



Technical Report

Reporting CNR (full name and address): Industrial Technology and Automation Institute - (ITIA)
Vigevano Laboratory
Via Pisani, 1
I-27029 Vigevano (PV), Italy
Tel.: (+39 0381) 692652 Fax: (+39 0381) 693021

Responsible Person: Emanuele Carpanzano

Project Name:

Document Title: Ingegnerizzazione dei cablaggi elettrici ed elettronici del dimostratore tecnologico del laboratorio controlli di Vigevano

Document Ref.No.: 2MaCS/TR-05/CS206 **Page:** 1

Date of issue: 11.04.2006 **Status:** Approved **No. of pages:** 32

Client(s): **Revision:** C

Author(s): A. Cataldo, (ITIA)

Distribution: ITIA-CNR

Keywords: Impianti Manifatturieri, Architettura dei sistemi di Controllo, Programmable Logic Control, Simulazione Eventi Discreti

Sommario:

Il laboratorio di controlli di Vigevano è caratterizzato da tre aree: area controlli automatici, area simulatore di processo, area dimostratore tecnologico. Relativamente a quest'ultimo oggetto, già dettagliatamente descritto in [1], ci si occupa dell'ingegnerizzazione dei cablaggi elettrici. Esso riproduce in scala la linea molecolare dell'impianto manifatturiero di Vigevano, cioè sono riprodotte sei terne. Ciascuna di queste terne è costituita da tre dispositivi rotanti. Il primo è la "Tavola" che possiede 12 slots ed è utilizzata sia per la movimentazione dei semilavorati verso i vari gruppi di lavorazione che per il rientro delle forme verso il magazzino. Il secondo è la "Isola" che possiede 24 slots ed attorno alla quale sono dislocate le varie macchine operatrici. Infine il "Manipolatore" ha 3 slots e serve per spostare sulle varie Tavole e Isole i semilavorati e le forme.

Obiettivo di questo report è di descrivere l'intero sistema di cablaggi realizzato per connettere il dimostratore tecnologico al il relativo sistema di controllo. La metodologia utilizzata per la progettazione dei vari collegamenti fa fede ai metodi ed agli standard propri dell'ingegneria dei processi industriali, laddove è fondamentale un determinato approccio strutturato per far fronte alla notevole complessità delle connessioni hardware tra processo e sistema di controllo.

Scopo di questo report è quello di rendere disponibile una documentazione del dimostratore tecnologico a chiunque debba fare uso di tale dispositivo, per verificare, mediante prototipazione, le strategie di controllo da applicare alla linea molecolare.

Sviluppi futuri di tale lavoro riguardano l'eventuale sviluppo di tale infrastruttura.

INDEX

1 GENERALITÀ.....	3
1.1. INTRODUZIONE.....	3
1.2. OBIETTIVO	3
1.3. SCOPO	3
1.4. STRUTTURA DEL DOCUMENTO	3
2. INGEGNERIZZAZIONE DEI CABLAGGI ELETTRICI.....	4
2.1. LAYOUT GENERALE DEI CABLAGGI	4
2.2. CIRCUITI DI ALIMENTAZIONE	5
2.3. BASETTE TAVOLE ROTANTI.....	7
2.4. BASETTA PIC.....	8
2.5. BASETTA PRESSA	10
2.6. BASETTA TRAPANO.....	12
2.7. MORSETTIERE WAGO.....	15
2.8. DISACCOUPIAMENTO TRA I SISTEMI DI CONTROLLO DI LINEA E STAZIONI OPERATORE	16
3. MAPPATURA DEGLI I/O DEL SISTEMA DI CONTROLLO.....	18
4. LAYOUT BASETTE ELETTRONICHE	27
5. CONCLUSIONI E LAVORI FUTURI.....	29
6. ACRONIMI E DEFINIZIONI.....	30
6.1. TERMINI UTILIZZATI IN CONTROLLI AUTOMATICI	30
6.2. ACRONIMI	31
7. RIFERIMENTI E LINKS	32
7.1. RIFERIMENTI	32
7.2. INTERNET LINKS.....	32

1 GENERALITÀ

1.1. INTRODUZIONE

Il laboratorio di controlli di Vigevano è caratterizzato da tre aree: area controlli automatici, area simulatore di processo, area dimostratore tecnologico. Relativamente a quest'ultimo oggetto, già dettagliatamente descritto in [1], ci si occupa dell'ingegnerizzazione dei cablaggi elettrici. Esso riproduce in scala la linea molecolare dell'impianto manifatturiero di Vigevano, cioè sono riprodotte sei terne. Ciascuna di queste terne è costituita da tre dispositivi rotanti. Il primo è la "Tavola" che possiede 12 slots ed è utilizzata sia per la movimentazione dei semilavorati verso i vari gruppi di lavorazione che per il rientro delle forme verso il magazzino. Il secondo è la "Isola" che possiede 24 slots ed attorno alla quale sono dislocate le varie macchine operatrici. Infine il "Manipolatore" ha 3 slots e serve per spostare sulle varie Tavole e Isole i semilavorati e le forme.

1.2. OBIETTIVO

Obiettivo di questo report è di descrivere l'intero sistema di cablaggi realizzato per connettere il dimostratore tecnologico al relativo sistema di controllo. La metodologia utilizzata per la progettazione dei vari collegamenti fa fede ai metodi ed agli standard propri dell'ingegneria dei processi industriali, laddove è fondamentale un determinato approccio strutturato per far fronte alla notevole complessità delle connessioni hardware tra processo e sistema di controllo.

1.3. SCOPO

Scopo di questo report è quello di rendere disponibile una documentazione del dimostratore tecnologico a chiunque debba fare uso di tale dispositivo, per verificare, mediante prototipazione, le strategie di controllo da applicare alla linea molecolare.

1.4. STRUTTURA DEL DOCUMENTO

In questo documento viene prima presentata l'architettura del sistema di cablaggio elettrico del dimostratore.

In conclusione viene illustrata la mappatura delle variabili di processo che costituiscono l'interfaccia tra il dimostratore tecnologico ed il relativo sistema di controllo.

NOTA: le modifiche apportate rispetto la versione precedente sono indicate a lato paragrafo per mezzo della lettera della revisione attuale del documento.

2. INGEGNERIZZAZIONE DEI CABLAGGI ELETTRICI

2.1. LAYOUT GENERALE DEI CABLAGGI

Per la realizzazione dei cablaggi elettrici del dimostratore tecnologico è stata seguita la metodologia tipica utilizzata negli impianti industriali.

In particolare si parte da uno schema sintetico e semplificato che specifica nei dettagli tutti gli elementi caratteristici per effettuare una connessione elettrica tra un sistema di controllo ed un impianto industriale cioè schede di Input/Output (I/O), multicavi di collegamento con il campo, morsettiere da campo, connessioni con i vari sensori ed attuatori.

Quindi, sulla base del layout delle morsettiere di connessione da campo e delle schede di I/O del sistema di controllo si configurano le stesse, associando ai singoli canali i segnali da trasmettere o ricevere dal campo.

Seguendo questo tracciato sono stati realizzati ed integrati i vari elementi suddetti del dimostratore tecnologico e che concorrono alla chiusura del loop fisico di controllo. In particolare la realizzazione dell'hardware è la seguente (vedi Figura 1):

