

Il linguaggio Ladder e le sue applicazioni industriali

In questo articolo si cercherà di tracciare le linee guida per un primo contatto con il Ladder, il diffuso linguaggio per la programmazione dei Plc, offerto nel pacchetto software LadderWorks. Nella seconda parte dell'articolo saranno fornite le istruzioni pratiche per utilizzare il pacchetto LadderWork con il controllore industriale della Grifo.

La vita è sempre maggiormente governata dall'elettronica. Dispositivi di automazione elettronici trovano sempre più larga applicazione sia nei grossi impianti che nei comuni elettrodomestici. L'elemento comune che caratterizza questi sistemi è la presenza di un dispositivo denominato microprocessore. I microprocessori sono componenti elettronici relativamente complessi che solo persone con un certo grado di conoscenza sono in grado di programmare.

Per fare questo si ricorre all'utilizzo di linguaggi di programmazione come ad esempio il Basic, il C e il Forth. Questi linguaggi di programmazione non sono però alla portata di tutti e richiedono un certo livello di conoscenza in ambito informatico. Nel mercato sono stati introdotti da diversi anni alcuni dispositivi denominati Plc (Programmable Logic Controller). L'obiettivo di questi dispositivi era quello di mascherare la complessità di programmazione dei microprocessori attraverso una interfaccia utente più intuitiva per gli operatori che installavano questi sistemi. A tale proposito, sempre più prepotentemente si sta diffondendo uno standard di linguaggio per questi dispositivi Plc denominato linguaggio Ladder, nato alla fine degli anni '60. L'obiettivo era quello di creare un linguaggio simbolico visuale molto simile a quelle che erano le convenzioni simboliche degli impianti elettrici. Queste simbologie sono state poi modificate nel corso del tempo per ovviare a problemi di interpretazione logica. Per fare un esempio, il simbolo della lampadina, che voleva rappresentare un'uscita fisica, è stato sostituito con un simbolo costituito da due semicerchi verticali. Questo nuovo simbolo ha però introdotto il concetto di uscita logica. In pratica quel particolare oggetto non è più legato ad una uscita reale ma ad una uscita logica in genere che potrà essere legata a sua volta ad ingressi logici per permettere collega-



menti di tipo Feed-Back. Nello stesso modo anche il simbolo dell'interruttore che stava a significare un ingresso fisico, è stato sostituito con un simbolo più generico, caratterizzato da due barre verticali. Tale simbolo non rappresenta più a questo punto un reale nodo di collegamento elettrico del Plc con il mondo esterno, ma un punto di ingresso da poter relazionare con qualsiasi altro punto del circuito. Il punto successivo è stato quello di aggiungere al linguaggio tutta quella serie di elementi che erano già presenti sotto forma di dispositivi elettromeccanici nel mondo reale. Sono stati così introdotti simboli che avevano le funzionalità di linee di ritardo, temporizzatori, contatori e blocchi funzionali sempre più complessi.

La potenza del sistema stava nel fatto che tutto quello che si stava creando non richiedeva reali modifiche al cablaggio del sistema: la funzionalità poteva essere modificata in brevi istanti solamente spostando un collegamento sullo schermo di un computer. Va da sé che questo ha riscosso, nel mondo dell'automazione, un grande successo. Stabilito una volta sola il cablaggio con il

Salvatore Damino
Gianluca Furlo

mondo esterno, il moderno Plc così creato poteva cambiare la configurazione dei collegamenti di ingresso e uscita senza muovere un solo filo. Il linguaggio Ladder permette a chiunque di avvicinarsi al mondo dei Plc attraverso una metodica di programmazione che è molto più vicina alla logica naturale dell'uomo. Per programmare in linguaggio Ladder non è necessaria nessuna conoscenza informatica: bisogna solo avere chiaro il funzionamento di un interruttore, di una lampadina o di un relè.

