



I.T.I. "Modesto PANETTI" – B A R I

Via Re David, 186 - 70125 BARI

☎ 080-542.54.12 - Fax 080-542.64.32

Intranet <http://10.0.0.222> - Internet <http://www.itispanetti.it> - email : BATF05000C@istruzione.it

Classe 5^a sez. B spec. Elettronica e Telecomunicazioni a.s. 2005/2006

Alunni: Diliso Damiano; Fasano Vito; Franco Marco; Lopez Vito Alessandro;
Misceo Andrea; Racanelli Giosafatte.

Giugno 2006

Docente: Prof. Ettore Panella

SISTEMI DI CONTROLLO CON PLC SIEMENS 222

Controllo del livello di un liquido, della temperatura e della luminosità.

Introduzione

Il controllore a logica programmabile (PLC:Programmable Logic Controller) è una apparecchiatura elettronica costituzionalmente molto simile a un calcolatore, ma realizzata con delle particolarità specifiche, soprattutto per quanto riguarda il linguaggio di programmazione e l'interfacciamento con i dispositivi esterni.

Questa nuova categoria di apparecchiature, apparsa per la prima volta sul mercato, attorno agli anni '70, è stata sempre più raffinata ed è oggi in continua e rapida evoluzione. Avvalendosi delle più moderne tecnologie elettroniche, i controllori a logica programmabile hanno raggiunto elevata affidabilità nelle applicazioni industriali, dove esistono condizioni ambientali molto severe causate da disturbi elettrici, alte temperature, shock meccanici e sostanze inquinanti.

Il controllore a logica programmabile sta assumendo il ruolo di componente fondamentale per la realizzazione della fabbrica automatica. Non esiste infatti settore di produzione, trasformazione o controllo nel quale non si trovino esempi di applicazioni del controllore a logica programmabile.

I controllori delle ultime generazioni hanno perso le caratteristiche originali di semplici sequenziatori per assumere sempre più quelle di veri calcolatori di processo, dotati di possibilità di comunicazione con altri computers e di sofisticate interfacce con l'utente

Funzionamento del PLC

In fig. 1 si riporta uno schema a blocchi applicativo di un sistema PLC.

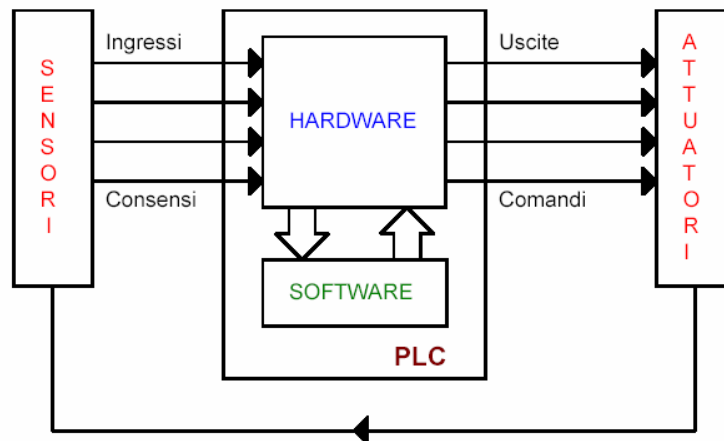


Fig. 1

Il funzionamento di un PLC può essere riassunto brevemente nel seguente modo: il microprocessore contenuto nel PLC controlla i segnali elettrici (input) provenienti da sensori e trasduttori facenti parte dal sistema da controllare; quando avvengono variazioni dei segnali di input, questi sono elaborati dal microprocessore che, seguendo le istruzioni contenute in un programma (programma utente) memorizzato precedentemente, invia comandi verso gli attuatori del sistema da controllare (output).

In questo modo si ha un controllo costante e completo di tutti gli elementi di input e output del sistema in modo da gestire efficacemente le varie fasi di processo.

In fig. 2 si mostra il diagramma a blocchi di scansione del ciclo operativo del PLC.

Il sistema legge lo stato degli ingressi elabora tali segnali e attiva le uscite. Il ciclo si ripete. Si osservi che in alcune applicazioni si richiede un veloce aggiornamento della lettura degli input e della scrittura degli output. In tali circostanze è fondamentale la scelta del tipo di PLC e l'ottimizzazione del software di gestione.



Fig. 2

La struttura interna di un PLC è complessa ed è assimilabile a quella di un computer con la notevole differenza di una facile comunicazione con sensori, trasduttori e attuatori del mondo esterno.

In fig. 3 si riporta uno schema a blocchi più dettagliato del PLC.

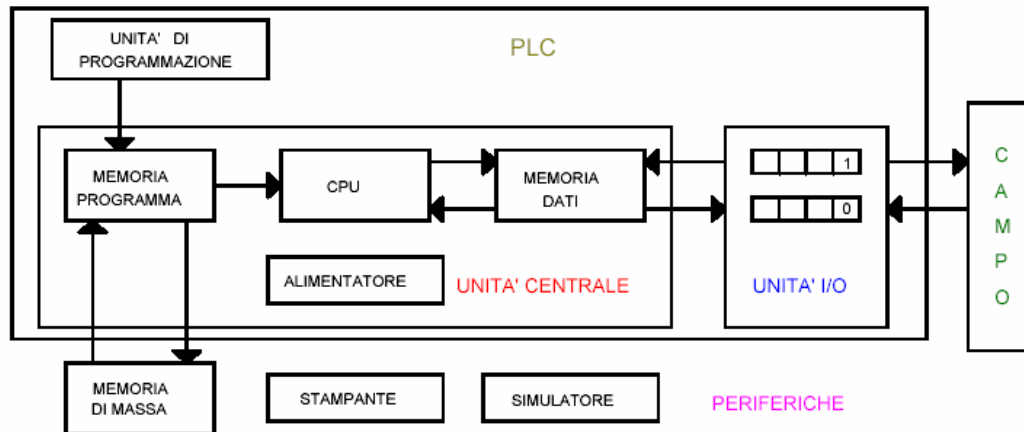


Fig. 3

Norme di riferimento

Parecchie norme si occupano dei controlli programmabili, di cui alcune di recente costituzione; si citano, in questo contesto solo quelle relative alle definizioni dei componenti hardware e software, alla installazione ed alle funzioni di sicurezza.

- CEI 3-35. Riguarda la preparazione dei diagrammi funzionali per sistemi di comando e controllo.
- CEI 44-5. Si occupa della sicurezza del macchinario.
- CEI 65-23. Si occupa delle informazioni generali circa i PLC.
- CEI 65-39. Descrive le prove tecniche e meccaniche.
- CEI 65-40. Riguarda i diversi linguaggi di programmazione dei PLC.
- CEI 110-13. Si riferisce alla compatibilità elettromagnetica (norma generica sull'emissione).
- CEI 110-25. Riguarda la compatibilità elettromagnetica (norma tecnica sull'immunità).

Le norme CEI 65-23 riguardanti le informazioni generali circa i PLC danno la seguente definizione:

Il controllore a logica programmabile o controllore programmabile, è un sistema elettronico a funzionamento digitale, destinato all'uso in ambito industriale. Sia il CP sia le periferiche associate sono stati progettati in modo da poter essere facilmente integrati in un sistema di controllo industriale e utilizzati in tutte le funzioni previste.

Differenza tra logica cablata e programmabile

Prima dell'avvento dei PLC, i sistemi di controllo dei processi industriali erano risolti utilizzando circuiti in logica elettromeccanica ed elettronica WLC (Wired Logic Control); i

sistemi si presentavano scarsamente flessibili in quanto qualsiasi modifica della sequenza logica richiedeva modifiche del cablaggio, cioè della parte "fisica" (hardware) degli elementi facenti parte degli automatismi.

Con l'avvento dei PLC la struttura ha acquistato una enorme flessibilità, in quanto gran parte delle eventuali variazioni richieste dal progetto sono ricondotte a semplici variazioni nella programmazione (software) del PLC.

Ricordiamo che per:

1) **hardware** s'intendono componenti elettrici, elettronici ed elettromeccanici cioè la parte tangibile della apparecchiatura;

2) **software** s'intende tutto quello che non è tangibile, cioè il programma di istruzioni registrato su memoria.

Principali caratteristiche del PLC

Il PLC è attualmente un'apparecchiatura tra le più utilizzate nell'ambiente industriale, ove occorrono controlli elettronici dei tipi più disparati quali, ad esempio:

- macchine utensili ed operatrici automatiche;
- macchine da stampa;
- macchine per la lavorazione del legno;
- impianti di dosaggio e miscelazione,
- controlli di processo nell'industria chimica, siderurgica, metallurgica;
- impianti di trattamento delle acque;
- sistemi d'immagazzinamento automatico;
- gestione d'impianti di illuminazione e riscaldamento.

