativi che compie azioni basate sull'esecuzione di un programma presenta problematiche simili a quelle di un robot. Il panorama aziendale piemontese ad esempio, risulta adatto ad una ricaduta occupazionale legata allo sviluppo didattico della robotica, ma non è senz'altro l'unico in Italia a presentare queste caratteristiche. Vi è un altro aspetto della robotica molto importante, che è quello del *problem solving*. Naturalmente si tratta di una metodologia didattica, pertanto applicabile a molte situazioni, ma ambientata all'interno della robotica risulta particolarmente stimolante per gli studenti. Il *problem solving* prepara ad affrontare e risolvere i problemi. Un'abilità di questo tipo è preziosissima all'interno del mondo del lavoro, anche estrapolata al di fuori del contesto in cui è stata appresa. Quindi sviluppare la robotica all'interno della didattica, non vuol dire necessariamente cercare ricadute occupazionali esclusivamente nel settore della robotica, ma anche in tutti i settori affini dell'automazione. Non sarebbe però corretto basare un progetto di didattica robotica esclusivamente sui follow up occupazionali, si pensi a quei territori in cui l'automazione industriale non è presente in alcuna forma. Bisogna tener conto comunque della ricaduta fortemente positiva oltre che motivazionale degli allievi, anche di competenze apprese, cosa che comunque va ad arricchire il territorio favorendone lo sviluppo. Non bisogna poi trascurare un altro importante aspetto. Come è noto, stiamo vivendo oggi un momento di grande crisi economica. Non è obiettivo di questa trattazione affrontare questo problema, ma una cosa è certa, nei periodi di crisi si deve investire sulla formazione e sulla ricerca, poiché da questo si otterrà la futura classe lavoratrice. La robotica didattica potrebbe anche offrire alcuni stimoli di curiosità scientifica che potrebbe risvegliare interesse nei confronti della ricerca che così tanto necessita nel nostro paese.

2.1 L'elettronica come veicolo di innovazione

È sentore comune associare l'elettronica allo sviluppo ed all'innovazione tecnologica. Tale osservazione risulta corretta ma è necessario effettuare un'analisi

accurata della situazione. E' senza dubbio vero che l'elettronica è diffusa in maniera capillare nella vita quotidiana, ma negli anni, da un sistema in cui il prodotto veniva ideato e posto sul mercato con l'idea di essere seguito da un servizio di manutenzione, si è passato ad un modello attuale in cui il prodotto viene ideato per essere "consumato" e sostituito al primo guasto. Tale sistema si basa come è noto su una produzione de localizzata (in prevalenza asiatica) che minimizza i costi attraverso produzioni su vastissima scala. Ci sono stati indubbiamente effetti positivi sull'economia, ma anche, senz'altro di negativi. In primis una moria di aziende leader, che, malgrado i prodotti di qualità, non hanno retto la concorrenza asiatica, (si pensi ad esempio alla Grundig o alla nostra Mivar). Naturalmente l'economia è governata dalle proprie leggi e non è pensabile paventare politiche di protezionismo, ma **la situazione potrebbe portare ad una progressiva perdita di know how nel settore con un indebolimento della competitività della nostra economia.** In questo senso, **l'elettronica è veicolo di innovazione tecnologica, in quanto produce il supporto fisico per il software.** Infatti l'informatica poggia i propri piedi proprio sui microprocessori che sono appunto dispositivi elettronici. Un'azienda informatica leader del settore come la Microsoft deve proprio la sua iniziale fortuna all'idea di impiegare un processore innovativo come l'Intel™ 8686 [Gates B., 1997]. Il consolidamento perciò di un settore così importante appare cruciale per lo sviluppo tecnologico (e quindi economico) di un paese. **E' necessario quindi tenere vivo questo settore ed un modo è senz'altro quello di mantenerne una presenza scolastica importante.**