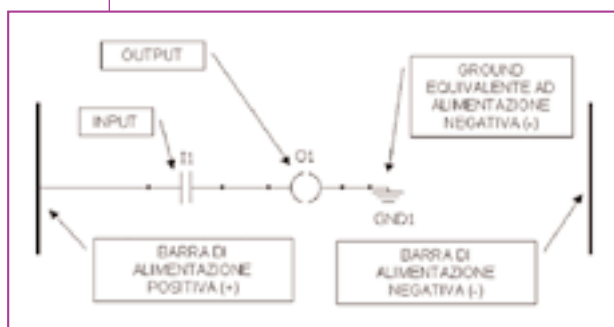


Figura 1 - Gli elementi fondamentali del linguaggio Ladder

Il Software LadderWork

Il software LadderWork, prodotto dalla MicroShadow Research di La Spezia, permette di scrivere applicazioni utilizzando la notazione ladder (più comunemente denominata logica a contatti) e generare codice per il microprocessore 8051. Tutta la sessione di sviluppo di una applicazione, dall'introduzione dello schema fino alla compilazione, viene eseguita comodamente all'interno di un unico ambiente integrato (Ide).

La caratteristica peculiare di LadderWork è quella di generare direttamente codice macchina per il processore 8051 senza dover passare prima da linguaggio intermedio come ad esempio il 'C'. Questa caratteristica fa sì che il codice generato da LadderWork sia sempre estremamente ottimizzato sia in dimensione che in velocità di esecuzione. In questo modo, attraverso LadderWork, è possibile utilizzare controllori industriali di a basso costo ottenendo prestazioni comparabili a Plc di fascia alta. LadderWork presenta la caratteristica di utilizzare al massimo le risorse dei microprocessori con la possibilità di lavorare con architetture realmente minime. La MicroShadow Research e la Grifo da molti anni lavorano in stretta collaborazione per poter offrire ai propri clienti una vasta gamma di soluzioni per coprire i problemi relativi all'automazione industriale. In particolare, il controllore industriale Gpc553 con estensione Zbx168, abbinato all'utilizzo di LadderWork, è risultato essere un prodotto particolarmente versatile per risolvere una vasta gamma di problematiche.

GLI ELEMENTI DEL LINGUAGGIO LADDER

Il linguaggio Ladder è indiscutibilmente il linguaggio principe per la risoluzione delle problematiche relative all'automazione industriale. Una delle caratteristiche fondamentali di questo linguaggio è la sua veste esclusivamente grafica. Infatti il linguaggio Ladder, a differenza di altri linguaggi come il "C" oppure il Basic che richiedono la battitura di un file sorgente in formato testo, basa il colloquio con l'utente sul disegno di uno schema elettrico. Questo fa subito capire che il linguaggio Ladder ha come caratteristica saliente la semplicità.

L'utente non deve in alcun modo preoccuparsi dell'architettura interna del controllore su cui sta lavorando, ma deve solamente pensare al suo progetto come ad uno schema elettrico. Tutta la logica di funzionamento di un particolare controllo viene descritta mediante l'utilizzo di primitive elementari come i contatti ed i relè, il software provvederà alla conversione dello schema elettrico in codice comprensibile dal controllore.

Barre di alimentazione

Nello standard Ladder due particolari elementi sono sempre presenti sul nostro foglio di lavoro: la barra di alimentazione positiva e la barra di alimentazione negativa. Questi due oggetti sono presenti rispettivamente sulla sinistra (+) e sulla destra (-) del nostro progetto. Come se si stesse lavorando effettivamente con componenti elettromeccanici reali, queste due barre forniscono l'alimentazione per il circuito in questione. In alternativa, per non dover collegare gli elementi sino alla barra di alimentazione negativa è possibile utilizzare il simbolo di Ground (Gnd) direttamente in uscita ad un particolare componente.

