

POLITECNICO DI TORINO

Collegio di Ingegneria Meccanica, Aerospaziale, dell'Autoveicolo e
della Produzione

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica



**Politecnico
di Torino**

Studio, messa in funzione ed espansione di una linea automatica
gestita da PLC

Relatore:

Prof. Luigi Mazza

Correlatori:

Prof.ssa Daniela Maffiodo

Prof.ssa Gabriella Eula

Candidato:

Giorgio Rumiano

Anno Accademico 2021/2022

Indice

Elenco delle figure.....	6
Legenda.....	14
Introduzione.....	16
Capitolo 1.....	19
1. Nozioni generali su PLC e protocolli di comunicazione industriale.....	19
1.1 Il Controllore Logico Programmabile.....	19
1.1.1 Struttura del PLC.....	22
1.1.2 Linguaggi di programmazione	25
1.2 Protocolli di comunicazione industriale.....	28
1.2.1 L'EtherNet/IP	30
Capitolo 2.....	33
2. Pannello didattico Smc	33
2.1 Descrizione dei componenti.....	39
2.1.1 PLC Panasonic	40
2.1.2 Pannello HMI.....	41
2.1.3 Sistema decentralizzato gateway 2 serie EX500.....	42
2.1.4 Drive JXC91	45
2.2 Configurazione dei software di programmazione	47
2.2.1 FPWIN Pro	49
2.2.2 EasyBuilder Pro	55
2.3 Programmazione del ciclo di lavoro	58
2.3.1 Stesura del listato ladder	58

2.3.2	Realizzazione delle pagine dell'interfaccia HMI	80
2.4	Tecnica dei relè ausiliari	97
2.4.1	Stesura del listato ladder	98
2.4.2	Creazione delle pagine dell'interfaccia HMI.....	103
Capitolo 3.....		106
3.	Pannello di espansione	106
3.1	Analisi di mercato per la selezione dei componenti.....	109
3.2	Descrizione dei componenti acquistati.....	113
3.2.1	PLC Allen-Bradley	116
3.2.2	Pannello operatore Allen-Bradley.....	117
3.2.3	Switch di rete Ethernet Allen-Bradley.....	119
3.2.4	Batteria di elettrovalvole Pneumax.....	120
3.2.5	Attuatori pneumatici e sensori magnetici.....	121
3.2.6	Nastro trasportatore.....	125
3.2.7	Modulo IO-Link e sensori capacitivi Turck Banner	129
3.2.8	Alimentatore Phoenix Contact	131
3.3	Modifiche rispetto al progetto originale.....	133
3.4	Montaggio del pannello di espansione.....	141
3.4.1	Struttura portante	141
3.4.2	Alimentatore	142
3.4.3	Nastro trasportatore.....	143
3.4.4	Attuatori pneumatici.....	145
3.4.5	Componenti su guida DIN.....	146
3.4.6	Pannello HMI.....	147

3.4.7	Led ed interruttori a levetta	148
3.4.8	Pulsante di emergenza a fungo	149
3.4.9	Sensori magnetici e tubi di alimentazione pneumatica	149
3.4.10	Cablaggio elettrico.....	151
3.4.11	Collegamento degli I/O del PLC	152
3.4.12	Collegamento della rete EtherNet/IP.....	155
3.5	Configurazione dei software di programmazione	158
3.5.1	RSLogix 5000.....	158
3.5.2	FactoryTalk® View Machine Edition	165
3.6	Programmi ladder	169
3.6.1	Subroutine della modalità di prova.....	172
3.6.2	Subroutine di controllo della pinza elettrica	177
3.6.3	Subroutine della modalità tutto Allen-Bradley	182
3.6.4	Subroutine della modalità mista	196
3.7	Programmazione del pannello di interfaccia virtuale.....	200
3.7.1	Pagina principale.....	201
3.7.2	Pagine dedicate alla modalità di prova.....	206
3.7.3	Pagine dedicate alla modalità tutto Allen-Bradley	212
3.7.4	Pagine dedicate alla modalità mista	217
4.	Conclusione.....	219
	Bibliografia e sitografia.....	222
	Ringraziamenti	227
	Allegati.....	228

Elenco delle figure

Figura 1: fotografie del pannello Smc con vista frontale, laterale e posteriore	16
Figura 2: schema di funzionamento del PLC	20
Figura 3: struttura del PLC	22
Figura 4: esempio di diagramma ladder	26
Figura 5: simboli grafici principali utilizzati nel linguaggio ladder	27
Figura 6: modello OSI a sette strati [7]	31
Figura 7: pannello didattico Smc.....	33
Figura 8: schema di collegamento del pannello didattico Smc.....	35
Figura 9: confronto tra un sistema decentralizzato EX500 (sopra) vs un sistema centralizzato EX600 (sotto).....	38
Figura 10: layout della rete EtherNet/IP	39
Figura 11: PLC, cassetta di comunicazione aggiuntiva e moduli di input e output digitali [11].....	40
Figura 12: pannello operatore Weintek MT8073iE [12]	41
Figura 13: sistema decentralizzato gateway 2 serie EX500 [13].....	43
Figura 14: schema di alimentazione pneumatica del manifold di elettrovalvole branch A.....	44
Figura 15: schema di alimentazione pneumatica del manifold di elettrovalvole branch B	45
Figura 16: drive JXC91 e pinza elettrica serie LEHF [14].....	45
Figura 17: esempio della schermata di programmazione del software ACT Controller	47
Figura 18: verifica della comunicazione tra computer e PLC del pannello didattico Smc	48
Figura 19: pagina per la creazione di un progetto in FPWIN Pro.....	50
Figura 20: configurazione EtherNet/IP del drive pinza JXC91 e del gateway EX500-GEN2	51

Figura 21: indirizzi degli input del gateway EX500-GEN2.....	53
Figura 22: indirizzi degli output del gateway EX500-GEN2.....	53
Figura 23: indirizzi degli input del drive pinza JXC91	54
Figura 24: indirizzi degli output del drive pinza JXC91.....	55
Figura 25: finestra di editing del software EasyBuilder Pro dell'interfaccia HMI Weintek	56
Figura 26: proprietà del dispositivo PLC da configurare e connettere al pannello di interfaccia HMI	57
Figura 27: istruzioni per la lettura delle informazioni riguardanti lo stato della connessione EtherNet/IP	61
Figura 28: realizzazione del selettore di modalità: ciclo, automatico e manuale.....	62
Figura 29: consenso per l'avvio del ciclo in modalità Ciclo o modalità Automatico ..	62
Figura 30: descrizione della funzione di controllo dell'emergenza	63
Figura 31: accensione della pinza elettrica e visualizzazione del segnale di accensione	64
Figura 32: descrizione del passo 1 del ciclo di lavoro	67
Figura 33: operazioni di homing e di posizionamento della pinza elettrica comandata dal drive JXC91	68
Figura 34: descrizione del passo 2 del ciclo di lavoro	69
Figura 35: descrizione del passo 3 del ciclo di lavoro	70
Figura 36: descrizione del passo 4 del ciclo di lavoro	71
Figura 37: descrizione del passo 5 del ciclo di lavoro	72
Figura 38: descrizione del passo 6 del ciclo di lavoro	73
Figura 39: descrizione del passo 7 del ciclo di lavoro	74
Figura 40: descrizione del passo 8 del ciclo di lavoro	75
Figura 41: descrizione del passo 9 del ciclo di lavoro	76
Figura 42: descrizione del passo 10 del ciclo di lavoro	76
Figura 43: differenza tra il fine ciclo della modalità Automatico e Ciclo, più differenti comandi di arresto.....	77

Figura 44: creazione delle lampadine rappresentanti lo stato dei sensori, la posizione della pinza e l'emergenza	79
Figura 45: schermata principale del pannello operatore di interfaccia HMI.....	80
Figura 46: set di istruzioni da seguire all'avviamento del sistema	81
Figura 47: descrizione della realizzazione di un Tasto funzione con relativa icona ...	82
Figura 48: Tasto funzione di chiusura della pagina popup con relativa icona	83
Figura 49: Toggle switch Restart con relativa icona.....	84
Figura 50: selettore di modalità con tracciato degli stati e visualizzazione grafica delle tre possibili scelte	85
Figura 51: visualizzatore numerico della modalità di funzionamento selezionata.....	86
Figura 52: interruttore di accensione della pinza elettrica e lampadina di segnalazione dell'avvenuto start.....	87
Figura 53: pagina popup per la procedura di homing della pinza elettrica.....	88
Figura 54: pulsanti di start, stop e stop a fine ciclo	88
Figura 55: realizzazione della lampada di emergenza sulla pagina di background ...	89
Figura 56: tasti di collegamento con le altre pagine dell'HMI con descrizione del tasto funzione con cambio a schermo intero.....	90
Figura 57: prima pagina dedicata ai comandi manuali	91
Figura 58: seconda pagina dedicata ai comandi manuali.....	92
Figura 59: reti del listato ladder dedicate alla conversione dei valori di velocità, forza e posizione in formato decimale	93
Figura 60: prima e seconda pagina dedicata allo stato dei sensori	94
Figura 61: pagina dedicata allo stato della connessione EtherNet/IP.....	95
Figura 62: pagina dedicata al controllo remoto del pannello HMI tramite il software EasyAccess 2.0.....	96
Figura 63: selezione del pannello HMI da controllare in remoto tramite il software EasyAccess 2.0.....	97
Figura 64: grafcet, grafcet contratto, tabella ed equazioni delle memorie ausiliarie X e Y	98

Figura 65: rappresentazione nel listato ladder delle equazioni delle memorie ausiliarie X e Y.....	99
Figura 66: reti del listato ladder dedicate agli azionamenti ricavabili dall'analisi del grafcet contratto e dalla tabella delle memorie.....	100
Figura 67: funzioni di ripristino dell'emergenza e azzeramento del contatore di ciclo del pulsante Restart.....	101
Figura 68: realizzazione del contatore del numero di cicli realizzati	102
Figura 69: lampadine realizzate per identificare la fase attuale del ciclo.....	103
Figura 70: pagina principale del progetto dedicato alla tecnica dei relè ausiliari	104
Figura 71: pagina dedicata alle informazioni del ciclo realizzato con la tecnica dei relè ausiliari.....	105
Figura 72: fotografie del pannello di espansione con vista frontale e posteriore	106
Figura 73: modello CAD 3D dell'idea iniziale del pannello di espansione	108
Figura 74: tabella dell'analisi di mercato in base alle aziende	111
Figura 75: tabella dell'analisi di mercato in base alle categorie di prodotto.....	112
Figura 76: modello CAD 3D del pannello di espansione con i componenti acquistati	113
Figura 77: layout della rete di comunicazione EtherNet/IP del solo pannello di espansione	114
Figura 78: layout della rete di comunicazione EtherNet/IP di entrambi i pannelli collegati insieme	115
Figura 79: PLC CompactLogix 5380 Allen-Bradley con moduli di input/output digitali [20]	116
Figura 80: pannello operatore Allen-Bradley PanelView 800 2711R-T7T [21]	118
Figura 81: switch Ethernet Allen-Bradley Stratix® 2000 [22].....	119
Figura 82: batteria di elettrovalvole bistabili 5/2 Pneumax serie Optyma32-S.....	120
Figura 83: attuatori pneumatici Pneumax serie 1605 (sopra) e serie 1260 con guida GLB (sotto).....	121

Figura 84: microregolatori di flusso unidirezionali Metalwork con regolazione allo scarico.....	123
Figura 85: pinzetta pneumatica Smc MHZ2 [23]	124
Figura 86: mini-nastro trasportatore GBS 60x500 mm [24]	125
Figura 87: interruttore a tre posizioni per l'inversione del moto del nastro trasportatore	126
Figura 88: relè di potenza Phoenix Contact su apposita base portarelè [25]	126
Figura 89: scatola di derivazione con interruttore per il controllo manuale del nastro e potenziometro regolatore di velocità	127
Figura 90: schema di collegamento elettrico tra motore, alimentatore, relè di potenza e output del PLC.....	128
Figura 91: modulo IO-Link TBEN-S2-4IOL e sensore capacitivo Turck Banner [26] 129	
Figura 92: alimentatore 24V DC / 5 A Phoenix Contact.....	131
Figura 93: schema elettrico di alimentazione del pannello didattico di espansione .	132
Figura 94: PLC sostitutivo Allen-Bradley CompactLogix L32E	135
Figura 95: sensore capacitivo PNP 3 fili NO Heschen [28].....	136
Figura 96: interruttori a levetta con ritorno a molla (sinistra) e deviatore a tre posizione (destra) [29].....	137
Figura 97: schema elettrico del led e calcolo della resistenza adatta	138
Figura 98: pulsante di emergenza a fungo [30].....	139
Figura 99: piastra di battuta e guida per l'oggetto da afferrare	140
Figura 100: maniglia per agevolare il trasporto	140
Figura 101: struttura portante del pannello didattico di espansione.....	142
Figura 102: installazione dell'alimentatore sul lato posteriore del pannello	143
Figura 103: posizionamento del nastro trasportatore	144
Figura 104: piastre ad L realizzate per assemblare il manipolatore pneumatico.....	145
Figura 105: posizionamento sul pannello del manipolatore pneumatico.....	146
Figura 106: guida DIN con PLC, relè controllo motore, batteria di valvole e switch di rete	147

Figura 107: installazione del pannello di interfaccia nella cornice di alluminio dedicata	147
Figura 108: alloggiamento dei led colorati e degli interruttori a levetta	148
Figura 109: posizionamento del pulsante di emergenza a fungo.....	149
Figura 110: completamento del manipolatore con sensori, raccordi, tubi e smorzatori	150
Figura 111: tabella degli input della batteria di valvole	150
Figura 112: schema per il collegamento dei tubi e tabella delle bocche di uscita delle elettrovalvole [31].....	151
Figura 113: disposizione dei cavi elettrici nella parte posteriore del pannello di espansione	152
Figura 114: tabella degli ingressi e delle uscite dal PLC Allen-Bradley	153
Figura 115: collegamento tramite spina-presa “mammut” degli interblocchi tra PLC Rockwell e PLC Panasonic.....	154
Figura 116: software EDS Hardware Installation Tool	155
Figura 117: monitoraggio dello stato di connessione della rete EtherNet/IP tramite il software RSLinx Classic	157
Figura 118: schermata principale del software RSLogix 5000.....	159
Figura 119: finestra di organizzazione del controllore logico programmabile	160
Figura 120: finestra delle proprietà del controllore.....	161
Figura 121: monitoraggio (sopra) e modifica (sotto) delle variabili globali del controllore.....	161
Figura 122: configurazione degli input e degli output del controllore	162
Figura 123: finestra di aggiunta di nuovi moduli locali o di nodi collegati sulla rete Ethernet.....	163
Figura 124: proprietà dei moduli di input/output aggiunti.....	164
Figura 125: schermata principale del software FactoryTalk® View ME	166
Figura 126: finestre di Properties e Project Setting.....	167
Figura 127: Communication Setup per la configurazione del PLC di riferimento	168

Figura 128: finestra Communication con lo stato di connessione dei nodi sulla rete Ethernet.....	169
Figura 129: MainRoutine per la selezione della modalità di funzionamento del sistema automatico	171
Figura 130: restart del sistema automatico	173
Figura 131: reti dedicate all'accensione intermittente dei led colorati.....	174
Figura 132: comandi per l'attivazione delle uscite delle elettrovalvole	175
Figura 133: marcia avanti del nastro trasportatore e test del sensore capacitivo destro	177
Figura 134: errore nella registrazione delle posizioni sul drive pinza elettrica JXC91	178
Figura 135: registrazione delle nuove posizioni corrette sul drive pinza JXC91	179
Figura 136: accensione del servomotore e ritorno all'origine	180
Figura 137: esecuzione dello spostamento in posizione di pinza aperta	181
Figura 138: esecuzione dello spostamento in posizione di pinza chiusa	182
Figura 139: selezione della modalità di funzionamento del nastro trasportatore	183
Figura 140: preparazione del sistema e avvio del ciclo di lavoro.....	184
Figura 141: descrizione del passo 8 del ciclo di lavoro	186
Figura 142: descrizione del passo 9 del ciclo di lavoro	187
Figura 143: descrizione del passo 10 del ciclo di lavoro	189
Figura 144: reti del ladder dedicate all'azionamento delle uscite dell'elettrovalvola 1 associata al cilindro orizzontale senza stelo	190
Figura 145: descrizione del passo 11 del ciclo di lavoro	191
Figura 146: descrizione del passo 12 del ciclo di lavoro	192
Figura 147: descrizione del passo 13 del ciclo di lavoro	193
Figura 148: descrizione del passo 14 del ciclo di lavoro	193
Figura 149: descrizione del passo 15 del ciclo di lavoro	194
Figura 150: descrizione del passo 16 del ciclo di lavoro	195
Figura 151: descrizione del passo 17 del ciclo di lavoro	195

Figura 152: segnale di input proveniente dal PLC Panasonic	197
Figura 153: start del ciclo di espansione.....	198
Figura 154: descrizione del passo 17 del ciclo di lavoro con invio del segnale di output verso il PLC Panasonic	199
Figura 155: modifiche al listato ladder del PLC Panasonic per inviare l'output e ricevere l'input dal PLC Allen-Bradley	200
Figura 156: barra degli oggetti di FactoryTalk® View ME utilizzabili nelle pagine del pannello di interfaccia virtuale.....	200
Figura 157: pagina principale MAIN del progetto di HMI virtuale	201
Figura 158: proprietà dell'oggetto Text di istruzioni.....	202
Figura 159: proprietà dell'oggetto Goto Display Button	203
Figura 160: proprietà dell'oggetto Ellipse di visualizzazione della modalità scelta..	204
Figura 161: proprietà dell'oggetto Rounded Rectangle di emergenza	205
Figura 162: proprietà dell'oggetto Shutdown Button	206
Figura 163: pagina Modalità prova del progetto HMI virtuale.....	207
Figura 164: proprietà dell'oggetto Momentary Push Button di restart	208
Figura 165: proprietà dell'oggetto Manteined Push Button di comando del led verde	209
Figura 166: pagina Sensori prova del progetto HMI virtuale.....	211
Figura 167: pagina Modalità tutto A-B del progetto HMI virtuale.....	212
Figura 168: proprietà dell'oggetto Numeric Input Enable di selezione del ciclo.....	213
Figura 169: proprietà dell'oggetto Numeric Display di visualizzazione della modalità scelta.....	214
Figura 170: pagina Comando tutto A-B pag 2 del progetto HMI virtuale.....	215
Figura 171: pagina Sensori tutto A-B pag 2 di visualizzazione dello stato dei sensori installati sul pannello Smc	216
Figura 172: pagina Modalità mista smc rockwell del progetto HMI virtuale	217

Legenda

PLC	Programmable Logic Controller
IP	Industrial Protocol
HMI	Human-Machine Interface
PADT	Programming and Debugging Tool
EMC	Electromagnetic Compatibility
CPU	Central Processing Unit
ROM	Read-Only Memory
RAM	Random-Access Memory
EPROM	Erasable Programmable Read-Only Memory
IL	Instruction List
ST	Structured Text
LD	Ladder Diagram
FBD	Functional Block Diagram
SFC	Sequential Function Chart
NA	Normalmente Aperto
NC	Normalmente Chiuso
OPCA-UA	Open Platform Communications Unified Architecture

CNC	Computer Numerical Control
ODVA	Open DeviceNet Vendor Association
CI	ControlNet International
IEA	Industrial Ethernet Association
CIP	Control and Information Protocol
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
EDS	Electronic Data Sheets
OSI	Open System Interconnection
MAC	Media Access Control
TFT	Thin Film Transistor
POU	Programming Organization Unit
LED	Light Emitting Diode
ME	Machine Edition

Introduzione

Il presente lavoro di tesi è volto a comprendere in modo più efficace, rispetto ai consueti corsi di studio affrontati durante il mio percorso universitario, il funzionamento e la progettazione di una linea automatica. Ha quindi, entro certi limiti, una finalità più pratica ed è orientata ad avvicinarsi a situazioni con cui ci si potrebbe trovare a che fare in un'azienda. Per fare questo si è pensato di analizzare a fondo un pannello dimostrativo, illustrato in Figura 1, realizzato dall'azienda giapponese SMC, specializzata in pneumatica e soluzioni per processi di automazione, in collaborazione con RTI e AutomationPlus, e successivamente di espandere questa sorta di linea automatica con un secondo pannello collegato al primo e avente anch'esso una finalità puramente didattica.



Figura 1: fotografie del pannello Smc con vista frontale, laterale e posteriore

Il primo capitolo sarà diviso in due parti: la prima utile a descrivere il PLC, l'elemento fondamentale in grado di gestire e controllare un grande numero di sistemi automatici utilizzabile in moltissimi settori dell'industria, la seconda volta a descrivere quelli che sono i principali protocolli di comunicazione industriale, con una particolare attenzione all'EtherNet/IP utilizzato in questo lavoro di tesi.

Il secondo capitolo riguarda lo studio e la messa in funzione del pannello dimostrativo presente nel laboratorio di pneumatica del Politecnico di Torino, i cui elementi principali sono: un PLC Panasonic, un pannello di interfaccia operatore HMI Weintek, un sistema decentralizzato SMC gateway 2 della serie EX500, costituito dall'unità gateway, due unità di ingressi e due manifold di elettrovalvole, un drive di pinza elettrica JXC91 sempre di SMC e tre attuatori pneumatici. La prima fase è stata la verifica di ogni componente al fine di trovare eventuali guasti. Successivamente, dopo aver preso familiarità con i software di programmazione FPWIN Pro del PLC Panasonic, che comanda l'intero banco didattico, e con il software EasyBuilder Pro del pannello HMI Weintek, si sono studiati i collegamenti degli elementi presenti in modo da aver chiare tutte le interazioni del sistema, eseguire una corretta configurazione e realizzare un efficace programma di controllo degli azionamenti e monitoraggio dello stato degli input e di eventuali errori.

Il terzo e ultimo capitolo riguarda l'ultima fase del lavoro di tesi; una volta terminata la programmazione e verificato l'effettivo funzionamento del pannello SMC si è deciso di realizzare da zero un nuovo pannello di espansione. Dopo una prima fase concettuale in cui si è pensato al layout della nuova espansione, si è effettuata un'analisi di mercato al fine di trovare e acquistare al miglior prezzo i prodotti più adatti allo scopo, che sono risultati essere: un PLC e un pannello di interfaccia operatore HMI dell'azienda Rockwell Automation, due attuatori pneumatici Pneumax, un sistema IO-Link dell'azienda Turck Banner con due sensori capacitivi, un mini-nastro trasportatore GBS e un alimentatore 24 V DC Phoenix. Una volta avuti a disposizione tutti i componenti si è assemblato il pannello, sono stati fatti tutti i

collegamenti, sono stati scritti i programmi per il nuovo PLC e il nuovo pannello di interfaccia e si è verificato l'effettivo funzionamento del sistema completo. Durante lo svolgimento del seguente lavoro di tesi sono emerse delle criticità, soprattutto legate all'attuale situazione economica e commerciale globale, che hanno ritardato di molto la consegna di alcuni componenti. Questo, come verrà analizzato nel terzo capitolo dedicato al pannello di espansione, ha portato necessariamente ad alcune modifiche rispetto all'idea originale e all'utilizzo provvisorio di componenti diversi da quelli acquistati senza però intaccare la funzionalità dell'intero sistema automatico.

Capitolo 1

1. Nozioni generali su PLC e protocolli di comunicazione industriale

In questo primo capitolo si concentra l'attenzione su due elementi che caratterizzano il seguente lavoro di tesi: il PLC (acronimo dell'inglese Programmable Logic Controller), che rappresenta il cervello dell'intero sistema automatico, e l'EtherNet/IP, un protocollo di comunicazione industriale che consente lo scambio di informazioni tra i vari componenti costituenti il pannello didattico.

1.1 Il Controllore Logico Programmabile

Il PLC è uno dei più diffusi dispositivi utilizzati nell'automazione industriale. Possiede una struttura modulare che consente all'operatore di configurarlo a seconda delle esigenze dell'azienda, è costruito per garantire la sua operatività anche in condizioni di temperatura, umidità e sbalzi di tensione ostili ed è estremamente flessibile, in modo da offrire la possibilità di modificare il ciclo produttivo in maniera repentina. Altre caratteristiche che contraddistinguono questo tipo di dispositivo sono: la possibilità di riadattarlo e reimpiegarlo in altre applicazioni in caso di dismissione dei macchinari che controllava o qualora non fosse più necessaria l'applicazione a cui era stato inizialmente destinato, la maggiore economicità rispetto ad un equivalente sistema di controllo cablato sia nella fase di realizzazione del sistema che in quella di gestione, l'interfacciabilità con altre periferie quali stampanti, video terminali, computer e altri PLC, e infine l'assenza di elementi mobili che porta ad un vantaggio in termini di usura fortemente ridotta e manutenzione pressoché assente.

Oltre alle funzioni strettamente logiche (AND, OR, NOT, ecc.) messe in evidenza nel suo nome, i PLC possiedono potenzialità molto maggiori; sono in grado di eseguire temporizzazioni, conteggi, comparazioni, operazioni aritmetiche, conversioni

numeriche e manipolazione di dati in formato bit (informazione elementare binaria che può assumere solo i valori 0 e 1), byte (costituito da 8 bit ed in grado di rappresentare i valori numerici da 0 a 255) e word (costituita da 2 bytes, quindi 16 bit, rappresenta i numeri da 0 a 65535).

Il PLC è a tutti gli effetti un elaboratore, costituito da una parte hardware formata da cavi e altri elementi fisici, che verranno analizzati in seguito, e da una parte software costituita dalle istruzioni che compongono il programma da eseguire. Al fine di controllare un processo, o più semplicemente un macchinario, il controllore logico programmabile deve acquisire istante per istante segnali elettrici (input) provenienti da sensori e trasduttori di campo e, in base alle istruzioni stabilite dal programma e presenti nella sua memoria, inviare comandi agli attuatori (output). Le apparecchiature che possono fungere da datori di segnale e quindi sensori del sistema sono numerose: finecorsa, fotocellule, pulsanti, interruttori, contatti ausiliari di relè e molti altri. Le uscite del sistema invece, a seconda di come viene realizzato l'automatismo, possono essere pneumatiche, elettromeccaniche, oleodinamiche o anche di tipo misto; alcuni tra gli esempi più comuni presenti nelle applicazioni industriali sono: valvole elettropneumatiche, relè, cilindri pneumatici o oleodinamici, lampade di segnalazione, suonerie e altri ancora.

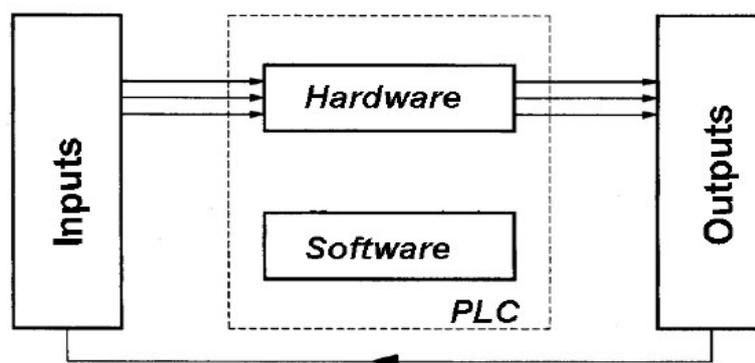


Figura 2: schema di funzionamento del PLC

Il ruolo del PLC, muovendoci verso un'automazione sempre più severa, sta diventando sempre più centrale in tutti i livelli del processo produttivo. L'esigenza di rendere la capacità produttiva flessibile e la necessità di aumentare sempre più le quantità prodotte, mantenendo uno standard di qualità molto elevato e costante, favorisce l'applicabilità di questo elemento in quasi ogni settore di produzione, trasformazione o controllo.

Un PLC può quindi essere definito come un elaboratore industriale ideato per risolvere problematiche di controllo e automazione, che si differenzia dai tradizionali PC soprattutto per il linguaggio di programmazione semplice, facilmente intuibile e quindi utilizzabile anche da tecnici che non possiedono conoscenze orientate all'informatica e all'elettronica.

Le classificazioni, le definizioni dei componenti hardware e software e le caratteristiche di installazione sono descritte nelle seguenti norme internazionali:

- IEC 61131-1: informazioni generali e definizioni
- IEC 61131-3: linguaggi di programmazione
- EN 60204-1: equipaggiamento elettronico, uso e installazione
- EN 50081-2, EN 50082-2: compatibilità elettromagnetica per la costruzione e installazione del PLC.

In particolare, la norma IEC 61131-1 pubblicata nel 2003 si riferisce ai PLC e alle loro interfacce (HMIs, PADTs, ecc.) il cui scopo è il controllo e il comando di macchinari e processi produttivi. Stabilisce le definizioni e individua le principali caratteristiche per la selezione e l'applicazione dei PLC e delle relative periferiche. Specifica i requisiti minimi per le caratteristiche funzionali, elettriche, meccaniche, ambientali e costruttive, per le condizioni di servizio, la sicurezza, la compatibilità elettromagnetica (EMC), la programmazione e per i test applicabili. [1]

1.1.1 Struttura del PLC

Un controllore logico programmabile ha un hardware costituito da tre elementi fondamentali rappresentati in Figura 3:

- l'unità centrale di elaborazione (CPU): organizza le attività del controllore;
- i moduli di ingresso e di uscita (I/O): consentono il collegamento tra l'unità centrale e il sistema da controllare;
- l'unità di programmazione: permette l'interfaccia uomo-macchina e consente di scrivere il programma nella memoria del PLC. [2]

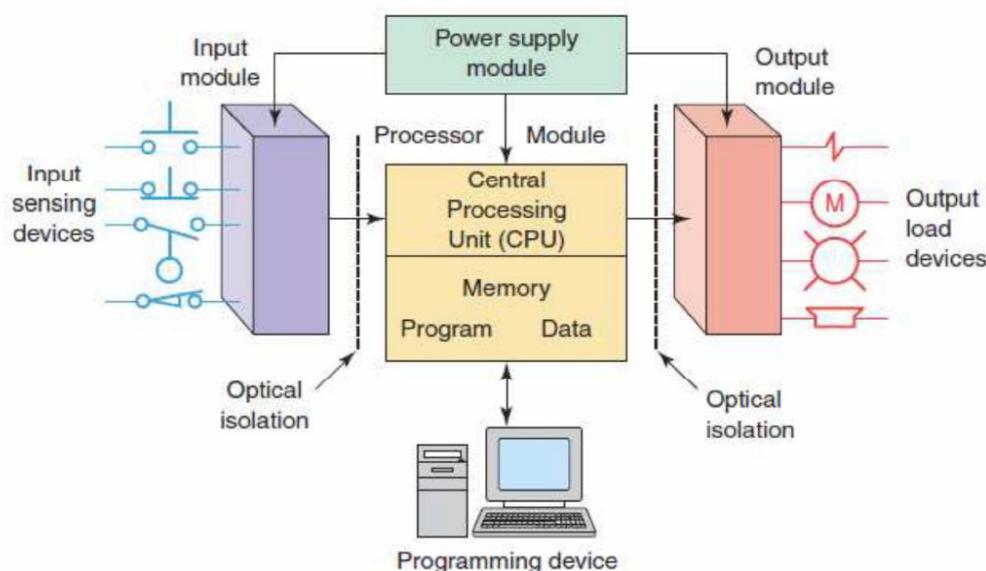


Figura 3: struttura del PLC

L'unità centrale organizza le attività del PLC ed è costituita dai seguenti componenti di base: la scheda processore CPU, le memorie, il sistema bus e l'alimentatore elettrico.

La CPU è la parte più importante del PLC e, coordinando tutte le attività di comando, ne costituisce l'intelligenza. Le sue funzioni base sono le seguenti: leggere le istruzioni presenti nella memoria nella giusta sequenza, fermare la sequenza di lettura del programma principale per eseguire subroutines o in caso di interruzioni di varia natura, eseguire operazioni logiche su bit o word, operazioni aritmetiche, conteggi e

temporizzazioni. La CPU esegue i suoi compiti con una sequenza di scansioni, queste scansioni possono essere: sincrone in ingresso e uscita, cioè con lettura e invio dei dati che avvengono in sincronismo, sincrone in ingresso e asincrone in uscita se tutti gli inputs vengono letti contemporaneamente ma l'invio dei dati avviene in tempi diversi, asincrone in ingresso e in uscita quando sia la lettura degli inputs che l'aggiornamento degli outputs vengono fatte in tempi diversi.

Il PLC necessita di memoria sia per il proprio sistema operativo, sia per memorizzare il programma scritto dall'utente, sia per elaborare i dati durante l'esecuzione del programma. Si distinguono perciò tre tipi di memoria a seconda delle loro funzioni:

- la memoria di sistema: immagazzina le istruzioni che costituiscono il sistema operativo del PLC; dato che il suo contenuto è di primaria importanza per il controllore vengono usate memorie di tipo ROM per evitare la cancellazione accidentale;
- la memoria di programma: usata per registrare le istruzioni del programma eseguibile del PLC. È costituita generalmente da una EPROM o una RAM e deve essere accessibile all'utente;
- la memoria di dati: suddivisa in memoria di ingresso, che mantiene continuamente aggiornato lo stato degli inputs, e memoria di uscita, in cui ad ogni scansione la CPU scrive lo stato degli outputs da trasmettere all'esterno. Prevede due sezioni distinte costituite dai flag o merker, una quantità di memoria utilizzabile dall'utente per memorizzare risultati intermedi durante la stesura del programma, e dai registri, una memoria di tipo RAM usata per svolgere determinate funzioni durante l'esecuzione del programma.

Il sistema di bus è l'insieme dei collegamenti interni necessario alla trasmissione e lo scambio di segnali e tensione d'alimentazione. Lo scambio di segnali tra la CPU e le schede d'input e output avviene quindi per mezzo del sistema bus. Il bus è diviso in gruppi di segnali: bus degli indirizzi per accedere agli indirizzi delle singole schede,

bus di dati tramite cui le schede di input e output leggono i dati, bus di comando per gestire i segnali di controllo e comando. [3]

L'alimentatore è indispensabile per il funzionamento della CPU ed eroga una tensione continua e stabilizzata di pochi Volt, solitamente tra 5 e 24 V. È costituito da tutti i dispositivi necessari per fornire l'alimentazione richiesta: trasformatori, raddrizzatori e stabilizzatori.

Le schede di I/O di un PLC ne rappresentano una caratteristica importante, in quanto il numero di punti di ingresso e uscita costituisce un parametro per valutare le prestazioni del controllore. Bisogna però tenere in considerazione che questo non è l'unico parametro su cui basarsi nella scelta del PLC, per esempio sono altrettanto importanti la velocità di esecuzione di un ciclo di programma o la dimensione della RAM utente. La scheda di input acquisisce i segnali dai sensori e li rende compatibili con la CPU adattando il livello e le caratteristiche del segnale, bisogna infatti considerare che la tensione di funzionamento del PLC è solitamente prossima a 5 V, mentre i segnali possono presentarsi con livelli di tensione differenti (24, 48, 110, 220 V). La scheda di output lavora con i segnali della CPU e li invia ai drive degli attuatori. I segnali di ingresso e uscita possono essere di tipo binario se assumono solamente due valori 1 (ON) o 0 (OFF) e in questo caso la CPU li identifica come presenza o assenza di tensione, di tipo digitale, oppure di tipo analogico se variano nel tempo in un prefissato intervallo e in questo caso è necessario un convertitore A/D (analogico/digitale) per rendere possibile l'elaborazione da parte del PLC del valore del segnale di ingresso, oppure un convertitore D/A (digitale/analogico) per elaborare i valori in uscita dal controllore verso l'attuatore.

L'unità di programmazione è un'interfaccia che permette il dialogo tra la macchina e l'operatore al fine di rendere possibile l'immissione del programma elaborato dal programmatore. Un dispositivo di programmazione deve garantire la scrittura del programma nella memoria del PLC, la lettura del programma, la sua modifica e la sua

compilazione. I dispositivi più sofisticati consentono di operare, oltre che in modalità on-line, cioè collegati al PLC, anche in modalità off-line, in questo modo l'operatore ha la possibilità di scrivere e testare i programmi in sicurezza e senza che la messa a punto del programma comporti la fermata dell'impianto.

1.1.2 Linguaggi di programmazione

Programmare un PLC significa trasferire in esso un programma, cioè una sequenza di istruzioni in un linguaggio di programmazione opportunamente codificato, tramite l'unità di programmazione, un'interfaccia dedicata a consentire il dialogo uomo-macchina. Sulla base del set di istruzioni (operazioni logiche, comparazioni, temporizzazioni, conteggi, ecc.) di cui è dotato, un PLC può essere programmato a svolgere una determinata sequenza di operazioni più o meno complessa. Il programma impostato dall'utente è quindi una lista di istruzioni appartenenti al set base del linguaggio. Ogni tipologia di linguaggio offre delle soluzioni diverse allo stesso problema, è quindi necessario disporre di conoscenze adeguate prima di utilizzare un determinato linguaggio di programmazione e non è pensabile di passare da un linguaggio ad un altro in maniera semplice ed immediata.

La norma IEC 61131-3 definisce la sintassi e la semantica dei linguaggi di programmazione dei controllori logici programmabili. Questi consistono in due linguaggi testuali, IL (Instruction List) e ST (Structured Text), e tre linguaggi grafici, LD (Ladder Diagram), FBD (Functional Block Diagram) e SFC (Sequential Function Chart). [4]

La differenza principale tra i linguaggi di programmazione testuali e grafici consiste nella rappresentazione visiva delle combinazioni logiche che costituiscono le varie sequenze in cui è suddiviso il programma: nei linguaggi testuali si utilizzano codici letterali, mentre in quelli grafici si utilizzano simboli. Nel seguente lavoro di tesi è stato utilizzato il linguaggio grafico ladder (LD), quello più diffuso per la soluzione di problemi di automazione, di cui verranno descritti gli aspetti principali.

Il diagramma dei contatti, o diagramma ladder, di cui viene riportato un esempio in Figura 4, consiste in due linee verticali, a sinistra la linea di alimentazione e a destra la linea di comune o neutro, e in linee orizzontali (reti) sulle quali sono disegnati gli elementi della logica ladder. La zona centrale tra le due linee verticali è divisa in zona di test o ingresso, contenente gli ingressi in serie o parallelo a seconda della logica del programma, e zona di azione o uscita contenente le uscite che vengono abilitate o meno dalla zona di ingresso. Il flusso di potenza va da sinistra verso destra, mentre il flusso logico va dall'alto verso il basso.

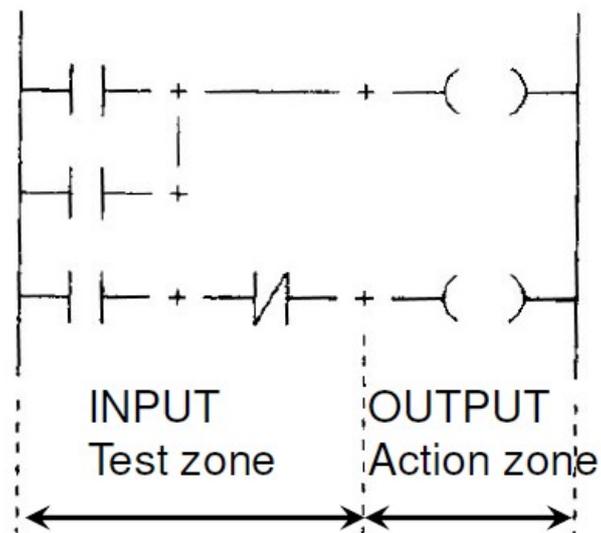


Figura 4: esempio di diagramma ladder

Come abbiamo visto, il linguaggio ladder prende il suo nome dalla caratteristica forma a scala a pioli che assumono i suoi diagrammi ed è costituito da un numero ridotto di simboli grafici, i principali sono illustrati nella sottostante Figura 5.

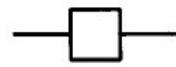
 NO Contact	 NC Contact
  Monostable relay coil (non-latching)	  Bistable relay coil (latching)

Figura 5: simboli grafici principali utilizzati nel linguaggio ladder

Con combinazioni in serie o parallelo di questi elementi è possibile risolvere praticamente tutti i problemi di logica combinatoria. C'è però da prestare attenzione ai contatti NA (normalmente aperto) e NC (normalmente chiuso); infatti, il significato attribuito a questi simboli è quello di rappresentare, se in una determinata istruzione, l'operando che interviene è stato programmato negato o non negato, non viene quindi tenuto conto del fatto che il contatto del sensore collegato a quell'ingresso sia un NA oppure un NC. Altri elementi comunemente utilizzati nel diagramma dei contatti sono i timer e i contatori.

1.2 Protocolli di comunicazione industriale

Il compito di far dialogare tra loro il PLC e gli altri elementi costituenti il sistema automatico spetta al protocollo di comunicazione: un vero e proprio linguaggio con il quale una macchina, un software o in generale un dispositivo comunica con il mondo esterno. È essenziale che macchinari, dispositivi e software per scambiarsi informazioni utilizzino lo stesso linguaggio e quindi lo stesso protocollo; molto spesso però succede che nelle aziende il parco macchine sia molto variegato, per cui tale eterogeneità richiede l'utilizzo di diversi protocolli, alcuni addirittura creati dallo stesso costruttore del macchinario e quindi non standard, rendendo le operazioni di interconnessione complesse e non immediate. Queste difficoltà nascevano dal fatto che non sempre i costruttori, che spesso utilizzavano già un proprio protocollo di comunicazione frutto di grandi investimenti, erano disposti a collaborare tra loro per la creazione di un protocollo comune. Fortunatamente negli ultimi anni ci si sta muovendo verso protocolli sempre più standardizzati, in quest'ottica per esempio il mercato si sta dirigendo verso l'OPC-UA (Open Platform Communications Unified Architecture) e molti PLC di nuova generazione escono dalla fabbrica già predisposti per comunicare tramite questo protocollo.

Una delle caratteristiche più importanti di un protocollo di comunicazione è la sua affidabilità, solitamente infatti è preferibile un protocollo che garantisca l'arrivo delle informazioni senza errori e senza improvvisi rallentamenti, piuttosto che un altro che privilegi esclusivamente la velocità di trasmissione dei dati. Altre caratteristiche fondamentali sono la sicurezza, che garantisce uno scambio sicuro di dati e l'impossibilità di lettura e scrittura delle informazioni trasmesse da parte di altri sistemi in rete senza le dovute autorizzazioni, e la funzione di buffering, cioè la possibilità di mantenere una memoria tampone per un determinato periodo di tempo.

Solitamente i protocolli di comunicazioni si dividono in tre macrocategorie: bus di campo, ethernet e wireless. I bus di campo, come ad esempio Modbus RTU e Profibus

Dp, non sono usati per far comunicare tra loro molti strumenti, però sono meno soggetti a disturbi elettrici e solitamente sono usati per lo scambio di informazioni tra PLC e unità di controllo motore. I protocolli Ethernet, quali Modbus TCP e Profinet, permettono di collegare tra loro molti strumenti e sono agevolmente collegabili a sistemi gestionali in modo da consentire la creazione di logiche di controllo più complesse, per questi motivi con il passare degli anni stanno prendendo il posto dei bus di campo. I sistemi wireless non sono particolarmente adatti ad applicazioni industriali perché sono molto soggetti a disturbi e non garantiscono l'arrivo delle informazioni in tempo reale, sono però l'unica soluzione in quelle applicazioni che presentano un'estrema complessità nella creazione di collegamenti fisici. [5]

I protocolli che si sono affermati maggiormente negli ultimi anni a seguito di un impiego sempre maggiore di intelligenza distribuita all'interno degli impianti sono i seguenti:

- EtherNet/IP: è un protocollo standard industriale nato nel 2000 su base Ethernet al fine di avere elevate performance ed elevata affidabilità in linea con le richieste del mondo industriale. È un protocollo real-time con prestazioni discrete che ben si adattano al campo del monitoraggio. Viene spesso utilizzato con i sistemi di controllo Rockwell (PLC Allen Bradley).
- Profinet: è un protocollo real-time con prestazioni elevate che lo rendono adatto al controllo veloce. Utilizza tre diversi canali di comunicazione per lo scambio di dati: uno per parametrizzazione, configurazione e operazioni di lettura/scrittura acicliche, un altro per trasferire dati ciclici e allarmi e un ultimo canale ad altissima velocità per le applicazioni di motion control. È utilizzato dai dispositivi e PLC del mondo Siemens.
- Modbus: è uno dei più longevi protocolli di comunicazione, nasce infatti nel 1979 dalla Schneider Automation. I dati sono organizzati in registri, la più piccola entità su cui effettuare operazioni di scrittura e lettura, il cui accesso avviene per indirizzo. Sebbene ci siano protocolli con prestazioni migliori, tale

protocollo è molto utilizzato perché è open source, richiede hardware limitato e ha un basso costo di sviluppo. Nonostante le prestazioni, rimane comunque adatto per il monitoraggio dove le velocità sono contenute.

- MTConnect: è uno standard industriale nato nel 2008 che supporta solo la lettura, usato per la raccolta dati e il monitoraggio sulle macchine a controllo numerico CNC.
- OPC Unified Architecture: è un protocollo industriale aperto e multiplatforma la cui forza è la flessibilità, infatti è supportato anche da Windows, Linux, Android e iOS, oltre che dai PLC del settore industriale.

Non esiste un protocollo migliore di un altro, solamente protocolli che si adattano ad esigenze, specifiche di progetto e hardware diversi. [6]

1.2.1 L'EtherNet/IP

Nel pannello didattico SMC, che sarà argomento del secondo capitolo del seguente lavoro di tesi, viene utilizzato il protocollo di comunicazione industriale EtherNet/IP che adesso verrà quindi analizzato più dettagliatamente.

EtherNet/IP nasce dalla collaborazione tra ODVA (Open DeviceNet Vendor Association), CI (ControlNet International) e IEA (Industrial Ethernet Association), viene presentato nel marzo 2000 ed è introdotto nel 2001.

La caratteristica dell'EtherNet/IP è quella di essere un Ethernet tradizionale combinato con un protocollo industriale per applicazioni di automazione. Si differenzia dagli altri standard di comunicazione basati su Ethernet per l'implementazione dell'applicazione CIP (Control and Information Protocol) e del modello di comunicazione TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol). Ne consegue quindi una perfetta integrazione di EtherNet/IP nelle reti e la possibilità di controllare la continuità tra la rete dell'ufficio e il sistema, in questo modo è possibile controllare e configurare i

dispositivi e allo stesso tempo raccogliere dati. Per la configurazione dei dispositivi in EtherNet/IP sono necessari i file EDS (Electronic Data Sheets). La conformità agli standard IEEE Ethernet fornisce la possibilità di scegliere la velocità dell'interfaccia network (10, 100 Mbps o 1 Gbps) e un'architettura network flessibile.

Come altri networks CIP, segue il modello OSI (Open System Interconnection) che definisce una struttura, rappresentata in Figura 6, per implementare protocolli network in sette strati o layer, ciascuno con compiti strettamente definiti: trasmissione di dati (physical layer), salvataggio (data link layer), commutazione/pacchetto (network layer), trasporto (transport layer), sessione (session layer), presentazione (presentation layer) e applicazione (application layer). Ciascun livello del modello OSI utilizza i servizi forniti dal livello immediatamente sottostante. [7]

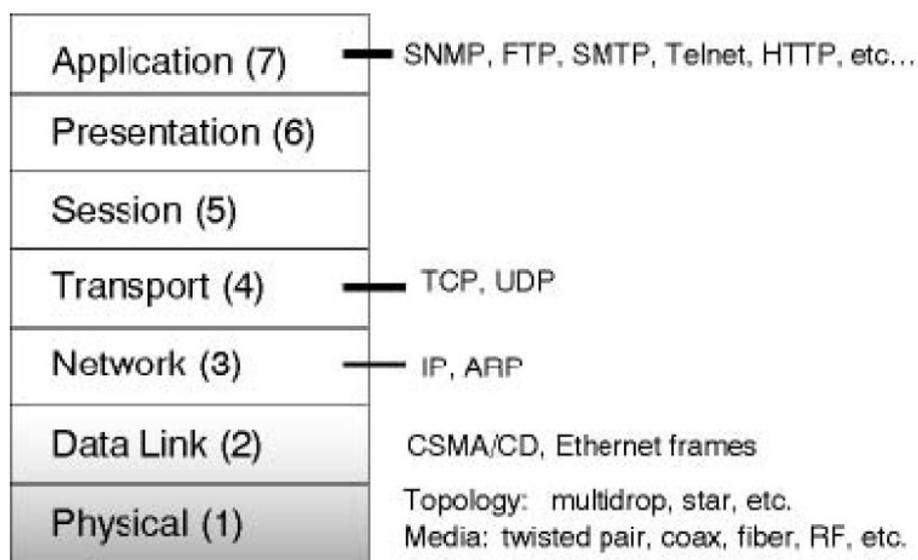


Figura 6: modello OSI a sette strati [7]

A differenza di un dispositivo tipico, che generalmente ha struttura passiva che limita il numero di dispositivi connessi, l'infrastruttura network EtherNet/IP può ospitare un numero virtualmente illimitato di nodi punto a punto. I sistemi che utilizzano questo protocollo di comunicazione richiedono un solo punto di connessione sia per il controllo che per la configurazione, perché i dispositivi EtherNet/IP supportano sia

messaggi I/O impliciti, che generalmente contengono dati di controllo, che messaggi espliciti, i quali permettono di individuare sia l'informazione di protocollo sia le istruzioni per eseguire un servizio. [8]

EtherNet/IP, al fine di consentire lo scambio di dati tra i singoli partecipanti alla rete, supporta il principio fornitore-consumatore, così facendo si utilizza in modo efficiente l'intera larghezza di banda. Tramite l'indirizzo MAC (Media Access Control) di un dispositivo è possibile determinare l'origine e la destinazione dei dati inviati; le singole utenze della rete, tramite l'indirizzo MAC specificato, stabiliscono se il contenuto di un pacchetto di dati è per loro utile. [9]

I detrattori delle applicazioni Ethernet nell'industria spesso sottolineano la mancanza di determinismo nelle comunicazioni, cioè l'incapacità di prevedere con precisione la trasmissione dei dati entro il tempo specificato. Questo aspetto è fondamentale perché il ritardo di un messaggio può causare l'arresto di una linea di produzione o addirittura incidenti sul lavoro. Sebbene fosse vero in passato, i recenti sviluppi negli switch di rete intelligenti, che eliminano le collisioni intrinseche degli hub Ethernet, hanno ampiamente superato anche questo problema offrendo il determinismo richiesto da quasi tutte le applicazioni di automazione e consentendo un grande utilizzo del protocollo di comunicazione industriale EtherNet/IP.

Capitolo 2

2. Pannello didattico Smc

Terminata l'analisi fatta nel capitolo precedente di due elementi che caratterizzano il seguente lavoro di tesi, il PLC e il protocollo di comunicazione industriale EtherNet/IP, in questo secondo capitolo verrà analizzato dettagliatamente ogni aspetto riguardante il pannello didattico Smc mostrato in Figura 7.

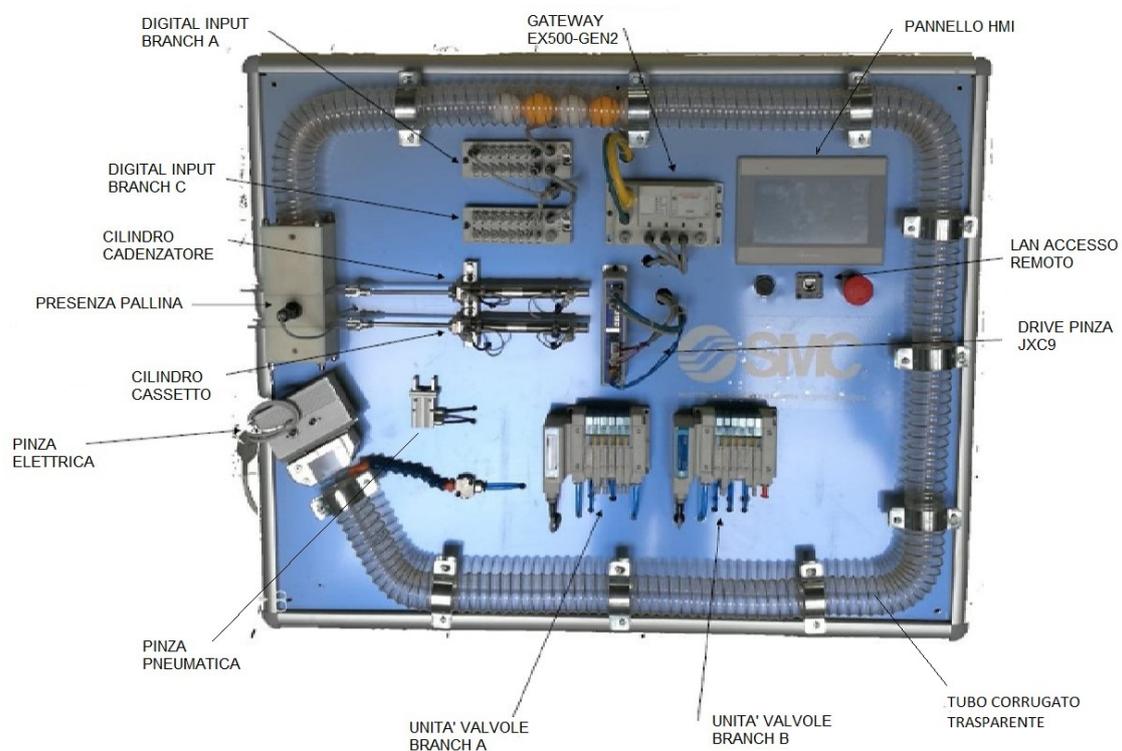


Figura 7: pannello didattico Smc

Il pannello illustrato era in uso presso il Laboratorio di Pneumatica del Politecnico di Torino, collocato in un'ala dell'edificio che sfortunatamente ha subito un incendio, e attualmente è stato spostato nel Laboratorio di Meccanica. Per tale ragione, all'inizio di questo lavoro di tesi, dopo i necessari lavori di bonifica effettuati nei locali colpiti dall'incendio, è stato accuratamente lavato e successivamente, con l'aiuto del Sig. Cerottini dell'azienda AutomationPlus, che ne ha anche curato la realizzazione, ne

sono stati testati tutti i componenti con l'obiettivo di individuare eventuali guasti. Al fine di eseguire tale verifica il sistema è stato acceso ed è stato eseguito sul PLC, che controlla l'intero pannello, il programma ladder scritto dall'azienda costruttrice. Questo programma, nel periodo precedente all'effettiva accensione delle apparecchiature, è stato anche utile nello studio teorico del banco didattico per coglierne le potenzialità e comprenderne il ciclo di lavoro che, non essendoci mai stata l'opportunità di vederlo in funzione, non era di immediata comprensione.

Una volta constatata l'assenza di guasti, il primo elemento di analisi è stato il sistema di cablaggio e il collegamento Ethernet dei diversi componenti per avere una prima idea di come questi comunicassero tra loro. Al termine di questa fase è stato realizzato uno schema di collegamento (Figura 8) di più immediata lettura rispetto al sistema reale, in quanto la maggior parte dei cavi di collegamento è situata nella parte posteriore del banco didattico e per accedervi è necessario smontarne la copertura retrostante. Si può notare come alle due porte di connessione Ethernet del PLC Panasonic siano collegati da una parte il drive della pinza elettrica JXC91, a sua volta collegato al gateway EX500, dall'altra parte invece lo switch di rete in cui convergono anche i cavi Ethernet provenienti dal pannello HMI e dalla porta di programmazione collocata sulla parte laterale della struttura in prossimità del tasto di accensione e dell'attacco della tubazione per l'aria compressa.

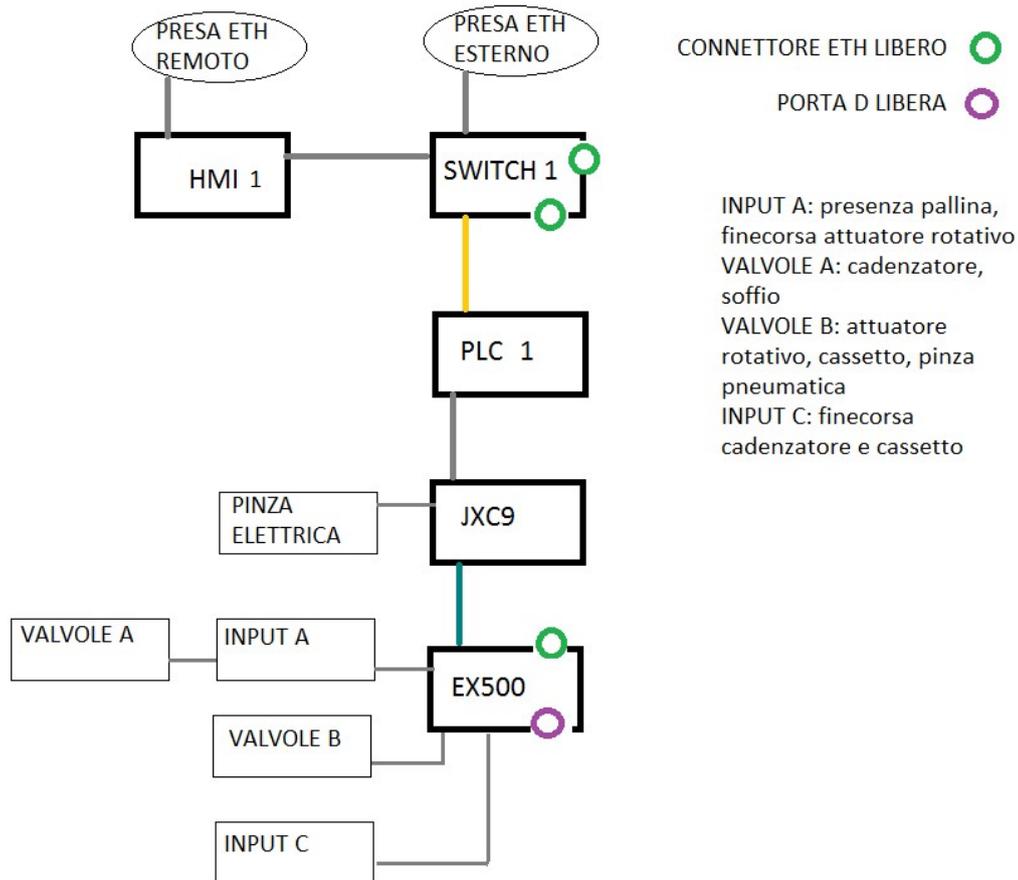


Figura 8: schema di collegamento del pannello didattico Smc

Grazie a questo sistema di collegamento, a seguito della stesura e del download nel PLC di un programma ladder appropriato, è possibile interagire, comandare il sistema, controllare lo stato dei sensori e individuare la presenza di eventuali anomalie tramite il pannello di interfaccia HMI.

Il ciclo di lavoro che il sistema può realizzare comincia da una posizione di riposo in cui il cilindro cadenzatore e il cilindro cassetto impediscono la discesa verticale della pallina all'interno del contenitore bianco situato alla sinistra del pannello, inoltre la pinza elettrica è aperta ed orientata verso l'alto. Quando viene azionato il pulsante di start, il ciclo si sviluppa nel seguente modo: grazie all'azionamento del cilindro cadenzatore si apre lo sportello che bloccava la pallina la quale scende all'interno dello scatolotto bianco dove è individuata da un sensore, il consenso fornito dal sensore

attiva il movimento del cilindro cassetto che aprendosi consente alla pallina di proseguire la sua discesa nella pinza elettrica, quest'ultima si chiude, ruota di circa 120° fino all'imbocco del tubo corrugato trasparente in plastica, si apre e lascia cadere la pallina nel canale; a questo punto grazie ad un soffio di aria compressa la palla percorrerà l'intero tubo in senso antiorario fino a tornare nella posizione di partenza dove i cilindri, che nel frattempo sono tornati allo loro posizione di riposo, la bloccano terminando il ciclo. Tale ciclo purtroppo è piuttosto limitato e non offre la possibilità di eseguire delle personalizzazioni importanti; tuttavia, si possono utilizzare i tre azionamenti pneumatici (cilindro cadenzatore, cilindro cassetto e attuatore rotativo della pinza) con i relativi sensori per scopi didattici, per esempio realizzando dei cicli con la tecnica dei relè ausiliari come vedremo alla fine del secondo capitolo di questo lavoro di tesi.

Questo pannello didattico rappresenta in piccolo quello che potrebbe essere un sistema decentralizzato presente in un'azienda. In generale, il vantaggio fondamentale di una tipologia di configurazione decentralizzata rispetto ad una configurazione centralizzata, in cui tutti gli azionamenti ed i sistemi di controllo sono solitamente collocati un unico armadio lontano dalla zona di lavoro dei macchinari, è quello di riuscire ad ottimizzare lo spazio, ridurre gli ingombri, ottimizzare i costi dei cablaggi e il costo di progettazione del cabinet solitamente realizzato ad hoc per l'applicazione, ottenere una migliore distribuzione delle perdite di calore riducendo la necessità di un sistema di raffreddamento centralizzato ed avere una migliore compatibilità elettromagnetica. Con lo sviluppo della tecnologia si è anche superato il problema della minor robustezza del sistema decentralizzato e della minor capacità di fornire un elevato grado di protezione contro l'ambiente circostante. Rispetto ad un sistema centralizzato rimangono più complesse l'ispezione visiva e la manutenzione in quanto gli azionamenti spesso sono difficilmente accessibili. [10]

Nel caso specifico si può fare un paragone tra il sistema decentralizzato gateway EX500 dell'azienda Smc in uso sul pannello didattico e un sistema centralizzato, quale ad

esempio il manifold EX600 della stessa azienda giapponese (Figura 9). Il collegamento con il PLC avviene per entrambi attraverso un unico cavo Ethernet, la cui lunghezza massima può raggiungere i 100 m, per cui è garantita la possibilità di installare tali componenti direttamente nella zona di attuazione. La differenza sostanziale è che il sistema centralizzato EX600 è costituito da un unico manifold in cui sono presenti sia i moduli di input/output analogici e digitali che le unità di elettrovalvole, per cui a seconda della zona in cui è posizionato ci saranno macchinari da asservire ad una distanza minore e altri macchinari ad una distanza maggiore, il che comporta cablaggi per la sensoristica e collegamenti dei tubi dell'aria compressa di lunghezza e ingombro che può essere notevole; al contrario il gateway decentralizzato EX500 dispone di unità di sottorete indipendenti (moduli di input/output e manifold di elettrovalvole) collocabili direttamente a ridosso del macchinario da asservire e collegate da un unico cavo di diramazione dalla lunghezza massima di 20 m. Tali unità di sottorete offrono quindi la possibilità di ridurre notevolmente la lunghezza dei cavi della sensoristica e dei tubi per l'aria compressa in uscita dalle valvole verso gli attuatori. Un altro vantaggio di questo sistema decentralizzato è la possibilità di dialogare con diverse macchine automatiche, dispone infatti di 4 attacchi di diramazione, su ciascuno dei quali è possibile collegare un massimo di 2 manifold di elettrovalvole e un massimo di 32 ingressi e 32 uscite, per un totale di 8 unità di valvole, 128 ingressi e 128 uscite.

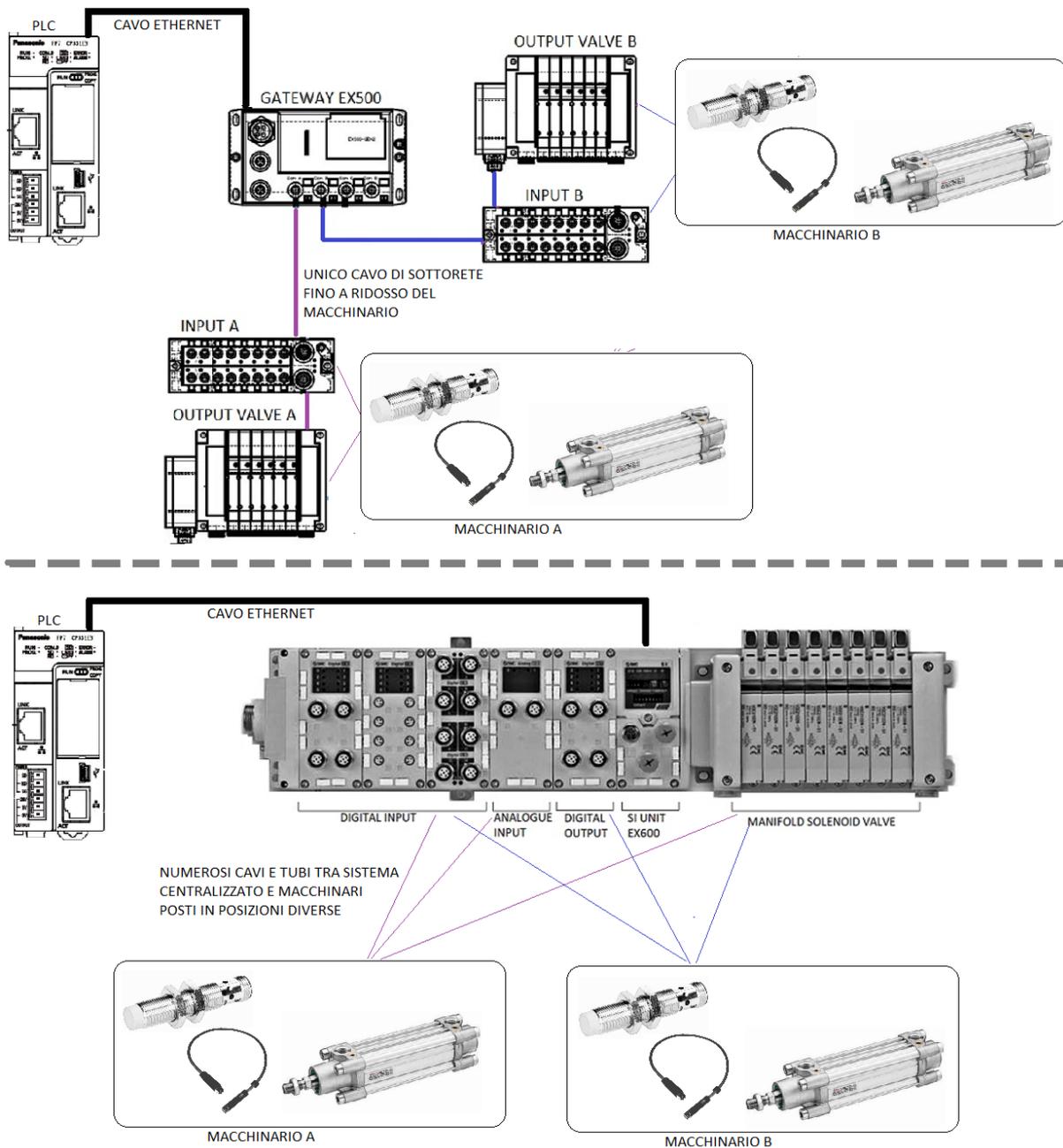


Figura 9: confronto tra un sistema decentralizzato EX500 (sopra) vs un sistema centralizzato EX600 (sotto)

Nelle pagine successive saranno analizzati più approfonditamente tutti i componenti installati sul pannello didattico, verranno inoltre descritte nel dettaglio la fase di configurazione e programmazione del sistema automatico, con un focus finale sulla tecnica dei relè ausiliari.

2.1 Descrizione dei componenti

Il pannello didattico Smc è composto dai seguenti componenti: un PLC Panasonic, un pannello di interfaccia HMI MT8073iE dell'azienda Weintek, uno switch di rete IGS-501T della Planet Technology, un'unità gateway EX500-GEN2 dell'azienda Smc, un drive JXC91 con relativa pinza elettrica realizzato sempre da Smc, della stessa azienda due manifold di valvole (branch A e branch B) e due unità di input digitali (branch A e branch C), un alimentatore 24 V Mean Well DR45-24 con 2 A di corrente nominale in grado di fornire corrente continua a bassa tensione a tutti i dispositivi elencati precedentemente, due cilindri pneumatici, un attuatore pneumatico rotativo e infine una pinzetta pneumatica, il cui funzionamento non rientra nel ciclo di lavoro, che sarà successivamente installata sul pannello di espansione.

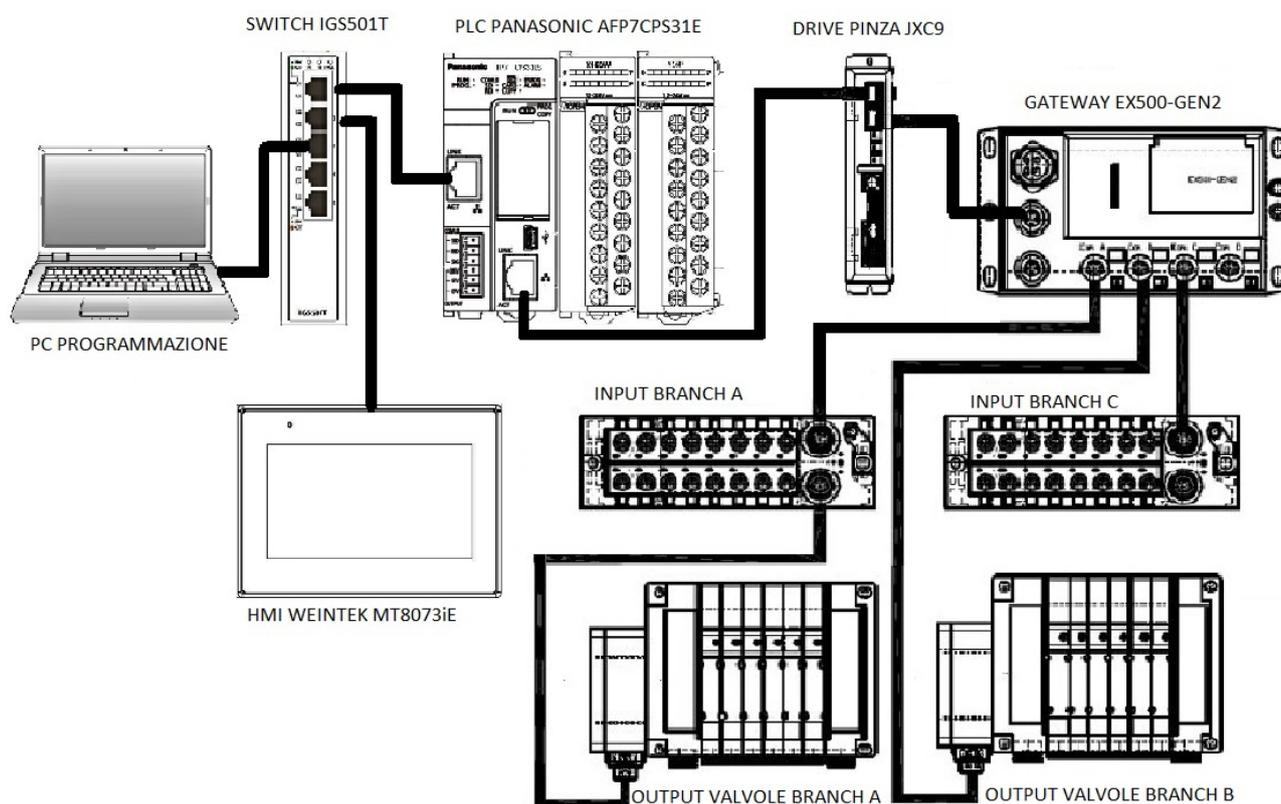


Figura 10: layout della rete EtherNet/IP

I componenti principali che costituiscono la rete EtherNet/IP, rappresentata in Figura 10, verranno ora analizzati in modo più approfondito.