Alcune delle caratteristiche che li fanno preferire sono:

- **Flessibilità o versatilità**, cioè la possibilità di adeguamenti a nuove esigenze di processo in modo veloce agendo esclusivamente sul software del controllore.
- **Affidabilità** in quanto il PLC offre servizi di autodiagnostica, dialogo con computer gestionali, utilizzo di componenti privi di manutenzione.
- **Riciclo**: in caso di eliminazione della macchina, il PLC è sempre utilizzabile per altre applicazioni.
- **Impiego** anche in ambienti polverosi ed umidi.
- **Possibilità** di interfacciamento con video, stampanti e PC.
- **Applicazioni nella Building Automation System o Domotica**: cioè l'impiego del PLC negli ambienti domestici per l'automazione.

Per questi motivi spesso sono una valida alternativa, anche in termini di costi ed ingombri, all'uso dei PC industriali come controllori.

Il PLC contiene una CPU (Central Processing Unit), un'area di memoria e circuiti di ingresso/uscita digitali ed analogici. Può essere immaginato come una scatola contenente migliaia di relè, insieme a contatori, temporizzatori, e memorie per i dati. In realtà tutti questi oggetti non esistono fisicamente all'interno della scatola, ma sono simulati dal software del microprocessore.

Circuiti o moduli d'ingresso: servono al PLC per ricevere segnali dal mondo esterno.

Circuiti o moduli d'uscita: vengono impiegati dal PLC per inviare i comandi in uscita.

CPU: è l'unità centrale contenente il microprocessore, le memorie RAM ed EPROM, i circuiti di clock e quelli necessari al loro funzionamento.

Dispositivo di programmazione ed interfaccia con l'operazione: sono gli elementi necessari per programmare il PLC e per controllarne lo stato .

Inoltre, si può immaginare che all'interno della CPU siano presenti i seguenti elementi.

Circuiti o relè interni: essi non esistono fisicamente ma si può immaginarli simulati dalla CPU.

Contatori: possono essere sia simulati dal software che realizzati dall'hardware.

Temporizzatori: sono simulati dal software e realizzano principalmente la funzione di flip-flop.

Memoria dei dati: è costituita da registri che sono impiegati per la temporanea memorizzazione di dati durante l'esercitazione di un programma.

Memoria di programma: è la memoria che contiene il programma realizzato dall'operatore.

Un PLC lavora scorrendo, continuamente e ciclicamente, un programma.

Lettura dello stato di ingresso: durante questa fase il PLC controlla in che stato, ON oppure OFF, si trova ciascuno dei suoi ingressi.

A questi ingressi sono collegati i vari sensori, finecorsa, interruttori, pulsanti, che servono per conoscere in quali condizioni si trova la macchina alla quale il PLC è collegato e per inviare comandi.

Il PLC registra questi dati nella sua memoria per usarli durante il passo successivamente.

Esecuzione del programma: il PLC esegue il programma un'istruzione alla volta, in base alle informazioni ricevute dai suoi ingressi, prende delle decisioni per far eseguire alla macchina controllata la sequenza opportuna.

Aggiornamento dello stato delle uscite: le uscite servono a comandare la macchina che il PLC deve controllare.

Lo stato ON oppure OFF di ciascuna uscita viene cambiato oppure no, nella terza fase in base alle letture degli ingressi.

Eseguito il terzo passo, il PLC ritorna al primo passo per ricominciare la sequenza e ripeterla continuamente.

I tecnici che lavorano con i PLC usano comunemente alcuni termini particolari .

Di seguito è dato una breve spiegazione di quelli più impiegati.

Sensore: un sensore è un dispositivo che converte una grandezza fisica in un segnale elettrico.

I sensori sono connessi agli ingressi del PLC. Esistono sensori di fine corsa, di posizione, di temperature ecc. Un semplice esempio di sensore è costituito da un pulsante.

Attuatore: un attuatore svolge la funzione inversa del sensore: converte un segnale elettrico in una grandezza fisica.

Ingresso digitale: è anche chiamato ingresso discreto.

Accetta solo segnali di tipo ON/OFF.

Esempi di segnali discreti che possono essere connessi a questi ingressi sono, oltre a quelli provenienti dalle porte logiche, quelli prodotti da pulsanti, interruttori, finecorsa, contatti meccanici.

Uscita analogica: l'uscita analogica è quella che può emettere segnali di valore variabile con continuità da un minimo ad un massimo.

Un esempio è costituito da una tensione continua che può variare tra 0 e 10 V.

CPU: questo acronimo è formato con le iniziali delle parole inglesi Central Processing Unit. È l'unità centrale del sistema, che contiene il microprocessore e la memoria.

Gli elementi che caratterizzano un PLC sono essenzialmente due.

Il primo è costituito dalla velocità di esecuzione delle operazioni e dal loro tipo e numero.

Il secondo è dato dalla possibilità di interfacciamento verso l'esterno con segnali di tipo digitali o analogico.

La vera e propria interfaccia fisica tra il PLC e la macchina, avviene attraverso schede o moduli di ingresso/uscita che acquisiscono o inviano segnali digitali o analogici. Tutti i costruttori dei PLC ne offrono una grande varietà per adattarsi ai diversi tipi di sensori ed ai diversi comandi da erogare. Si hanno PLC di:

- gamma bassa, quando controllano fino a 64 I/O
- gamma media, quando controllano tra 64 e 512 I/O
- gamma alta, quando controllano più di 512 I/O.

Si dicono compatti o monoblocco i PLC che si presentano in una configurazione rigida che non può essere quasi mai modificata.

Si dicono invece modulari, quelli che sono configurabili a piacere dall'utente in base alle sue esigenze.

L'interfaccia con l'operatore si utilizza in fase di programmazione e per il controllo dei dati nel corso del processo. I linguaggi di programmazione dei PLC sono normalizzati secondo uno standard mondiale il quale definisce come strutturare il programma e quattro diversi linguaggi che sono:

- a) lista di istruzioni (Instruction list = IL);
- b) diagrammi a scala o a contatti (Ladder Diagram = LD);
- c) diagramma a blocchi funzionali (Function Block Diagram = FBD);
- d) linguaggi strutturati, tipo il C (Structured Text = ST)

Lista di istruzioni: è un linguaggio assembly ispirato a quello dei microprocessori

Diagrammi ladder: sono nati per facilitare gli operatori che utilizzavano abitualmente gli schemi elettromeccanici a relè.

IL LINGUAGGIO KOP:

Il linguaggio a contatti (KOP) è un linguaggio grafico che presenta delle analogie con gli schemi elettrici. Quando si scrive un programma in KOP, si utilizzano componenti grafici e

li si organizza in modo da creare segmenti logici. Il programma viene creato utilizzando i seguenti tipi di elementi:

- **Contatti.** Si tratta d'interruttori che sono attraversati dal flusso di corrente. Generalmente la corrente passa attraverso un contatto aperto solo quando è chiuso (valore logico pari a uno) e passa attraverso un contatto chiuso o negato (NOT) solo quando è aperto (valore logico pari a zero).
- **Bobine.** Sono relé che vengono eccitati dal flusso della corrente.
- **Box.** Si tratta di una funzione (ad esempio, un temporizzatore, un contatore o un'operazione matematica) che viene eseguita quando il flusso di corrente raggiunge il box.

Un segmento è composto da questi elementi e costituisce un circuito completo. La corrente scorre partendo dalla barra di alimentazione sinistra (rappresentata nell'editor KOP da una linea verticale sul lato sinistro della finestra) attraverso i contatti chiusi per andare ad eccitare le bobine o i box.

COME COLLEGARE IL PLC AL COMPUTER:

Il tipo di comunicazione tra il PC in cui si sta eseguendo STEP 7-Micro/WIN 32 e la CPU dipende dall'hardware installato. Se si decide di collegare il PC alla CPU semplicemente con un cavo PC/PPI, non si deve far altro che collegare il cavo e confermare i parametri di default assegnati al PC e alla CPU durante l'installazione di STEP 7-Micro/WIN 32.

È possibile stabilire la comunicazione e modificare le relative impostazioni in qualsiasi momento.