3. Gli studenti e le motivazioni

Per chi si occupa di didattica, o per chiunque sia in contatto con le generazioni studentesche, è ormai evidente constatare come vi sia un **progressiva diminuzione delle motivazione degli allievi.** Si è infatti passati da una società in cui la scolarizzazione era un obiettivo sociale da raggiungere, ad una in cui questo valore anche intrinseco dell'istruzione appare sempre meno forte [Gatti R. 2002]. Sono note iniziative ministeriali come percorsi di integrazione istruzione formazione o alternanza scuola lavoro, volti all'introduzione di metodologie innovative atte a contrastare la perdita di motivazioni. Senza volersi addentrare eccessivamente nell'analisi di tale fenomeno, che andrebbe trattato separatamente, si può affermare che la proiezione che i giovani hanno della società e del proprio futuro è fortemente influenzata dai media. Senza che questo assuma connotazioni positive o negative, è senz'altro un fatto. Il vecchio sogno di una generazione di *"fare da grande l'astronauta"*, che racchiudeva in sé desiderio di conoscenza e di esplorazione, si è ormai allontanato, lasciando il posto ad aspirazioni mediaticamente accattivanti, ma sicuramente più sterili. A dare evidenza di questa affermazione si possono ad esempio analizzare i dati relativi ad un progetto pluriennale, attivato nella provincia del VCO, proposto dal FOPAGS dal titolo "Mestieri e Professioni" [Rif 11]. Dalle indagini effettuate su studenti delle classi quarte degli istituti dei secondaria superiore, si è reso evidente che i mestieri che più destavano curiosità ed interesse erano proprio quelle di grande impatto mediatico come sport e spettacolo. Ora, questo fatto è reso ancora più allarmante dalla seguente affermazione **"lo studente demotivato diventerà lavoratore demotivato"**. Questa affermazione è frutto della pluriennale esperienza nei percorsi di stage ed alternanza scuola lavoro, messi in atto dall'Istituto Marconi Galletti di Domodossola, dove il contributo di aziende ed

associazioni di categoria, ha messo in luce questo fenomeno: la mancanza di motivazioni non riguarda solo lo studente ma riguarda la persona. Il quadro che emerge è senz'altro allarmante, poiché da una parte il sistema economico mondiale è altamente competitivo e chi si contende il mercato lo fa grazie ad un elevato livello di conoscenza ed innovazione, ma tutto questo richiede passione e dedizione. Tanto per fugare ogni dubbio, tutto questo non vuol dire che gli studenti di oggi sono peggiori (o migliori) di quelli di "una volta", ma semplicemente che il contesto sociale in cui crescono li porta a vivere una saturazione dei sensi dietro modelli massificanti, ed a sviluppare **motivazioni sicuramente più deboli rispetto ai loro coetanei cresciuti in altri contesti**.

Si può naturalmente discutere molto sulla questione, quello che è certo, è che non esistono rimedi facili per questo problema. Oggi è la sfida principale con cui ogni insegnante si confronta ogni volta che entra in classe e si appresta a fare lezione. E' una sfida che vorrebbe il giusto riconoscimento sociale, ma questo argomento esula dalla nostra trattazione. Il punto è, che non è possibile risolvere il problema motivazionale a monte, questo richiederebbe una azione sinergica che la scuola da sola non è in grado di attuare. Non ci si deve però scoraggiare, poiché si può (e si deve) considerare **la motivazione come elemento didattico**, come parte del percorso formativo ed educativo, non come elemento a sé, stabile nel tempo, ma come fattore da stimolare e monitorare. La motivazione è pertanto un elemento da costruire. Tale risultato può essere raggiunto ad esempio realizzando attività che coinvolgano la classe, ovvero creare una esperienza di apprendimento piacevole [Gatti R. 2002]. La robotica ha il grande vantaggio di coinvolgere gli studenti e persino di appassionarli, risulta pertanto uno strumento motivazionale molto importante. La motivazione è, infatti, il primo passo da compiere verso il conseguimento di risultati positivi di apprendimento, affinché si inneschi quel **circolo virtuoso**:

motivazione → impegno → risultato positivo → motivazione.

4. Progetto di un robot un Istituto Tecnico ad indirizzo elettronico

Inserire la robotica in un Istituto tecnico, ad indirizzo elettronico o affine, offre la possibilità di operare in un contesto di profondità tecnico scientifica, consentendo l'applicazione di molti concetti studiati da un punto di vista teorico. E' una opportunità da vagliare molto attentamente poiché i risultati che si possono ottenere sia in termini motivazionali, sia in termini di apprendimento, sono eccellenti. Si prende ora in esame lo sviluppo didattico di un progetto di un robot, sia a livello di hardware elettronico sia di software. Ciò che si vuole fare, è suddividerlo in unità di apprendimento e confrontare queste unità con i curricoli del quinto anno di un ITI ad indirizzo elettronica e telecomunicazioni. Anche se i programmi curriculari dei nuovi Istituti Tecnici non sono ancora definitivi, si effettuerà la medesima operazione con le bozze disponibili (vedi par 4.3). In sintesi: un robot è una macchina che da un punto di vista elettronico è composta dalle seguenti parti principali

- sensori
- attuatori
- programma

I *sensori* permettono alla macchina di ottenere informazioni dall'ambiente (illuminazione, temperatura, posizione di ostacoli ecc), gli *attuatori* invece consentono alla macchina di eseguire operazioni (motori, pistoni idraulici ecc). Il *programma* invece, realizza l'elenco delle operazioni eseguibili dall'automa. Il programma è eseguito da una CPU (microprocessore [RIF 10] o microcontrollore [RIF 9]) e può essere scritto mediante linguaggi ad alto livello e tradotto con appositi compilatori o direttamente in linguaggio assembly [RIF 8]. In questa ottica il robot è un **sistema retroazionato**, ovvero, forma un anello chiuso con l'ambiente (vedi Fig.1).