2.1.1 PLC Panasonic

Il PLC Panasonic è composto dai seguenti elementi: l'unità centrale CPU AFP7CPS31E alla cui porta di comunicazione, avente indirizzo EtherNet/IP 192.168.1.5, è collegato il drive della pinza elettrica, una cassetta di comunicazione aggiuntiva AFP7CCET1 la cui porta, avente indirizzo EtherNet/IP 192.168.11.20, è collegata alla presa di programmazione posta sul lato del pannello e a cui ci si collega con il PC di programmazione, un modulo di input digitali AFP7X16DW da 16 canali e un modulo di output digitali AFP7Y16P anch'esso da 16 canali.

In Figura 11 sono illustrati tutti i componenti appena elencati, che insieme costituiscono il cervello del sistema automatico. [11]



Figura 11: PLC, cassetta di comunicazione aggiuntiva e moduli di input e output digitali [11]

Questo PLC è leggero e compatto, il suo software di programmazione FPWIN Pro 7 è di facile comprensione, per cui risulta adatto per questo tipo di applicazione a fini didattici. Durante la successiva fase del lavoro di tesi, che verrà illustrata nel terzo

capitolo, è però emersa una criticità che lo ha in qualche modo limitato: non è in grado di comunicare con un secondo PLC, in questo caso Rockwell, con lo stesso protocollo di comunicazione EtherNet/IP. Tale problema ha leggermente ridimensionato l'idea del pannello di espansione che però è stato aggirato creando dei collegamenti cablati tra gli input e gli output dei due PLC, in modo da consentire comunque lo scambio di messaggi, anche se non attraverso la rete EtherNet/IP come da idea iniziale.

2.1.2 Pannello HMI

Il pannello operatore MT8073iE dell'azienda Weintek (Figura 12) ha un display da 7" TFT (transistor a pellicola sottile), una risoluzione 800 x 400 ed è dotato di retroilluminazione a LED. I modelli HMI di questa serie possono trovare impiego in qualsiasi applicazione industriale, anche le più complesse. La gamma iE apre la strada all'industria 4.0 perché grazie all'applicazione EasyAccess 2.0 è possibile collegarsi al pannello operatore in remoto e da qualsiasi dispositivo con accesso a Internet, in questo modo l'HMI può diventare il fulcro dell'integrazione completa tra la macchina e i sistemi di gestione, supervisione e controllo, sia locali che remoti. [12]



Figura 12: pannello operatore Weintek MT8073iE [12]

All'HMI installato sul pannello didattico è stato assegnato l'indirizzo IP 192.168.11.15. Esso dispone di due porte di connessione Ethernet: la prima, tramite lo switch di rete, consente il collegamento tra il pannello operatore e la porta di programmazione del PLC, per comunicare è infatti necessario che abbiano la stessa classe di indirizzo IP 192.168.11., la seconda porta invece è utilizzata per il collegamento remoto. Tramite la presa Ethernet posta nella parte frontale del pannello didattico, precisamente sotto il display HMI, ci si può collegare alla rete Internet del proprio stabilimento, eseguire l'accesso al sistema EasyAccess 2.0 e utilizzare da remoto tutte le funzioni che sono state programmate sul pannello operatore. Questi aspetti verranno ripresi e spiegati più dettagliatamente nella sezione dedicata alla programmazione dell'interfaccia HMI. Programmazione che si effettua sul software dedicato EasyBuilder Pro, i cui vantaggi sono l'immediata comprensione e la facilità di utilizzo.

2.1.3 Sistema decentralizzato gateway 2 serie EX500

Il sistema decentralizzato gateway 2 serie EX500 dell'azienda Smc è costituito da cinque componenti (Figura 13): l'unità GW EX500-GEN2, due unità di ingressi EX500-DXPA e due manifold di elettrovalvole a cinque vie della serie SY3000. Questo sistema garantisce ingombri ridotti per il cablaggio e la possibilità di collegare fino a otto manifold di valvole e otto unità di ingressi. Non è inoltre necessario impostare l'indirizzo IP per il manifold e l'unità di ingressi perché viene automaticamente impostato dall'unità gateway. [13]



Figura 13: sistema decentralizzato gateway 2 serie EX500 [13]

Sarà ora descritto in che modo i vari componenti del sistema gateway sono collegati tra di loro e con gli altri elementi del pannello didattico Smc. L'unità GW possiede due connettori di comunicazione M12: al primo è collegato il cavo Ethernet proveniente dal drive pinza JXC91, il secondo è attualmente inutilizzato, per cui in futuro si potrebbe pensare di collegare un altro componente che supporti il protocollo di comunicazione industriale EtherNet/IP. Nel gateway sono anche presenti quattro attacchi di diramazione M12 a cui sono collegati i manifold delle valvole e le unità di ingressi nel seguente modo: sul ramo A (branch A) sono collegati in serie la prima unità di ingressi e il primo manifold di valvole, sul ramo B (branch B) è collegato il secondo manifold di valvole, sul ramo C (branch C) la seconda unità di ingressi, infine il ramo D (branch D) è inutilizzato e anche in questo caso è pensabile una futura espansione, per esempio con un ulteriore manifold di valvole.

Sull'unità di input del branch A giungono tre segnali, quelli provenienti dai due finecorsa dell'attuatore pneumatico rotativo e quello proveniente dal sensore di presenza della pallina, quando quest'ultima è bloccata dal cilindro cassetto all'interno

del contenitore bianco. L'unità di ingressi del ramo C invece raccoglie i quattro segnali provenienti dai finecorsa del cilindro cadenzatore e del cilindro cassetto. Il sensore di presenza della pallina è costituito da una fotocellula a riflessione Balluff BOS00K4 in grado di riconoscere l'oggetto indipendentemente dalla superficie, dal colore e dal materiale. Per quanto riguarda i finecorsa dei due cilindri pneumatici sono stati utilizzati quattro sensori reed a montaggio diretto Smc D-A93.

Il manifold di valvole del branch A (Figura 14) è costituito da sei valvole, ma solo due di esse svolgono una funzione: la prima elettrovalvola è monostabile e attua il cilindro cadenzatore, invece la quarta, anch'essa monostabile, controlla il soffio di aria compressa che spinge la pallina lungo tutto il tubo fino alla sua posizione di partenza. Il cilindro cadenzatore, così come il cilindro cassetto, appartiene alla serie C85 della Smc. In particolare, la sigla del prodotto CD85N16-100-B indica un cilindro pneumatico conforme alla norma ISO 6432 a doppio effetto, dotato di stelo magnetico di diametro 16 mm e avente una corsa di 100 mm.

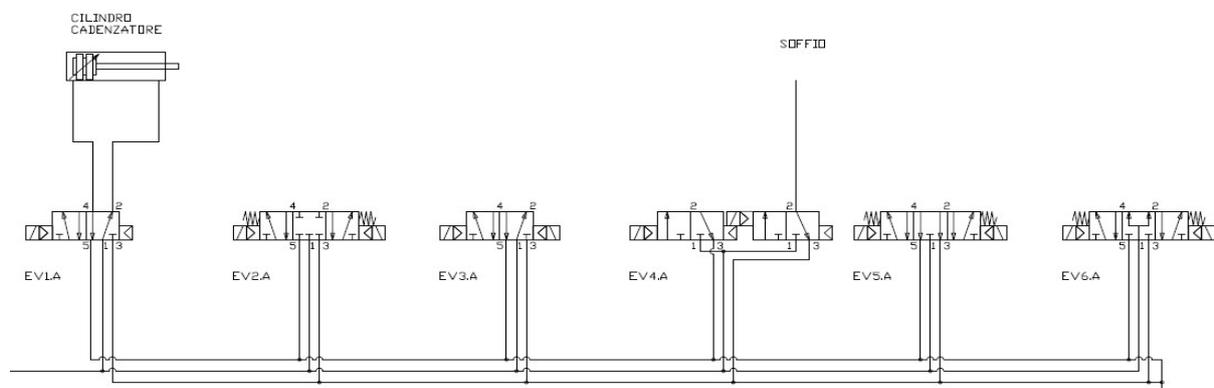


Figura 14: schema di alimentazione pneumatica del manifold di elettrovalvole branch A

Sul ramo B si trova il secondo manifold (Figura 15), anch'esso con sei elettrovalvole e in questo caso solo tre sono attive: la prima elettrovalvola è monostabile e comanda l'attuatore rotativo che permette la rotazione della pinza nel momento in cui afferra la pallina, la terza elettrovalvola è invece bistabile e attua il cilindro cassetto, infine la

quinta è anch'essa bistabile e permette l'apertura e la chiusura della pinzetta pneumatica che verrà installata sul pannello di espansione.

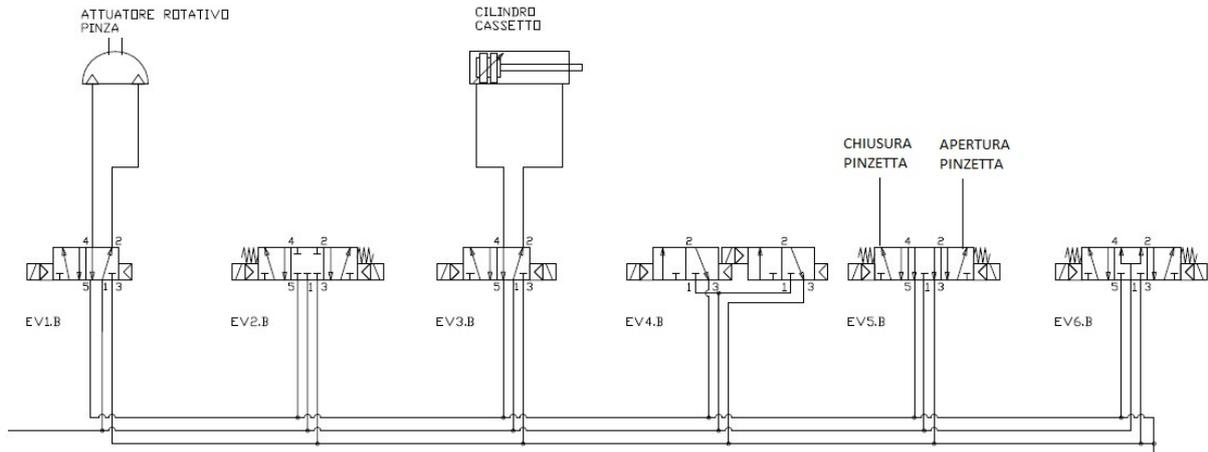


Figura 15: schema di alimentazione pneumatica del manifold di elettrovalvole branch B

2.1.4 Drive JXC91

La pinza elettrica della serie LEHF e il drive JXC91 che la controlla (Figura 16), come molti altri componenti che costituiscono il pannello didattico, sono anch'essi prodotti dalla Smc. [14]



Figura 16: drive JXC91 e pinza elettrica serie LEHF [14]

Come abbiamo visto in precedenza, il drive della pinza elettrica è un elemento essenziale all'interno della rete EtherNet/IP del pannello. È collegato direttamente alla porta del PLC avente indirizzo IP 192.168.1.5 e, dovendo appartenere alla stessa classe, gli è stato assegnato l'indirizzo 192.168.1.4. Dalla seconda porta di connessione EtherNet/IP parte il collegamento verso il gateway EX500, il cui indirizzo IP è 192.168.1.3.

Durante l'analisi di questi elementi sono emerse delle criticità in quanto la pinza elettrica non risponde al comando di chiusura, risponde però sia al comando di apertura che a quello di ritorno alla posizione di origine (operazione di homing). Inizialmente si è quindi pensato ad un guasto dovuto alla fuliggine accumulatasi sull'apparecchiatura a causa dell'incendio, però a seguito di uno studio più approfondito si ritiene che ci siano stata una mancanza nella programmazione. Tramite il software di ACT Controller mostrato in Figura 17, è possibile impostare le posizioni (step data) che l'attuatore, in questo caso la pinza elettrica, deve raggiungere, la velocità con cui raggiungere tali posizioni e la forza da applicare durante lo spostamento. Si pensa quindi che sia stata creata solamente una posizione, corrispondente alla pinza aperta, e non due come necessario. Purtroppo, non disponendo dell'apposito cavo di programmazione JXC-W2A-C da collegare al PC, non c'è modo di accedere alla memoria del drive JXC91 per confermare l'ipotesi fatta ed eventualmente aggiungere anche la posizione corrispondente alla pinza chiusa. Al fine di poter eseguire in modo completo il ciclo di lavoro si è comunque aggirato il problema utilizzando, al posto della posizione di pinza chiusa, la posizione di home.

Nella sezione dedicata alla programmazione verrà spiegata nel dettaglio la stesura del listato ladder dedicato al drive JXC91.

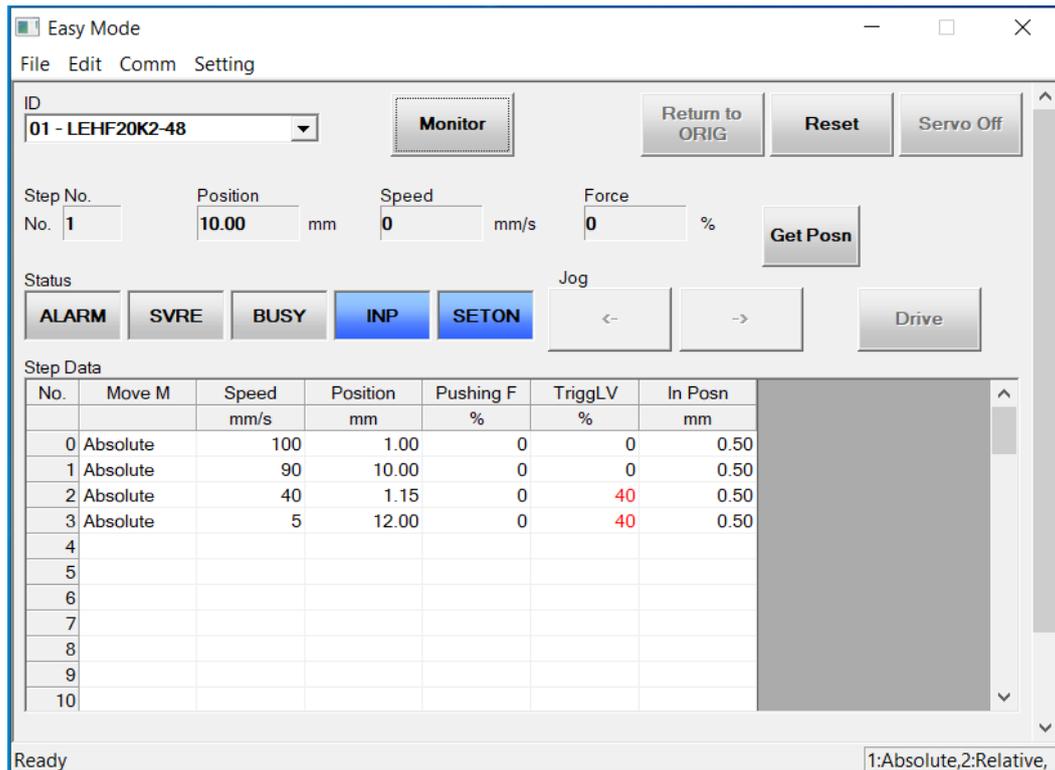


Figura 17: esempio della schermata di programmazione del software ACT Controller

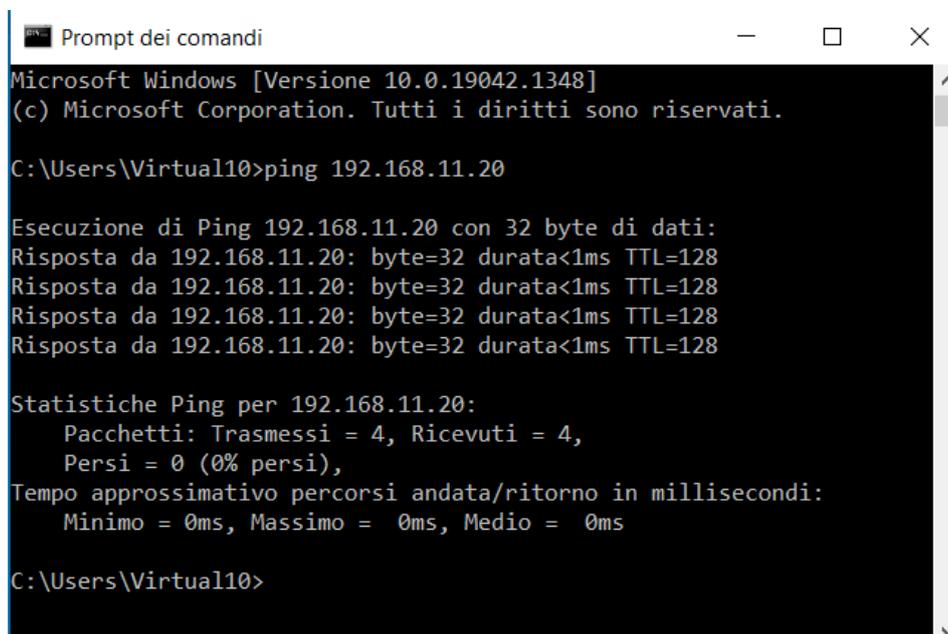
Il cavo JXC-W2A-C di cui si è parlato in precedenza è stato consegnato solamente nelle ultime settimane di lavoro. Si è potuta quindi confermare l'ipotesi di un errore nella programmazione di chi ha utilizzato il banco didattico prima dell'inizio del seguente lavoro di tesi, o direttamente dalla casa costruttrice del pannello, e nel terzo capitolo verrà trattata anche la risoluzione di tale criticità.

2.2 Configurazione dei software di programmazione

I software da utilizzare per la programmazione del pannello didattico Smc, come è stato detto in precedenza, sono FPWIN Pro per il PLC Panasonic e EasyBuilder Pro per l'interfaccia HMI.

Prima di configurare i due software sopra citati è necessario eseguire un'altra operazione, cioè impostare gli indirizzi IP dei vari elementi costituenti la rete EtherNet/IP. In questo caso l'operazione era già stata fatta dal costruttore del banco

nel seguente modo: la porta di programmazione del PLC ha indirizzo 192.168.11.20, a questa è collegato, tramite lo switch, il pannello operatore HMI con indirizzo 192.168.11.15, la seconda porta del PLC ha indirizzo 192.168.1.5 e ad essa è collegato il drive pinza JXC91 con indirizzo 192.168.1.4 e a quest'ultimo il gateway EX500 con indirizzo 192.168.1.3. È stato quindi necessario modificare solamente l'indirizzo IP del PC personale di programmazione in modo da rendere possibile la comunicazione. La porta Ethernet a cui ci si collega con il proprio computer è quella posta sulla parte laterale del pannello e attraverso lo switch consente il dialogo con la presa di programmazione del PLC, per questo motivo si deve assegnare al computer un indirizzo appartenente alla sua stessa classe, in questo caso si è scelto 192.168.11.98. Una volta acceso il pannello e collegato con il cavo Ethernet, utilizzando lo strumento *Prompt dei comandi* mostrato in Figura 18, è possibile verificare tramite il comando *ping* 192.168.11.20 l'effettiva comunicazione tra computer di programmazione e PLC.



```
Prompt dei comandi
Microsoft Windows [Versione 10.0.19042.1348]
(c) Microsoft Corporation. Tutti i diritti sono riservati.

C:\Users\Virtual10>ping 192.168.11.20

Esecuzione di Ping 192.168.11.20 con 32 byte di dati:
Risposta da 192.168.11.20: byte=32 durata<1ms TTL=128

Statistiche Ping per 192.168.11.20:
    Pacchetti: Trasmessi = 4, Ricevuti = 4,
    Persi = 0 (0% persi),
Tempo approssimativo percorsi andata/ritorno in millisecondi:
    Minimo = 0ms, Massimo = 0ms, Medio = 0ms

C:\Users\Virtual10>
```

Figura 18: verifica della comunicazione tra computer e PLC del pannello didattico Smc

In questo modo si ha la conferma di aver impostato in modo corretto gli indirizzi IP e che si sia stabilita la connessione tra PLC e il computer che si vuole utilizzare per la

programmazione. È ora possibile eseguire il download dei programmi necessari e configurarli nel modo corretto.

2.2.1 FPWIN Pro

FPWIN Pro è il software di programmazione Panasonic, conforme allo standard internazionale IEC 61131-3, che è stato utilizzato per la stesura del listato ladder. Una volta aperta l'applicazione è necessario selezionare il tipo di PLC, in questo caso FP7 CPS31E, ed è inoltre possibile scegliere tra cinque linguaggi di scrittura (FBD, LD, SFC, IL, ST). In questo caso è stato scelto il linguaggio ladder LD perché è uno dei più diffusi in ambito industriale.

Si aprirà dunque la pagina dedicata al programma che si vuole realizzare mostrata in Figura 19. Sulla parte sinistra si trova la finestra di navigazione del progetto (*project navigation window*) contenente una panoramica di tutte le informazioni inerenti al progetto che si sta realizzando: la configurazione hardware, cioè tutto quello che riguarda il PLC e le connessioni, le librerie con le funzioni e i blocchi funzione esistenti, le variabili globali valide per l'intero progetto e le POU (programming organization unit) con i programmi scritti. Nella parte superiore è collocata la barra degli strumenti con icone rappresentanti i menù utilizzati più frequentemente. Nella parte destra si apre una colonna dedicata alle variabili che sono state definite durante la stesura del programma e la libreria di tutte le istruzioni che è possibile utilizzare all'interno del programma. La zona centrale è la vera e propria zona di programmazione, nell'intestazione (*header*) si definiscono le variabili valide solo per il programma che si sta scrivendo, nella finestra di programmazione (*body*) sottostante invece si scrive il listato ladder. [15]

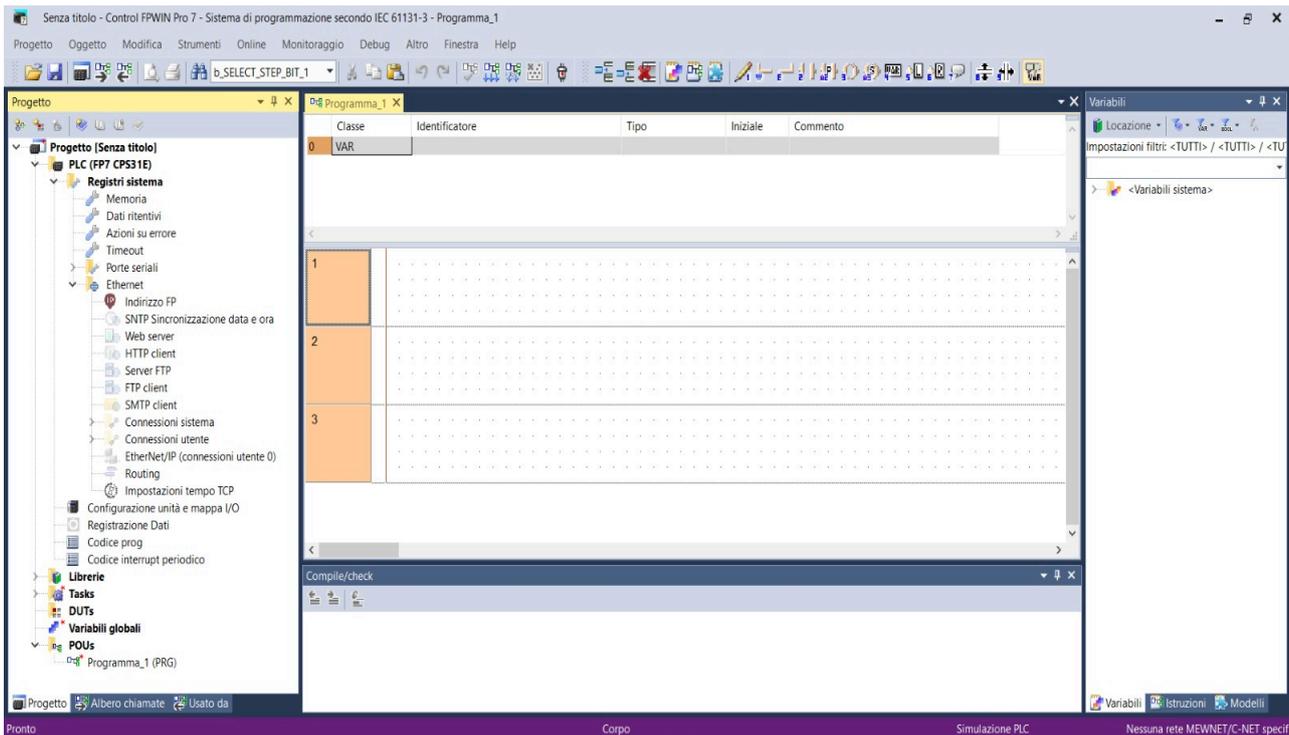


Figura 19: pagina per la creazione di un progetto in FPWIN Pro

La configurazione dell'hardware è indispensabile per consentire la comunicazione tra PLC e gli altri componenti connessi sulla rete EtherNet/IP. I passaggi fondamentali da seguire sono i seguenti:

- *Ethernet – Indirizzo FP*: impostare l'indirizzo IP (192.168.1.5) della porta di comunicazione del PLC collegata al drive pinza JXC91 e in serie al gateway EX500.
- *Connessioni sistema – Connessioni sistema 1*: impostare l'indirizzo IP del PLC (192.168.11.20) e il numero della porta sorgente (9094) su cui sarà collegato il computer per la programmazione.
- *Connessioni utente – Connessioni utente 1*: impostare l'indirizzo IP del PLC (192.168.11.20) e il numero della porta sorgente (60001) su cui sarà collegato il pannello di interfaccia HMI.

- *EtherNet/IP (connessioni utente 2)*: questa, mostrata in Figura 20, è la sezione principale per la rete EtherNet/IP del pannello didattico Smc.

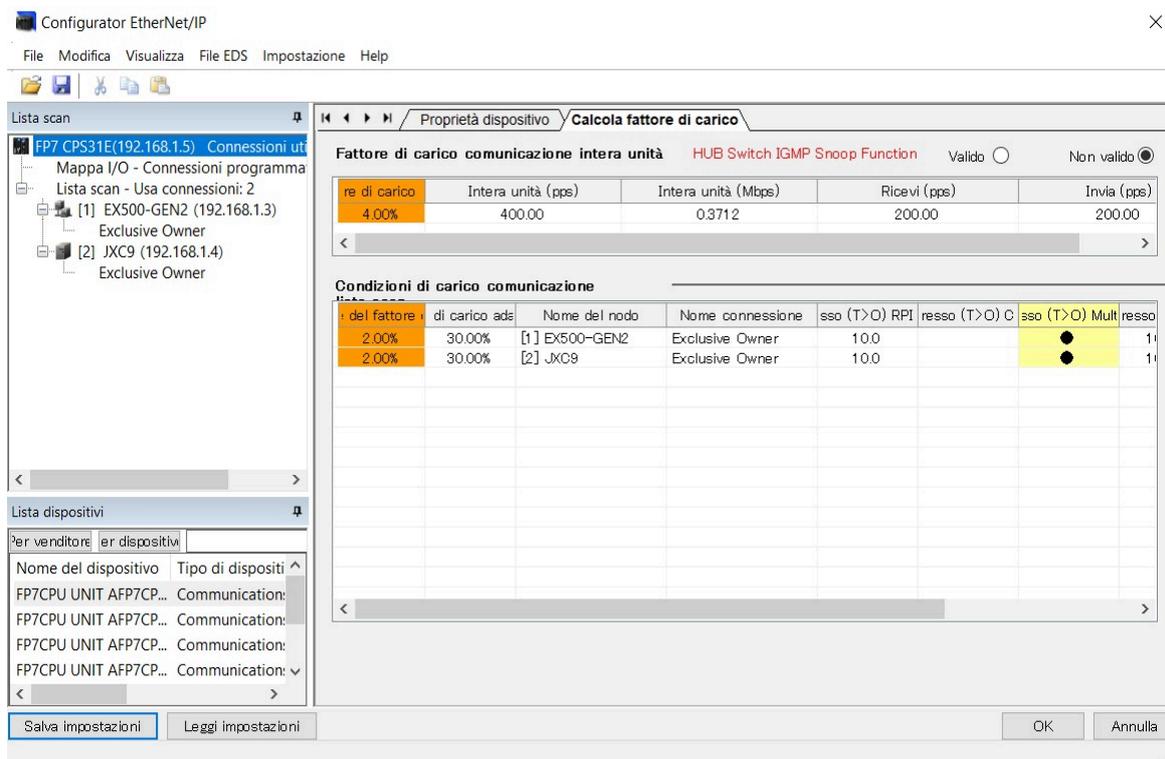


Figura 20: configurazione EtherNet/IP del drive pinza JXC91 e del gateway EX500-GEN2

Per prima cosa si inseriscono i file EDS, precedentemente scaricati sul PC di programmazione dal sito internet dell'azienda Smc, dei due elementi collegati al PLC, cioè il drive della pinza e il gateway, dopodiché si aggiungono questi due componenti alla *Lista scan* per poterli configurare. Nelle *Impostazioni dispositivo* si definiscono gli indirizzi IP (192.168.1.3 per EX500-GEN2 e 192.168.1.4 per JXC91) ed eventualmente si rinominano i nodi; a questo punto in *Exclusive Owner* si aprono le *Impostazioni connessione* ed è possibile assegnare a questi due elementi gli indirizzi di memoria dedicati. [16]

Agli input del gateway EX500-GEN2 è stata assegnata l'area di memoria DT100 con dimensione di 10 word. Tale dimensione è a discrezione del progettista, in questo caso i pin di collegamento su ciascuno dei due moduli di input sono 16, perciò sarebbero sufficienti 2 word, una per il modulo di ingressi del branch A

e una per il modulo di ingressi del branch B, si sceglie 10 per semplicità e per lasciare indirizzi di memoria liberi per future espansioni. Si ricorda che una word occupa 16 bit numerati da 0 a 15 e, nel caso in esame del software FPWIN Pro di Panasonic che utilizza una notazione esadecimale, il suo indirizzo si identifica per i primi 10 bit con i numeri da 0 a 9 (x.0 fino a x.9) e per gli ultimi 6 con le lettere da A a F (x.A fino a x.F). La sigla DT corrisponde ad un'area di memoria denominata "registro dati" che supporta un indirizzamento a 16 bit e che può essere utilizzata solo entro il PLC; quindi, non consente la condivisione di dati verso l'esterno del controllore e non può essere usata per le uscite. Tale area di memoria viene utilizzata per gli input. Si vedrà successivamente che per le uscite si utilizza invece l'area di memoria "registro di link" LD che supporta sempre un indirizzamento a 16 bit con l'unica differenza che è utilizzabile sugli output.

In Figura 21 sono elencati gli indirizzi utilizzati, quelli che non sono stati inseriti nell'immagine sono gli indirizzi di riserva. In particolare, gli input del branch A occupano gli indirizzi da DT100.0 a DT101.F (attuatore rotativo in posizione up DT100.0, attuatore rotativo in posizione down DT100.1, presenza pallina DT100.F), mentre gli input del branch C occupano gli indirizzi da DT104.0 a DT105.F (cilindro cadenzatore avanti DT104.0, cilindro cadenzatore indietro DT104.1, cassetto avanti DT104.2, cassetto indietro DT104.3), tutti gli altri indirizzi non sono stati utilizzati. Assegnando gli indirizzi in questo modo risulta facile inserire il connettore del sensore nella giusta porta di connessione dell'unità di ingressi perché anche tali connettori sono numerati da 0 a 15.

WORD	INPUT DATA	INDIRIZZO UTILIZZATO	DESCRIZIONE
DT100	Segnali sensori branch A	DT100.0	Attuatore rotativo up
		DT100.1	Attuatore rotativo down
		DT100.F	Presenza pallina
DT101	Riserva		
DT102	Riserva		
DT103	Riserva		
DT104	Segnali sensori branch C	DT104.0	Cilindro cadenzatore avanti
		DT104.1	Cilindro cadenzatore indietro
		DT104.2	Cilindro cassetto avanti
		DT104.3	Cilindro cassetto indietro
DT105	Riserva		

Figura 21: indirizzi degli input del gateway EX500-GEN2

Agli output, i cui indirizzi sono tabulati in Figura 22, è stata invece assegnata l'area di memoria LD5, sempre di dimensioni 10 word, in cui gli indirizzi, da LD5.0 a LD6.B sono dedicati ai comandi delle sei valvole del branch A (LD5.0 valvola monostabile del cilindro cadenzatore, LD5.7 valvola monostabile del soffio), mentre gli indirizzi da LD7.0 a LD8.F sono quelli dedicati ai comandi delle sei valvole del branch B (LD7.0 valvola monostabile dell'attuatore rotativo, LD7.4 e LD7.5 bistabile del cilindro cassetto, LD7.8 e LD7.9 bistabile della pinzetta pneumatica).

WORD	OUTPUT DATA	INDIRIZZO UTILIZZATO	DESCRIZIONE
LD5	Segnali sensori branch A	LD5.0	Valvola monostabile cadenzatore
		LD5.7	Valvola monostabile soffio
LD6	Riserva		
LD7	Segnali sensori branch B	LD7.0	Valvola monostabile attuatore rotativo
		LD7.4	Valvola bistabile cassetto - solenoide 1
		LD7.5	Valvola bistabile cassetto - solenoide 2
		LD7.8	Valvola bistabile pinzetta - solenoide 1
		LD7.9	Valvola bistabile pinzetta - solenoide 2
LD8	Riserva		

Figura 22: indirizzi degli output del gateway EX500-GEN2

Per quanto riguarda il drive pinza JXC91 agli ingressi è stata assegnata l'area di memoria DT111, con una dimensione di 18 word, mentre alle uscite l'area di memoria LD16, sempre con dimensione 18 word. In questo caso la situazione è diversa rispetto al gateway, il dispositivo dispone già di una mappatura per assegnare le aree di memoria, per cui bisogna seguire le indicazioni riportate sul manuale del drive JXC91 per assegnare gli indirizzi nel modo corretto; per esempio la dimensione di 18 word non è a discrezione del progettista come nel caso precedente ma è stabilita sul manuale perché, anche se non utilizzate nel progetto, su tutte le word si possono trovare delle informazioni sul sistema più o meno utili. [17]

In Figura 23 sono sintetizzati tutti gli indirizzi assegnati agli input, solamente alcuni di questi sono stati ritenuti utili per il progetto e quindi sono stati utilizzati.

WORD	INPUT DATA	INDIRIZZO UTILIZZATO	DESCRIZIONE
DT111	Segnali	DT111.0	Posizione bit 0 raggiunta
		DT111.1	Posizione bit 1 raggiunta
		DT111.8	BUSY - servomotore in funzione
		DT111.9	SVRE - servomotore ON
		DT111.A	SETON - info posizione acquisita
		DT111.B	INP - posizione raggiunta
DT112	Info flag		
DT113	Posizione attuale (lower)	DT113	Trasformare word da hex a dec
DT114	Posizione attuale (upper)		
DT115	Velocità attuale	DT115	Trasformare word da hex a dec
DT116	Forza attuale	DT116	Trasformare word da hex a dec
DT117	Posizione target (lower)		
DT118	Posizione target (upper)		
DT119	Allarme 1,2		
DT120	Allarme 3,4		
DT121	Riserva		
DT122	Riserva		
DT123	Riserva		
DT124	Riserva		
DT125	Riserva		
DT126	Riserva		
DT127	Riserva		
DT128	Riserva		

Figura 23: indirizzi degli input del drive pinza JXC91

In Figura 24 invece sono indicati solamente gli indirizzi degli output che sono stati utilizzati, in particolare quelli per accendere il servomotore e fargli eseguire gli spostamenti che consentono alla pinza di raggiungere le posizioni registrate tramite il software ACT Controller di cui abbiamo precedentemente parlato.

WORD	OUTPUT DATA	INDIRIZZO UTILIZZATO	DESCRIZIONE
LD16	Segnali	LD16.0	Istruzioni posizione bit 0
		LD16.1	Istruzioni posizione bit 1
		LD16.9	SVON - turn ON servomotore
		LD16.A	DRIVE - scan istruzioni e esegue spostamento
		LD16.B	RESET - reset allarmi e operazioni
		LD16.C	SETUP - esegue operazione homing

Figura 24: indirizzi degli output del drive pinza JXC91

- *Online – Impostazioni comunicazione:* ultima operazione prima di poter scaricare ed eseguire sul PLC il programma scritto. In questa finestra si sceglie il tipo di rete, in questo caso Ethernet, si indica l'indirizzo IP del computer (192.168.11.98), quello del PLC (192.168.11.20) e il numero di porta che era stato stabilito durante la configurazione della connessione di sistema (9094). In questa finestra è anche possibile scegliere di utilizzare il PLC in modalità offline selezionando la *Simulazione PLC*, questo può essere utile durante la scrittura del listato ladder per testare il programma e trovare eventuali errori.

Seguendo questa procedura, una volta scritto il listato ladder che vedremo nel capitolo dedicato, è possibile mettere l'intero sistema online ed eseguire il ciclo automatico e le altre operazioni programmate.

2.2.2 EasyBuilder Pro

EasyBuilder Pro è il software di programmazione Weintek che è stato utilizzato per realizzare il progetto del pannello operatore di interfaccia HMI. Una volta avviato il programma occorre scegliere il modello di pannello operatore, in questo caso il

modello selezionato è MT8073iE (800 x 400) con orientamento orizzontale. Si aprirà la schermata di programmazione illustrata in Figura 25. Nel menù posto nella parte superiore della schermata ci sono tutte le funzioni relative al progetto (compilazione, simulazioni, download, ecc.) e quelle relative agli oggetti (lampadine, allarmi, pulsanti, ingressi numerici, grafici, animazioni, ecc.) che si possono inserire e visualizzare sul pannello operatore, sulla sinistra è collocato l'elenco di tutte le pagine di default e di quelle che saranno realizzate, nella parte destra ci sono le librerie delle immagine da poter inserire e infine, nella parte centrale, è situata la finestra di editing che rappresenta lo schermo dell'interfaccia HMI. [18]

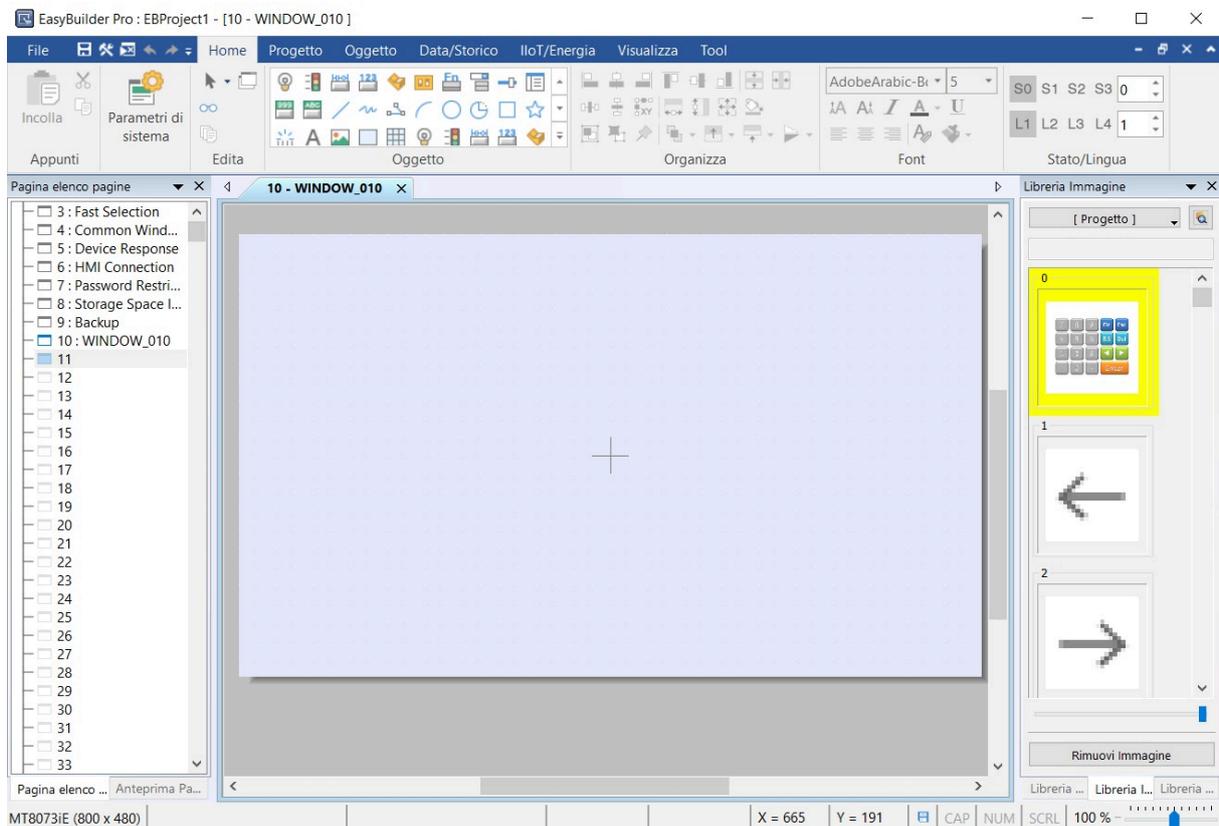


Figura 25: finestra di editing del software EasyBuilder Pro dell'interfaccia HMI Weintek

Prima di procedere con la realizzazione del progetto bisogna eseguire alcuni passaggi per configurare il sistema e permettere all'interfaccia HMI di comunicare con il PLC:

- *Parametri di sistema*: la finestra dei parametri del sistema è quella che raccoglie la maggior parte delle informazioni del sistema.
- *Modello*: qui è possibile modificare il modello di HMI precedentemente selezionato.
- *Dispositivo*: contiene la lista dei dispositivi configurati, oltre all'HMI locale è necessario configurare il PLC. Questa operazione si esegue selezionando *Nuovo dispositivo* e definendo le proprietà del programmatore logico (Figura 26). In particolare, è richiesto il nome, il tipo di dispositivo selezionandolo tra una lista di numerosi prodotti compatibili di marche differenti, il tipo di connessione, l'indirizzo IP (192.168.11.20) e la porta di connessione (60001 cioè la stessa che è stata definita nelle *Connessioni utente* del PLC). Una volta registrato il dispositivo è possibile procedere alla programmazione del pannello operatore.

Figura 26: proprietà del dispositivo PLC da configurare e connettere al pannello di interfaccia HMI

- *Scarica (PC -> HMI)*: dopo aver editato il programma per l'interfaccia HMI e averlo compilato al fine di trovare eventuali errori, se tutto il sistema è collegato alla rete EtherNet/IP, è possibile scaricarlo semplicemente indicando l'indirizzo IP del pannello HMI collegato, in questo caso 192.168.11.15.

Seguendo questa procedura sul pannello operatore sarà visualizzato il progetto realizzato, che verrà spiegato nei capitoli successivi, per svolgere funzioni di controllo del sistema e diagnostica dei componenti collegati.

2.3 Programmazione del ciclo di lavoro

Dopo che tutti i dispositivi sono stati correttamente configurati sui software del PLC e dell'HMI, FPWIN Pro e EasyBuilder Pro, è possibile procedere all'effettiva programmazione del pannello didattico Smc.

Si comincerà con una dettagliata analisi del listato ladder e successivamente verranno illustrate tutte le schermate del pannello di interfaccia HMI, che non sono nient'altro che la rappresentazione grafica e tangibile di ciò che è stato scritto nel programma ladder.

2.3.1 Stesura del listato ladder

Il programma realizzato, denominato *Main_Pannello_Smc*, permette all'operatore di visualizzare in modo immediato eventuali errori o segnali di allarme e di scegliere tra tre modalità di funzionamento: modalità ciclo singolo in cui il ciclo di lavoro viene eseguito un'unica volta, modalità automatica in cui il ciclo si ripete in continuazione fino a quando non viene arrestato, modalità manuale in cui è possibile comandare ogni azionamento in modo indipendente e senza un ordine prestabilito.

Prima di passare alla descrizione di tutte le reti che compongono il programma ladder è necessario ricordare la necessità di definire nella tabella delle variabili globali ogni

elemento da inserire nel listato. Tutte le dichiarazioni si inseriscono per comodità tra le variabili globali in modo da averle a disposizione in ogni subroutine del programma. In questa tabella si assegna ad ogni variabile un nome, caratterizzato dalla scrittura in corsivo nel corso del seguente lavoro di tesi (*Start, Emg_Stop, a0, F1*, ecc.) e un indirizzo, indicato nel software con le lettere X per gli input fisici, Y per gli output fisici, R per i relè interni (memorie interne), DT per i registri di dati, LD per i registri di link, seguite da un numero secondo la convenzione esadecimale. Alle variabili si assegna inoltre: un tipo (booleano, intero, doppio intero, word, stringa, ecc.), un valore iniziale (vero o falso per i booleani, oppure un valore numerico per gli interi o per le word) e un commento per rendere più facile la comprensione del programma una volta completato.

Le prime reti del listato ladder, mostrate in Figura 27, forniscono informazioni riguardo lo stato del sistema, in particolare le informazioni sul collegamento dei due nodi registrati, cioè il gateway EX500 e il drive della pinza JXC91. La funzione utilizzata, rintracciabile tra l'elenco di tutte le istruzioni situato nella parte destra della videata del software, è denominata *FP_ETHERNETIP_GET_STATE_TABLE_ALL* ed è un'istruzione contenuta nella libreria FP, in cui si trovano quelle sviluppate appositamente per il software FP7 ma supportate anche dagli altri PLC Panasonic della serie FP. Appartiene alla categoria delle "Istruzioni di comunicazione per reti" e il suo scopo, come riportato nella finestra di "Help" che un utente inesperto dovrebbe consultare prima di utilizzare qualsiasi istruzione e a cui si accede con un click destro sull'istruzione desiderata, è quello di leggere le informazioni sulla comunicazione EtherNet/IP dei nodi registrati e di inserirle in una tabella (*d_dutStateTableAll*) in cui sono presenti i seguenti elementi: un intero, identificabile dal prefisso "i" nel nome della variabile, con il numero massimo di nodi registrati (*d_dutStateTableAll.iMaxNodeNumber*), un array di bit, identificabile dal prefisso "ab", del numero di nodi configurati (*d_dutStateTableAll.abNodes[]*), un array di bit del numero di nodi che comunicano in modo corretto (*d_dutStateTableAll.abNodesRun[]*),

un array di bit del numero di nodi che sono stati arrestati (*d_dutStateTableAll.abNodesStop[]*) e un altro array con il numero del nodi in cui si è verificato un errore di comunicazione (*d_dutStateTableAll.abNodesError[]*). Come qualsiasi altra funzione o blocco funzione che appartenga alla libreria standard IEC oppure alla libreria FP per inserirla nel ladder è necessario selezionarla e trascinarla. Come si può vedere dalla Figura 27, le informazioni di ogni riga della tabella, essendo dei semplici bit “true or false”, fungono da input che abilitano dei relè interni, con indirizzo R seguito da un numero o lettera basandosi sempre sulla notazione esadecimale, denominate: *b_NodoRegistrato_1* (il cui indirizzo è R27), *b_NodoRegistrato_2* (indirizzo R28), *b_NodoRun_1* (indirizzo R29), *b_NodoRun_2* (indirizzo R2A), *b_NodoStop_1* (R2B), *b_NodoStop_2* (R2C), *b_NodoErrore_1* (R2D), *b_NodoErrore_2* (R2E). Queste memorie interne saranno utilizzate successivamente per visualizzare sotto forma di lampadine sul pannello HMI, a cui si deve assegnare l’indirizzo corretto, lo stato della connessione Ethernet dell’intero sistema. Per maggior chiarezza un array è un gruppo di variabili che hanno tutte lo stesso tipo di dato elementare, in questo caso gli elementi della tabella della funzione utilizzata sono array (da 1 a 256) di bit (con valore 0 o 1), per cui essendoci due nodi sono necessarie solo le informazioni contenute nei primi due posti dell’array identificabili con gli indici 1 e 2 all’interno di parentesi quadre (per esempio *d_dutStateTableAll.abNodesRun[1]* per il gateway EX500 e *d_dutStateTableAll.abNodesRun[2]* per il drive pinza JXC91).

Oltre all’utilizzo di *FPWIN Pro Help* presente sul software Panasonic, per un utente alle prime esperienze, è anche consigliato consultare il manuale di programmazione contenente la descrizione di tutte le istruzioni utilizzabili. [19]

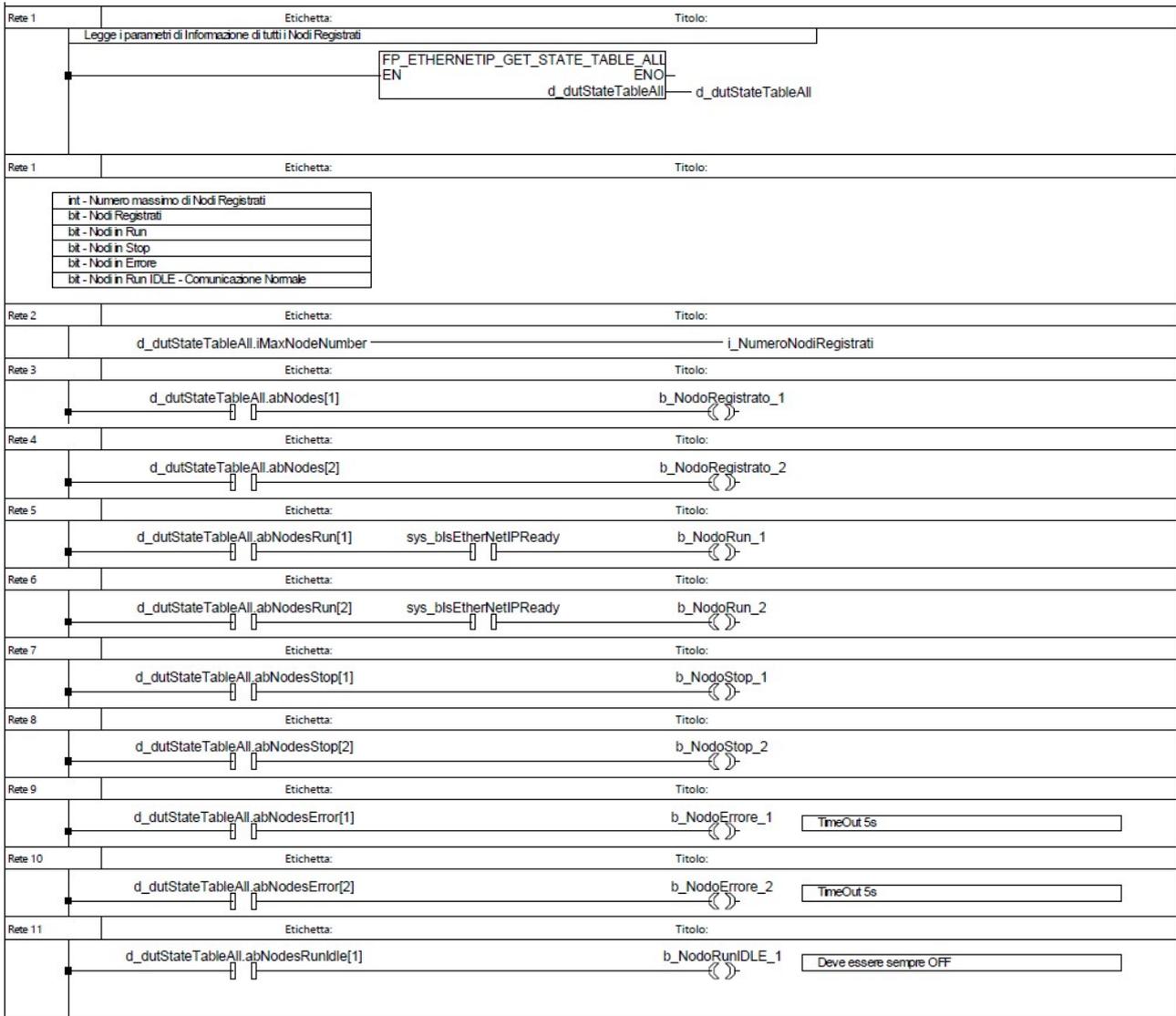


Figura 27: istruzioni per la lettura delle informazioni riguardanti lo stato della connessione EtherNet/IP

Il passo successivo, illustrato in Figura 28, è stato la creazione del selettore per scegliere tra le tre modalità di funzionamento del pannello didattico Smc descritte in precedenza. La variabile *Selettore_HMI* è di tipo word con valore iniziale 0 e, a seconda della scelta che viene effettuata sul pannello operatore, quando assume il valore 1 attiva l'uscita relativa alla modalità *Ciclo*, cioè il ciclo singolo, quando assume il valore 2 attiva quella relativa alla modalità *Automatico* e quando assume il valore 3 la modalità *Manuale*. Queste tre uscite sono dei relè interni che verranno utilizzati come consensi per abilitare alcune parti del listato ladder.

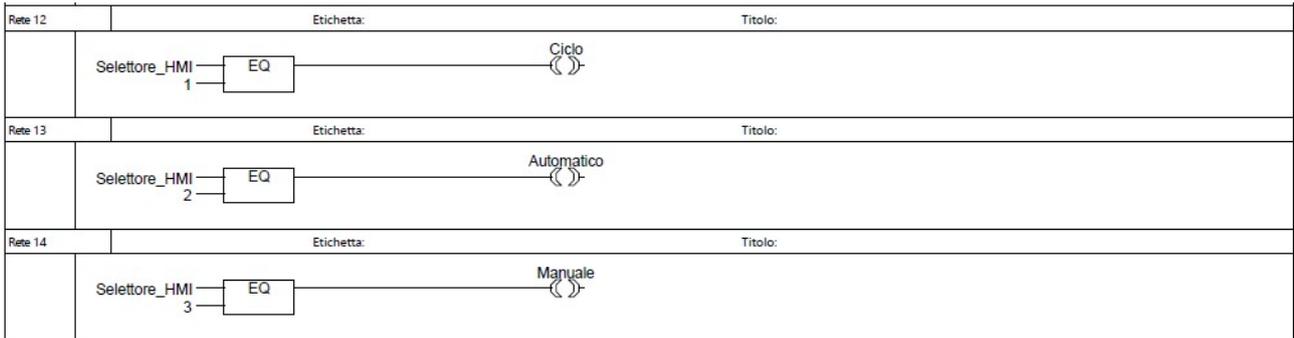


Figura 28: realizzazione del selettore di modalità: ciclo, automatico e manuale

Al fine di avviare il ciclo di lavoro, come illustrato in Figura 29, è necessario che venga selezionata una modalità, che venga azionato il pulsante fisico di *Start*, oppure quello virtuale *Start_HMI* presente sull'interfaccia operatore e che non siano presenti dei segnali di emergenza (*Emg_Ok*), per esempio dovuti alla pressione del pulsante a fungo. Il relè interno *F_Avviato* rappresenta la funzione di ciclo avviato e nella modalità *Automatico* è necessario che sia sempre attiva per consentire la continua ripartenza del ciclo di lavoro; perciò, siccome i due pulsanti di start sono di tipo impulsivo, dev'esserci un'auto mantenimento di questo relè.

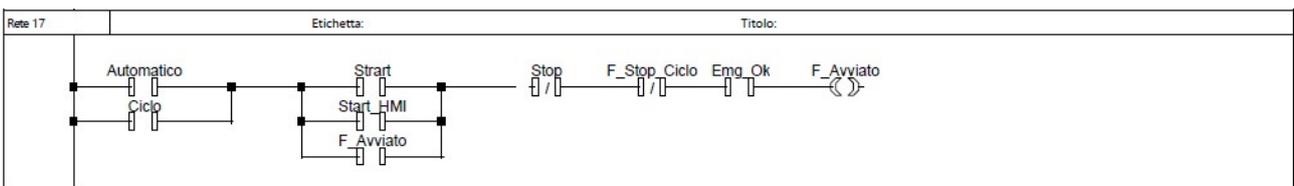


Figura 29: consenso per l'avvio del ciclo in modalità Ciclo o modalità Automatico

In Figura 30 si chiarisce il significato del contatto *Emg_Ok*. Affinché questo relè interno si attivi, è necessario che il pulsante di emergenza a fungo (*Emg_Stop*), posto nella faccia frontale del banco didattico in prossimità del pulsante fisico di start, non sia premuto e che si esegua il restart del sistema, attraverso il tasto virtuale dedicato (*Restart*), ogni volta che si riavvia il sistema a seguito di una vera e propria emergenza o a seguito di un semplice spegnimento del banco didattico Smc. La funzione *F_Restart*, che si attiva premendo il tasto sul pannello di interfaccia HMI e si disattiva premendo il fungo di emergenza, è stata inserita perché in una situazione reale è difficile distinguere se ci sia stata un'interruzione dell'alimentazione a causa di un mal funzionamento, oppure a causa dello spegnimento volontario dell'impianto. L'istruzione differenziale fronte di salita *DF* sarà utilizzata anche in seguito e il suo scopo è semplicemente quello di impostare su "true" l'uscita per la durata di un'unica scansione.

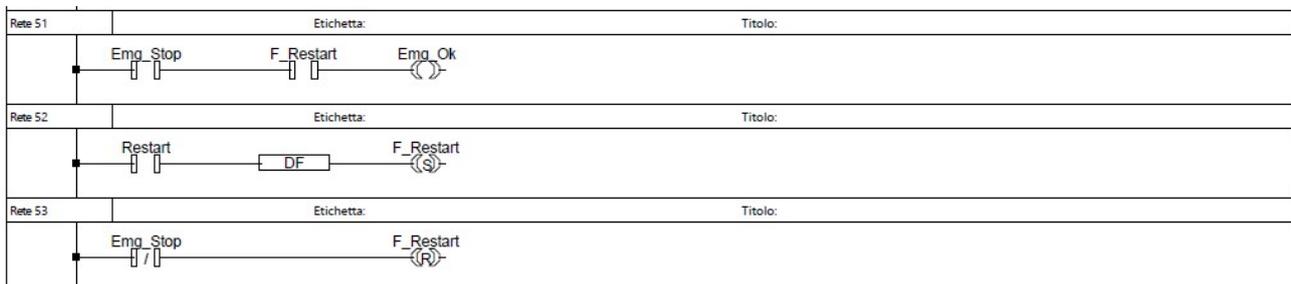


Figura 30: descrizione della funzione di controllo dell'emergenza

A proposito del pulsante di emergenza a fungo bisogna precisare un altro aspetto: il suo contatto, a differenza di un classico pulsante come potrebbe essere quello di start il cui contatto è di tipo NA (normalmente aperto), è di tipo NC (normalmente chiuso); quindi il suo input sul programma ladder è sempre attivo a meno che non venga premuto in caso di emergenza.

Prima di poter avviare il ciclo di lavoro è necessario accendere la pinza elettrica, come illustrato in Figura 32, che dovrà afferrare la pallina e poi rilasciarla all'interno del tubo. Premendo il pulsante virtuale *Man_Pinza_On* presente sul pannello operatore si invia al drive pinza JXC91 il comando di accensione *b_SVON*, che restituisce il segnale di input *b_SVRE* quando la pinza è accesa. Tale segnale di input è stato poi utilizzato per accendere una lampadina virtuale (*Lamp9*) che fornisce all'operatore una risposta visiva immediata sull'effettiva riuscita dell'operazione. Il comando di accensione della pinza, così come tutte le altre azioni relative ad essa, sono raggruppate in un sottoprogramma del Main chiamato *Pinza_elettrica*, in modo da tenere raggruppati all'interno dello stesso programma tutti i comandi e i segnali del drive della pinza, la cui programmazione, che è definita all'interno del suo manuale, ha caratteristiche differenti rispetto alle altre parti del listato ladder.

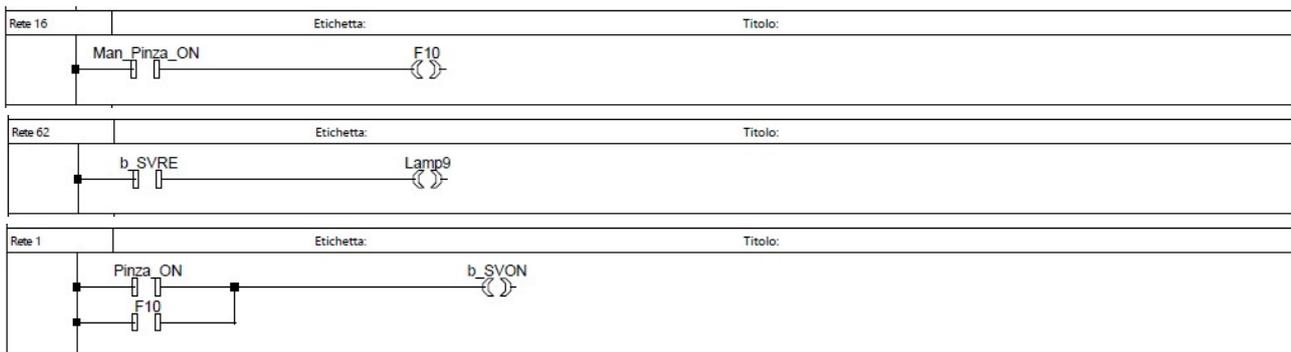


Figura 31: accensione della pinza elettrica e visualizzazione del segnale di accensione

Dopo aver chiarito questi aspetti riguardanti l'emergenza, il riavvio del sistema e il sottoprogramma dedicato alla pinza elettrica, si può continuare con l'analisi del ciclo di lavoro.

Tale ciclo è stato organizzato in passi e ad ogni passo si esegue un'azione. Queste azioni sono state chiamate per semplicità funzione *F1*, *F2*, *F3*, ecc. e il loro compito, come verrà analizzato meglio in seguito, sarà quello di abilitare gli output che controllano le elettrovalvole e la pinza elettrica e consentire quindi il movimento degli

attuatori. Come conseguenza dello spostamento degli organi mobili del sistema si generano dei segnali di input che definiscono la fine di un'azione, per esempio il sensore di finecorsa reed installato sul cilindro pneumatico invia un segnale al termine della corsa di fuoriuscita o di rientro dello stelo. I segnali di input sono quindi utilizzati per decretare la conclusione di un passo e consentire l'esecuzione del passo successivo. Per incrementare il contatore del passo corrente si utilizza l'istruzione *Move* (rintracciabile nella cartella "Istruzioni per funzioni Copia e Inizializza" della libreria delle istruzioni) che alloca il valore della variabile in ingresso, in questo caso un valore numerico progressivo da 1 corrispondente al primo step a 10 corrispondente all'ultimo, invariato alla variabile di uscita. Nel caso in esame, la variabile di uscita è denominata *Passo*, è di tipo word e ha come valore iniziale 0. È necessario notare nuovamente la presenza dell'istruzione *DF* prima di ogni istruzione *Move*. In questo caso l'istruzione differenziale fronte di salita è ancora più significativa perché consente di assegnare il valore numerico dello step alla variabile *Passo* per la durata di un'unica scansione. Tale valore numerico si manterrà finché non si verificheranno le condizioni per muoversi ad un passo successivo.

Si possono ora analizzare tutti gli step del ciclo di lavoro:

- Passo 1 (Figura 32): il contatore *Passo*, al fine di consentire l'avvio del ciclo di lavoro, deve assumere il valore 1. Per fare questo è necessario che il pulsante fisico di start (*Start*) oppure quello virtuale (*Start_HMI*) venga premuto dall'operatore, che il motore della pinza elettrica sia acceso (*b_SVRE*), che la pinza sia in posizione aperta (*b_POSITION_TARGET_BIT_0*), che il cilindro cadenzatore sia in posizione "avanti" (*a0*), in modo da bloccare il passaggio della pallina in uscita del tubo, e che anche il cilindro cassetto sia in posizione "avanti" (*b0*). Questa è la configurazione iniziale del sistema che si dovrà ripresentare ad ogni fine ciclo per consentire la ripartenza dello stesso in caso di modalità di funzionamento *Automatico*. Solo quando il contatore *Passo* assume il valore 1, ed è attiva la funzione di ciclo avviato (*F_Avviato*) descritta

precedentemente, sarà abilitata l'uscita *F1*. Tramite "l'Istruzione di confronto" *EQ* se il valore di confronto assunto dalla variabile *Passo* è uguale al valore di riferimento (1 per il primo passo, 2 per il secondo, 3 per il terzo e così via) nell'accumulatore viene memorizzato "true" ed è possibile abilitare l'uscita. Le funzioni delle uscite attivate ad ogni passo sono descritte alla fine del listato ladder per non appesantirne troppo la lettura e renderlo più snello. Nel momento in cui viene settato il relè interno *F1*, se non sono presenti segnali di emergenza, si comanda l'elettrovalvola 1 del branch A (*EV1A_mono*); essendo tale valvola di tipo monostabile, per mantenere il cilindro cadenzatore in posizione "indietro", è necessario usare una bobina di set, altrimenti il comando sarebbe impulsivo e il cilindro tornerebbe subito nella posizione iniziale senza nemmeno attivare il segnale di finecorsa che consente il passaggio allo step successivo del ciclo.

Prima di proseguire bisogna ancora soffermarsi su due dettagli: il contatto *Manuale* presente in Figura 32 e il segnale di input della pinza aperta *b_POSITION_TARGET_BIT_0*. Per quanto riguarda il primo aspetto, l'implementazione della modalità *Manuale* è stata inserita direttamente nella parte del listato ladder dedicata agli azionamenti, così facendo quando tale modalità è stata selezionata si possono direttamente attivare le elettrovalvole senza i vincoli imposti dai vari passi del ciclo. In questo caso per attivare l'elettrovalvola monostabile è necessario azionare l'apposito selettore virtuale sul pannello di interfaccia HMI, così facendo si accende il contatto *Man_A_Indietro* e si attiva l'uscita.

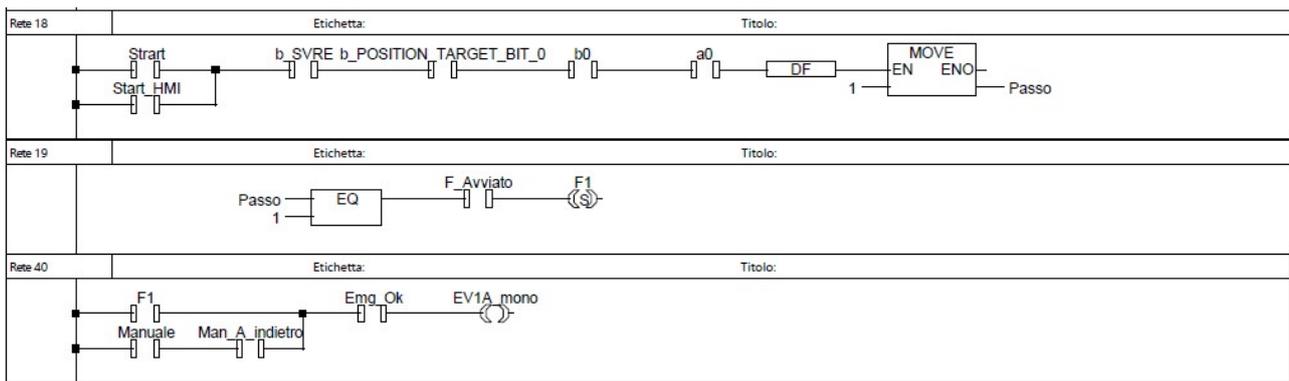


Figura 32: descrizione del passo 1 del ciclo di lavoro

A proposito del secondo aspetto, attraverso la Figura 33 estratta dal sottoprogramma *Pinza_elettrica*, bisogna spiegare il funzionamento del drive JXC91. Dopo averlo acceso, prima di comandare qualunque spostamento, è necessario eseguire l'operazione di homing della pinza attraverso il comando *b_SETUP* azionabile attraverso l'apposito tasto virtuale sul pannello operatore. Tale procedura, come spiegato nelle istruzioni inserite nella prima pagina dell'HMI, dev'essere eseguita prima di iniziare il ciclo di lavoro. Una volta portata la pinza nella sua posizione di home è possibile comandare ogni spostamento che sia stato memorizzato con il software ACT Controller. Prima di tutto bisogna selezionare il bit relativo alla posizione scelta; occorre però prestare attenzione al fatto che i bit sono in sistema binario, mentre le posizioni in sistema decimale, per cui la posizione 1 corrisponderà al bit 0, la posizione 2 al bit 1, la posizione 3 ai bit 0 e 1, la posizione 4 al bit 2, la posizione 5 ai bit 0 e 2, e così via per tutte le altre posizioni registrate. Per portare la pinza in posizione "aperta" bisogna quindi settare la prima posizione corrispondente al bit 0 e, dopo un brevissimo lasso di tempo necessario al drive per registrare la posizione scelta e stabilito dal timer *TON_pos1*, settare il comando *b_DRIVE* che aziona il servomotore e realizza lo spostamento. Durante il movimento della pinza è presente il segnale di input *b_BUSY* che si spegnerà al raggiungimento della posizione selezionata, l'assenza di tale segnale resetterà l'uscita *b_DRIVE*

e quasi in contemporanea si accenderà il contatto relativo all'input della posizione raggiunta ($b_POSITION_TARGET_BIT_0$) che a sua volta resetterà la selezione della posizione, in modo da consentire la scelta di un nuovo target. Se l'operatore, prima di iniziare il ciclo di lavoro, seguirà correttamente le istruzioni riportate sul pannello di interfaccia HMI la pinza si troverà in posizione "aperta" e sarà quindi presente il segnale di input relativo al raggiungimento della posizione di target assegnata al bit 0, perciò il contatore *Passo* assumerà il valore 1 e sarà eseguito il primo movimento del ciclo, cioè il cilindro cadenzatore si sposterà indietro favorendo la discesa della pallina, la cui corsa sarà però bloccata dal cilindro cassetto ancora chiuso.

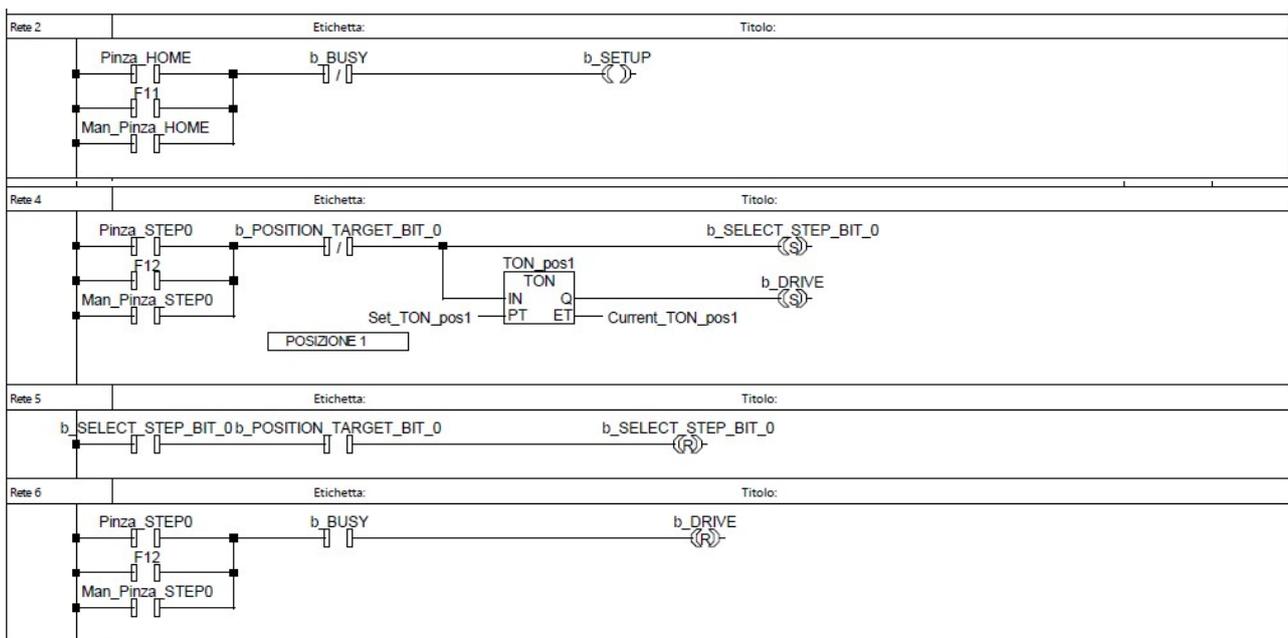


Figura 33: operazioni di homing e di posizionamento della pinza elettrica comandata dal drive JXC91

- Passo 2 (Figura 34): l'esecuzione del primo passo ($F1$), il segnale del finecorsa del cilindro cadenzatore che indica la posizione "indietro" ($a1$) e il segnale del sensore di presenza della pallina all'interno del contenitore bianco ($c1$) permettono di assegnare il valore 2 al contatore *Passo*. Una volta assegnato questo valore viene attivato il relè interno $F3$, il cui compito è quello di

comandare la terza elettrovalvola presente sul branch B (*EV3B_a*); essendo tale valvola bistabile non è necessario utilizzare una bobina di set, ma è sufficiente una bobina normale. Comandando la terza valvola del branch B il cilindro cassetto si sposta all'indietro aprendo il passaggio alla pallina, che prosegue la sua caduta all'interno della pinza elettrica. Anche in questo caso si può notare la presenza del comando manuale (*Man_B_Indietro*) predisposto all'attivazione della valvola in esame. Lo stesso comando per la modalità di funzionamento *Manuale* sarà presente anche in tutti gli altri passi. Per maggior chiarezza B è riferito al cilindro cassetto, in precedenza A era riferito al cilindro cadenzatore e successivamente C sarà riferito all'attuatore rotativo pneumatico su cui è installata la pinza elettrica.