Di seguito sono elencate le operazioni necessarie per stabilire la comunicazione:

- Connettere un cavo tra la CPU e il PC sul quale è installato STEP 7-Micro/WIN 32. Per connessioni PC/PPI semplici, impostare i microinterruttori su 9600 baud, DCE, 11 bit. Se si utilizza un modem o una scheda di comunicazione, consultare le istruzioni di installazione fornite con l'hardware. Accertarsi che il tipo di CPU selezionato in STEP 7-Micro/WIN 32 corrisponda a quello che si sta utilizzando.
- Se si utilizza un collegamento PC/PPI semplice, si può confermare il protocollo di comunicazione visualizzato per default nella finestra di dialogo "Impostazione interfaccia PG/PC" durante l'installazione di STEP 7-Micro/WIN 32. In alternativa selezionare un protocollo di comunicazione diverso e controllare i parametri (indirizzo della stazione, velocità di trasmissione ecc.) del PC nella finestra di dialogo "Impostazione interfaccia PG/PC". Controllare la configurazione (indirizzo della stazione, velocità di trasmissione ecc.) della CPU nella scheda Porte di Blocco di sistema. Se necessario, apportare delle modifiche e caricare il blocco di sistema modificato.

Introduzione al software Step 7-micro/Win Siemens

Il software di base STEP 7 è lo strumento standard di programmazione per i sistemi di automazione dei PLC modelli Simatic. Esso consente all'operatore di sfruttare la potenza del sistema in modo comodo e semplice.

Funzioni

Il programma dispone di moltissime funzioni per le normali operazioni su bit o word, attivazioni di timer o contatori, richiamo di subroutine, conteggio veloce per impulsi provenienti da encoder, funzioni aritmetiche, ecc.; inoltre può essere impiegato per:

- Programmazione ON-LINE o OFF-LINE;
- Ordini diretti alla CPU per operazioni RUN/STOP;
- Funzione di debug;
- Forzatura degli I/O;
- Orologio hardware;
- Tecnica a finestre con possibilità di aprirne più di una contemporaneamente;
- Predisposizione alla comunicazione
- Zoom della finestra di programmazione

Il sistema S7-200

I sistemi SIMATIC realizzati dalla Siemens rappresentano nell'ambito dell'automazione industriale dei moderni sistemi integrati che offrono all'utente una grande possibilità di scelta di PLC per medie, grandi e piccole applicazioni.

La serie SIMATIC contiene tra l'altro i controllori delle famiglie S7-200, S7-300, S7-400, ciascuna con possibilità di scelta di vari tipi di CPU con diverse potenzialità.

Il software di gestione dei sistemi, denominato STEP7, esistente in differenti versioni è completamente integrato con l'ambiente di windows. Successivamente sarà preso in considerazione un piccolo sistema della serie S7-200 dotato della CPU 222 (raffigurata nella fig. 4). Verranno illustrate le funzionalità di base hardware del sistema, l'ambiente grafico di STEP 7-Micro/WIN 32, ed infine saranno esposti semplici esempi di programmazione del dispositivo.

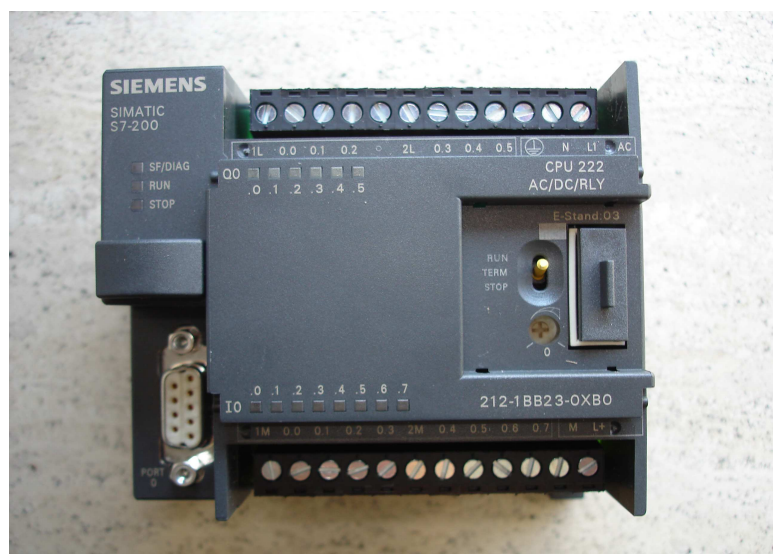


Fig. 4. PLC Siemens CPU 222.

La CPU 222 è disponibile in una versione con uscita a relè ed alimentazione 220V (denominata AC/DC/RELE') ed una versione con alimentazione a 24V (nominali) con uscita a MOSFET (denominata DC/DC/DC). Inoltre come mostrato in figura presenta 8/6 Ingressi/ Uscite con possibilità di ampliamento di ingressi/uscite (anche analogici) con moduli aggiuntivi.

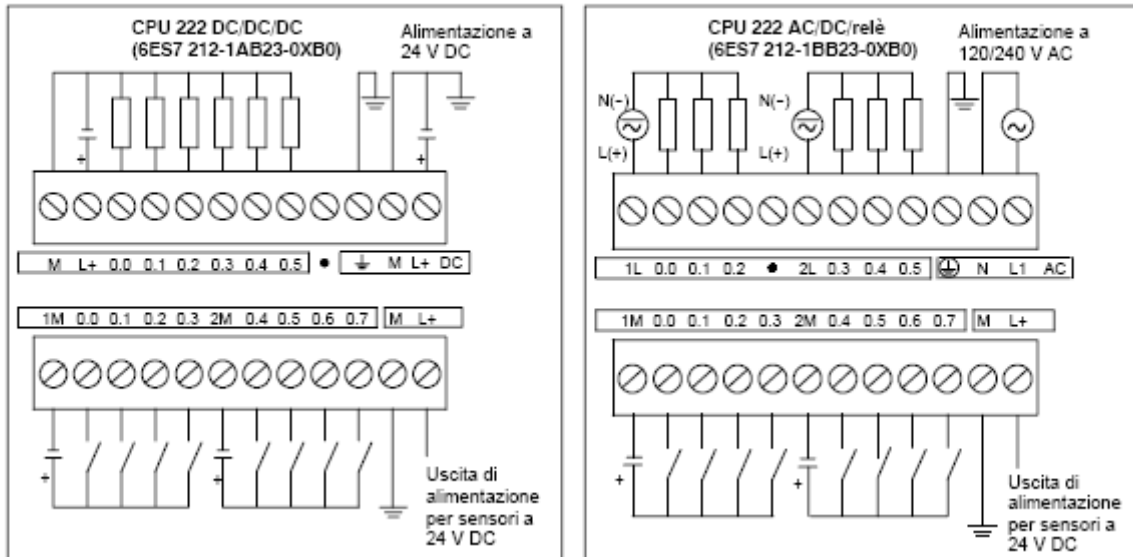


Fig. 5- Ingressi uscite della CPU.

La CPU dei sistemi S7-200 dispongono di memoria di tipo RAM ed EEPROM (oltre la ROM con il sistema operativo). Sia la RAM che la EEPROM sono suddivise in aree diverse così denominate:

- Area per l'immagini di processo degli ingressi (I);
- Area per l'immagini di processo delle uscite (Q);
- Area per la memorizzazione delle variabili (memoria V); in questa zona sono memorizzati i risultati intermedi di operazioni o altri dati relativi al programma in esecuzione;
 - Area per la memorizzazione dei merker (memoria M);
 - Area per la memorizzazione dei valori correnti dei contatori (C);
 - Area per la memorizzazione dei valori correnti dei contatori veloci (HC);
 - Area per la memorizzazione dei valori correnti dei temporizzatori (T);
 - Area di memoria per il controllo dello svolgimento del programma in segmenti (S);
 - Area di memoria per l'indirizzamento degli accumulatori (AC);
 - Area di memoria per merker speciali (SM);
 - Area di memoria per gli ingressi analogici (AI);
 - Area di memoria per le uscite analogiche (AQ).

In genere ai programmi possono essere associati dei dati da utilizzare durante l'esecuzione. Questi dati costituiscono il blocco dati e vengono memorizzati in una zona della memoria V.

Dopo che il programma da eseguire è stato editato sul computer e quindi compilato, viene inviato al PLC che lo memorizza dapprima nella RAM e poi lo copia nella EEPROM. Sulla memoria EEPROM, oltre al programma, vengono copiati sia i dati relativi alla configurazione della CPU sia parte della memoria V contenente il blocco dati.

La memoria RAM è mantenuta sempre attiva per mezzo di un condensatore di grossa capacità che garantisce la permanenza in essa sia dei dati che del programma, per più giorni, anche in assenza di alimentazione del sistema.