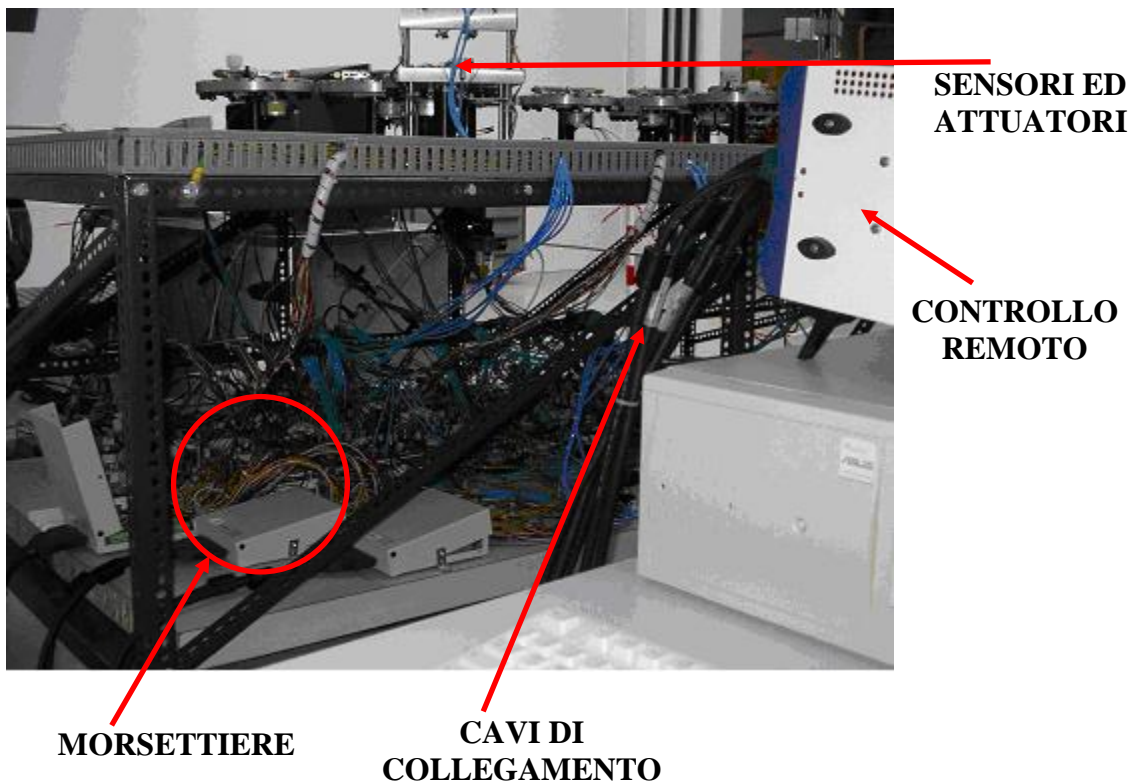


Figura 1: Layout fisico dell'hardware del sistema di cablaggio elettrico

Nel loop fisico di regolazione è compreso innanzitutto il sistema di elaborazione nel quale sono implementati gli algoritmi di controllo. Nel laboratorio controlli di Vigevano esso consiste nel PXI o nel PC Target di controllo, vedi [2]. Le azioni di controllo ed i segnali di feedback acquisiti sono scambiati attraverso le relative schede di I/O.

Per poter connettere tali schede con il dimostratore fisico, sono utilizzati cavi di collegamento appositi che riportano tutti i vari canali delle schede di I/O a morsettiere dedicate.

Tali morsettiere presentano tanti morsetti quanti sono i canali digitali di ciascuna scheda, cioè 96. Ai differenti morsetti vengono cablati i cavi elettrici che portano i vari segnali digitali verso/da il dimostratore.

Tuttavia, non tutti i vari trasduttori ed attuatori possono essere collegati direttamente alle schede di I/O in quanto la tecnologia di questi ultimi e quella delle schede di I/O non è sempre la stessa [2]. Pertanto sono state studiate, progettate e realizzate opportune basette elettroniche di interfaccia [1]. Ad esse vengono direttamente collegati i sensori ed i trasduttori del dimostratore.

2.2. CIRCUITI DI ALIMENTAZIONE

I circuiti di alimentatori che alimentano tutta l'elettronica del dimostratore riguarda diversi voltaggi:

- 5V per i microcontrollori, gli UCN, i vari integrati e le fotocellule per lo zero-tavola [3];
- 12V per il mandrino del trapano a colonna;
- 24V per le elettrovalvole e per i motori passo-passo.

E' stato necessario pertanto dotare il dimostratore di alimentatori distinti, uno per ogni voltaggio. In particolare sono stati selezionati:

- N. 1 alimentatore 5V, 30W;
- N. 1 alimentatore 12V, 50W;
- N. 1 alimentatore 24V, 75W per elettrovalvole;
- N. 2 alimentatori 24V, 300W per motori passo-passo.

Tutti gli alimentatori non alimentano direttamente i dispositivi ma sono sezionati da interruttori bipolari che consentono di realizzare una opportuna sequenza di accensione dei dispositivi. Essa deve essere:

1. Accensione 5V dei microcontrollori; in tal modo si dà l'opportunità ai microcontrollori di inizializzare i relativi programmi software e di configurare quindi le relative porte di I/O. Alimentazione di tutti gli integrati utilizzati nell'elettronica di interfaccia (Porte OR, NOT, buffer 3-state); per fare in modo che sia possibile alimentare l'elettronica di una singola terna, è stata realizzata un'ulteriore partizione dell'alimentazione 5V con interruttori bipolari a leva, vedi schema Figura 2 e immagine Figura 3 (1 interruttore per ogni terna e per ogni stazione a bordo linea).
2. Alimentazione 24V della potenza ai motori passo passo;
3. Accensione 5V degli UCN; in tal modo si inizializza il conteggio delle fasi motori da alimentare. **Se tale inizializzazione viene disturbata da segnali non stabili dei microcontrollori (micro che vengono accesi assieme o dopo agli UCN) allora può accadere che la prima fase dei motori passo passo che viene alimentata non sia quella giusta; come conseguenza si ha che il motore passo passo non parte sempre fasato opportunamente, e quindi la tavola rotante non si presenta in fase con le altre adiacenti.**
4. Accensione 24V delle elettrovalvole;
5. Accensione 12V del mandrino trapano.

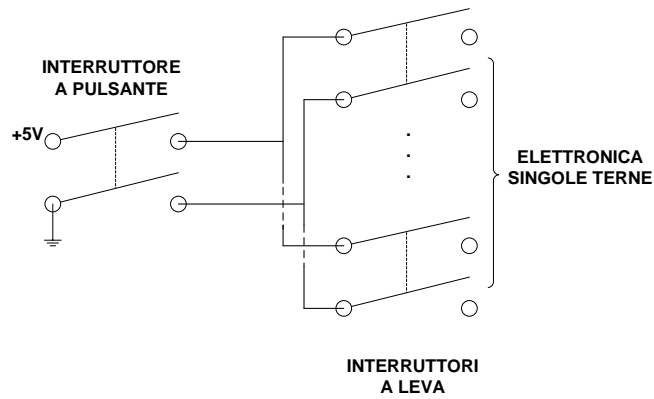


Figura 2: Partizione alimentazione 5V

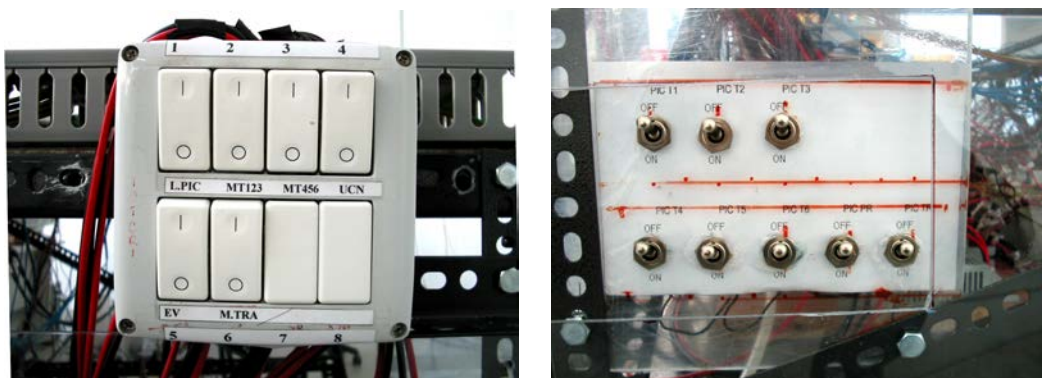


Figura 3: Quadretto elettrico partizione alimentazioni

Al fine di fornire ai vari integrati gli opportuni segnali logici provenienti dal sistema di controllo remoto, e quindi dalle morsettiere National Instruments, è stato necessario assegnare lo stesso potenziale di riferimento sia a tali morsettiere (e quindi alle schede di I/O) che agli integrati stessi. Ciò è possibile collegando direttamente il potenziale negativo dell'alimentatore della logica a 5V con il comune delle schede di I/O, vedi schema in Figura 4.

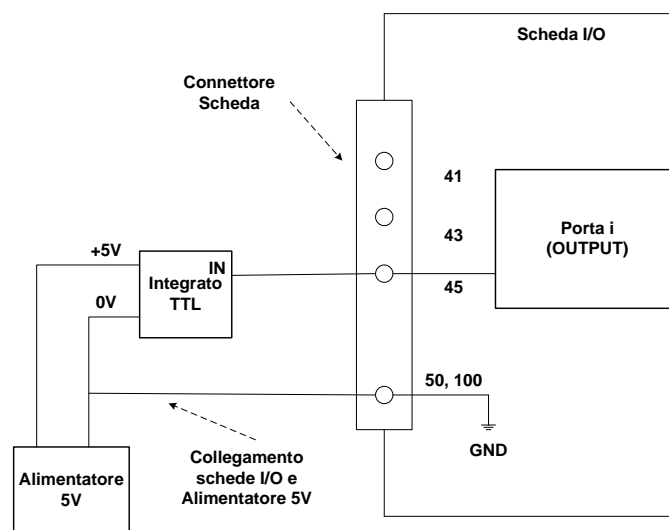


Figura 4: Collegamento tra comune schede di I/O e alimentatore 5V

2.3. Basette TAVOLE ROTANTI

Le basette elettroniche di interfaccia [1] possiedono un layout come rappresentato nella Figura 5:

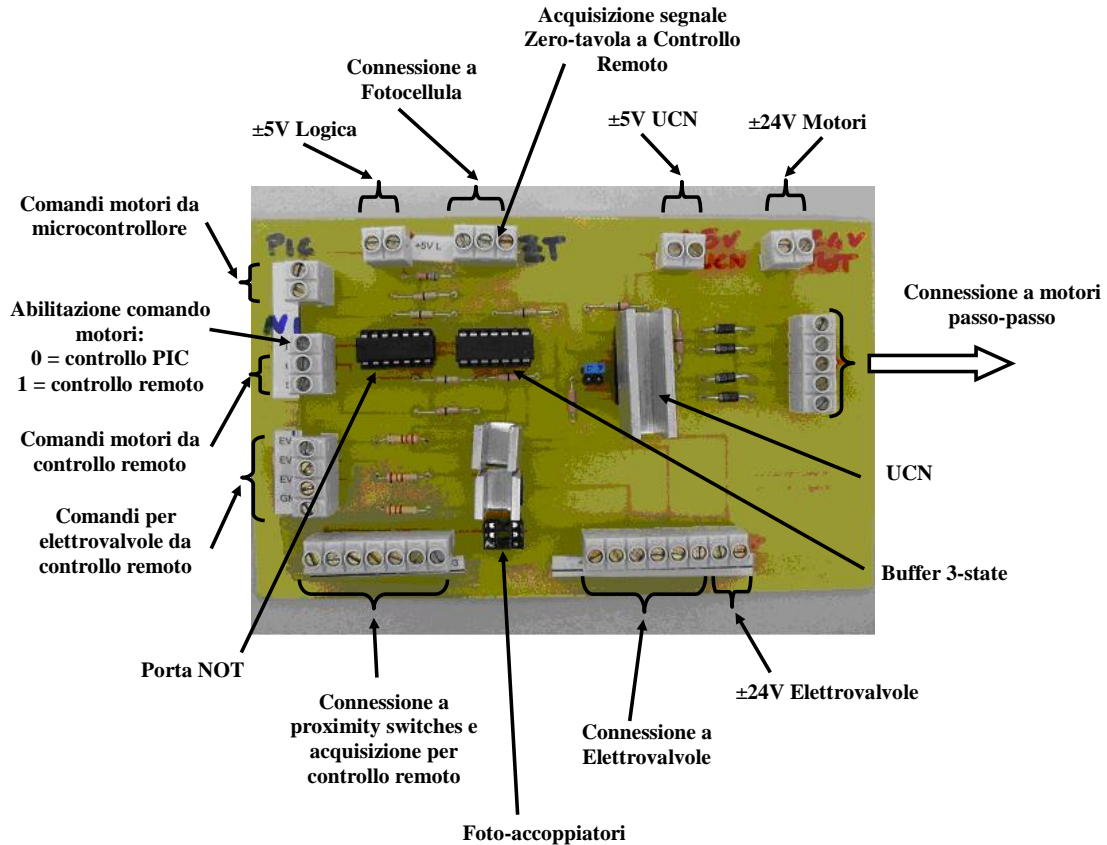


Figura 5: Layout basette di interfaccia

Oltre alle caratteristiche già illustrate in [1], tale circuito ha la funzione di permettere il controllo dei motori passo passo sia attraverso il microcontrollore che attraverso il sistema di controllo remoto. In particolare, per mezzo di quattro buffer 3-state (due hanno l'enable negato rispetto agli altri) vengono selezionati i segnali di comando "Output enable" e "step" (provenienti dal microcontrollore oppure dal sistema di controllo remoto) ed inviati all'UCN per il comando del motore. Se il segnale di "enable" (abilitazione comando motori), fornito dal sistema di controllo remoto (quindi dal PXI o Target PC) è 0 allora vengono fatti passare i comandi forniti dal microcontrollore. Se invece il segnale di "enable" è 1 allora vengono fatti passare i comandi forniti dal sistema di controllo remoto (PXI o Target PC). Attraverso i contatti a pettine questi due segnali di comando motore vengono inviati all'UCN per il pilotaggio del motore. Inoltre questo circuito viene utilizzato per alimentare la fotocellula dello zero-tavola e per acquisirne il segnale. Tale segnale è acquisito come segnale pulito dalle schede di I/O.

I punti di connessione con il sistema di controllo ed il dimostratore, realizzati tramite morsetti, sono i seguenti:

- Circuito di alimentazione
 - Alimentazione elettrovalvole: dall'opportuno trasformatore a 24V viene fornita la potenza per alimentare le elettrovalvole;
 - Alimentazione logica UCN: dall'opportuno trasformatore a 5V viene fornita la potenza per alimentare il lato logica dell'UCN;

- *Alimentazione fotocellula*: dall'opportuno trasformatore a 5V viene fornita la potenza per alimentare le fotocellule e gli integrati;
- *Alimentazione motore passo passo*: dall'opportuno trasformatore a 24V viene fornita la potenza per alimentare il motore;
- Comandi provenienti da controllo remoto
 - *Comandi motore passo passo*: Sono segnali di Output per il Sistema di Controllo remoto (SdC) che servono per comandare il movimento del motore passo-passo tramite l'integrato UCN ("Output enable" e "step");
 - *Abilitazione comando motori*: E' il segnale di Output per il Sistema di Controllo remoto che serve per abilitare il microcontrollore o il sistema di controllo remoto per il pilotaggio dei motori (0=controllo microcontrollore, 1= controllo remoto);
 - *Comandi a elettrovalvole pneumatiche*: Sono segnali di Output per il Sistema di Controllo (SdC). Dato che le elettrovalvole funzionano con una tensione di 24 V, è stato necessario disaccoppiare i canali delle schede di I/O dalle bobine di comando delle elettrovalvole stesse [2];
- Comandi provenienti da microcontrollore
 - *Comandi motore passo passo*: Sono segnali di Output per il microcontrollore (PIC) che servono per comandare il movimento del motore passo-passo tramite l'integrato UCN ("Output enable" e "step");
- Acquisizione da parte del sistema di controllo remoto
 - *Acquisizione dei proximity switches*: Sono i segnali relativi agli inizi-corsa e fine-corsa degli spintori pneumatici che provengono direttamente dai proximity switches,essendo semplici contatti puliti [2];
 - *Acquisizione dello zero-tavola*: E' il segnale relativo alla fotocellula utilizzata per lo zero-tavola;
- Connessioni con sensori del dimostratore
 - *Acquisizione dei proximity switches*: Sono i segnali relativi agli inizi-corsa e fine-corsa degli spintori pneumatici che provengono direttamente dai proximity switches,essendo semplici contatti puliti [2];
 - *Acquisizione della fotocellula*: E' il segnale relativo alla fotocellula utilizzata per lo zero-tavola;
- Connessioni con attuatori del dimostratore
 - *Connessione delle elettrovalvole pneumatiche*: Sono i morsetti a cui i doppietti elettrici delle elettrovalvole vengono collegati per essere alimentate a 24V;
 - *Connessione motore passo passo*: Sono i punti di collegamento con le fasi del motore;

2.4. BASETTE PIC

Le basette elettroniche dei microcontrollori PIC consentono al microcontrollore di gestire le rotazioni delle tavole rotanti, vedi Figura 6.

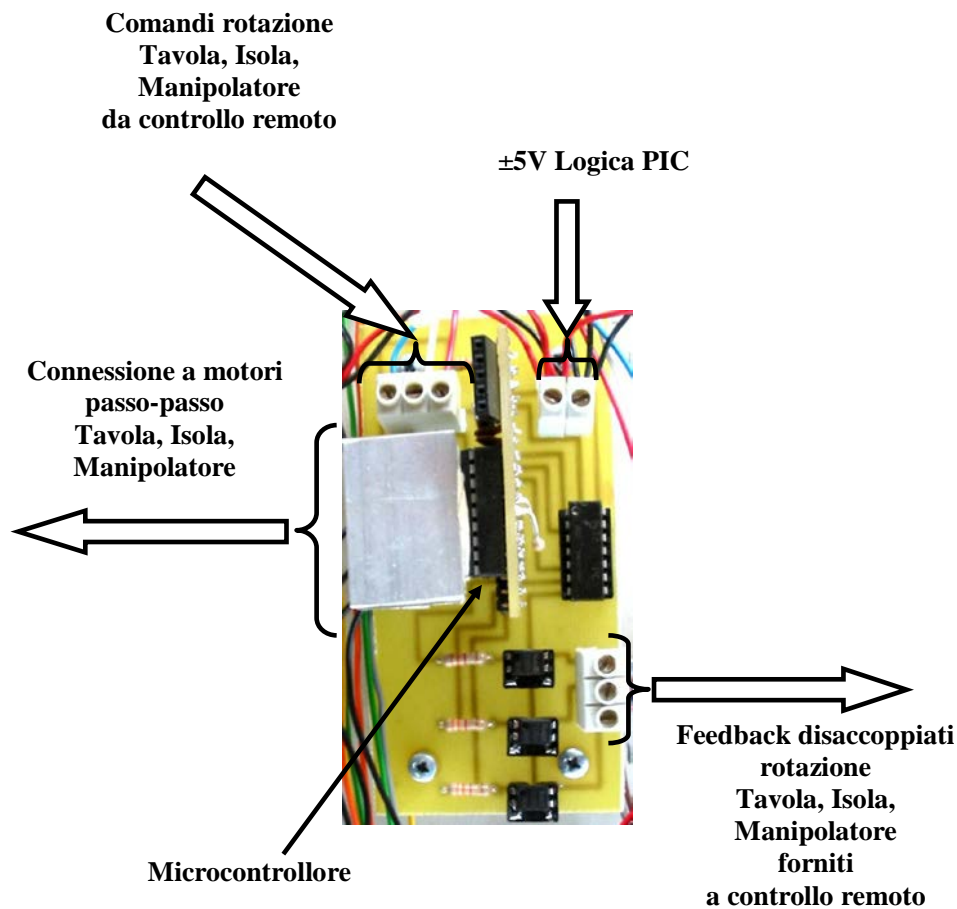


Figura 6: Basetta PIC

Oltre al necessario indirizzamento delle porte del PIC, è stato inserito un'integrato di porte OR perché il PIC ha bisogno di ricevere sia il segnale di Interrupt che quello di rotazione della tavola rotante che deve ruotare (Tavola, Isola o Manipolatore).