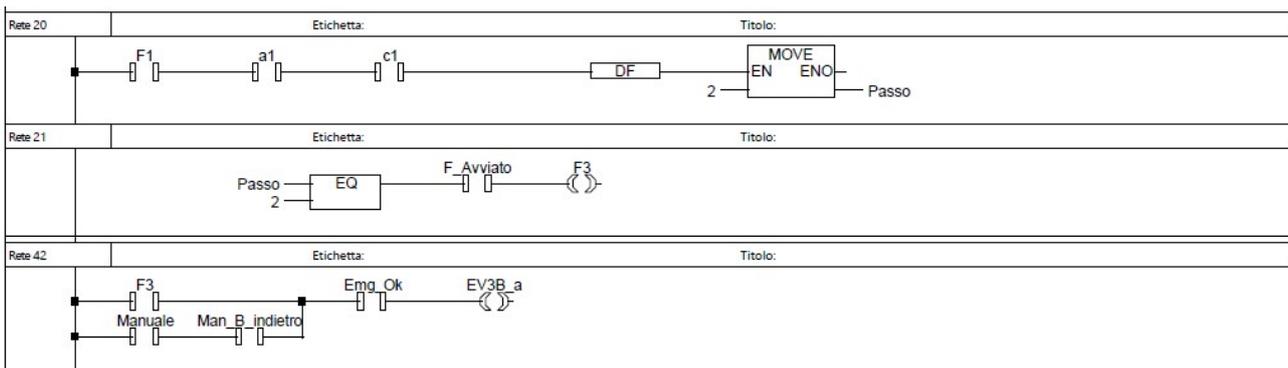


Figura 34: descrizione del passo 2 del ciclo di lavoro

- **Passo 3 (Figura 35):** per assegnare il valore 3 al contatore *Passo* sono necessari il segnale *F3*, che indica l'attivazione del secondo passo del ciclo di lavoro in modo da avere sempre un controllo in più ed evitare di saltare degli step, il segnale *b1* proveniente dal sensore reed di finecorsa installato sul cilindro cassetto e indicante la posizione "indietro" e l'assenza del segnale di presenza della pallina. Se questo segnale fosse ancora presente vorrebbe dire che la pallina sia in qualche modo rimasta incastrata all'interno del contenitore e che non abbia proseguito la sua discesa nella pinza elettrica. Il relè interno *F4* attiva

L'uscita *EV3B_b* che eccita il secondo solenoide della stessa valvola bistabile del passo precedente collocata nel branch B, così facendo il cilindro cassetto si richiude e si porta in posizione "avanti". In questo modo è nuovamente pronto ad accogliere l'arrivo della pallina nel ciclo successivo.

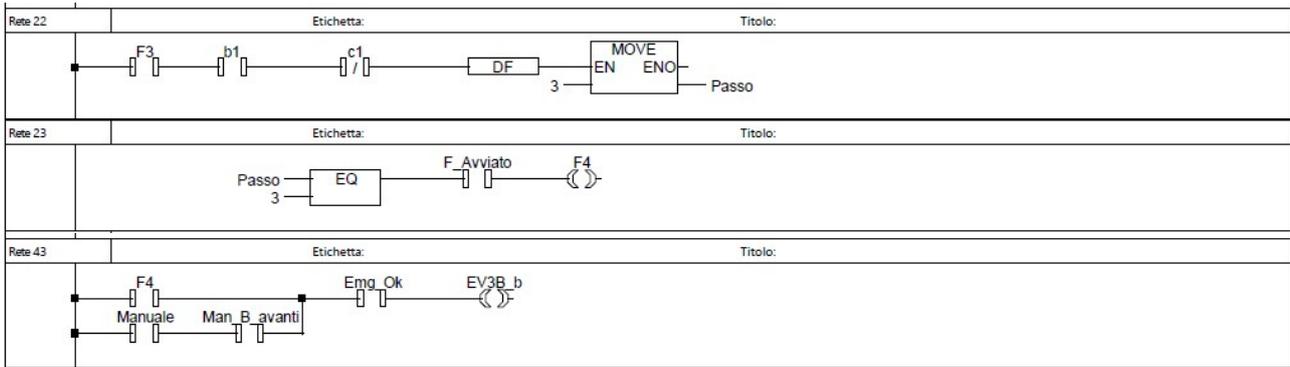


Figura 35: descrizione del passo 3 del ciclo di lavoro

- Passo 4 (Figura 36): per abilitare il quarto passo è solamente necessario che sia stato eseguito il passo precedente (*F4*) e che sia presente il segnale di input proveniente dal sensore di finecorsa *b0*, cioè che il cilindro cassetto sia tornato nella posizione di partenza. Anche questo passo, come quello precedente, ha la sola funzione di preparare il sistema al nuovo ciclo. Infatti, il relè *F2* ha la funzione di resettare la bobina *F1*, ciò significa che termina l'eccitazione del solenoide della prima valvola monostabile del branch A (*EV1A_mono*) e di conseguenza il cilindro cadenzatore torna in posizione "avanti" di riposo. A questo punto i due cilindri sono entrambi nella posizione che occupavano ad inizio ciclo.

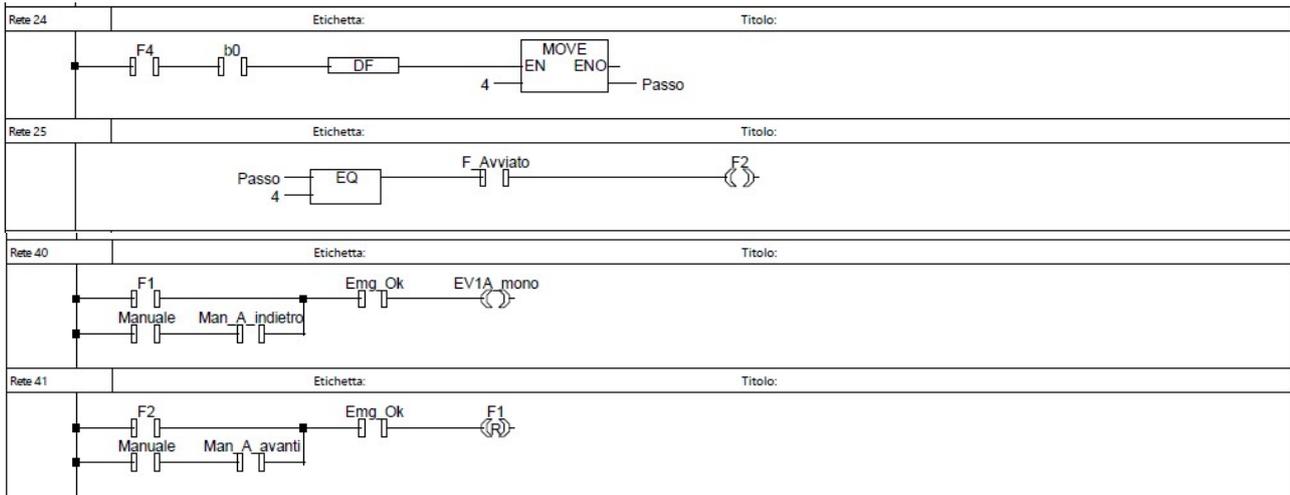


Figura 36: descrizione del passo 4 del ciclo di lavoro

- Passo 5 (Figura 37): all'interno del passo 5, attivato dall'esecuzione del passo precedente ($F2$) e dal segnale di input $a0$ (cilindro cadenzatore avanti), è presente il timer $TON5$ per rallentare il ciclo di lavoro, che altrimenti sarebbe troppo veloce e di difficile comprensione. Trascorso 1 secondo, definito dalla variabile Set_TON5 , si attiva l'uscita vera e propria del quinto passo $F11$. Tale output ha la funzione di chiudere la pinza per afferrare la pallina in modo da non perderla durante la successiva rotazione dell'attuatore rotativo. Proprio in questo passo nasce la criticità di cui si era discusso nel capitolo dedicato al drive pinza JXC91. Il relè $F11$ avrebbe dovuto essere analogo a $F12$ presente nel sottoprogramma dedicato alla sola pinza elettrica, cioè avrebbe dovuto selezionare la seconda posizione memorizzata nel drive ($b_SELECT_STEP_BIT_1$) e, tramite l'output b_DRIVE , eseguire la chiusura della pinza fino al raggiungimento della posizione desiderata ($b_POSITION_TARGET_BIT_1$). Questa operazione però non è funzionante probabilmente a causa di un guasto oppure più probabilmente, come si era già accennato, a causa dell'assenza di altre posizioni memorizzate nel controllore della pinza. Questa seconda ipotesi, pur non potendo essere verificata a causa della mancanza del cavo di collegamento tra computer e drive, è avvalorata dal

fatto che non funzioni nessun altro movimento che non sia quello relativo alla prima posizione corrispondente al bit 0. Fortunatamente la posizione “pinza chiusa” è molto prossima alla posizione di home, per cui si è ovviato al problema utilizzando l’operazione di homing, già descritta precedentemente, come se fosse l’operazione di chiusura. Così facendo la pinza si chiude e afferra la pallina.

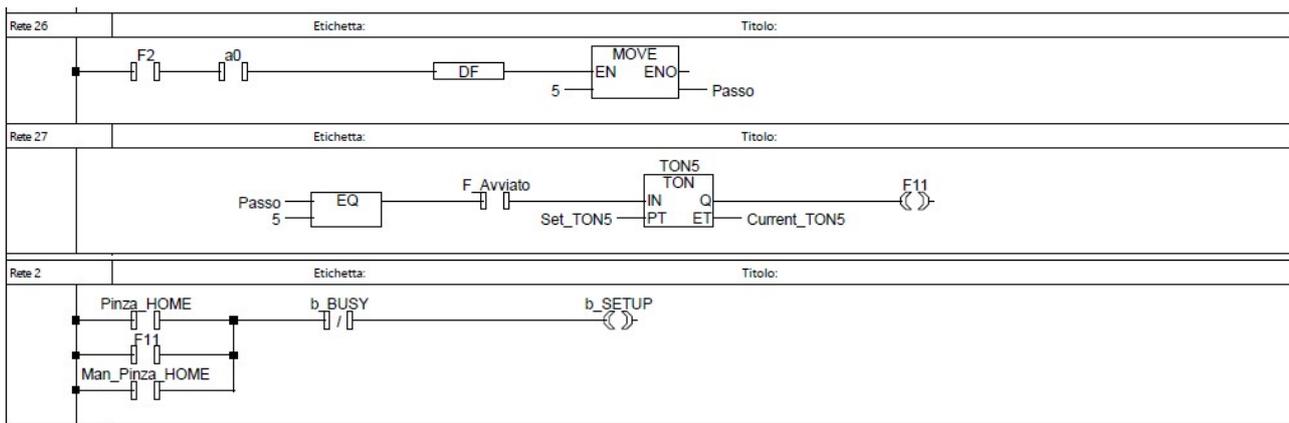


Figura 37: descrizione del passo 5 del ciclo di lavoro

- Passo 6 (Figura 38): quando la pallina è stata afferrata si può attivare la rotazione dell’attuatore rotativo, che ruotando di circa 120° porta la pinza elettrica in prossimità dell’imbocco del tubo che dovrà essere percorso dalla palla. Questo passo è attivato dall’esecuzione dello step precedente *F11* e, siccome non è possibile utilizzare l’input fornito dal raggiungimento della seconda posizione (*b_POSITION_TARGET_BIT_1*), dall’assenza del segnale della prima posizione (negazione di *b_POSITION_TARGET_BIT_0*). Siccome la prima valvola del branch B, quella che comanda l’attuatore pneumatico rotativo, è di tipo monostabile, anche in questo caso si utilizza una bobina di

set. Il settaggio di *F8* mantiene attivo il comando sulla valvola monostabile in modo da tenere l'attuatore in posizione "pinza down" per il tempo necessario.

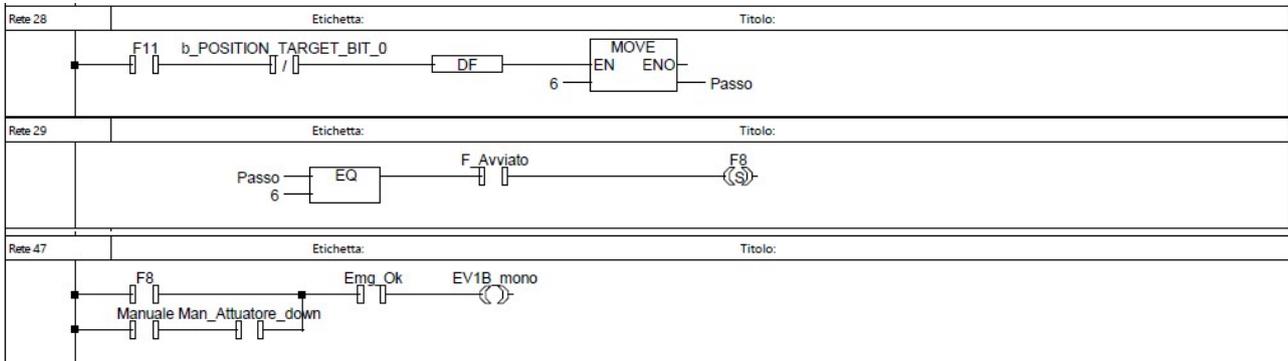


Figura 38: descrizione del passo 6 del ciclo di lavoro

- Passo 7 (Figura 39): durante il settimo step del ciclo di lavoro, abilitato dalla compresenza dei segnali di esecuzione del passo precedente (*F8*) e del segnale del sensore di posizione di "pinza down" (*d1*), vengono eseguiti due movimenti a distanza di 1,2 secondi (*Set_TON6*). La prima azione consiste nell'apertura della pinza elettrica (*F12*) con la solita procedura di selezione della prima posizione memorizzata, corrispondente al bit 0 (*b_SELECT_STEP_BIT_0*), seguita dall'azionamento del servomotore *b_DRIVE* fino al raggiungimento della posizione desiderata. Dopo il gap temporale stabilito dal timer *TON6*, si ha la rotazione in senso antiorario dell'attuatore pneumatico rotativo (*F9*), in modo da riportare la pinza elettrica in posizione "pinza up", dove è pronta ad accogliere nuovamente la pallina nel ciclo successivo. Il funzionamento di *F9* è analogo a quello di *F2* visto nel passo 4. Siccome la valvola che comanda l'attuatore rotativo (*EV1B_mono*) è anch'essa di tipo monostabile necessita di una bobina di set per mantenere il solenoide eccitato e quindi la posizione "pinza down", per cui *F9* ha il solo compito di resettare tale bobina, far cessare l'eccitazione e far tornare l'attuatore in posizione di riposo. Al termine del settimo step la pinza è aperta e rivolta verso l'alto, la pallina invece è stata

depositata all'interno del tubo di plastica che corre tutto intorno alla struttura del pannello didattico Smc. Si attende ora il passo successivo.

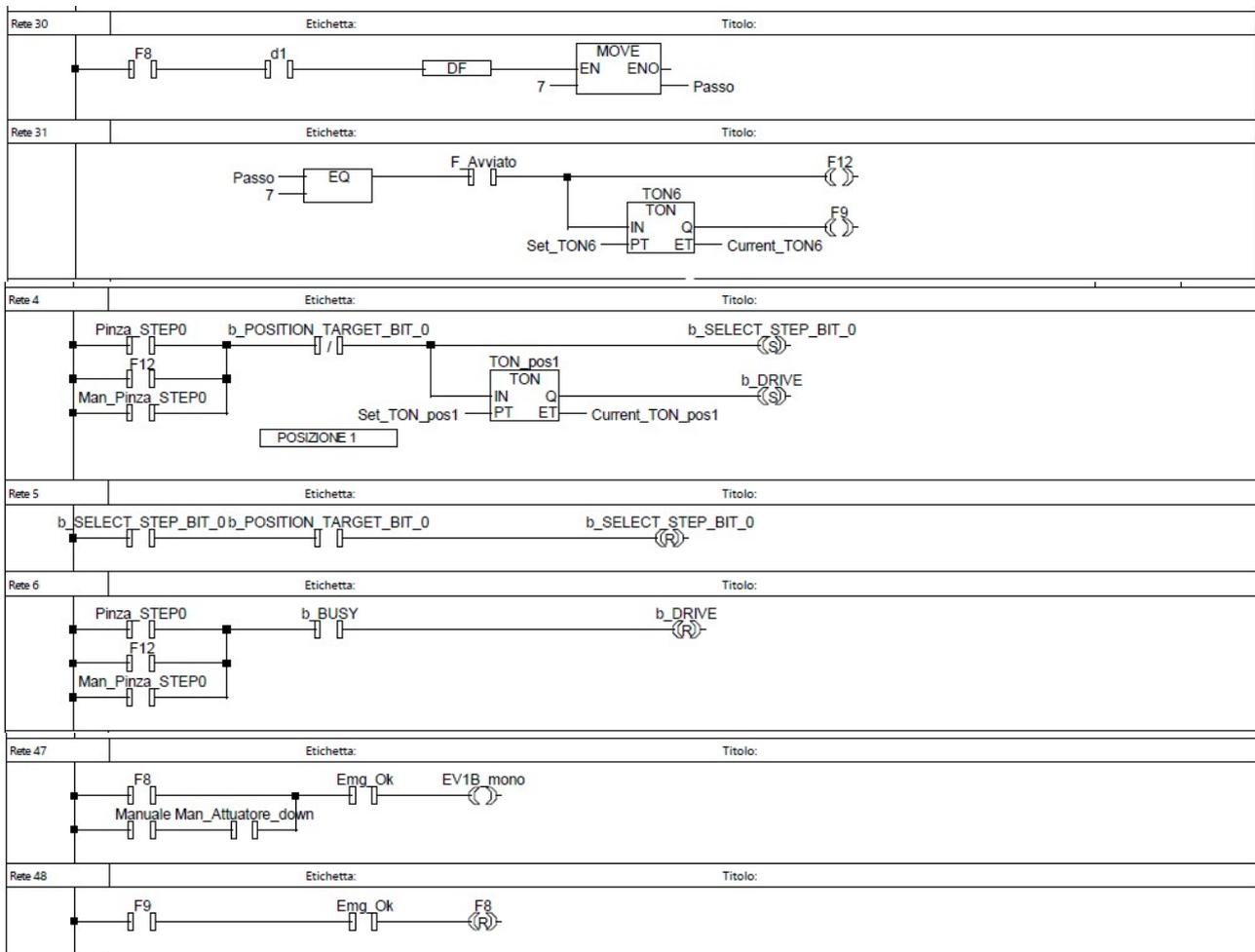


Figura 39: descrizione del passo 7 del ciclo di lavoro

- Passo 8 (Figura 40): completato il settimo step si attivano i contatti *F12* (apertura della pinza elettrica eseguita), *F9* (avvenuta rotazione dell'attuatore in posizione "pinza up") e *d0* (input del finecorsa della posizione di riposo dell'attuatore rotativo), tali segnali assegnano il valore 8 al contatore *Passo* tramite l'istruzione *Move*. La pallina che al passo precedente era stata rilasciata all'interno del tubo deve ora tornare nella posizione di inizio ciclo, per fare questo è necessario attivare il soffio di aria compressa per spingerla lungo il suo percorso. *F5* è una bobina di set che mantiene attiva, fino al successivo reset, l'uscita *EV4A_b*, comando elettrico della quarta elettrovalvola di tipo

monostabile presente nel manifold di valvole del ramo A. Il soffio si attiva e in pochi istanti la pallina si muove lungo il suo percorso fino a raggiungere l'ingresso del contenitore bianco, dove viene fermata dal cilindro cadenzatore in posizione di riposo.

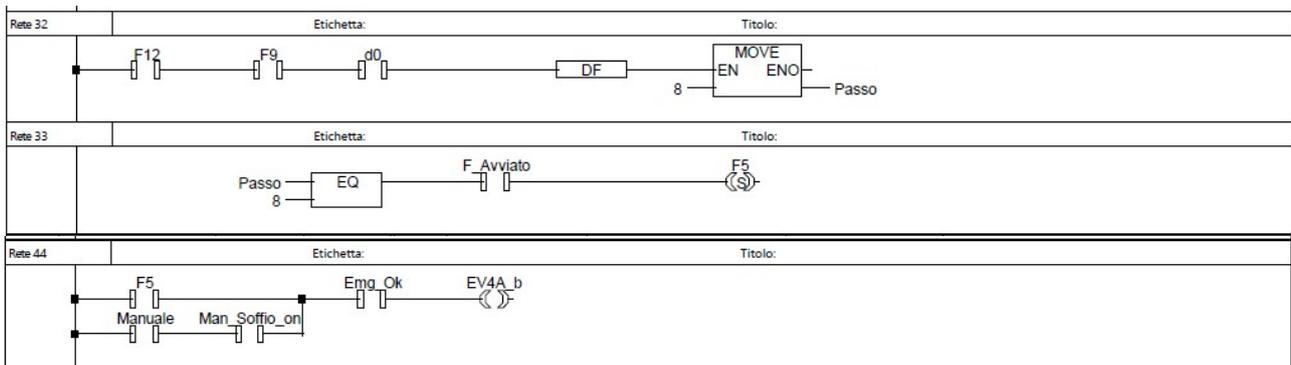


Figura 40: descrizione del passo 8 del ciclo di lavoro

- Passo 9 (Figura 41): la pallina si trova ora nella posizione di inizio ciclo, è però necessario arrestare il getto di aria compressa. Per fare questo si procede con l'ormai nota procedura di reset dell'uscita che fornisce l'eccitazione al solenoide della valvola *EV4A_b*. Il relè interno F6 è quello predisposto ad eseguire tale mansione. Si noti la presenza del timer *TON2* che garantisce l'erogazione di aria in pressione per un tempo di 2 secondi, sufficienti a sospingere la pallina lungo tutto il canale. Solamente quando sono trascorsi i secondi stabiliti tramite la variabile *Set_TON2* viene attivato il passo 9 e il flusso d'aria si interrompe.

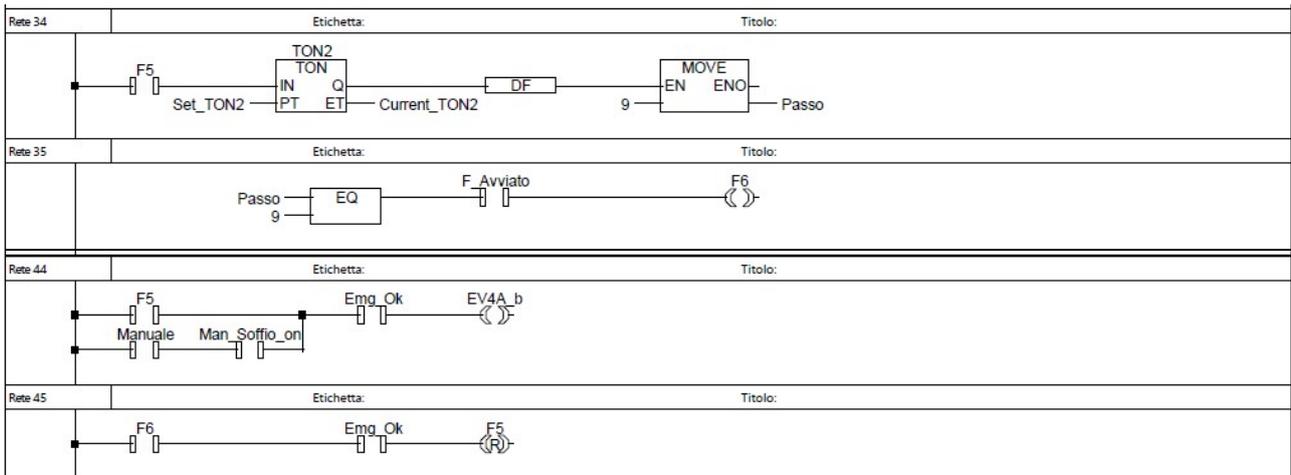


Figura 41: descrizione del passo 9 del ciclo di lavoro

- Passo 10 (Figura 42): il seguente passo ha il solo compito di creare un momento di pausa prima della partenza del nuovo ciclo grazie al temporizzatore *TON1*. Questi pochi secondi di attesa, oltre a rendere meno frenetico il processo, sono importanti per visualizzare e rendersi conto dell'effettiva fine del ciclo di lavoro, che non risulterebbe altrettanto chiara se i cilindri cominciassero subito a muoversi. Per essere precisi, i secondi di pausa stabiliti con *Set_TON1* sono 2, un giusto compromesso tra la necessità di rendere chiaro e ben visibile tutto il processo e la volontà di non annoiare in maniera eccessiva l'osservatore con tempi morti troppo lunghi.

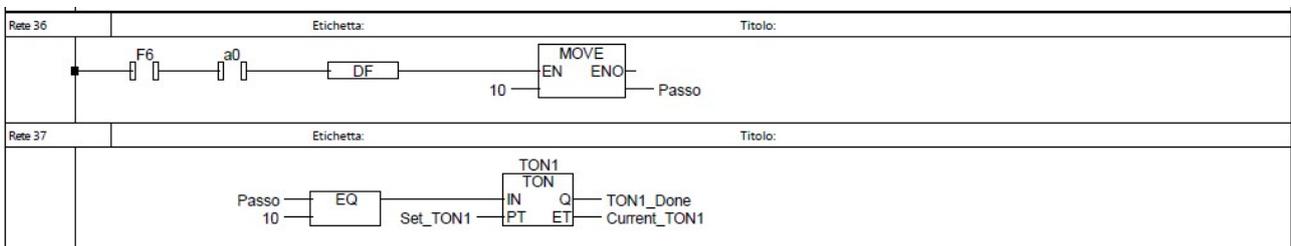


Figura 42: descrizione del passo 10 del ciclo di lavoro

Il ciclo di lavoro, descritto dai passaggi finora illustrati, è stato completamente eseguito. Bisogna ora considerare quale modalità di funzionamento era stata selezionata, perché si possono presentare due situazioni distinte: con la modalità *Automatico* il ciclo deve ripartire dal passo 1, mentre con la modalità *Ciclo* il processo deve arrestarsi. Questo problema è affrontato nelle prossime due reti del listato ladder mostrate in Figura 43. Nel caso in cui sia stata selezionata la modalità *Automatico* si riporta semplicemente il contatore *Passo* al valore 1, così facendo il ciclo ricomincia dal primo step in cui il cilindro cadenzatore si muove all'indietro facendo cadere la pallina. Al contrario, se è stata scelta la modalità *Ciclo*, il contatore torna comunque al primo passo però contemporaneamente si attiva l'uscita *F_Stop_Ciclo* la quale fa cadere la funzione di ciclo avviato (bobina *F_Avviato* non più eccitata nella *Rete 17*), per cui ogni uscita di qualunque passo del ciclo non può essere eseguita (come si vede per esempio con il passo 1 nella *Rete 19*) e il ciclo si interrompe.

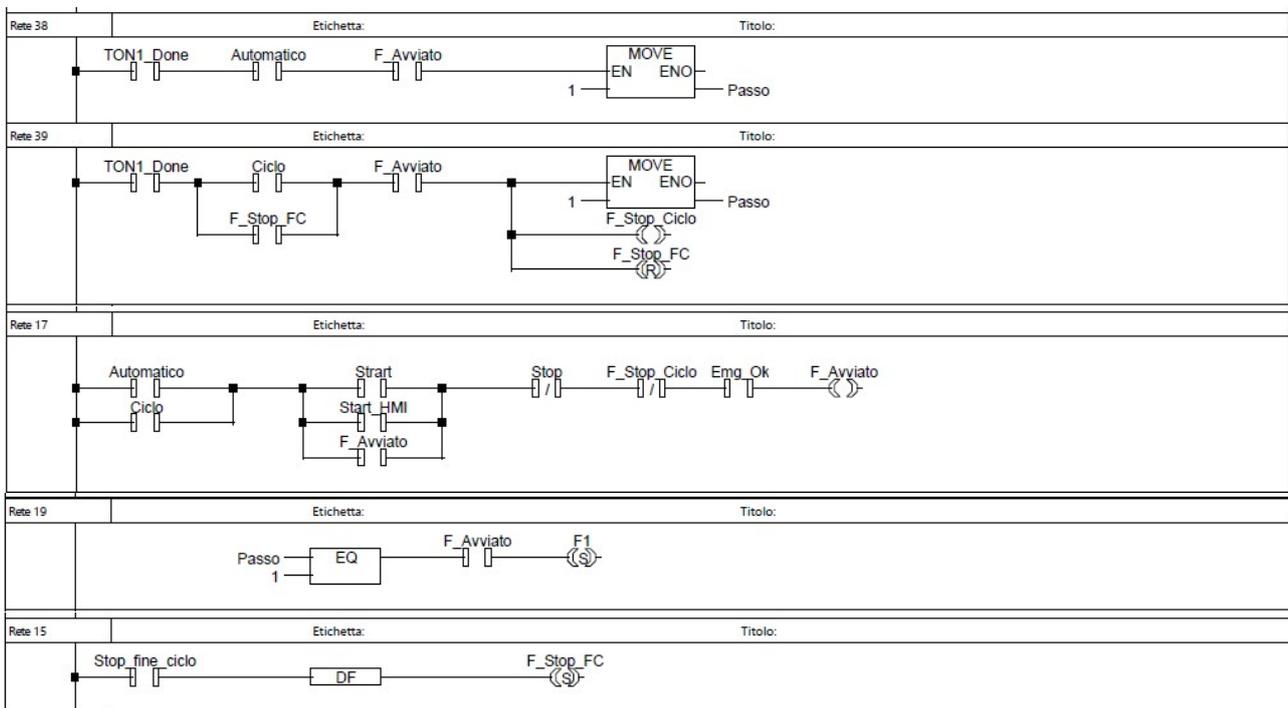


Figura 43: differenza tra il fine ciclo della modalità *Automatico* e *Ciclo*, più differenti comandi di arresto

Per quanto riguarda la modalità *Automatico* bisogna ancora evidenziarne un particolare; è stato infatti implementato un tasto virtuale di arresto a fine ciclo (*Stop_fine_ciclo* nella *Rete 15* di Figura 43). L'azionamento di questo pulsante setta la bobina *F_Stop_FC* che, come si può vedere nella *Rete 39*, essendo posta in parallelo al contatto di *Ciclo* provoca lo stesso effetto di abilitare l'uscita *F_Stop_Ciclo*, per cui cade il relè di ciclo avviato (*F_Avviato*) e il sistema non riparte con l'esecuzione del primo step. L'arresto a fine ciclo può essere premuto in qualunque fase del ciclo di lavoro però i suoi effetti si manifestano solamente quando termina l'ultimo passaggio di tale ciclo, così facendo si evita di interrompere bruscamente il processo produttivo. A differenza di questo, è presente anche il pulsante di *Stop* immediato che fa cadere il ciclo avviato nell'esatto istante in cui viene azionato, interrompendo di fatto il ciclo in qualunque passo esso si trovi.

Le ultime reti del listato ladder, mostrate in Figura 44, sono dedicate alla creazione di lampadine virtuali per visualizzare sul pannello operatore la posizione dei cilindri, dell'attuatore rotativo, la presenza della pallina, la posizione della pinza e la presenza di un segnale di emergenza a causa della pressione del pulsante a fungo.

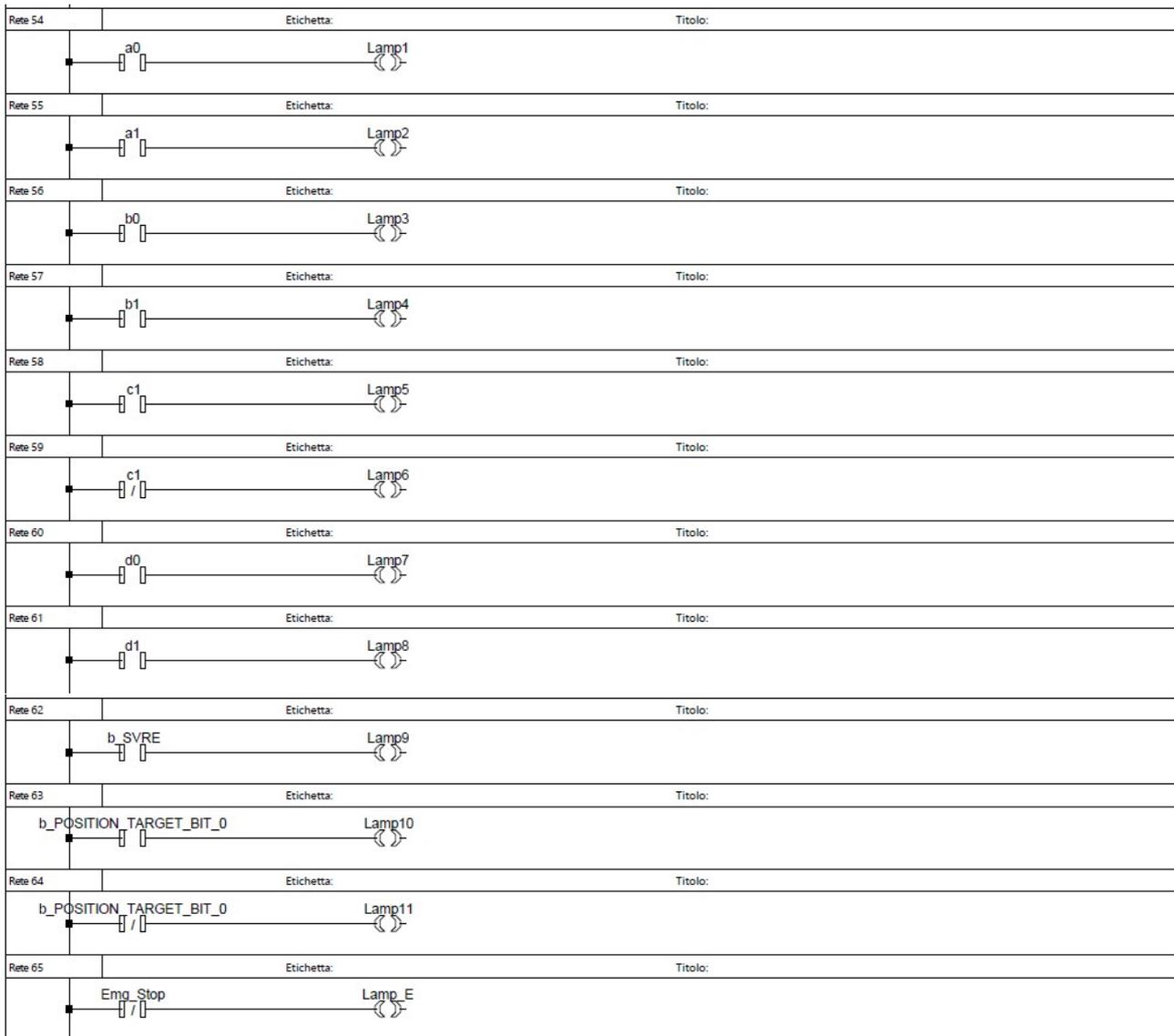


Figura 44: creazione delle lampadine rappresentanti lo stato dei sensori, la posizione della pinza e l'emergenza

In allegato è inserito il progetto ladder completo con la lista di tutte le variabili globali, le reti del programma principale *Main_Pannello_Smc* e quelle dei suoi sottoprogrammi.

2.3.2 Realizzazione delle pagine dell'interfaccia HMI

Dopo aver descritto il programma ladder è necessario analizzare i comandi presenti sul pannello operatore di interfaccia HMI per capire a quali comandi del listato ladder corrispondano ognuno di questi pulsanti, lampadine e contatori.

Una volta avviato il sistema e scaricato sul PLC e sul pannello HMI i relativi programmi, all'operatore appare la prima schermata illustrata in Figura 45. Nella parte centrale partendo dall'alto sono presenti il selettore di modalità, con sotto il suo contatore che indica il numero relativo alla modalità scelta, il pulsante di arresto a fine ciclo, i pulsanti di start e stop immediato, sotto di essi il pulsante di restart per il riavvio del sistema, il pulsante di accensione del sistema pinza elettrica con relativo led e quello per eseguire la procedura di homing. In alto a destra è collocata la lampadina di emergenza, in basso a sinistra ci sono le istruzioni per avviare in modo corretto il ciclo di lavoro e sul lato destro ci sono i tasti per muoversi tra le varie pagine.

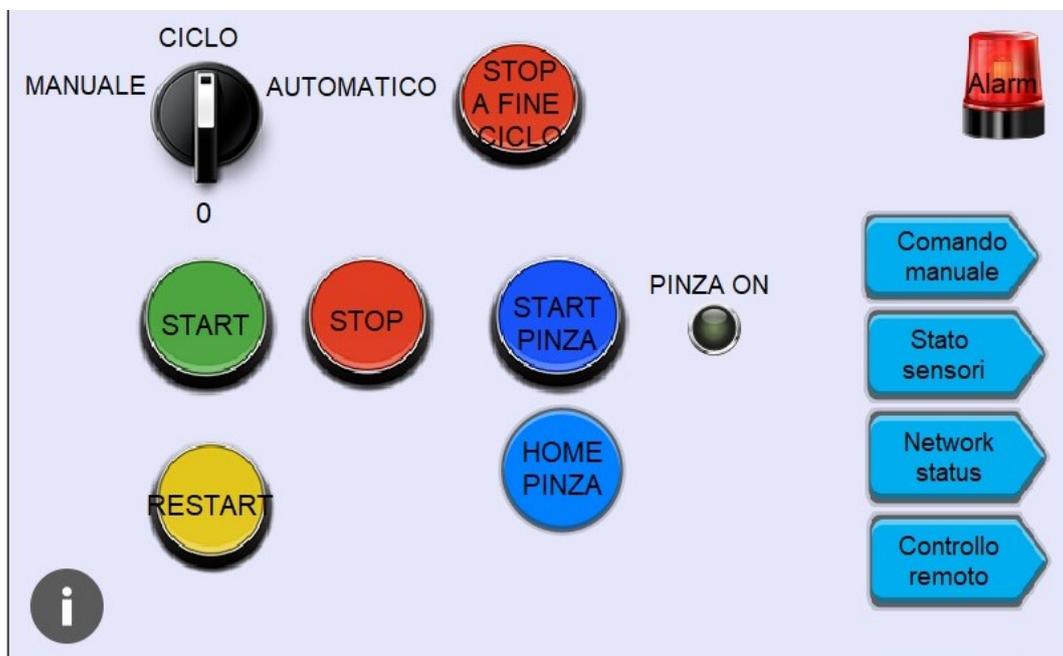


Figura 45: schermata principale del pannello operatore di interfaccia HMI

Verranno ora descritti tutti gli elementi presenti in questa pagina principale e successivamente anche quelli presenti nelle altre pagine. Si ricorda l'importanza di consultare il manuale di EasyBuilder Pro per familiarizzare con il software, soprattutto se non si ha mai avuto a che fare con la programmazione di pannelli di interfaccia HMI. [18]

Un operatore inesperto la prima volta che interagisce con il seguente pannello HMI, prima di azionare comandi di cui non conosce il funzionamento, avrebbe bisogno di un set di istruzioni. La descrizione della procedura da seguire è riportata nel *Tasto funzione* posto nella parte inferiore sinistra del pannello, alla cui pressione si apre la pagina popup illustrata in figura 46.

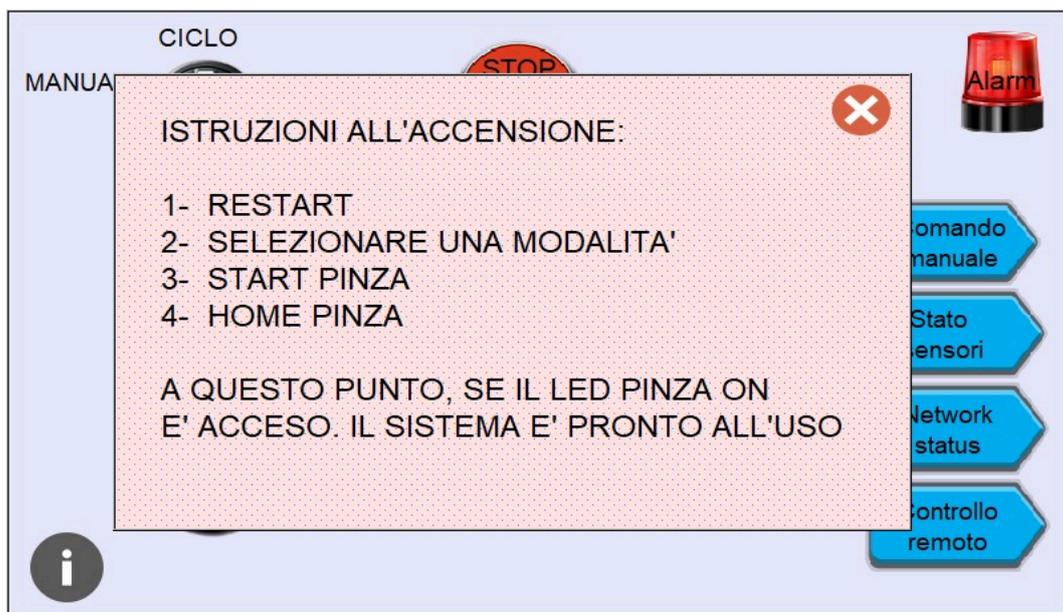


Figura 46: set di istruzioni da seguire all'avviamento del sistema

Un *Tasto funzione* è un comando che permette di spostarsi da una pagina all'altra, in Figura 47 viene descritta la sua realizzazione che sarà uguale per tutti gli analoghi tasti presenti nelle varie pagine dell'HMI. Prima di tutto è necessario creare una nuova pagina in cui saremo rimandati attivando tale comando, in questo caso la pagina *Istruzioni*. Dopodiché con *Oggetto – Tasto funzione* si configura il seguente comando

scegliendo il modo in cui aprire la nuova pagina, in questo caso si è scelto *Visualizza pagina Popup*, vedremo successivamente casi in cui si è scelta l'opzione *Cambia schermo intero*, lo stile e il numero di pagina da richiamare (*18. Istruzioni*). Nel menù *Shape* si può scegliere tra le varie librerie di immagini la forma e il colore da dare al tasto che si vuole realizzare, in questo caso si è ritenuto che l'icona di informazioni, riportata sempre in Figura 47, fosse quella più adatta.

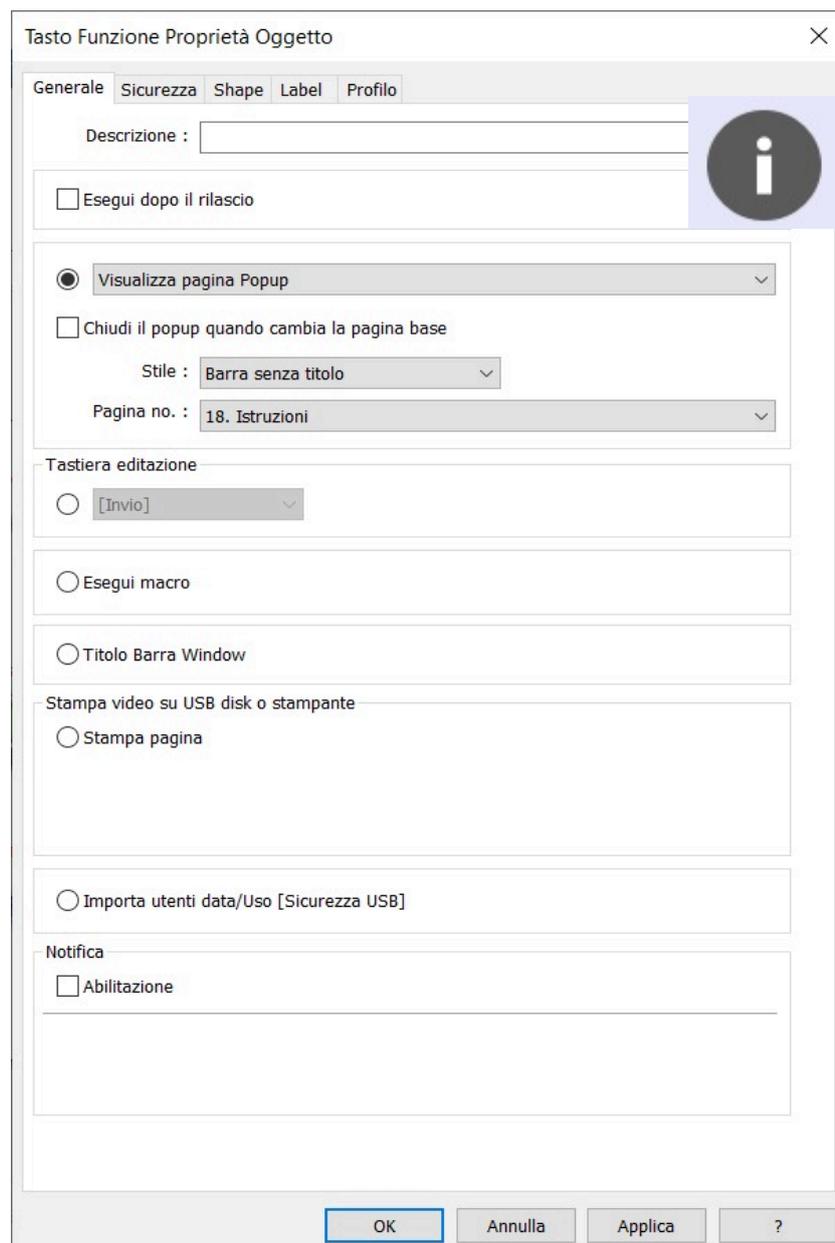


Figura 47: descrizione della realizzazione di un Tasto funzione con relativa icona

In *Attributo - Impostazioni Pagine* della pagina 18. Istruzioni sono state fatte delle modifiche allo sfondo, ai colori, alle dimensioni e alla posizione di collocamento al momento dell'apertura del popup. Questa pagina possiede solamente due elementi: un *Oggetto – Testo/Commento* in cui è stata scritta la procedura da seguire, e un altro *Oggetto – Tasto funzione* per chiudere la pagina popup le cui differenze rispetto all'analogo comando precedenti sono riportate in Figura 48.



Figura 48: Tasto funzione di chiusura della pagina popup con relativa icona

Seguendo la lista delle istruzioni verranno descritti gli altri elementi presenti sulla pagina principale:

- Restart (Figura 49): il pulsante per eseguire il riavvio del sistema a seguito di uno spegnimento o di una emergenza è un *Oggetto – Pulsante Toggle* con funzionamento momentaneo, cioè rimane attivo fin quando viene premuto. La caratteristica principale dei pulsanti virtuali e delle lampadine che si realizzano sul pannello di interfaccia HMI è che vengono associati agli indirizzi delle variabili del programma ladder con cui il PLC controlla tutto il sistema. Per associare un pulsante ad una variabile del listato ladder è necessario selezionare il dispositivo *Panasonic MEWTOCOL7*, registrato durante la fase di configurazione, e specificare l'indirizzo della variabile a cui riferirsi. In questo caso si vuole associare al pulsante di riaccensione del sistema la variabile globale di tipo booleano *Restart* con indirizzo *RC* assegnato nel software FPWIN Pro. Così facendo il pulsante virtuale si comporta allo stesso modo di un

pulsante fisico, quando viene premuto si attiva il contatto *Restart* sul programma ladder per svolgere le funzioni descritte precedentemente. Anche per i pulsanti è presente il menù *Shape* in cui poterne scegliere la forma e i colori da numerose librerie, nel menù *Label* è possibile invece inserire una scritta sul pulsante per riuscire a identificarlo.

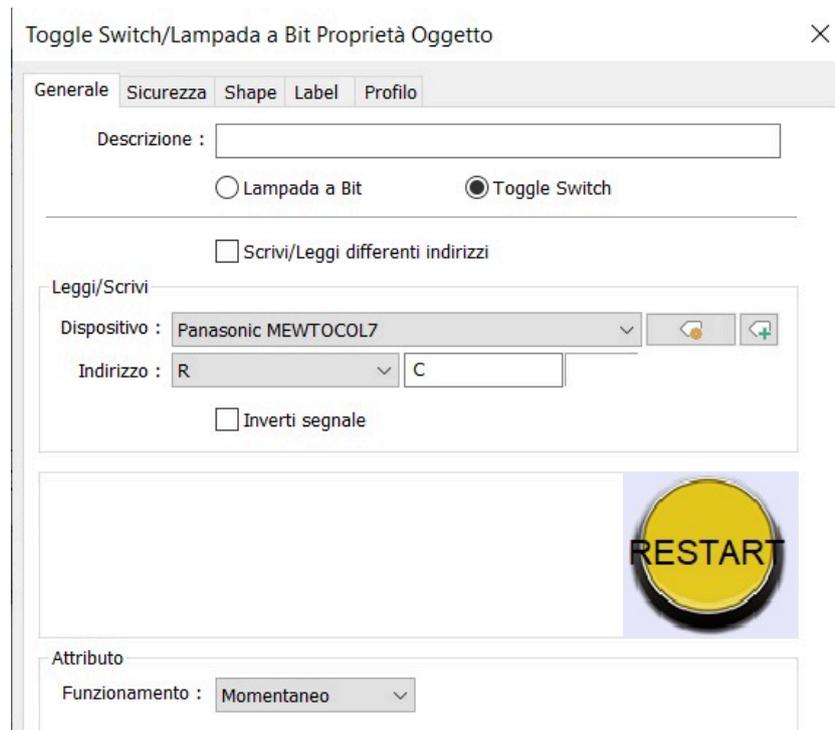


Figura 49: Toggle switch Restart con relativa icona

- **Selettore di modalità (Figura 50):** per realizzare il selettore si è utilizzato un *Oggetto – Pulsante Multi-stato* abbinandolo all'indirizzo *DT0* relativo alla variabile globale di tipo word *Selettore_HMI*. Nelle proprietà del selettore, in particolare nella sezione *Attributo – Impostazioni*, si apre la finestra *Tracciato* in cui è possibile associare un valore ad ogni stato dell'oggetto tasto multi-stato. In questo caso il selettore dispone di tre stati numerati da 0 a 2, allo stato 0 è stato associato il valore numerico 1 (corrispondente nel listato ladder alla modalità *Ciclo*), allo stato 1 il valore 2 (corrispondente alla modalità *Automatico*), infine allo stato 2 il valore 3 (modalità *Manuale*). Effettuando la scelta di una

modalità, la variabile *Selettore_HMI* assume proprio il valore associato allo stato selezionato e sul programma ladder si attiva l'uscita corrispondente. Per rendere chiara la modalità che si vuole selezionare sono state inserite, in prossimità della posizione che assume il selettore, tre caselle di testo con le tre possibili scelte.

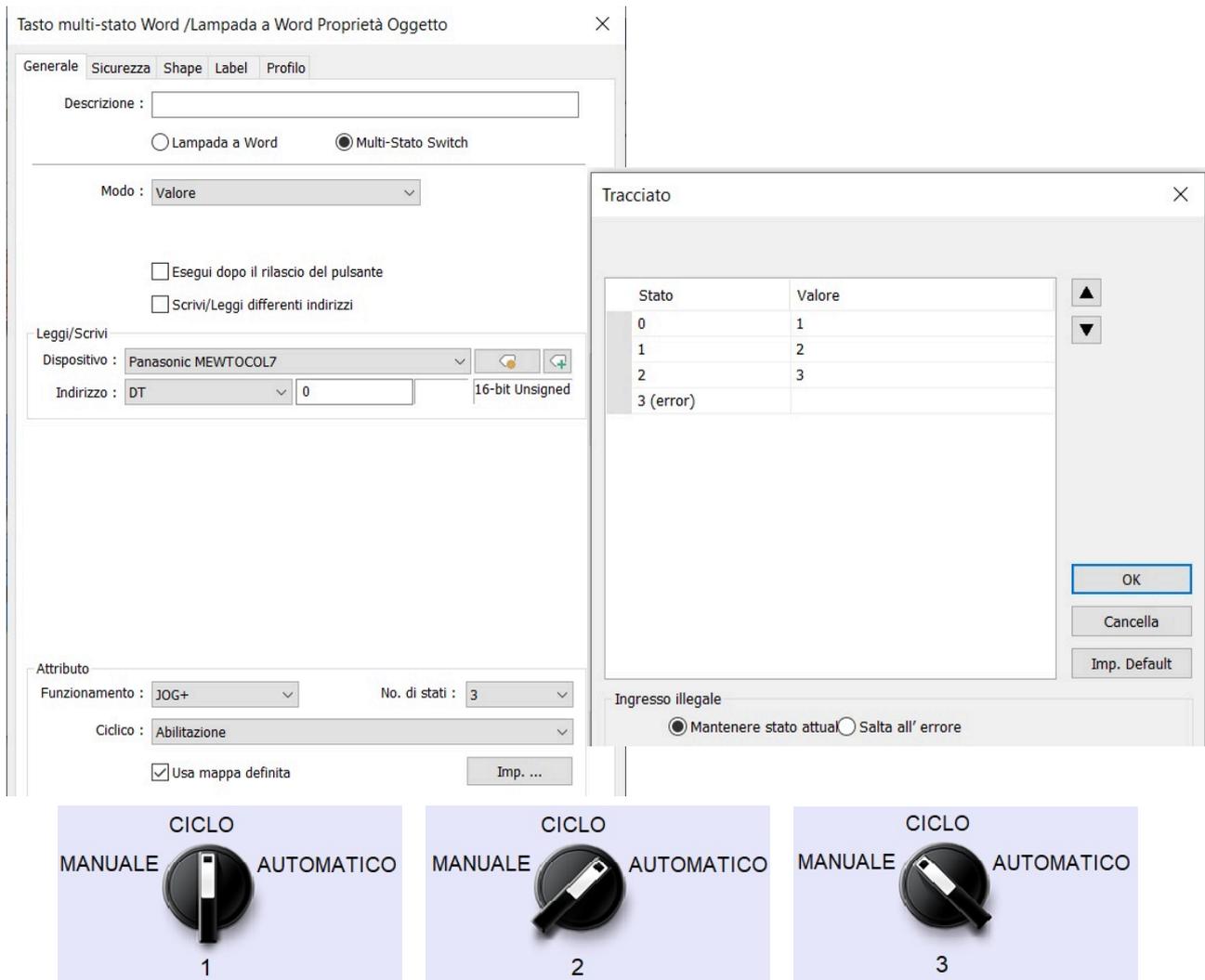


Figura 50: selettore di modalità con tracciato degli stati e visualizzazione grafica delle tre possibili scelte

L'ultimo elemento inserito sotto il selettore è un *Oggetto – Numerico* associato sempre allo stesso indirizzo *DT0* per visualizzare il valore assunto dallo stato del selettore. Come si può notare in Figura 51 non bisogna consentire l'ingresso perché l'obiettivo di questo elemento è la sola visualizzazione dello stato attuale; si dovrebbe consentire l'ingresso solo nel caso in cui si volesse usare

tale elemento come input numerico per assegnare un valore alla variabile word associata all'indirizzo stabilito.

Numerico Proprietà Oggetto

Generale Formato Numerico Sicurezza Shape Font Profilo

Commento : Selettore

Consenti Ingresso

Leggi

Dispositivo : Panasonic MEWTOCOL7

Indirizzo : DT 0

Figura 51: visualizzatore numerico della modalità di funzionamento selezionata

- Start pinza elettrica (Figura 52): il pulsante per accendere il sistema pinza elettrica è un *Oggetto – Pulsante Toggle* l'unica differenza con il pulsante di restart visto in precedenza consiste nel tipo di funzionamento, in questo caso si tratta di un *Toggle* per cui funziona come un vero e proprio interruttore che una volta premuto mantiene lo stato 1 fino a quando non viene nuovamente premuto. L'interruttore è associato alla variabile di tipo booleano *Man_Pinza_ON* il cui indirizzo è *R32*. Se non si verificano errori, quando il servomotore della pinza elettrica si accende restituisce l'input *b_SVRE* che abilita l'uscita *Lamp9*. Questa lampadina, il cui indirizzo è *R31*, è proprio quella inserita accanto all'interruttore di start. Per crearla si utilizza un *Oggetto – Lampada a Bit* e si procede allo stesso modo di un pulsante indicando l'indirizzo

di riferimento, scegliendo la forma e i colori dalle librerie ed eventualmente inserendo una casella di testo.

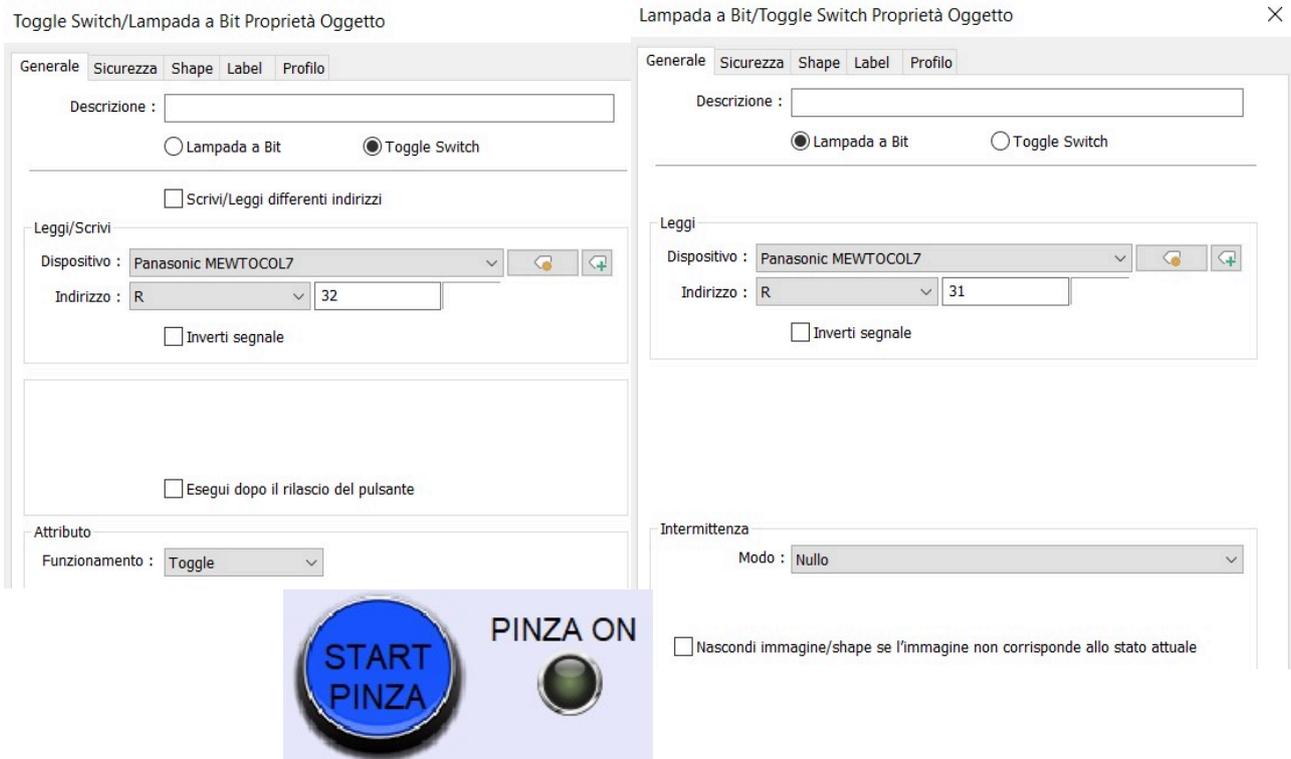


Figura 52: interruttore di accensione della pinza elettrica e lampadina di segnalazione dell'avenuto start

- Procedura di homing (Figura 53): una volta acceso il servomotore della pinza elettrica è necessario portare la pinza in posizione di home. L'Oggetto – Tasto funzione predisposto a tale procedura apre la pagina popup 17. Homing pinza in cui è presente il pulsante di home con funzionamento momentaneo associato alla variabile *Man_Pinza_Home* con indirizzo R33. Nella pagina popup è anche richiesto di riportare la pinza in posizione aperta, questo perché durante il ciclo tale posizione è necessaria per raccogliere la pallina in discesa dal contenitore bianco. Per farlo è necessario premere il pulsante di apertura, anch'esso con funzionamento momentaneo, associato alla variabile *Man_Pinza_STEP0* avente indirizzo R34. Terminata la procedura di homing con il tasto funzione di chiusura si ritorna alla pagina principale del progetto.



Figura 53: pagina popup per la procedura di homing della pinza elettrica

A questo punto sono state eseguite tutte le operazioni elencate nella lista delle istruzioni, il sistema è quindi pronto a funzionare. In caso sia stata scelta la modalità *Automatico* oppure la modalità *Ciclo* è necessario premere il pulsante fisico di start posto sotto il pannello operatore HMI, oppure l'opportuno tasto virtuale collegato alla variabile *Start_HMI* di indirizzo *R0*. Sono anche presenti i pulsanti di stop immediato, associato all'indirizzo *R16* della variabile *Stop*, e quello di stop a fine ciclo associato all'indirizzo *R19* della variabile *Stop_fine_ciclo*. I pulsanti appena descritti sono illustrati in Figura 54.



Figura 54: pulsanti di start, stop e stop a fine ciclo

Gli altri elementi presenti sulla pagina principale del pannello di interfaccia HMI sono la lampada di emergenza e i tasti di collegamento con le altre pagine del programma.

La lampada di emergenza (Figura 55) in realtà non è un elemento inserito nella pagina principale (*WINDOW_010*), bensì è stata creata nella pagina denominata *11. Background* utilizzata come sfondo di tutte le altre pagine tramite le *Impostazioni Pagine*, in questo modo il segnale di allarme compare lampeggiando ad intervalli di 0,6 secondi solamente quando si preme il fungo di emergenza, cioè quando lo stato della variabile *Emg_Stop* di indirizzo *X0*, ricordandosi che il pulsante di emergenza a fungo è di tipo NC, è uguale a 0.

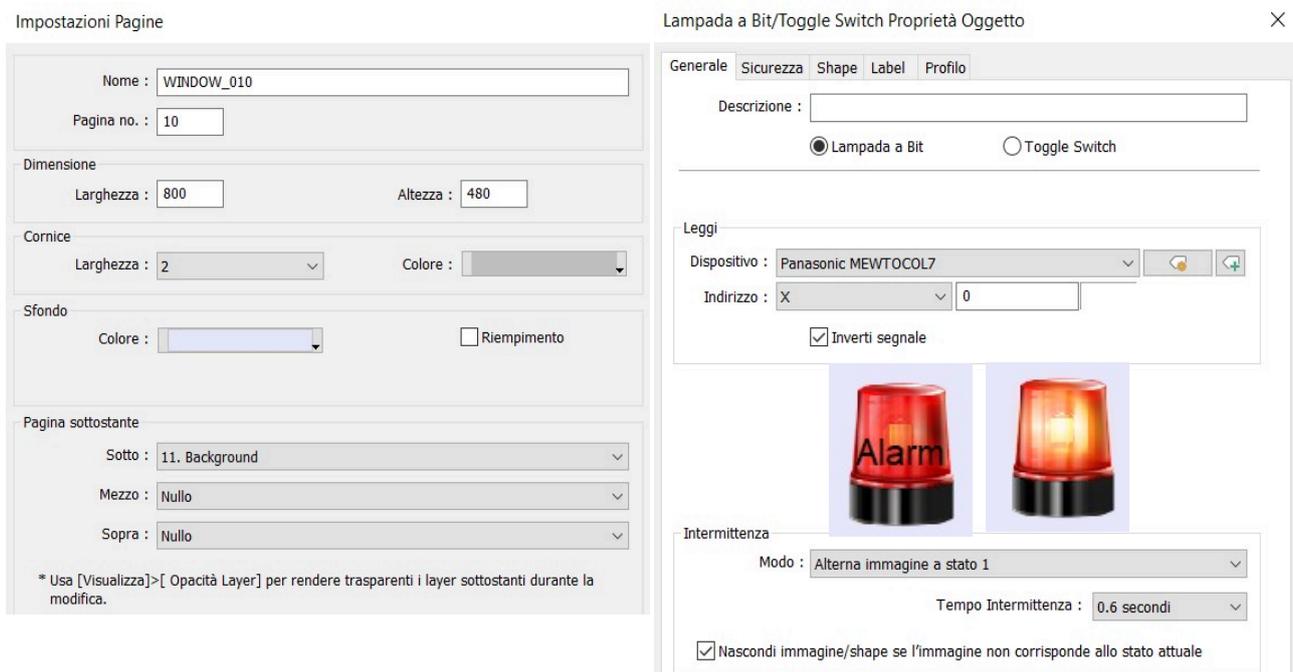


Figura 55: realizzazione della lampada di emergenza sulla pagina di background

I tasti di collegamento con le altre pagine sono riportati in Figura 56. Come quelli visti in precedenza sono elementi di tipo *Oggetto – Tasto funzione*, però presentano una piccola differenza rispetto alle due tipologie viste in precedenza (*Visualizza pagina Popup* e *Chiudi pagina*). La loro modalità di funzionamento è *Cambia schermo intero*, in modo da passare completamente ad una pagina diversa del progetto. Nell'ordine i quattro tasti di collegamento consentono l'apertura delle pagine *13. Manuale1*, *12. Stato sensori 1*, *16. Network Status*, *76. Easy Access 2.0 Setting*. La forma, le dimensioni e i colori dei pulsanti sono sempre state scelte tra le librerie del menù *Shape*, mentre nel menù

Label, per garantire all'operatore una comprensione efficace, è possibile inserire un piccolo commento per descrivere la funzione del tasto.

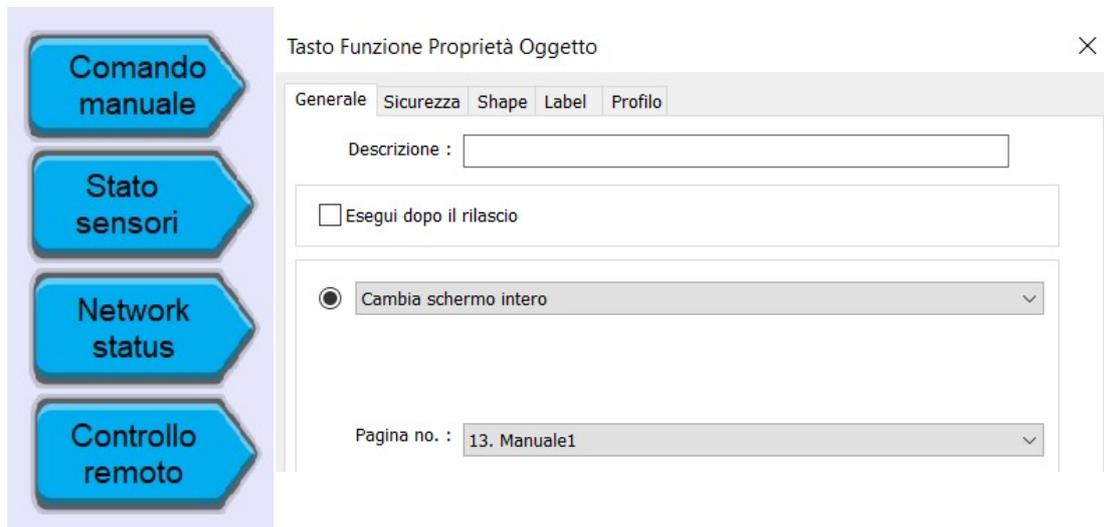


Figura 56: tasti di collegamento con le altre pagine dell'HMI con descrizione del tasto funzione con cambio a schermo intero

Verranno ora descritte tutte le altre pagine realizzate per il progetto del pannello operatore di interfaccia HMI. Saranno riportate solamente le immagini delle proprietà degli elementi diversi da tutti quelli visti finora.

- *13. Manuale1* (Figura 57): premendo il tasto *Comando Manuale* ci si sposta nella prima delle due pagine dedicata agli azionamenti manuali che possono essere eseguiti solamente in caso sia stata scelta la modalità *Manuale*. A partire dall'alto si trova il selettore a due stati per azionare l'elettrovalvola monostabile del cilindro cadenzatore *EV1A_mono* rappresentato dalla variabile *Man_A_indietro* di indirizzo *RE*. Essendo un selettore di tipo interruttore, mantenendo continuamente eccitata l'uscita, svolge praticamente la funzione di una bobina di set fondamentale in caso di valvola monostabile. Successivamente sono stati inseriti i pulsanti momentanei per comandare i due solenoidi (*EV3B_a* e *EV3B_b*) della valvola del cilindro cassetto, associati rispettivamente alle variabili *Man_B_indietro* con indirizzo *R10* e *Man_B_avanti* con indirizzo *R11*.

Ancora sotto, i comandi della pinzetta pneumatica con i due pulsanti momentanei *Man_Pinzetta_CLOSE* (R43) e *Man_Pinzatta_OPEN* (R42) per azionare la quinta valvola bistabile del branch B. L'ultimo selettore è dedicato all'attivazione del getto di aria compressa che sospinge la pallina all'interno del canale; essendo la valvola *EV4A_b* di tipo monostabile è necessario, come nel caso precedente, un interruttore che mantenga eccitata l'uscita.

Sono ancora stati inseriti tre tasti funzione, uno di *Home* per tornare alla pagina principale, uno per spostarsi nella seconda pagina dedicata ai comandi manuali e un altro per visualizzare lo stato dei sensori e la loro variazione a seconda degli azionamenti eseguiti.

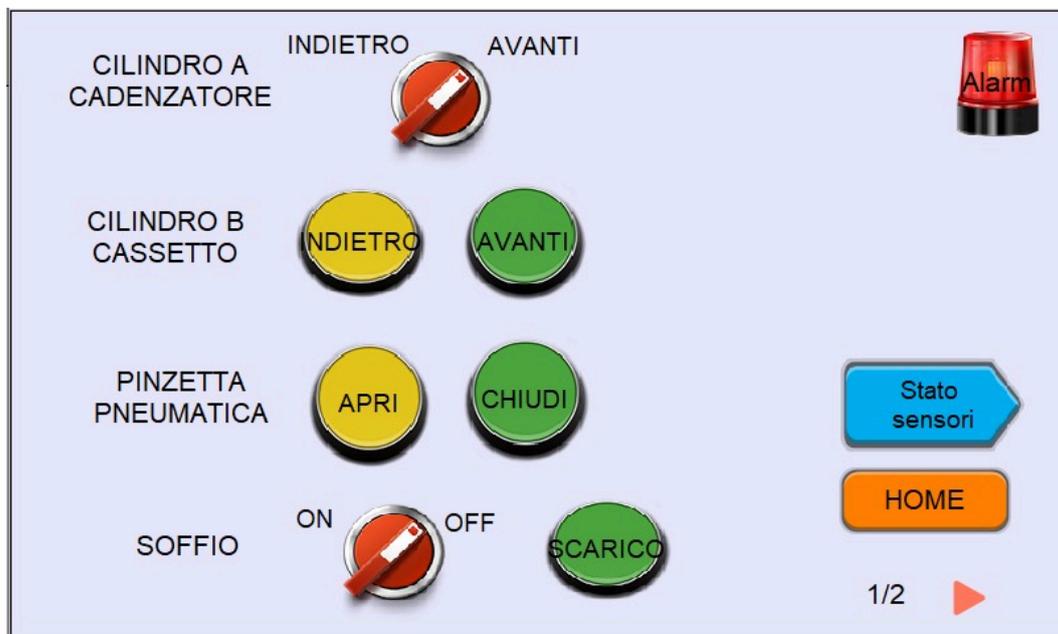


Figura 57: prima pagina dedicata ai comandi manuali

- 14. *Manuale2* (Figura 58): nella seconda pagina dedicata agli azionamenti manuali è stato inserito nella parte alta un altro selettore a due stati, riferito alla variabile *Man_attuatore_down* di indirizzo R26, per il comando della valvola monostabile *EV1B_mono* utilizzata per l'azionamento dell'attuatore rotativo. Sotto il selettore ci sono tre pulsanti momentanei per controllare la pinza

elettrica, di cui il primo è associato alla variabile *Man_Pinza_STEP0* (R34) e consente il raggiungimento della posizione “pinza aperta”, il secondo è associato alla variabile *Man_Pinza_HOME* (R33) ed esegue l’operazione di homing che però in questo caso è utilizzata anche per raggiungere la posizione di “pinza chiusa”, l’ultimo è riferito alla variabile *Man_Pinza_RESET* (R30) ed è utilizzato per resettare gli errori del drive pinza che possono verificarsi.