Ingressi ed uscite nel linguaggio Ladder

I due elementi sicuramente comuni a tutti gli ambienti di programmazione Ladder sono sicuramente i blocchi di ingresso (Input) ed i blocchi di uscita (Output). La notazione standard per questi due simboli può sembrare un po' strana (in particolare il blocco di ingresso ha lo stesso simbolo del condensatore degli schemi elettronici) ma è pur sempre uno standard riconosciuto a livello mondiale. I blocchi di Input e Output possono rappresentare un elemento logico (Variabile) per il passaggio di segnali all'interno della rete oppure un ingresso od uscita fisica sulla morsettiera del Plc. Infatti il software riconosce tutta una serie di identificatori (In1, In2, ... Out1, Out2 etc) che, quando applicati ad un particolare blocco di Input/Output, permettono di pilotare una

particolare risorsa Hardware del controllore. Se per esempio si sistema sul foglio di lavoro un blocco di Input e lo si configura con identificatore In1, si dice al sistema che il segnale proveniente dal morsetto omonimo andrà a pilotare quel particolare interruttore. Nello stesso modo se sul foglio di lavoro si mette un blocco di Output e lo configura in associazione al morsetto Out5 ogni segnale in ingresso al piedino di questo componente andrà fisicamente a pilotare il relè associato a quel particolare morsetto. In generale i blocchi di Input trasferiscono il segnale applicato sul piedino di sinistra verso il piedino di destra solamente quando il segnale associato è attivo. Per esempio, nello schema di Figura 1, il piedino sinistro del blocco di Output viene alimentato, attivandone la relativa uscita, quando il segnale I1, associato al blocco di Input, diventa attivo. Il trasferimento dei segnali da sinistra verso destra permette di realizzare gli stessi collegamenti tipici degli impianti elettrici. Se per esempio si vuole attivare una particolare uscita solamente quando due segnali sono entrambi attivi si può effettuare lo stesso collegamento che si farebbe in un normale circuito elettrico, mettendo in serie i due interruttori.

Bobine e contatti

Come negli impianti elettrici, anche nel linguaggio Ladder esiste il relè (denominato anche Coil). Proprio come nei relè elettromeccanici è possibile utilizzare i contatti del relè stesso per attivare altre sezioni del circuito. La caratteristica fondamentale di questi componenti è la completa libertà di associare per ogni bobina un numero indeterminato di contatti (No/Nc). L'associazione tra la bobina ed il contatto avviene semplicemente configurando entrambi gli oggetti con lo stesso Reference. Nel circuito sottostante viene mostrato un esempio di utilizzo dei relè. Nello schema, attivando contemporaneamente gli ingressi In3 e In4, viene eccitata la bobina del relè RL1 il quale provoca la chiusura dei contatti associati e conseguentemente l'accensione delle uscite Out6 e Out7.

Temporizzatori (delay)

I temporizzatori, in generale, sono componenti che permettono di ritardare in uscita, o comunque di modificare, il segnale applicato in ingresso. Esistono molti tipi di temporizzatori e LadderWork ne mette a disposizione una gamma molto assortita. Il temporizzatore più elementare è denominato Delay. Questo componente ha essenzialmente due modalità di funzionamento chiamate Hold e Delay. Nella modalità Delay il segnale applicato in ingresso viene ripresentato in uscita dopo che il tempo programmato è trascorso. Nella

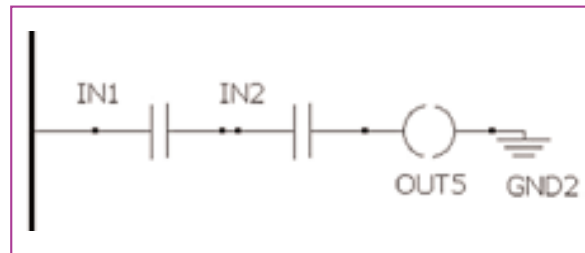


Figura 2
Interruttori in serie

modalità Delay il componente attiva la sua uscita immediatamente dopo la comparsa di un segnale in ingresso e mantiene questo stato per tutta la durata del tempo programmato. Per fare un esempio pratico, utilizzando la modalità Delay di questo componente è possibile realizzare con tre soli blocchi la funzionalità di Luce Scale, ovvero quel semplice meccanismo, normalmente realizzato con componenti elettromeccanici, che permette di tenere accese le luci delle scale per un certo numero di secondi dopo la pressione di