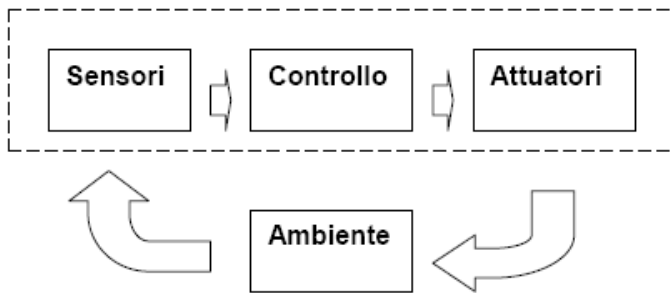


Fig. 1 – Schema a blocchi generale di un robot

Pertanto si capisce come il progetto di un robot rende solitamente necessario lo svolgimento delle seguenti unità di apprendimento.

- UA1: trasduttori
- UA2. azionamenti
- UA3: amplificatori operazionali
- UA4: microprocessori o microcontrollori
- UA6: linguaggi di programmazione ad alto livello
- UA7: conversione A/D – D/A
- UA8: strumenti CAD per i circuiti stampati

Naturalmente è possibile affrontare sia una strategia top down, sia una bottom up, ovvero prima sviluppare le unità che creino i prerequisiti e poi affrontare il progetto vero e proprio. Il risultato si differenzia di poco e si può agire in dipendenza dal gruppo classe o anche in base alle strategie didattiche che si intendono adottare.

Analizziamo ora ad esempio le materie di riferimento legate alla unità di apprendimento citate, il risultato è riportato nella Tabella 1. Questa semplice analisi ci mostra un'altra caratteristica forte della robotica, ovvero il raccordo interdisciplinare, cosa che la rende ancora di più adatta allo sviluppo curriculare di un progetto. In pratica si può essere di fronte alla seguente situazione: *un gruppo di studenti che lavora coordinato da un gruppo di insegnanti*. Ecco che emerge anche la metodologia del **lavoro d'equipe**. E' inutile sottolineare come attualmente l'abilità di lavorare in gruppo, sapere scambiare correttamente informazioni ed interagire attraverso specifiche tecniche è fondamentale all'interno del mondo del lavoro.

Ancora una volta la robotica si presta come utile laboratorio nel quale inserire queste metodologie.

Unità di Apprendimento	Materia/e coinvolte
Trasduttori	Tecnologia Disegno e Progettazione Elettronica
Azionamenti	Tecnologia Disegno e Progettazione Elettronica
Amplificatori operazionali	Elettronica
Microcontrollori	Tecnologia Disegno e Progettazione Elettronica - Sistemi
Linguaggi di programmazione ad alto livello	Sistemi
Conversione A/D – D/A	Elettronica
Strumenti CAD per i circuiti stampati	Tecnologia Disegno e Progettazione Elettronica

Tabella 1 – unità di apprendimento legate ad un progetto di robotica con relative materie di riferimento (ordinamento vigente)

4.1 La scelta del microcontrollore ed il linguaggio di programmazione

Negli ultimi anni lo sviluppo tecnologico ha portato i microcontrollori [Rif 9] ad occupare sezioni di mercato sempre più ampie. In particolare ha sostituito quasi totalmente i microprocessori nei sistemi embedded. Pertanto il microcontrollore rappresenta una scelta tecnologicamente adeguata e didatticamente efficiente, in quanto permette l'esplorazione di tutte quelle problematiche legate ai sistemi a microprocessore avendo già risolto a monte, tutti i problemi di interfacciamento con memoria e buona parte delle periferiche. Rimane dunque semplicemente la scelta del dispositivo da impiegare. Facendo una rapida analisi del mercato, si è passati in poco tempo da una sostanziale prevalenza della famiglia ST6™, ancora ad architettura CISC e memoria EPROM (cancellazione mediante raggi UV), al periodo attuale in cui prevalgono i microcontrollori della famiglia PIC™ della Microchip™, ad architettura RISC [Bucci G. 2001] con memoria FLASH-EEPROM. Questi ultimi, a fronte di un linguaggio assembly non particolarmente immediato presentano un'enorme affidabilità e semplicità di utilizzo (scrittura e cancellazione via PC). I progetti didattici sviluppati dall'autore nel corso di questi anni [RIF. 12], prevedevano inizialmente l'impiego di microcontrollori ST62X per poi passare alla famiglia PIC 16FXXX.