Anche qui sono presenti i tre tasti funzione per spostarsi alla pagina principale, a quella dello stato dei sensori e alla prima pagina relativa ai comandi manuali.

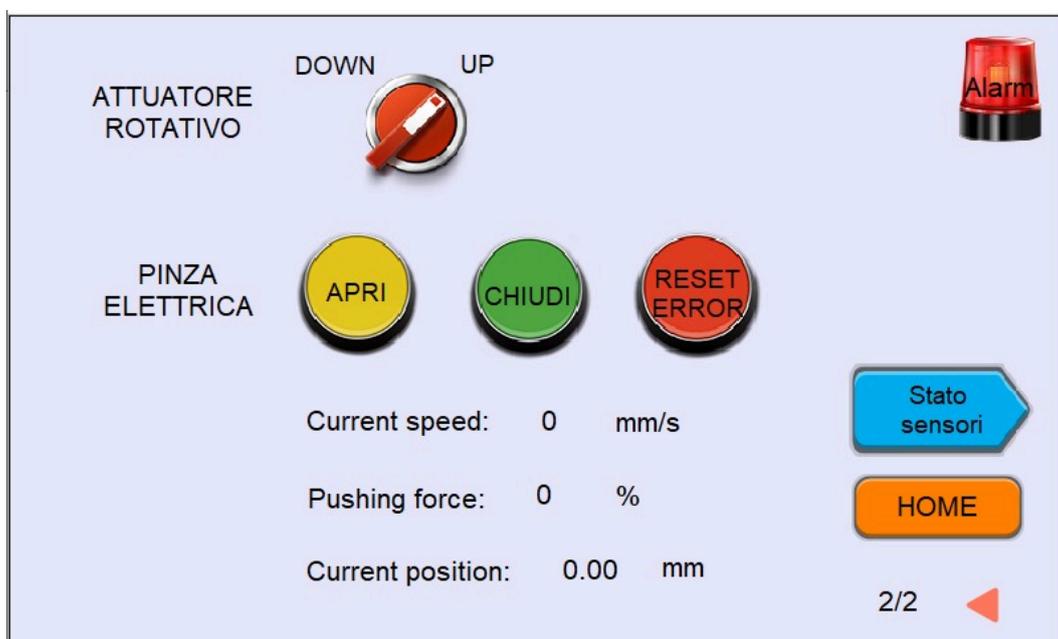


Figura 58: seconda pagina dedicata ai comandi manuali

Bisogna ancora notare la presenza di tre contatori numerici, della stessa tipologia del contatore di selezione della modalità di funzionamento, per visualizzare in tempo reale la velocità, la forza di spinta e la posizione corrente della pinza elettrica. Siccome lo spostamento è molto breve e rapido, è difficile riuscire a coglierne i dettagli istante per istante, rimane comunque utile per conoscere la posizione finale della pinza. In particolare, le due dita della pinza si trovano ad una distanza di 10 mm quando la pinza è aperta e ad una distanza di 1 mm quando la pinza è in home. La distanza di “pinza chiusa” avrebbe

dovuto essere di 1.5 mm ma, essendo una posizione molto vicina, è stato possibile sostituirla con la posizione di home. Questi tre contatori sono associati alle variabili di tipo intero i_SPEED_dec (DT2), i_FORCE_dec (DT3) e $i_POSITION_lower$ (DT4). Nelle righe di codice ladder riportate in Figura 59 è illustrato il modo in cui gli input di tipo word forniti dal drive della pinza in formato esadecimale, relativi alla velocità (w_SPEED_hex), alla forza di spinta (w_FORCE_hex) e alla posizione corrente ($w_POSITION_lower$), siano stati convertiti in sistema decimale tramite l'istruzione TO_INT per poi essere visualizzati sul pannello di interfaccia operatore HMI. Tale istruzione è contenuta nella libreria di "Istruzioni di conversione" e ha la funzione di convertire il parametro di ingresso, di qualunque tipo esso sia, in questo caso una word in formato esadecimale, in un parametro di uscita di tipo intero.

Rete	Etichetta:	Titolo:
Rete 14	w_SPEED_hex — TO_INT — i_SPEED_dec	
Rete 15	w_FORCE_hex — TO_INT — i_FORCE_dec	
Rete 16	$w_POSITION_lower$ — TO_INT — $i_POSITION_lower$	USANDO SOLO LOWER DIGITS POSSO ARRIVARE SOLO A 32768, CHE CORRISPONDONO A 327,68 mm

Figura 59: reti del listato ladder dedicate alla conversione dei valori di velocità, forza e posizione in formato decimale

- 12. Stato sensori1 e 15. Stato sensori2 (Figura 60): nelle due pagine dedicate alla visualizzazione dello stato dei sensori sono presenti i soliti tre tasti funzione per raggiungere la pagina principale, la pagina dei comandi manuali e quello per muoversi agevolmente tra prima e seconda pagina dei sensori. Gli altri elementi sono dei semplici *Oggetto – Lampada a Bit* e sono associati ai segnali di input dei sensori di finecorsa del cilindro cadenzatore (indietro DT104.1 e avanti DT104.0) e del cilindro cassetto (indietro DT104.3 e avanti DT104.2), al segnale di input della fotocellula che individua la presenza della pallina nel contenitore

bianco (sì pallina R20 e no pallina R21), all'ingresso fornito dal finecorsa dell'attuatore pneumatico (up R22 e down R23), e all'input fornito dal drive pinza riguardo la posizione assunta dalla pinza elettrica (aperta R3E e chiusa R3F).



Figura 60: prima e seconda pagina dedicata allo stato dei sensori

- 16. *Network Status* (Figura 61): come le due pagine descritte precedentemente, anche questa pagina è puramente di controllo ed è costituita, oltre che dal solito pulsante di collegamento con la pagina principale, da sole lampadine. Tali lampadine permettono di visualizzare lo stato della connessione EtherNet/IP del gateway EX500 e del drive della pinza elettrica JXC91 e si riferiscono alle prime 11 reti del programma ladder. Le informazioni dei nodi registrati sono contenute nelle variabili di indirizzo *R27* (gateway configurato), *R28* (drive configurato), *R29* (gateway attivo), *R2A* (drive attivo), *R2B* (gateway in stop), *R2C* (drive in stop), *R2D* (gateway in errore), *R2E* (drive in errore).

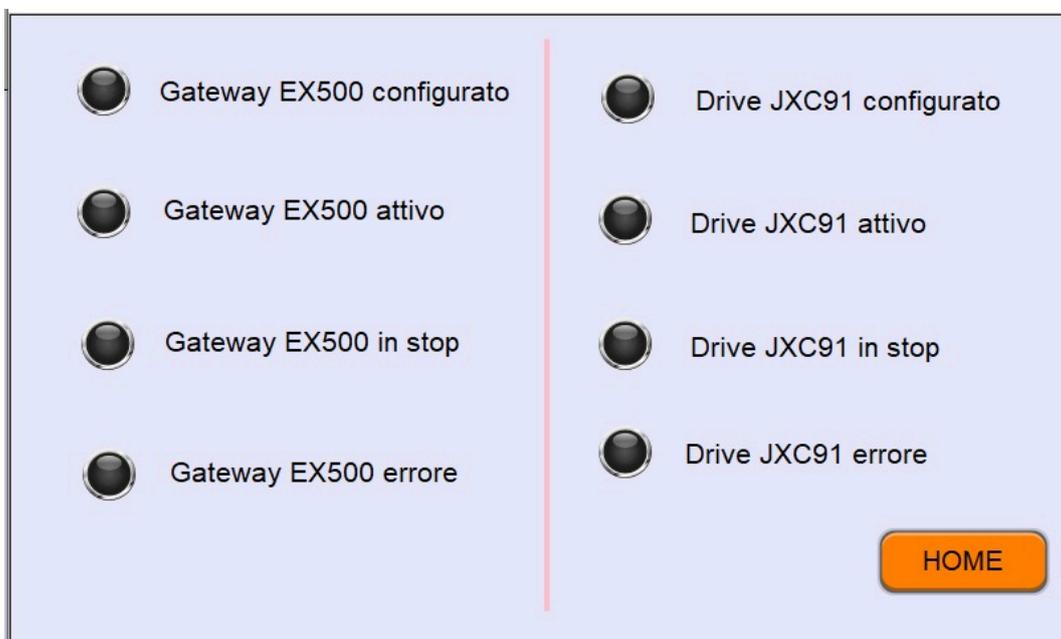


Figura 61: pagina dedicata allo stato della connessione EtherNet/IP

- 76. *Easy Access 2.0 Setting* (Figura 62): l'ultima pagina del progetto del pannello operatore HMI è una funzione intrinseca del software EasyBuilder Pro e non richiede la stesura di linee di codice ladder dedicate. In questa pagina è possibile accedere alla funzionalità EasyAccess 2.0 che permette di mettere in rete il pannello HMI per poterlo controllare in remoto. Per fare questo è necessario collegare, tramite la porta Ethernet posta sotto il pannello di interfaccia, l'HMI

alla rete dell'ufficio ed eseguire il login nella pagina pop up che si apre premendo il tasto funzione *Proxy*.

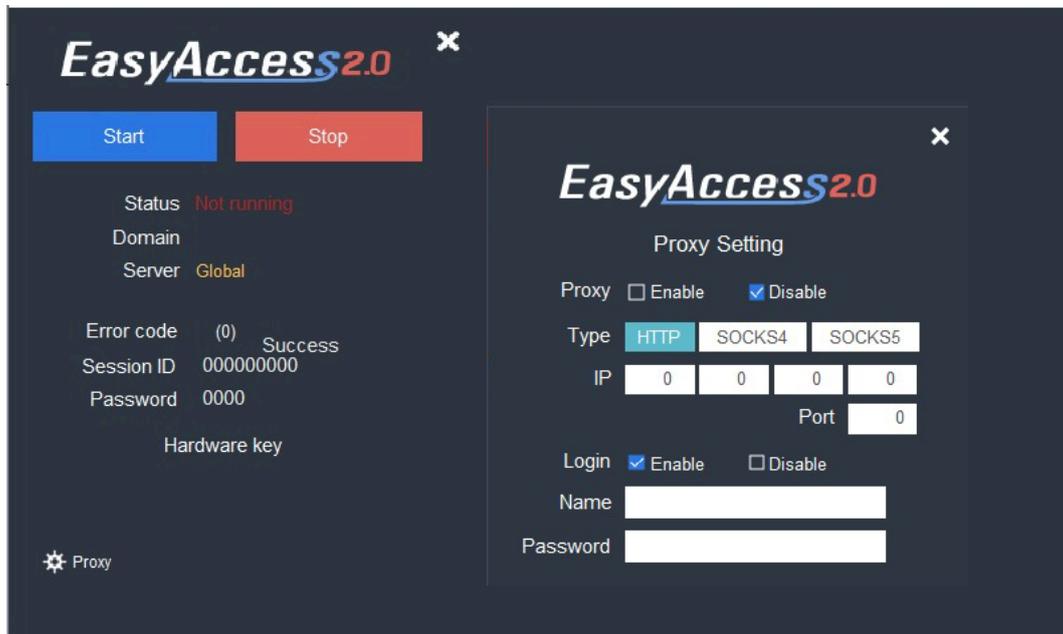


Figura 62: pagina dedicata al controllo remoto del pannello HMI tramite il software EasyAccess 2.0

Se l'operazione di login e di connessione alla rete Internet vanno a buon fine, tramite qualunque dispositivo (PC, Tablet, Android e Tablet PC) collegato in rete da qualunque parte del mondo, è possibile accedere al proprio profilo utente del software EasyAccess 2.0 e selezionare il pannello HMI (Figura 63). Così facendo si crea sul proprio computer una rappresentazione virtuale del pannello di interfaccia, su cui si possono eseguire tutte le operazioni che un addetto sarebbe in grado di svolgere sul posto. Il sistema di gestione web del software offre un meccanismo di comunicazione sicuro, SSL a 128 bit, uno standard comunemente utilizzato nel banking online. Questo meccanismo di crittografia protegge i propri dati e garantisce anche l'affidabilità della trasmissione dei dati.

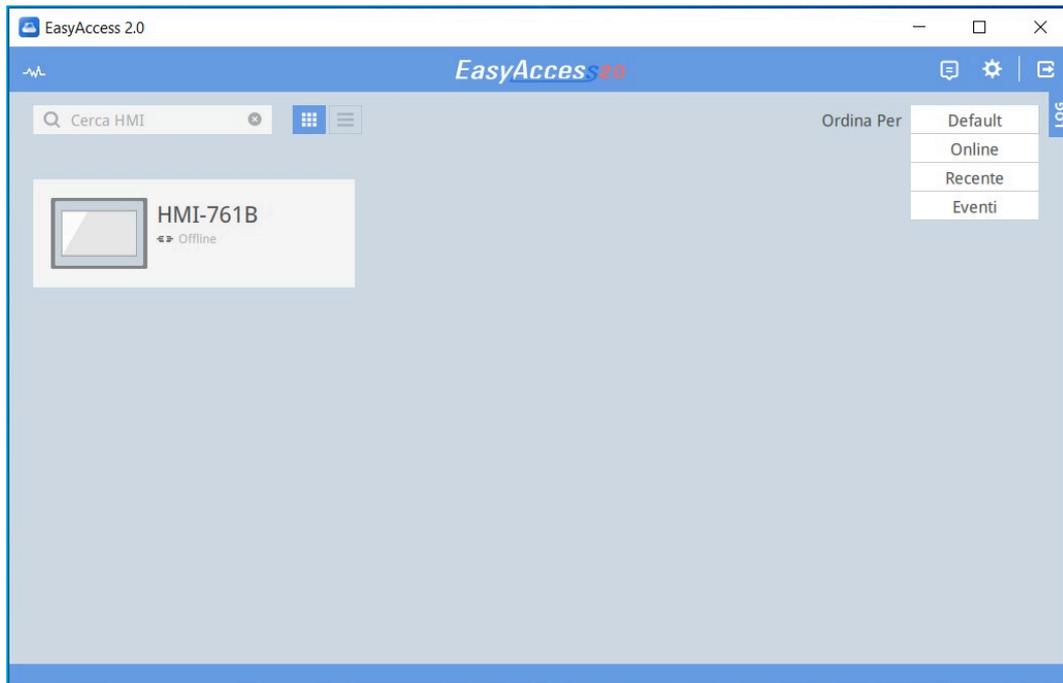
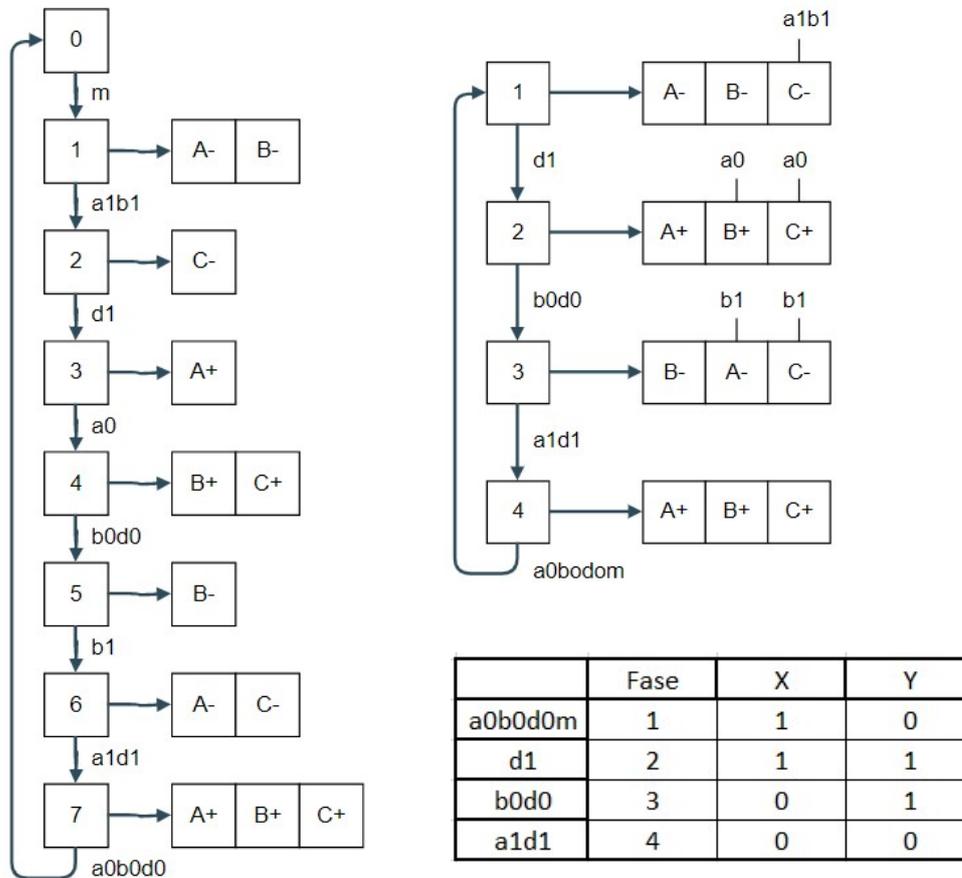


Figura 63: selezione del pannello HMI da controllare in remoto tramite il software EasyAccess 2.0

2.4 Tecnica dei relè ausiliari

Un modo per rendere più flessibile il pannello didattico Smc è quello di sfruttare due o tre dei suoi attuatori pneumatici con relativi sensori di finecorsa per realizzare dei piccoli cicli di lavoro con diverse tecniche di programmazione. In questo caso, ad esempio sono stati utilizzati i due cilindri, quello cadenzatore e quello cassetto, e l'attuatore pneumatico rotativo per realizzare un ciclo sfruttando la tecnica dei relè ausiliari. Il ciclo pensato, sottoforma di grafcet, è riportato in Figura 64 in cui sono anche presenti il grafcet contratto, la tabella delle memorie e le equazioni delle due memorie ausiliarie X e Y. Essendo il ciclo composto da quattro fasi contratte, sono necessarie solamente due memorie ausiliarie. Per maggior chiarezza si ricorda la nomenclatura utilizzata: cilindro cadenzatore A, cilindro cassetto B, attuatore rotativo C, input del sensore finecorsa cadenzatore avanti a0, cadenzatore indietro a1, cassetto avanti b0, cassetto indietro b1, attuatore rotativo up d0, attuatore rotativo down d1. Da cui A- e B- sono le corse indietro dei cilindri cadenzatore e cassetto, A+ e B+ le corse

avanti, C- la rotazione oraria verso il basso dell'attuatore rotativo, mentre C+ quella oraria verso l'alto.



$$X = (m \cdot a0 \cdot b0 \cdot d0 \cdot \bar{y} + x)(\overline{b0 \cdot d0 \cdot y}) = (m \cdot a0 \cdot b0 \cdot d0 \cdot \bar{y} + x)(\overline{b0} + \overline{d0} + \bar{y})$$

$$Y = (d1 \cdot x + y)(\overline{a1 \cdot d1 \cdot \bar{x}}) = (d1 \cdot x + y)(\overline{a1} + \overline{d1} + x)$$

Figura 64: grafcet, grafcet contratto, tabella ed equazioni delle memorie ausiliarie X e Y

Ora che il ciclo pensato è stato descritto si può procedere alla stesura del listato ladder dedicato e successivamente alla creazione delle pagine sul pannello di interfaccia HMI.

2.4.1 Stesura del listato ladder

Le prime reti sono dedicate al controllo della connessione EtherNet/IP e sono analoghe a quelle inserite nel programma ladder del pannello didattico Smc, per questo motivo

non è più necessario riportarle in figura. Anche in questo caso si vuole quindi monitorare il collegamento dei due nodi del sistema: il gateway EX500-GEN2 e il drive della pinza elettrica JXC91. Seppur in questo programma la pinza elettrica non venga utilizzata, è comunque fondamentale controllarne lo stato della connessione nella rete EtherNet/IP, perché bisogna tenere a mente che il gateway che controlla le valvole e i sensori è collegato direttamente al drive pinza quindi, un errore sul nodo JXC91 si ripercuoterebbe anche sul nodo EX500.

A partire dalle successive reti comincia la vera e propria tecnica dei relè ausiliari. Le prime due reti, riportate in Figura 65, sono dedicate alla scrittura delle equazioni delle memorie ausiliarie X e Y, ricavate dalla lettura della tabella delle memorie. Come si può notare il simbolo di moltiplicazione (AND) è rappresentato con dei contatti in serie, mentre il simbolo di somma (OR) con dei contatti in parallelo. Un'altra caratteristica delle equazioni delle memorie è che nella prima parentesi, quindi la prima parte della rete, si descrive la messa a 1 della memoria considerata, invece nella seconda parentesi, seconda parte della rete, si descrive la messa a 0 di tale memoria con una negazione.

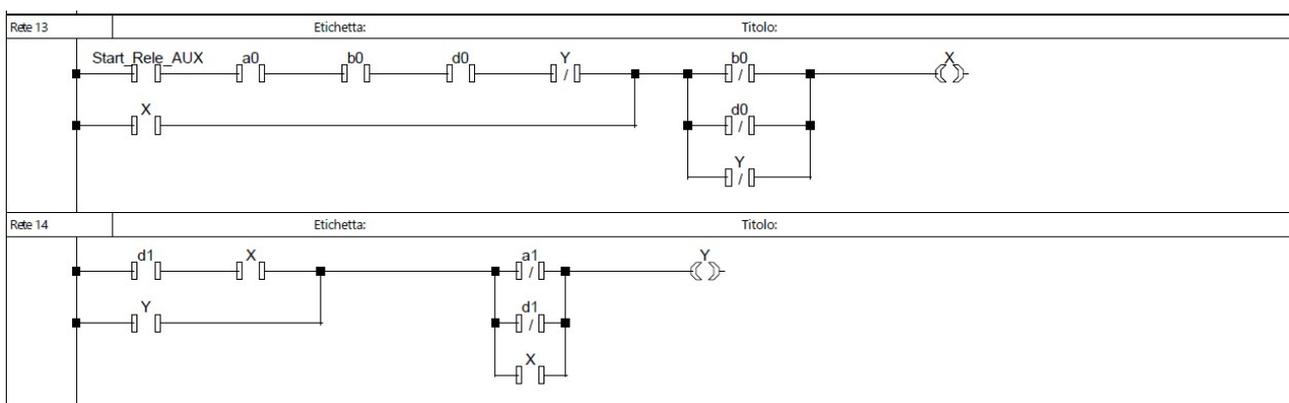


Figura 65: rappresentazione nel listato ladder delle equazioni delle memorie ausiliarie X e Y

Dopodiché si scrive la parte di listato dedicata agli azionamenti. Per semplicità di scrittura, al fine di azionare le valvole di comando degli attuatori pneumatici, si è deciso di utilizzare gli stessi relè interni già utilizzati nel programma ladder del ciclo di lavoro del pannello didattico Smc: bobina di set $F1$ per la corsa indietro del cilindro cadenzatore (A-), $F2$ per la corsa avanti dello stesso cilindro (A+), $F3$ corsa indietro del cilindro cassetto (B-), $F4$ per la corsa avanti (B+), bobina di set $F8$ per la rotazione in senso orario verso il basso dell'attuatore rotativo (C-), $F9$ per la corsa di ritorno verso l'alto in senso antiorario dello stesso (C+). In Figura 66 sono riportate le reti dedicate a tali azionamenti con le combinazioni delle due memorie X e Y, negate e non negate, e degli input dei finecorsa.

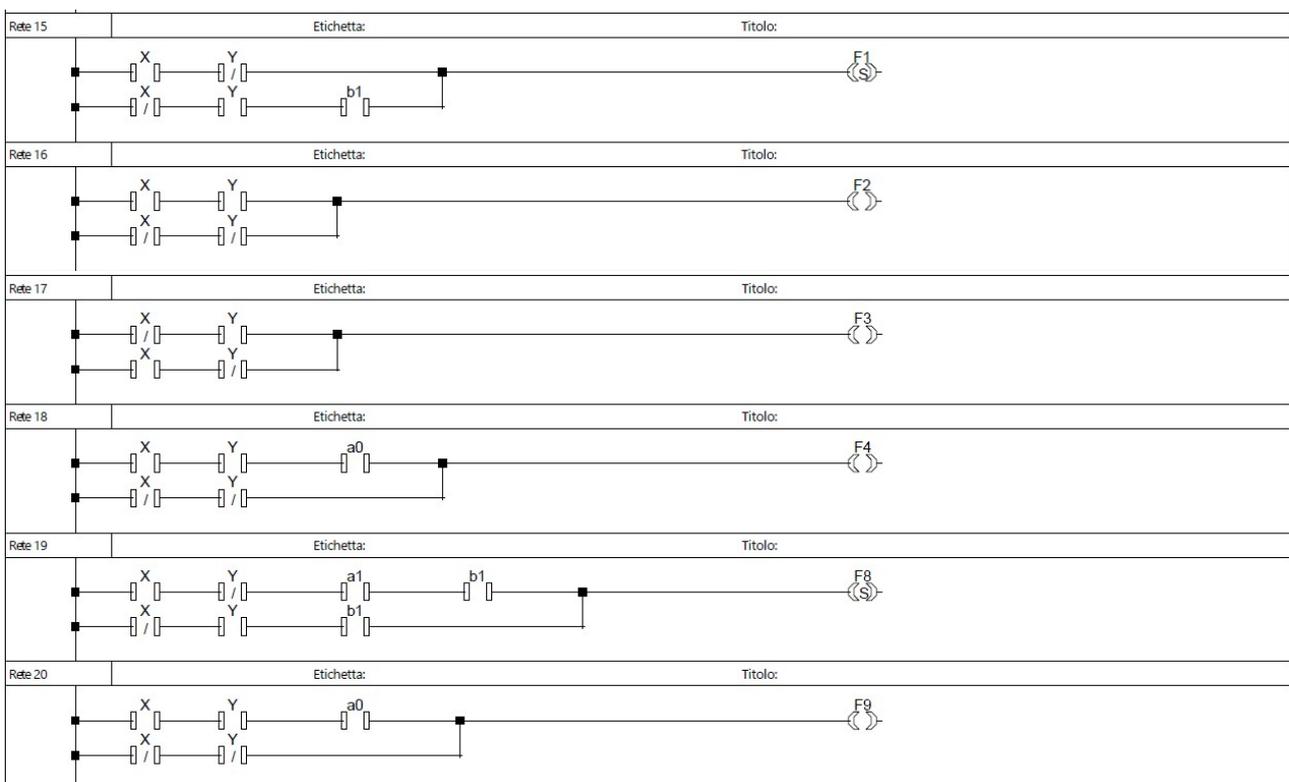


Figura 66: reti del listato ladder dedicate agli azionamenti ricavabili dall'analisi del grafcet contratto e dalla tabella delle memorie

Per riuscire a scrivere correttamente queste linee di codice è necessario prestare molta attenzione al grafcet contratto, da cui si ricava quello illustrato in Figura 66:

- A- si realizza con X e Y negato, oppure con X negato, Y e b1;
- A+ si realizza con X e Y, oppure con X negato e Y negato;
- B- si realizza con X negato e Y, oppure con X e Y negato;
- B+ si realizza con X, Y e a0, oppure con X negato e Y negato;
- C- si realizza con X, Y negato, a1 e b1, oppure con X negato, Y e b1;
- C+ si realizza con X, Y e a0, oppure con X negato e Y negato.

Le reti successive sono dedicate all'attivazione delle uscite, non viene riportata l'immagine perché sono analoghe al programma realizzato al ciclo completo. In sintesi: F1 setta EV1A_mono, F2 resetta la stessa elettrovalvola monostabile, F3 attiva EV3B_a, F4 attiva EV3B_b, F8 setta EV1B_mono e F9 resetta la medesima elettrovalvola monostabile.

È stato anche inserito il solito tasto *Restart* da azionare ogni volta che si accende il sistema. In questo caso c'è una differenza rispetto al programma descritto in precedenza; se nel caso precedente tale pulsante aveva solo la funzione di preparare il sistema a seguito della mancanza di alimentazione elettrica, dovuto ad un'emergenza o ad un semplice spegnimento del banco didattico, qui assume anche la funzione di reset del contatore di ciclo (Figura 67).

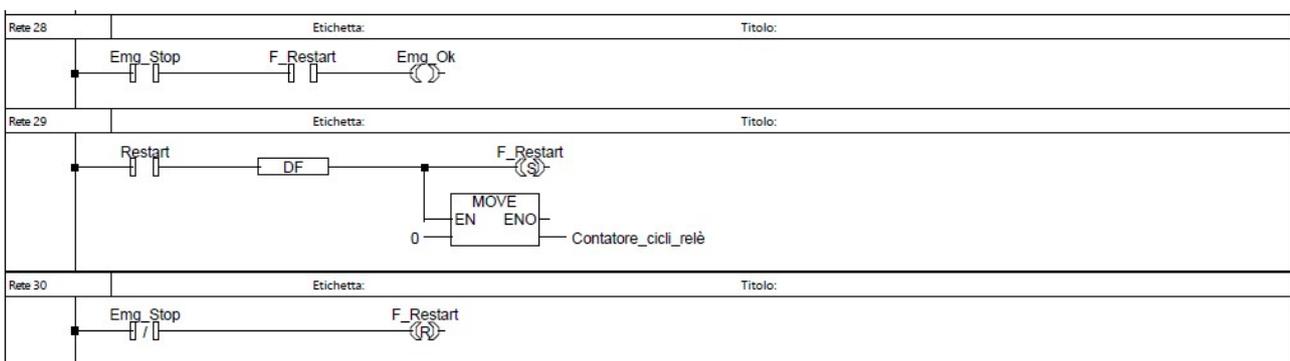


Figura 67: funzioni di ripristino dell'emergenza e azzeramento del contatore di ciclo del pulsante Restart

Tale contatore di ciclo (*Contatore_cicli_rele*), come è mostrato in Figura 68, incrementa di un'unità ogni volta che il ciclo termina, cioè al termine della quarta e ultima fase in cui è presente la negazione di entrambe le memorie ausiliarie X e Y. Avendo inserito il pulsante *Stop_rele_AUX1* in parallelo al pulsante *Start_rele_AUX*, il contatore effettua il suo conteggio anche quando si arresta il ciclo e viene a mancare il comando di start, chiamato *m* nel diagramma grafcet. Se non ci fosse stato l'ultimo ciclo eseguito non sarebbe stato contato.



Figura 68: realizzazione del contatore del numero di cicli realizzati

Le ultime reti del listato ladder, illustrate in Figura 69, sono state inserite per la creazione di lampadine che si illuminano seguendo i sette step della sequenza. Questo, siccome le sette fasi del ciclo si susseguono molto velocemente, è stato fatto per avere una visualizzazione immediata della fase attuale del ciclo, per non confondere i movimenti degli attuatori pneumatici che si ripetono due volte durante tutto il ciclo e per rendersi conto di quando il ciclo termina e poi riparte immediatamente. Anche l'incremento del contatore è molto utile per comprendere la fine e la ripartenza del ciclo. Con queste ultime reti termina la stesura del listato ladder dedicato alla tecnica dei relè ausiliari. In allegato è inserito il progetto ladder completo con la lista di tutte le variabili globali e le reti del programma denominato *Rele_ausiliari*.

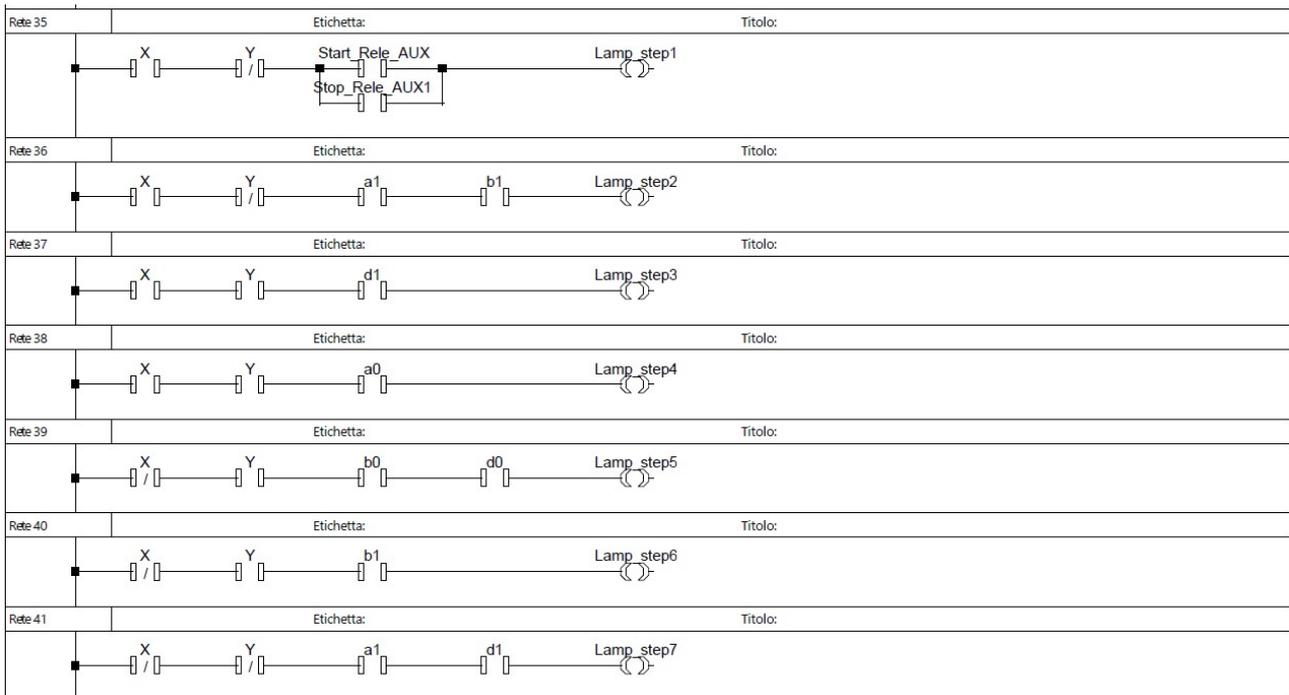


Figura 69: lampadine realizzate per identificare la fase attuale del ciclo

2.4.2 Creazione delle pagine dell'interfaccia HMI

Sono state anche progettate alcune pagine dedicate al listato ladder relativo alla tecnica dei relè ausiliari appena descritto. Per l'esattezza tale progetto è composto da tre pagine: la pagina principale, una pagina dedicata alle informazioni del ciclo e l'ultima pagina relativa allo stato della connessione EtherNet/IP. L'ultima pagina è analoga a quella già descritta nel progetto del ciclo di lavoro completo del pannello didattico Smc, per cui non verrà analizzata nuovamente. Saranno invece descritte le altre due pagine, senza però inserire le immagini con le proprietà di tutti gli elementi presenti, a meno che non siano differenti da quelli già descritti, in modo da non risultare troppo ripetitivo.

La pagina principale contiene due tasti di collegamento con le altre pagine e tre pulsanti e si presenta come mostrato in Figura 70. Il pulsante di restart è di tipo *Momentaneo* ed è associato alla variabile del listato ladder denominata *Restart* il cui indirizzo è *RC*. Gli altri due interruttori sono di tipo *Toggle*, quello di avvio ciclo è

associato alla variabile *Start_rele_AUX* con indirizzo *R44*, quello di arresto a fine ciclo invece è collegato alla variabile *Stop_rele_AUX1* avente indirizzo *R47*. È stato scelto di utilizzare un interruttore invece di un pulsante momentaneo perché così facendo si mantiene acceso quello che sul graficet è il segnale *m*, cioè proprio il pulsante di start, in questo modo si ha un funzionamento in ciclo continuo. L'interruttore di stop spegne il segnale *m* e ha quindi il compito di eseguire l'arresto a fine ciclo.



Figura 70: pagina principale del progetto dedicato alla tecnica dei relè ausiliari

I tasti funzione inseriti nella parte bassa della pagina consentono di spostarsi nelle altre due pagine del progetto, quella relativa allo status della connessione e quella riguardante le informazioni della sequenza del ciclo; in Figura 71 è proprio illustrata quest'ultima pagina. La pagina contenente le informazioni del ciclo realizzato con la tecnica del relè ausiliari è la pagina più importante del progetto, per questo motivo sono stati inseriti gli stessi tasti di avvio e arresto in modo da poter eseguire queste due funzioni tenendo sotto controllo lo stato del sistema. In basso a destra è presente il tasto di collegamento con la pagina principale. Uno degli elementi più caratteristici è in contatore associato alla variabile di tipo intero *Contatore_cicli_relè* di indirizzo *DT5*.

Questo *Oggetto – Numerico* tiene conto di tutti i cicli che vengono portati a termine. L'altro elemento che riveste una particolare importanza è la lista di lampadine a bit che riporta le azioni eseguite in ognuno dei sette passaggi del ciclo. Grazie a questi led luminosi è possibile tener traccia della fase attuale, della fine e del nuovo inizio del processo che, a causa della velocità con cui si realizza, sarebbe molto difficile da identificare solamente guardando il movimento dei tre attuatori pneumatici. Le variabili del listato ladder a cui sono associate le lampade a bit sono: *Lamp_step1* (R48), *Lamp_step2* (R49), *Lamp_step3* (R4A), *Lamp_step4* (R4B), *Lamp_step5* (R4C), *Lamp_step6* (R4D) e *Lamp_step7* (R4E).

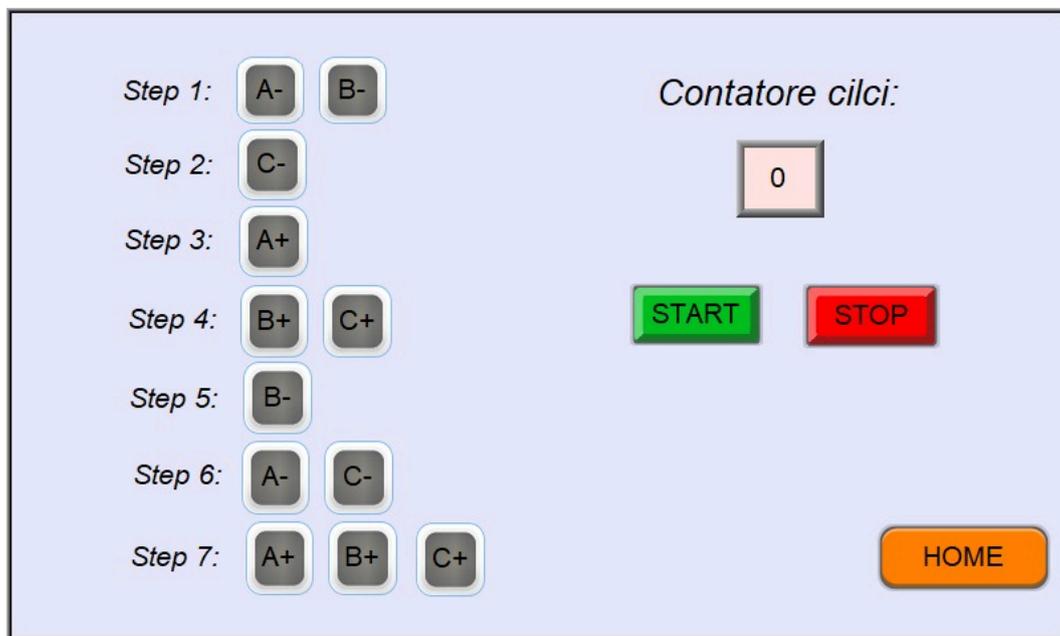


Figura 71: pagina dedicata alle informazioni del ciclo realizzato con la tecnica dei relè ausiliari

Termina così la descrizione di tutto il lavoro fatto sul pannello didattico Smc, a partire dalla descrizione di tutti i componenti che lo costituiscono, fino alla creazione dei progetti dedicati alla tecnica dei relè ausiliari, passando per la progettazione del ciclo di lavoro completo con i software FPWIN Pro e EasyBuilder Pro.

Capitolo 3

3. Pannello di espansione

Inizia ora l'ultimo capitolo del seguente lavoro di tesi, dedicato alla progettazione e alla realizzazione pratica del nuovo pannello di espansione (Figura 72), costituito da un manipolatore con due assi di movimento in grado di afferrare un oggetto in transito sopra un nastro trasportatore (componente 8 in Figura 72).

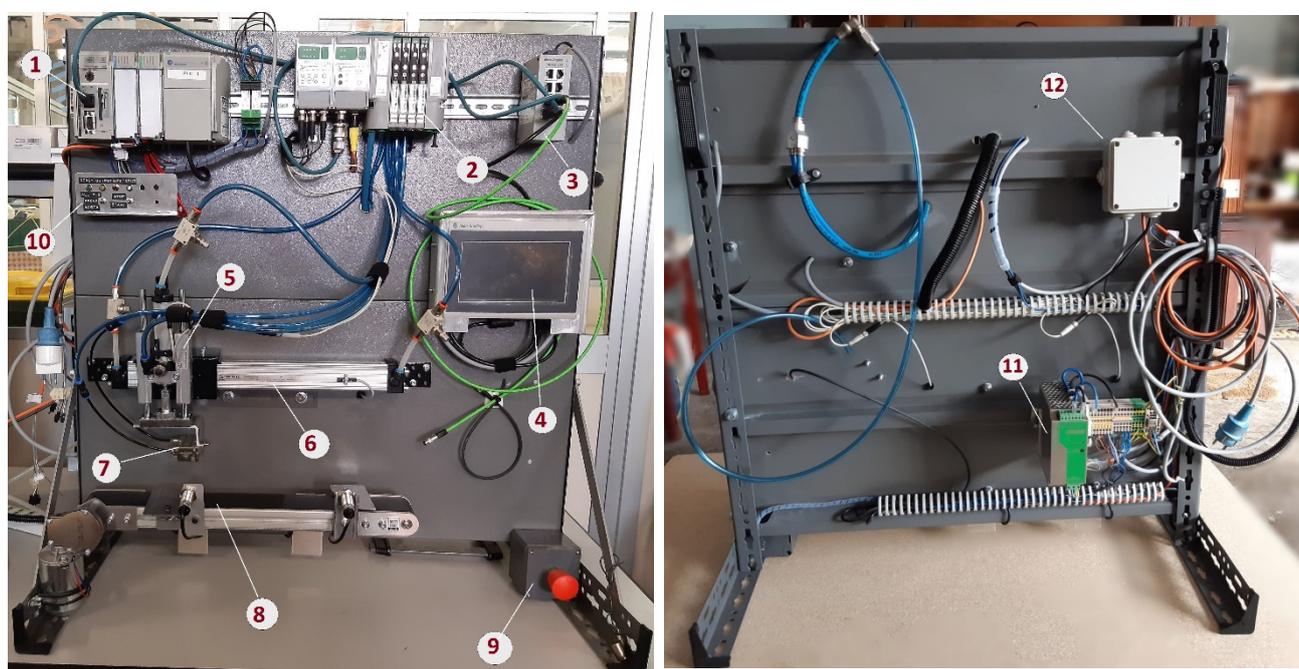


Figura 72: fotografie del pannello di espansione con vista frontale e posteriore

L'idea di affiancare al pannello didattico Smc un altro banco dimostrativo nasce principalmente da due fattori: il desiderio di sfruttare in modo migliore le potenzialità del protocollo EtherNet/IP ampliando la rete di comunicazione e la volontà di espandere un ciclo di lavoro piuttosto limitato. Al fine di ampliare la rete di comunicazione si è aggiunto uno switch di rete (componente 3 in Figura 72) che consente il dialogo tra il PLC (1 in Figura 72), la batteria di elettrovalvole (componente 2), il pannello di interfaccia HMI (componente 4) e all'occorrenza, come vedremo nel

capitolo 3.2, anche i nodi del banco didattico Smc. Per quanto riguarda l'espansione del ciclo di lavoro, si è pensato invece di crearne uno nuovo da inserire tra i vari step di quello già esistente, in particolare tra il passo 7 in cui la pallina viene rilasciata nel tubo corrugato e il passo 8 in cui si attiva il soffio di aria per far tornare la pallina nella sua posizione di inizio ciclo. In questo modo non c'è una vera e propria interazione tra i due sistemi, soprattutto a causa della struttura chiusa del banco Smc che impedisce ad elementi esterni di interferire con la sequenza di lavoro, ma si inserisce un periodo di attesa tra i due step sopra citati in cui si ha l'esecuzione del secondo ciclo. Il paragone con il mondo industriale potrebbe essere quello di una linea di montaggio in cui si assembla parte di un oggetto, una volta raggiunta una determinata stazione si attende l'arrivo di un'altra parte assemblata su una linea parallela, e una volta montate insieme proseguono il percorso verso la stazione successiva.

Per questo nuovo sistema si è deciso di utilizzare la pinzetta pneumatica presente sul pannello Smc (componente 7 in Figura 72), che fino ad ora non era stata utilizzata, e di realizzare una sorta di manipolatore in movimento su un piano verticale. Tale manipolatore è composto da un attuatore pneumatico in moto su un asse orizzontale (6 in Figura 72), un altro attuatore pneumatico fissato al precedente in moto su un asse verticale (5 in Figura 72) alla cui estremità è fissata la pinza pneumatica in grado di raccogliere un oggetto cilindrico da un piccolo nastro trasportatore. Il ciclo di lavoro del pannello di espansione prevede, prima di tutto, la scelta del movimento del nastro trasportatore, rotazione avanti o rotazione indietro. In caso di marcia avanti l'oggetto transita davanti al sensore capacitivo di destra e, quando raggiunge la posizione di afferraggio, il nastro si ferma, il manipolatore si sposta verso destra, la pinza, che si trova quindi in asse con l'oggetto, scende e lo afferra, risale e infine riporta l'oggetto nella posizione di partenza di sinistra a inizio nastro. Nel ciclo successivo il nastro si metterà nuovamente in moto riportando il cilindro nella posizione destra di afferraggio. Invece, in caso di marcia indietro, la situazione è ribaltata, la posizione di presa sarà a ridosso del sensore capacitivo di sinistra; quindi, la pinza si muoverà in

tale direzione e dopo aver afferrato l'oggetto lo riporterà nella posizione di partenza all'estremità destra del convogliatore a nastro.

Altri elementi fondamentali per il funzionamento del pannello di espansione sono l'alimentatore 24V DC (componente 11 in Figura 72), il pulsante di emergenza a fungo (9), il cui compito è quello di bloccare istantaneamente le uscite del sistema automatico, il regolatore di velocità del nastro trasportatore (12), posto in una scatola di derivazione elettrica fissata nella parte posteriore del pannello, e un insieme di led colorati e interruttori a levetta (10 in Figura 72) la cui funzione sarà descritta a breve.

L'idea di partenza, modellata con il software CAD 3D Solidworks e illustrata in Figura 73, prevedeva semplicemente un attuatore pneumatico orizzontale (elemento 1 in Figura 73), un attuatore pneumatico verticale (2), una pinzetta pneumatica (3) e un nastro trasportatore (4) su cui far transitare un qualsiasi oggetto. Questa idea si è evoluta nel corso del tempo, fino alla realizzazione del pannello didattico illustrato nelle fotografie di inizio capitolo.

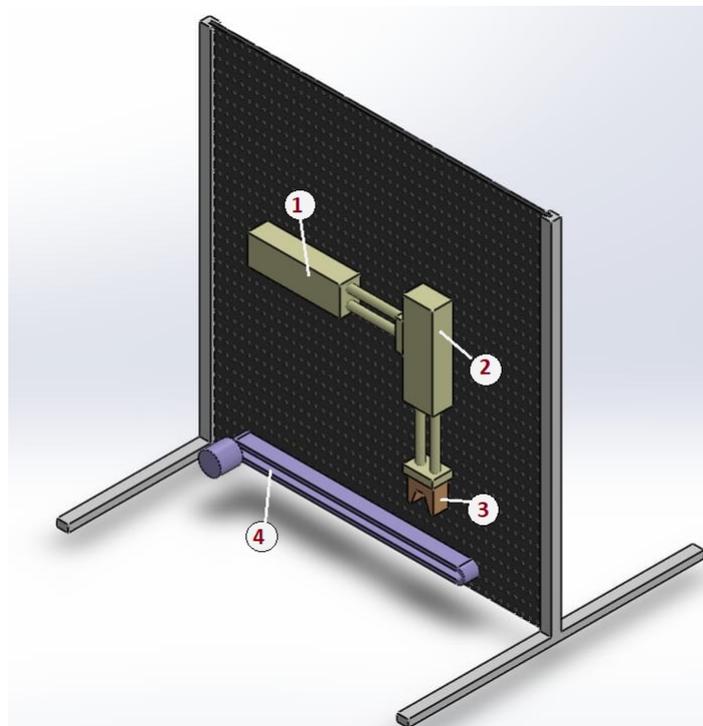


Figura 73: modello CAD 3D dell'idea iniziale del pannello di espansione

3.1 Analisi di mercato per la selezione dei componenti

Una volta sviluppata l'idea e ricevuta l'approvazione per poter usufruire dei fondi per la didattica, si sono contattate numerose aziende al fine di trovare i componenti più utili, funzionali al progetto e vantaggiosi in termini economici.

L'elemento fondamentale dell'intero sistema è il PLC. Per consentire la comunicazione con il pannello didattico Smc che utilizza il protocollo di comunicazione industriale EtherNet/IP si è pensato subito alla Rockwell Automation, azienda sviluppatrice di tale protocollo, in particolare al suo marchio Allen-Bradley dedicato all'automazione industriale. Ad agevolare tale scelta sono stati anche gli ottimi rapporti commerciali che tale azienda ha instaurato negli anni con il Politecnico di Torino, a cui garantisce per scopi didattici un ottimo sconto sul prezzo di listino rendendo i suoi prodotti i più vantaggiosi sul mercato. È stato quindi deciso di acquistare da questa azienda un PLC CompactLogix 5380 (5069-L306ER) con relativi moduli di input (5069-IB16) e di output (6069-OB16), un pannello di interfaccia HMI (2711R-T7T) e uno switch di rete Stratix® 2000 (1783-US8T).

Per la parte pneumatica ci si è rivolti a numerose aziende spiegando le finalità del progetto e l'idea che si voleva realizzare. Da questa selezione è emersa Pneumax che, considerando lo scopo didattico del seguente lavoro di tesi, ha deciso di applicare uno sconto vantaggioso e di regalare alcuni componenti. L'attuatore pneumatico verticale, un cilindro 1260.25.50.M con guida antirotazione 1260.25.50.GLB, così come la slitta orizzontale, un cilindro senza stelo 1605.25.250.01.M, sono stati forniti gratuitamente dalla suddetta azienda. Agli altri componenti necessari alla realizzazione del pannello di espansione, costituiti dai sensori magnetici reed MRS.UAP e relativi elementi di fissaggio ai cilindri pneumatici e dall'isola di valvole OPTYMA32-S, compatibile con il protocollo EtherNet/IP, è stato invece applicato uno sconto importante, rendendoli in questo modo i più convenienti tra i prodotti appartenenti ad altri marchi che sono stati visionati.

Accantonata l'idea di costruire da zero il nastro trasportatore a causa dell'eccessiva difficoltà nell'individuare e reperire tutti gli elementi utili per tale scopo, la ricerca di un mini-nastro trasportatore già assemblato è stata comunque molto complessa. Tale difficoltà è dovuta principalmente a due motivi: le dimensioni alquanto contenute del convogliatore rispetto a quelli utilizzati normalmente nelle aziende e il costo che si deve mantenere il più basso possibile. Spesso queste due necessità sono andate in conflitto perché le aziende coinvolte, per soddisfare i criteri dimensionali richiesti, hanno dovuto proporre soluzioni personalizzate lontane dai loro standard industriali, per cui i costi erano necessariamente maggiori. Si è quindi deciso di espandere la ricerca anche a Paesi europei ed extra-europei, fino ad individuare l'azienda tedesca GBS specializzata proprio in piccoli nastri trasportatori utilizzati principalmente per scopi didattici, per di più aventi un costo del tutto accessibile. Il fatto di essere un'azienda di uno Stato appartenente all'Unione Europea, quindi con tempi e costi di consegna minori, l'ha resa inoltre più appetibile rispetto a possibili concorrenti americane o asiatiche.

Gli ultimi elementi di confronto sono stati i sensori da installare sul nastro trasportatore al fine di individuare il pezzo in transito e fermare il convogliatore per consentire l'intervento del manipolatore pneumatico. Per questo scopo si è scelto di utilizzare un sistema IO-Link costituito da due sensori capacitivi e un modulo di interfaccia con la rete EtherNet/IP. Come vedremo meglio nella parte dedicata alla descrizione di tali componenti, IO-Link è un altro protocollo di comunicazione e si è scelto di inserire questo ulteriore elemento sempre per finalità didattiche, cioè per far vedere agli studenti un altro sistema che può essere presente in azienda e con cui potranno interfacciarsi una volta entrati nel mondo del lavoro.

In Figura 74 è riportata la prima tabella dell'analisi di mercato su cui sono riportati i prodotti offerti da ogni azienda contattata, con relativi prezzi di listino ed eventuali sconti applicati.

MARCHIO	CODICE PRODOTTO	DESCRIZIONE	QUANTITA'	PREZZO UN.	PREZZO SCONTATO	PREZZO TOT	
Rockwell Automation	5069-L306ER	CompactLogix 5380 Controller, 600KB, 8 I/Os, 16	1	€ 800,00	€ 480,00	€ 480,00	
	5069-IB16	5069 Compact I/O 16 Channel 24VDC Sink Input I	1	€ 164,00	€ 98,40	€ 98,40	
	5069-OB16	5069 Compact I/O 16 Channel 24VDC Source Out	1	€ 212,00	€ 127,20	€ 127,20	
	2711R-T7T	PANELVIEW 800 7-INCH HMI TERMINAL	1	€ 492,00	€ 246,00	€ 246,00	
	1732E-8IOLM12R	"Armorblock, Dual Port Ethernet, 24VDC, 8 Chanr	1	€ 540,00	€ 324,00	€ 324,00	
	1585D-M4TBJM-5	Ethernet Media, Micro D-Code, QD Style, Standard	1	€ 52,60	€ 26,30	€ 26,30	
	889D-F4ACDM-1	DC Micro Cable, Female, Straight (Int Threads), Fei	1	€ 13,60	€ 6,80	€ 6,80	
	1783-US8T	GESTITO STRATIX 2000™ 0 DIN 0 ETHERNET 8	1	€ 128,00	€ 64,00	€ 64,00	
						€ 1.372,70	TOT € 1.015,60
Turck Banner	TBEN-S2-4IOL	Box attivo IO-Link 4 IO-Link master channels	1	€ 330,30		€ 330,30	
	NCT8-M12-IOL-H1141	Sensore capacitivo	2	€ 123,61		€ 247,22	
	RKS4.5T-2-RSS4.5T/TX	Cavo (da sensore a ciabatta)	2	€ 25,53		€ 51,06	
	PSGS4M-RJ45S-4414-2M	Cavo Ethernet M8- RJ45	1	€ 29,98		€ 29,98	
	PKG4M-2/TX	Cavo alimentazione	1	€ 7,11		€ 7,11	
	TBEN-LL-8IOL	Box attivo IO-Link 8 IO-Link master channels	1	€ 518,96		€ 518,96	
	RSSD-RJ45S-4416-2M	Cavo Ethernet	1	€ 29,98		€ 29,98	
	RSP56PLB-2/TXG	Cavo alimentazione	1	€ 32,75		€ 32,75	
						€ 1.247,36	TOT € 665,67
Balluff	BNI009T	Moduli di rete per Ethernet/IP	1	€ 527,20		€ 527,20	
	BCS017M	Sensori capacitivi	2	€ 119,30		€ 238,60	
						€ 765,80	TOT
Smc	JXC-W2A-C	CAVO DI PROGRAMMAZIONE	1	€ 167,87		€ 167,87	
	MXS20-150A	CILINDRO " ASSE ORIZZONTALE " DIAMETRO 20	1	€ 539,53		€ 539,53	
	D-M9PSAPC	SENSORE 3 FILI PNP M8 CON CAVO LUNGHEZZA	4	€ 21,00		€ 84,00	
	MGPM20TF-150Z	CILINDRO " ASSE VERTICALE " DIAMETRO 20 COI	1	€ 177,49		€ 177,49	
	SS5Y3-10S6-C6-ETH-POL	ISOLA VALVOLE	1	€ 1.527,00		€ 1.527,00	
	MHF2-12D	MANO DI PRESA " ASSE VERTICALE "	1	€ 319,70		€ 319,70	
						€ 2.815,59	TOT € 167,87
Camozzi	DMC1040PA-A-5B-5B-C5	Isola di valvole con Ethernet/IP, 8IN, 5 valvole bi	1	€ 618,00		€ 618,00	
	CS-LF04HB	Connettore alimentazione elettrica	1	€ 7,25		€ 7,25	
	CS-SE04HB	Adattatore Ethernet da RJ45 a M12D	1	€ 33,53		€ 33,53	
	CS-SB04HB-D100	Prolunga cavo di collegamento M12 connettori d	1	€ -		€ -	
						€ 618,00	TOT
Dras	TB30D24	Nastro trasportatore	1	€ 1.575,00		€ 1.575,00	
						€ 1.575,00	TOT
Metal Work	W1430162200SK	CIL.COMP.GUIDATO BRONZO D.16 C.200 SIDE	1	€ 361,43	€ 169,87	€ 169,87	
	W1430162150SK	CIL.COMP.GUIDATO BRONZO D.16 C.150 SID	1	€ 312,73	€ 146,98	€ 146,98	
	9999998	Isola eb80 ETHERNET IP - EB80-S01-S02-E0EN-P;	1	€ 1.662,80	€ 781,52	€ 781,52	
	240009009	ACC. CONNETTORE DIRITTO M8-M8 CAVO 3 M	16	€ 23,35	€ 10,97	€ 175,59	
	240009037	ACC.CONNETTORE M8 X ALIMENTAZ.CAVO 5M	1	€ 22,62	€ 10,63	€ 10,63	
	240005095	ACC.CONNET.DIRITTO BUS M12 COD.D CAVO 5	1	€ 136,55	€ 64,18	€ 64,18	
	W095414	ACC.SENSORE T7 SQUARE REED 2FILI 2.5M	4	€ 18,19	€ 8,55	€ 34,20	
						€ 1.382,97	TOT
Weidmüller	IE-SW-VL05M-5TX	Network switch, managed, Fast Ethernet, Numbe	1	€ 470,00		€ 470,00	
						€ 470,00	TOT
Anybus	AB7831	Anybus X-Gateway EtherNet IP/slave - EtherNet	1	€ 571,00		€ 571,00	
						€ 571,00	TOT
AS Conveyor System	Type20 60x500mm	Mini conveyor belt, motore 24VDC	1	£ 261,00		£ 261,00	
		Speed controller	1	£ 60,00		£ 60,00	
		Trasporto	1	£ 60,00		£ 60,00	
						£ 381,00	TOT
GBS	Nastro 60x500	Nastro trasportatore 60mm x 500mm nastro di t	1	€ 260,00		€ 260,00	
		spedizione EBAY	1	€ 30,00		€ 30,00	
						€ 290,00	TOT € 290,00
Murr Elektronik	7000-08331-0000000	MOSA M8 mas. 0° a perf. d'isolante	4	€ 10,30		€ 41,20	
						€ 41,20	TOT € 41,20
Pneumax	1600.B	staffa per sensore cilindro senza stelo	2	€ 0,74		€ 1,48	
	MCH1	connettore M8 dritto + cavo 2,5 m	4	€ 5,94		€ 23,76	
	MRS.UAP	sensori miniaturizzati reed - 3 fili - M8	4	€ 9,67		€ 38,68	
	1260.25.F5	fascetta per sensore miniaturizzato	2	€ 0,51		€ 1,02	
	S13D1E38CC8CCUO	isola di valvole - Solenoid valves "OPTYMA32-S"5	1	€ 450,98		€ 450,98	
	SHS8.PA	sensore hall	4	€ 16,89		€ 67,56	
						€ 583,48	TOT € 515,92
							TOT € 2.696,26

Figura 74: tabella dell'analisi di mercato in base alle aziende

La seconda tabella (Figura 75) è relativa agli stessi prodotti della tabella precedente, con la differenza che in questo caso i componenti con caratteristiche e prestazioni simili sono stati raggruppati per categoria. Così facendo è possibile fare un confronto più immediato tra i prezzi offerti dalle diverse aziende coinvolte nell'indagine.

TIPO DI PRODOTTO	MARCHIO	CODICE PRODOTTO	DESCRIZIONE	QUANTITA'	PREZZO UN.	PREZZO SCONTATO	PREZZO TOT	
PLC	Rockwell Automation	5069-L306ER	CompactLogix 5380 Controller, 600KB, 8	1	€ 800,00	€ 480,00	€ 480,00	
		5069-IB16	5069 Compact I/O 16 Channel 24VDC Sii	1	€ 164,00	€ 98,40	€ 98,40	
		5069-OB16	5069 Compact I/O 16 Channel 24VDC Sc	1	€ 212,00	€ 127,20	€ 127,20	€ 705,60
PANNELLO HMI	Rockwell Automation	2711R-T7T	PANELVIEW 800 7-INCH HMI TERMINAL	1	€ 492,00	€ 246,00	€ 246,00	€ 246,00
SWITCH DI RETE	Rockwell Automation	1783-US8T	GESTITO STRATIX 2000™ 0 DIN 0 ETHER	1	€ 128,00	€ 64,00	€ 64,00	€ 64,00
	Weidmüller	IE-SW-VL05M-5TX	Network switch, managed, Fast Etherne	1	€ 470,00		€ 470,00	
CIABATTA IO-LINK	Rockwell Automation	1732E-8IOLM12R	"Armorblock, Dual Port Ethernet, 24VDC	1	€ 540,00	€ 324,00	€ 324,00	
		1585D-M4TBJM-5	Ethernet Media, Micro D-Code, QD Style,	1	€ 52,60	€ 26,30	€ 26,30	
		889D-F4ACDM-1	DC Micro Cable, Female, Straight (Int Thr	1	€ 13,60	€ 6,80	€ 6,80	
	Turck Banner	TBEN-S2-4IOL	Box attivo IO-Link 4 IO-Link master char	1	€ 330,30		€ 330,30	
		RKS4.5T-2-RSS4.5T/TX	Cavo (da sensore a ciabatta)	2	€ 25,53		€ 51,06	
		PSGS4M-RJ45S-4414-2	Cavo Ethernet M8- RJ45	1	€ 29,98		€ 29,98	
		PKG4M-2/TX	Cavo alimentazione	1	€ 7,11		€ 7,11	€ 418,45
		TBEN-LL-8IOL	Box attivo IO-Link 8 IO-Link master char	1	€ 518,96		€ 518,96	
		RSSD-RJ45S-4416-2M	Cavo Ethernet	1	€ 29,98		€ 29,98	
	RSP56PLB-2/TXG	Cavo alimentazione	1	€ 32,75		€ 32,75		
	Balluff	BNI009T	Moduli di rete per Ethernet/IP	1	€ 527,20		€ 527,20	
SENSORI IO-LINK	Turck Banner	NCT8-M12-IOL-H1141	Sensore capacitivo	2	€ 123,61		€ 247,22	€ 247,22
	Balluff	BCS017M	Sensori capacitivi	2	€ 119,30		€ 238,60	
ISOLA VALVOLE	Smc	SSY3-10S6-C6-ETH-PC	ISOLA VALVOLE	1	€ 1.527,00		€ 1.527,00	
	Metal Work	9999998	Isola eb80 ETHERNET IP - EB80-S01-S02	1	€ 1.662,80	€ 781,52	€ 781,52	
		240009009	ACC. CONNETTORE DIRITTO M8-M8 CA	16	€ 23,35	€ 10,97	€ 175,59	
		240009037	ACC.CONNETTORE M8 X ALIMENTAZ.CA	1	€ 22,62	€ 10,63	€ 10,63	
		240005095	ACC.CONNET.DIRITTO BUS M12 COD.D	1	€ 136,55	€ 64,18	€ 64,18	
	Camozzi	DMC1040PA-A-5B-5B-	Isola di valvole con Ethernet/IP, 8IN, 5 v	1	€ 618,00		€ 618,00	
		CS-LF04HB	Connettore alimentazione elettrica	1	€ 7,25		€ 7,25	
		CS-SE04HB	Adattatore Ethernet da RJ45 a M12D	1	€ 33,53		€ 33,53	
		CS-SB04HB-D100	Prolunga cavo di collegamento M12 con	1	€ -		€ -	
Pneumax	SI3D1E38CC8CCU0	isola di valvole - Solenoid valves "OPTYM	1	€ 450,98		€ 450,98	€ 450,98	
ATTUATORI PENUMATICI	Pneumax	1605.25.250.01.M	Cilindro senza stelo (asse orizzontale)	1	€ -		€ -	GRATIS
		6100.20.200.B	Cilindro compatto (asse verticale alterna	1	€ -		€ -	
		1260.25.50.M	Cilindro testate avvitate (asse verticale	1	€ -		€ -	
		1260.25.50.GLB	Guida antirrotazione per cilindro serie 12	1	€ -		€ -	
SENSORI PER CILINDRI	Pneumax	1600.B	staffa per sensore cilindro senza stelo	2	€ 0,74		€ 1,48	
		MCH1	connettore M8 dritto + cavo 2,5 m	4	€ 5,94		€ 23,76	
		MRS.UAP	sensori miniaturizzati reed - 3 fili - M8	4	€ 9,67		€ 38,68	
		1260.25.FS	fascetta per sensore miniaturizzato	2	€ 0,51		€ 1,02	€ 64,94
CAVI E CONNETTORI VARI	Murr Elektronik	7000-08331-0000000	MOSA M8 mas. 0° a perf. d'isolante (cor	4	€ 10,30		€ 41,20	€ 41,20
	Smc	JXC-W2A-C	CAVO DI PROGRAMMAZIONE	1	€ 167,87		€ 167,87	€ 167,87
NASTRO TRASPORTATORE	Dras	TB30D24	Nastro trasportatore	1	€ 1.575,00		€ 1.575,00	
	AS Conveyor System	Type20 60x500mm	Mini conveyor belt, motore 24VDC	1	€ 261,00		€ 261,00	
			Speed controller	1	€ 60,00		€ 60,00	
			Trasporto	1	€ 60,00		€ 60,00	€ 381,00
	GBS	Nastro 60x500	Nastro trasportatore 60mm x 500mm ne	1	€ 260,00		€ 260,00	
		spedizione EBAY	1	€ 30,00		€ 30,00	€ 290,00	
							TOT	€ 2.696,26

Figura 75: tabella dell'analisi di mercato in base alle categorie di prodotto

3.2 Descrizione dei componenti acquistati

Per il pannello di espansione, di cui è riportata una rappresentazione CAD 3D in Figura 76, sono stati acquistati i seguenti componenti: un PLC CompactLogix Allen-Bradley con relativi moduli di input e output digitali (componente 1 in Figura 76), un pannello di interfaccia operatore PanelView 800 Allen-Bradley (4 in Figura 76), un switch di rete Ethernet Stratix® 2000 (3) sempre del marchio Allen-Bradley, una batteria di valvole Pneumax della famiglia Optyma32-S (2), della stessa azienda quattro sensori magnetici da installare sui due attuatori pneumatici forniti gratuitamente (5 e 6), un modulo IO-Link Turck Banner (9) con due sensori capacitivi e un piccolo nastro trasportatore dell'azienda GBS (8). Oltre a questi componenti è anche importante citare i pannelli, i profilati e le staffe di fissaggio che costituiscono la struttura portante del pannello e l'alimentatore Phoenix Contact che fornisce energia elettrica a tutte le apparecchiature sopra citate.

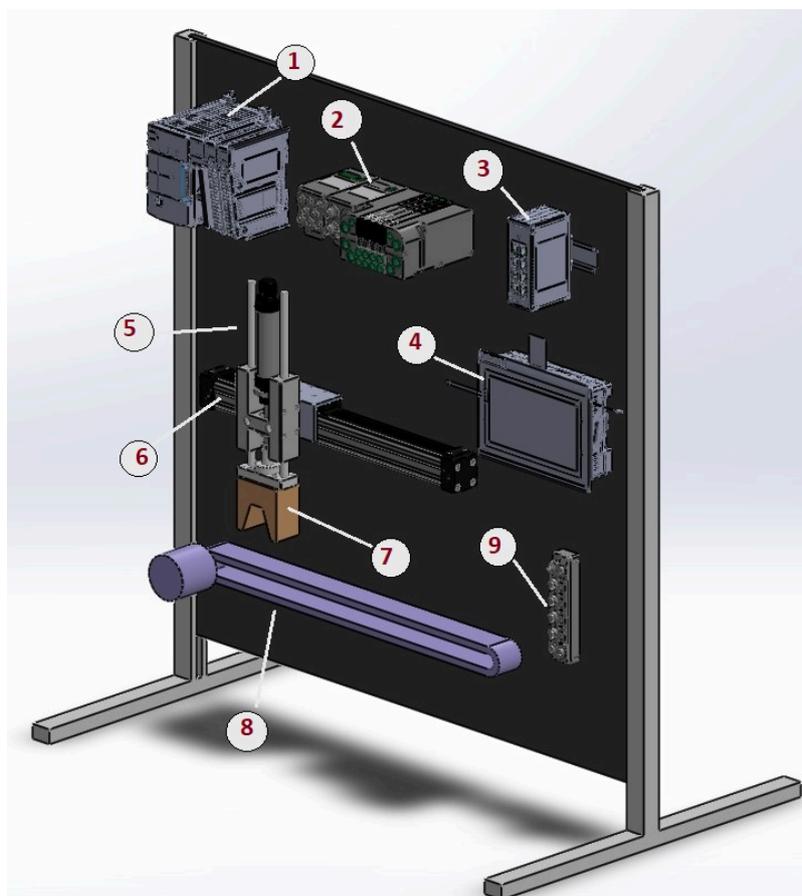


Figura 76: modello CAD 3D del pannello di espansione con i componenti acquistati

Si ricorda che per garantire la comunicazione tra i vari elementi del pannello di espansione e il dialogo con i componenti del pannello Smc, è necessario assegnare ad ognuno di essi la stessa famiglia di indirizzo IP (192.168.1.x) precedentemente utilizzata anche nel banco Smc. In Figura 77 è illustrato il layout della rete EtherNet/IP del solo pannello di espansione.