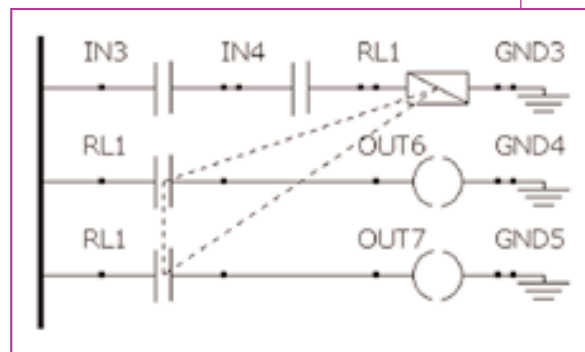


Figura 3 - Utilizzo di bobine e contatti

un pulsante. Riferendosi allo schema, il pulsante di accensione collegato a In9 avvia la temporizzazione del blocco DL1 il quale attiva la propria uscita, e quindi anche il blocco Out3, per un tempo programmato. Se per esempio si desidera tenere accesa la luce per 30 secondi il componente Delay deve essere configurato come da figura.

Contatori

Questi componenti permettono di contare gli impulsi che vengono applicati al proprio ingresso. I contatori vengono utilizzati normalmente per produrre determinati effetti al raggiungimento di un particolare valore di conteggio. Per fare un piccolo esempio possiamo immaginare di realizzare un semplice

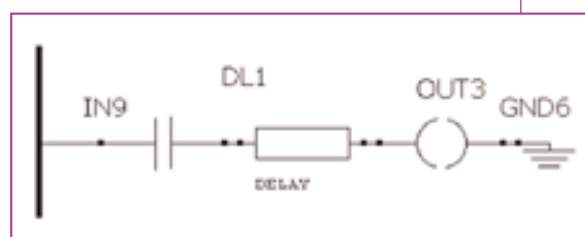


Figura 4 - Circuito per luci scale



Figura 5 - Configurazione del componente Delay per il circuito luci scale

circuito per una chiave elettronica in cui, attraverso tre pulsanti, bisogna impostare una combinazione segreta che comanderà l'apertura di una porta. Il software LadderWork mette a disposizione una vasta gamma di questi dispositivi di conteggio ma in questo particolare esempio andremo ad utilizzare il più semplice.

Il contatore più elementare è denominato Counter ed è caratterizzato dalla possibilità di contare sia in avanti che indietro con valori di conteggio massimo pari a 65535 impulsi. Questo contatore dispone di tre ingressi: E , Ck , R e di due

uscite Out e Th. Il conteggio, che si ottiene mediante impulsi sul segnale Ck, è abilitato quando il segnale E (Enable) è posto a livello attivo (+). Il segnale Out riporta il valore attuale del conteggio mentre l'uscita Th viene posta a livello attivo quando il contatore raggiunge il massimo valore impostato. Dopo il raggiungimento del valore impostato, al successivo impulso di clock, il contatore si posiziona nuovamente sul valore iniziale (Ring Counter). Il funzionamento del circuito è semplice. La presenza del segnale associato all'ingresso I1 permette di azzerare i due contatori Cnt1 e Cnt2. Attivando per cinque volte l'ingresso I2 si porta il segnale Th di Cnt1 a livello attivo il quale attraverso Rl1 abilita il secondo contatore Cnt2. A questo punto sei successivi impulsi di clock mediante attivazione dell'ingresso I3 attiveranno l'uscita O1. Il circuito viene azzerato mediante pressione di I1.