Una volta messa in RUN la CPU esegue il programma in modo ciclico:

- inizialmente legge lo stato degli ingressi e lo memorizza nell'immagine di processo degli ingressi;
- elabora poi le singole istruzioni, tenendo conto dello stato degli ingressi, e memorizza i valori ottenuti con le elaborazioni sull'immagine di processo delle uscite;
- effettua quindi un' autodiagnosi interna;
- infine copia sulle uscite i valori memorizzati sull'immagine di processo delle uscite;
- poi il ciclo inizia da capo

Collegamento della CPU S7-200 all'alimentazione

L'S7-200 deve essere innanzi tutto collegata ad una sorgente di alimentazione. La figura 6 rappresenta lo schema dei collegamenti elettrici di una CPU AC e una CPU DC. Prima di installare o disinstallare dei dispositivi elettrici è necessario verificare che siano spenti. È importante attenersi scrupolosamente alle norme di sicurezza e accertarsi che l'S7-200 sia isolata dalla tensione prima di installarla o disinstallarla.

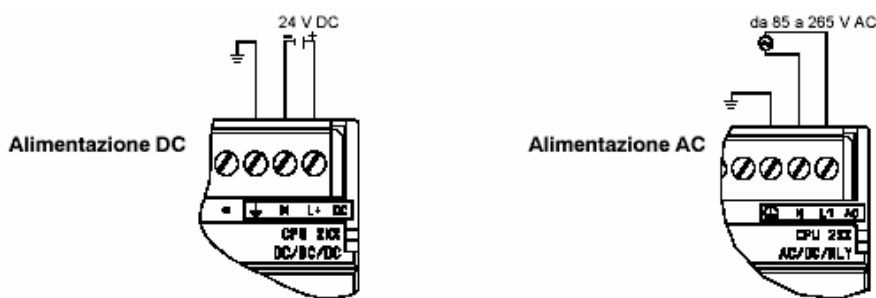


Fig. 6

Collegamento del cavo USB e/o RS-232/PPI multimaster

La figura 7 rappresenta un PLC S7-200 collegato ad un dispositivo di programmazione per mezzo di un cavo RS-232/PPI multimaster. Per collegare il cavo procedere come indicato di seguito.

1. Inserire il connettore RS-232 del cavo RS-232/PPI multimaster (contrassegnato con la sigla "PC") nella porta di comunicazione del PG (nell'esempio è la porta COM 1).
2. Inserire il connettore RS-485 del cavo RS-232/PPI multimaster (contrassegnato con la sigla "PPI") nella porta 0 o 1 dell'S7-200.

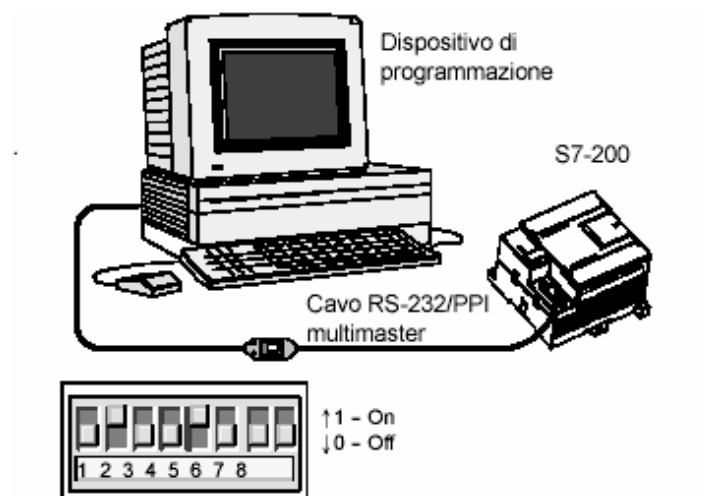


Fig. 7

Avvio di STEP 7-Micro/WIN

In fig. 8 si mostra la schermata principale del programma step-7.

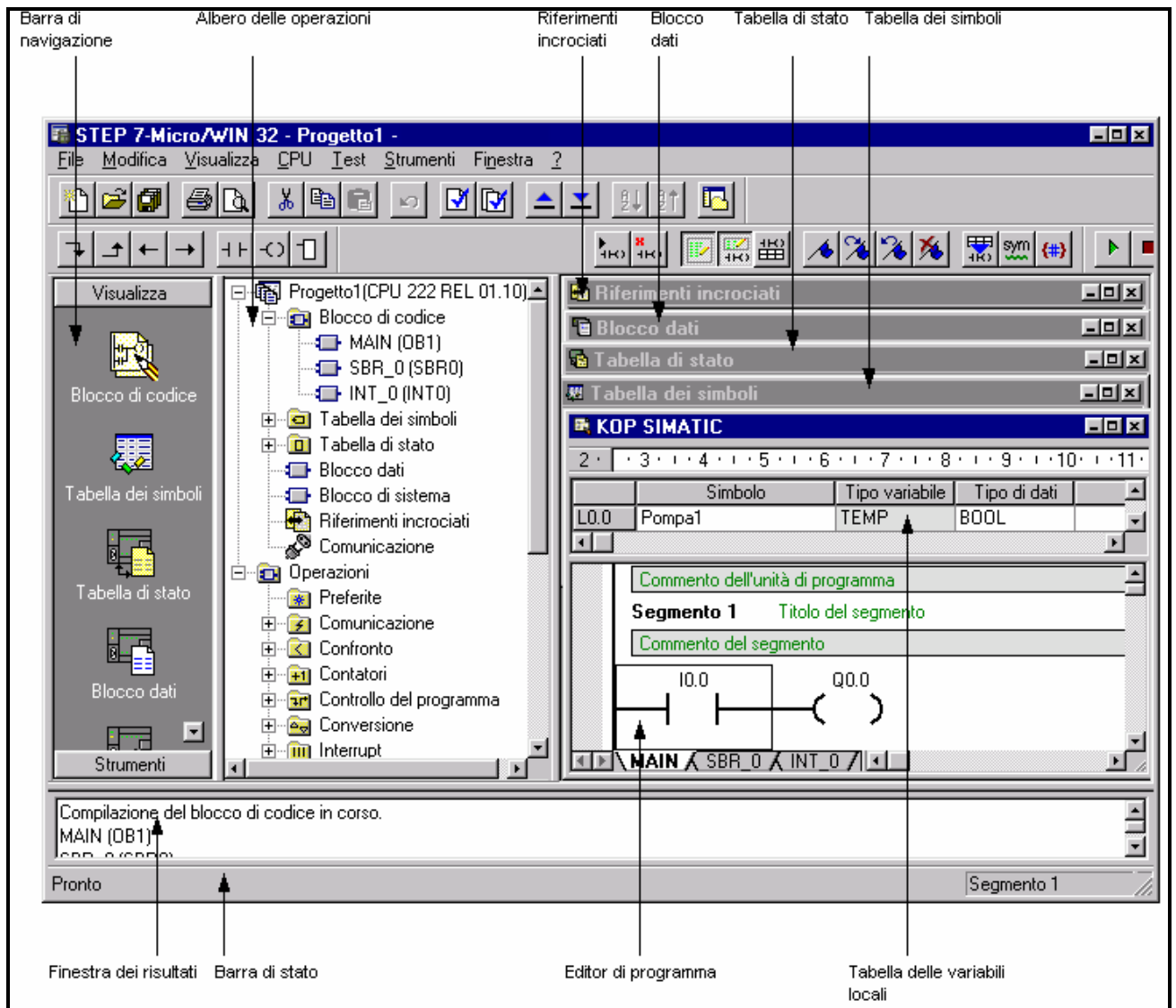


Fig. 8- Finestra di lavoro di Step-7.

Si noti la barra di navigazione: le icone possono essere utilizzate per aprire gli elementi del progetto STEP 7-Micro/WIN.

Dopo aver aperto un nuovo progetto è importante scegliere il tipo di CPU e definire il tipo di cavo di collegamento.