Per quanto riguarda il linguaggio di programmazione la scelta avviene in dipendenza dalle finalità didattiche che si vogliono raggiungere. In particolare si hanno di fronte tre possibilità: un linguaggio grafico, un linguaggio testuale ad alto livello, il linguaggio assembly del microcontrollore impiegato. La prima, è sicuramente una soluzione di semplice impiego, ma d'altro canto non consente, quasi, un'analisi dei processi della macchina. La seconda è la scelta maggiormente praticata, in quanto permette di controllare da vicino la macchina ed allo stesso tempo di sviluppare un programma compatto e potente. La terza soluzione è quella che prevede il maggiore approfondimento della struttura del microcontrollore e dei suoi meccanismi interni, come tempi di esecuzione e spostamento tra registri, a

fronte di una programmazione a volte faticosa, ma che consente un controllo totale dei processi.

Quest'ultima è stata la soluzione adottata nei progetti sviluppati.

4.2 Esempio di progetto didattico: automa inseguitore di luce

A titolo esemplificativo, viene illustrato un progetto, sviluppabile in una classe quinta, che presenta le seguenti specifiche: realizzare l'automazione di un carrello, che mediante trasduttori o sensori, sia in grado di **seguire una fonte di luce**. L'idea di base è quella di usare un sistema differenziale, ovvero, dati due sensori di luminosità S1 ed S2 alloggiati sui lati del robot, si esegue attraverso il programma di controllo, la differenza dei segnali provenienti da tali sensori: $V_D = V_2 - V_1$.

In questo modo, studiando il segno di V_D , è possibile stabilire se la luminosità su uno dei due lati è maggiore dell'altro oppure se è uguale. A questo punto il programma prevederà l'azionamento di uno o dell'altro motore per correggere la direzione o eventualmente la marcia avanti nel caso $V_D = 0$.

Si possono individuare alcune problematiche relative all'automazione che si intende realizzare:

- condizionamento dei sensori di luminosità (ad esempio fotoresistenze)
- acquisizione di un dato analogico
- azionamento dei motori

Lo schema a blocchi del sistema risulta quello in figura 2:

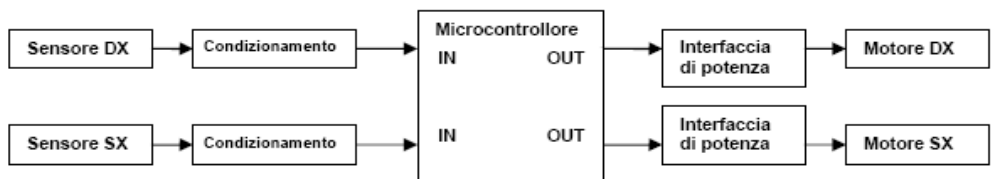


Fig. 2 – Schema a blocchi del robot inseguitore di luce

Sulla base di quanto illustrato, il diagramma di flusso per questo automa risulta quello riportato in figura 3. Per lo sviluppo di questo progetto in una classe quinta vanno preventivate dalle 40 alle 60 ore, in dipendenza dal gruppo classe e dal materiale tecnico a disposizione. La metodologia di lavoro più efficace è il lavoro d'equipe, ma prestando bene attenzione a non sconfinare nel cosiddetto "lavoro di gruppo" in cui pochi alunni lavorano ed altri fungono da spettatori. E' indispensabile pertanto formare gruppi di lavoro non troppo estesi (due o tre alunni) ognuno con responsabilità precise indicate. Ad esempio responsabilità su parti diverse della macchina. E' molto utile concludere il lavoro con una fase di presentazione rivolta alla classe. Si affronta così, il problema che hanno spesso gli individui portati verso aspetti tecnici, di avere difficoltà di esposizione. Esporre il proprio lavoro, in genere crea gratificazione nello studente, che si sente in questo modo protagonista. Tutto questo può essere anche supportato da strumenti di presentazione multimediali, che

oltre a favorire l'approfondimento degli strumenti stessi, fornisce utili complementi alla documentazione tecnica.