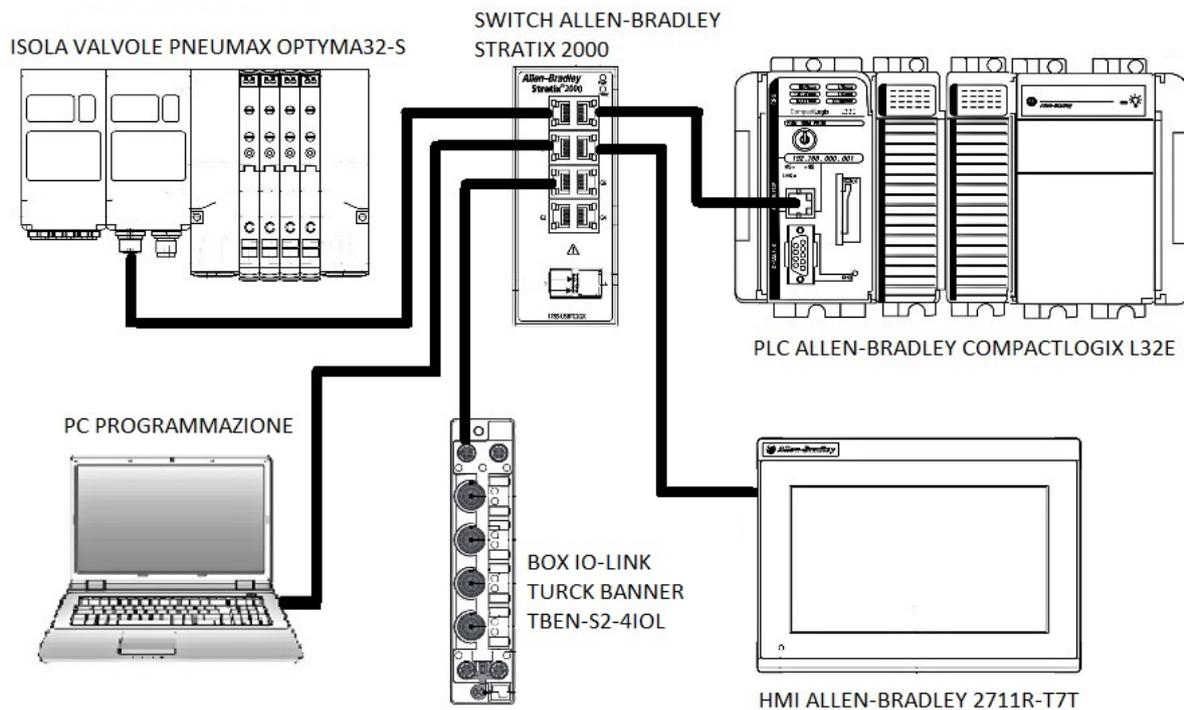


Figura 77: layout della rete di comunicazione EtherNet/IP del solo pannello di espansione

In Figura 78 è invece mostrato il layout della rete EtherNet/IP una volta che sono stati collegati anche i due nodi (gateway EX500 e drive pinza JXC91) del banco didattico Smc. Questa configurazione, come vedremo nel capitolo 3.6, permette di controllare l'intero sistema, costituito da entrambi i pannelli, con il PLC Allen-Bradley, di escludere il PLC Panasonic e il pannello di interfaccia operatore Weintek, creando di fatto un unico grande sistema automatico.

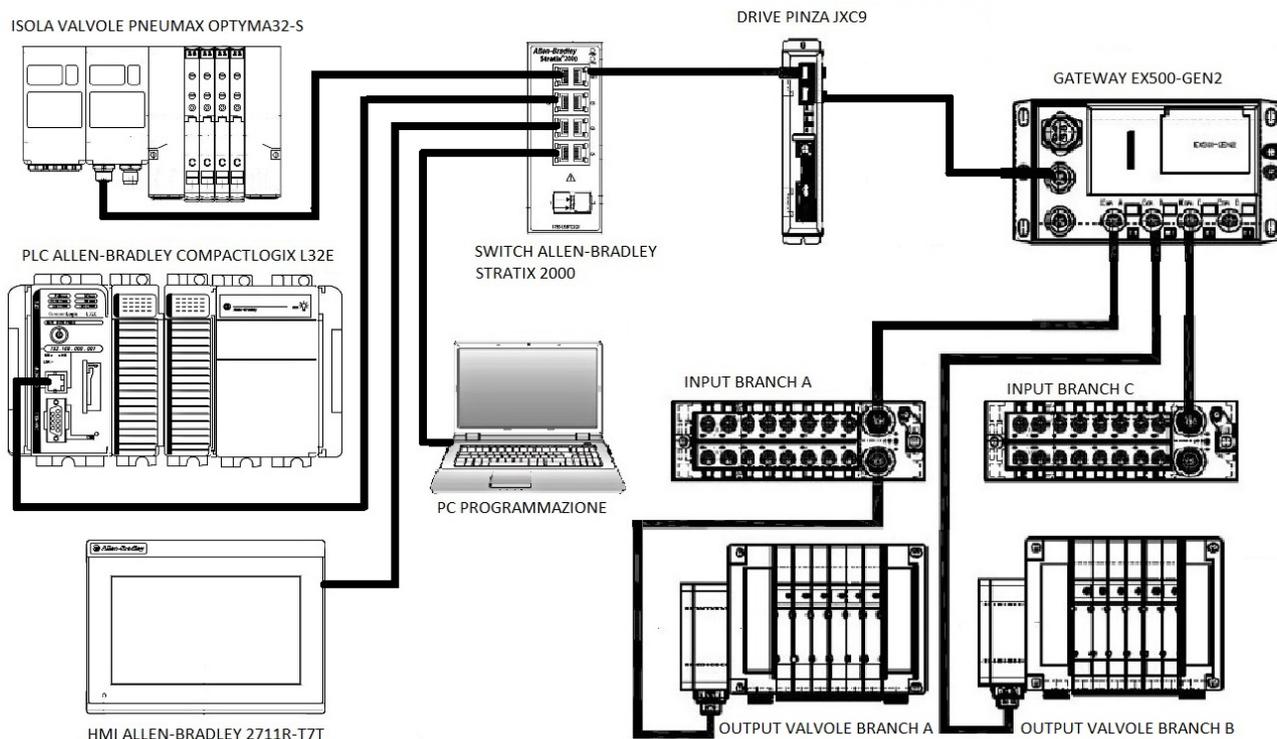


Figura 78: layout della rete di comunicazione EtherNet/IP di entrambi i pannelli collegati insieme

Sono invece esclusi dalla rete Ethernet il nastro trasportatore, comandato direttamente da due segnali in uscita dal PLC, il pulsante di emergenza a fungo, gli interruttori a levetta e i led colorati che, come per il convogliatore a nastro, sono gestiti da I/O del controllore logico programmabile.

Nonostante il PLC Panasonic installato sul pannello didattico Smc utilizzi lo stesso protocollo di comunicazione industriale EtherNet/IP dei PLC Allen-Bradley, non è stato possibile stabilire una comunicazione diretta sulla rete Ethernet tra i due controllori. Questo problema è dovuto al fatto che il PLC Panasonic non è in grado di inviare e ricevere messaggi espliciti punto a punto (peer-to-peer) tra due dispositivi; cosa che invece è in grado di fare un PLC Allen-Bradley. Per superare l'inconveniente della mancanza di comunicazione Ethernet tra i controllori dei due pannelli didattici, nel momento in cui si decide di utilizzarli in parallelo (modalità mista), sono stati creati dei segnali di interblocco locali tra gli I/O dei due PLC, la cui funzione, come vedremo

meglio nel capitolo 3.4.11, è quella di interrompere nel momento opportuno il ciclo di lavoro sul pannello didattico Smc, avviare il ciclo di lavoro sul pannello di espansione e viceversa.

Nelle pagine seguenti, dopo aver descritto più nel dettaglio i componenti acquistati, si parlerà delle modifiche apportate al progetto originale per far fronte ai ritardi di consegna di alcuni elementi, successivamente si analizzerà la realizzazione pratica del pannello, infine si terminerà il seguente lavoro di tesi con la programmazione del ciclo automatico.

3.2.1 PLC Allen-Bradley

Il PLC Allen-Bradley è composto dai seguenti elementi: il controllore CompactLogix 5380 modello 5069-L306ER, un modulo di input digitali 5069-IB16 da 16 canali e un modulo di output digitali 5069-OB16 anch'esso da 16 canali.

In Figura 79 sono illustrati tutti i componenti appena elencati, che insieme costituiscono il cervello del banco di espansione. [20]



Figura 79: PLC CompactLogix 5380 Allen-Bradley con moduli di input/output digitali [20]

Questo prodotto è particolarmente adatto per applicazioni di piccole dimensioni che richiedono pochi assi di movimento e un numero ridotto di I/O, assicura prestazioni,

capacità produttiva e sicurezza. Utilizza il software Studio 5000 Logix Designer®, un moderno ed efficiente ambiente di programmazione.

Ricapitolando, le motivazioni che hanno spinto all'acquisto di questo componente sono:

- l'utilizzo del protocollo di comunicazione EtherNet/IP che lo rende compatibile con gli altri elementi del pannello didattico Smc;
- il design compatto e il peso contenuto fondamentali per le dimensioni limitate del pannello di espansione;
- la semplicità di montaggio su barra DIN;
- le buone prestazioni e il software di programmazione efficiente ed intuitivo, che lo rendono ideale per applicazioni non eccessivamente complesse.

Purtroppo, tale elemento, a cui si era pensato di assegnare l'indirizzo IP 192.168.1.10, rientra nei prodotti la cui consegna ha subito importanti ritardi, in particolare i moduli di input e output non sono stati consegnati in tempi adeguati a poter essere utilizzati nel seguente lavoro di tesi. La mancanza di questi due componenti, che erano fondamentali per la funzionalità del pannello didattico, ha reso di fatto inutilizzabile anche il controllore in quanto non interfacciabile con altri moduli I/O già presenti in laboratorio. Come vedremo successivamente, si è temporaneamente utilizzato un vecchio PLC, sempre del medesimo marchio Allen-Bradley, a cui è stato assegnato il medesimo indirizzo IP pensato per il CompactLogix 5380, che verrà poi sostituito una volta consegnati anche i prodotti mancanti.

3.2.2 Pannello operatore Allen-Bradley

Il pannello operatore PanelView 800 modello 2711R-T7T del marchio Allen-Bradley (Figura 80) ha un display touchscreen da 7 pollici con risoluzione di elevata qualità, è compatibile con il controllore CompactLogix 5380, è dotato di processore ad alte prestazioni con 256 MB di memoria e dispone di porte di comunicazione Ethernet

integrate. A proposito della rete di comunicazione EtherNet/IP, a questo componente è stato assegnato l'indirizzo IP 192.168.1.7. [21]

Per la programmazione di questo pannello HMI si utilizza il software Connected Components Workbench.

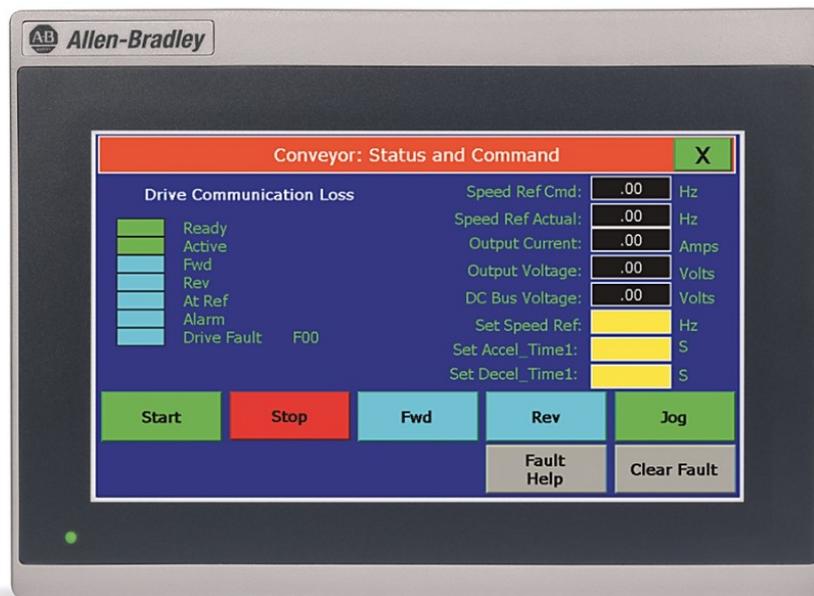


Figura 80: pannello operatore Allen-Bradley PanelView 800 2711R-T7T [21]

Si è deciso pertanto di acquistare questo componente tenendo conto delle sue caratteristiche:

- la compatibilità con il PLC CompactLogix 5380 precedentemente descritto;
- le discrete prestazioni che, garantendo un costo limitato, rimangono assolutamente adatte per l'impiego nel seguente lavoro di tesi;
- il software di programmazione moderno ed intuitivo.

Il pannello HMI 2711R-T7T sfortunatamente non risulta compatibile con il PLC sostitutivo. Per ovviare a questo problema è stato creato provvisoriamente un pannello di interfaccia operatore virtuale sul PC di programmazione con le medesime funzioni. Lo svantaggio consiste nel dover tenere collegato alla rete Ethernet anche il PC di

programmazione, cosa che non sarebbe necessaria potendo utilizzare l'HMI fisica, in grado di dialogare direttamente con il controllore CompactLogix5380, su cui scaricare il programma di gestione e controllo del sistema automatico.

3.2.3 Switch di rete Ethernet Allen-Bradley

Lo switch Ethernet Allen-Bradley non gestito Stratix® 2000 modello 1783-US8T è ideale per piccole reti di controllo. Questo switch industriale, illustrato in Figura 81, non richiede di alcuna configurazione e si avvale di semplici connessioni via cavo per consentire il collegamento tra il controllore e gli altri componenti costituenti la rete EtherNet/IP. Ulteriori aspetti da tenere in considerazione sono le dimensioni compatte e un costo accessibile che lo rendono adatto per un'applicazione didattica come il seguente lavoro di tesi. [22]



Figura 81: switch Ethernet Allen-Bradley Stratix® 2000 [22]

Lo switch costituisce il centro di diramazione della rete, in esso confluiscono i cavi Ethernet di tutti gli altri elementi: il PLC, il pannello di interfaccia, la batteria di valvole, il modulo IO/Link, il PC di programmazione e, nel caso della configurazione

del pannello completamente gestita dal controllore Allen-Bradley, anche il gateway e il drive della pinza elettrica Smc.

3.2.4 Batteria di elettrovalvole Pneumax

Per il sistema di distribuzione dell'aria compressa si è scelta una soluzione modulare rappresentata da una batteria di valvole Pneumax della gamma Optyma32-S (Figura 82). La configurazione acquistata (SI3D1E38CC8CCU0) prevede l'interfaccia EtherNet/IP (indirizzo IP 192.168.1.6), un modulo di 8 ingressi digitali M8 a cui collegare i sensori magnetici reed degli attuatori pneumatici e due basi di elettrovalvole. Ciascuna base è costituita da due elettrovalvole Ø8 bistabili 5/2 solenoide – solenoide. Benché siano presenti solo 3 attuatori pneumatici si è comunque deciso di inserire 4 elettrovalvole per consentire una futura espansione del banco didattico con l'inserimento di un ulteriore cilindro.

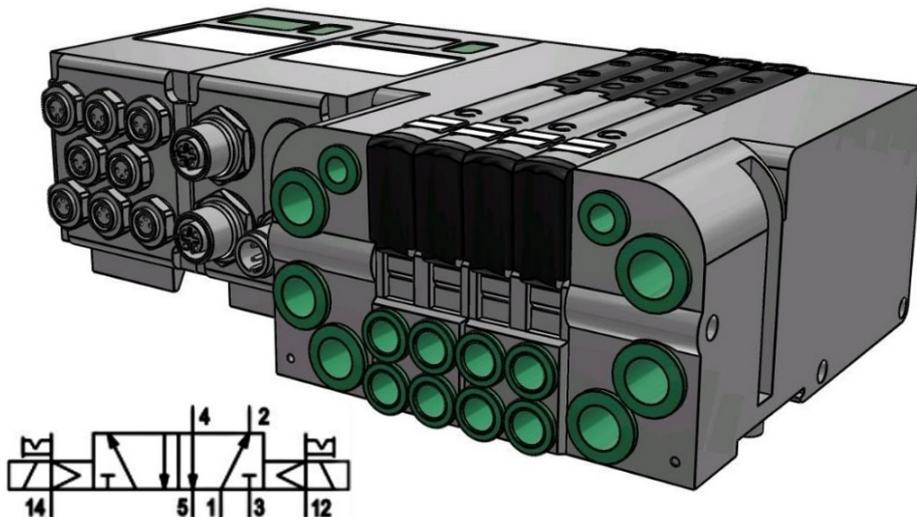


Figura 82: batteria di elettrovalvole bistabili 5/2 Pneumax serie Optyma32-S

Gli aspetti fondamentali che hanno portato alla scelta di questa batteria di valvole sono quindi:

- la possibilità di interfacciarsi con la rete EtherNet/IP;

- il design modulare che offre quindi la possibilità di collegare direttamente gli input dei sensori magnetici di finecorsa installati sugli attuatori pneumatici;
- le dimensioni compatibili con lo spazio a disposizione limitato, il peso contenuto e la facilità di montaggio garantita dal supporto per guida DIN integrato.

3.2.5 Attuatori pneumatici e sensori magnetici

Gli organi di attuazione pneumatica sono due cilindri, uno per l'asse orizzontale e uno per l'asse verticale, e la pinzetta pneumatica recuperata dal pannello Smc, essi costituiscono una sorta di manipolatore. Il cilindro senza stelo 1605.25.250.01.M (asse orizzontale) e il monocilindro con testate avvitate 1260.25.50.M (asse verticale) che dispone della guida antirotazione 1260.25.50.GLB sono stati gentilmente offerti dall'azienda Pneumax. Tali componenti sono illustrati in Figura 83.

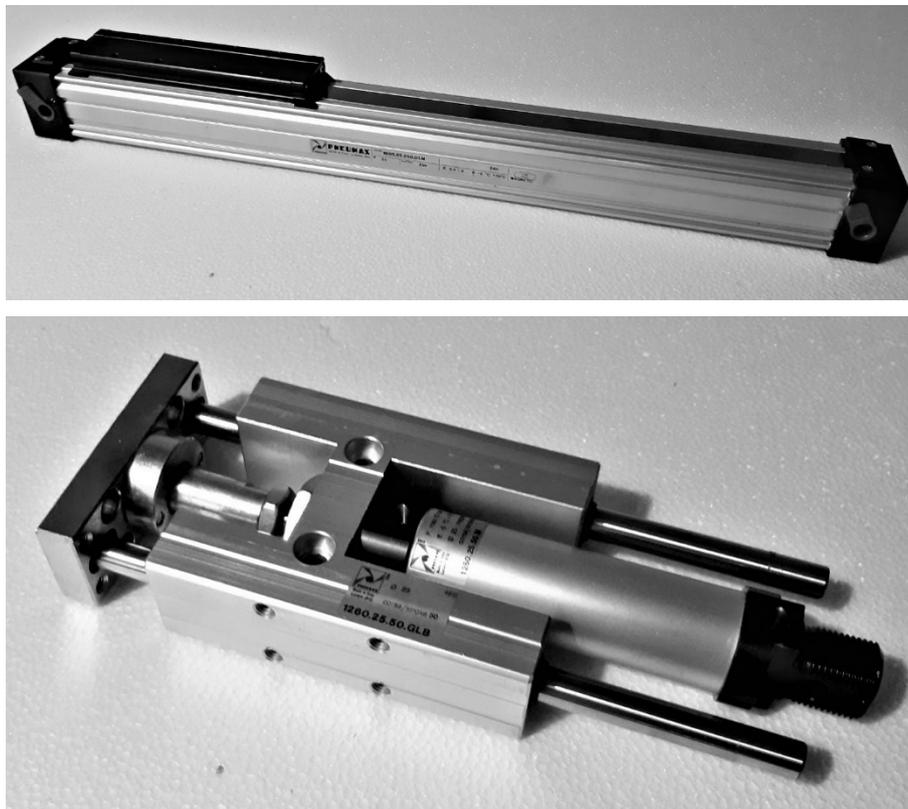


Figura 83: attuatori pneumatici Pneumax serie 1605 (sopra) e serie 1260 con guida GLB (sotto)

Per motivi commerciali l'azienda sopracitata non è stata in grado di fornire anche la batteria di valvole e i sensori di finecorsa da montare sugli attuatori a cui però è stato comunque applicato un ottimo sconto. Sono stati scelti 4 sensori magnetici miniaturizzati ad ampolla Reed PNP (3 fili) modello MRS.UAP con connettore M8 e cavo di prolunga MCH1, abbinati alle apposite staffe di fissaggio ai cilindri: staffa 1600.B per il cilindro senza stelo e fascetta 1260.25.FS per il microcilindro con testate avvitate. Investiti dal campo magnetico generato dal magnete permanente del pistone, il finecorsa emette un segnale elettrico utilizzabile come ingresso digitale nella batteria di valvole.

Per quanto riguarda il controllo della velocità di movimento degli attuatori pneumatici è importante sottolineare l'utilizzo di 4 microregolatori di flusso unidirezionali della serie RFL dell'azienda Metalwork. I regolatori, come si può vedere in Figura 84 in cui è riportato anche uno schema pneumatico del cilindro senza stelo, sono stati orientati su entrambi gli attuatori in modo da regolare la corsa del cilindro allo scarico.

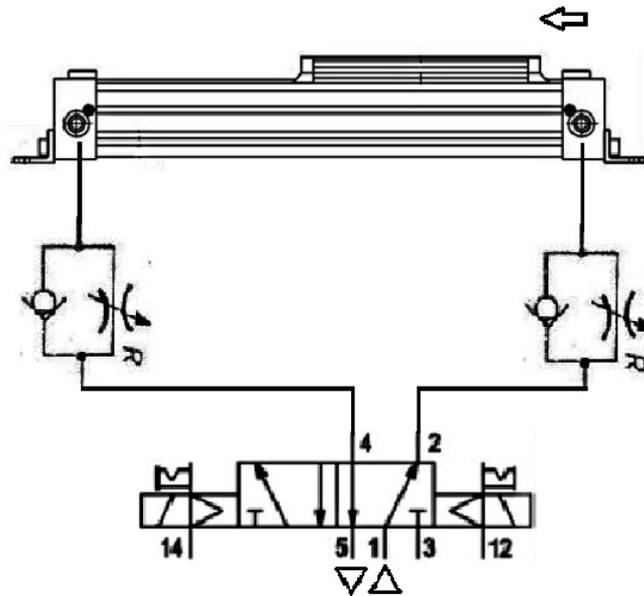
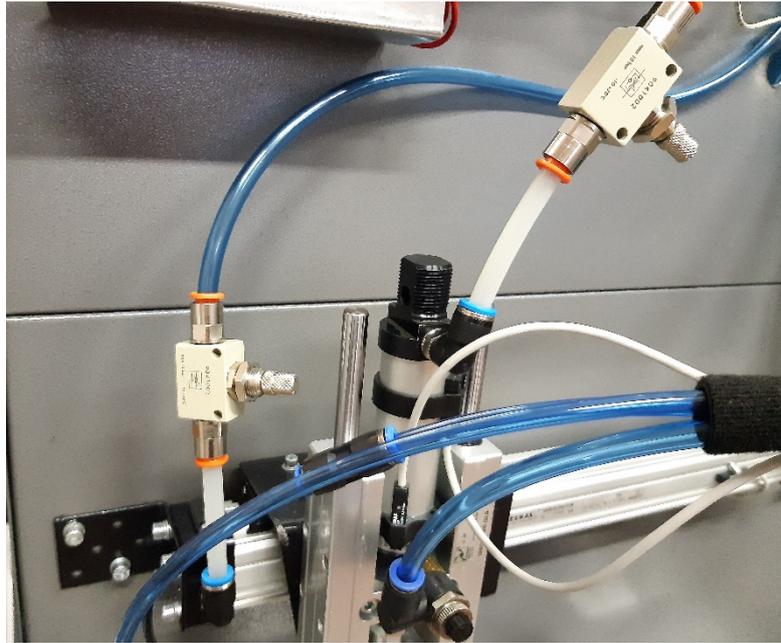


Figura 84: microregolatori di flusso unidirezionali Metalwork con regolazione allo scarico

Disponendo i regolatori di flusso nel modo sopra illustrato si garantisce, anche con la consueta pressione di alimentazione utilizzata di circa 3-4 bar, una corsa dolce e senza quegli urti e quei movimenti improvvisi che graverebbero sulle staffe di fissaggio degli attuatori. L'utilizzo di questi microregolatori diventa quindi essenziale perché consente di mantenere un'adeguata pressione di lavoro e di non doverla abbassare eccessivamente. Una pressione di alimentazione eccessivamente bassa causerebbe

infatti fenomeni di stick-slip: il cilindro non dispone di sufficiente aria per vincere l'attrito statico delle giunzioni, eseguendo quindi un movimento rumoroso con continui arresti e ripartenze che causano vibrazioni e sollecitazioni eccessive alla struttura portante.

L'organo di presa del manipolatore, mostrato in Figura 85, è costituito dalla pinzetta pneumatica Smc serie MHZ2 a doppio effetto con presa parallela inizialmente installata sul pannello didattico descritto nel secondo capitolo. Siccome il suo funzionamento non faceva parte del ciclo di lavoro del banco Smc, è stato deciso di toglierla dalla sua posizione originale e impiegarla in questa nuova applicazione, in quanto le sue ridotte dimensioni e il suo peso decisamente contenuto la rendevano ottimale allo scopo. [23]



Figura 85: pinzetta pneumatica Smc MHZ2 [23]

3.2.6 Nastro trasportatore

Il compito dell'organo di presa precedentemente descritto è quello di afferrare un piccolo cilindro metallico in transito su un nastro trasportatore. Il nastro trasportatore scelto (Figura 86) è stato realizzato dall'azienda tedesca GBS, ha una lunghezza di 500 mm, una larghezza di appena 60 mm e un diametro del rullo di 30 mm, dimensioni che lo rendono perfettamente adatto ad essere impiegato nel seguente lavoro di tesi. È realizzato con un motoriduttore a vite senza fine ed è inoltre dotato di un regolatore di velocità PWM che, tramite un potenziometro rotativo, permette di variare la velocità di rotazione del motore a corrente continua. [24]



Figura 86: mini-nastro trasportatore GBS 60x500 mm [24]

Grazie ad un doppio interruttore deviatore a tre posizioni è possibile selezionare manualmente la marcia avanti o la marcia indietro del nastro. Come si può vedere dallo schema illustrato in Figura 87, con l'interruttore nella posizione di riposo il nastro è fermo, nella prima posizione (up) viene collegato il +24V dell'alimentazione con l'uscita del motore 3 e lo 0V con l'uscita 4 con conseguente marcia avanti, infine con l'interruttore nella seconda posizione (down) le uscite vengono invertire, cioè il +24V è collegato all'uscita 4 mentre lo 0V è collegato all'uscita 3. Questo ha come effetto l'inversione del moto del nastro trasportatore e la conseguente marcia indietro.

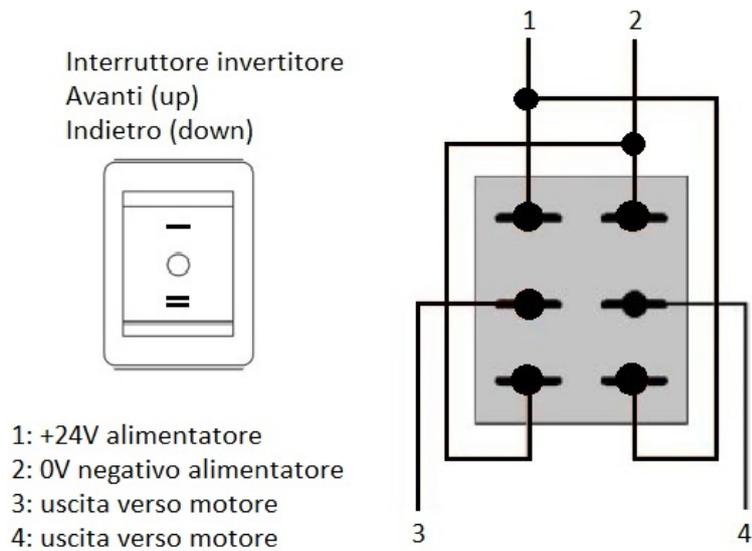


Figura 87: interruttore a tre posizioni per l'inversione del moto del nastro trasportatore

Per rendere il sistema più funzionale ad un'applicazione automatica si è deciso di non eliminare del tutto l'interruttore, ma di fornire, collegando in parallelo ad esso due relè di potenza in miniatura Phoenix Contact installati sull'apposita base portarelè (Figura 88), la possibilità di comandare la marcia avanti e la marcia indietro direttamente tramite un comando in uscita dal PLC. [25]

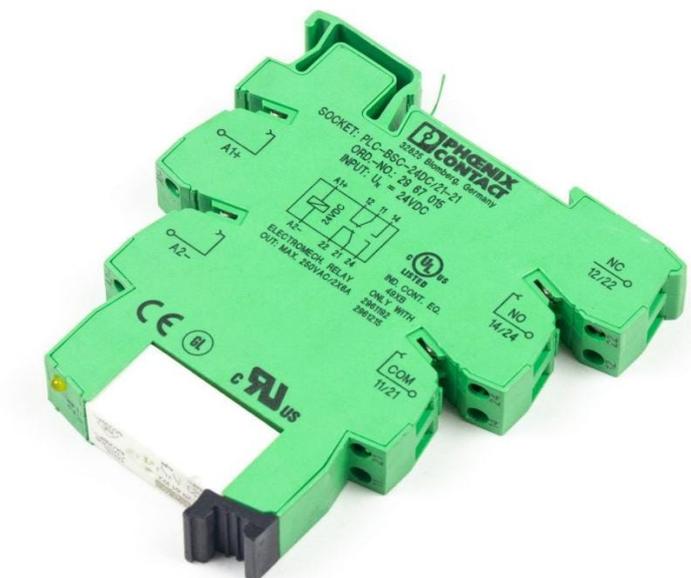


Figura 88: relè di potenza Phoenix Contact su apposita base portarelè [25]

Una cosa fondamentale da ricordare per non incorrere in cortocircuiti, che causerebbero danni significativi al trasportatore, è la seguente: quando il motore del nastro è controllato dal PLC l'interruttore deve essere in posizione di riposo, e viceversa quando lo si aziona manualmente tramite l'interruttore non devono assolutamente essere comandate le uscite del controllore verso i relè. Per evitare questo inconveniente si è deciso di privilegiare il comando automatico da PLC, per cui l'interruttore è stato posizionato in una scatola di derivazione posta sul retro del pannello (Figura 89) da cui è possibile regolare solamente il potenziometro per la variazione di velocità, in questo modo l'interruttore non è accessibile e rimane sempre in posizione di riposo.

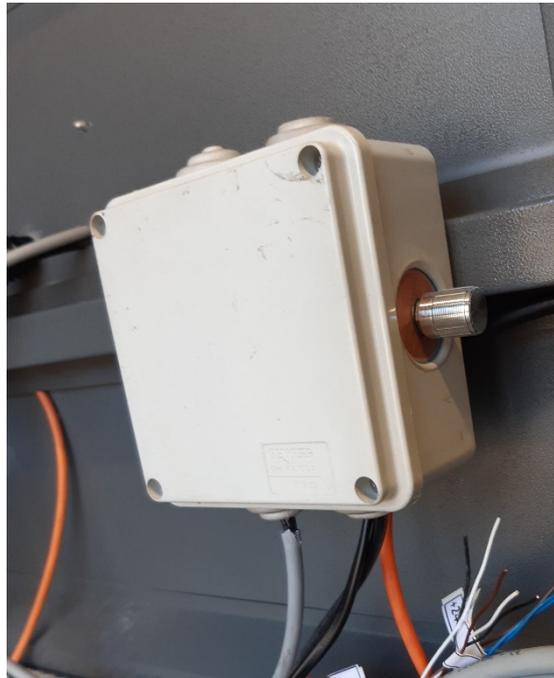


Figura 89: scatola di derivazione con interruttore per il controllo manuale del nastro e potenziometro regolatore di velocità

Lo schema di collegamento tra i relè posti in parallelo all'interruttore invertitore di marcia e le uscite del PLC è illustrato in Figura 90. Come si può vedere nell'immagine, dalla scatola di derivazione, essendo i relè di potenza posti in parallelo all'interruttore, escono i medesimi quattro fili elettrici precedentemente descritti. Ai contatti comuni

del relè di potenza dedicato alla marcia indietro sono collegati in 11 il positivo +24V dell'alimentazione e in 21 il negativo 0V, mentre ai contatti normalmente aperti (NO) 24 e 14 rispettivamente le uscite 3 e 4. In questo modo alimentando l'output 0 del PLC dedicato alla marcia indietro si eccita il relè che attiva le uscite: all'uscita 4 il +24V e all'uscita 3 lo 0V, esattamente come succedeva con l'interruttore manuale. Per consentire l'inversione del moto è stato necessario invertire i contatti comuni (11 e 21) sul relè di potenza dedicato alla marcia avanti e lasciare invariati i collegamenti delle uscite (14 e 24). Questo è stato fatto collegando i contatti 14 (uscita 4) e 24 (uscita 3) del relè di marcia indietro rispettivamente con i contatti 14 e 24 del relè di marcia avanti, invece i contatti 11 (+24V) e 21 (0V) del relè di marcia indietro rispettivamente con i contatti 21 e 11 del relè di marcia avanti. Ne consegue che abilitando l'output 1 di marcia avanti del PLC si eccita il relè, si chiudono i contatti NO e si collega all'uscita 3 il +24V e all'uscita 4 lo 0V, esattamente come la prima posizione up di marcia avanti dell'interruttore manuale.

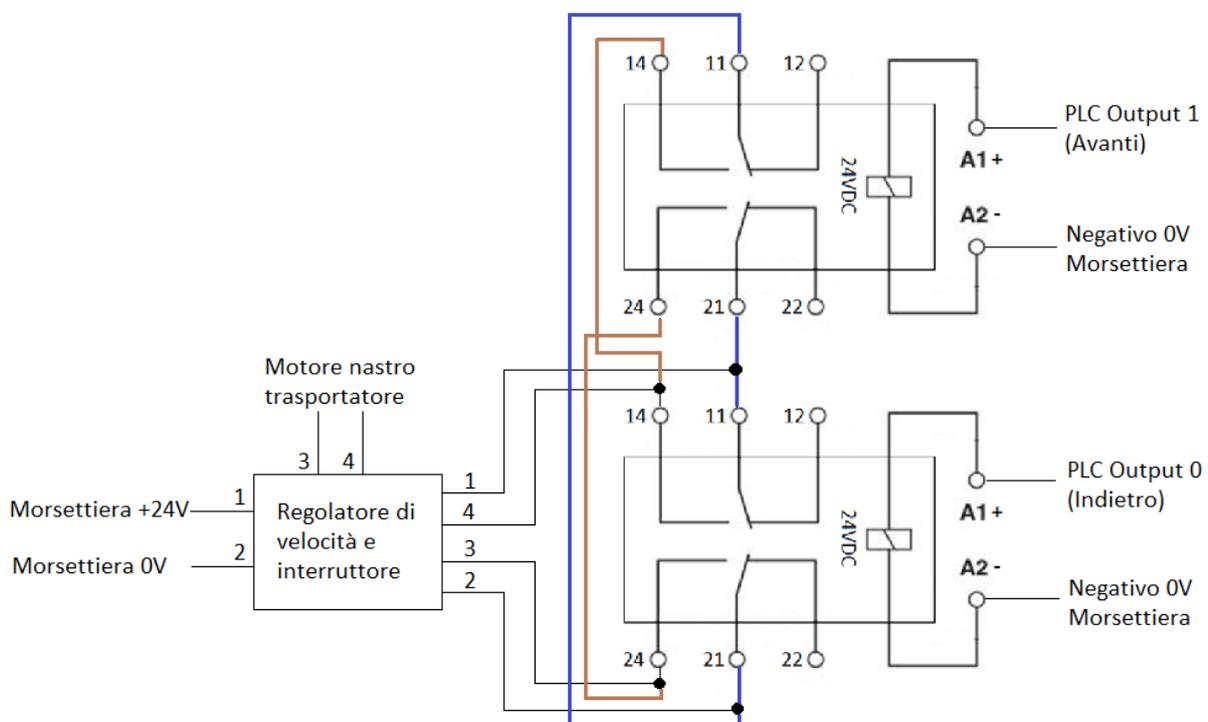


Figura 90: schema di collegamento elettrico tra motore, alimentatore, relè di potenza e output del PLC

Riassumendo, per la scelta del nastro trasportatore sono state essenziali le seguenti caratteristiche:

- le dimensioni ridotte e assolutamente compatibili con le corse degli attuatori pneumatici e con le dimensioni del pannello didattico;
- la semplicità di regolazione della velocità garantita dal potenziometro;
- la possibilità di azionarlo e controllarne la direzione di marcia direttamente con le uscite del PLC;
- un design che, offrendo la possibilità di fissare il nastro trasportatore su più punti, permette un'installazione stabile e sicura, senza gravare eccessivamente sulla struttura portante del pannello di espansione.

3.2.7 Modulo IO-Link e sensori capacitivi Turck Banner

Al fine di individuare l'oggetto cilindrico in transito sul nastro trasportatore si è scelto di acquistare due sensori capacitivi IO-Link (NCT8-M12-IOL-H1141) dell'azienda Turck Banner, che vengono collegati al modulo master IO-Link multiprotocollo TBEN-S2-4IOL di interfaccia con la rete EtherNet/IP e a cui è stato assegnato l'indirizzo IP 192.168.1.8 (Figura 91). [26]



Figura 91: modulo IO-Link TBEN-S2-4IOL e sensore capacitivo Turck Banner [26]

Si è deciso di acquistare sensori capacitivi perché sono in grado di individuare sia oggetti metallici che non metallici, in questo modo non si ha un vincolo sul materiale del cilindro da far afferrare alla pinza pneumatica, ma si può scegliere quello che si preferisce.

Per scopi didattici si è scelto di montare sul pannello questi elementi IO-Link che comunicano con un diverso protocollo, in modo da far vedere agli studenti che in futuro utilizzeranno questo banco anche una tecnologia differente rispetto all'EtherNet/IP. IO-Link è un protocollo di comunicazione punto-punto seriale basato su standard aperti, quindi in grado di integrarsi praticamente in ogni fieldbus sistema di automazione, che consente lo scambio bidirezionale di dati tra i sensori e il modulo master IO-Link di interfaccia. Tale modulo master trasmette dati su reti o fieldbus e li rende accessibili ad un controllore, per esempio un PLC, sia per un uso immediato sia per un'analisi sul lungo periodo. L'utilizzo di IO-Link offre numerosi vantaggi: un cablaggio semplice e standardizzato, una maggiore disponibilità di dati che offre funzionalità di diagnostica avanzate, la semplicità di sostituzione dei dispositivi e la configurazione e il monitoraggio remoti. Tra questi vantaggi la grande disponibilità di dati è quello che riveste un'importanza maggiore, perché contribuisce al perfetto funzionamento dei componenti del sistema, ottimizza la manutenzione dei macchinari e la sostituzione dei dispositivi logori. In questo modo è possibile ridurre i costi ed evitare il rischio di fermo impianto. I dati disponibili tramite IO-Link si dividono in dati ciclici, cioè trasmetti in automatico regolarmente, e dati aciclici, cioè trasmetti su richiesta o in base alle necessità. Questa mole di preziose informazioni può anche essere classificata in: dati di processo, cioè quelle informazioni trasmette ciclicamente che il dispositivo legge e trasmette al master, come ad esempio la distanza di un sensore di misura, dati di servizio (Device Data) trasmetti aciclicamente e che raccolgono le informazioni del sensore stesso, infine dati di eventi, anch'essi trasmetti aciclicamente dal dispositivo al master quando si verifica un evento (errori, surriscaldamenti, malfunzionamenti, ecc.). IO-Link offre quindi agli utenti visibilità

sugli errori e sullo stato di ciascun dispositivo, così facendo è possibile osservare sia ciò che sta rilevando il sensore ma anche le sue prestazioni. In questo modo si ha il significativo vantaggio a lungo termine di ottimizzare la manutenzione dei macchinari. [27]

Purtroppo, l'azienda Turck Banner ha avuto importanti ritardi nelle consegne, per cui non è stato possibile utilizzare immediatamente questi componenti, che però verranno integrati nel lavoro di aggiornamento successivo una volta avuto a disposizione tutto il materiale mancante.

3.2.8 Alimentatore Phoenix Contact

L'alimentatore Phoenix Contact su guida DIN a 24V DC / 5A della serie Quint Power modello QUINT-PS-100-240AC/24DC/5 (Figura 92) garantisce l'alimentazione elettrica a tutti i componenti del pannello didattico di espansione, ad eccezione del PLC Allen-Bradley sostitutivo che necessita di un'alimentazione 220V AC.

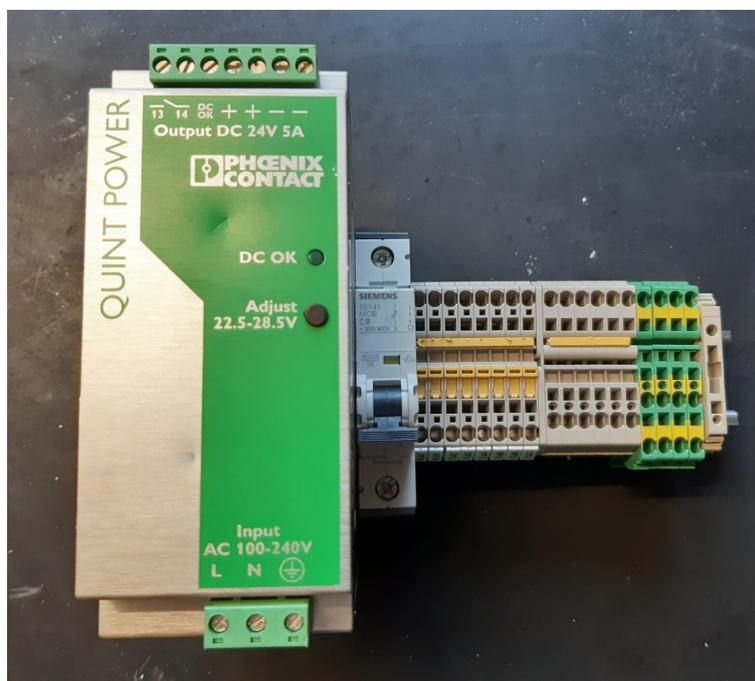


Figura 92: alimentatore 24V DC / 5 A Phoenix Contact

Come si può vedere nell'immagine, accanto all'alimentatore sono state inserite le morsettiere del +24V, del negativo 0V, della terra e inoltre un interruttore magnetotermico Siemens 5SY41 MCB C8 di protezione contro le sovracorrenti. In caso di sovraccarico o cortocircuito, l'interruttore magnetotermico è in grado di mettere in sicurezza i circuiti ad esso sottesi in modo affidabile, garantendo la salvaguardia dei sistemi elettrici e dei carichi. In Figura 93 è illustrato lo schema di collegamento elettrico tra alimentatore e gli altri componenti del sistema automatico.

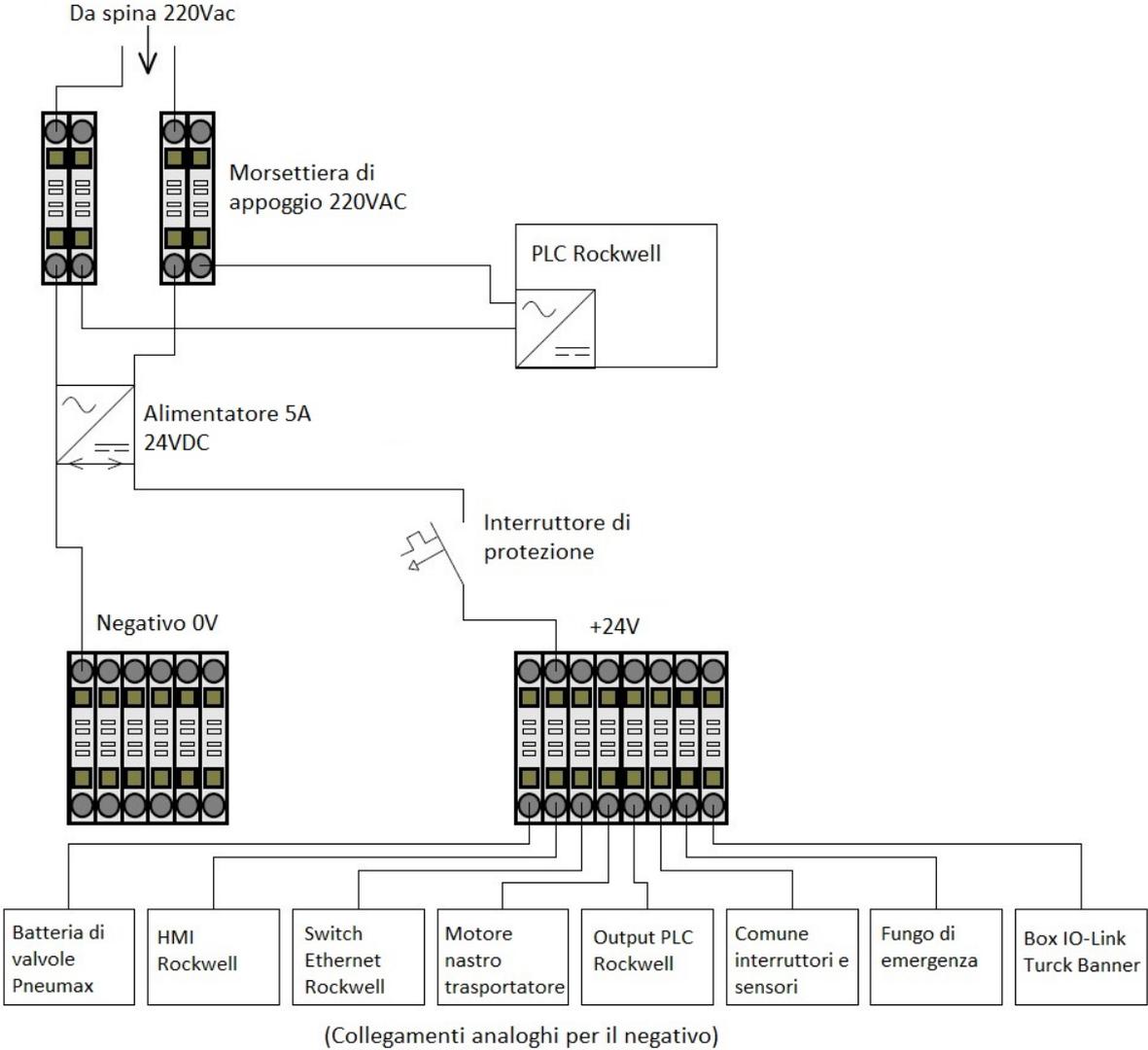


Figura 93: schema elettrico di alimentazione del pannello didattico di espansione

Siccome il PLC sostitutivo necessita di un'alimentazione 220V AC è stato necessario inserire una morsettiera di supporto per convogliare la corrente alternata proveniente dalla presa elettrica sia allo stesso PLC che all'alimentatore 24V DC. Il positivo +24V dell'alimentatore è collegato all'interruttore magnetotermico di protezione e da quest'ultimo alla morsettiera dei contatti positivi, invece il negativo 0V direttamente alla morsettiera dei contatti negativo. È necessario portare ai morsetti un unico filo elettrico perché, sia quelli positivi che quelli negativi, sono connessi tra loro da ponticelli a pin piatti. Dai morsetti partono poi i fili elettrici verso tutte le utenze del pannello di espansione. In Figura 93 sono riportati, seguendo l'ordine fisicamente presente sulla morsettiera installata sul pannello, solamente i componenti collegati ai morsetti positivi +24V perché quelli negativi sono ordinati in modo analogo per evitare confusione.

3.3 Modifiche rispetto al progetto originale

A seguito delle riaperture e dalla ripresa dell'industria dopo un arresto forzato a causa della pandemia si è creata una crisi post-pandemia delle materie prime. L'aumento continuo della domanda da parte delle aziende sta turbando le catene di rifornimento globali, di conseguenza le materie prime utilizzate in ogni ambito, ma principalmente quelle legate all'industria, quali rame, ferro e acciaio, scarseggiano. Questo ha portato all'estinzione delle scorte di magazzino e a rallentamenti di produzione e, di conseguenza, a enormi ritardi nelle consegne. Nel mio piccolo ho potuto chiaramente vedere questi effetti nel seguente lavoro di tesi, in quanto componenti elettronici che pre-pandemia erano disponibili in magazzino o richiedevano poche settimane di consegna, allo stato attuale vengono consegnati a distanza di molti mesi. Questa problematica ha in parte condizionato anche questo progetto che, nell'idea iniziale, doveva essere concluso alla fine del 2021; gran parte dei componenti invece è stata consegnata proprio in quel periodo e la restante parte sarà consegnata nella seconda metà del 2022.

Al fine di portare a termine il lavoro è stato necessario adattarsi alla situazione e cercare soluzioni alternative, prima di tutto cercando, tra il materiale già presente nel laboratorio, componenti che potessero adattarsi all'applicazione, oppure acquistandone altri con prestazioni e caratteristiche inferiori ma che fossero disponibili fin da subito sul mercato.

Le modifiche provvisorie apportate al progetto originale, che hanno permesso di portare a termine il lavoro e che saranno sostituite una volta avuti a disposizione tutti i materiali originariamente acquistati, sono state le seguenti:

- PLC Allen-Bradley (Figura 94): è stato riutilizzato un vecchio controllore CompactLogix modello 1769-L32E con relativi moduli di ingressi e uscite digitali. Il primo inconveniente in cui ci si è imbattuti utilizzando questo dispositivo è che purtroppo, essendo un vecchio modello, non è possibile farlo dialogare con il nuovo pannello di interfaccia operatore, per cui si è dovuta utilizzare una HMI virtuale realizzata grazie al software FactoryTalk® View Machine Edition della stessa azienda Rockwell Automation. Il secondo inconveniente è stato l'alimentazione del PLC che, a differenza del nuovo modello alimentato in corrente continua a 24V, necessita di corrente alternata a 220V. Questo problema è stato facilmente risolto con la morsettiera di supporto descritta nel precedente capitolo dedicato all'alimentazione.

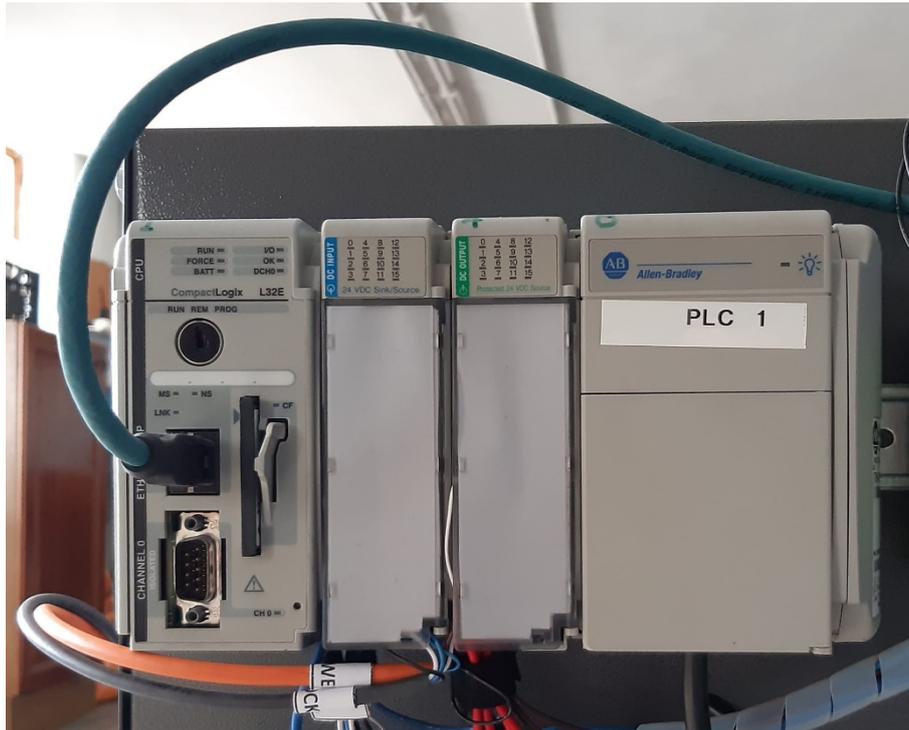


Figura 94: PLC sostitutivo Allen-Bradley CompactLogix L32E

- Sensori capacitivi (Figura 95): i sensori IO-Link con modulo master IO-Link di interfaccia sono stati sostituiti da due semplici sensori capacitivi LJC18A3-B-Z/BY PNP NO a 3 fili del marchio Heschen acquistati online sul sito Amazon. Essendo anch'essi sensori capacitivi sono in grado di individuare oggetti di ogni materiale, la distanza di rilevamento è analoga a quella dei sensori Turck Banner (circa 1-10 mm). Non essendo però dotati del protocollo di comunicazione IO-Link mancano di tutte quelle funzioni di monitoraggio e rilevamento di errori presenti sugli altri sensori, ma hanno la sola funzione di mandare un segnale in ingresso al PLC quando l'oggetto che la pinza deve afferrare transita davanti a loro e raggiunge la posizione voluta. [28]



Figura 95: sensore capacitivo PNP 3 fili NO Heschen [28]

Oltre ai due importanti e necessari cambiamenti appena descritti, sono state inseriti anche altri elementi inizialmente non previsti per arricchire il sistema automatico:

- Interruttori a levetta (Figura 96): tra i componenti recuperati in laboratorio ci sono un interruttore a levetta con ritorno a molla, utilizzato come input manuale di start e stop del ciclo automatico, e un deviatore a levetta a tre posizioni utilizzato per selezionare la modalità di funzionamento. L'interruttore con ritorno a molla permette di avviare il ciclo portandolo in posizione up e di arrestarlo in qualunque istante portandolo in posizione down; invece, il deviatore permette di selezionare la modalità di prova quando è in posizione di riposo, la modalità mista quando è in posizione down e la modalità in cui entrambi i pannelli sono controllati dal PLC Allen-Bradley in posizione up. I dettagli delle diverse modalità di funzionamento saranno forniti nei capitoli successivi.

I due interruttori sono stati posizionati sotto il PLC in un alloggiamento di lamiera di alluminio, nel quale sono anche presenti quattro led luminosi. [29]

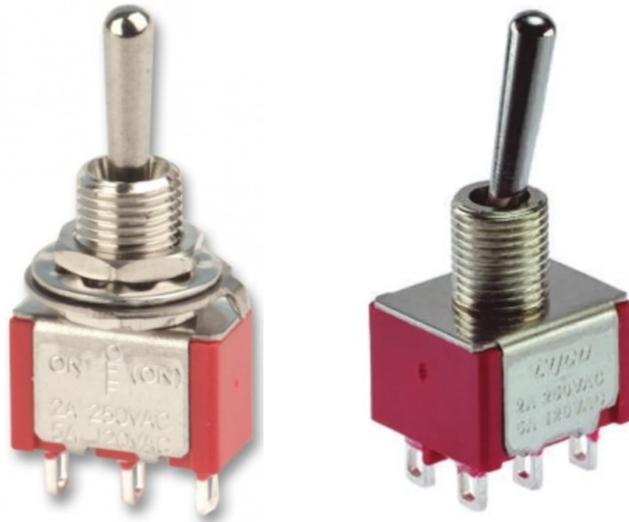
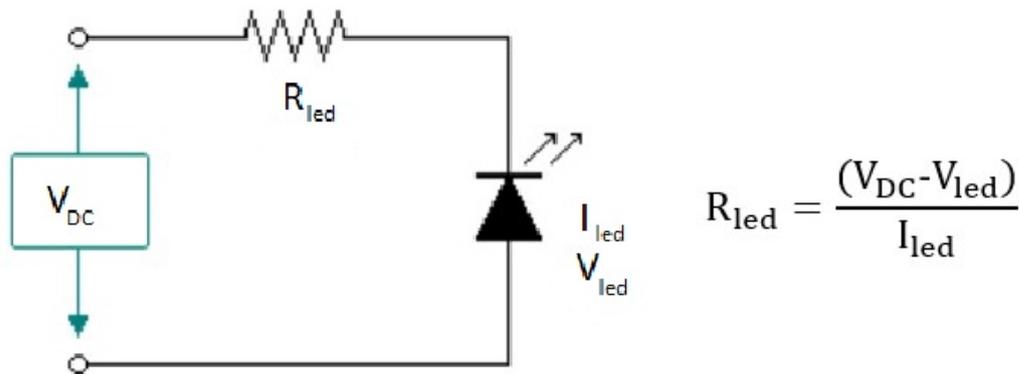


Figura 96: interruttori a levetta con ritorno a molla (sinistra) e deviatore a tre posizione (destra) [29]

- Led (Light Emitting Diode): nello stesso alloggiamento di alluminio sotto il PLC sono anche presenti quattro led (diodi ad emissione luminosa), anch'essi trovati in laboratorio, di colore verde, giallo, rosso, e blu. Il led è un diodo semiconduttore che grazie a particolari drogaggi ha la prerogativa di emettere fotoni al passaggio della corrente. La sua tensione varia a seconda del colore e ha una corrente di funzionamento di circa 10 mA. La corrente che attraversa il led ha un andamento esponenziale, al di sotto della sua tensione di soglia non si ha passaggio di corrente, mentre la sua crescita è elevatissima non appena si supera tale valore, da cui ne consegue il surriscaldamento e la rottura del diodo. Per questo motivo, tutti i led devono essere limitati in corrente con l'impiego di una resistenza.

In questo caso, utilizzando la formula della Figura 97, si è deciso di usare per tutti e quattro i led una resistenza da 1500 Ω .



TIPO DI LED	TENSIONE SOGLIA LED [V]	CORRENTE LED [mA]	RESISTENZA [k Ω]
Led verde	2,0	15	1,47
Led giallo	1,9	15	1,47
Led rosso	1,8	15	1,48
Led blu	3,5	15	1,37



Figura 97: schema elettrico del led e calcolo della resistenza adatta

- Interruttore di emergenza a fungo (Figura 98): è stato predisposto un pulsante di emergenza a fungo con due contatti NC, di cui ne è stato collegato all'input del PLC solamente uno. Tale pulsante, in caso di necessità, arresta immediatamente il sistema tagliando tutte le uscite. La funzione del fungo di emergenza è analoga a quella del medesimo pulsante presente sul pannello Smc e verrà descritto nel capitolo dedicato al listato ladder. [30]



Figura 98: pulsante di emergenza a fungo [30]

- Elementi di battuta sul nastro trasportatore: per facilitare l'arresto dell'oggetto cilindrico in transito sul nastro trasportatore esattamente nella posizione corretta per essere afferrato, si sono dovute realizzare delle sottili piastre di guida e battuta del pezzo. Come si può vedere nella Figura 99, queste piastrine hanno un incavo triangolare, per cui se anche il pezzo fosse spostato dalla posizione ideale di presa verrebbe riallineato sull'asse del centro pinza. È importante programmare l'arresto del nastro qualche istante dopo il segnale di rilevamento dell'oggetto da parte del sensore capacitivo, in modo che la corsa del pezzo possa proseguire fino alla battuta. L'ideazione di questi elementi di battuta nasce principalmente per superare due difficoltà; la prima riguarda la programmazione del tempo di arresto del nastro, in quanto risulta troppo complesso impostare un timer che faccia fermare il cilindretto metallico esattamente sotto la pinza pneumatica, la seconda riguarda il posizionamento dell'oggetto sulla larghezza del nastro, se il pezzo non è in linea con il centro pinza rischia o di rimanere incastrato sotto di essa nel momento della sua discesa, oppure rischia di essere troppo distante da essa e quindi non essere afferrato. La piastra con doppia funzione di guida e di battuta risolve entrambe queste problematiche.



Figura 99: piastra di battuta e guida per l'oggetto da afferrare

- Maniglie di trasporto: si è ritenuto conveniente fissare due maniglie di plastica nella parte posteriore del pannello (Figura 100).



Figura 100: maniglia per agevolare il trasporto

La loro funzione è semplicemente quella di agevolare lo spostamento del pannello didattico, in quanto il peso, soprattutto nel lato su cui è appoggiato il motore del nastro trasportatore, non è irrisorio; per cui avere una presa più comoda e sicura facilita senza dubbio le operazioni di spostamento del pannello didattico.

3.4 Montaggio del pannello di espansione

In questo capitolo saranno descritte le fasi di montaggio del pannello didattico di espansione, a partire dall'assemblaggio della struttura portante fino all'installazione di tutti i componenti.

In tutte le fasi del montaggio, avendo optato per l'installazione di un pannello non forato, sarà necessario realizzare nelle opportune posizioni dei fori con l'utilizzo di un trapano. Questi fori dovranno essere di dimensione opportuna per consentire l'imbullonatura dei componenti e il passaggio di cavi, tubi e fili elettrici dal retro del pannello alla parte frontale.

Tra tutti i componenti acquistati manca la descrizione dell'installazione del modulo IO-Link, in quanto non è ancora stato consegnato. Per tale dispositivo, che si è pensato di posizionare nello spazio al di sotto del pannello di interfaccia HMI, sono però già stati creati i fori per consentirne il fissaggio con due bulloni e il passaggio del cavo di alimentazione.

3.4.1 Struttura portante

Il primo passo per la costruzione del pannello di espansione è stato la realizzazione dell'ossatura di sostegno. Inizialmente si è pensato di utilizzare un pannello forato per facilitare l'installazione dei componenti, ma considerando che l'eccessivo peso dei numerosi elementi presenti avrebbe potuto danneggiarlo si è optato per una soluzione più robusta. A tal fine sono stati acquistati due ripiani metallici 800x400x30 mm, tenuti insieme da due montanti angolari in metallo 40x40x900 mm. Le dimensioni scelte sono

state un valido compromesso tra un ingombro totale non troppo eccessivo e una superficie, in questo caso 800x800 mm, abbastanza spaziosa da accogliere tutti i componenti ad eccezione dell'alimentatore che è posto sul retro. Per le gambe di appoggio sono stati impiegati altri due montanti angolari questa volta di dimensioni 40x60x500 mm; le estremità dei piedi di appoggio sono state coperte con dei coperchi di plastica che proteggono da possibili graffi. Infine, per garantire ancora maggiore robustezza ed evitare la flessione in avanti del pannello, si è fissata una piastra a 45° tra la gamba orizzontale e il montante di sostegno verticale. Il risultato è illustrato in Figura 101.



Figura 101: struttura portante del pannello didattico di espansione

3.4.2 Alimentatore

Una volta completata la struttura di sostegno si è cominciato a posizionare i componenti a partire da quelli che si aveva già a disposizione. Il primo è stato l'alimentatore con le morsettiere descritte nel capitolo dedicato che, come precedentemente accennato, è stato posizionato su una guida DIN fissata con dei rivetti su una delle traverse presenti nella faccia posteriore del pannello (Figura 102).

È stato posizionato nel lato posteriore sia per motivi di sicurezza, in quanto è meglio rendere meno accessibili componenti che possano provocare elettrocuzione se maneggiati in maniera non opportuna, sia per motivi di ordine, in quanto i numerosi fili elettrici in partenza dalle morsettiere avrebbero reso il pannello didattico meno ordinato e più confusionario.



Figura 102: installazione dell'alimentatore sul lato posteriore del pannello

Sul montante laterale sopra l'alimentatore è stato anche fissato un gancio su cui appendere il cavo con la presa di corrente, evitando così che si possa impigliare nelle gambe o in altri componenti.

3.4.3 Nastro trasportatore

Il secondo elemento montato sul pannello è stato il nastro trasportatore. Dal suo posizionamento dipendeva anche il successivo posizionamento del manipolatore a due assi. Considerando che il peso di questo componente, soprattutto sul lato in cui è presente il motore, avrebbe potuto sollecitare eccessivamente la struttura portante si è deciso di distribuire il suo peso su più parti. Il motore, l'elemento più pesante, è stato

quindi appoggiato e assicurato con una fascia metallica ad una delle gambe del pannello; invece, il telaio su cui gira il nastro è stato imbullonato al pannello con l'utilizzo di due piastre opportunamente sagomate. Si è così ottenuta una soluzione assolutamente stabile e soprattutto in grado di non gravare eccessivamente su un unico punto del pannello.



Figura 103: posizionamento del nastro trasportatore

Sul telaio del nastro trasportatore sono stati successivamente montati i sensori capacitivi sostitutivi tramite delle piccole lastre di alluminio. Tali alloggiamenti per i sensori non è sicuro che possano essere utilizzati anche per i sensori IO-Link, in quanto il loro diametro è inferiore rispetto a quelli attualmente utilizzati.

Dopo aver testato il funzionamento del pannello e aver riscontrato le criticità relative al posizionamento dell'oggetto e all'istante di arresto del nastro trasportatore già descritte nei capitoli precedenti, sono stati montati gli elementi di guida e arresto. Tali elementi sono costituiti da sottili fogli di lamiera di alluminio in cui è stato intagliato un incavo a V. Sono fissati al telaio del trasportatore tramite delle staffe ad L, in modo da rimanere sollevati da esso di qualche millimetro per non ostacolare lo scorrimento del nastro, e allo stesso tempo di mantenere qualche millimetro di distanza dalla discesa della pinza pneumatica per evitare urti con l'organo di presa.

3.4.4 Attuatori pneumatici

Per assemblare il manipolatore è stato necessario realizzare delle apposite piastre ad L forate che consentono quindi il fissaggio con dadi e bulloni (Figura 104). In particolare, due piastrine per assicurare la slitta orizzontale alla faccia frontale del pannello, una piastra per rendere il cilindro verticale solidale al cilindro orizzontale ed un'ultima piastra per assicurare la pinzetta pneumatica all'estremità dell'attuatore verticale.

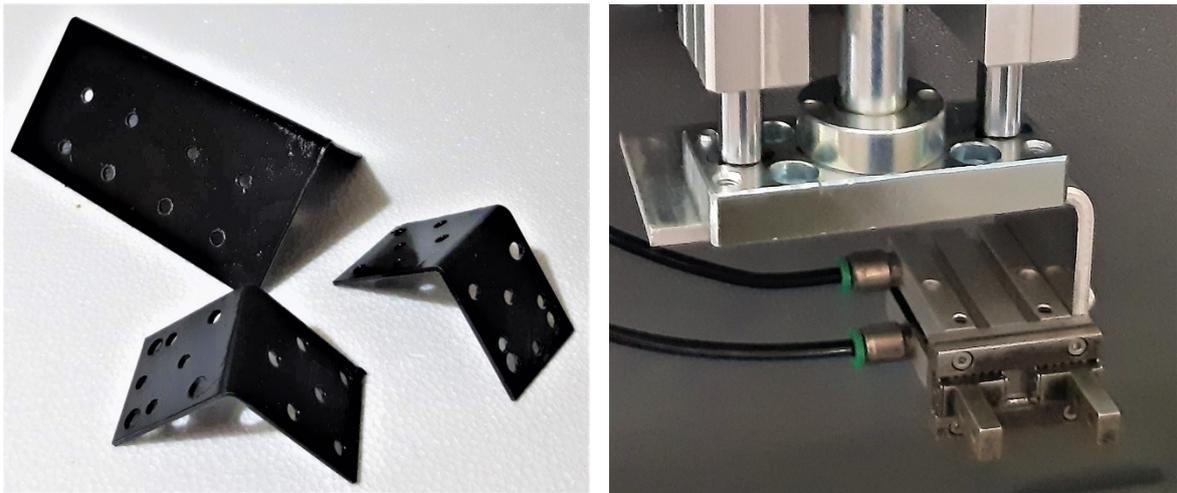


Figura 104: piastre ad L realizzate per assemblare il manipolatore pneumatico

Una volta montati insieme i tre attuatori pneumatici, quindi conoscendo i loro ingombri totali, sono stati assicurati al pannello misurando accuratamente la loro posizione. In particolare, si è dovuto tener conto della posizione relativa tra manipolatore e nastro trasportatore. Giocando sia sul posizionamento verticale della slitta che sul posizionamento relativo tra cilindro verticale e slitta si è fatto in modo che, alla massima estensione, l'organo di presa non andasse ad impattare sul sottostante nastro trasportatore. Non è stato necessario intervenire sulla distanza tra manipolatore e pannello perché le staffe realizzate garantivano già la discesa della pinza sull'asse centrale del nastro. La distanza scelta dal montante verticale ha garantito che la corsa del manipolatore fosse tutta contenuta entro la lunghezza del

nastro. Infine, con una livella ci si è assicurati che il manipolatore fosse in bolla per mantenere la stessa distanza di pochi millimetri tra pinza e nastro in ogni punto.

Il posizionamento finale del manipolatore pneumatico è illustrato in Figura 105.

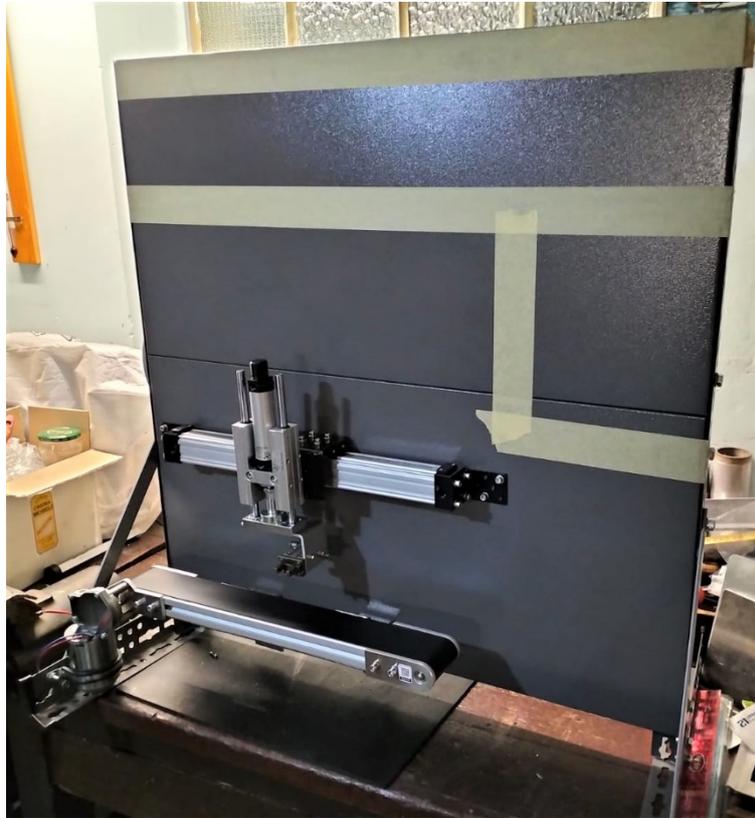


Figura 105: posizionamento sul pannello del manipolatore pneumatico

3.4.5 Componenti su guida DIN

Una volta fissati gli organi di movimento, gli altri componenti sono stati posizionati nello spazio rimanente. La maggior parte di questi sono predisposti per il fissaggio su guida DIN, per cui è stata rivettata nella parte alta del pannello una di queste barre su cui poi sono stati montati il PLC, i relè di controllo della marcia del motore del nastro trasportatore, la batteria di valvole e lo switch Ethernet (Figura 106).



Figura 106: guida DIN con PLC, relè controllo motore, batteria di valvole e switch di rete

3.4.6 Pannello HMI

L'ultimo componente ad essere posizionato è stato il pannello di interfaccia operatore HMI per il quale, non disponendo di un accessorio per il montaggio su guida DIN, è stata creata una cornice con una lamiera profilata ad L di alluminio, quindi facilmente tagliabile e lavorabile. La cornice è stata imbullonata nello spazio vuoto alla destra del manipolatore, mentre il pannello di interfaccia è stato fissato alla cornice con le graffette di montaggio fornite dall'azienda costruttrice. La cornice lateralmente e posteriormente non è aderente all'HMI, questo consente il passaggio dell'aria per non surriscaldare il dispositivo. Il componente installato è mostrato in Figura 107.