Per scegliere il tipo di CPU si deve selezionare **Tipo** da menu **CPU** come mostrato nelle seguente fig. 9

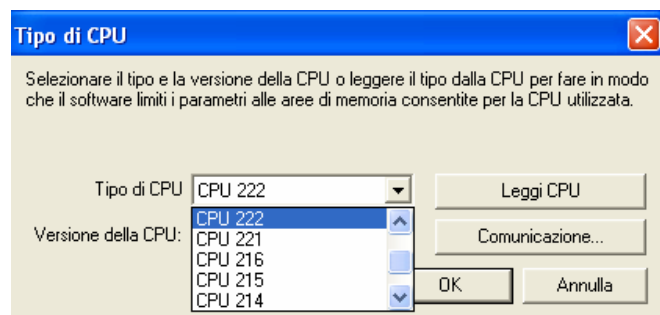


Fig. 9

Per selezionare il tipo di comunicazione si deve fare clic sull'icona Comunicazione della barra di navigazione per visualizzare la finestra di dialogo Comunicazione che consente di impostare i parametri di comunicazione di STEP 7-Micro/WIN come mostrato in fig. 10

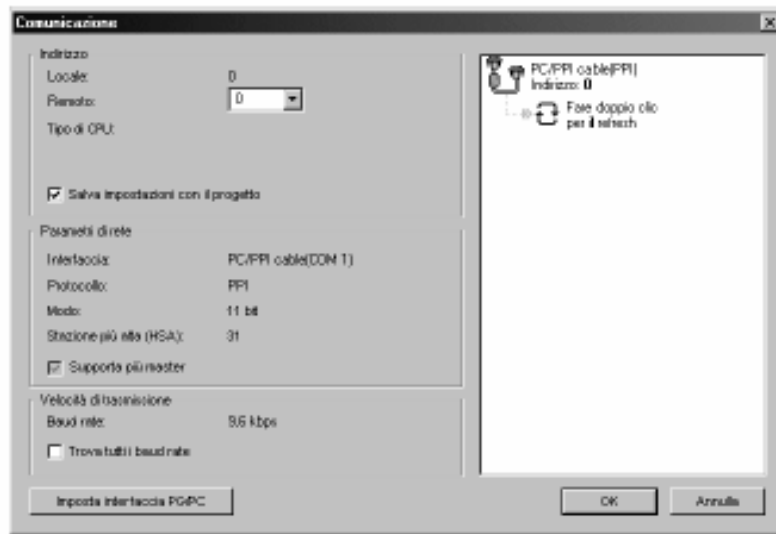


Fig 10

Il progetto di esempio utilizza le impostazioni di default di STEP 7-Micro/WIN e il cavo RS-232/PPI multimaster.

Per verificare le impostazioni:

1. Verificare che l'indirizzo del cavo PC/PPI indicato nella finestra di dialogo Comunicazione sia impostato su 0.
2. Verificare che l'interfaccia del parametro di rete sia impostata su PC/PPI cable (COM1) o USB
3. Verificare la velocità di trasmissione.

Cliccando sul bottone **Imposta Interfaccia PG/PC** si ottiene la seguente schermata.

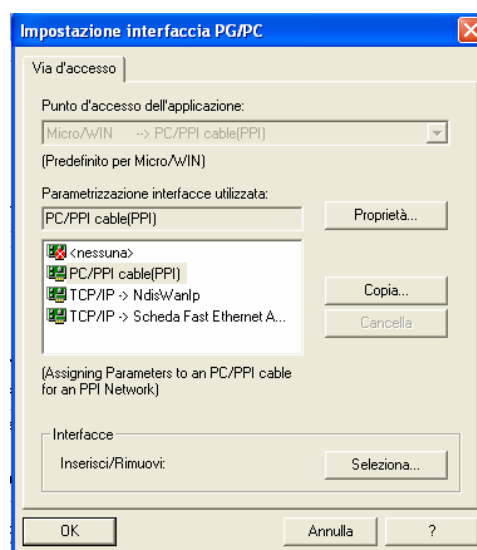


Fig. 11

Successivamente cliccare sul pulsante **Proprietà – Collegamento locale** e scegliere il tipo di cavo di collegamento COM o USB, come mostrato nella seguente schermata.

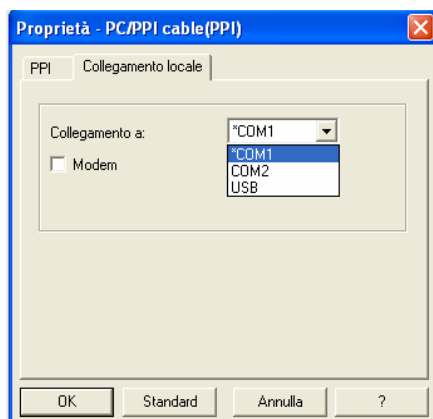


Fig. 12

Comunicazione con l'S7-200

Per stabilire il collegamento con una CPU S7-200 utilizzare la finestra di dialogo Comunicazione:

1. Fare doppio clic sull'icona di refresh all'interno della finestra. STEP 7-Micro/WIN verifica se è stata collegata una stazione S7-200 e visualizza la relativa icona.
2. Selezionare l'S7-200 e fare clic su OK.

Se STEP 7—Micro/WIN non trova la CPU S7-200, verificare le impostazioni dei parametri di comunicazione e ripetere le operazioni sopra descritte. Una volta stabilita la comunicazione con l'S7-200 si può creare e caricare il programma di esempio nella CPU.

Apertura dell'editor di programma

Per aprire l'editor di programma fare clic sull'icona Blocco di codice. Si osservino l'albero delle operazioni e l'editor di programma. L'albero delle operazioni consente di inserire le operazioni KOP nei segmenti dell'editor di programma mediante drag & drop. Le icone della barra degli strumenti funzionano come tasti di scelta rapida dei comandi di menu. Dopo aver immesso e salvato il programma lo si può caricare nell'S7 200. La figura seguente mostra l'editor di programma e l'albero delle operazioni.

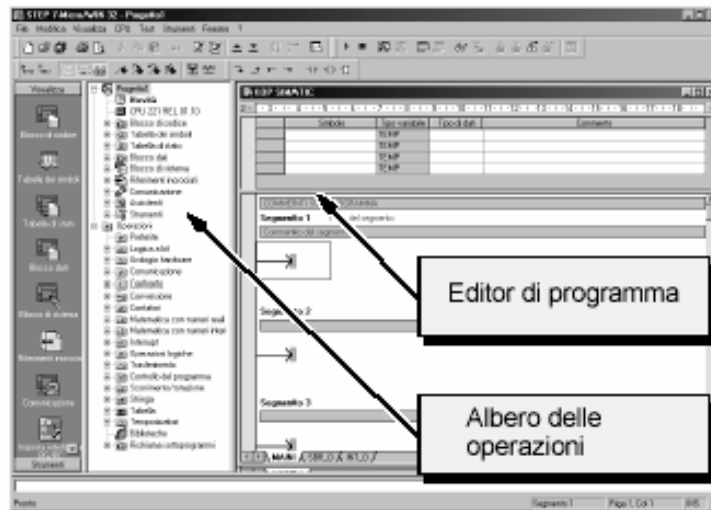


Fig. 13

Memorizzazione del programma

Una volta immessi i tre segmenti contenenti le operazioni la scrittura del programma è terminata. Quando si salva il programma si crea un progetto che include il tipo di CPU S7-200 e altri parametri. Per salvare il progetto:

1. Selezionare il comando di menu File > Salva con nome nella barra dei menu.
2. Specificare il nome del progetto nella finestra di dialogo Salva con nome.
3. Salvare il progetto facendo clic su OK.

Dopo aver salvato il progetto si può caricare il programma nell'S7-200. Come mostra la figura seguente.



Fig. 14

Caricamento del programma nella CPU

Ogni progetto STEP 7--Micro/WIN è associato ad un tipo di CPU (CPU 221, CPU 222, CPU 224, CPU 224XP o CPU 226). Se il tipo di progetto non corrisponde alla CPU a cui si è collegati, STEP 7--Micro/WIN lo segnala e chiede all'utente di intervenire. Se ciò dovesse verificarsi in questo esempio scegliere "Continua".

1. Per caricare il programma fare clic sull'icona Carica nella CPU della barra degli strumenti o selezionare il comando di menu File > Carica nella CPU (vedere la figura 2-11).

2. Fare clic su OK per caricare gli elementi del programma nell'S7-200.

Se l'S7-200 è in modo RUN, una finestra di dialogo chiede di portarla su STOP. Per procedere fare clic su Sì.

La seguente figura mostra la schermata della carica nella CPU.