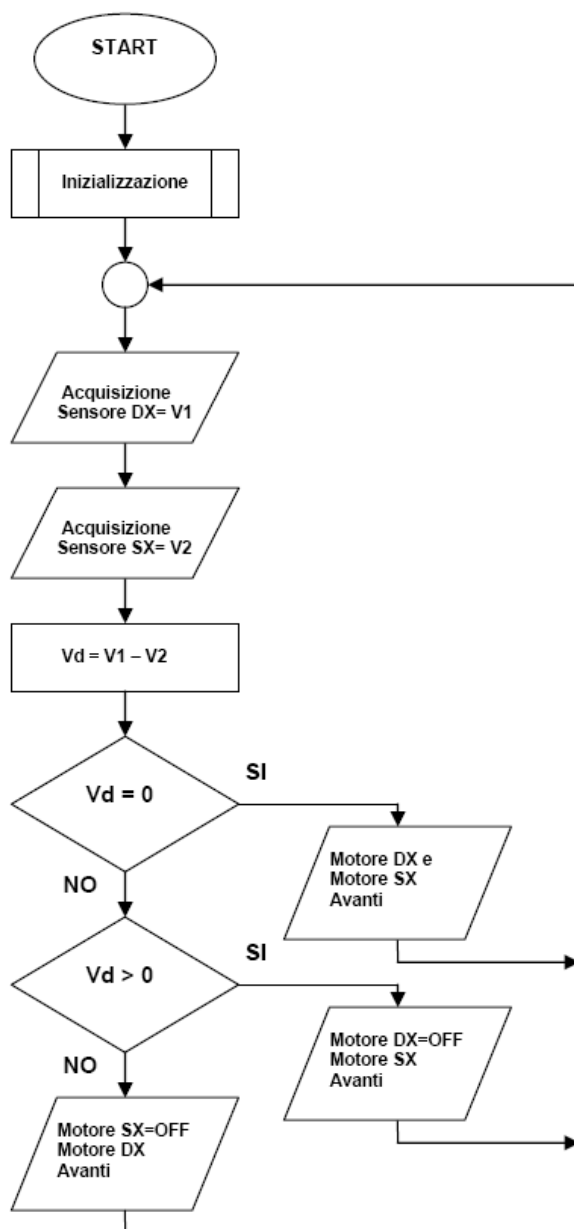


Fig. 3 – Diagramma di flusso del programma per il robot inseguitore di luce

Per completezza, si riporta nel sottoparagrafo 4.2.1 il progetto completo di schemi elettrici e *firmware* utilizzato, così il lettore che non fosse interessato a tale approfondimento può proseguire al paragrafo successivo.

4.2.1 Approfondimento tecnico sullo sviluppo del progetto

Riportiamo con maggiore dettaglio l'esempio descritto nel paragrafo 4.2. Da un punto di vista Hardware, il progetto può essere organizzato mediante una scheda madre e schede di interfaccia di potenza, per l'azionamento dei motori. Come controllore è stato scelto il PIC 16F876A della Microchip™, che dispone di un convertitore Analogico Digitale multiplexabile su 5 ingressi, indispensabile per il progetto, oltre che di periferiche che possono essere utilizzate in eventuali ampliamenti dell'automazione. A titolo di esempio, si può suggerire il controllo di velocità dei motori mediante tecnica PWM (*Pulse width modulation*), realizzabile impiegando il modulo CCP (Capture, compare PWM) interno. Come sensori di luminosità, è sufficiente impiegare delle fotoresistenze, il cui condizionamento non necessita di schede separate.

Come si vede dallo schema in figura 4, sulla scheda è montato ovviamente anche il quarzo, per generare il clock di sistema, e la consueta rete per reset all'accensione che pilota il piedino Master Clear. Si nota come è possibile condizionare le due *fotoresistenze* in maniera molto semplice attraverso un partitore di tensione.