Generatori di impulsi (clock)

I generatori di impulsi servono per fornire le temporizzazioni necessarie alla logica di controllo. Prenderemo in considerazione il componente denominato clock che è anche il più semplice da utilizzare. Questo componente dispone di un solo piedino di uscita il quale fornisce un treno di impulsi (onda quadra) con frequenza programmabile da 0,5 Hz a 10 Hz. Per fare un esempio pratico di utilizzo di questo componente sarà considerato un circuito molto elementare che permette di far lampeggiare una delle uscite del Plc alla frequenza di 2 Hz quando un particolare ingresso diventa attivo. Come si può osservare dallo schema il tutto si risolve con tre soli componenti. Il segnale proveniente dal generatore di clock viene posto in uscita mediante il blocco O2 solamente quando l'interruttore In1 è chiuso (ovvero il segnale presente sul

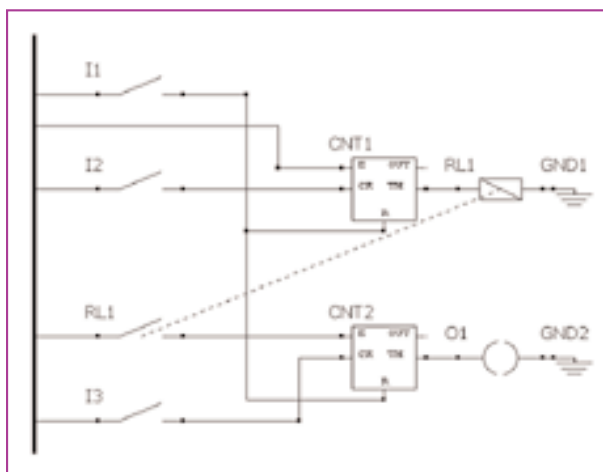


Figura 6 - Chiave elettronica per porte

morsetto è attivo). E qui a seguito viene riportata la configurazione del componente Clk1 che deve essere eseguita mediante doppio click sul componente stesso.

Circuiti anti-rimbalzo (debounce)

I segnali provenienti da contatti meccanici come pulsanti ed interruttori producono un segnale instabile che può dare origine ad impulsi spuri se collegati a dispositivi di conteggio come il componente Counter analizzato in precedenza. Per ovviare a questo inconveniente LadderWork mette a disposizione un particolare componente denominato Debounce che serve per l'appunto ad eliminare il rumore generato dal rimbalzo dei contatti elettrici. Questo componente esegue una sorta di integrazione del segnale di ingresso e produce un segnale in uscita che si avvicina molto a quello riprodotto da un circuito Rc. In questo modo il segnale di uscita del componente sarà effettivamente posto in una condizione attiva solo quando