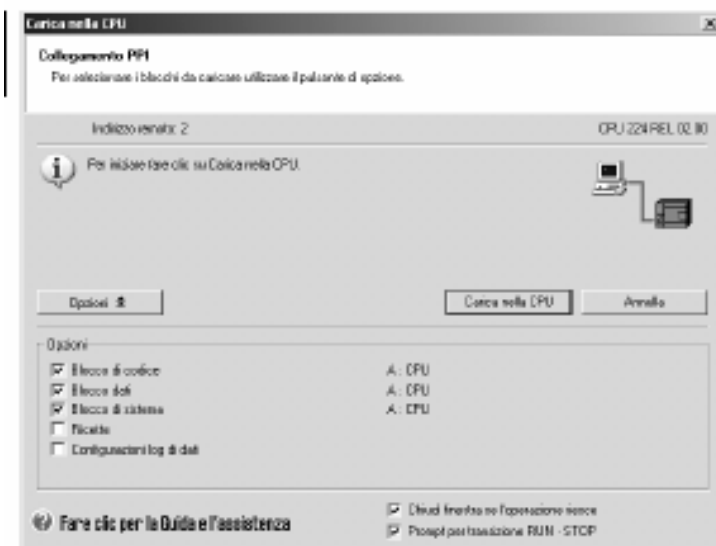


Fig. 15

Impostazione dell'S7-200 in modo RUN

Perché STEP 7--Micro/WIN porti la CPU S7-200 in modo RUN, è necessario che il selettore dei modi di funzionamento dell'S7-200 sia impostato su TERM o RUN. Quando si attiva il modo RUN l'S7-200 esegue il programma:

1. Fare clic sull'icona RUN della barra degli strumenti o selezionare il comando di menu CPU > RUN.
2. Fare clic su OK per modificare il modo di funzionamento dell'S7-200.

La figura seguente mostra la finestra per portare la CPU in RUN.

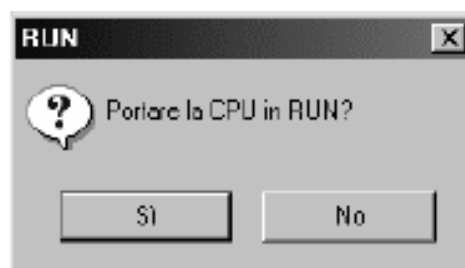


Fig. 16

TEST Programma

Dal menu principale con il comando Test/Stato del Programma si attiva la possibilità di visualizzare sul video del PC, in modo dinamico lo stato degli interruttori e delle bobine di

uscita. In alternativa si può utilizzare il pulsante della Barra dei Test. Dopo aver fatto clic su Stato del Programma porre nuovamente in run la CPU. In figura 16a sono mostrati i simboli dei connettori che si colorano se in essi c'è passaggio di corrente, ed è evidenziato lo Stato del Programma con I0.0 aperto, I0.1 chiuso e I0.2 chiuso. La bobina d'uscita è eccitata (lampada accesa). Come si può osservare nei contatti normalmente aperti dello schema, circola corrente se l'interruttore corrispondente è chiuso.

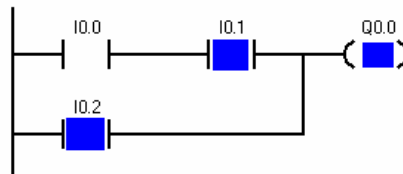


Fig. 16a

Porre in stato di stop la CPU e dal menu Test/Stato del Programma togliere il segno di spunta su Stato del Programma (oppure deselezionare il pulsante sulla barra degli strumenti).

Tabella degli stati

Un altro mezzo utilizzato per il debug di un programma è quello dell'utilizzazione della tabella di stato che visualizza i valori assunti dalle variabili di programma (ingressi, uscite, merker, etc.). Per visualizzare la tabella di stato si può ricorrere ai comandi del menu TEST/STATO DELLA TABELLA o all'apposita icona della finestra *visualizza*.

Nella figura 16b è visualizzata la tabella di stato del programma d'esempio riportato nella figura 16a.

Tabella di stato				
· 3 · · 4 · · 5 · · 6 · · 7 · · 8 · · 9 · · 10 · · 11 · · 12 · · 13 · · 14 · · 15 · · 16 · · 17 · · 18 ·				
	Indirizzo	Formato	Valore attuale	Nuovo valore
1	I0.0	Bit		
2	I0.1	Bit		
3	I0.2	Bit		
4	Q0.0	Bit		
5		Con segno		

Fig. 16b

Sistema di controllo del livello di un liquido, delle temperatura e della luminosità

Lo scopo del progetto è quello di utilizzare un PLC Siemens S7 200-CPU 222 con uscita a relè per controllare le seguenti grandezze fisiche:

- Livello del liquido di un serbatoio da mantenere tra due limiti con controllo del troppo pieno
- Temperatura
- Luminosità

In fig. 17 si mostra lo schema a blocchi del progetto in esame.

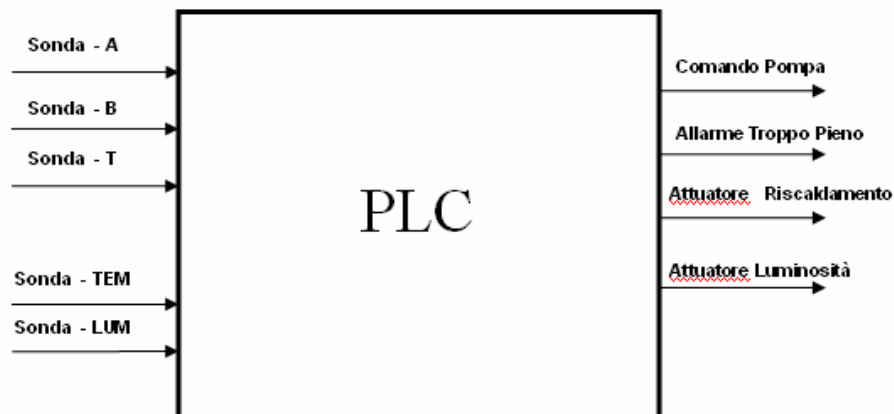


Fig 17

Livello di un liquido

In un serbatoio sono inserite 3 sonde denominate A, B, T che consentono di segnalare se il liquido ha raggiunto un certo livello. Le sonde sono costituite da tre conduttori immersi nel liquido a diverse altezze. Si deve anche inserire un ulteriore conduttore, sempre bagnato, che costituisce il riferimento di massa.

In fig. 18 si mostra una schematizzazione del sistema.

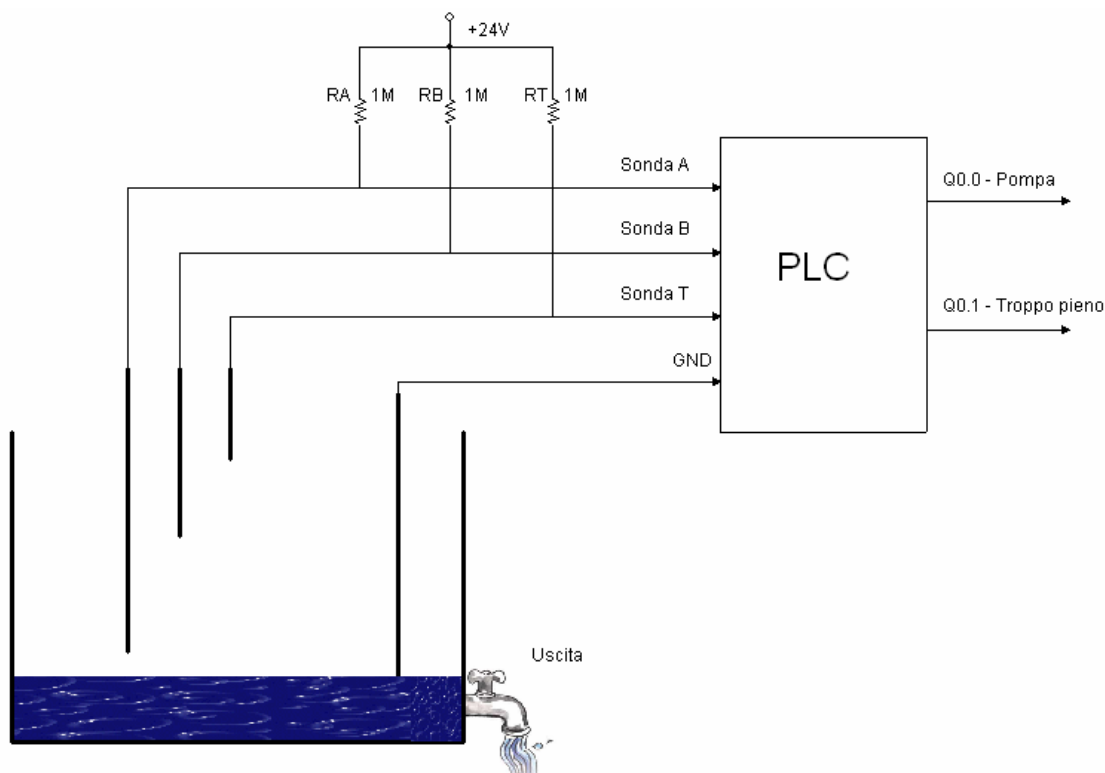


Fig 18

Si osservi che se le sonde non sono bagnate il corrispondente valore di tensione è alto e pari a 24 V. Se la sonda è bagnata, la tensione si porta al livello basso di circa 0V.