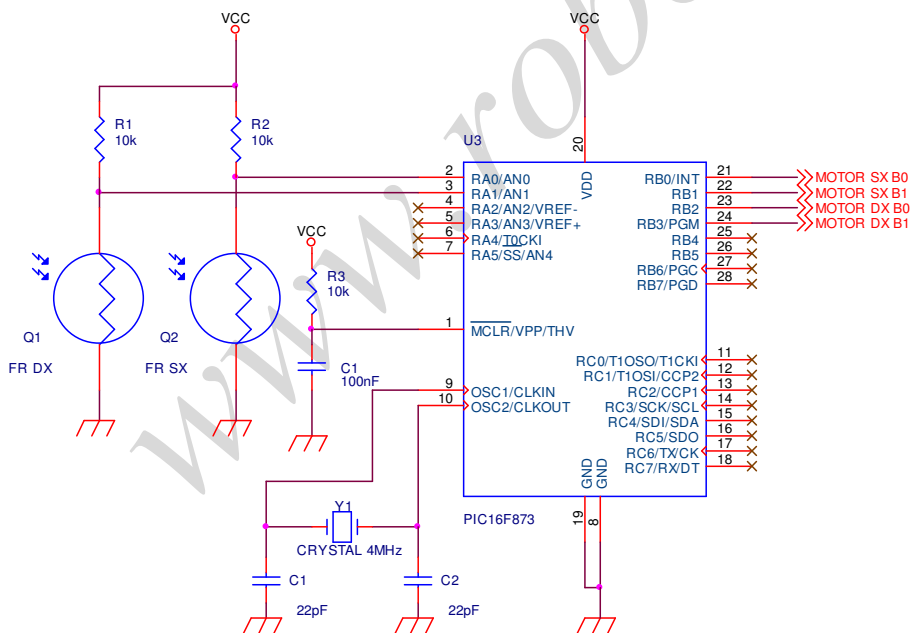


Fig. 4 – Scheda madre per il robot inseguitore di luce

Non c'è necessità di adattare l'impedenza di ingresso, in quanto gli ingressi del microcontrollore sono in tecnologia CMOS [Millman e Grabel 1987] e quindi, ad assorbimento di corrente praticamente nullo.

I due dati relativi alla luminosità vengono letti sui pin RA0 ed RA1 che fanno capo ai canali analogici interni AN0 ed AN1. Infine, per pilotare i motori si è scelto di utilizzare i primi 4 bit del PORTB con la funzione espressa in figura 4. Per quanto riguarda invece il pilotaggio dei motori si è fatto ricorso allo schema in figura 5. Si tratta di una rete ad H, realizzata a MOSFET pilotati da due porte NOT CMOS della famiglia 4000. Ancora una volta, si è scelta la tecnologia MOS in virtù del trascurabile assorbimento in corrente e per la semplicità di pilotaggio. In questo modo l'interfaccia è perfetta per le caratteristiche di uscita del microcontrollore.

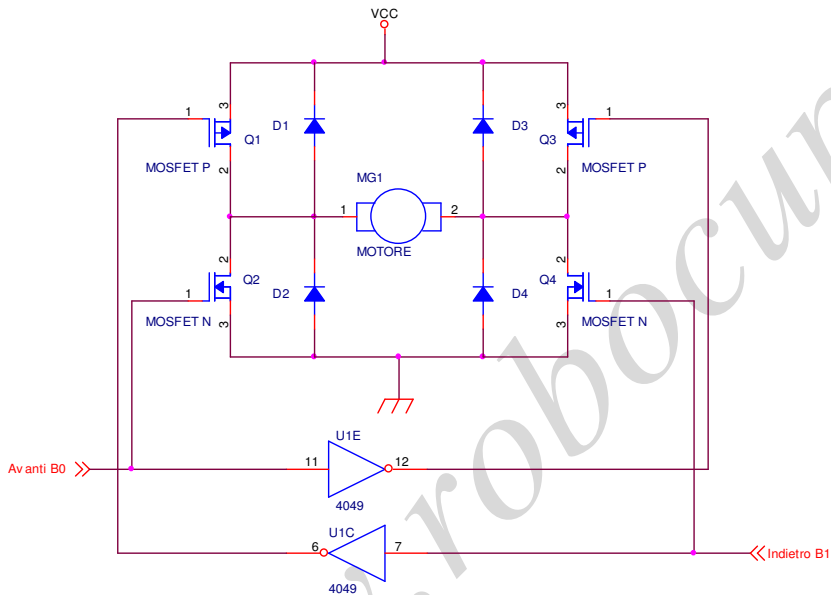


Fig. 4 – Scheda interfaccia di potenza per controllo motori

Veniamo ora all'aspetto relativo al software. Il diagramma di flusso di riferimento è rappresentato in figura 3, e può essere tradotto nel linguaggio assembly del dispositivo in questione. Nella tabella 2, riportiamo il listato commentato.

Si presti attenzione a due aspetti importanti del programma che non possono essere colti dal diagramma di flusso generale (Fig.3).

Il primo, è la selezione del canale analogico. Essendo presente a bordo un solo convertitore AD, la conversione deve essere fatta in momenti successivi, assegnando prima all'ingresso RA0 (canale 0) e poi all'ingresso RA1 (canale1) l'uso del convertitore.