Figura 107: installazione del pannello di interfaccia nella cornice di alluminio dedicata

3.4.7 Led ed interruttori a levetta

I quattro led ed i due interruttori a levetta sono stati posizionati in un alloggiamento costituito da una piastra forata di alluminio appositamente piegata e lavorata per l'occasione. Questo alloggiamento è stato poi fissato tramite bulloni al di sotto del PLC. Come mostrato in Figura 108, in alto sono stati posizionati da sinistra verso destra i led verde, giallo, rosso e blu. Sono presenti due fori in più in caso si vogliano aggiungere altri led colorati. Sotto i diodi luminosi sono presenti i due interruttori, a sinistra quello deviatore a tre posizioni per la selezione della modalità di funzionamento, a destra quello con ritorno a molla utilizzato per lo start e lo stop del ciclo automatico. Anche in questo caso è stato realizzato un foro in più nell'alloggiamento per ospitare un eventuale nuovo interruttore.

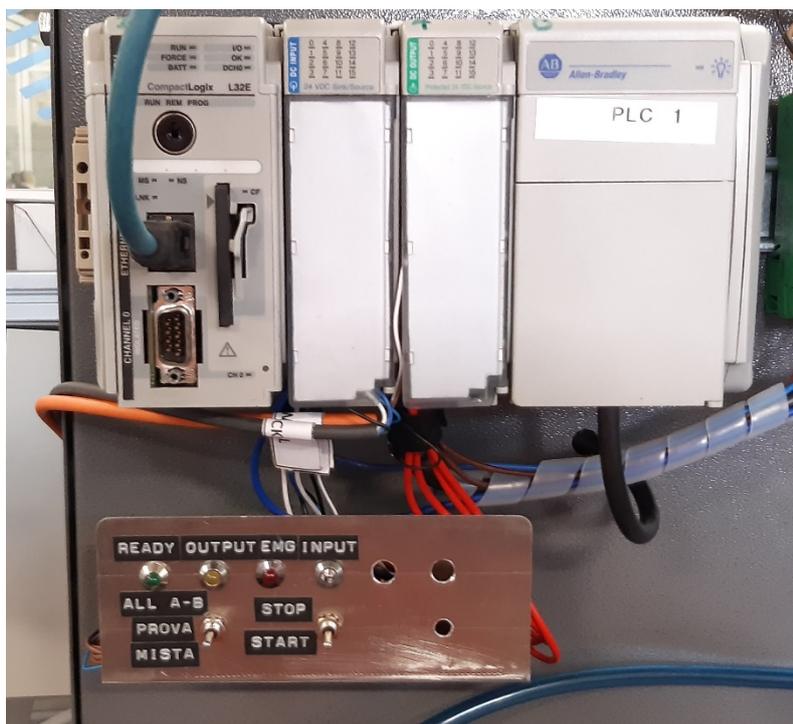


Figura 108: alloggiamento dei led colorati e degli interruttori a levetta

3.4.8 Pulsante di emergenza a fungo

Il pulsante di emergenza a fungo, come si può vedere in Figura 109, è stato collocato all'interno della sua scatola metallica, appoggiato sulla gamba destra della struttura e bullonato ad essa. In quella posizione è facilmente raggiungibile in caso di malfunzionamenti o guasti che necessitano di un arresto improvviso del ciclo di lavoro.

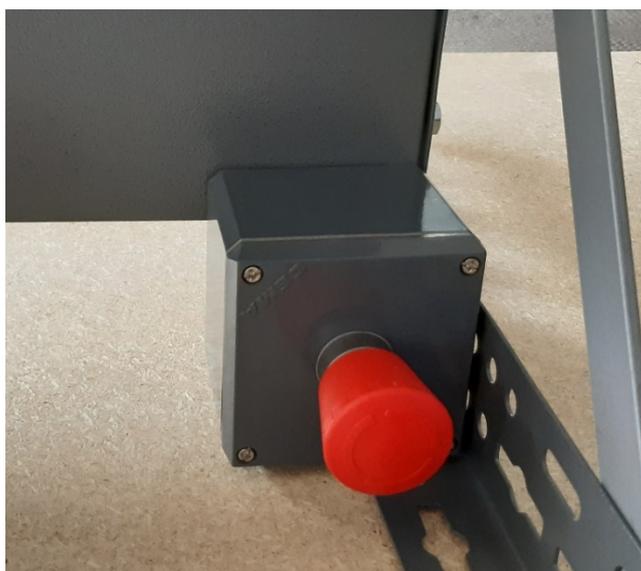


Figura 109: posizionamento del pulsante di emergenza a fungo

3.4.9 Sensori magnetici e tubi di alimentazione pneumatica

Una volta posizionati tutti i componenti sul pannello di espansione ci si è dedicati ad aggiungere gli ultimi elementi che compongono il manipolatore pneumatico, cioè i raccordi, gli smorzatori di flusso, i tubi dell'aria compressa e i sensori magnetici miniaturizzati di finecorsa (Figura 110).

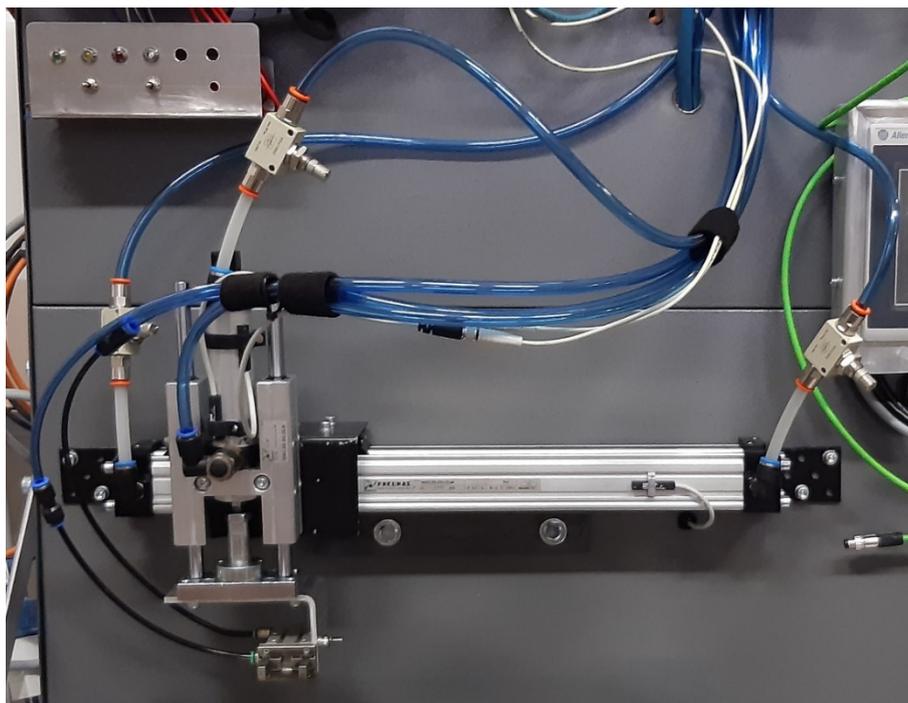


Figura 110: completamento del manipolatore con sensori, raccordi, tubi e smorzatori

I sensori installati sui due cilindri con apposite fascette ed elementi di fissaggio, una volta completato il pannello di espansione e acceso il sistema, sono stati regolati per trovare la giusta posizione di commutazione a fondo corsa. Tali sensori sono collegati con connettori M8 agli input della batteria di valvole secondo l'ordine riportato in Figura 111.

SENSORE FINECORSO	INPUT ISOLA VALVOLE
Orizzontale sinistro	1
Orizzontale destro	2
Verticale down	3
Verticale up	4

Figura 111: tabella degli input della batteria di valvole

Il collegamento dei tubi per portare l'aria compressa è stato realizzato seguendo lo schema fornito dalla casa costruttrice della batteria di valvole (Figura 112). La batteria dispone di un doppio condotto Ø10 di alimentazione, ma è necessario portare l'aria compressa ad uno solo di essi. L'alimentazione degli elettropiloti richiede un tubo Ø6

ed è importante non tappare il condotto di scarico per garantire un corretto funzionamento, si può però utilizzare un silenziatore per attenuare la rumorosità. Lo stesso discorso vale per i condotti di scarico delle elettrovalvole che non devono essere tappati, ma possono essere silenziati. Tre delle quattro elettrovalvole, come descritto nella tabella in Figura 112, sono utilizzate per l'attuazione del cilindro senza stelo, del cilindro verticale e della pinzetta pneumatica, la quarta è attualmente inutilizzata e i suoi condotti Ø8 sono stati tappati. Le due bocche delle elettrovalvole per semplicità sono state chiamate in tabella "a" e "b" e corrispondono rispettivamente a quella superiore e a quella inferiore, nel componente reale sono denominate rispettivamente 14 e 12. Si ricorda nuovamente l'inserimento, sulla tubatura che collega le bocche delle prime due elettrovalvole e il raccordo di alimentazione dei cilindri orizzontali e verticali, di quattro smorzatori di flusso che agiscono allo scarico per rallentarne la corsa. [31]

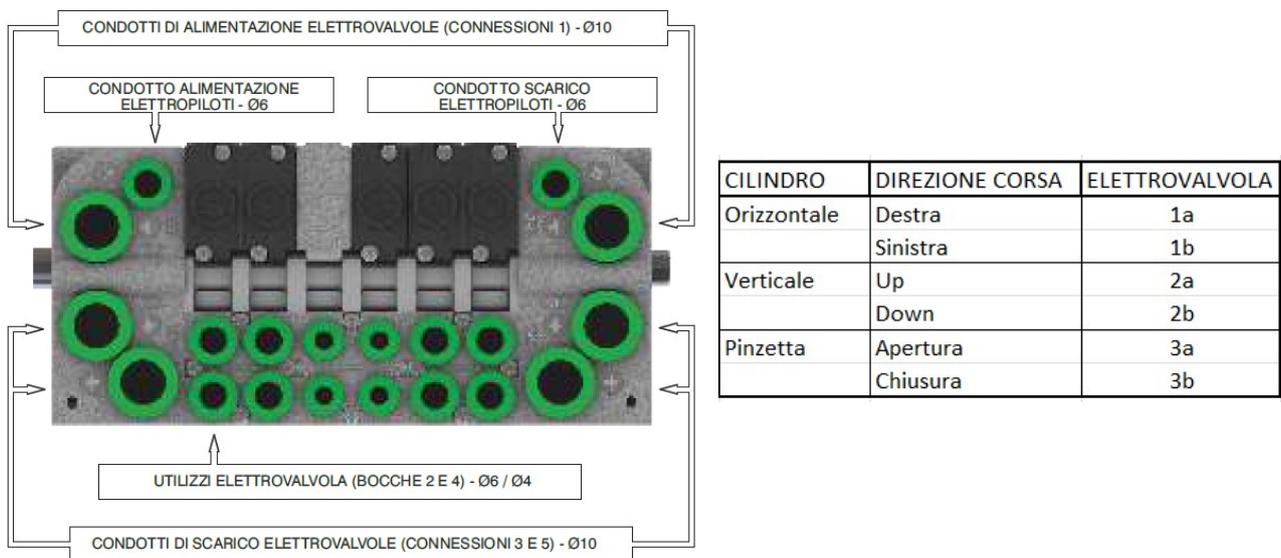


Figura 112: schema per il collegamento dei tubi e tabella delle bocche di uscita delle elettrovalvole [31]

3.4.10 Cablaggio elettrico

Una volta terminata la parte pneumatica del pannello didattico di espansione, è stato realizzato il cablaggio per fornire a tutti i componenti l'alimentazione elettrica 24V DC.

Lo schema di collegamento dei fili elettrici è esattamente quello illustrato nel capitolo dedicato all'alimentatore, per cui non viene nuovamente riportato. Per rendere il più ordinato possibile il pannello didattico di espansione sono state utilizzate delle fascette, delle spirali copricavi e delle canalette portacavi di materiale plastico rivettate sulle traverse posteriori della struttura (Figura 113).

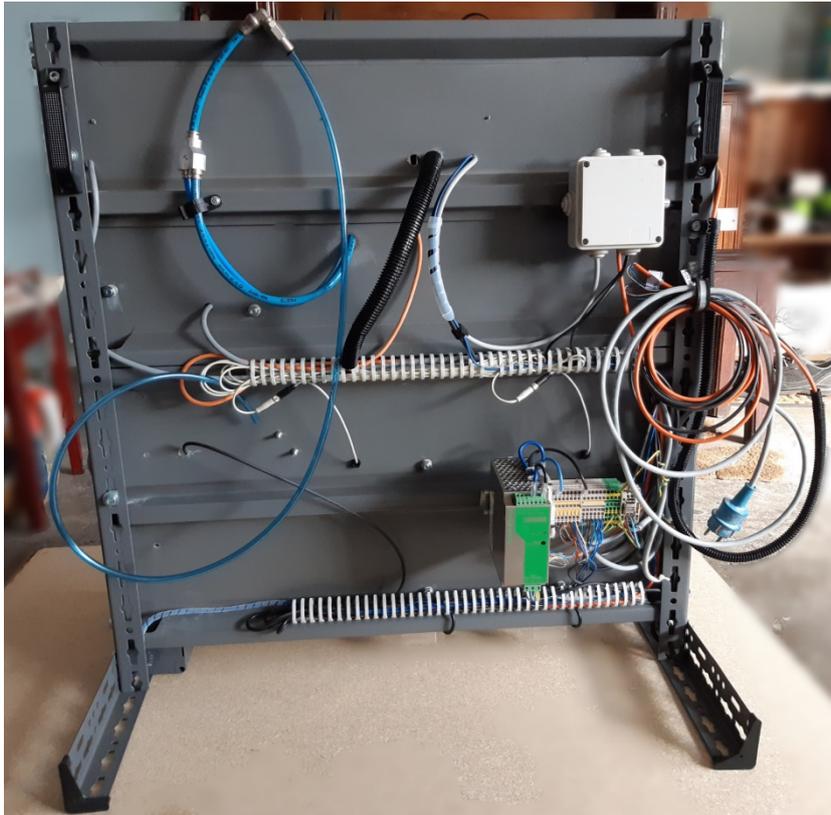


Figura 113: disposizione dei cavi elettrici nella parte posteriore del pannello di espansione

3.4.11 Collegamento degli I/O del PLC

In Figura 114 è illustrata la disposizione degli ingressi e delle uscite del PLC, gli input e gli output che non vengono riportati in tabella non sono stati utilizzati. Si ricorda che è necessario portare alla scheda di input due fili di connessione con il negativo 0V, uno per i primi 8 ingressi, l'altro per i restanti 8, invece la scheda di output necessita sia di un filo negativo 0V che di un filo +24V.

INPUT		OUTPUT	
0	Sensore capacitivo dx	0	Relè nastro indietro
1	Sensore capacitivo sx	1	Relè nastro avanti
2	Fungo di emergenza	8	Led verde
8	Selettore sx down	9	Led giallo
9	Selettore sx up	10	Led rosso
10	Selettore dx down	11	Led blu
11	Selettore dx up	14	Uscita verso Panasonic
14	Ingresso da Panasonic	15	Uscita verso Panasonic
15	Ingresso da Panasonic		

Figura 114: tabella degli ingressi e delle uscite dal PLC Allen-Bradley

Gli ingressi dal PLC Panasonic del pannello didattico Smc e le uscite verso lo stesso sono rispettivamente un cavo multipolare nero a 4 connessioni (due segnali, un positivo +24V e un negativo 0V) e un cavo multipolare arancione analogo al precedente. Tali fili elettrici sono opportunamente etichettati e terminano con la morsettiera spina-presa tipo "mammut" per il collegamento con i fili degli ingressi e delle uscite provenienti dal PLC Panasonic (Figura 115). Si noti che è necessario portare al modulo di output Panasonic anche un filo negativo 0V per rendere più stabili i segnali di comunicazione tra i due controllori.

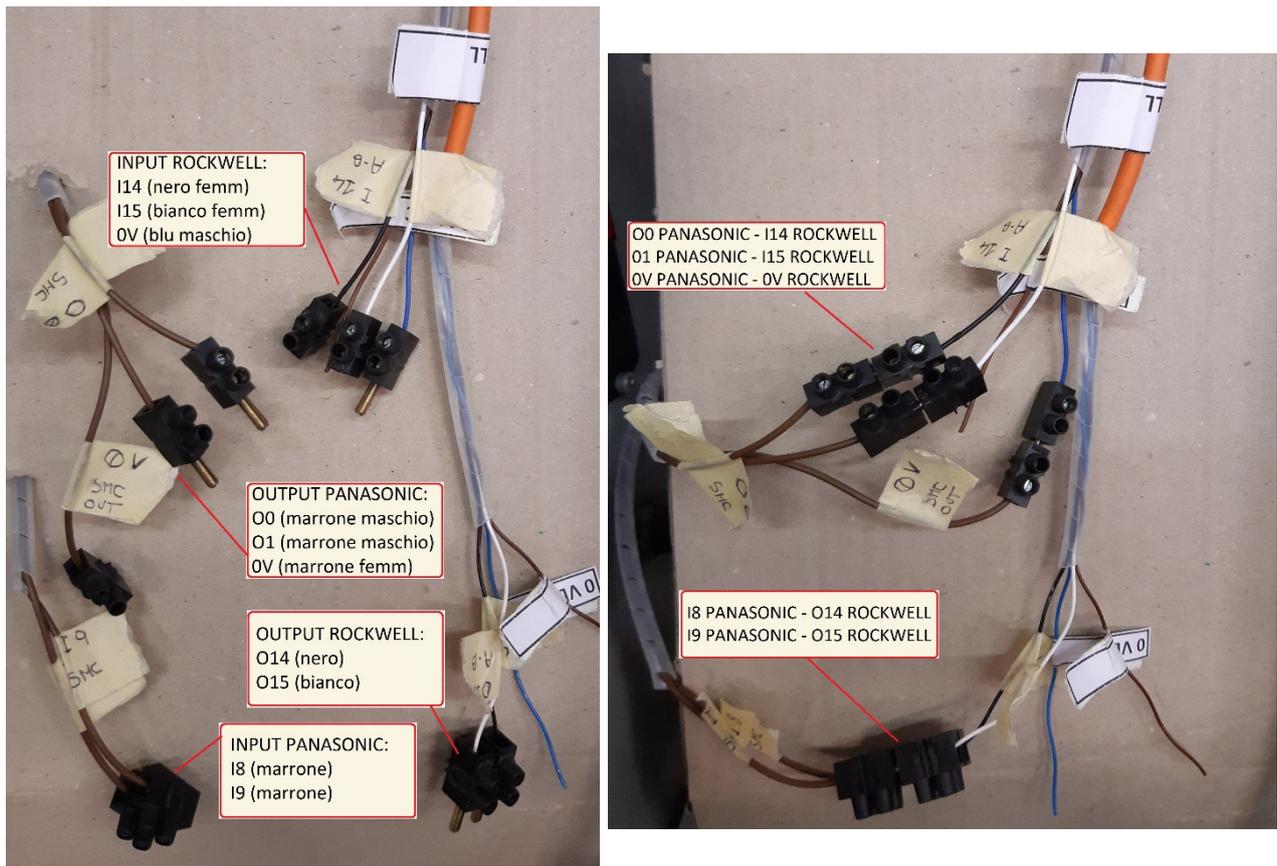


Figura 115: collegamento tramite spina-presa "mammut" degli interblocchi tra PLC Rockwell e PLC Panasonic

Si è deciso di utilizzare questo tipo di collegamento spina-presa per agevolare la movimentazione dei due pannelli e rendere più semplice la connessione e disconnessione degli input e degli output a seconda delle esigenze. Il sistema automatico, infatti, utilizza tali segnali come interblocchi tra i due controllori solamente nella modalità di funzionamento mista, in cui il pannello Smc è controllato dal PLC Panasonic e il pannello di espansione da quello Allen-Bradley. Come vedremo più dettagliatamente nel capitolo 3.6.4, i segnali di interblocco sono usati come consensi per eseguire determinati passi del ciclo automatico. Nella modalità di funzionamento in cui entrambi i pannelli didattici sono controllati dal PLC Allen-Bradley invece tali collegamenti non sono necessari, in quanto tutti i componenti sono connessi sulla stessa rete EtherNet/IP; il dispositivo Panasonic è escluso da tale rete

per cui, non avendo più alcuna funzione, non è necessario inviargli segnali di alcun tipo.

3.4.12 Collegamento della rete EtherNet/IP

Per completare il montaggio del pannello didattico di espansione e poterne testare il funzionamento sono stati collegati allo switch Ethernet i seguenti componenti: il PLC, la batteria di elettrovalvole e il pannello HMI. È stato anche collegato il cavo Ethernet dell'interfaccia IO-Link che sarà collegato al modulo una volta avuto a disposizione. L'indirizzo IP del controllore, che si ricorda essere 192.168.1.10, si imposta dal software di programmazione RSLogix 5000 della casa costruttrice Rockwell Automation.

Per configurare sulla rete EtherNet/IP gli altri componenti è necessario prima di tutto scaricare dal sito dell'azienda di riferimento i file EDS dei componenti. Una volta scaricati si configurano tramite l'applicazione EDS Hardware Installation Tool (Figura 116) in modo da rendere i dispositivi individuabili e riconoscibili dal PLC.

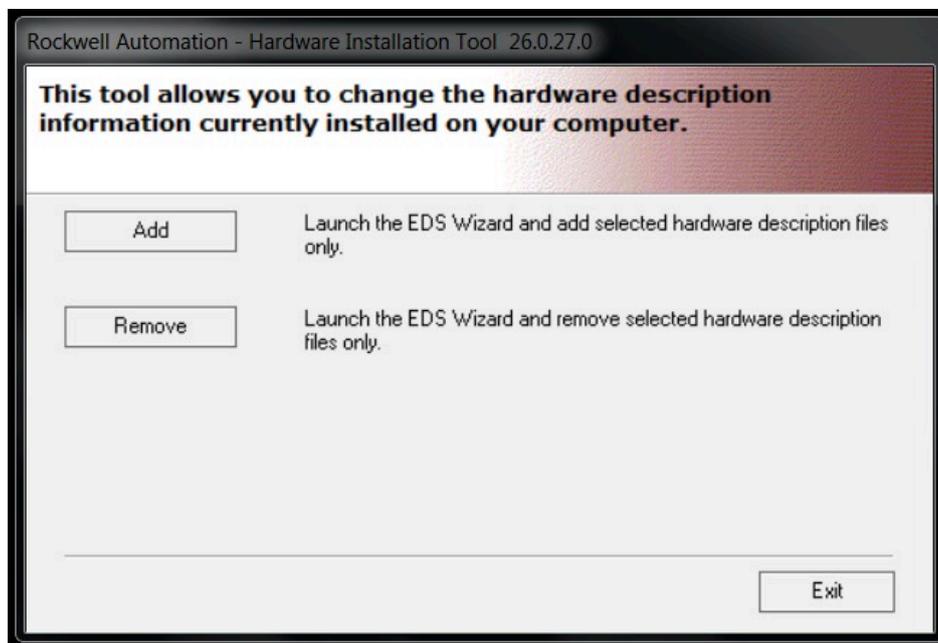


Figura 116: software EDS Hardware Installation Tool

Dopodiché, se necessario, si modificano gli indirizzi IP che devono appartenere tutti alla stessa famiglia. L'indirizzo del pannello di interfaccia (192.168.1.7), per esempio, si imposta direttamente dalle impostazioni a cui si accede nel momento dell'accensione dell'HMI. Invece, per modificare l'indirizzo IP della batteria di elettrovalvole che in origine è 192.168.10.2, quindi una famiglia diversa da quella desiderata, bisogna seguire le istruzioni fornite insieme al componente: è necessario collegare il nodo ad un PC ed aprire con un web browser la pagina <http://192.168.10.2/ipconfig>; con le credenziali di accesso (user: admin; password: admin) è possibile modificarlo e, in questo caso, è stato scelto 192.168.1.6. Per quanto riguarda la batteria di valvole bisogna ancora precisare un dettaglio riportato sullo stesso foglio di istruzioni ([32]): nel momento in cui viene configurata sul software di programmazione, è necessario dichiarare la configurazione "4 Bytes Out + 8 Bytes In". Si tornerà su questo punto nel prossimo capitolo dedicato ai software di programmazione.

Allo stesso switch di rete è collegato anche il PC di programmazione per caricare il programma di esecuzione del ciclo di lavoro descritto nei prossimi capitoli. In caso si voglia controllare entrambi i pannelli didattici con il solo PLC Allen-Bradley si dovrà collegare allo switch anche il drive pinza JXC91 Smc, a sua volta collegato al gateway EX500. In base alla configurazione scelta si ottengono i layout di rete EtherNet/IP già illustrati precedentemente (Figura 77 pag. 106 e Figura 78 pag. 107).

Una volta collegati alla rete tutti i nodi è possibile monitorare il loro stato tramite il software RSLinx Classic. In Figura 117 sono riportate le schermate del software nel caso in cui siano collegati alla rete solo i nodi del pannello di espansione, oppure anche i nodi del pannello Smc.

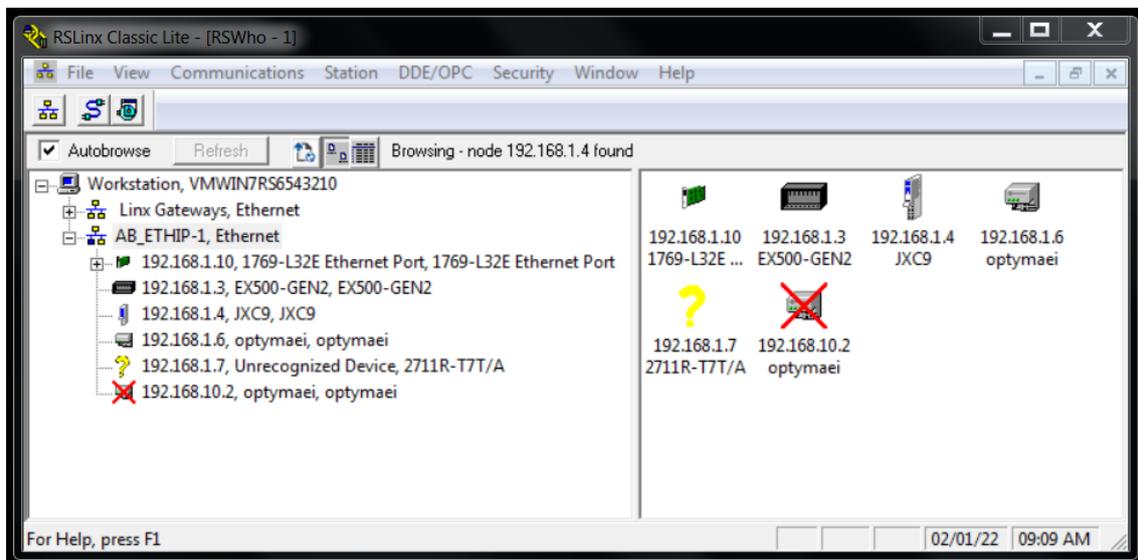
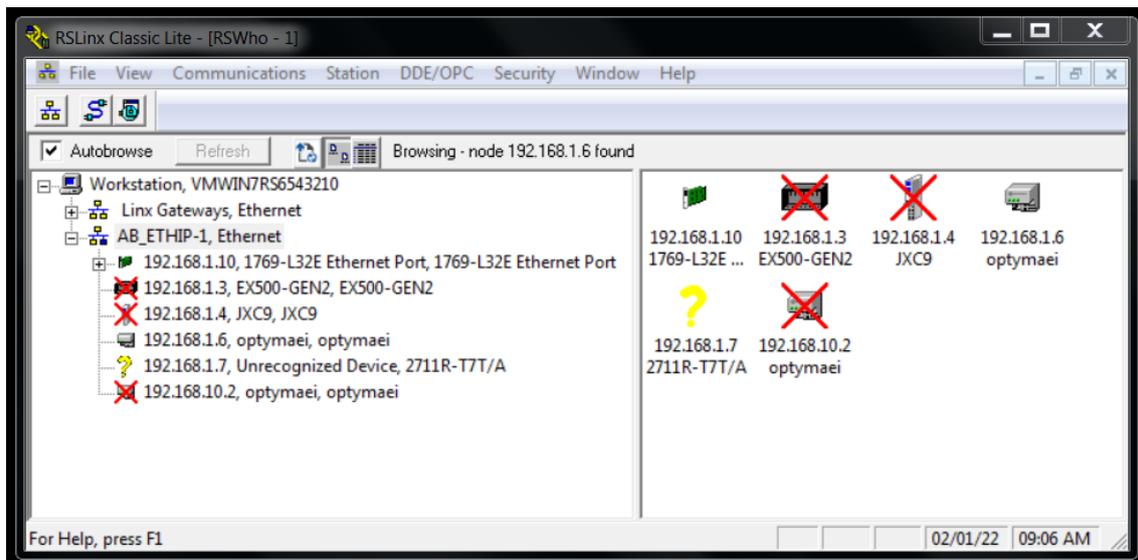


Figura 117: monitoraggio dello stato di connessione della rete EtherNet/IP tramite il software RSLinx Classic

Il pannello didattico è stato montato e tutti i suoi nodi sono stati configurati. Nei prossimi capitoli non resta che descrivere i software di programmazione utilizzati, analizzare dettagliatamente il programma ladder del ciclo di lavoro e illustrare la creazione del pannello di interfaccia virtuale per il controllo e il monitoraggio dell'intero sistema automatico.

3.5 Configurazione dei software di programmazione

Nell'idea originale, con l'utilizzo di tutti i componenti acquistati, i software di programmazione dell'azienda Rockwell Automation utilizzati avrebbero dovuto essere: Studio 5000 Logix Designer® per il PLC CompactLogix 5380 e Connected Components Workbench per l'HMI PanelView 800. Avendo invece apportato le modifiche per rendere operativo il sistema in tempi più rapidi, per il PLC CompactLogix 1769-L32E si è usato il software RSLogix 5000 (versione precedente di Studio 5000). Non potendo poi sfruttare il pannello di interfaccia operatore, perché incompatibile con il vecchio modello di controllore, si è dovuto realizzare un pannello HMI virtuale sul PC di programmazione con l'utilizzo del software FactoryTalk® View Machine Edition. In questo modo pur non avendo a disposizione un pannello di interfaccia fisico, si sono potute sfruttare ugualmente tutte le potenzialità di questi dispositivi per comandare in maniera semplice il sistema automatico, monitorare in modo immediato lo stato dei suoi sensori e individuare la presenza di eventuali segnali di emergenza.

3.5.1 RSLogix 5000

RSLogix 5000 è il vecchio software Rockwell Automation per la programmazione dei controllori Logix, dalla versione 20 è stato sostituito dal nuovo software Studio 5000 Logix Designer®.

La schermata che appare avviando l'applicazione è quella mostrata in Figura 118. Nella parte sinistra appare la finestra di organizzazione del controllore (*Controller Organizer*), sopra questa finestra appare lo stato di connessione del controllore selezionato; invece, la parte centrale è dedicata alla compilazione del listato ladder, i cui rami vengono riempiti con gli elementi raggruppati per categoria e selezionabili nella finestra situata nella parte alta della schermata principale.

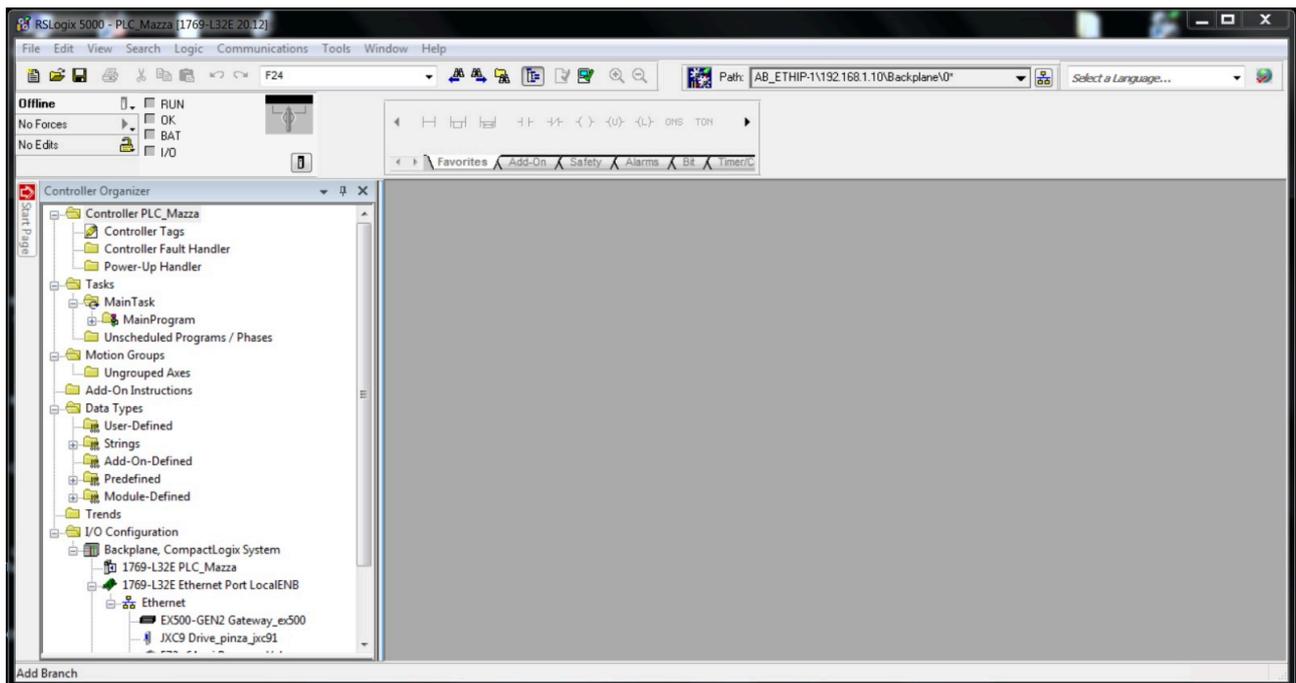


Figura 118: schermata principale del software RSLogix 5000

La prima cosa da fare una volta aperto il software di programmazione è selezionare il modello di PLC che si intende programmare e rinominarlo, in questo caso il controllore è stato chiamato *PLC_Mazza*. Ovviamente, essendo un vecchio software, possono essere scelti solamente PLC piuttosto datati; tra questi figura il modello CompactLogix 1769-L32E utilizzato provvisoriamente in sostituzione del nuovissimo modello CompactLogix 5380.

All'interno della finestra di organizzazione (Figura 119) si trova tutto quello che riguarda il PLC: le sue proprietà, la lista dei tags, i programmi ladder scritti dal programmatore, la configurazione dei moduli locali e dei nodi collegati alla rete Ethernet.

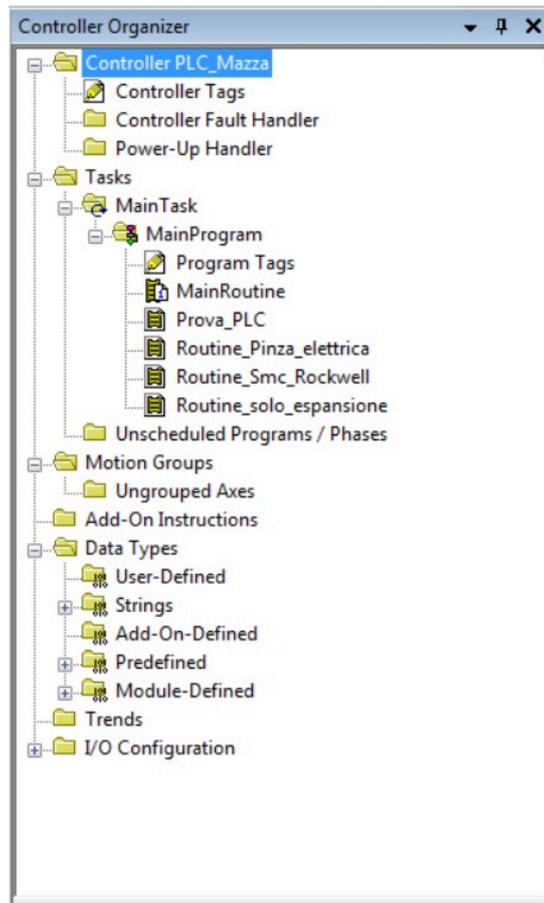


Figura 119: finestra di organizzazione del controllore logico programmabile

Verranno ora descritti gli elementi principali e di maggior interesse che costituiscono il *Controller Organizer*:

- *Controller PLC_Mazza* (Figura 120): cliccando con il tasto destro sulla cartella relativa al PLC si apre la finestra delle sue proprietà in cui è possibile modificare il modello del controllore, il nome, le porte di comunicazione, vari protocolli di sistema, visualizzare i recenti malfunzionamenti e monitorare lo stato della memoria.

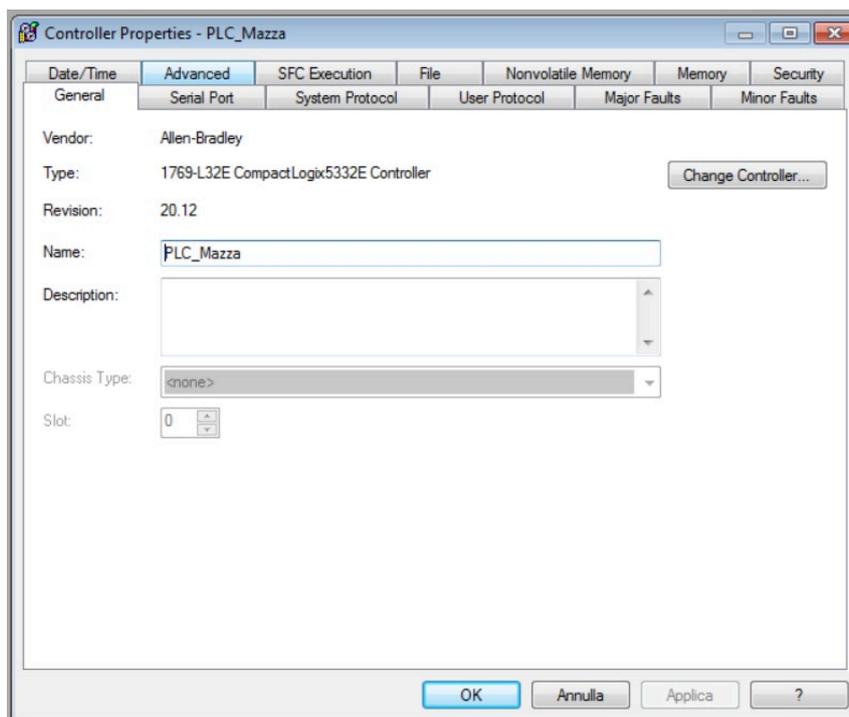


Figura 120: finestra delle proprietà del controllore

- *Controller Tags* (Figura 121): in questa finestra è possibile monitorare (*Monitor Tags*) le variabili del controllore, cioè quelle variabili globali che possono essere utilizzate in ogni programma, in ogni routine e in ogni subroutine, oppure modificarle, eliminarle o crearne di nuove (*Edit Tags*).

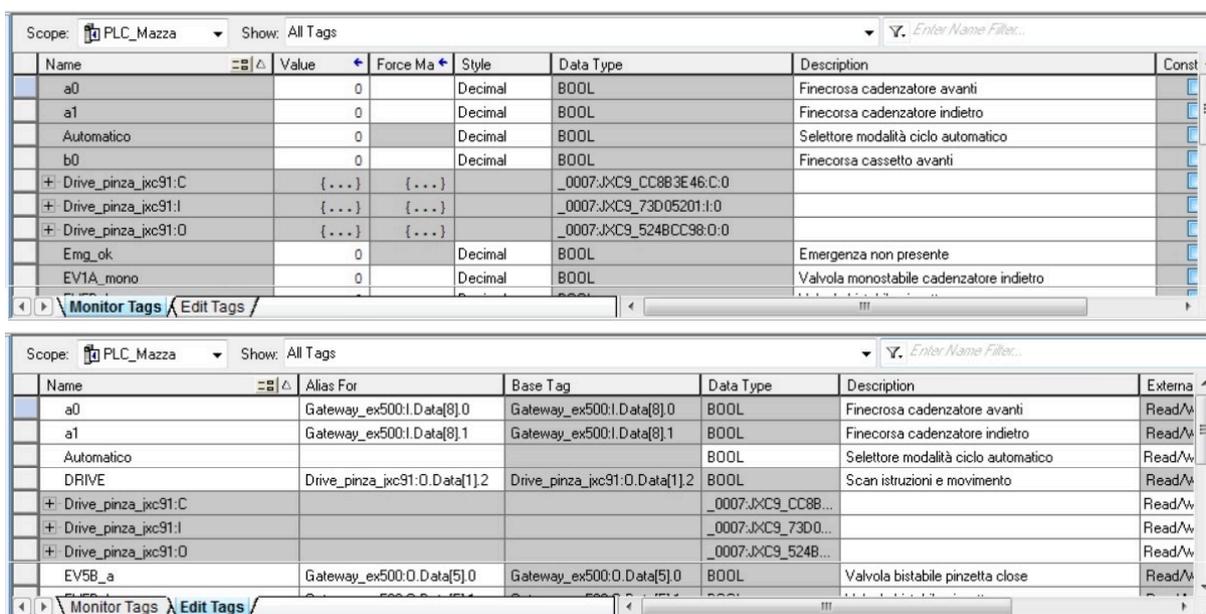


Figura 121: monitoraggio (sopra) e modifica (sotto) delle variabili globali del controllore

Come per il software di programmazione del PLC Panasonic, anche in questo caso, ad ogni tag è necessario fornire un nome, un tipo (bool, int, timer, ecc.) e una descrizione. Con i controllori Allen-Bradley esistono due importanti differenze che riguardano la creazione delle variabili o tags. La prima è la possibilità di associare una variabile ad un bit dei nodi registrati (*Alias For*), così facendo è possibile, per esempio, rendere la lettura del listato ladder più semplice e intuitiva nominando l'uscita di una elettrovalvola (*PneumaxValve:O.Data[0].0*) a proprio piacimento (*Valvola_1_a*). La seconda differenza riguarda l'indirizzamento: il controllore Panasonic necessita di un indirizzamento fisico, per cui è necessario assegnare a ciascuna variabile creata un indirizzo (es. %IX0.1, %MX0.0.1, ecc.), il controllore Rockwell invece ha un indirizzamento di tipo simbolico in cui è necessario fornire solamente il nome della variabile. Come vedremo nel capitolo dedicato alla realizzazione del pannello di interfaccia operatore virtuale, i pulsanti verranno creati richiamando solamente il nome dei tags del PLC di riferimento e non gli indirizzi. In allegato è fornita la lista completa di tutte le *Controller Tags* con le rispettive proprietà.

- *I/O Configuration* (Figura 122): l'ultima cartella dell'organizzazione del PLC riguarda la configurazione degli input e degli output.

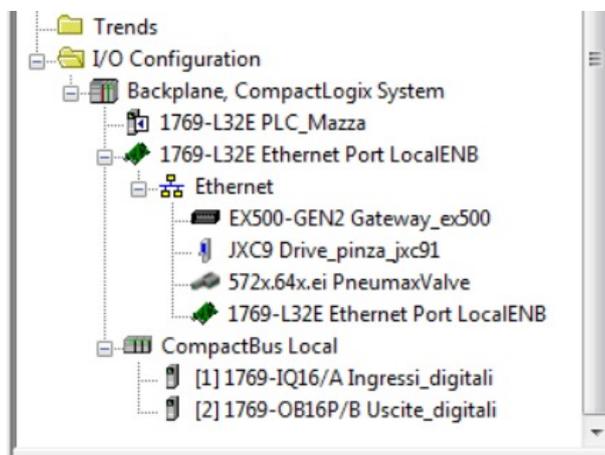


Figura 122: configurazione degli input e degli output del controllore

Aperto le proprietà della porta Ethernet locale del PLC (1769-L32E Ethernet Port LocalENB) è possibile modificare l'indirizzo IP del controllore, si è scelto 192.168.1.10. Nella sottocartella *Ethernet* è possibile aggiungere, dopo aver caricato i file EDS con la procedura descritta nel capitolo precedente, i nodi presenti sulla rete (batteria di valvole, drive pinza e gateway del pannello Smc) tramite il comando *New Module*. Con lo stesso comando, nella sottocartella CompactBus Local, è possibile anche aggiungere moduli locali quali le schede di input e di output digitali. Aggiungendo un nuovo modulo appare una lista di prodotti di diverse aziende tra cui cercare il componente desiderato (Figura 123). Tra tutti questi componenti appaiono anche quelli per cui sono stati caricati correttamente i file EDS.

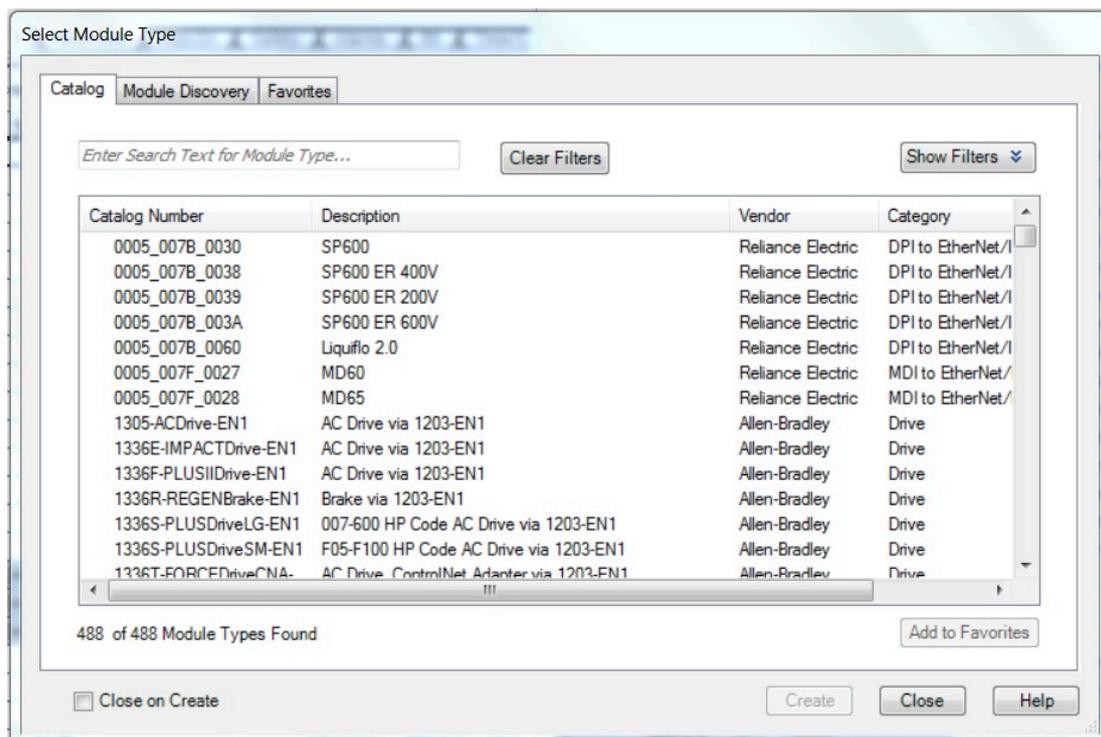


Figura 123: finestra di aggiunta di nuovi moduli locali o di nodi collegati sulla rete Ethernet

Dopo aver aggiunto un nodo Ethernet, è necessario configurarlo inserendo un nome, che poi comparirà nella lista dei tags del controllore, l'indirizzo IP ed eventualmente altre proprietà. Ad esempio, nel caso della batteria di valvole, come espressamente indicato sul manuale di istruzioni, è stato necessario dichiarare la configurazione con input di dimensione 8 bytes e output di dimensione 4 bytes (Figura 124).

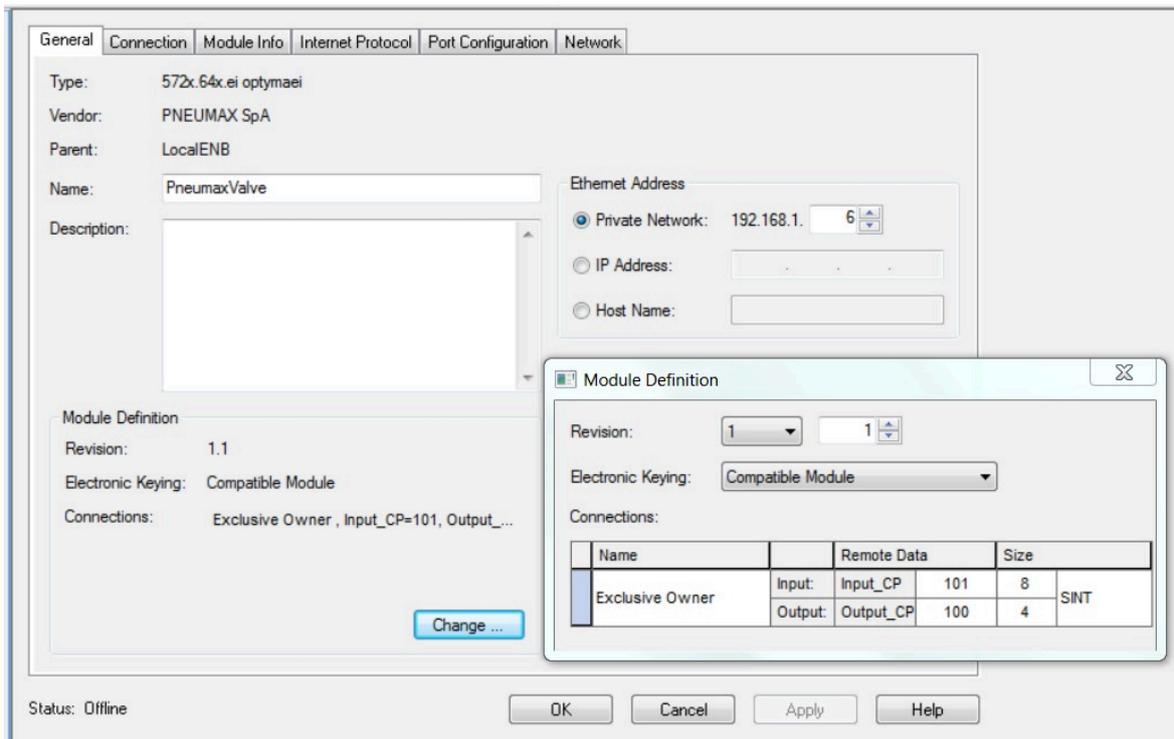


Figura 124: proprietà dei moduli di input/output aggiunti

Completata la configurazione del controllore è possibile procedere alla stesura del listato ladder. Si ricorda ancora che, nel momento in cui si dichiara una variabile (tag) riferita ad un I/O locale o di un nodo della rete Ethernet, è possibile utilizzare sia il nome completo assegnato in fase di configurazione, sia un nome a scelta ad esso associato tramite *Alias For*. Per esempio, il tag relativo l'output 11 (collegato al led blu) del modulo locale di uscite digitali, inserito nello slot 2 del Backplane del PLC, può

essere dichiarato come *Local:2:O.Data11*, oppure per semplicità *Led_blu* (alias di: *Local:2:O.Data11*).

Dopo aver descritto anche la configurazione del software per la creazione della virtual HMI verrà analizzato il ladder di controllo del ciclo automatico.

3.5.2 FactoryTalk® View Machine Edition

FactoryTalk® View Machine Edition dell'azienda Rockwell Automation è un software di interfaccia operatore semplice e versatile. Con questo programma è possibile creare progetti da scaricare su diversi modelli di pannelli HMI; purtroppo, il nuovo modello acquistato non è compatibile con il PLC e di conseguenza con questo software di programmazione. Il vantaggio di FactoryTalk® View ME è quello di poter creare un progetto e attraverso il collegamento Ethernet con il controllore eseguirlo direttamente dal PC di programmazione. In questo modo si aggira il problema di non poter utilizzare il pannello HMI fisico, e si controlla il processo da un pannello di interfaccia virtuale con le stesse caratteristiche e funzionalità.

Avviando l'applicazione, dopo aver rinominato il progetto che si vuole creare (*Prova_PLC_vecchio*), appare la schermata di Figura 125.

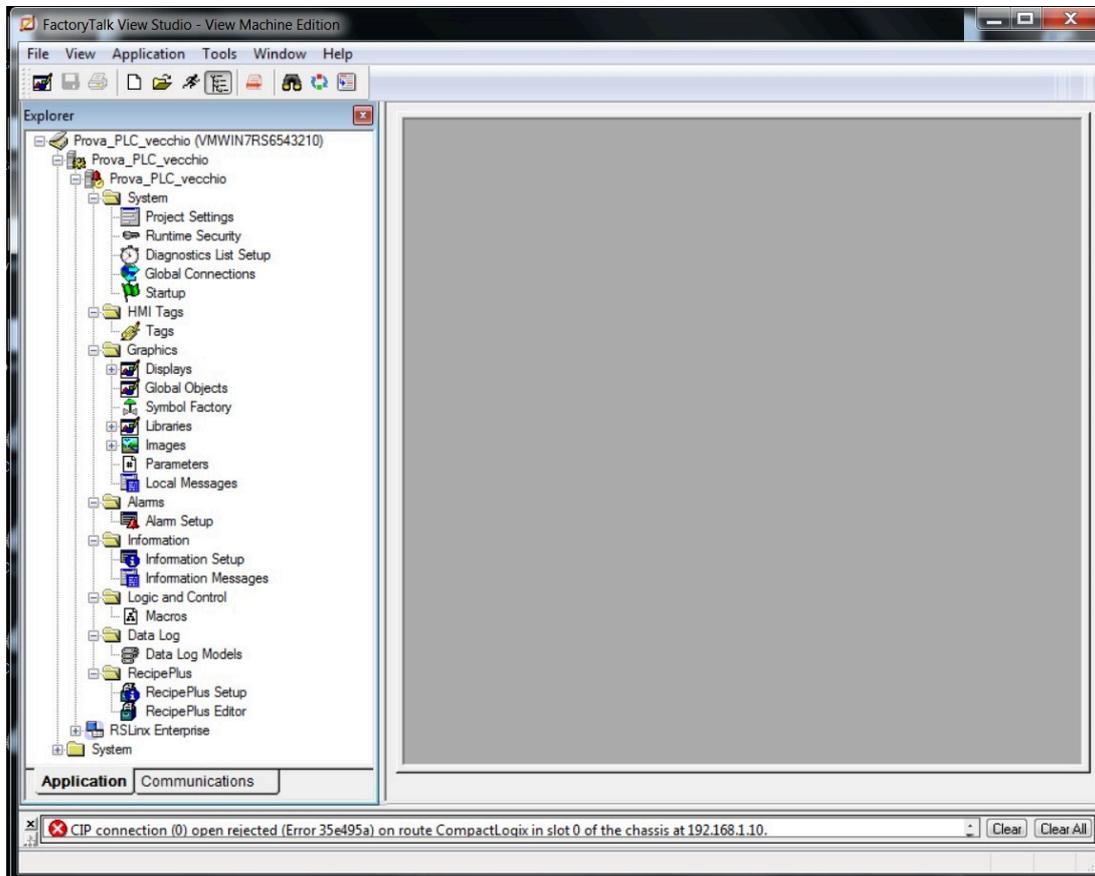


Figura 125: schermata principale del software FactoryTalk® View ME

La zona centrale è dedicata alla creazione e personalizzazione delle schermate (*Displays*), sul lato sinistro è invece presente la finestra di esplorazione del progetto (*Explorer*), in cui si trovano tutte le proprietà e informazioni che lo riguardano. Tra gli elementi di configurazione presenti in *Explorer* vedremo ora i più importanti per la realizzazione del progetto *Prova_PLC_vecchio* dell'HMI virtuale.

- *Properties e Project Settings* (Figura 126): cliccando con il tasto destro sul nome del progetto è possibile aprire la finestra *Properties* in cui sono visualizzati il percorso di salvataggio del progetto (*Project file*), il numero di pagine che lo compongono e si ha la possibilità di rinominare tale progetto. Aprendo invece la finestra *Project Settings* si può scegliere la dimensione delle schermate del pannello di interfaccia virtuale e modificarne alcune impostazioni di visualizzazione e posizionamento.

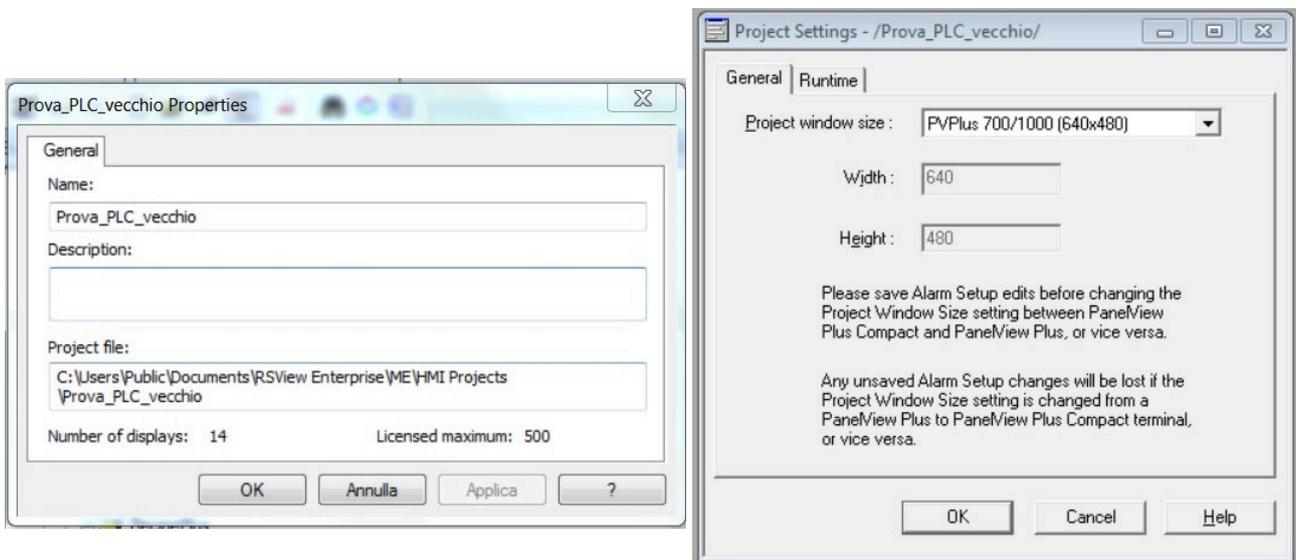


Figura 126: finestre di Properties e Project Setting

- *Graphics e Displays*: la cartella delle grafiche è dedicata alla realizzazione delle schermate. In *Displays* è possibile creare e personalizzare tali schermate come sarà ampiamente illustrato nel capitolo 3.7 dedicato alla programmazione dell'HMI. Nella cartella delle grafiche sono anche presenti le librerie di immagini e simboli che possono essere impiegati nella realizzazione del progetto.

- *RSLinx Enterprise – Communication Setup* (Figura 127): la finestra di configurazione della comunicazione è una delle più importanti, in quanto è possibile individuare i dispositivi collegati alla rete Ethernet e associare uno di essi. In questo caso, è stato necessario configurare il PLC 1769-L32E, rinominato semplicemente *plc1*, al fine di poter condividere e riconoscere i tags utilizzati nella creazione dei pulsanti delle diverse schermate. Ricordando che il dispositivo Allen-Bradley utilizza un indirizzamento di tipo simbolico, si dovrà assegnare ad ogni oggetto solamente il nome del tag e il nome del dispositivo di riferimento (es. `{{plc1}Start_hmi}`).

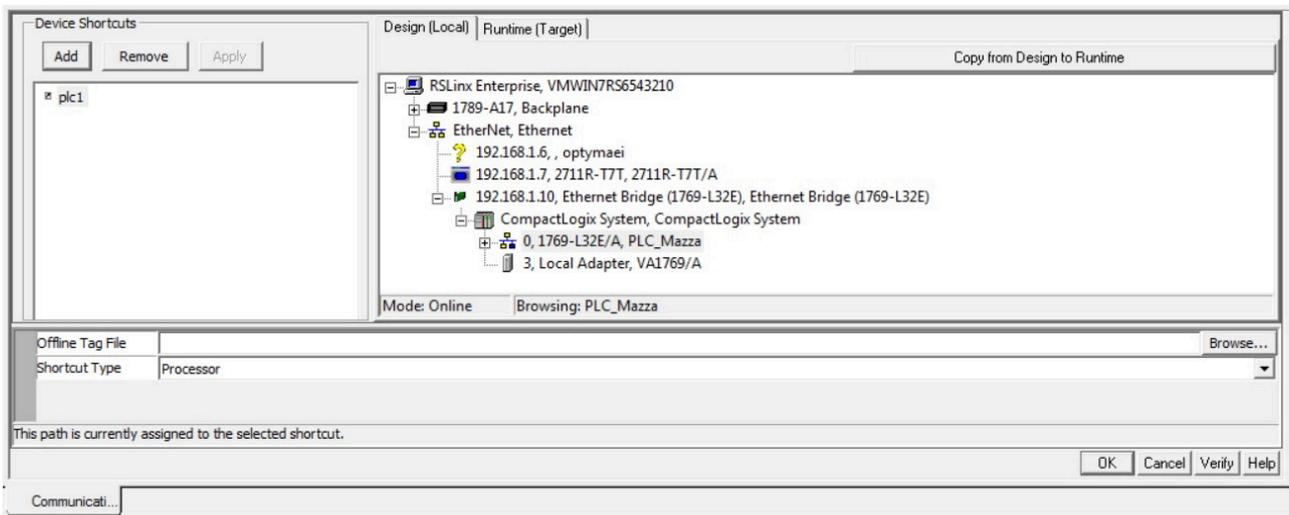


Figura 127: Communication Setup per la configurazione del PLC di riferimento

- *Communication* (Figura 128): l'ultima finestra di interesse è quella relativa alla comunicazione, in cui è visualizzabile lo stato di connessione di tutti i nodi presenti sulla rete Ethernet.

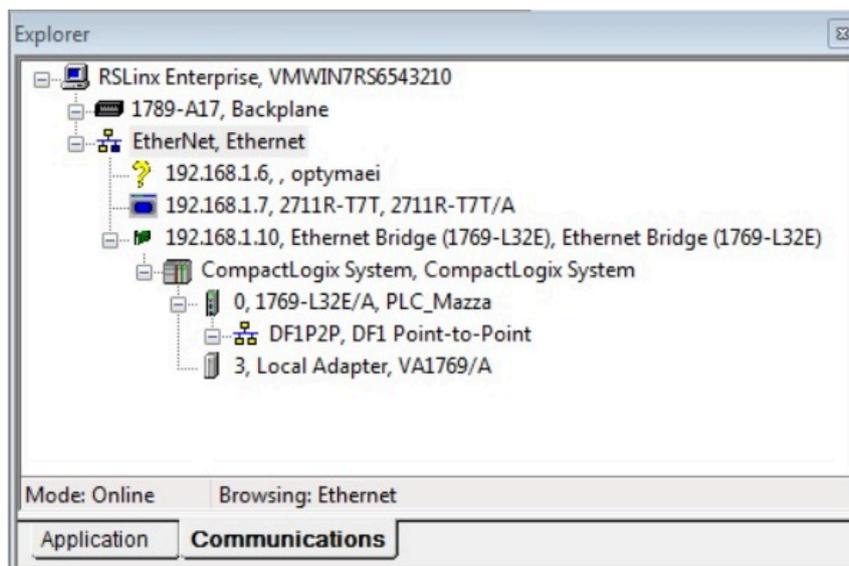


Figura 128: finestra Communication con lo stato di connessione dei nodi sulla rete Ethernet

3.6 Programmi ladder

Si passa ora alla descrizione della stesura dei programmi ladder per il controllo del sistema automatico. Il software RSLogix 5000 consente la realizzazione di un programma principale, denominato *MainRoutine*, e di altri programmi “secondari” che vengono eseguiti al presentarsi di determinate situazioni (*Subroutine*). Nel seguente lavoro di tesi la *MainRoutine* è dedicata alla selezione della modalità di funzionamento, invece le subroutine (*Prova_PLC*, *Routine_solo_expansione*, *Routine_Smc_Rockwell*, *Routine_Pinza_elettrica*) sono dedicate alla realizzazione dei programmi di controllo del sistema automatico.

Prima di descrivere nel dettaglio tutte le routine è importante spiegare quali sono le tre modalità di funzionamento previste: la modalità di prova del pannello di espansione, la modalità mista in cui hanno un ruolo sia il PLC Panasonic che quello Allen-Bradley e l’ultima modalità in cui l’intero sistema, composto da entrambi i pannelli didattici, è controllato dal controllore Allen-Bradley. La prima modalità prevede solamente il controllo del pannello di espansione, senza alcuna interazione con il sistema Smc. Questa modalità è stata realizzata soprattutto per testare i

componenti installati ed individuare eventuali anomalie che avrebbero potuto presentarsi durante l'esecuzione del ciclo automatico. Per la modalità mista è necessario collegare, tramite i morsetti spina-presa di tipo "mammut", gli input/output dei due PLC in modo che i due controllori si scambino i segnali di interblocco. Invece per l'ultima modalità è necessario isolare il controllore Panasonic e il pannello di interfaccia HMI Weintek e collegare sulla stessa rete Ethernet del PLC Allen-Bradley anche i due nodi (gateway EX500 e drive pinza JXC91) del pannello Smc.

La selezione della modalità di funzionamento avviene tramite il deviatore a levetta a tre posizioni (interruttore di sinistra): con l'interruttore nella posizione di riposo è abilitata la modalità di prova, con l'interruttore "down" è abilitata la modalità mista, con l'interruttore "up" quella in cui entrambi i sistemi sono controllati dal controllore Rockwell. La selezione della modalità, e quindi la scelta di quale subroutine eseguire, è gestita dalla *MainRoutine* illustrata in Figura 129. Come si può vedere il tag *Interruttore_sx_up* associato all'input 9 del PLC abilita la funzione *JSR* (*Jump to Subroutine*) che consente di passare all'esecuzione della *Routine_Smc_Rockwell* dedicata alla modalità mista, all'esecuzione della *Routine_Pinza_elettrica* dedicata ai comandi della pinza Smc e consente di attivare la variabile di tipo booleano *Prova_15*, che sarà utilizzata per accendere una lampadina sull'HMI virtuale per visualizzare la modalità selezionata. La funzione *JSR* si trova nella finestra degli *Add-On Instruction* sopra il programma ladder, ed è inserita nel gruppo di istruzioni *Program Control*. Come già specificato per il software FPWIN Pro, prima di utilizzare una qualunque istruzione è consigliato consultare l'*Help* per conoscerne le proprietà e sapere in che modo utilizzarla. Questa è piuttosto semplice, perché basta solamente inserire il nome della routine a cui si vuole passare. Proseguendo nel ladder, l'accensione del tag *Interruttore_sx_down*, associato all'ingresso 8 del controllore, impone l'esecuzione della *Routine_solo_espansione* dedicato al controllo da parte del dispositivo Allen-Bradley dell'intero sistema e abilita la variabile *Prova_14*, altra lampadina virtuale di visualizzazione della modalità scelta. Infine, l'assenza di entrambi i segnali di input

dell'interruttore, cioè deviatore in posizione neutra, consente l'esecuzione della modalità di prova gestita dalla routine *Prova_PLC* e accensione della variabile utilizzata nell'HMI virtuale *Prova_13*.

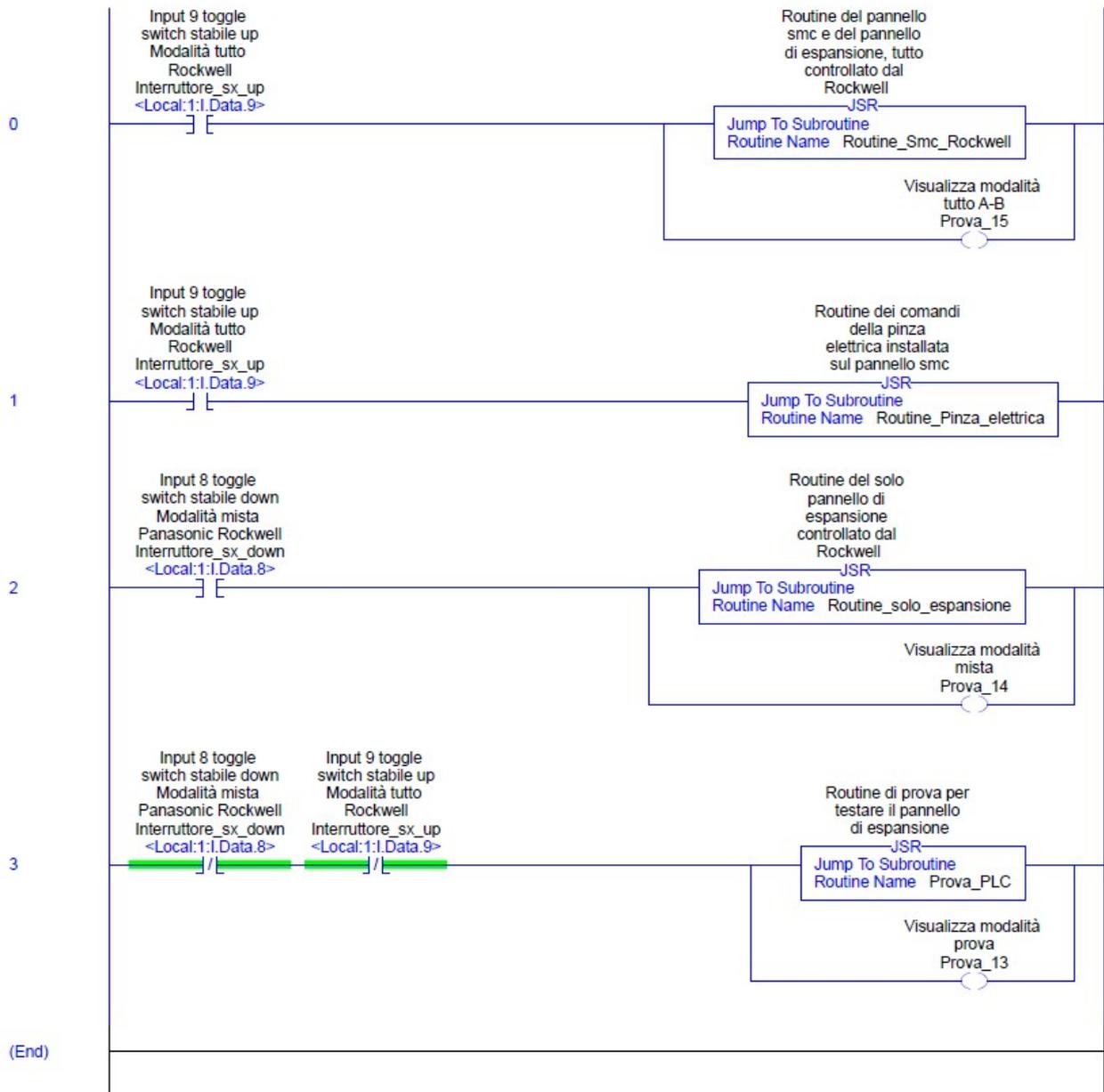


Figura 129: MainRoutine per la selezione della modalità di funzionamento del sistema automatico

Dopo aver descritto il programma principale è possibile passare alla descrizione delle sue subroutines.

3.6.1 Subroutine della modalità di prova

Questa subroutine è utilizzata per testare le funzionalità del pannello di espansione. È un programma ladder piuttosto semplice con dei tag di comando manuale, che poi saranno associati a dei pulsanti sul pannello di interfaccia virtuale, che eccitano gli output dei led colorati, delle elettrovalvole e dei relè di controllo del nastro trasportatore.