Il sistema deve operare nel seguente modo descritto, sinteticamente, dalla tabella della verità.

Tabella della verità del controllo livello liquido

	T-Troppo Pieno	A – Livello Minimo	B– Livello Massimo	Q0.0 - Pompa	Q0.1 - Allarme
1	1	1	1	1	0
2	1	0	1	1	0
3	1	0	0	0	0
4	1	0	1	0	0
5	1	1	1	1	0
6	0	X	X	0	1

Si descrive il funzionamento.

1. La prima riga della tabella indica che il livello del liquido è tale da non bagnare nessuna sonda. In tale situazione la pompa deve essere attivata (Q0.0 = 1) in modo da consentire il riempimento del serbatoio.

2. La seconda riga indica che è bagnata la sonda A. In tale situazione la pompa deve continuare ad essere attivata.

3. La terza riga ci informa che si è bagnata anche la sonda B. La pompa si deve disattivare. L'utenza assorbe liquido e il livello comincia a scendere.

4. La quarta riga ci dice che nella fase di diminuzione del livello del liquido la sonda A è bagnata, mentre B non è bagnata. In tal caso la pompa deve continuare ad essere disattivata.

5. La quinta riga coincide con la prima e si riprende il ciclo operativo.

6. L'ultima riga rappresenta una situazione di pericolo. La sonda del troppo pieno si bagna. Il sistema deve disattivare la pompa e attivare un sistema di allarme che segnala tale situazione. L'allarme mette in funzione una luce lampeggiante.

Dall'analisi della tabella della verità si evince che il sistema è sequenziale poiché alla stessa combinazione di entrata (righe 2 e 4) produce una diversa uscita Q0.0. Pertanto è necessario un elemento di memoria (Flip-flop) in grado di memorizzare lo stato precedente. Infatti, nella programmazione del PLC si è inserito un Flip-flop Set Reset, come vedremo nelle descrizione del software.

Controllo della Temperatura e Luminosità

Il sistema permette il controllo della temperatura all'interno di un ambiente di lavoro dove si vuole mantenere la temperatura costante durante il ciclo operativo. Ad esempio, in una serra di piante tropicali, si desidera mantenere la temperatura costante intorno ai 30° C.

Ovviamente, il sistema deve permettere la regolazione attraverso un potenziometro del livello della temperatura. Nel caso in cui la temperatura scenda al di sotto del valore

prefissato, il PLC azionerà il dispositivo di riscaldamento (mostrato in fig. 19/a), finché la temperatura non ritornerà allo stato iniziale. Per quanto riguarda il controllo della luminosità, si è utilizzato un circuito (fig.19/b) caratterizzato da una fotoresistenza, il cui funzionamento dipende dalla presenza o meno della luce solare. In condizioni di oscurità la fotoresistenza raggiungerà un valore dell'ordine del M Ω , quindi il circuito in uscita si porterà al livello alto, così il PLC azionerà una lampada. Mentre in condizioni di luminosità (intorno a 1000 lux), la fotoresistenza assumerà un valore dell'ordine di 100 Ω , così portando il circuito in uscita al livello basso, mentre il PLC disattiverà la lampada.

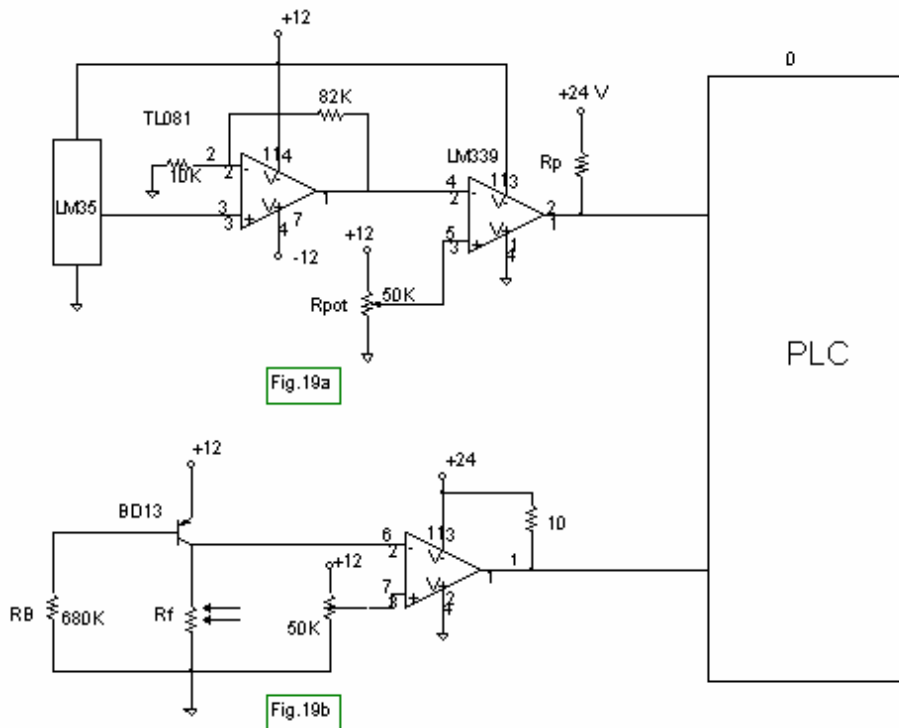


Fig. 19 – Circuiti di controllo della Temperatura e Luminosità

Descrizione dei trasduttori impiegati nel progetto

Si definisce un trasduttore o sensore un dispositivo che converte una grandezza fisica in segnale elettrico.

Per esempio, una termoresistenza è un trasduttore di temperatura perché modifica il valore resistivo al variare della temperatura.

Esistono molti tipi di trasduttori tipo: le fotoresistenze che trasformano l'energia luminosa in energia elettrica oppure i microfoni che trasformano l'energia acustica in energia elettrica, le dinamo che trasformano l'energia meccanica di rotazione in energia elettrica ed i potenziometri che trasformano una posizione angolare in un valore resistivo e quindi in una tensione.

I trasduttori trovano ampia applicazione nei controlli automatici e li ritroviamo nella rete di reazione dei sistemi di controllo ad anello chiuso. Essi campionano la variabile da controllare e forniscono un segnale elettrico che dipende dalla variabile di uscita del sistema da riportare in ingresso.

La bontà di un trasduttore dipende da numerosi parametri e qui sotto vi sono elencati i più importanti:

- 1) *Sensibilità*. Esprime il rapporto tra la variazione del segnale di uscita e quello d'ingresso;
- 2) *Linearità*. Esprime la proporzionalità diretta tra la grandezza fisica e il segnale elettrico generato;
- 3) *Precisione*. È una grandezza che è legata all'errore tra l'uscita teorica e quella reale;
- 4) *Prontezza*. Esprime la rapidità con cui il dispositivo risponde ad una variazione dell'ingresso;
- 5) *Risoluzione*. È la minima variazione di ingresso che produce una variazione del segnale d'uscita;
- 6) *Ripetibilità*. È la capacità di fornire un identico segnale di uscita applicando il medesimo ingresso in tempi diversi;
- 7) *Immunità al rumore*. Esprime la capacità del trasduttore a non generare rumore in uscita.

I trasduttori che abbiamo utilizzato nel nostro progetto finale sono i trasduttori di temperatura e i trasduttori di luminosità.

Trasduttori di temperatura

Sono dispositivi che consentono di trasformare una temperatura in un segnale elettrico spesso espresso sotto forma di variazione della resistenza elettrica.

Nel progetto si è impiegato il trasduttore integrato della National LM35.

Il trasduttore di temperatura LM35

Il circuito integrato LM35 è un trasduttore di temperatura prodotto dalla National.

Le sue caratteristiche principali sono:

- calibrazione diretta;
- non linearità $\pm 0.25^\circ \text{C}$;
- bassa impedenza di uscita (da 0.1Ω ad 1mA);
- tensione di alimentazione da 4V a 30V
- range di temperatura da -55°C a 150°C ;
- uscita lineare in tensione uguale a $10 \text{mV}/^\circ\text{C}$;
- corrente di uscita uguale a 10mA ;
- tensione di uscita da -1V a 6V .

Tab. 1.4

T [°C]	V_0 [mV]
- 55	- 550
- 25	- 250
+ 25	+ 250
50	500
100	1000
150	1500

L' integrato LM35 può pilotare carichi capaci vi di 50 pF senza particolari precauzioni. Se il carico capacitivo risulta più elevato, è opportuno disaccoppiarlo con una resistenza oppure con una rete RC , come riportato in figura 1.30.