Dato che il sistema di controllo remoto invia solo un segnale di rotazione tavola al dimostratore (queste sono le specifiche dell'impianto reale) è stato necessario quindi convogliare in porta OR i comandi di rotazione provenienti dal sistema di controllo remoto per generare un unico segnale di Interrupt per il PIC.

Pertanto al PIC giungeranno distintamente sia il segnale di Interrupt che quello che identifica la tavola rotante che deve ruotare.

I punti di connessione con il sistema di controllo ed il dimostratore, realizzati tramite morsetti, sono i seguenti:

- Circuito di alimentazione
 - *Alimentazione PIC*: dall'opportuno trasformatore a 5V viene fornita la potenza per alimentare il PIC e l'integrato della porta OR;
- Comandi provenienti da controllo remoto
 - *Comandi rotazione tavole rotanti*: Sono segnali di Output per il Sistema di Controllo remoto che servono per comandare la rotazione della Tavola, dell'Isola e del Manipolatore;
- Acquisizione da parte del sistema di controllo remoto

- *Acquisizione del fine rotazione:* Sono i segnali di fine rotazione di ciascuna tavola rotante; **tali segnali, essendo segnali elettrici da 5V, sono stati disaccoppiati attraverso foto-accoppiatori con lo scopo di fornire al sistema di controllo feedback che siano solamente di natura “contatti puliti”.** Ciò si capirà meglio quando viene illustrata la connessione delle morsettiere WAGO al dimostratore.
- Connessioni con basetta di interfaccia
 - *Comandi motori:* Sono i segnali di “Output enable” e “step” per il comando dei tre motori di Tavola, Isola e Manipolatore di ciascuna terna;

2.5. BASETTA PRESSA

La basetta elettronica della pressa consente l'interfacciamento dei segnali di finecorsa dei pistoni montati sulla pressa, del segnale di presenza pezzo e dei comandi elettrovalvola per l'espulsione dei pistoni.

La particolarità sta nel fatto che il dispositivo può essere controllato sia dal micro-controllore in locale (controllo PIC) che dal controllo remoto. Ciò viene ottenuto da un lato replicando i segnali di processo per entrambi i controlli, dall'altro selezionando le azioni di controllo che vengono inviate agli attuatori della pressa (elettrovalvole).

L'acquisizione dei segnali viene effettuata attraverso uno schema pull-up e seguita da doppia negazione per ciascun controllo, vedi Figura 7.

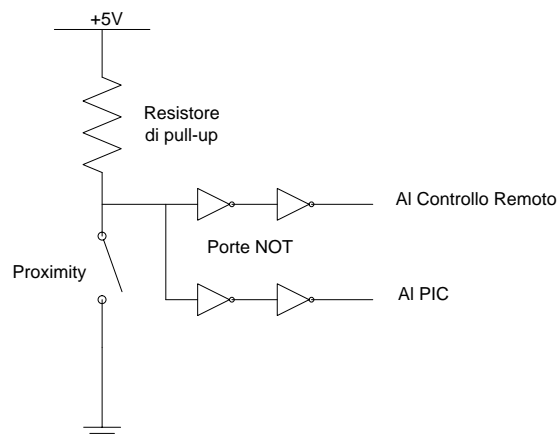


Figura 7: Schema di acquisizione segnali pull-up con doppia negazione

Ciò consente di ottenere un potenziale logico basso (0 logico) a fronte della chiusura dei contatti dei sensori di finecorsa, come avverrebbe per acquisizione diretta degli stessi segnali.

Relativamente alla selezione delle azioni di controllo da inviare agli attuatori della pressa, sono stati inseriti buffer three-state che, abilitati in modo complementare, permettono di selezionare all'uscita l'azione di controllo voluta (Abilitazione buffer = 0 implica controllo effettuato dal PIC), vedi schema in Figura 8.

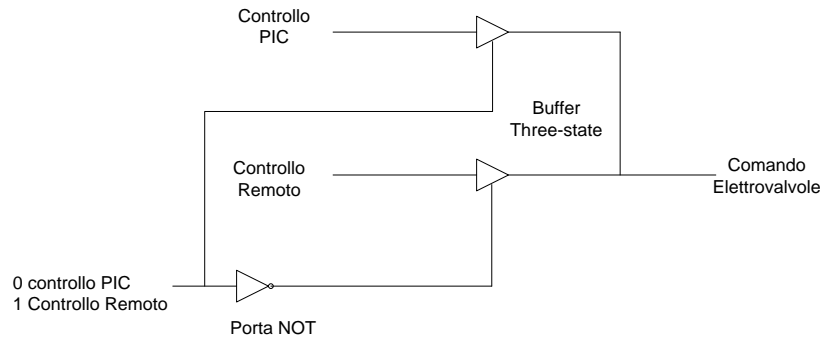


Figura 8: Selezione delle azioni di controllo

In Figura 9 è rappresentata la bassetta elettronica con i vari componenti elettronici evidenziati.

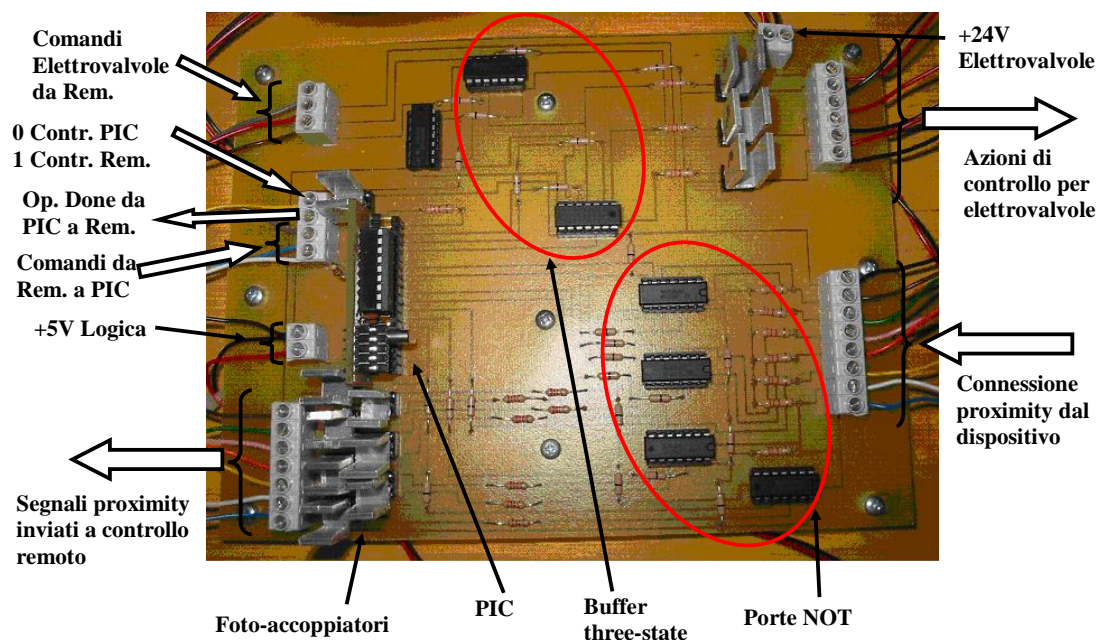


Figura 9: Bassetta elettronica Pressa

I punti di connessione con il sistema di controllo remoto ed il dimostratore, realizzati tramite morsetti, sono i seguenti:

- Circuito di alimentazione
 - *Alimentazione elettrovalvole*: dall'opportuno trasformatore a 24V viene fornita la potenza per alimentare le elettrovalvole;
 - *Alimentazione logica*: dall'opportuno trasformatore a 5V viene fornita la potenza per alimentare i componenti logici nonché il PIC;
- Comandi provenienti da controllo remoto
 - *Abilitazione controllo locale (PIC) o remoto*: E' il segnale di Enable per i buffer three-state che serve per abilitare il microcontrollore o il sistema di controllo remoto per il pilotaggio degli spintori (0=controllo microcontrollore, 1= controllo remoto);
 - *Comando di esecuzione operazione per PIC*: E' il segnale che il controllo remoto invia al microcontrollore per segnalargli l'inizio esecuzione del ciclo lavorazione pressa quando il controllo è effettuato dal PIC stesso (controllo locale o a bordo macchina);

- *Comando specifica colore*: E' il segnale che il controllo remoto invia al microcontrollore per segnalargli il pistone da utilizzare nel ciclo di lavorazione pressa;
- *Comandi a elettrovalvole pneumatiche*: Sono segnali di Output dal Sistema di Controllo Remoto (SdC), efficaci quando il sistema di controllo remoto è abilitato ad eseguire l'azione di controllo attraverso i buffer three-state. Dato che le elettrovalvole funzionano con una tensione di 24 V, è stato necessario disaccoppiare i canali delle schede di I/O dalle bobine di comando delle elettrovalvole stesse [2];
- Comandi provenienti da microcontrollore
 - *Segnale Operazione terminata*: E' la segnalazione che il PIC invia al controllo remoto per segnalare che ha terminato il ciclo di lavorazione pressa;
- Acquisizione da parte del sistema di controllo remoto
 - *Acquisizione dei proximity switches ed interruttore*: Sono i segnali relativi agli inizi-corsa e fine-corsa degli spintori pneumatici ed alla presenza pezzo; **tali segnali, essendo segnali elettrici da 5V provenienti dalle porte logiche NOT, sono stati disaccoppiati attraverso foto-accoppiatori con lo scopo di fornire al sistema di controllo feedback che siano solamente di natura "contatti puliti". Ciò si capirà meglio quando viene illustrata la connessione delle morsettiere WAGO al dimostratore.**
- Connessioni con sensori del dimostratore
 - *Acquisizione dei proximity switches*: Sono i segnali relativi agli inizi-corsa e fine-corsa degli spintori pneumatici che provengono direttamente dai proximity switches, essendo semplici contatti puliti [2] ed acquisiti in configurazione pull-up;
- Connessioni con attuatori del dimostratore
 - *Connessione delle elettrovalvole pneumatiche*: Sono i morsetti a cui i doppioli elettrici delle elettrovalvole vengono collegati per essere alimentate a 24V;

2.6. BASETTA TRAPANO

Allo stesso modo della pressa, la basetta elettronica del trapano consente l'interfacciamento dei segnali di finecorsa del pistone montato sul trapano, degli interruttori di homing e presenza pezzo, del comando elettrovalvola per l'espulsione del pistone e dei comandi al motore passo-passo per la discesa del trapano.

Anche qui la particolarità sta nel fatto che il dispositivo può essere controllato sia dal microcontrollore in locale (controllo PIC) che dal controllo remoto.

L'acquisizione dei segnali viene effettuata attraverso uno schema pull-up ma questa volta seguita da buffer three-state per ciascun controllo, vedi Figura 10. I buffer non introducono inversione logica dei segnali per cui all'uscita di ciascuno di essi si ritrova il segnale con potenziale logico basso (0 logico) a fronte della chiusura dei contatti dei sensori di finecorsa, come avverrebbe per acquisizione diretta degli stessi segnali.

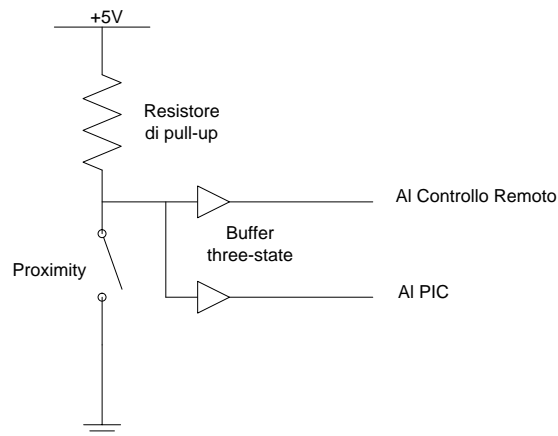


Figura 10: Schema di acquisizione segnali pull-up con buffer three-state

Relativamente alla selezione delle azioni di controllo da inviare agli attuatori del trapano la logica è come quella della pressa.

In Figura 11 è rappresentata la basetta elettronica con i vari componenti elettronici evidenziati.

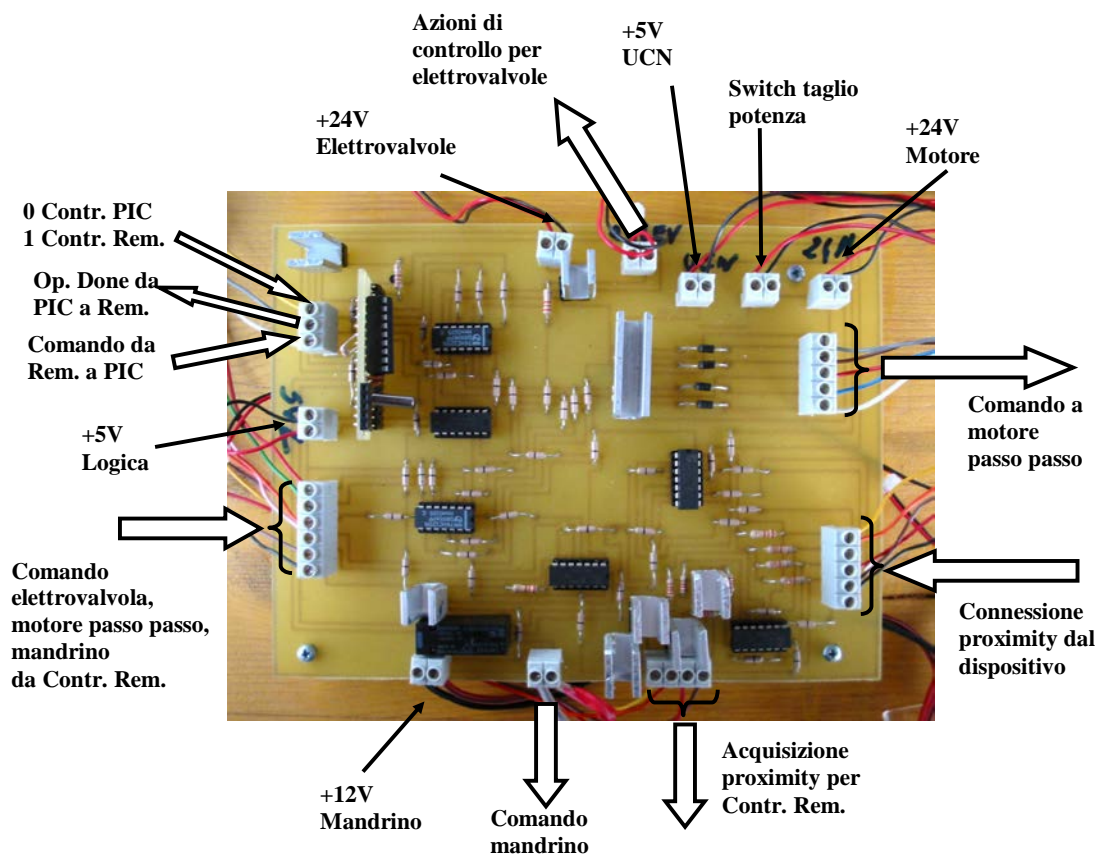


Figura 11: Basetta elettronica Trapano

I punti di connessione con il sistema di controllo remoto ed il dimostratore, realizzati tramite morsetti, sono i seguenti:

- Circuito di alimentazione
 - *Alimentazione elettrovalvole*: dall'opportuno trasformatore a 24V viene fornita la potenza per alimentare le elettrovalvole;