La subroutine *Prova_PLC* è stata realizzata nel seguente modo:

- Restart del sistema automatico (Figura 130): queste prime reti del listato sono uguali in ogni subroutine, quindi verranno descritte solamente questa volta. Sono analoghe a quelle già presenti sul programma del pannello Smc e hanno la funzione di rendere nuovamente operativo il sistema automatico dopo un arresto dovuto ad un'emergenza o ad un'interruzione di corrente. Ricordando che il pulsante di emergenza a fungo (*Interruttore_fungo_emg*) è di tipo NC, il contatto sul ladder ad esso associato rimane abilitato quando il pulsante non è azionato, non è invece alimentato quando viene azionato il pulsante e si apre il contatto NC. Affinché il tag di controllo *Emg_ok* sia attivato è necessario che il fungo di emergenza non sia premuto e che si prema il tasto virtuale di restart (*Restart_hmi*), avente la funzione di eccitare la bobina *F_restart*. Quando invece si aziona il pulsante di emergenza, si disattiva la funzione di restart (*F_restart*) e si accende il led rosso controllato dalla variabile *F25* che viene settata.

È necessario soffermarsi ancora su due elementi che si differenziano rispetto al software FPWIN Pro del PLC Panasonic. Le lettere S (set) e R (reset) nelle bobine di output sono sostituite dalle lettere L (latch) e U (unlatch). L'istruzione fronte di salita *DF* è sostituita dal bit *ONS* (*One Shot*); entrambe, come era stato spiegato nel capitolo dedicato al software Panasonic, hanno la funzione di attivare il successivo output per un unico ciclo di scansione.

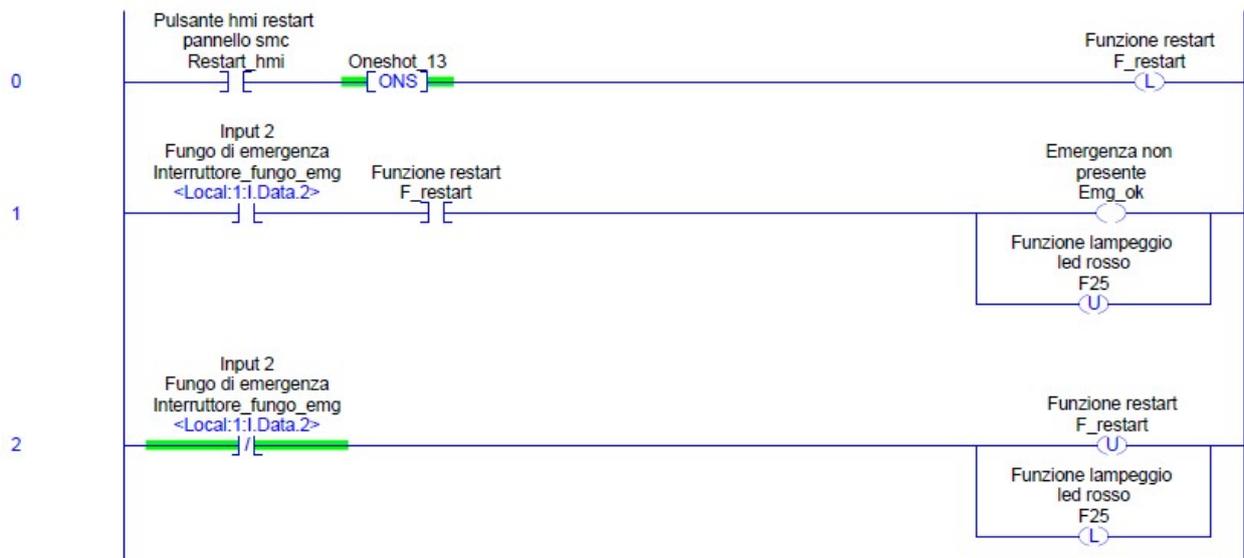


Figura 130: restart del sistema automatico

- Accensione dei led (Figura 131): il segnale di uscita che consente l'accensione dei diodi luminosi (*Led_verde*, *Led_giallo*, *Led_rosso*, *Led_blu*) è abilitato, solamente in assenza di emergenze, premendo il pulsante virtuale dedicato (*Man_led_verde*, *Man_led_giallo*, *Man_led_rosso*, *Man_led_blu*). Si noti che sulla rete dedicata al led rosso è inserita, in parallelo al tasto manuale presente sull'HMI virtuale, la funzione *F25* precedentemente descritta, che consente l'accensione di tale led in caso di azionamento del pulsante di emergenza. Per rendere più accattivante l'accensione dei diodi luminosi è stato creato un bit di intermittenza di 500 ms (*Clock05*), che determina il lampeggio del led. Tale intermittenza è realizzata con un timer (*Timer_clock*) di 1000 ms che riparte continuamente ogni volta che termina (*Timer_clock.DN*). Con la funzione di confronto *GEQ* (Grtr Than or Eql), appartenente alle istruzioni del gruppo *Compare*, si compara il valore di accumulo del timer (*Timer_clock.ACC*) con il valore impostato 500 ms, solamente quando il timer è maggiore o uguale a tale valore si abilita l'uscita *Clock05*. Si ottiene così un bit che passa continuamente da 0 a 1 ogni 0,5 secondi e che abilita le uscite dei led (output 8,9,10 e 11) con tale frequenza.

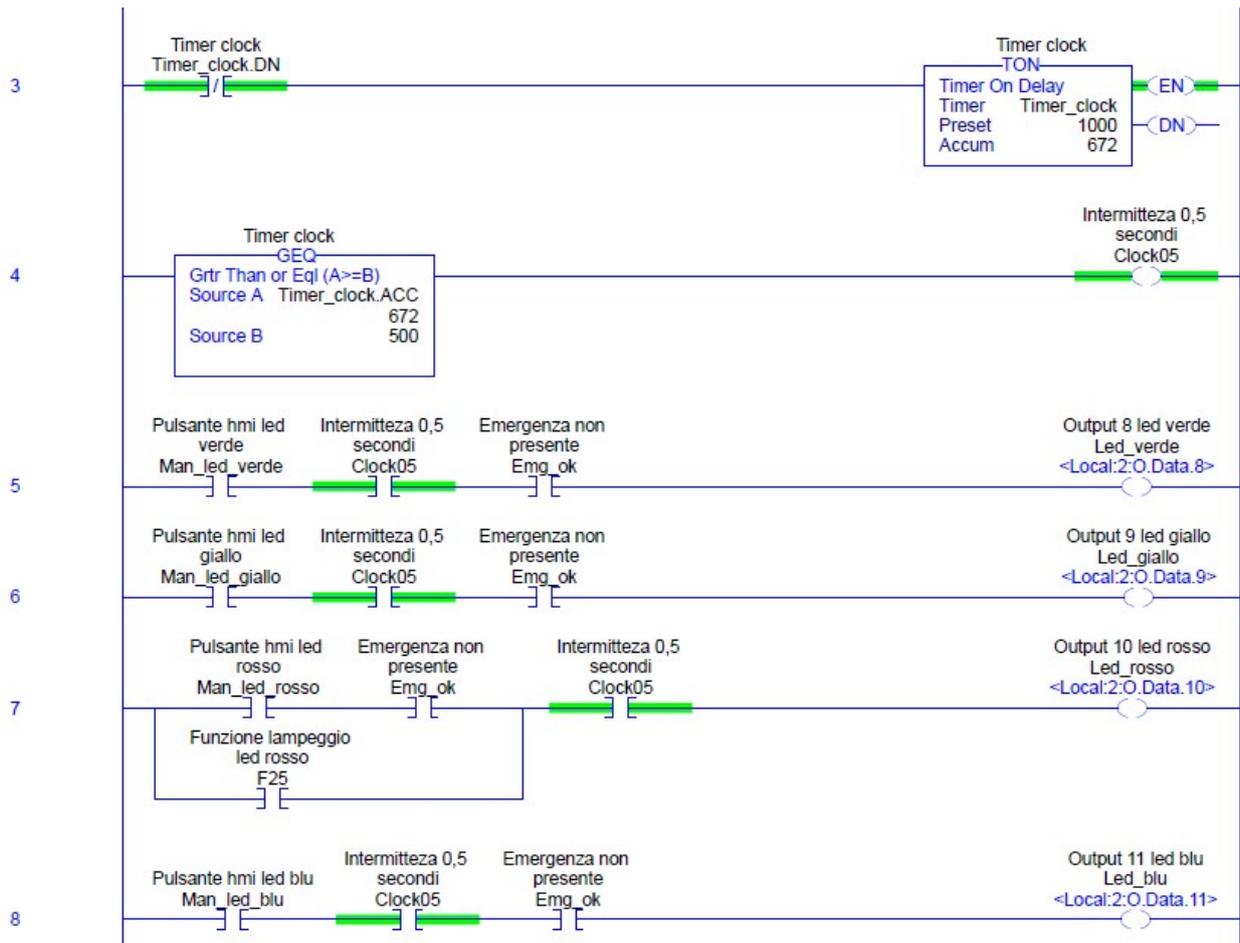


Figura 131: reti dedicate all'accensione intermittente dei led colorati

- Eccitamento dei solenoidi delle elettrovalvole (Figura 132): i comandi per l'attivazione delle uscite delle elettrovalvole Pneumax sono piuttosto semplici e immediati. Azionando il pulsante virtuale *Man_orizzontale_dx* si eccita il solenoide della *Valvola_1_a* che consente la corsa verso destra del cilindro orizzontale senza stelo. Affinché questa uscita venga abilitata non devono esserci segnali di emergenza e non deve esserci la compresenza del segnale di comando dell'altro solenoide della medesima valvola (*Man_orizzontale_sx*). Le reti successive sono analoghe, i segnali dei pulsanti manuali *Man_orizzontale_sx*, *Man_verticale_up*, *Man_verticale_down*, *Man_pinzetta_open*, *Man_pinzetta_close* abilitano le rispettive uscite *Valvola_1_b*, *Valvola_2_a*, *Valvola_2_b*, *Valvola_3_a*, *Valvola_3_b* e consentono la corsa verso sinistra del cilindro senza stelo

orizzontale, la corsa verso l'alto e verso il basso del cilindro verticale e l'apertura e la chiusura della pinzetta pneumatica. È sempre necessaria l'assenza di emergenze e l'assenza (contatto negato) del segnale del pulsante manuale relativo al comando della stessa elettrovalvola nel verso opposto. L'assenza di segnali di emergenza è sempre valida per tutti gli output, in quanto il pulsante a fungo ha proprio la funzione di tagliare le uscite, per cui questo concetto non verrà più ripetuto e nelle successive pagine sarà considerato sottointeso.

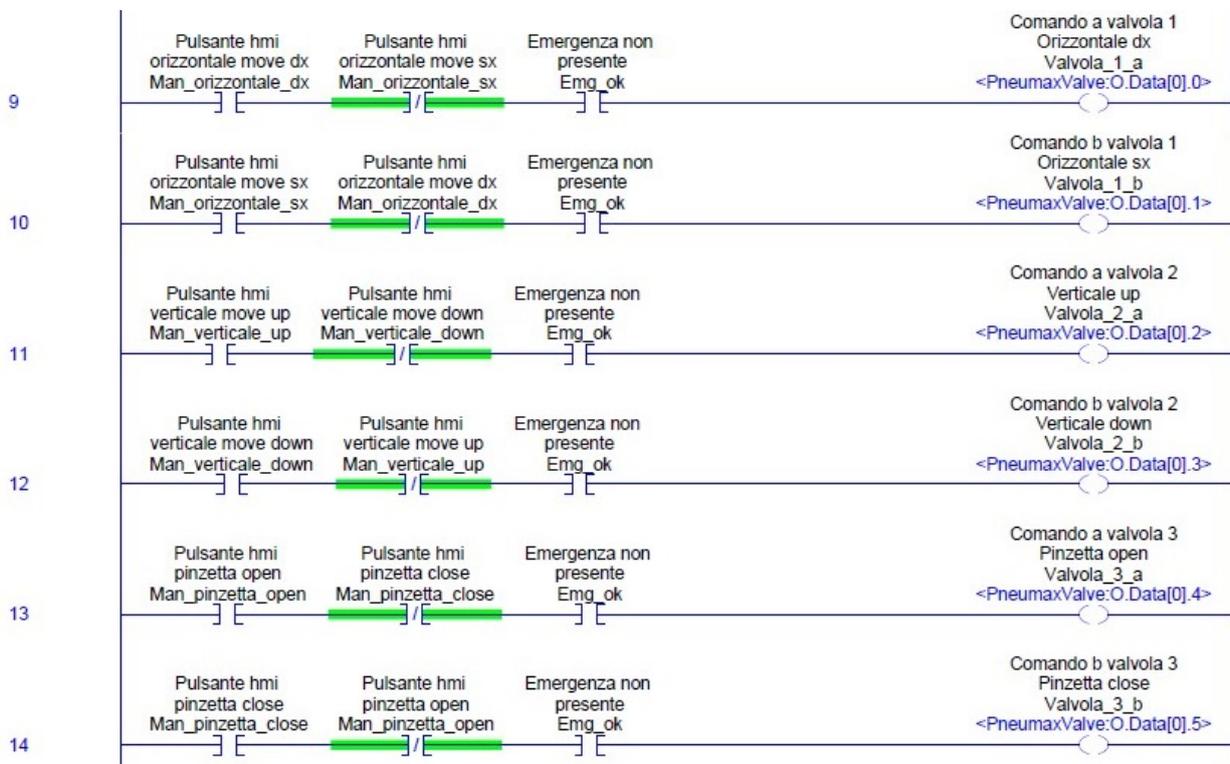


Figura 132: comandi per l'attivazione delle uscite delle elettrovalvole

- Marcia avanti del nastro trasportatore e test del sensore capacitivo destro (Figura 133): le ultime reti del ladder di prova del banco di espansione sono dedicate al controllo del nastro trasportatore. Verranno riportate solamente le reti relative alla marcia avanti del nastro, perché quelle della marcia indietro sono analoghe. Insieme al controllo del nastro sono stati testati anche i sensori capacitivi montati sul suo telaio; in particolare, si è voluto testare la loro capacità di arrestare il nastro trasportatore pochi istanti dopo aver individuato l'oggetto

da afferrare in transito su di esso. Per evitare la contemporanea attivazione degli output 0 (*Nastro_indietro*) e output 1 (*Nastro_avanti*) che causerebbero un cortocircuito, sono state create due funzioni di supporto (*Interblocco_avanti* e *Interblocco_indietro*). Premendo l'interruttore virtuale *Man_nastro_avanti* si attiva l'uscita verso il relè che aziona la marcia avanti del nastro e si setta la funzione di interblocco. Tale funzione si disattiva 500 ms (*Timer_int_avanti.DN*) dopo aver disattivato l'interruttore di marcia avanti e solo in quel momento il contatto negato *Interblocco_avanti* si attiva ed è possibile abilitare la marcia indietro. Viceversa accade con l'interruttore *Man_nastro_indietro* e la funzione *Interblocco_indietro*.

Per verificare la funzionalità del sensore capacitivo destro si deve premere l'interruttore virtuale *test_cap_dx*, azionare la marcia avanti e aspettare il segnale di input 0 del sensore in esame (*Capacitivo_dx*) che indica il passaggio dell'oggetto. La simultanea presenza di questi tre segnali attiva un timer (*Timer_capacitivo_dx*) che, una volta terminato (*Timer_capacitivo_dx.DN*), essendo posto come contatto negato in serie sulla stessa rete dell'output di marcia avanti, interrompe l'alimentazione di tale uscita. Con la marcia indietro del nastro trasportatore è possibile fare un test analogo per il sensore capacitivo sinistro. Questo test è stato utilizzato per cercare il tempo di attesa esatto per far fermare l'oggetto da afferrare nella posizione di centro pinza, ma, avendo inserito le piastre di guida e battuta, tale prova perde di significato. Sarà comunque importante fermare il nastro qualche istante dopo il transito del cilindro metallico davanti al sensore, 700 ms sono sufficienti, per fare in modo che tale cilindro venga guidato dalle piastrine nella posizione corretta.

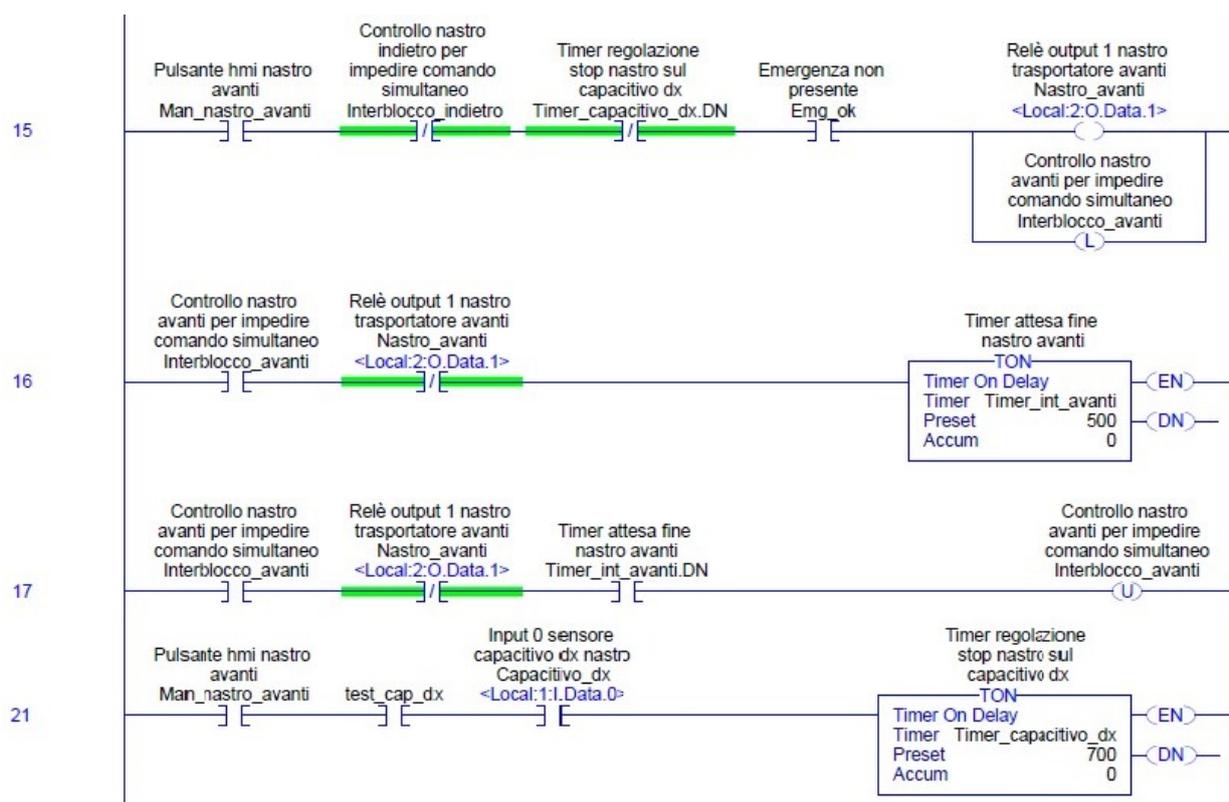


Figura 133: marcia avanti del nastro trasportatore e test del sensore capacitivo destro

Termina così la descrizione della subroutine *Prova_PLC*, utilizzata come test per le funzionalità del pannello didattico di espansione.

3.6.2 Subroutine di controllo della pinza elettrica

La subroutine *Routine_Pinza_elettrica*, eseguita solamente con la modalità di funzionamento in cui tutto il sistema è controllato dal PLC Allen-Bradley, è molto simile a quella già descritta per il controllore Panasonic, l'unica differenza riguarda il superamento di una criticità emersa durante la prima parte del lavoro di tesi. In particolare, la pinza elettrica non rispondeva al comando di chiusura, per riuscire a completare il ciclo di lavoro si era sostituito quel comando con quello di ritorno nella posizione di origine, molto prossima alla posizione di pinza chiusa. Si era ipotizzato che le due posizioni di lavoro non fossero state registrate correttamente sul drive JXC91; infatti, una volta avuto a disposizione il cavo di programmazione JXC-W2A-C, si è potuto confermare questa supposizione e correggere l'errore. Prima di utilizzare il

software di programmazione del drive della pinza elettrica ACT Controller dell'azienda Smc, è necessario collegare il cavo JXC-W2A-C da un alto al drive pinza JXC91, dall'altro alla porta USB del PC di programmazione, scaricare dal sito internet della Smc la cartella contenenti i drive di configurazione della porta USB e, in *Gestione dispositivi*, aggiornare due volte i driver della porta di comunicazione appropriata. La procedura di configurazione è spiegata dettagliatamente nel manuale del cavo JXC-W2A-C. [33]

A questo punto è possibile avviare il software scegliendo la porta di comunicazione configurata e immediatamente viene visualizzata la tabella delle posizioni registrate sul dispositivo. In Figura 134 sono riportate le posizioni registrate prima dell'inizio del seguente lavoro di tesi sul drive JXC91. Ci sono degli errori che impedivano il corretto posizionamento della pinza elettrica.

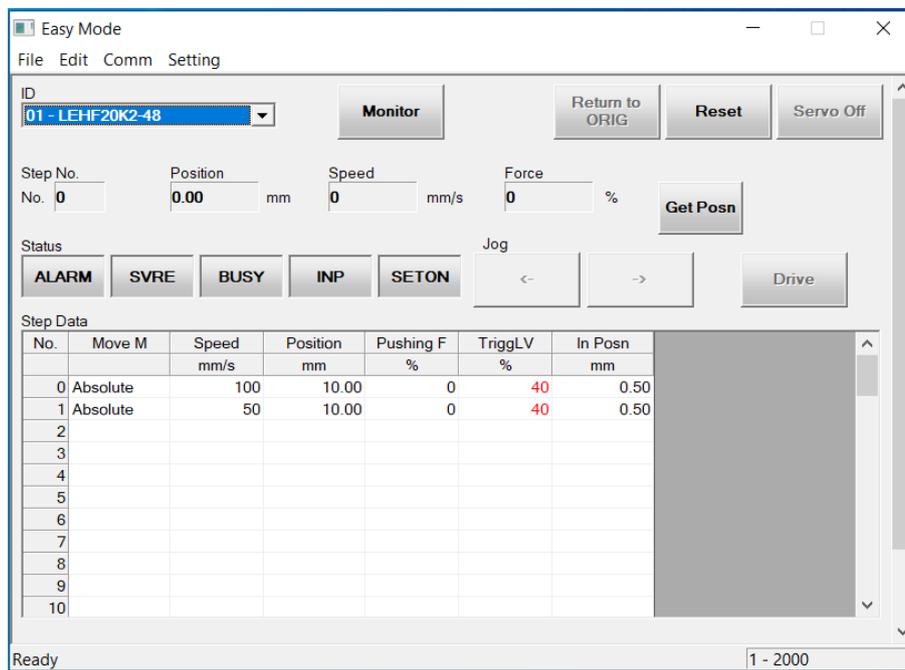


Figura 134: errore nella registrazione delle posizioni sul drive pinza elettrica JXC91

La giusta programmazione del drive JXC91 prevede, nella riga 0 della tabella, l'inserimento della posizione di origine (*Return to ORIG – Get Posn*), tutte le altre righe

sono dedicate alle altre posizioni di lavoro. Per ogni riga è possibile scegliere una posizione assoluta o relativa, una velocità di movimento e una forza di spinta. In questo caso la tabella è stata modificata con l'inserimento della posizione di origine, la posizione di pinza aperta, quella di pinza chiusa e un'ulteriore posizione che però non rientra nel ciclo di lavoro (Figura 135). Si ricorda che nel ladder le posizioni registrate in tabella vengono richiamate con bit in sistema binario: bit 0 per la posizione 1, bit 1 per la posizione 2, bit 0 + bit 1 per la posizione 3, bit 2 per la posizione 4, bit 0 + bit 2 per la 5 e così via.

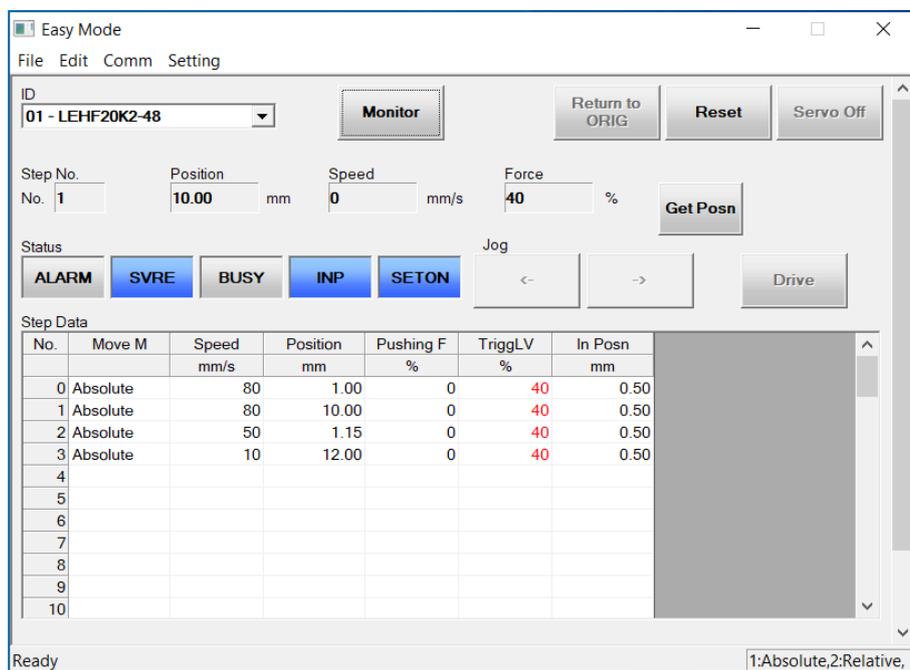


Figura 135: registrazione delle nuove posizioni corrette sul drive pinza JXC91

Verrà ora analizzato il ladder dedicato al controllo della pinza soffermandosi solamente sulle modifiche apportate, in quando è analogo a quello realizzato per il PLC Panasonic:

- Accensione del drive JXC91 e operazione di homing (Figura 136): il bit F10, attivato tramite un pulsante virtuale di accensione del servomotore della pinza elettrica, attiva l'uscita SVON. Il bit F11 o il pulsante manuale di homing, se il

sistema non è in movimento (contatto *BUSY* negato), attivano l'uscita *SETUP* di ritorno all'origine.

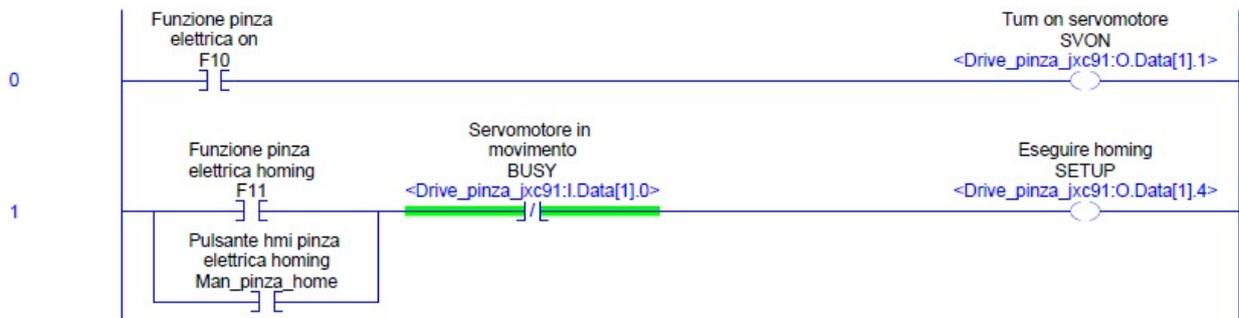


Figura 136: accensione del servomotore e ritorno all'origine

- Posizione di pinza aperta (Figura 137): il bit *F12* o il pulsante virtuale di pinza aperta (*Man_pinza_step1*), se il servomotore è fermo, settano la bobina di selezione della posizione relativa al bit 0, avviano un brevissimo timer di ritardo (*Timer_step1*) che una volta terminato setta la bobina di *DRIVE*. Raggiunta la posizione (*TARGET_BIT_0*) si resetta la bobina dell'istruzione da eseguire; dopodiché, quando il servomotore si mette in movimento, si resetta anche l'uscita *DRIVE* di comando. Si raggiunge così la posizione di pinza aperta (riga 1 della tabella associata al bit 0) e il drive è pronto a comandare un nuovo spostamento.

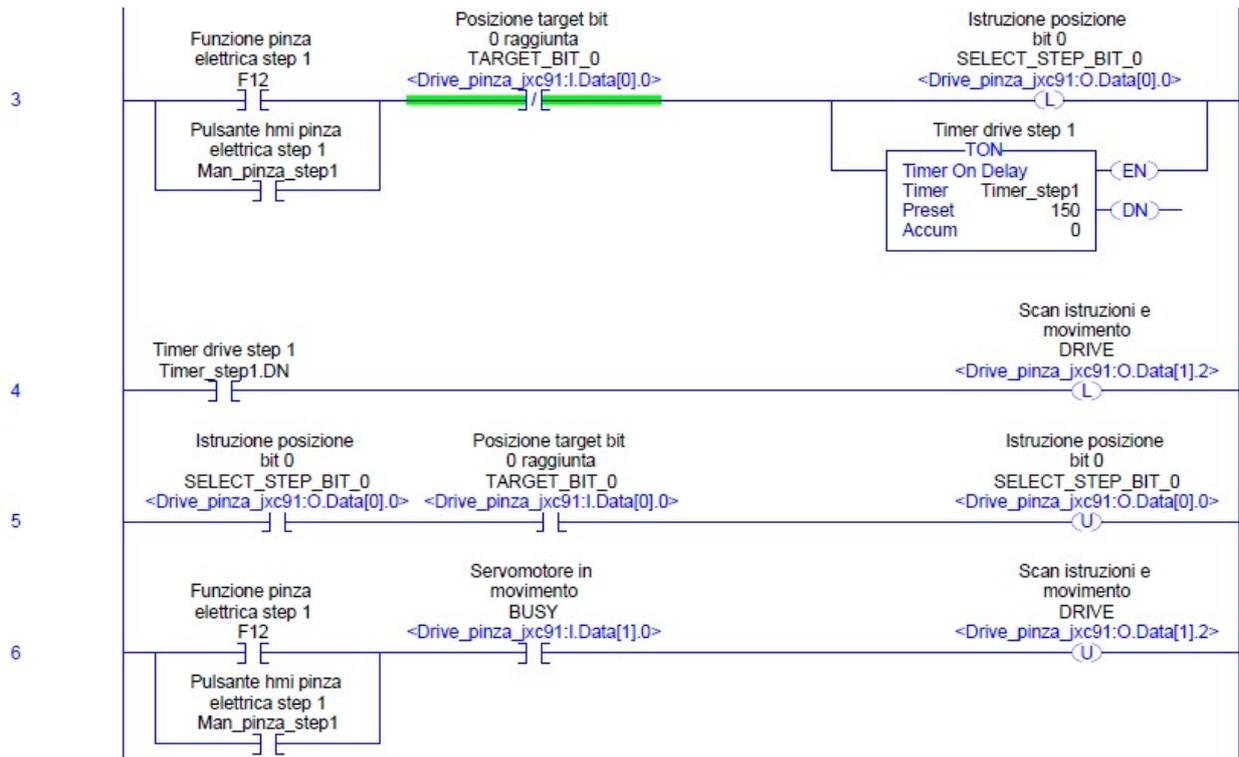


Figura 137: esecuzione dello spostamento in posizione di pinza aperta

- Posizione di pinza chiusa (Figura 138): la procedura è analoga allo spostamento in posizione di pinza aperta. Il bit relativo alla pinza chiusa è il bit 1 (riga 2 della tabella delle posizioni registrate). L'esecuzione di tale spostamento sarà comandata dall'attivazione del bit *F13* e dal pulsante virtuale *Man_pinza_step2*.

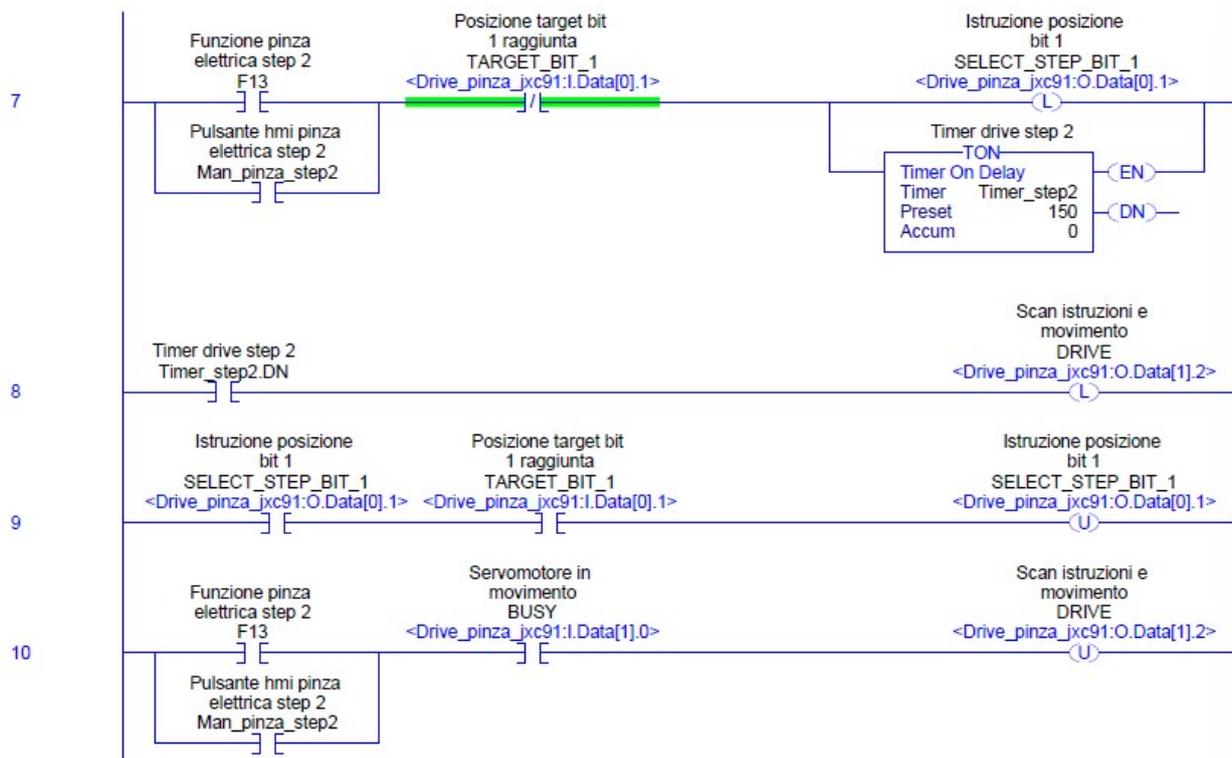


Figura 138: esecuzione dello spostamento in posizione di pinza chiusa

3.6.3 Subroutine della modalità tutto Allen-Bradley

È necessario ora descrivere l'altra subroutine (*Routine_Smc_Rockwell*) che viene eseguita selezionando la modalità di funzionamento gestita dal solo PLC Allen-Bradley. Si ricorda che è necessario aggiungere alla rete Ethernet del banco di espansione anche i due nodi Smc dell'altro pannello didattico e di fatto escludere il PLC Panasonic.

Il ciclo di lavoro completo prevede l'esecuzione di una parte del ciclo sul pannello Smc già ampiamente analizzato, la successiva esecuzione del ciclo del pannello di espansione, per poi terminare con l'ultima parte del ciclo Smc. Verranno ora descritti tutti gli step, ci si soffermerà con più attenzione solamente sulle novità apportate e sul ciclo di lavoro del pannello di espansione.

- Selezione modalità di funzionamento: è sempre presente la possibilità di scegliere tra ciclo automatico, ciclo singolo o modalità manuale. L'unica

differenza riguarda il pannello di interfaccia virtuale in cui il selettore a tre posizioni è stato sostituito da un input numerico.

- Selezione modalità nastro (Figura 139): è stata inserita, sempre tramite input numerico, la possibilità di scegliere il verso di rotazione del nastro trasportatore. Quando il tag di tipo intero *Mod_nastro* è posto uguale a 1 si seleziona la modalità di marcia avanti (*Mod_avanti*), quando è posto uguale a 2 si seleziona la modalità marcia indietro (*Mod_indietro*).

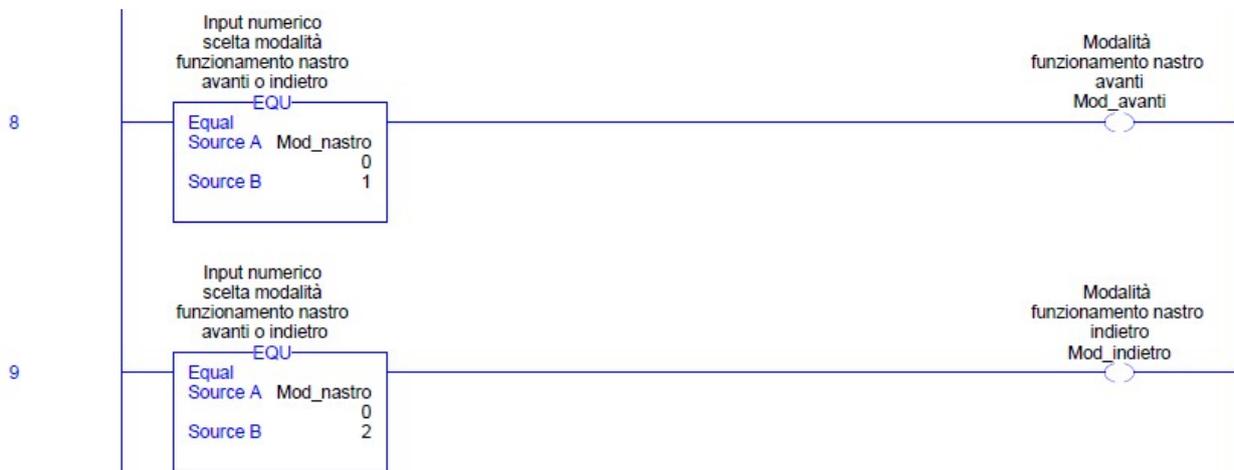


Figura 139: selezione della modalità di funzionamento del nastro trasportatore

- Sistema pronto per la partenza del ciclo di lavoro (Figura 140): il led verde lampeggiante, settato dal bit *F23*, è stato utilizzato per segnalare che il ciclo è pronto per essere avviato. In particolare, è necessario selezionare la modalità di marcia del nastro trasportatore (*Mod_avanti* o *Mod_indietro*), selezionare la modalità di ciclo (*Ciclo* o *Automatico*), accendere il servomotore della pinza elettrica (*SVRE*) tramite opportuno interruttore virtuale (*F10* vista nel programma della pinza elettrica), eseguire la procedura di homing e riportare la pinza in posizione aperta (*TARGET_BIT_0*). A questo punto premendo il pulsante virtuale di start (*Start_hmi*), oppure portando l'interruttore con ritorno a molla verso il basso (*Interruttore_dx_down*), si attiva il tag di ciclo avviato (*F_avviato*) e si spegne il led verde (reset di *F23*).

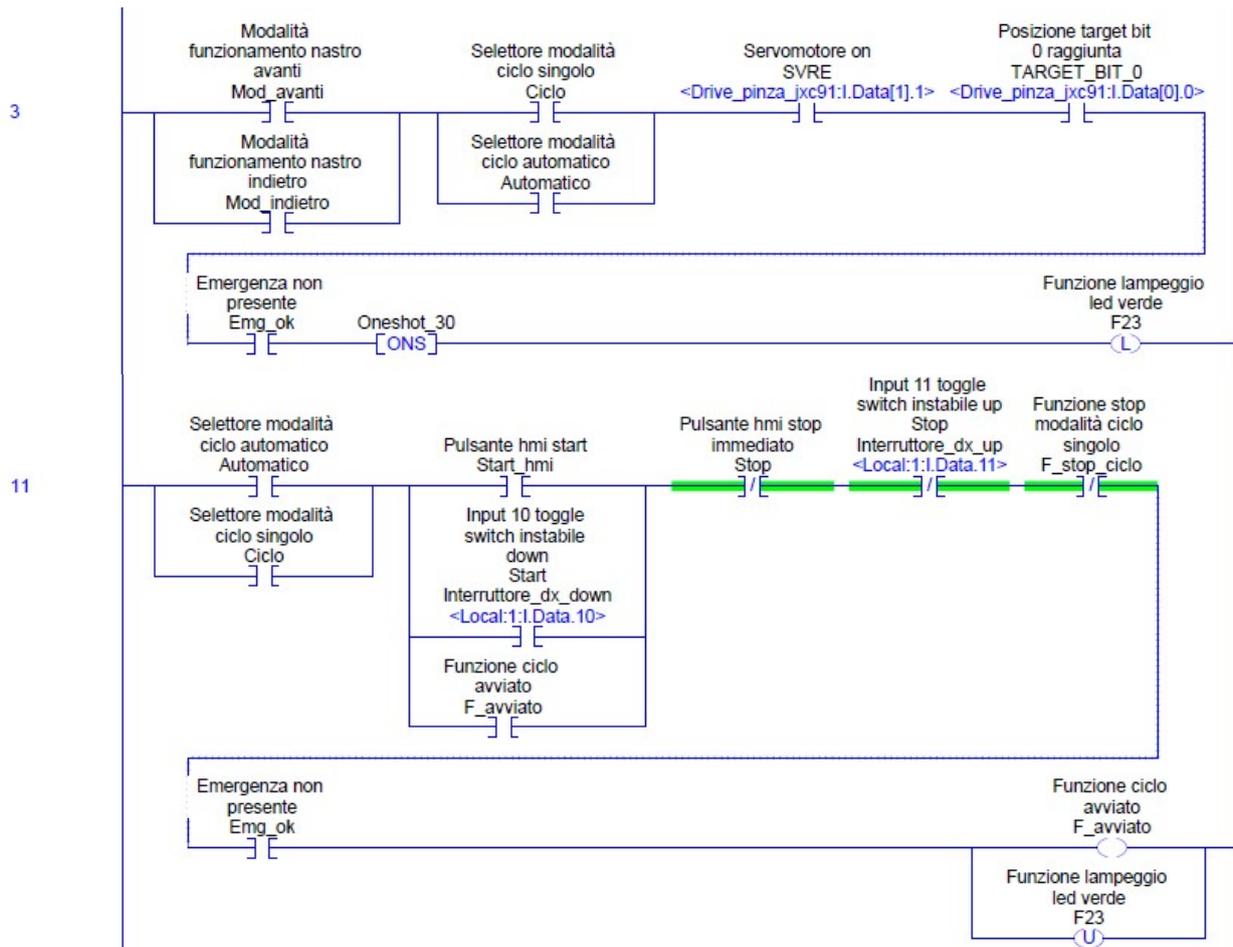


Figura 140: preparazione del sistema e avvio del ciclo di lavoro

Avviando l'esecuzione del ciclo, si noti che i primi passi sono realizzati sul pannello didattico Smc e sono identici a quelli già descritti nel secondo capitolo.

- Passo 1: al primo passo del ciclo, il cilindro cadenzatore si sposta indietro facendo cadere la pallina. Questo step è attivato dalla compresenza dei segnali provenienti dal pulsante di start, dal servomotore acceso, dalla pinza in posizione aperta e dai finecorsa dei cilindri cadenzatore e cassetto che ne indicano la posizione "avanti".
- Passo 2: l'esecuzione del primo passo, con conseguente attivazione dell'input del sensore di finecorsa indietro del cilindro cadenzatore e dell'input di

presenza pallina, attivano la corsa indietro del cilindro cassetto che fa cadere la pallina all'interno della pinza elettrica.

- Passo 3: con il segnale di finecorsa indietro del cassetto è l'assenza della pallina davanti alla fotocellula, tale cilindro cassetto si riporta in posizione avanti.
- Passo 4: una volta richiuso il cassetto si riporta in posizione avanti anche il cilindro cadenzatore.
- Passo 5: a questo punto, dopo 1 secondo di attesa, si chiude la pinza elettrica tramite l'attivazione della variabile *F13* che, come abbiamo visto in precedenza, abilita il movimento verso la posizione 2 registrata in tabella (*TARGET_BIT_1*) e non più l'operazione di homing come avveniva con l'errata configurazione del drive JXC91.
- Passo 6: quando la pinza è chiusa l'attuatore rotativo si porta in posizione down.
- Passo 7: raggiunta tale posizione, la pinza elettrica si apre con l'attivazione del tag *F12*, che consente il movimento verso la prima posizione registrata (*TARGET_BIT_0*), la pallina viene depositata all'interno del tubo corrugato plastico e, dopo un'attesa di 1,2 secondi, l'attuatore rotativo torna in posizione up.
- Passo 8 (Figura 141): dopo che l'attuatore rotativo è tornato in posizione up, invece di avviare il soffio di aria compressa che riporta la pallina in posizione di partenza, come avveniva nel ciclo del solo pannello Smc, inizia il ciclo di lavoro del pannello di espansione. Vengono attivate le uscite *F21_1* e *F19_1* che, come si vede nelle reti del ladder dedicate all'attuazione, abilitano le uscite delle elettrovalvole di apertura della pinzetta pneumatica (*Valvola_3_a*) e di corsa del cilindro verticale verso l'alto (*Valvola_2_a*). È necessario sollevare il manipolatore per non ostacolare l'oggetto cilindrico in transito sul nastro trasportatore. Come si può vedere la struttura è la medesima del ladder Smc, si usa la funzione *MOV (Move)* per passare, al verificarsi di determinate

condizioni, allo step successivo, e la funzione *EQU* (*Equal*) per abilitare le uscite solamente quando si ha effettivamente raggiunto tale step.

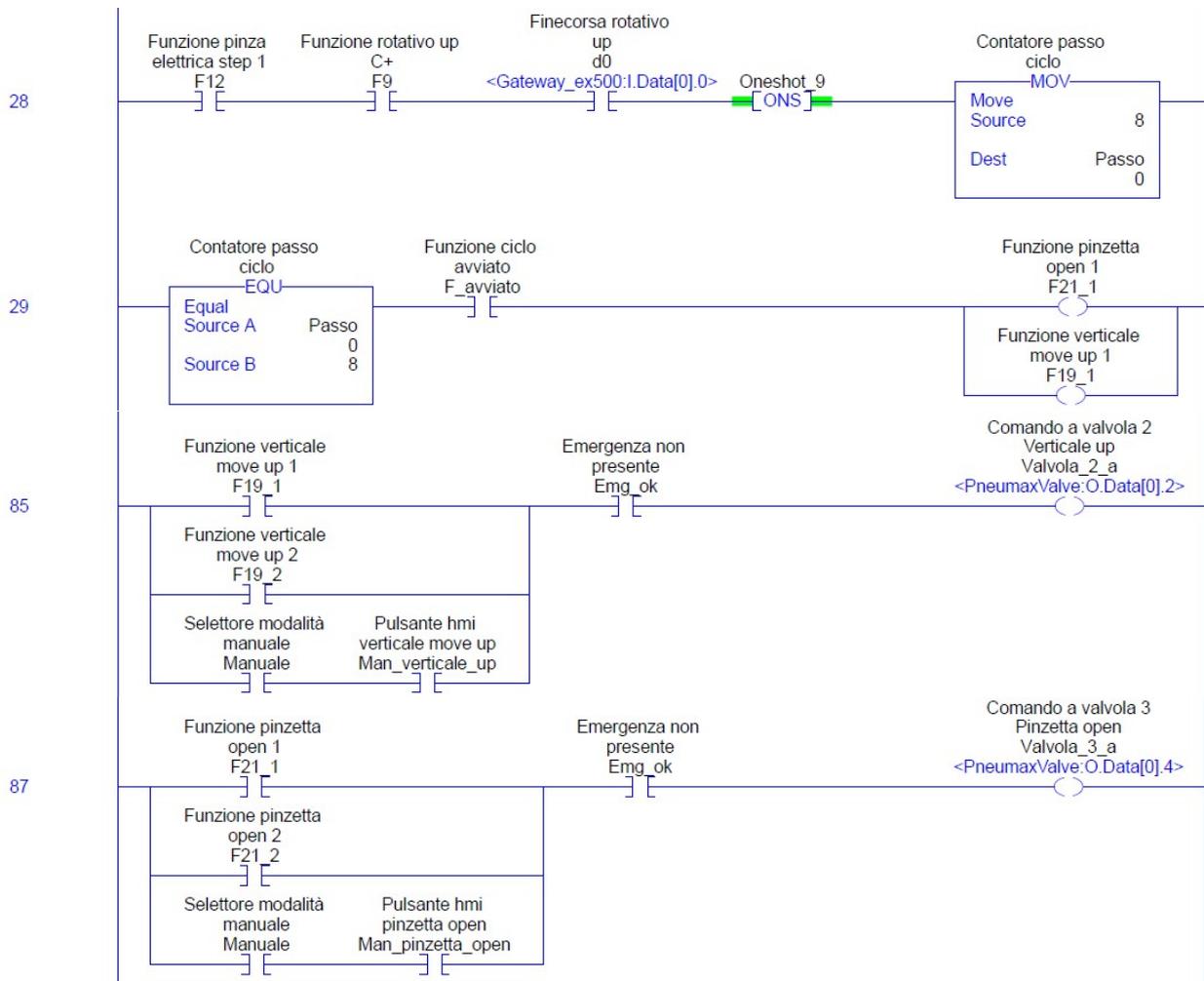


Figura 141: descrizione del passo 8 del ciclo di lavoro

- Passo 9 (Figura 142): si procede allo step 9 dopo aver aperto la pinzetta e aver raggiunto la posizione del finecorsa *Reed_verticale_up*. In questo passo si avvia il motore del nastro trasportatore e, a seconda della modalit  selezionata, si setta la bobina di marcia avanti (F15) o di marcia indietro (F16). Queste due variabili a loro volta attivano i tags *Prova_7* e *Prova_8* che abilitano l'uscita sul rel  di controllo del motore del nastro trasportatore. Le linee di codice sono le stesse gi  viste nel programma di prova, in cui, oltre ad attivare l'output, si crea

una funzione di supporto che impedisce la contemporanea presenza dei segnali sui relè di marcia avanti e marcia indietro che causerebbero un cortocircuito.

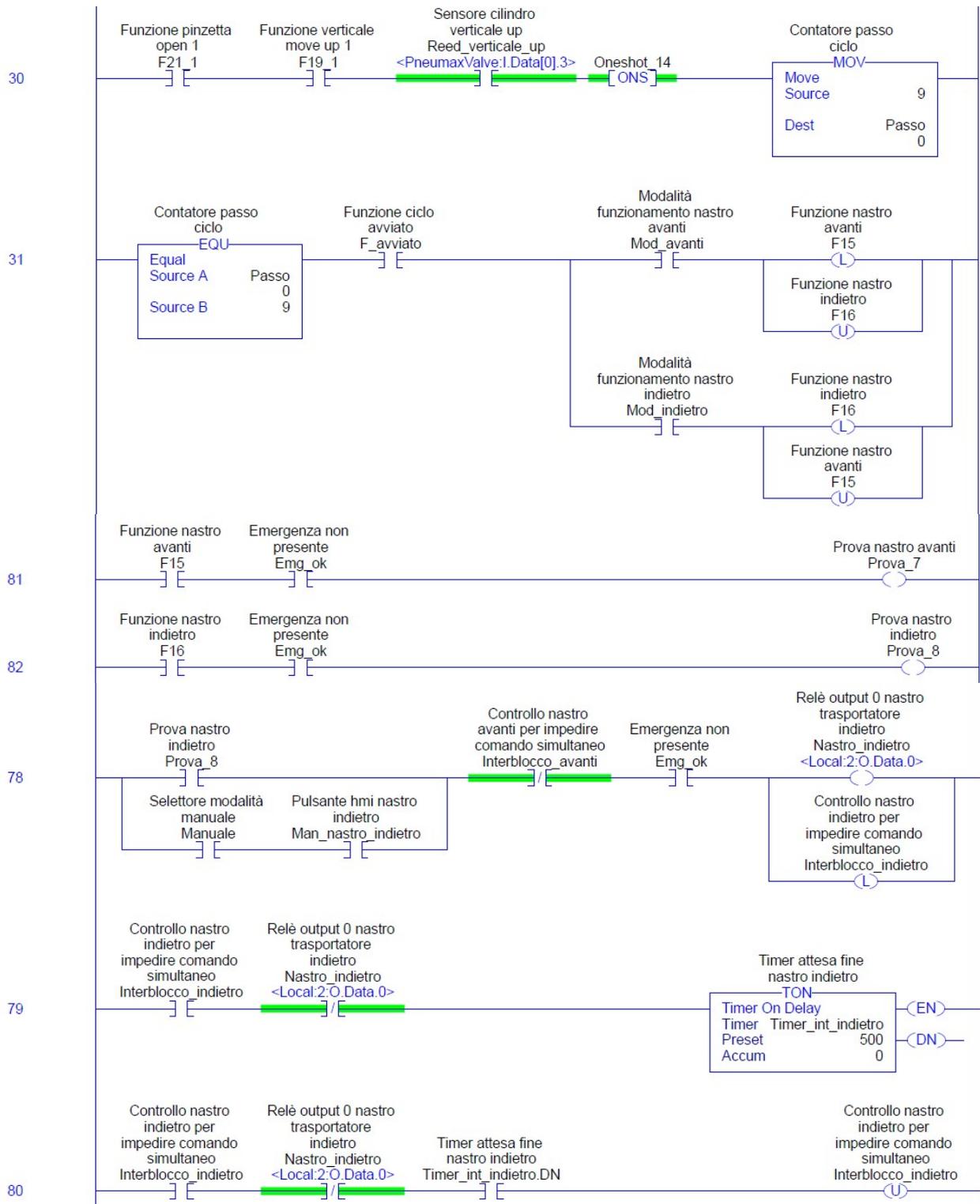


Figura 142: descrizione del passo 9 del ciclo di lavoro

- Passo 10 (Figura 143): questo step si differenzia a seconda della modalità selezionata. Con il motore in marcia avanti, nel momento in cui l'oggetto in movimento verso destra transita davanti al sensore capacitivo destro, si accende l'input *Capacitivo_dx*, si avvia un breve timer (*Timer_capacitivo_dx*) per consentire al cilindretto metallico di proseguire la sua corsa guidata nell'ultimo tratto dalla piastra fino alla battuta, e si resetta la bobina *F15* arrestando il movimento del nastro trasportatore. Con il motore in marcia indietro la situazione è speculare: l'oggetto si muove verso sinistra fino al sensore capacitivo sinistro (*Capacitivo_sx*) e raggiunta la posizione di battuta si arresta il movimento del nastro.

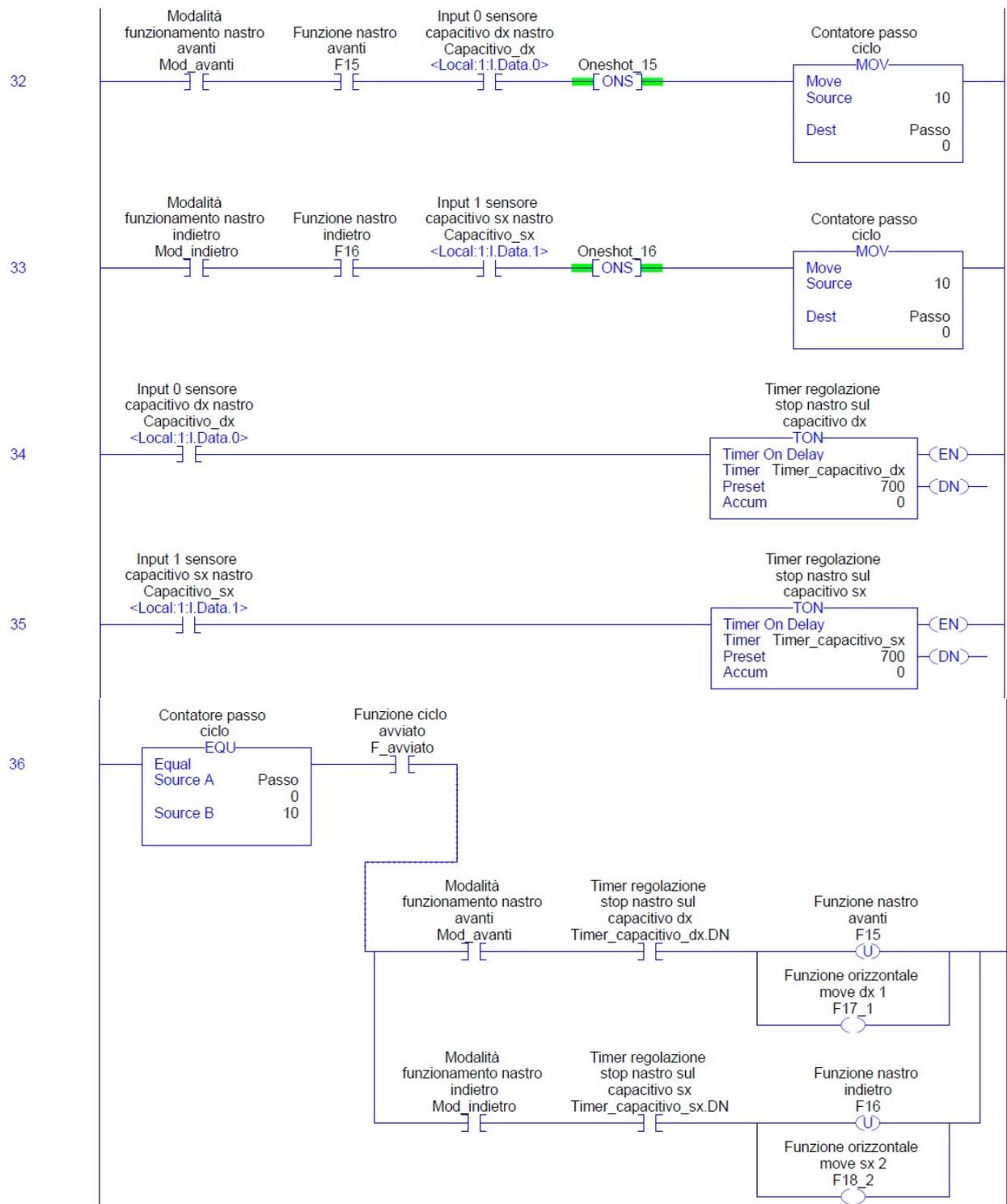


Figura 143: descrizione del passo 10 del ciclo di lavoro

Nello stesso momento in cui si arresta il movimento del convogliatore a nastro si abilita anche l'uscita per lo spostamento della slitta orizzontale verso destra

(F17_1) nel caso di marcia avanti, o verso sinistra (F18_2) nel caso di marcia indietro. Le reti di attivazione delle elettrovalvole sono riportate in Figura 144.

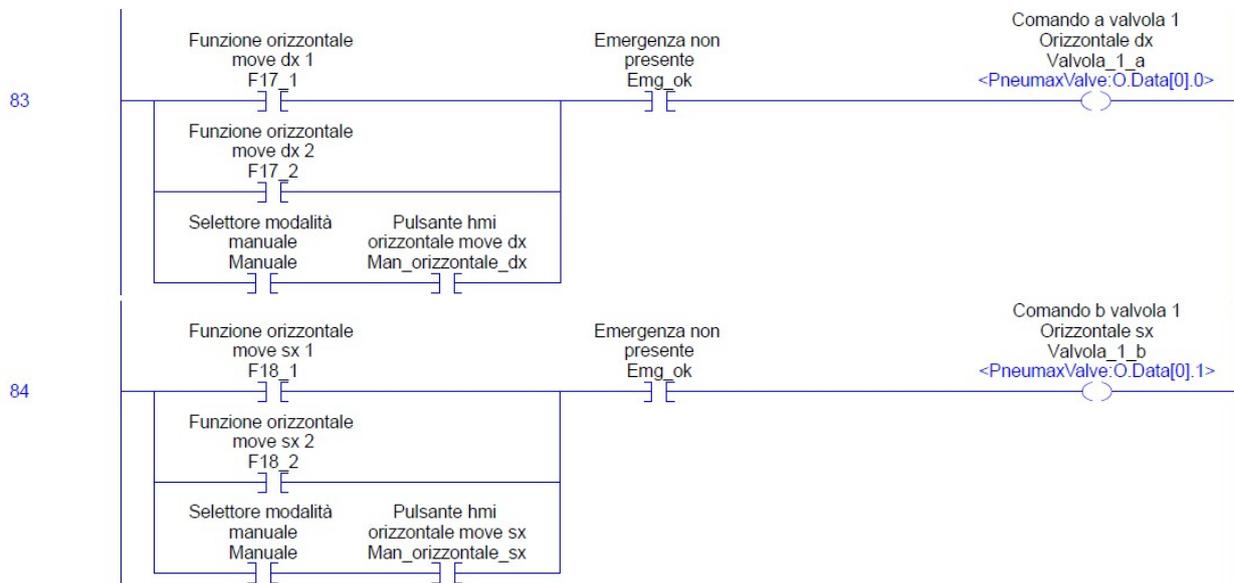


Figura 144: reti del ladder dedicate all'azionamento delle uscite dell'elettrovalvola 1 associata al cilindro orizzontale senza stelo

- Passo 11 (Figura 145): quando la slitta raggiunge il finecorsa destro (*Reed_orizzontale_dx*) o sinistro (*Reed_orizzontale_sx*), si avvia un timer di attesa di 1,5 secondi, al termine del quale (*Timer_attesa_discesa1.DN*) si attiva la bobina *F20_1* che aziona la corsa del cilindro verticale verso il basso (*Valvola_2_b*).

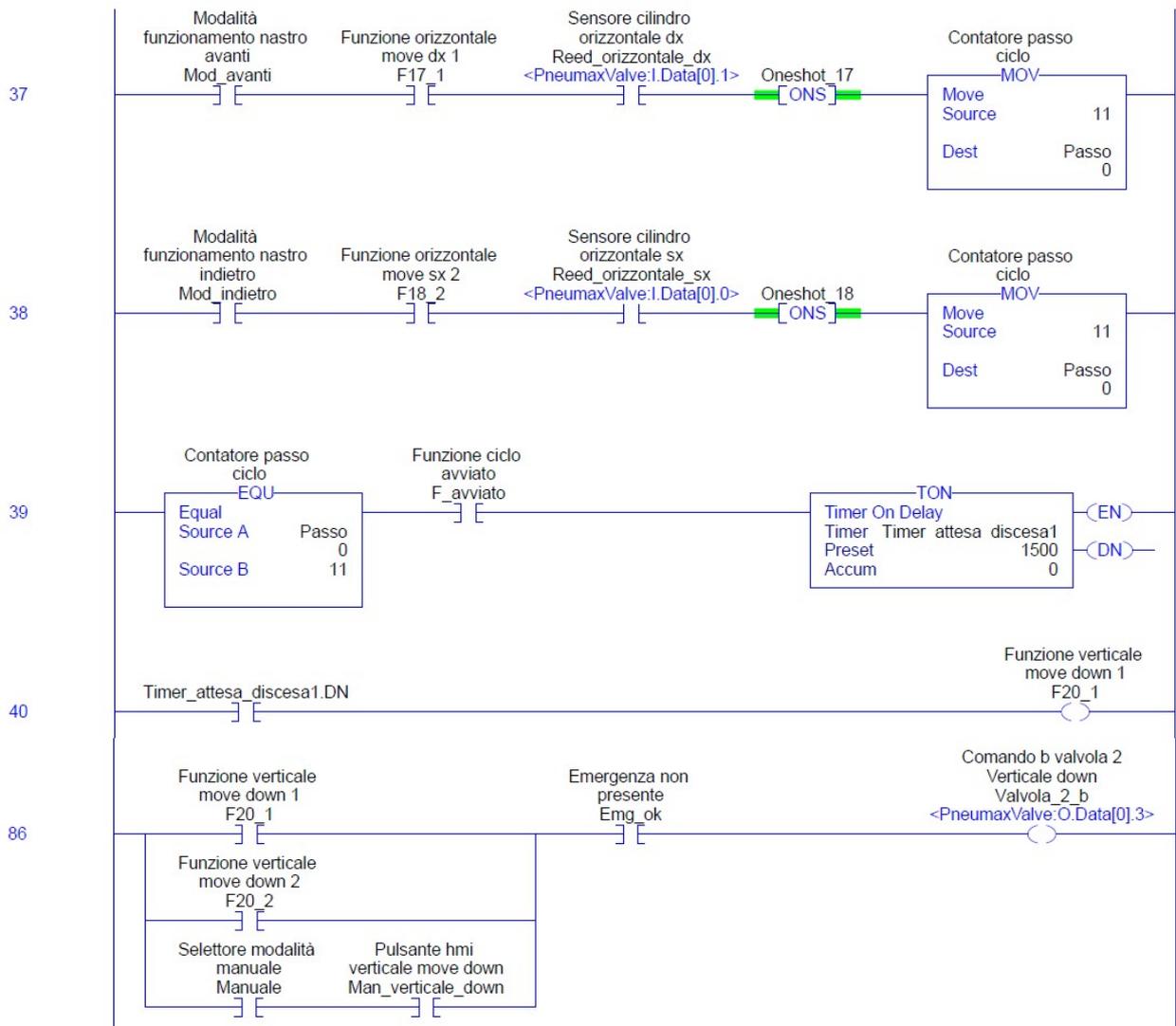


Figura 145: descrizione del passo 11 del ciclo di lavoro

- Passo 12 (Figura 146): una volta che si è raggiunta la posizione di commutazione del sensore *Reed_verticale_down* si avvia un primo timer di attesa di 1,5 secondi (*Timer_pre_pinzetta_close*), si chiude la pinza tramite la bobina *F22_1* associata alla *Valvola_3_b* e si avvia un altro timer di attesa di altri 1,5 secondi (*Timer_post_pinzetta_close*), terminato il quale si passa allo step del ciclo successivo. Tutti questi timer *TON* sono stati inseriti solamente per rendere la visualizzazione di tutti i passaggi del ciclo automatico più comprensibile, cosa che probabilmente non sarebbe accaduta se il ciclo fosse stato eseguito velocemente senza dei brevi momenti di pausa.

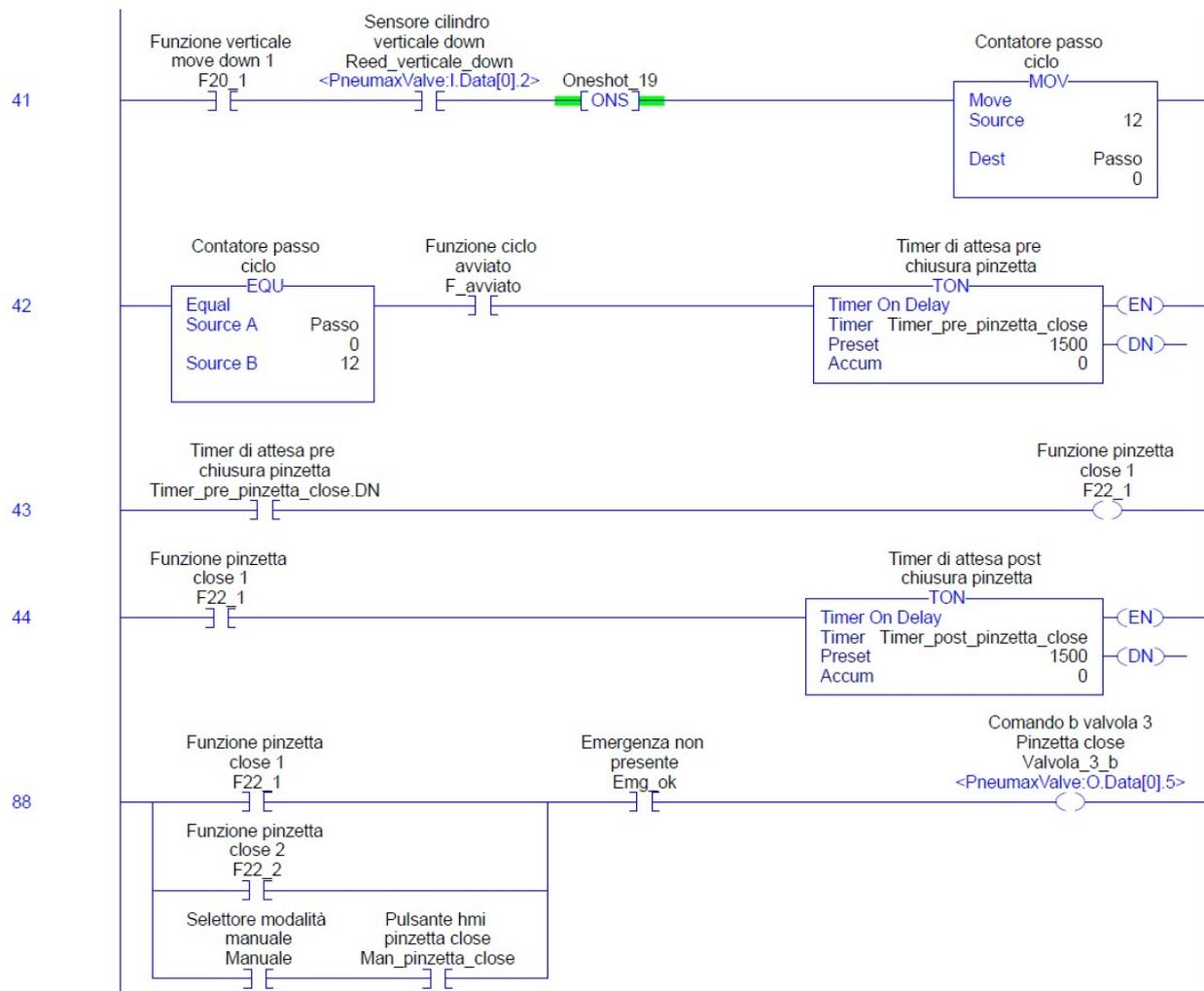


Figura 146: descrizione del passo 12 del ciclo di lavoro

- Passo 13 (Figura 147): in questo step, terminata l'attesa successiva alla chiusura della pinzetta pneumatica, si riporta il cilindro verticale in posizione up (*Valvola_2_a*) attraverso l'attivazione del tag *F19_2*. Non verranno pi  riportate le reti del ladder relative all'attivazione delle uscite delle elettrovalvole perch  sono analoghe a quelle gi  descritte. Per gli attuatori pneumatici   stato necessario creare dei tag ridondanti messi in parallelo perch  i loro movimenti sono ripetuti due volte all'interno del ciclo. Siccome non   possibile abilitare la stessa uscita in due reti differenti, non potendo utilizzare due volte *F19* sono state create due variabili *F19_1* e *F19_2* che, messe in parallelo, attivano la medesima uscita *Valvola_2_a*. Lo stesso discorso vale per tutte le altre variabili

di controllo delle elettrovalvole degli attuatori pneumatici (F17, F18, F20, F21 e F22).

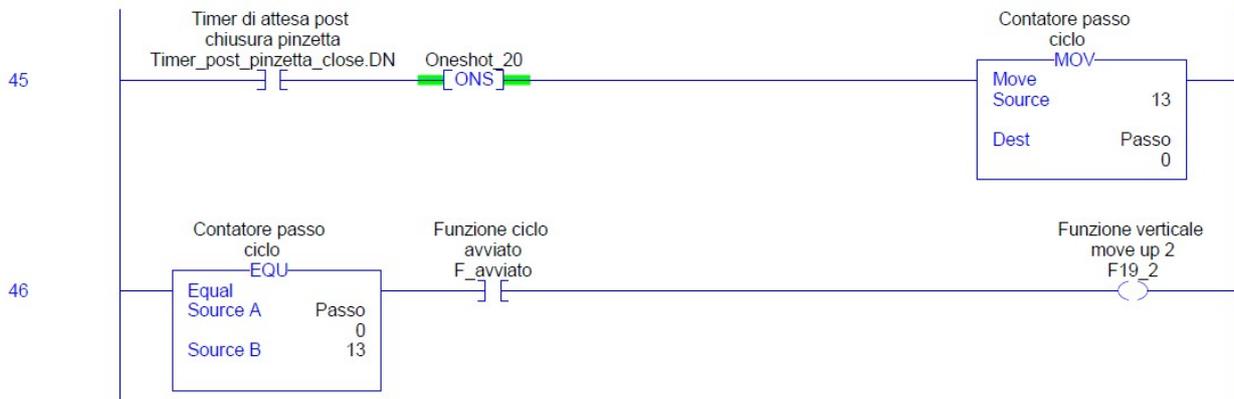


Figura 147: descrizione del passo 13 del ciclo di lavoro

- Passo 14 (Figura 148): lo step 14 si raggiunge nel momento in cui giunge l'input dal sensore *Reed_verticale_up* e prevede, in caso di modalità "avanti" il movimento della slitta orizzontale verso sinistra (*Valvola_1_b*) a seguito dell'accensione del bit *F18_1*, in caso di modalità "indietro" il movimento verso destra (*Valvola_1_a*) azionato da *F17_2*.