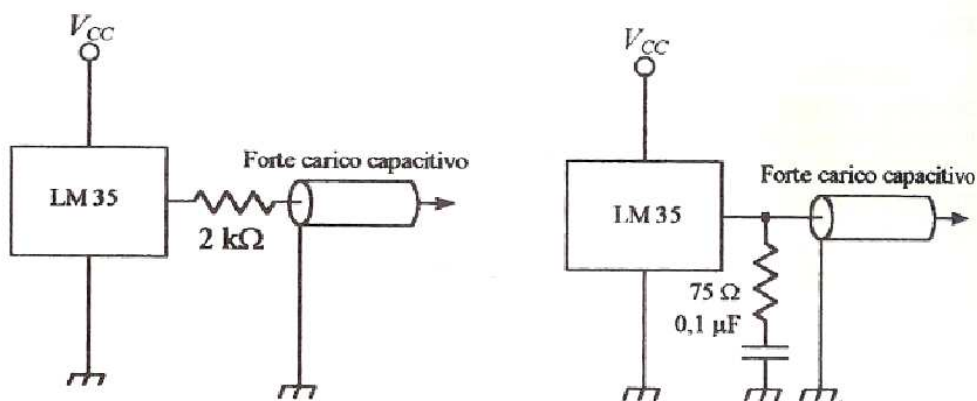


Fig. 1.30

Trasduttori di luminosità

Sono dispositivi che trasformano l'energia luminosa in energia elettrica. I fondamentali trasduttori di luminosità sono le fotoresistenze, i fotodiodi e i fototransistor. Nel progetto si è impiegata una fotoresistenza.

Fotoresistenze

Sono dispositivi semiconduttori che sfruttano la proprietà di aumentare la propria conducibilità elettrica quando sono colpiti dalla luce. Infatti, un fotone che colpisce un elettrone impegnato in un legame covalente cede la sua energia che può essere sufficiente a liberare l'elettrone dal legame. Se ciò accade si origina nel semiconduttore una coppia elettrone-lacuna in più in grado di partecipare alla conduzione elettrica. In pratica è lo stesso fenomeno della conduzione dovuta alla agitazione termica con la differenza che ora l'energia non è termica ma luminosa.

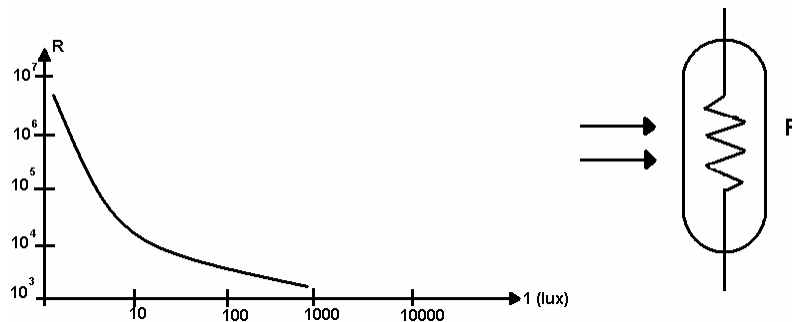
I materiali più usati per realizzare le fotoresistenze sono il solfuro di cadmio Cds e il solfuro di piombo Pbs, il primo ha una risposta spettrale centrata nella radiazione visibile, il secondo è sensibile anche alle radiazioni ultraviolette.

Le fotoresistenze commerciali presentano una resistenza al buio dell'ordine del $M\Omega$ (resistenza elettrica in condizioni di oscurità) ed un valore dell'ordine di 100Ω quando sottoposte a forti flussi luminosi (intorno a 1000 lux).

Possono dissipare potenze dell'ordine di 1-2 W.

Uno svantaggio è la lentezza di funzionamento rispetto ai transistori assai rapidi dei fenomeni luminosi. I tempi di salita e di discesa risultano superiori a 50-100 ms ed aumentano al diminuire dell'intensità della luce incidente. Ciò dipende dalla elevata vita media dei portatori di carica che determina una elevata inerzia delle fotoresistenze.

Nella figura qui sotto si mostra, in scala logaritmica, l'andamento della resistenza in funzione dell'illuminamento per una resistenza al solfuro di cadmio ed il simbolo della fotoresistenze.



le fotoresistenze vengono utilizzate nei circuiti per la regolazione automatica della luminosità (display led, cinescopi, gallerie stradali) in funzione dell'illuminazione dell'ambiente.

Se il controllo automatico deve essere di tipo ON/OFF il dispositivo può azionare, tramite un trigger di Schmitt, relè, triac, ecc.

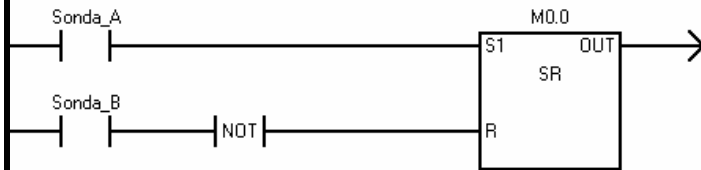
Si descrive il software di gestione del sistema di controllo realizzato in linguaggio KOP.

L'intero sistema è stato realizzato e collaudato rispondendo ai requisiti richiesti dalla progettazione.

COMMENTI DEL PROGRAMMA

Segmento 1 Gestione delle sonde di livello minimo e massimo A e B

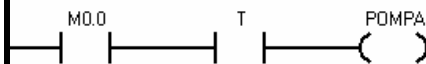
Controllo del livello minimo e massimo.



Simbolo	Indirizzo	Commento
Sonda_A	I0.0	sonda A. Livello Minimo
Sonda_B	I0.1	sonda B. Livello massimo

Segmento 2

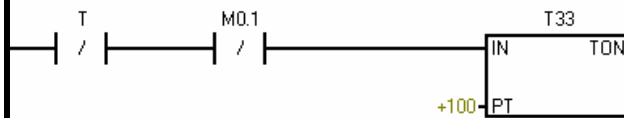
Controllo del troppo pieno con relativa pompa (che si attiverà nel momento in cui si raggiunge la soglia del troppo pieno)



Simbolo	Indirizzo	Commento
POMPA	Q0.0	POMPA
T	I0.2	troppo pieno

Segmento 3

Nel momento in cui si raggiunge la soglia del troppo pieno, un contatore comanderà un'allarme intermittente sonoro e luminoso della durata di 0,4 secondi, ripetuto ogni secondo.



Simbolo	Indirizzo	Commento
T	I0.2	troppo pieno

Segmento 4

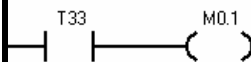
Visualizzazione dell'allarme in uscita.



Simbolo	Indirizzo	Commento
ALLARME_Troppo_Pi...	Q0.1	ALLARME TROPPO PIENO

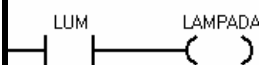
Segmento 5

Ripetizione ciclo d'intermittenza.



Segmento 6

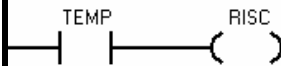
In caso di oscurità o con bassa luminosità si attiva una lampada.



Simbolo	Indirizzo	Commento
LAMPADA	Q0.2	LAMPADA
LUM	I0.3	SENSORE LUMINOSITA'

Segmento 7

Se la temperatura scende al di sotto del valore prestabilito si attiva il comando per l'accensione del riscaldamento.



Simbolo	Indirizzo	Commento
RISC	Q0.3	RISCALDAMENTO
TEMP	I0.4	SENSORE TEMPERATURA

Dall' analisi del programma si nota che nella situazione iniziale il livello del liquido è tale da non bagnare nessuna delle due sonde. In questa situazione la pompa deve essere attiva permettendo quindi al serbatoio di riempirsi.

Nella fase successiva il livello del liquido è tale da bagnare la sonda A, ma la pompa deve continuare ad essere attiva e quindi a riempire il serbatoio.

Nel momento in cui è bagnata la sonda B, la pompa si deve disattivare permettendo all'utenza di assorbire il liquido che comincia a scendere.

Nella fase di diminuzione del livello del liquido la sonda A è bagnata, mentre B non è bagnata. In questa situazione la pompa deve continuare ad essere disattivata permettendo al liquido di scendere ulteriormente fino a raggiungere il livello iniziale in modo tale da far ricominciare il ciclo operativo.

Una situazione di pericolo si può presentare nel momento in cui la sonda del troppo pieno è bagnata. In questa situazione il sistema deve disattivare la pompa e attivare un sistema d'allarme che mette in funzione una luce lampeggiante che segnala questa situazione.