- *Alimentazione logica*: dall'opportuno trasformatore a 5V viene fornita la potenza per alimentare i componenti logici nonché il PIC;
- *Alimentazione logica UCN*: dall'opportuno trasformatore a 5V viene fornita la potenza per alimentare il lato logica dell'UCN;
- *Alimentazione motore passo passo*: dall'opportuno trasformatore a 24V viene fornita la potenza per alimentare il motore;
- *Alimentazione motore mandrino*: dall'opportuno trasformatore a 12V viene fornita la potenza per alimentare il motore del mandrino del trapano;
- Comandi provenienti da controllo remoto
 - *Abilitazione controllo locale (PIC) o remoto*: E' il segnale di Enable per i buffer three-state che serve per abilitare il microcontrollore o il sistema di controllo remoto per il pilotaggio degli spintori (0=controllo microcontrollore, 1= controllo remoto);
 - *Comando di esecuzione operazione per PIC*: E' il segnale che il controllo remoto invia al microcontrollore per segnalargli l'inizio esecuzione del ciclo di lavorazione pressa quando il controllo è effettuato dal PIC stesso (controllo locale o a bordo macchina);
 - *Comandi controllo remoto motore passo passo*: sono i comandi di Output Enable, Step e Direzione; efficaci quando il sistema di controllo remoto è abilitato ad eseguire l'azione di controllo attraverso i buffer three-state;
 - *Comando azionamento mandrino*: E' il segnale di Output dal Sistema di Controllo Remoto (SdC), efficace quando il sistema di controllo remoto è abilitato ad eseguire l'azione di controllo attraverso i buffer three-state.
 - *Comando a elettrovalvola pneumatica*: E' il segnale di Output dal Sistema di Controllo Remoto (SdC), efficace quando il sistema di controllo remoto è abilitato ad eseguire l'azione di controllo attraverso i buffer three-state. Dato che l'elettrovalvola funziona con una tensione di 24 V, è stato necessario disaccoppiare il canale della scheda di I/O dalla bobina di comando dell'elettrovalvola stessa [2];
- Comandi provenienti da microcontrollore
 - *Segnale Operazione terminata*: E' la segnalazione che il PIC invia al controllo remoto per segnalare che ha terminato il ciclo di lavorazione pressa;
- Acquisizione da parte del sistema di controllo remoto
 - *Acquisizione dei proximity switches ed interruttori*: Sono i segnali relativi agli inizi-corsa e fine-corsa degli spintori pneumatici, alla presenza pezzo e all'homing; **tali segnali, essendo segnali elettrici da 5V provenienti dalle porte logiche NOT, sono stati disaccoppiati attraverso foto-accoppiatori con lo scopo di fornire al sistema di controllo feedback che siano solamente di natura "contatti puliti". Ciò si capirà meglio quando viene illustrata la connessione delle morsettiere WAGO al dimostratore.**
- Connessioni con sensori del dimostratore
 - *Acquisizione dei proximity switches ed interruttori*: Sono i segnali relativi agli inizi-corsa e fine-corsa dello spintore pneumatico e degli interruttori di presenza pezzo e homing che provengono direttamente dal dispositivo,essendo semplici contatti puliti [2] ed acquisiti in configurazione pull-up;

- *Interruttore di distacco potenza motore passo passo*: E' un interruttore che taglia la potenza alle fasi del motore passo passo quando il trapano raggiunge la quota di sicurezza per evitare danneggiamenti alla struttura meccanica;
- Connessioni con attuatori del dimostratore
 - *Connessione delle elettrovalvole pneumatiche*: Sono i morsetti a cui i doppioli elettrici delle elettrovalvole vengono collegati per essere alimentate a 24V;
 - *Connessione motore passo passo*: Sono i punti di collegamento con le fasi del motore;
 - *Connessione mandrino trapano*: Sono i punti di collegamento con il motore a corrente continua del mandrino trapano;

2.7. MORSETTIERE WAGO

Al fine di poter interfacciare il PLC SIEMENS al dimostratore sono state prese in considerazione delle morsettiere intelligenti co testa PROFIBUS DP che permettono quindi di remotare gli I/O del PLC e connettersi con il dimostratore. In particolare sono stati disposti 48 Canali di Input e 48 Canali di Output per costituire un'intera scheda NI e quindi per coprire tutti i canali disponibili sulla morsettiere di interfaccia con il dimostratore. Relativamente alla tecnologia usata nel dimostratore sono stati scelti dei moduli di Input / Output a logica TTL.

Va segnalata la particolarità dei moduli di ingresso che hanno come riferimento i +5V, a differenza di quelli di Output che hanno come riferimento il potenziale di terra per forzare il segnale in tensione di uscita e quindi si possono connettere direttamente agli attuatori del dimostratore. Ciò crea problemi in quanto tutto il sistema di riferimento del dimostratore è rappresentato dal potenziale di terra, vedi Figura 4; collegare direttamente un sensore del dimostratore al canale di ingresso del modulo di Input creerebbe un corto circuito nell'intero sistema di alimentazione. E' stato pertanto necessario disaccoppiare elettricamente ogni canale di ingresso delle morsettiere intelligenti per renderlo galvanicamente isolato. Ciò è stato realizzato per mezzo di un foto-accoppiatore per ogni segnale acquisito.

A tal proposito va evidenziato che il dimostratore è caratterizzato da due tipologie di segnali acquisiti: i contatti puliti ed i segnali in tensione, forniti per esempio dai micro-controllori. Ciò significherebbe che i segnali in tensione sarebbero in grado di polarizzare i foto-diodi dei disaccoppiatori dei moduli di ingresso delle morsettiere intelligenti mentre i segnali puliti no cioè bisognerebbe prevedere per i canali corrispondenti ai segnali puliti un'alimentazione esterna di polarizzazione. Si è quindi scelto di rendere "puliti" tutti i segnali provenienti dal dimostratore, interponendo un disaccoppiatore per ogni segnale in tensione, vedi Figura 12.

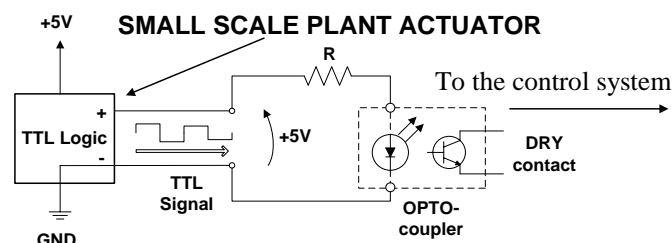


Figura 12: Disaccoppiamento dei segnali attivi in "contatti puliti"

In tal modo è stato previsto un sistema comune di alimentazione esterna per polarizzare ognuno dei disaccoppiatori dei 48 canali di ingresso delle morsettiere intelligenti, vedi Figura 13. In tale figura ogni feedback dal dimostratore è visto come un segnale pulito.

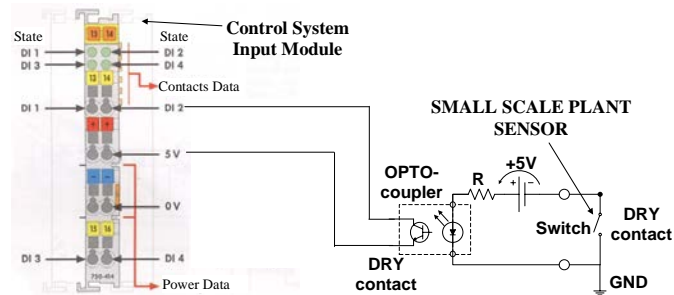


Figura 13: Alimentazione esterna per polarizzazione

Il collegamento con le morsettiere WAGO con il simulatore di processo non è materia di discussione in questo documento per cui si rimanda a [4].

In Figura 14 la realizzazione finale dell'intero sistema di morsettiere intelligenti.