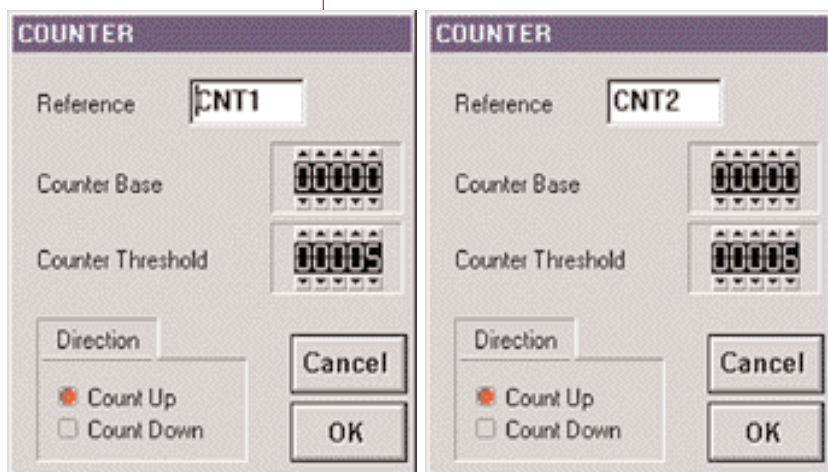


Figura 7 - Configurazione dei contatori Cnt1 e Cnt2 per la chiave elettronica

al suo ingresso persiste un segnale per più di un certo periodo. Il tempo di integrazione del filtro è regolabile da un minimo di 100 ms fino a svariati secondi. Allungando il tempo di integrazione può essere utile per produrre effetti particolari come per esempio attivare una sezione del circuito solo se un particolare segnale persiste per un più di un certo periodo. La modifica delle proprietà del componente Debounce è accessibile sempre con un doppio click sul componente stesso oppure attraverso il tasto destro del

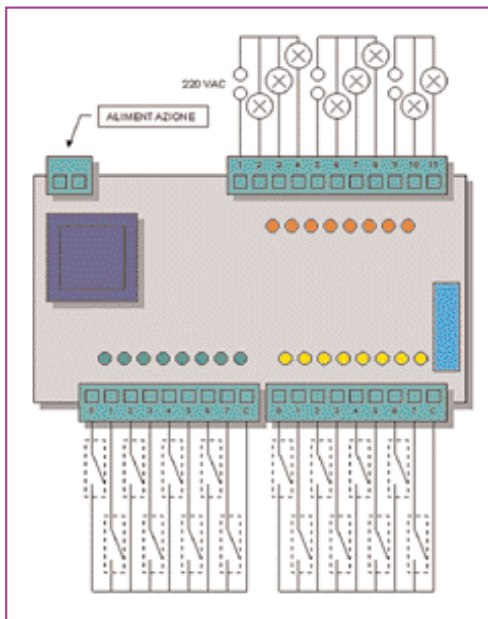


Figura 9 - Uscita lampeggiante alla frequenza di 2 Hz

mouse sempre premuto sull'area di ingombro del componente attivando la voce di menu *Property*. Il tempo di integrazione del filtro Debounce è inteso in millisecondi. Per segnali provenienti da interruttori e pulsanti si consiglia un valori di 100 ms.

IL LADDERWORK CON IL PLC GPC 553 + ZBR168

Senza entrare troppo nel dettaglio indicheremo a grandi linee i passi fondamentali per utilizzare il software con la scheda Grifo Gpc 553. Dato che la trattazione del software è molto complessa lasciamo all'utente uno studio più approfondito di questo sistema di sviluppo mediante consultazione del manuale utente fornito con il pacchetto LadderWork. Questa breve trattazione fa riferimento alla versione di LadderWork 1.21.B per cui eventuali differenze devono essere analizzate nelle note della versione in vostro possesso. La scheda di estensione Zbr168 dispone di 16 ingressi opto-isolati e di 8

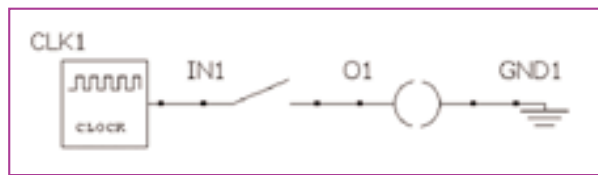


Figura 8 - Uscita lampeggiante alla frequenza di 2 Hz

uscite a relè. Gli ingressi sono divisi in due gruppi da 8 ed ognuno di questi due gruppi dispone di un morsetto comune identificabile con la lettera "C". Un particolare ingresso del Plc viene semplicemente attivato cortocircuitando il rispettivo morsetto verso il segnale comune. In questo modo il Plc può essere direttamente collegato ad interruttori e contatti di uscita di un relè. In uscita la scheda Zbr168 dispone di un connettore a 11 poli che riporta i contatti normalmente aperti degli 8 relè della scheda. Le uscite sono raggruppate in 3 gruppi i quali prevedono un terminale comune per tutti i relè di quella sezione. In Figura 12 i dettagli sul collegamento della scheda Zbr168.