Il tempo di conversione (T_S) non deve preoccupare, in quanto avendo impostato la frequenza di lavoro del convertitore ad 1/32 del clock, ovvero 125KHz, si ha:

$$T_S = 12 \cdot T_{AD} = \frac{12}{125 \cdot 10^3} = 96 \mu s$$

Questo valore, ovviamente, garantisce l'elevato numero di conversioni che assicurano una buona automazione, ma rispetta anche le richieste dei fogli tecnici, per le quali serve un tempo di mantenimento del dato sul pin per almeno 20 μ s e un tempo di conversione non inferiore a 1,6 μ s.

L'altro aspetto da osservare è proprio l'acquisizione, si è scelto di operare mediante una subroutine con la tecnica del *polling* sul bit di fine conversione (EOC). Non è infatti necessario ricorrere alla gestione del convertitore mediante chiamata di interruzione.

	ORG 20H		;Sezione di assegnazione dei registri di uso generale nella RAM
	FR_DX	RES 1	;DICHIARAZIONE VARIABILE FOTORES DX
	ORG 00H		;Inizio programma nella memoria ROM
	BSF	STATUS,RP0	;seleziono il banco 1
	CLRF	TRISB	;PORTB uscite digitali (motori)
	MOVLW	0xFF	
	MOVWF	TRISA	;PORTA ingresso analogico (sensori)
	MOVLW	0x09	
	MOVWF	ADCON1	;Imposto i pin RA0,1,2,3,5 ingressi analogici, risultato salvato in ADRESH
	BCF	STATUS,RP0	;seleziono il BANCO 0
	MOVLW	0x81	;Attivo il convertitore AD e imposto la frequenza di lavoro FOSC/32
	MOVWF	ADCON0	
LUCE	BCF	ADCON0,5	
	BCF	ADCON0,4	
	BSF	ADCON0,3	;canale ANALOGICO 1 quindi FR_DX
	CALL	CONVERTI	;chiamo la subroutine di conversione AD
	MOVWF	FR_DX	;salvo il dato della FR DX
	BCF	ADCON0,5	
	BCF	ADCON0,4	
	BCF	ADCON0,3	;canale ANALOGICO 0 QUINDI FR_SX
	CALL	CONVERTI	;chiamo la subroutine di conversione AD
	SUBWF	FR_DX,W	;confronto FR DX e SX
	BTFSZ	STATUS,Z	;se sono uguali motori AVANTI
	GOTO	AVANTI_L	
	BTFSZ	STATUS,C	;controllo carry per andare o a SX o a DX
	GOTO	DESTRA_L	;girare a destra
	BSF	STATUS,C	;caricare il carry per prossimo confronto
	GOTO	SINISTRA_L	;girare a sinistra
AVANTI_L			
	MOVLW	0AH	
	MOVWF	PORTB	;SX avanti DX avanti 0000 1010
	GOTO	LUCE	
DESTRA_L			;Il Robot gira a DESTRA, attivo motore SINISTRO
	MOVLW	02H	
	MOVWF	PORTB	;Motore SX avanti, Motore DX fermo 0000 0010
	GOTO	LUCE	
SINISTRA_L			;Il Robot gira a SINISTRA, attivo motore DESTRO
	MOVLW	08H	;Motore DX avanti, Motore SX fermo 0000 0000
	MOVWF	PORTB	
	GOTO	LUCE	
CONVERTI			;SUBROUTINE DI CONVERSIONE AD Linea e Luce
	BSF	ADCON0,2	;Start Of Conversion = 1
CONV_1			
	BTFSZ	ADCON0,2	;polling per sul bit 2 del registro ACON0, attesa di fine conversione
	GOTO	CONV_1	
	MOVLW	0xF8	
	ANDWF	ADRESH,W	;mascheratura dei 3 bit meno significativi del dato convertito
	RETURN		
	END		

Tabella 2 – listato di programma scritto in linguaggio assembly del microcontrollore PIC 16F876A

4.3 Il futuro nella riforma

In vista dell'imminente riordino dei cicli di istruzione, appare doveroso fornire una prima esplorazione di inserimento delle attività descritte all'interno dei nuovi Istituti Tecnici. Non è possibile naturalmente effettuare un'analisi in dettaglio, tuttavia si può effettuare una valutazione preliminare, basandosi sui regolamenti in via di approvazione. Se si analizzano le confluenze degli indirizzi si noterà come la confluenza naturale dell'attuale "Elettronica e Telecomunicazioni" è quella del nuovo "Elettronica ed Elettrotecnica". Tuttavia, facendo riferimento a questa articolazione, è senz'altro possibile pensare ad un inserimento del progetto anche all'interno, ad esempio, dell'indirizzo "Informatica e Telecomunicazioni". Se si analizzano le competenze in uscita si trova:

- utilizzare linguaggi di programmazione, di diversi livelli, riferiti ad ambiti specifici di applicazione
- descrivere, analizzare e progettare sistemi automatici

Entrambe le competenze sono sviluppabili, come si è visto, in un progetto di robotica. Se poi si analizzano le discipline di riferimento, si può vedere come siano coinvolte le materie di indirizzo:

- Sistemi automatici
- Tecnologie e progettazione di sistemi elettrici ed elettronici
- Elettrotecnica ed elettronica

Riguardo le conoscenze relative alle competenze viste, si trova ad esempio:

- programmazione di sistemi a microcontrollore
- conoscenza di linguaggi evoluti ed a basso livello
- sensori ed attuatori

Il risultato è che ci si può ricondurre alla tabella 1 semplicemente adattando la mappatura, rispetto alle materie di riferimento.

5. Conclusioni

Nella trattazione è emerso come l'uso **didattico della robotica si colloca così in uno snodo cruciale tra innovazione, realtà territoriale e motivazioni giovanili**. Si è visto, infatti, come essa sia in grado di rispondere a due bisogni apparentemente distinti:

- rilancio ed innovazione tecnologica
- motivazione delle nuove generazioni

Si è visto come tutto questo sia in linea con gli obiettivi strategici dell'Unione Europea, in particolare all'interno del triangolo della conoscenza: istruzione, ricerca ed innovazione. Senza voler far divenire la robotica didattica una panacea, si può dire che i risultati sino ad ora raggiunti sono confortanti. Dal 2004 ad oggi l'autore ha sviluppato diversi progetti all'interno del proprio istituto di appartenenza [Rif 12], a tale proposito si ringrazia il tecnico di laboratorio Flavio Poletti per l'aiuto profuso e la professionalità dimostrata. Queste esperienze positive hanno prodotto gruppi di lavoro motivati ed interesse verso aspetti interdisciplinari complessi. Il processo di apprendimento e di elaborazione del sapere, infatti, passa attraverso situazioni complesse ed interdisciplinari, simili ai problemi reali [Vecchi G. 1998]. Il rischio era però che queste esperienze compiute in numerose scuole rimanessero in qualche modo, come spesso accade, belle ma isolate. Il contributo della **Rete di scuole per la Robocup Junior Italia** [Rif 13], è essenziale in quest'ottica, al fine di valorizzare

le esperienze maturate condividendole e divulgandole. Questo crea un ambiente di lavoro strutturato in cui ogni nuova esperienza poggia su una piattaforma di esperienze maturate, senza dover necessariamente ogni volta intraprendere cammini pionieristici. Ma il merito della rete è stato anche quello di introdurre un ulteriore elemento di cui non si è discusso nella trattazione: la competizione. **Inserire la robotica in un contesto di competizione**, come la Robocup Junior, crea senz'altro dinamismo ed aggiunge elementi di motivazione. Una competizione infatti prevede scadenze inderogabili e specifiche tecniche inflessibili, oltre a prevedere ovviamente il confronto con altri. Pertanto l'obiettivo della motivazione giovanile può essere considerato raggiunto, rimane da valutare l'obiettivo del rilancio ed innovazione tecnologica, cosa che richiede senz'altro più tempo, anche se alcuni risultati in termine di orientamento alle scienze e competenze con follow up occupazionale sono sicuramente misurabili.

Bibliografia e sitografia

[RIF 1] Bucci G. Architetture dei calcolatori elettronici, McGraw Hill, Milano 2001

[RIF 2] Gates B., La strada che porta al domani, Mondadori, 1997

[RIF 3] Gatti R., Saper sapere. La motivazione come obiettivo educativo, Carrocci, Urbino, 2002

[RIF 4] Millman J., Grabel A, Microelectronics, McGraw Hill editions, 1987

[RIF 5] Vecchi G. Aiutare ad apprendere, La nuova italia editrice, Firenze, 1998

[RIF 6] http://ec.europa.eu/education/pdf/doc66_it.pdf

[RIF 7] http://www.europarl.europa.eu/summits/lis1_it.htm

[RIF 8] <http://it.wikipedia.org/wiki/Assembly>

[RIF 9] <http://it.wikipedia.org/wiki/Microcontrollore>

[RIF 10] <http://it.wikipedia.org/wiki/Microprocessore>

[RIF 11] <http://www.lavorovco.it/mpf/mestieri.php>

[RIF 12] <http://www.marconi-galletti.it/robotica/>

[RIF 13] <http://www.robocupjr.it/>