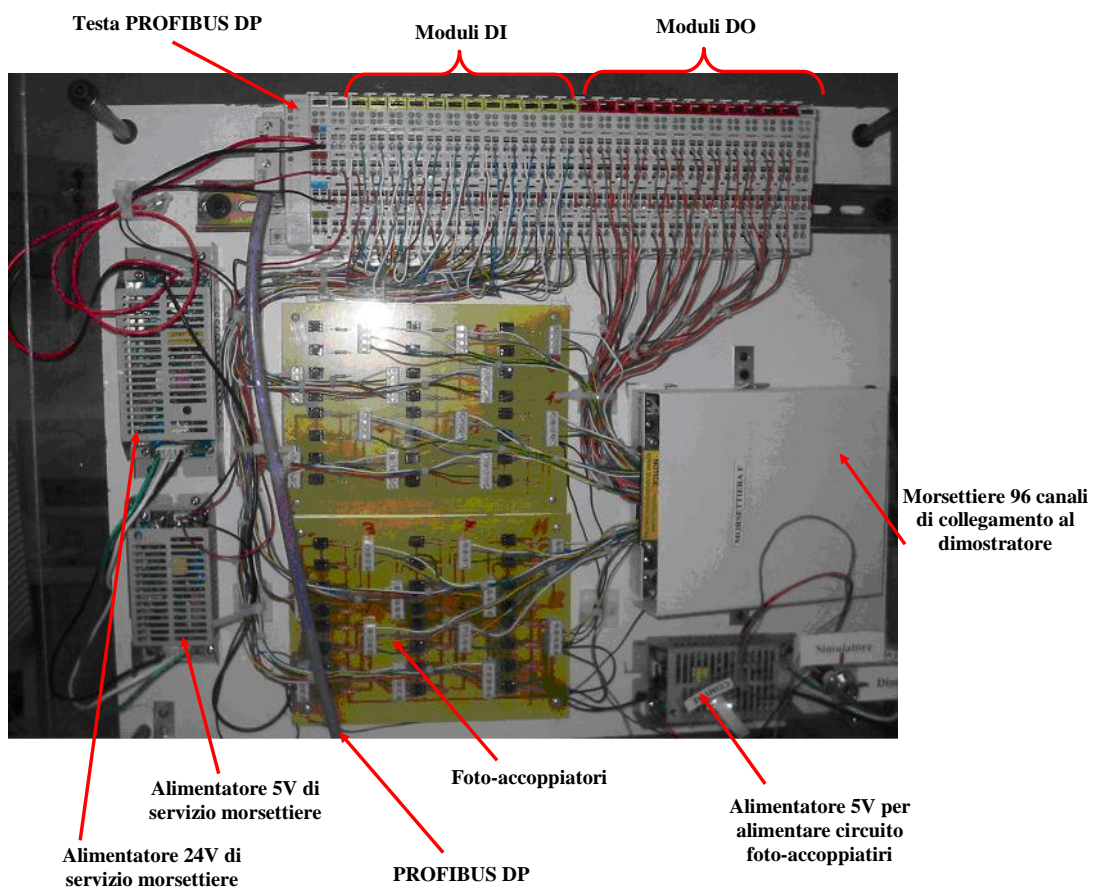


Figura 14: Morsettiere WAGO

2.8. DISACCOPIAMENTO TRA I SISTEMI DI CONTROLLO DI LINEA E STAZIONI OPERATORE

Dato che per il controllo delle stazioni a bordo linea, pressa e trapano, ci sono dei segnali scambiati, e dato che il controllo di linea scambia segnali attraverso le schede NI con riferimento dei segnali la terra, si ripropone il problema del corto circuito evidenziato per i moduli di input delle morsettiere intelligenti. Anche in questo caso quindi è stato deciso di disaccoppiare i segnali che il controllo di linea fornisce al controllo delle stazioni. In particolare i comandi di "svolgi operazione" per le due stazioni e la scelta del colore per la pressa vengono disaccoppiati

ed acquisiti come segnali puliti dai canali di input delle morsettiere intelligenti. In la realizzazione fisica.

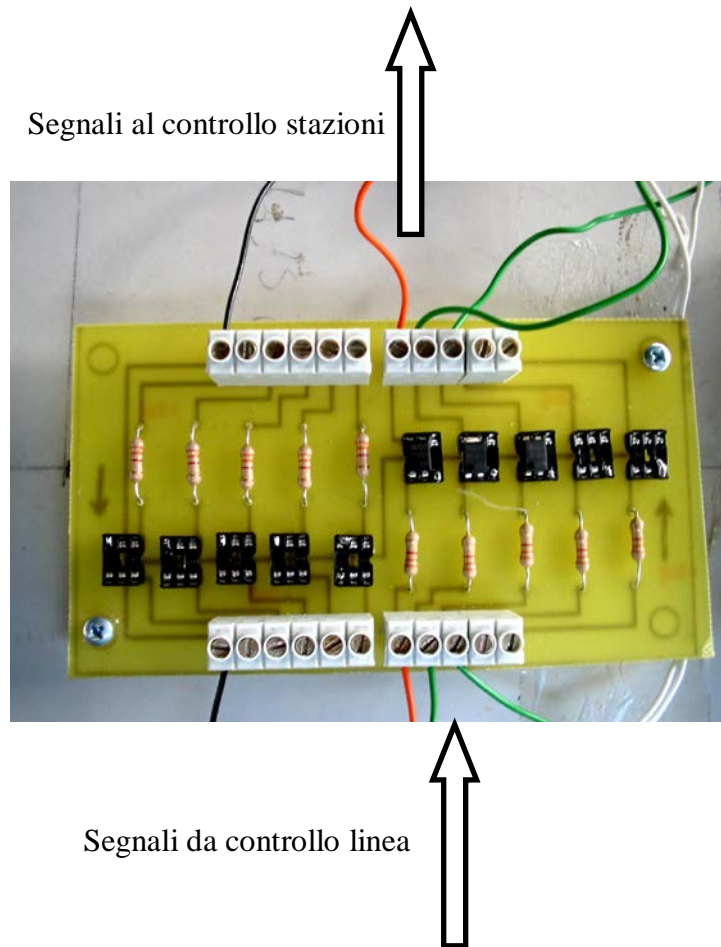


Figura 15: Disaccoppiamento tra I sistemi di controllo di liea e stazioni a bordo linea

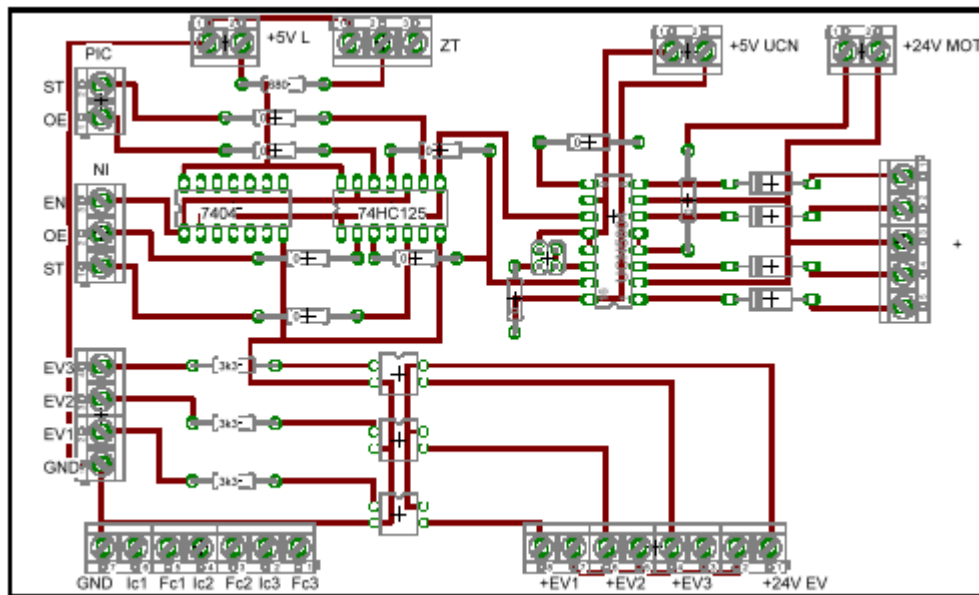
3. MAPPATURA DEGLI I/O DEL SISTEMA DI CONTROLLO

Qui di seguito viene riportata la mappatura completa di tutti gli Ingressi ed Uscite del sistema di controllo verso il dimostratore.

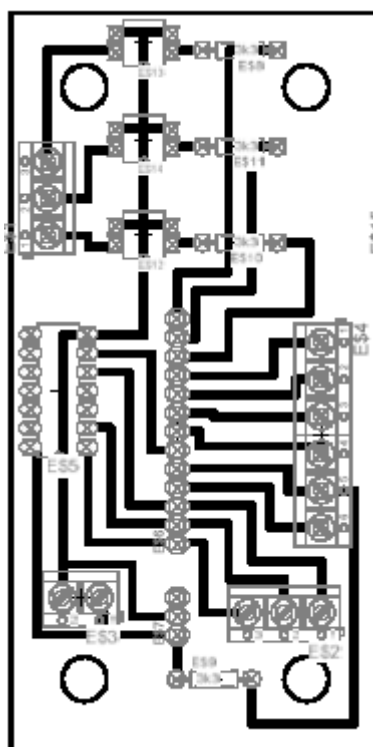
Il criterio che è stato utilizzato per l'assegnazione dei segnali ai canali delle schede di I/O è stato quello di raggruppare tra loro i segnali omogenei dal punto di vista del significato. Per esempio tutti i segnali derivanti dai proximity switches, i segnali derivanti dai microcontrollori circa le rotazioni avvenute e così via. Inoltre si è voluto mantenere lo stesso assegnamento sulle diverse morsettiere (per esempio px_lc_T11 è cablato sul morsetto 4 della morsettiera A, così come il proximity px_lc_T31 è cablato sul morsetto 4 della morsettiera B).

E' da notare che la morsettiera D, relativa alla connessione con la pressa ed il trapano, va collegata alla scheda I/O numero 1 del sistema di controllo che gestisce le stazioni a bordo linea.