Installazione del software LadderWork

LadderWork viene fornito su Cd-Rom oppure mediante file eseguibile auto-scompattante scaricabile direttamente dal sito. È possibile installare il software LadderWork prelevando la versione Demo dalla rete all'indirizzo www.microshadow.com/lwfolder/v121b.exe.

Collegamento della scheda Gpc 553 al Pc

La scheda Gpc 553 viene fornita con apposito cavetto di connessione il quale deve essere collegato al connettore DB9 del canale seriale RS232C del Pc. Dopo la connessione è possibile alimentare la scheda.

Lancio del programma demo

L'installazione di LadderWork aggiunge automaticamente una voce nella barra dei programmi accessibile mediante il comando Start di Windows. Una volta lanciato il programma aprire un file di progetto mediante il menu file (comando open). Prima di compilare il progetto assicurarsi che il canale seriale Com1/Com2 dove la scheda Gpc 553 è collegata corrisponda con il canale seriale configurato nel menù *Options->Port* dell'ambiente LadderWork. Il progetto viene compilato e caricato all'interno del controllore semplicemente alla pressione del tasto F10 (Compile + Download + Run).

Figura 10 - Contatore con ingresso provvisto di circuito di Debounce

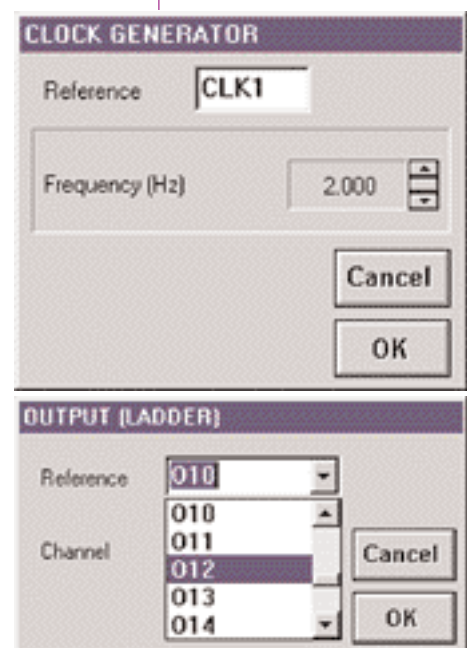


Figura 11 - Impostazione del tempo di integrazione del componente Debounce

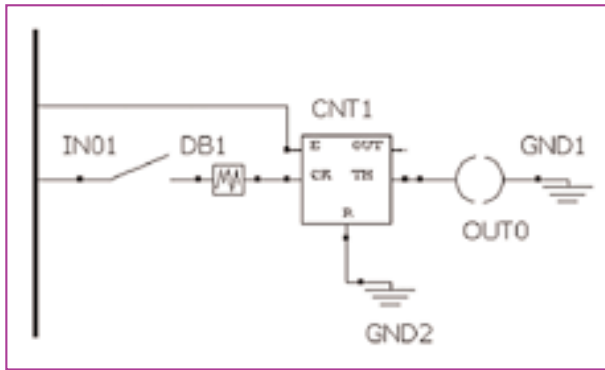


Figura 12 - Collegamento dell'estensione Zbr168

Creazione di un nuovo progetto

Per creare un nuovo progetto seguire i seguenti passi: dal software LadderWork accedere alla voce New del menù File creando così un nuovo foglio di lavoro; selezionare Gpc553 nella lista di selezione del dispositivo Target (Plb); piazzare almeno un componente sul foglio di lavoro; aprire la Dialog di configurazione attraverso la voce Compiler del menu Options oppure premere Ctrl+F5; premere il pulsante Import e selezionare la voce denominata *Gpc553+Zbx 168 Ext Ram*; premere Ok sulla lista di selezione e sulla Dialog di configurazione; terminare il progetto e salvare il tutto. Il progetto potrà essere compilato e caricato sul controllore semplicemente premendo F10.

Configurazione degli ingressi e delle uscite

I blocchi di ingresso ed uscita (componenti Input e Output) devono essere appropriatamente configurati per poter ricevere/fornire il segnale da e verso il morsetto di competenza. Questo deve essere fatto mediante accesso alla Dialog delle proprietà del componente che viene aperta mediante doppio click sul componente stesso.

Eseguendo un doppio click sul componente Output apparirà per esempio la seguente dialog. Come si può osservare, per i componenti di ingresso/uscita esiste un particolare campo denominato Reference. Attraverso questo identificatore è possibile associare un elemento logico all'interno dello schema con un morsetto fisico sul Plc. Per attivare questa associazione è sufficiente aprire la lista a tendina sulla destra del cam-

po di Reference e selezionare una delle risorse Hardware che il controllore mette a disposizione. Normalmente per questo tipo di risorse viene utilizzata la lettera "I" (Input) seguita da un numero per identificare un particolare ingresso mentre per le uscite viene utilizzata la lettera "O" (Output). LadderWork gestisce tutte le risorse hardware della scheda Gpc553 + Zbx168 le quali vengono identificate come da tabella. Il software LadderWork è disponibile in tre versioni denominate Basic, Standard, Advanced. Le versioni si differenziano per il numero di componenti disponibili in libreria. Partendo dalla versione Basic, che dispone del solo set di componenti relativi alla logica a contatti, si arriva alla versione Advanced che dispone di funzioni avanzate come la possibilità di trattare segnali analogici e di creare funzioni personalizzate in linguaggio

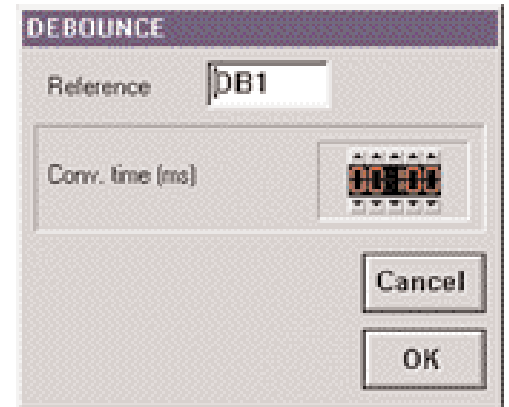


Figura 13 - Configurazione di ingressi ed uscite mediante l'accesso alla Dialog delle proprietà

assembler. Nella versione Advanced vengono inclusi i seguenti componenti: dispositivi generici di ingresso/uscita, relays, flip flops, porte and/or/not, filtri per l'eliminazione dei rumori sugli switch (Debounce), generatori di clock, contatori, linee di ritardo, comparatori, code Fifo e Lifo, funzioni programmabili (in linguaggio Assembler), A/D e D/A. È possibile acquistare la versione Base ed estendere poi le funzionalità pagando semplicemente la differenza.

Per il software LadderWork sono in previsione nuove versioni che saranno caratterizzate dalla compatibilità con lo standard Iec/Cei 1131-3 nonché molte altre interessanti caratteristiche.

Il software LadderWork è disponibile per le piattaforme Windows95, Windows98, Windows Me e Windows NT 4. Sono richiesti almeno 32 MB di Ram, 20 MB di spazio su disco e un processore Pentium 166 Mhz.

S. Damino, G. Furlo - Progettisti Grifo Srl

Risorse hardware Gpc553 + Zbx168

Nome risorsa board Gpc553/Zbx168	Categoria	Nome risorsa software LadderWork
In00 - in15	Ingressi digitali	In00 - in15 (zbx168)
Out0 - out7	Uscite digitali	Out0 - out7 (zbx168)
Dsw1 1,2,3,4,8	Ingressi digitali	Dsw1-dsw4, dsw8
P4.0-p4.7	Porte bidirez. del microproc. 80C552	P40 - p47
P1.0-p1.7	Porte bidirez. del microproc. 80C552	P10 - p17