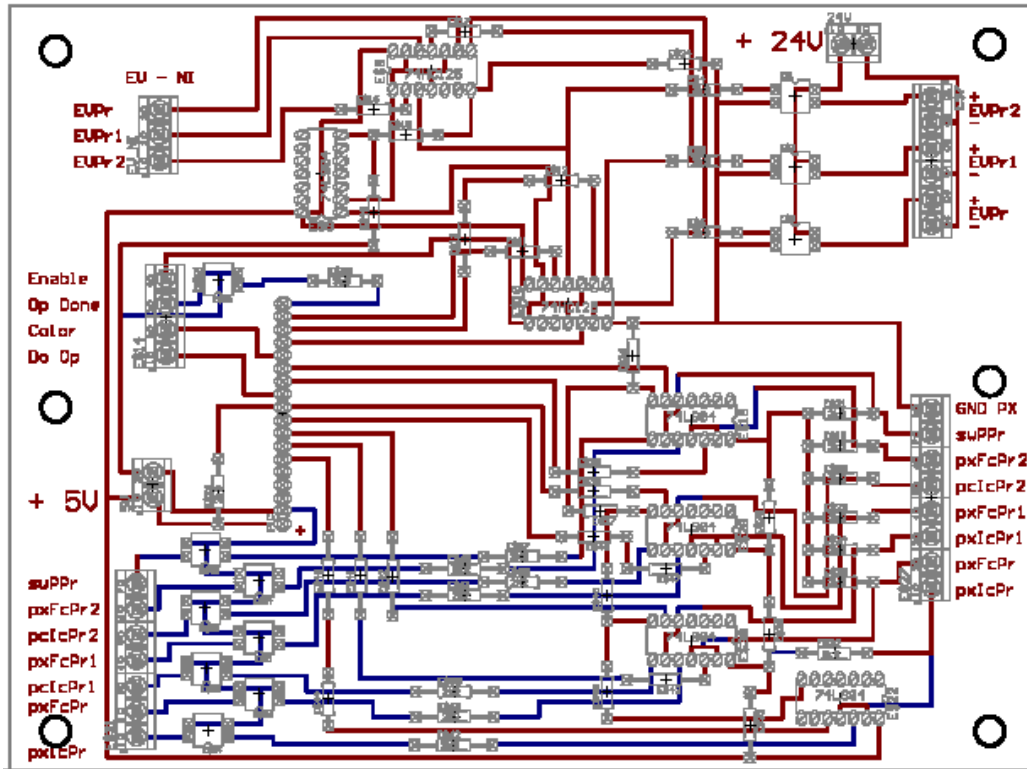
4. LAYOUT BASETTE ELETTRICHE



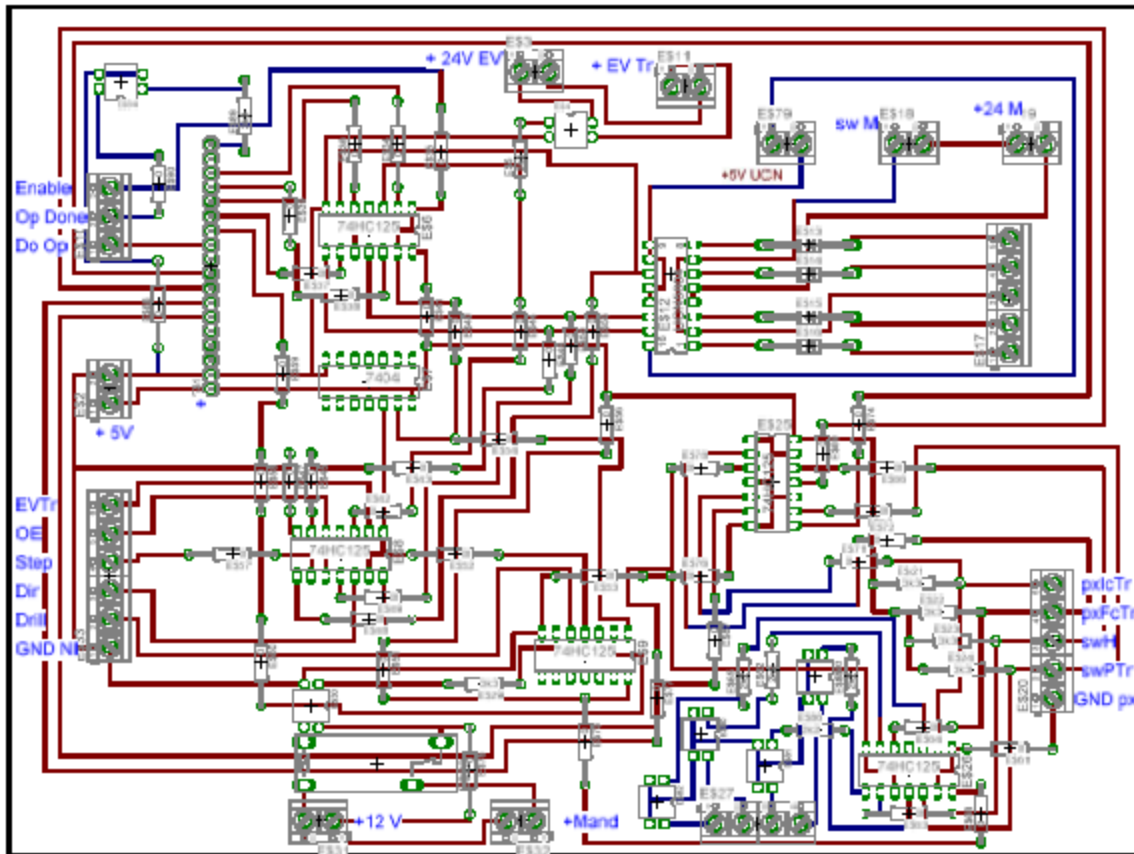
Basetta Tavole rotanti



Basetta PIC



Basetta Pressa



Basetta Trapano

5. CONCLUSIONI E LAVORI FUTURI

Nel presente report è stata documentata l'ingegnerizzazione dei cablaggi del dimostratore tecnologico del laboratorio di controlli automatici di Vigevano.

Sviluppi futuri di tale lavoro riguardano l'eventuale sviluppo di tale infrastruttura.

6. ACRONIMI E DEFINIZIONI

6.1. TERMINI UTILIZZATI IN CONTROLLI AUTOMATICI

Advanced control—Process control strategies beyond PID loop control, such as feed forward, dead-time compensation, lead/lag, adaptive gain, neural networks, and fuzzy logic.

Fieldbus architecture—Control architecture that uses digital, serial, multi drop, two-way communications between and among intelligent field devices and control/monitoring systems.

Human-machine interface—Method of displaying machine status, alarms, messages, and diagnostics, often graphical display on a personal computer, providing operator feedback.

IEC 61131—International standard for machine control programming tools. Part Three provides five languages with standard commands and data structure, allowing changes to programming software with less extensive training.

IEC 61499—International standard for industrial-process measurement and control systems. Part One provides functional blocks allowing to describe functional control systems architecture.

Intelligent field devices—Microprocessor-based devices capable of providing multiple process variables, device performance information, diagnostic results, and execution of assigned control functions.

Intelligent I/O modules—I/O module that provides intelligent, on-board processing of input values to control output values, bypassing the PLC or control controller for routine decision making.

Internet—Global collection of industrial, commercial, academic, government, and personal computer networks that exchange information.

Interoperability—When products are replaceable by a similar product from another vendor.

MES—Manufacturing Execution System delivers information-enabling optimisation of production activities from order to goods. It guides, initiates, responds to, and reports on plant activities.

Microsoft Windows Operating Systems—The most widely used operating systems for personal computers. Microsoft NT is a desktop and server package for enterprise-wide applications. Microsoft 95 is a self-contained operating system a built-in and enhanced version of DOS. Microsoft CE is a compact version of Windows for handheld PCs and embedded devices.

Object-oriented software—Software that uses and reuses parcels of code to build applications modelled on object techniques including COM/DCOM, Java, and CORBA standards.

OLE for process control (OPC)—Object linking & embedding (OLE) that treats data as collections of objects to be shared by applications supporting OLE specifications. OPC provides extensions to OLE to support process control data sharing.

Open controller—Controller that looks like a traditional PLC but is a PC operating in a Windows environment with software control.

Open systems—Hardware/software designs in which a degree of interchangeability and connectivity give users choices. Systems complying with the seven layers of the ISO-proposed open-system interconnect, 7-layer model.

PC control—Software-configured control strategy using standard personal computer hardware and software.

PID (Proportional, integral, derivative control)—An intelligent I/O module or program instruction which provides automatic closed-loop operation of process control loops.

Programmable Logic Controller (PLC)—A solid-state control system with user-programmable memory for storage of instructions to implement specific control and automation functions.

S88—An international standard developed by ISA that uses object-oriented concepts to define terminology and models for batch control processes.

Soft logic—Controller is the software, which can run on a variety of personal-computer form factors. Most useful in applications requiring high data collection and processing as well as communications to other networks.

6.2. ACRONIMI

MES - Manufacturing Execution System

OPC – Ole for Process Control

PID – Proportional Integral Derivative

PLC – Programmable Logic Controller

SFC - Sequential Functional Chart

CN – Controllo Numerico

7. RIFERIMENTI E LINKS

7.1. RIFERIMENTI

- [1] Ideazione, progettazione e sviluppo di un dimostratore mecatronico per sistemi manifatturieri riconfigurabili, M. Donà, Tesi di Laurea 2004
- [2] Architettura Hardware e Software del Laboratorio di Controlli dell’Impianto Manifatturiero ITIA di Vigevano, A. Cataldo, 2MaCS_TR-04_CS203
- [3] Descrizione della Linea Molecolare, A. Cataldo, 2MaCS_TR-04_CS202
- [4] TEST-BED INFRASTRUCTURE FOR INDUSTRIAL CONTROL SYSTEMS VALIDATION, A. Cataldo, E. Carpanzano, ESDA 06

7.2. INTERNET LINKS

NATIONAL INSTRUMENTS <http://www.ni.com>