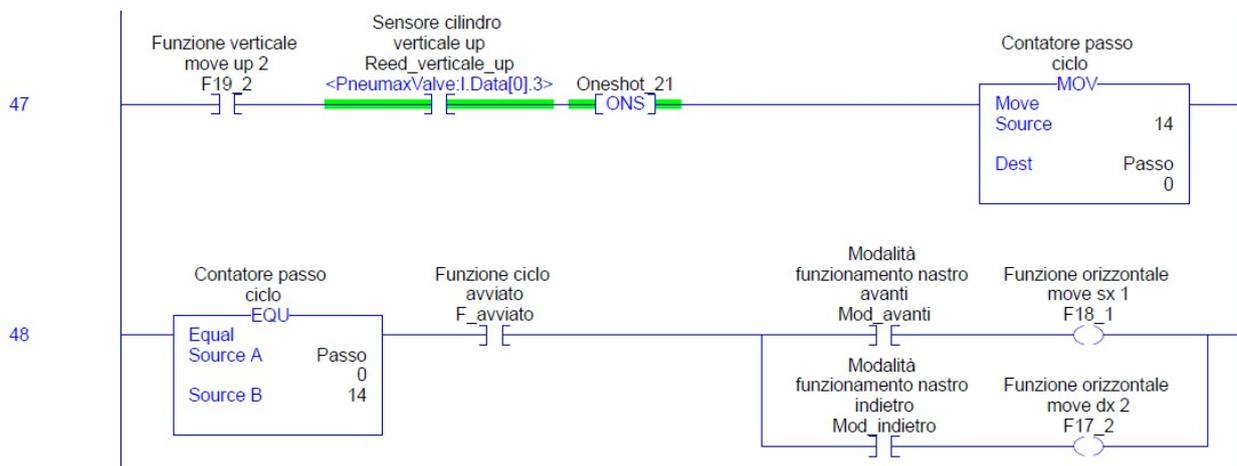


Figura 148: descrizione del passo 14 del ciclo di lavoro

- Passo 15 (Figura 149): questo passo prevede la discesa dell'organo di presa nella posizione di inizio ciclo. Si giunge a tale passo tramite la commutazione del

senso *Reed_orizzontale_sx* o del sensore *Reed_orizzontale_dx*. L'uscita *Valvola_2_b* è conseguente all'accensione del tag *F20_2*.

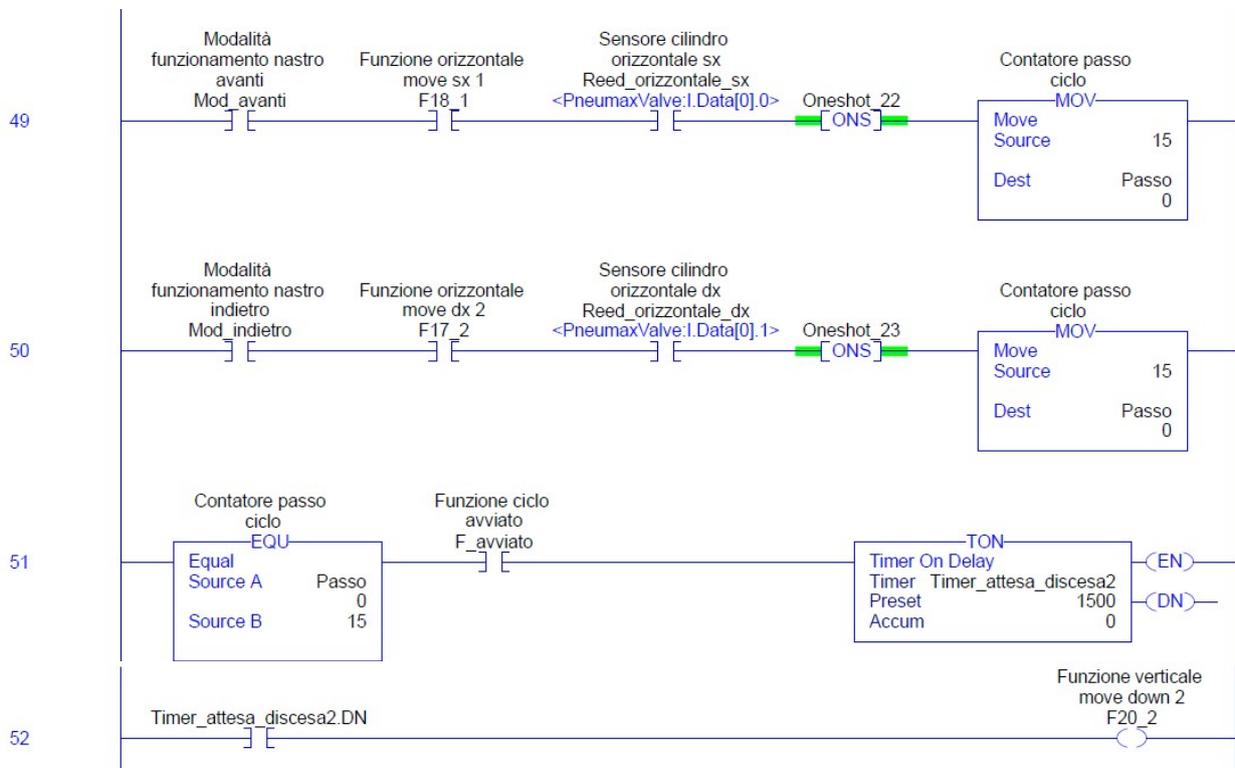


Figura 149: descrizione del passo 15 del ciclo di lavoro

- Passo 16 (Figura 150): l'ultimo passo del ciclo di lavoro del pannello di espansione prevede l'apertura della pinzetta pneumatica (*Valvola_3_a*) e la deposizione del cilindretto metallico nella posizione di inizio ciclo. Come sempre, prima che avvenga l'apertura dell'organo di presa, è necessario un segnale di consenso. In questo caso serve che il cilindro verticale abbia completato la sua corsa di discesa (*Reed_verticale_down*). Sono stati nuovamente inseriti i timer di attesa prima e dopo l'apertura della pinza per rendere più lento, quindi più facilmente comprensibile, il ciclo automatico.

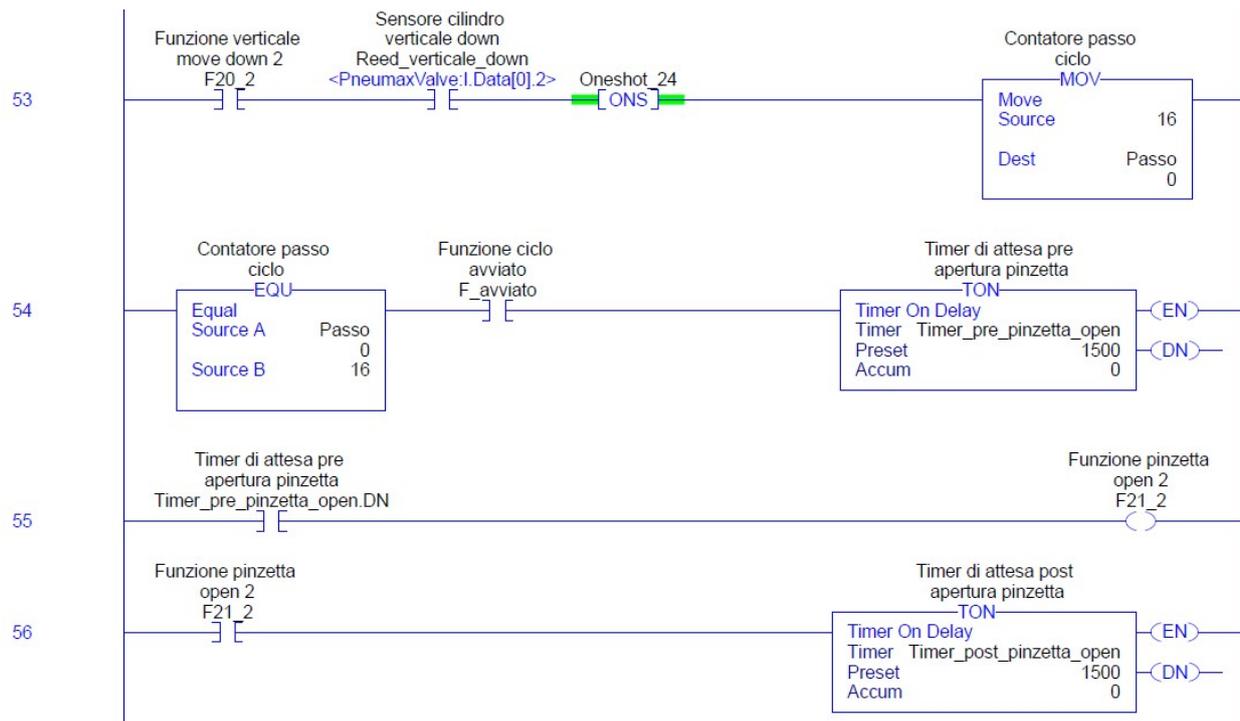


Figura 150: descrizione del passo 16 del ciclo di lavoro

- Passo 17 (Figura 151): conclusa l'attesa successiva all'apertura della pinzetta (*Timer_post_pinzetta_open.DN*), riprende il ciclo di lavoro del pannello Smc che era stato interrotto nel momento in cui la pallina veniva depositata nel tubo di plastica corrugato. È quindi necessario attivare il soffio che riporta la pallina nella posizione di inizio ciclo.

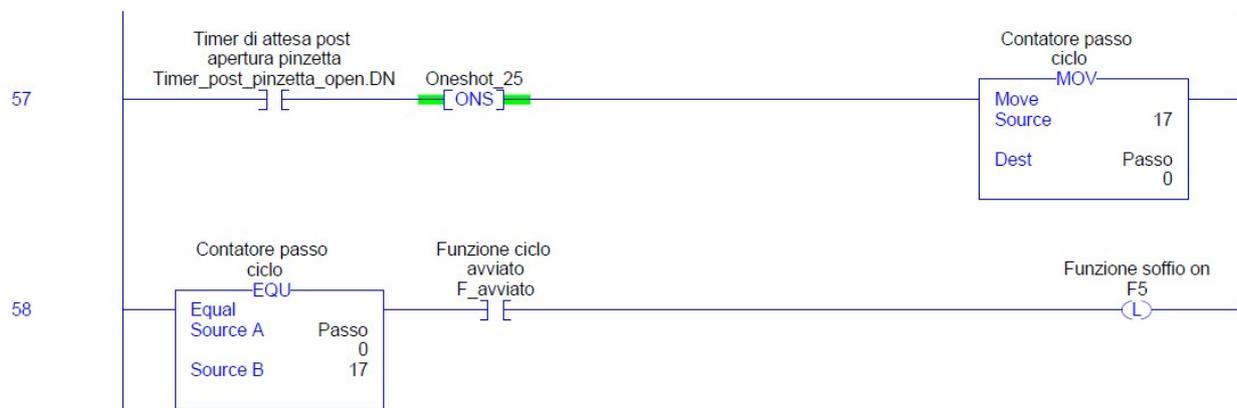


Figura 151: descrizione del passo 17 del ciclo di lavoro

- Passo 18: dopo 2 secondi il soffio viene interrotto. Durante questo breve tempo la pallina ha raggiunto la posizione desiderata.
- Passo 19: questo step è dedicato all'esecuzione di un timer di attesa di 2 secondi a seguito della conclusione del ciclo completo di lavoro.
- Passo 1: in modo analogo al ciclo Smc semplice, se è stata selezionata la modalità di ciclo singolo (*Ciclo*) il sistema si arresta, se invece è stata selezionata la modalità di ciclo automatico (*Automatico*) il ciclo riparte dallo step 1. Si ricorda che sulle reti dedicate all'attuazione sono presenti i comandi manuali, in parallelo alle variabili abilitate nei vari passi del ciclo (*F1, F2, F3, ecc.*), che attivano direttamente le uscite in caso di selezione della modalità manuale (*Manuale*).

Si conclude così il ciclo di lavoro svolto da entrambi i pannelli didattici controllati unicamente dal PLC Allen-Bradley.

3.6.4 Subroutine della modalità mista

La subroutine *Routine_solo_expansione* è dedicata al controllo del ciclo automatico del solo pannello di espansione controllato dal PLC Allen-Bradley, il ciclo del pannello Smc rimane invece controllato dal PLC Panasonic. Il ciclo di lavoro rimane il medesimo, la differenza è che il controllore Panasonic gestisce il ciclo fino al passo 7, dopodiché invia un segnale di output che arriva in input al controllore Allen-Bradley che lo interpreta come consenso per avviare il ciclo del pannello di espansione. Terminato tale ciclo, il PLC Allen-Bradley invia a sua volta un segnale di output che viene ricevuto in input dal PLC Panasonic, anche questo segnale rappresenta un consenso per portare a termine gli ultimi step rimasti del ciclo Smc.

Per questa modalità è necessario collegare gli input/output dei due controllori tramite i connettori spina-presa tipo "mammut" e posizionare l'interruttore deviatore a levetta in posizione down. Il ciclo che si realizza sul pannello di espansione è esattamente quello descritto precedentemente dal passo 8 al passo 16, non verranno quindi

riportate le reti ladder già viste in precedenza. Ci sono però delle differenze all'inizio e alla fine del ciclo di lavoro e dei particolari a cui prestare attenzione.

- Selezione della modalità di marcia del nastro trasportatore: prima di avviare il ciclo è necessario, anche in questo caso, selezionare la marcia avanti o la marcia indietro del nastro trasportatore.
- Input da pannello didattico Smc (Figura 152): quando giunge in ingresso il segnale inviato dal PLC Panasonic (*Input_Panasonic_1*) si accende un led blu lampeggiante (latch di *F26*) e si setta il bit *Start_ciclo_espansione*. Tale variabile si resetta nel momento che viene a mancare il segnale di ingresso proveniente dal controllore installato sul pannello didattico Smc.

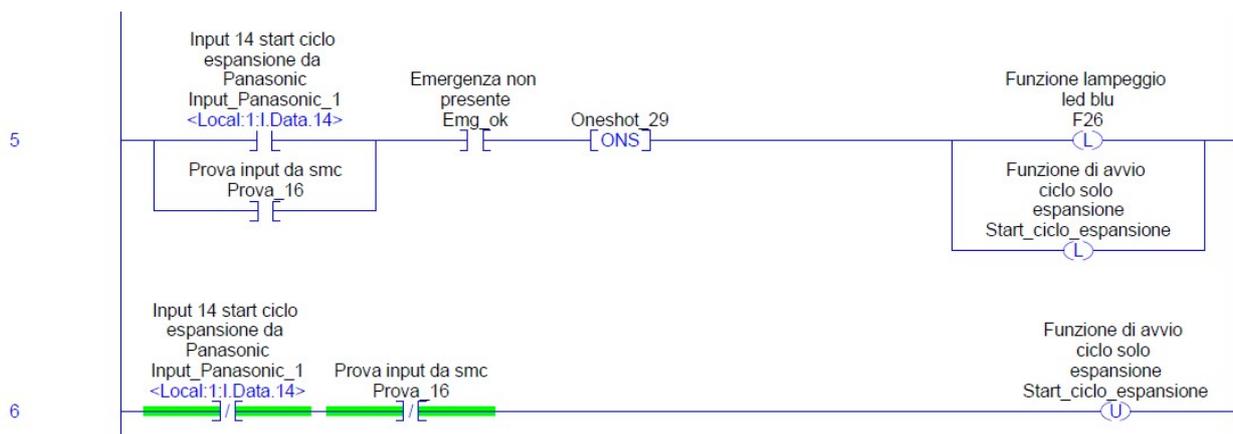


Figura 152: segnale di input proveniente dal PLC Panasonic

- Avvio del ciclo di espansione (Figura 153): per avviare il ciclo di lavoro del pannello di espansione è necessario aver ricevuto l'input dal controllore Panasonic, deve quindi essere attivo il bit *Start_ciclo_espansione*, è necessario aver selezionato la modalità di funzionamento del convogliatore a nastro e premere il pulsante virtuale di start, oppure posizionare l'interruttore a levetta con ritorno a molla in posizione down (*Interruttore_dx_down*). Si ricorda che la posizione up di tale interruttore a levetta (*Interruttore_dx_up*) ha la funzione di

stop e fa cadere il ciclo avviato ($F_{avviato}$) interrompendo l'esecuzione dei passi del ciclo.

Nel momento in cui si esegue l'avviamento del ciclo si resetta la bobina del led blu ($F26$) e il contatore $Passo$ viene posto uguale a 8, questo perché è stata mantenuta esattamente la stessa sequenza di passi della subroutine precedentemente descritta (*Routine_Smc_Rockwell*).

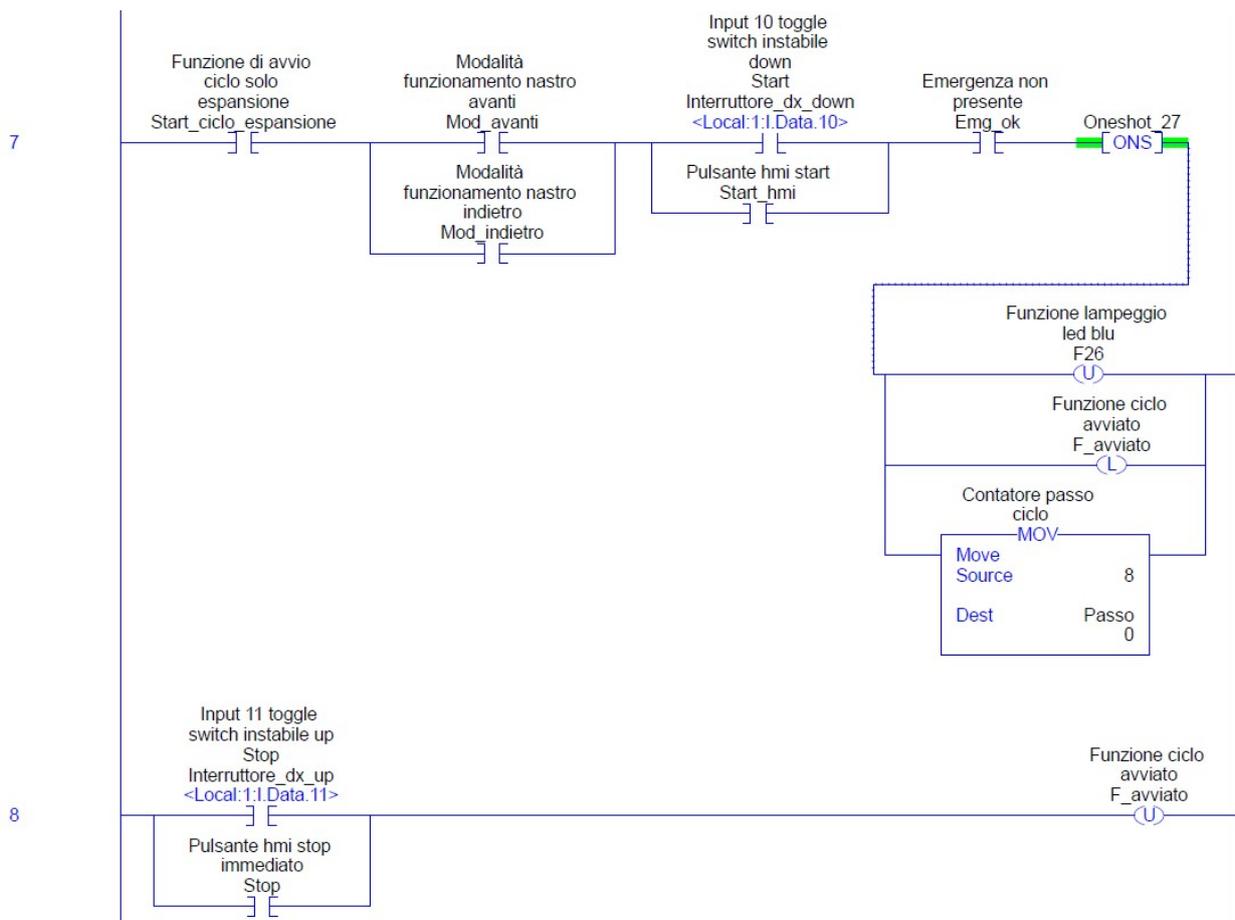


Figura 153: start del ciclo di espansione

- Passo 17 (Figura 154): nel momento in cui sono stati eseguiti tutti gli step da 8 a 16 la pinzetta pneumatica si è aperta e ha depositato l'oggetto nella posizione di inizio ciclo. Terminato il tempo di attesa $Timer_post_pinzetta_open.DN$, nel passo 17 viene inviato il segnale di uscita che sarà ricevuto in ingresso dal PLC Panasonic e utilizzato come consenso per concludere il ciclo di lavoro del

pannello Smc. Insieme al segnale di output si accende anche il led lampeggiante giallo (F24) per visualizzare l'invio di tale segnale di uscita. Dopo 2,2 secondi (*Timer_fine_Rockwell*) il lampeggio giallo si interrompe e si pone uguale a 0 il contatore *Passo*. Quando sarà ricevuto nuovamente il segnale di input e si azionerà il pulsante di start, tale contatore sarà posto nuovamente uguale a 8 e ricomincerà il ciclo di espansione.

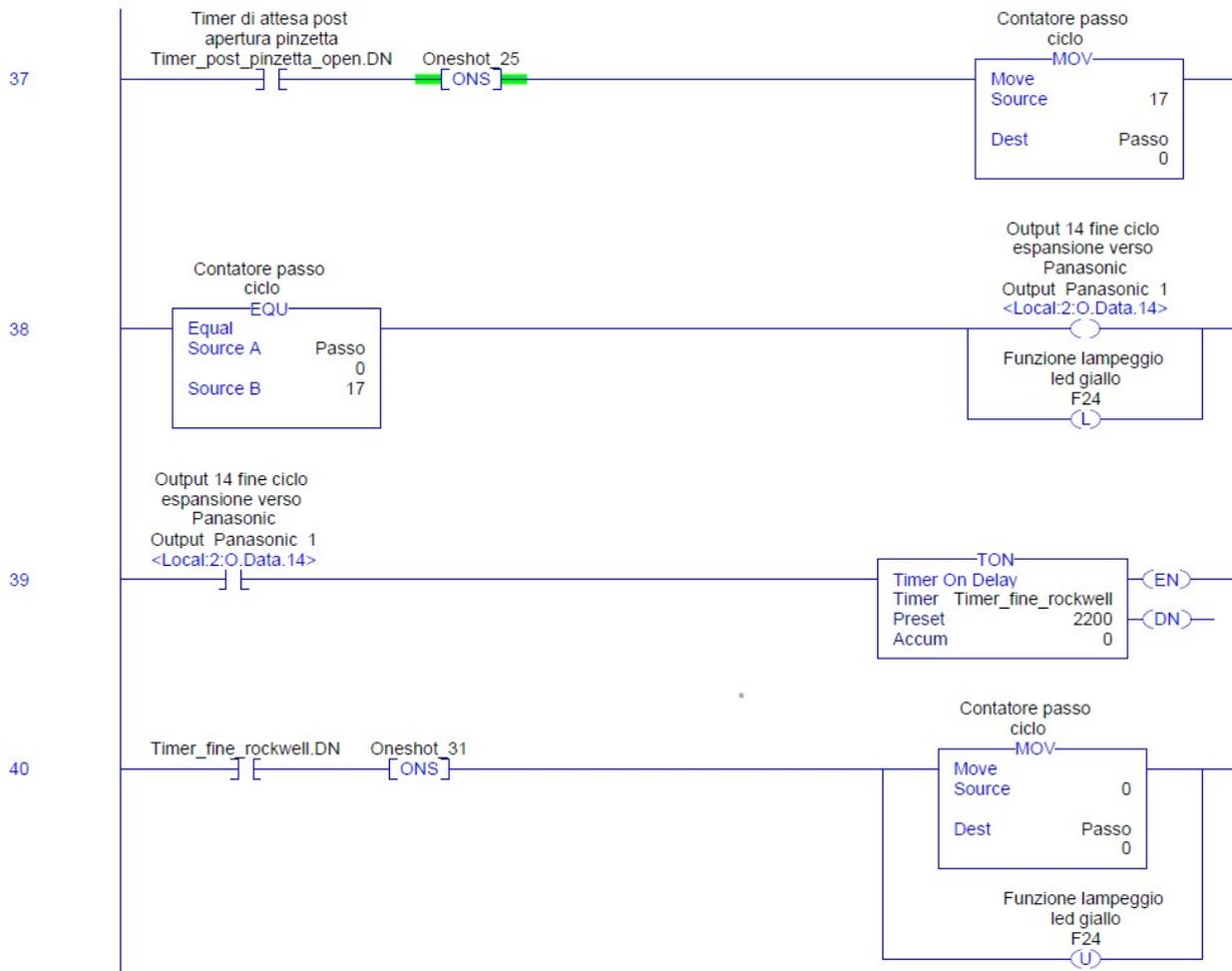


Figura 154: descrizione del passo 17 del ciclo di lavoro con invio del segnale di output verso il PLC Panasonic

Termina così la descrizione della subroutine denominata *Routine_solo_espansione*. Bisogna ancora sottolineare il fatto che anche il programma ladder caricato sul PLC Panasonic ha subito delle leggere modifiche per inviare il segnale di uscita al PLC Allen-Bradley e per ricevere il segnale di ingresso di conclusione del ciclo di lavoro. Queste piccole modifiche sono illustrate in Figura 155.

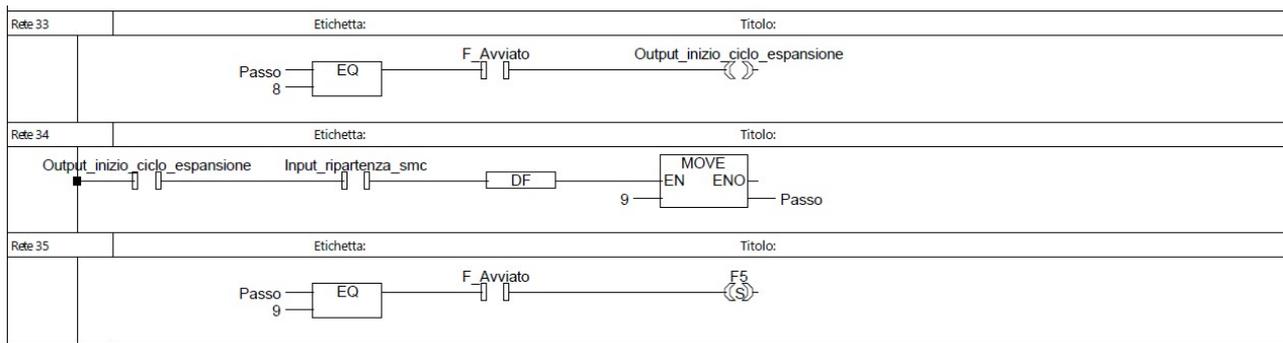


Figura 155: modifiche al listato ladder del PLC Panasonic per inviare l'output e ricevere l'input dal PLC Allen-Bradley

Sono inseriti in allegato tutti i programmi ladder realizzati con il software di programmazione del controllore Rockwell RSLogix 5000 e quelli realizzati con il software FPWIN Pro 7 di programmazione del controllore Panasonic.

3.7 Programmazione del pannello di interfaccia virtuale

Dopo aver descritto il programma ladder, è necessario analizzare i comandi presenti sul pannello operatore di interfaccia HMI virtuale, realizzato con il software FactoryTalk® View ME dell'azienda Rockwell, per capire a quali tags del listato ladder corrispondano ognuno dei pulsanti, lampadine e input numerici presenti nelle diverse pagine del progetto. Tali elementi sono stati creati a partire dalla barra degli oggetti situata nella parte superiore della schermata principale del software. Tra tutti quelli presenti sono stati utilizzati solamente quelli evidenziati in Figura 156: casella di testo, forma ellittica, forma rettangolare arrotondata, pulsante momentaneo, interruttore mantenuto, display numerico, input numerico, tasto di richiamo ad un'altra pagina, pulsante di spegnimento.

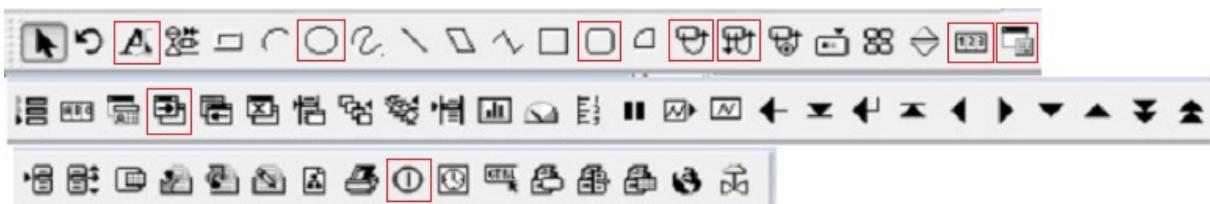


Figura 156: barra degli oggetti di FactoryTalk® View ME utilizzabili nelle pagine del pannello di interfaccia virtuale

Saranno ora descritte nel dettaglio tutte le pagine che costituiscono il progetto di HMI virtuale. Gli oggetti analoghi presenti in più pagine verranno illustrati con immagini solamente la prima volta in cui saranno analizzati, questo per non appesantire troppo il seguente lavoro di tesi con un numero eccessivo di figure.

3.7.1 Pagina principale

Nel momento in cui si esegue il progetto per controllare il sistema automatico tramite pannello di interfaccia HMI virtuale, appare la schermata principale, illustrata in Figura 157, denominata *Main*.

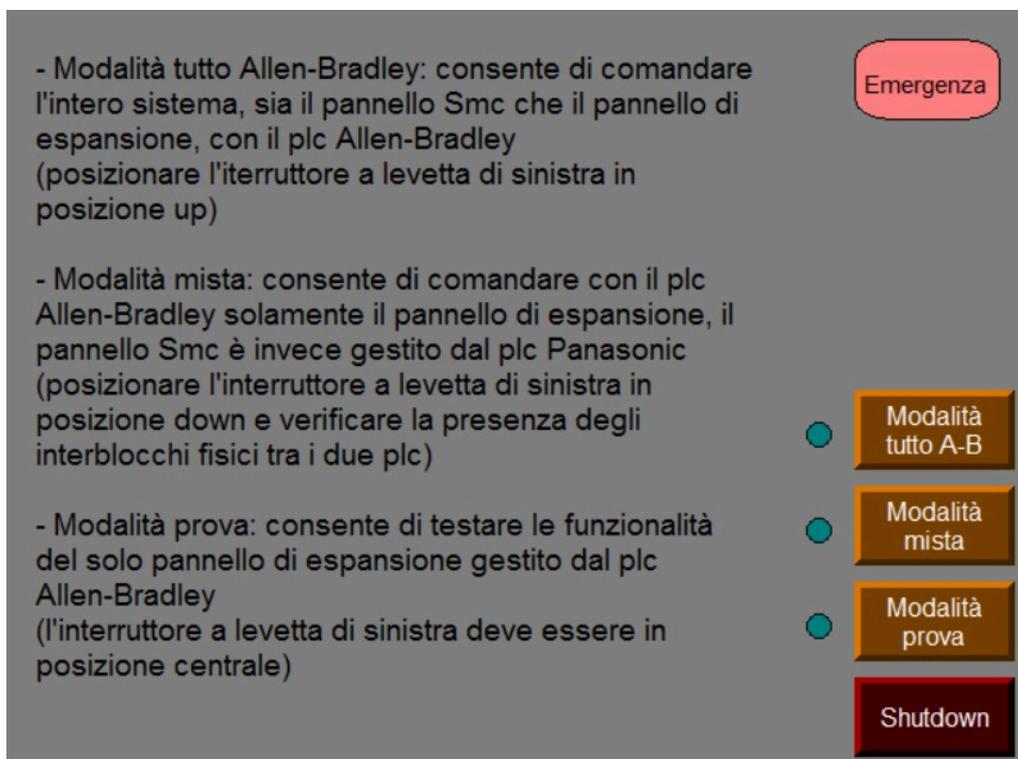


Figura 157: pagina principale MAIN del progetto di HMI virtuale

Quello che salta subito all'occhio è la casella di testo (Figura 158) che descrive il funzionamento del pannello HMI. Come si vede nella finestra delle proprietà *General* illustrata, è possibile inserire il testo da visualizzare, sceglierne il font, il colore, le dimensioni e il posizionamento. Nella finestra *Common* è possibile scegliere le dimensioni e il posizionamento nella pagina di tale casella di testo.

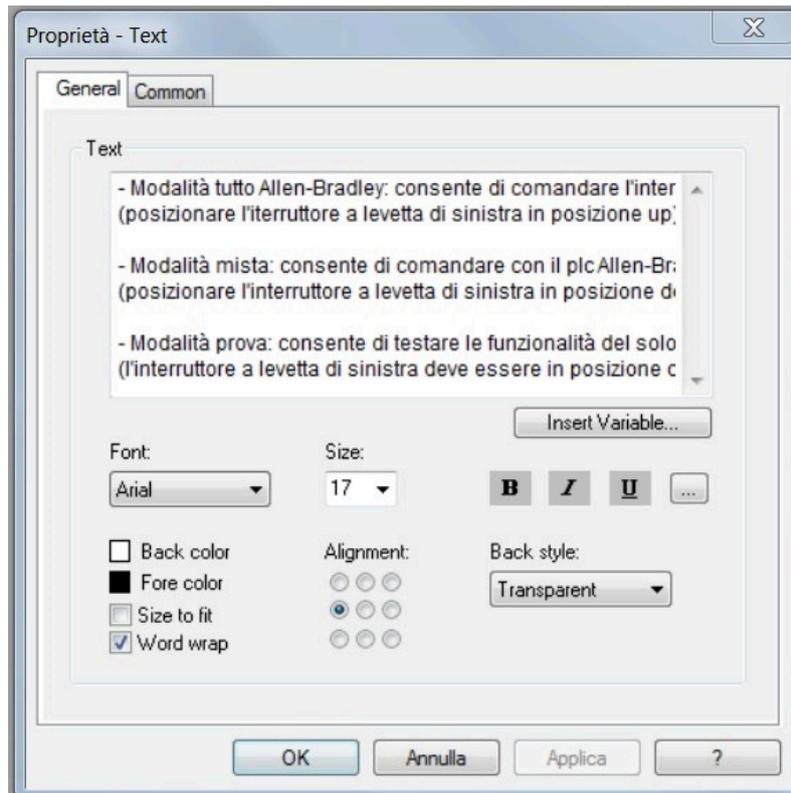


Figura 158: proprietà dell'oggetto Text di istruzioni

Sono presenti tre pulsanti di indirizzamento *Goto Display Button* (Figura 159) per spostarsi tra le varie pagine dedicate alle modalità di funzionamento, di cui sono stati descritti i programmi ladder nel capitolo precedente. In *General* si definiscono la forma e i colori del pulsante e si inserisce il nome della pagina (*Display*) di destinazione, in *Label* invece si inserisce la didascalia da visualizzare sul pulsante.

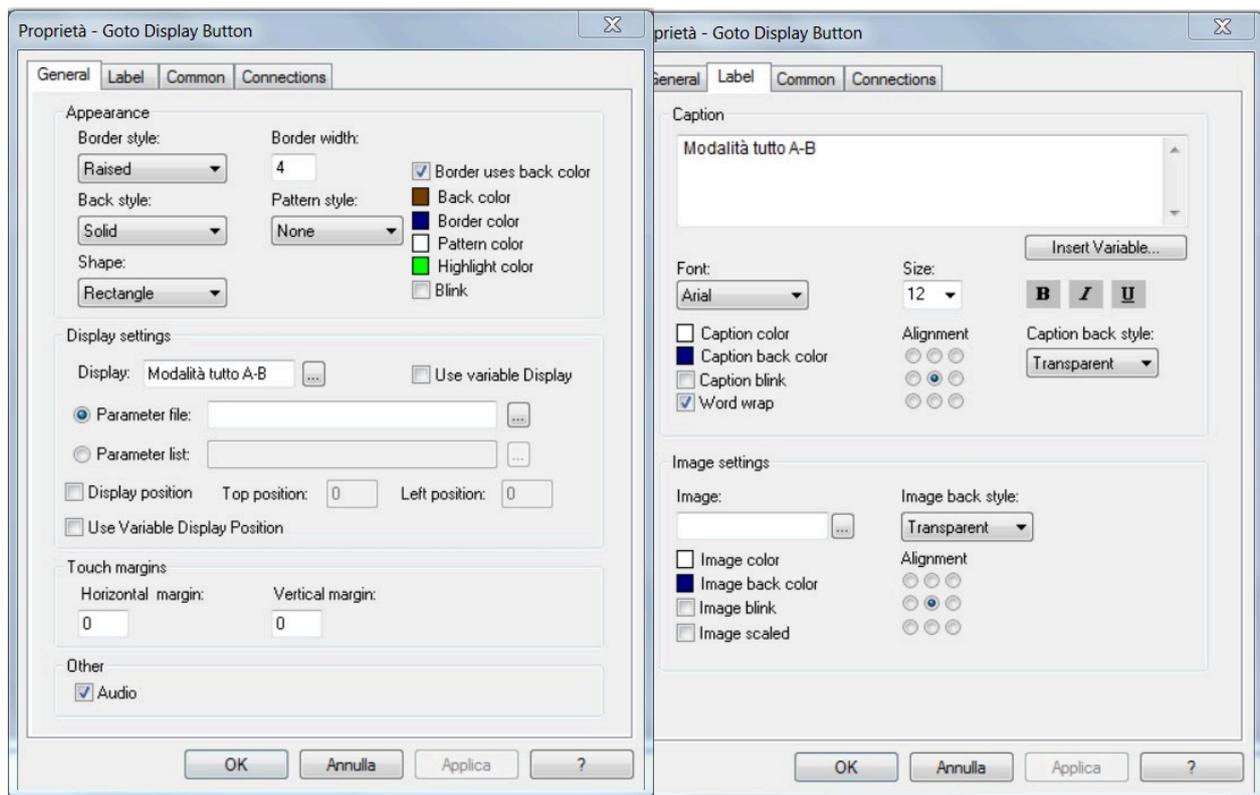


Figura 159: proprietà dell'oggetto Goto Display Button

Accanto ai tre pulsanti *Goto Display*, sono state inserite tre forme circolari (Figura 160) con lo scopo di visualizzare la modalità di funzionamento selezionata tramite il deviatore a levetta. Nelle proprietà è possibile modificarne la forma e le dimensioni, ma gli aspetti più importanti da descrivere si trovano aprendo la finestra *Animation*. Qui è infatti possibile associare a tale oggetto uno o più *Controller Tags* del PLC Allen-Bradley associato su cui sono caricati i programmi ladder. Si ricorda che, come mostrato nel capitolo di configurazione del software FactoryTalk® View ME, il PLC CompactLogix 1769-L32E è stato rinominato *plc1*. Per riferirsi ad una variabile, siccome Rockwell utilizza un indirizzamento simbolico, è necessario fornire solamente il nome del plc e del tag di riferimento come mostrato nell'immagine: `{{plc1}Prova_13}`. In questo caso, si è deciso di cambiare solamente il colore delle tre forme circolari, in modo che mutino da grigio a verde nel momento in cui il valore dai tags *Prova_13*, *Prova_14* e *Prova_15* passa da 0 ad 1. Queste tre variabili sono inserite nella *MainRoutine* e si attivano nel momento in cui si seleziona una modalità variando la posizione del

deviatore a levetta di sinistra. Così facendo, si realizzano tre lampadine virtuali utili a visualizzare la scelta effettuata e che portano l'operatore a scegliere il pulsante di indirizzamento alla pagina corretta.

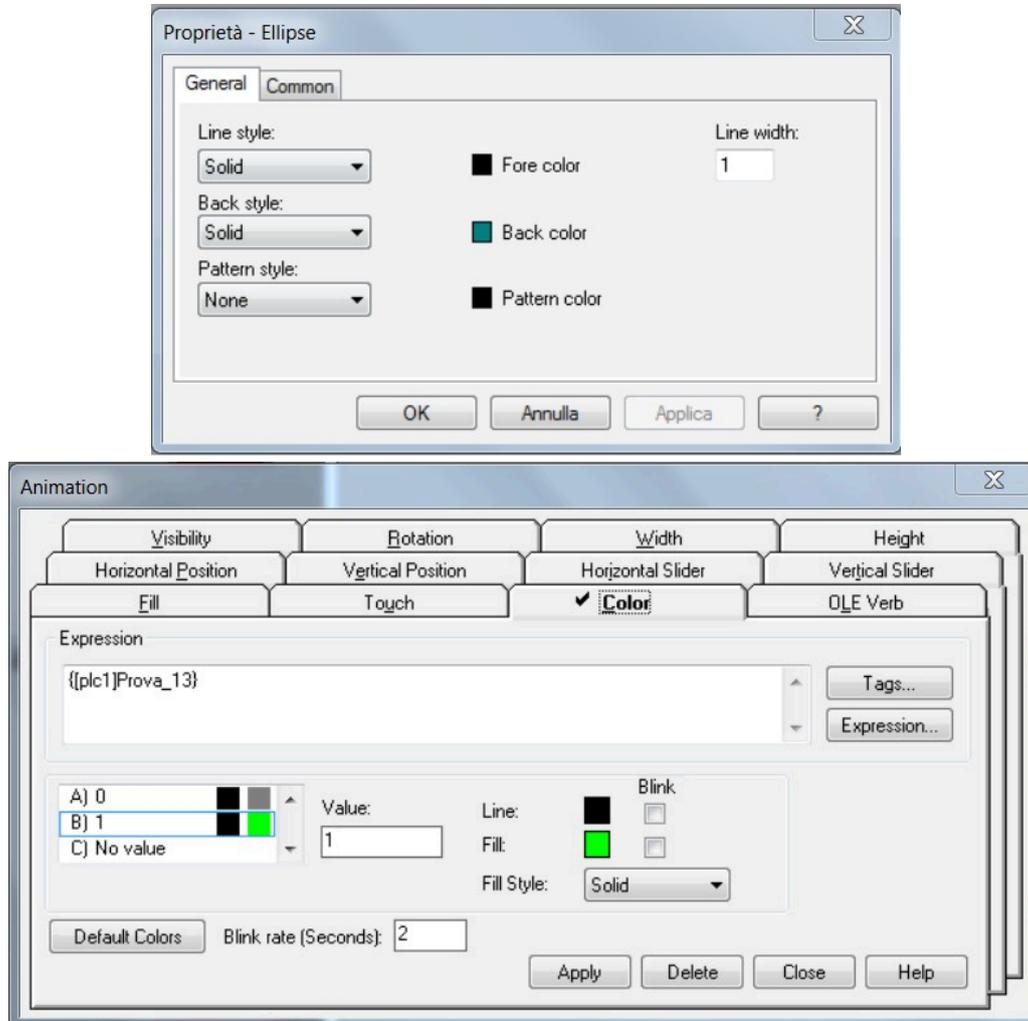


Figura 160: proprietà dell'oggetto Ellipse di visualizzazione della modalità scelta

Nella zona in alto a destra della schermata principale è presente una forma quadrata arrotondata (*Rounded Rectangle*) al cui interno è inserita, tramite casella di testo, la scritta *Emergenza* (Figura 161). Questo oggetto è stato inserito in tutte le pagine per visualizzare l'arresto causa malfunzionamento del ciclo di lavoro, in particolare si attiva nel momento in cui viene premuto il pulsante di emergenza a fungo. Oltre al colore che diventa rosso lampeggiante nel momento in cui il valore del tag di controllo emergenza *Emg_ok* diventa 0, cioè pulsante a fungo premuto, è stata modificata anche

la visibilità (*Visibility*): si è reso tale elemento invisibile quando il valore dello stesso tag *Emg_ok* è uguale a 1. In conclusione, tale oggetto lampeggia di rosso in caso di emergenza, è invece invisibile se il sistema automatico funziona correttamente.

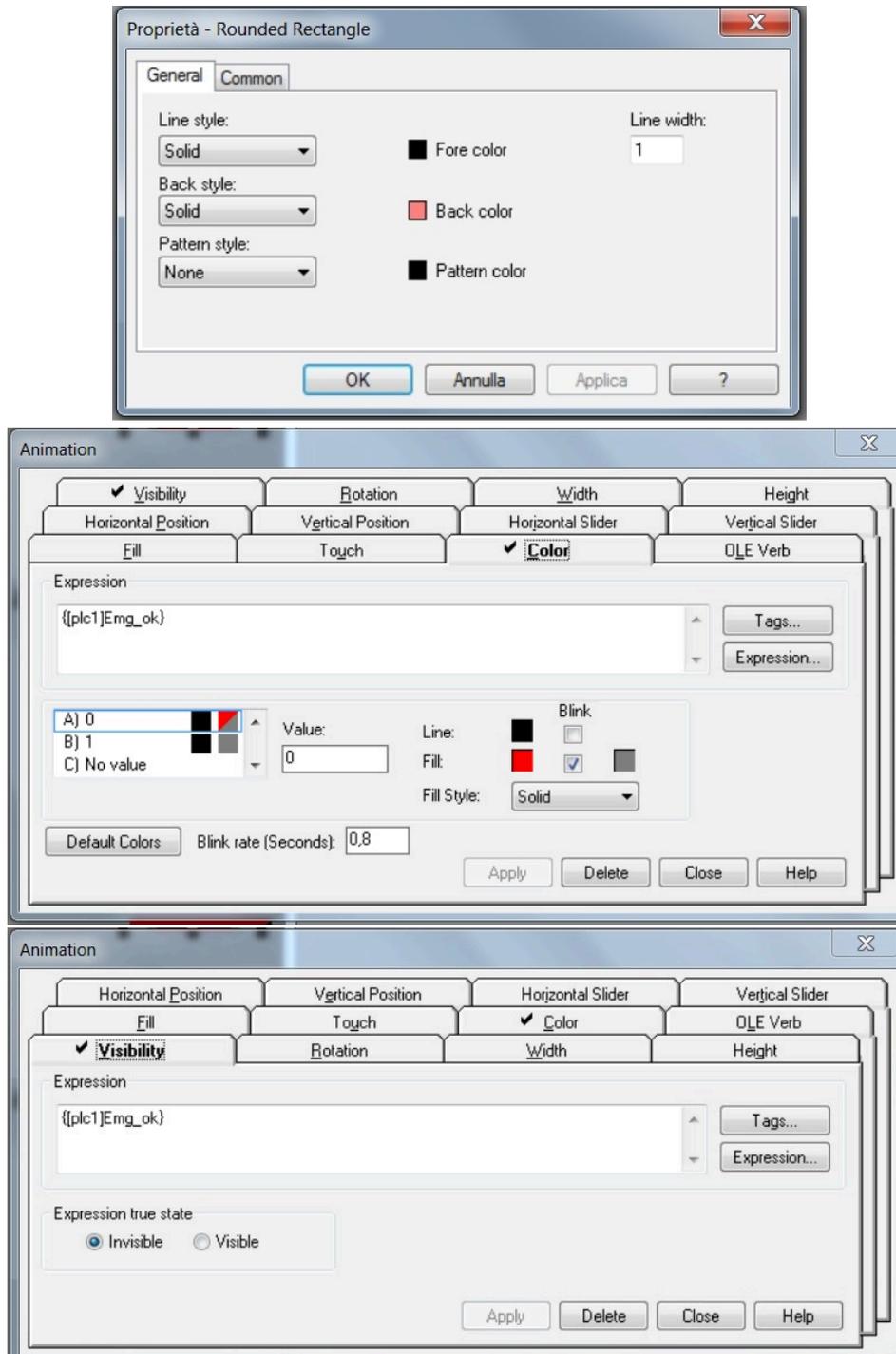


Figura 161: proprietà dell'oggetto Rounded Rectangle di emergenza

L'ultimo oggetto presente nel display *MAIN* è il pulsante di spegnimento del pannello di interfaccia virtuale *Shutdown Button* (Figura 162).

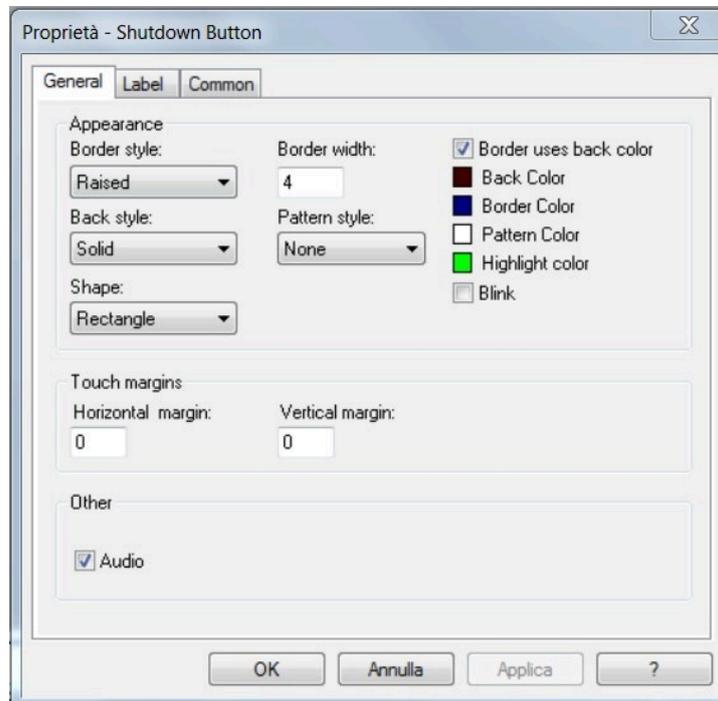


Figura 162: proprietà dell'oggetto *Shutdown Button*

3.7.2 Pagine dedicate alla modalità di prova

Mantenendo il deviatore a levetta in posizione neutra, si sceglie di utilizzare il pannello di espansione nella modalità di prova utile per testarne le funzionalità. La pagina dedicata a tale modalità (*Modalità prova*) è illustrata in Figura 163. Sul lato destro è presente il solito riquadro di emergenza, sotto di esso il pulsante di restart, nella parte bassa due pulsanti di rimando ad altre pagine, mentre la zona centrale è dedicata ai comandi manuali degli output.

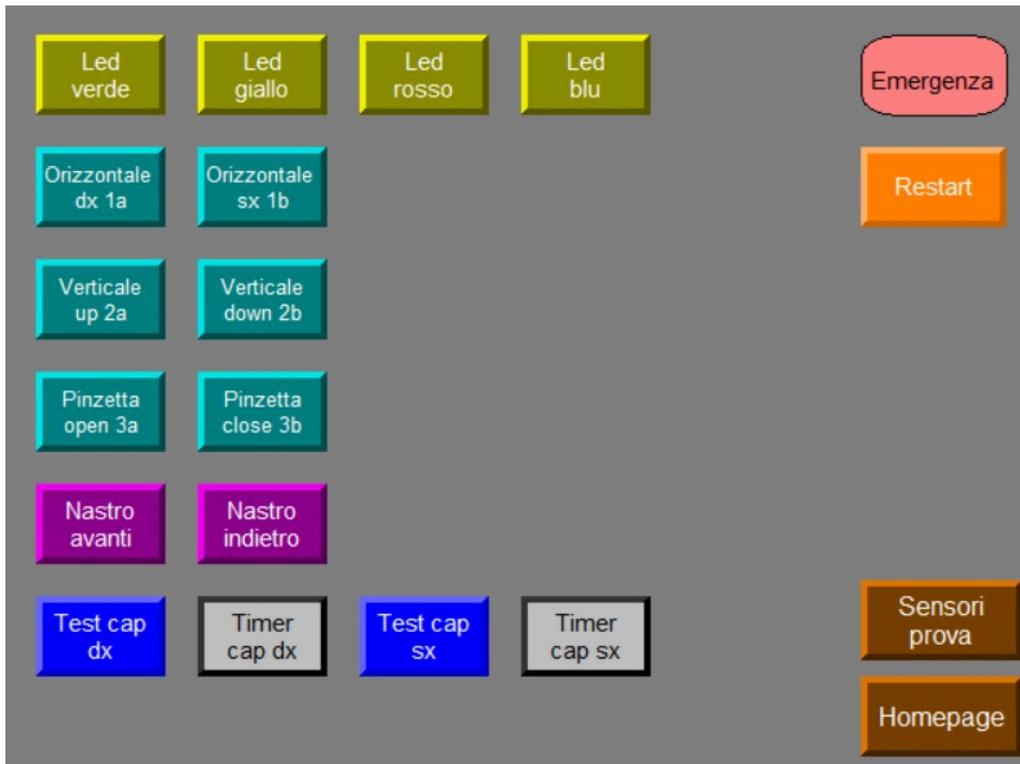


Figura 163: pagina Modalità prova del progetto HMI virtuale

Prima di illustrare i pulsanti dei comandi manuali è necessario soffermarsi sul pulsante (*Momentary Push Button*) di restart. Essendo il primo pulsante di questo tipo utilizzato, in Figura 164 ne sono illustrate le caratteristiche. Nelle proprietà è possibile modificarne l'aspetto, le dimensioni, personalizzare con scritte e colori i due stati di commutazione e, cosa più importante, nella finestra *Connections* associarlo ad un tag del PLC. Il pulsante momentaneo analizzato è associato alla variabile *Restart_hmi* che ha la funzione di rendere nuovamente operativo il sistema al momento dell'accensione, oppure a seguito dell'attivazione del fungo di emergenza. Analogamente a quanto succedeva nel pannello Smc, anche in questo caso è il primo pulsante da premere per poter abilitare le uscite.

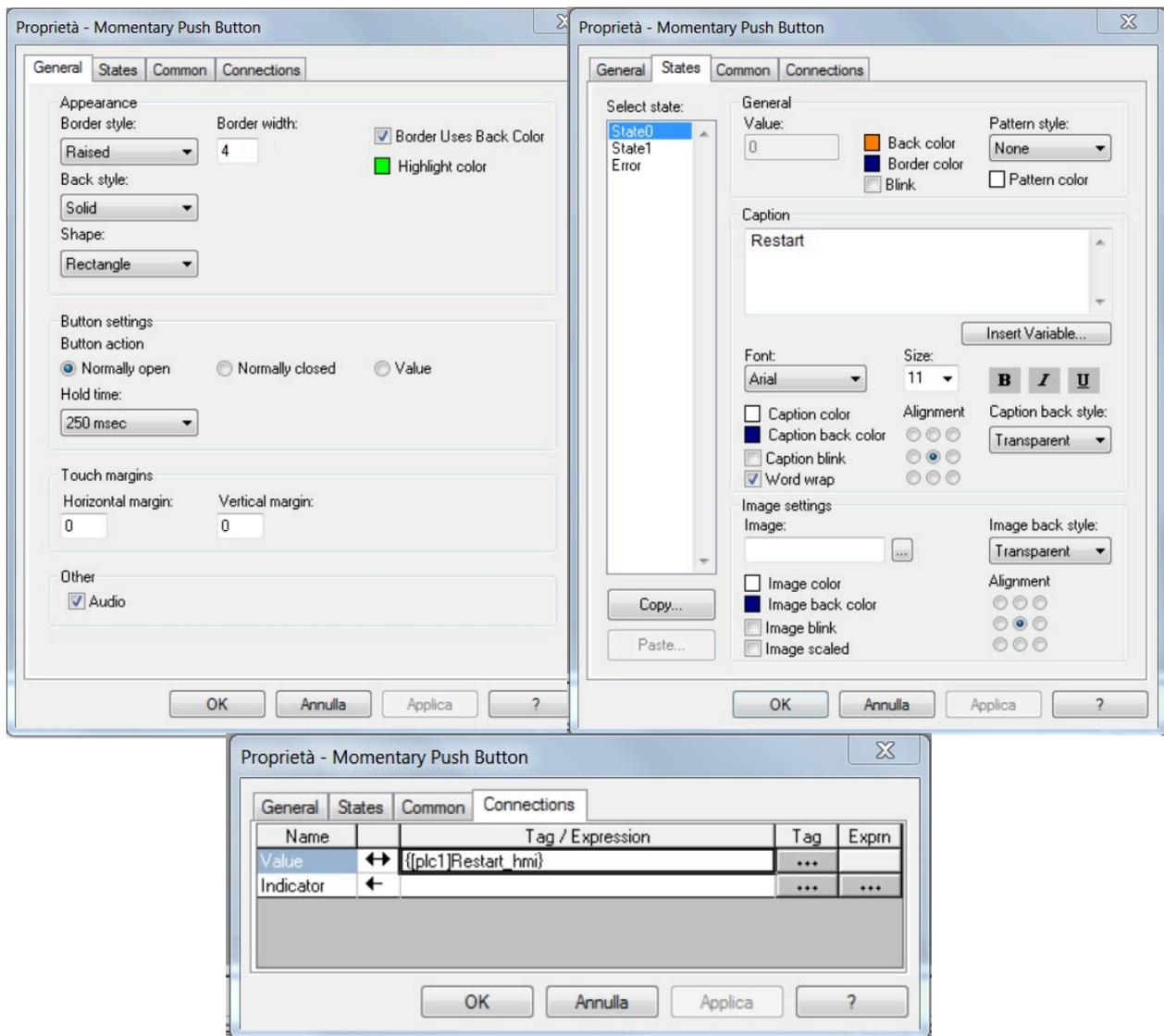


Figura 164: proprietà dell'oggetto Momentary Push Button di restart

Anche i pulsanti di comando dei tre attuatori pneumatici sono pulsanti momentanei dello stesso tipo di quello appena descritto. Le uniche differenze riguardano il colore, la didascalia e soprattutto il tag associato. È stato utilizzato un pulsante momentaneo perché l'attuazione degli organi pneumatici è affidato a valvole bistabili, che sono quindi in grado di mantenere lo stato di commutazione finché non ricevono un impulso sull'altro solenoide. A questi sei pulsanti sono state associati i seguenti tags: *Man_orizzontale_dx*, *Man_orizzontale_sx*, *Man_verticale_up*, *Man_verticale_down*, *Man_pinzetta_open*, *Man_pinzetta_close*. Si ricorda che nel ladder questi tag rappresentano i comandi manuali che abilitano direttamente le uscite del sistema.

I led colorati e il nastro trasportatore sono invece comandati con interruttori stabili (*Maintained Push Button*), di cui è illustrato un esempio in Figura 165. Le proprietà sono analoghe al precedente, è possibile modificarne forma e dimensioni, personalizzare le didascalie e i colori dei due stati di commutazione e associare un tag del controllore. Per i quattro interruttori dei led sono state associate le variabili: *Man_led_verde*, *Man_led_giallo*, *Man_led_rosso*, *Man_led_blu*.

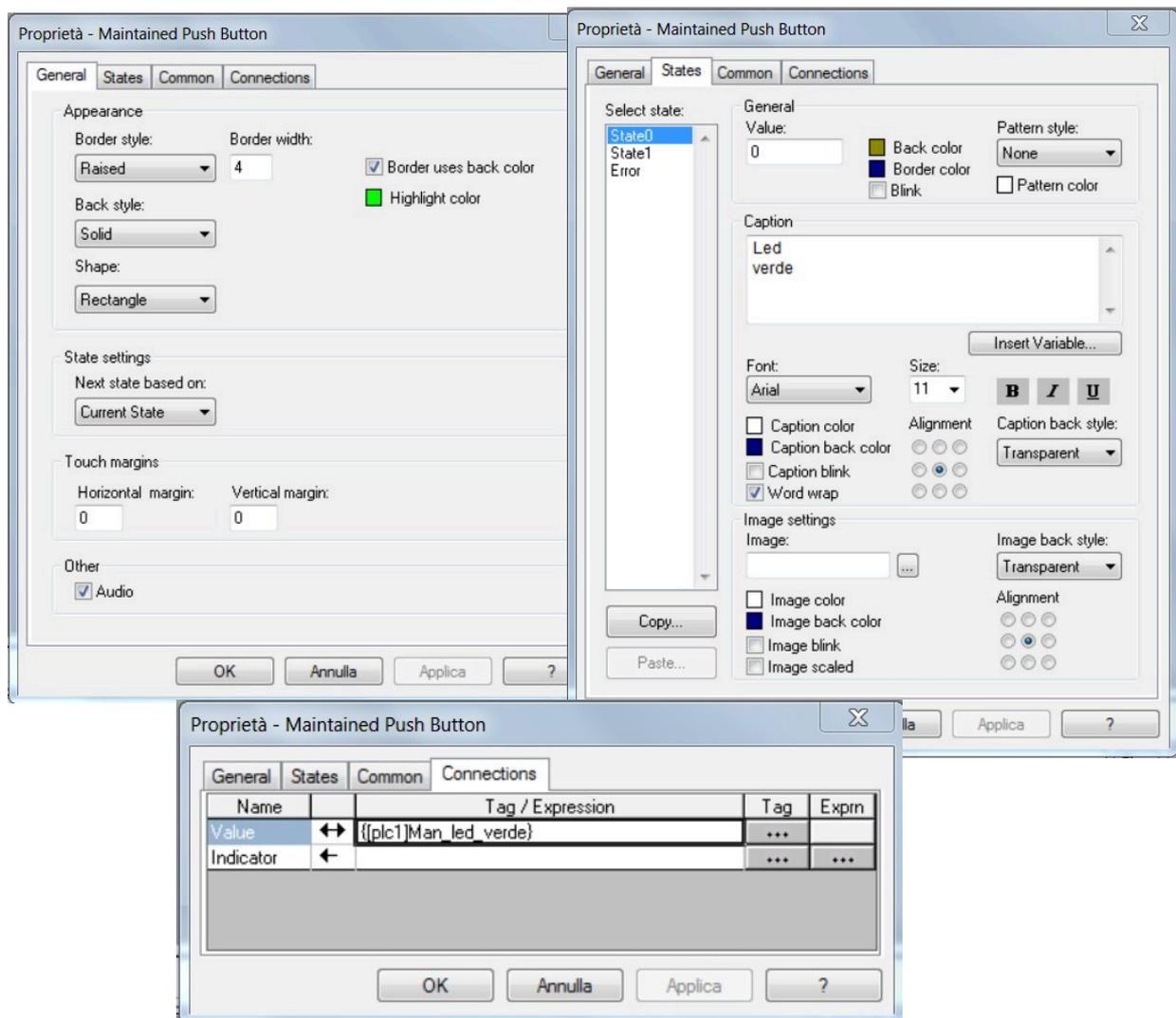


Figura 165: proprietà dell'oggetto Maintained Push Button di comando del led verde

Per i due interruttori di comando del nastro trasportatore sono stati invece associati i tags *Man_nastro_avanti* e *Man_nastro_indietro*. Nella modalità di prova sono anche stati inseriti due interruttori di test per i sensori capacitivi associati alle variabili *test_cap_dx*

e *test_cap_sx*. Come già detto nella descrizione del ladder *Prova_PLC*, attivando questo comando, quando l'oggetto da afferrare transita davanti al sensore capacitivo, il nastro trasportatore si arresta dopo il tempo specificato nelle caselle di input numerico associata rispettivamente ai tags *Timer_capacitivo_dx.PRE* e *Timer_capacitivo_sx.PRE*. Si noti che il suffisso *.PRE* indica la variabile di preset di tipo doppio intero (*DINT*) del timer *TON*, cioè il tempo fino a cui dovrà contare. Per completezza *.ACC* è riferito al termine di accumulo, cioè il conteggio istantaneo, mentre *.DN*, già utilizzato nel ladder per indicare la fine del conteggio, rappresenta proprio il bit che si attiva una volta trascorso il tempo indicato dal valore di preset. Le proprietà dell'input numerico saranno illustrate successivamente nella descrizione di un input numerico di maggior rilevanza. Questo perché, dal momento in cui è stata inserita la piastra di battuta, non è più fondamentale conoscere l'esatto istante in cui fermare il nastro tale per cui il cilindretto metallico sia perfettamente allineato con l'organo di presa.

Gli ultimi due oggetti presenti nella pagina sono collocati in basso a destra e sono costituiti da due pulsanti *Goto Display Button*. Premendo tali pulsanti ci si sposta alla pagina dedicata ai sensori (*Sensori prova*) o alla pagina principale (*MAIN*). La pagina dedicata ai sensori è mostrata in Figura 166.

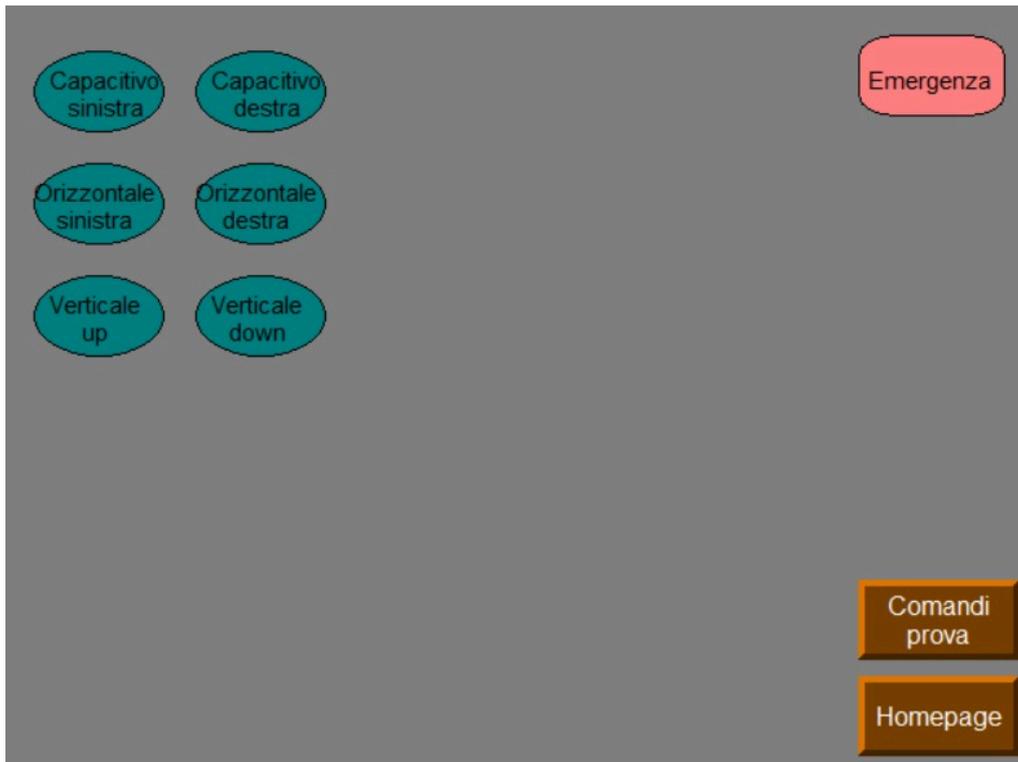


Figura 166: pagina Sensori prova del progetto HMI virtuale

Gli elementi caratteristici di questo *Display* sono le sei “lampadine” associate ai sensori. Due sono associate ai sensori capacitivi montati sul nastro trasportatore, due ai sensori magnetici di tipo reed installati sul cilindro senza stelo orizzontale e le ultime due ai medesimi sensori montati sul cilindro verticale. Come già descritto in precedenza assegnando loro in *Animation – Color* i tags *Capacitivo_sx*, *Capacitivo_dx*, *Reed_orizzontale_sx*, *Reed_orizzontale_dx*, *Reed_verticale_up* e *Reed_verticale_down* essi cambiano colore nel momento in cui i sensori associati commutano e, illuminandosi di giallo, diventando delle vere e proprie lampadine di visualizzazione dello stato dei sensori.

Con il pulsante di cambio pagina posizionato sopra quello di homepage (*MAIN*) si ritorna alla schermata dei comandi (*Modalità prova*).

3.7.3 Pagine dedicate alla modalità tutto Allen-Bradley

Selezionando la pagina dedicata alla modalità in cui entrambi i pannelli didattici sono controllati dal PLC Allen-Bradley appare la schermata *Modalità tutto A-B* illustrata in Figura 167.

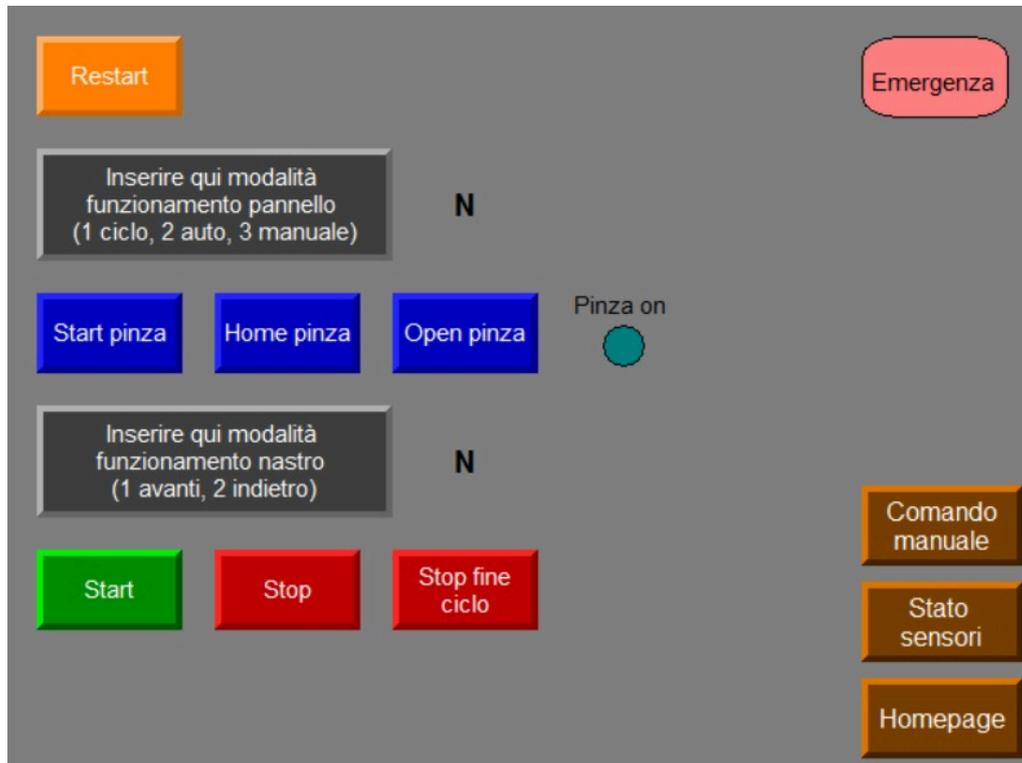


Figura 167: pagina Modalità tutto A-B del progetto HMI virtuale

Pulsanti e interruttori sono stati messi in ordine di azionamento. Prima di tutto è necessario eseguire il riavvio del sistema (*Restart*), dopodiché si seleziona la modalità di funzionamento del ciclo di lavoro, si accende la pinza elettrica, si esegue l'operazione di homing, si riporta in posizione di pinza aperta, si seleziona la direzione di marcia del nastro trasportatore e infine si avvia il ciclo.

Per selezionare la modalità di funzionamento del pannello (*Ciclo, Automatico, Manuale*) si utilizza l'input numerico (*Numeric Input Enable*) descritto in Figura 168. È associato alla variabile di tipo intero *Selettore_hmi* ed è possibile inserire, tramite tastierino numerico (*Keypad*), solamente i valori 1, 2 o 3. Questi valori, come descritto nel ladder,

sono rispettivamente associati alla modalità di ciclo singolo, a quella di ciclo automatico e a quella di azionamento manuale.

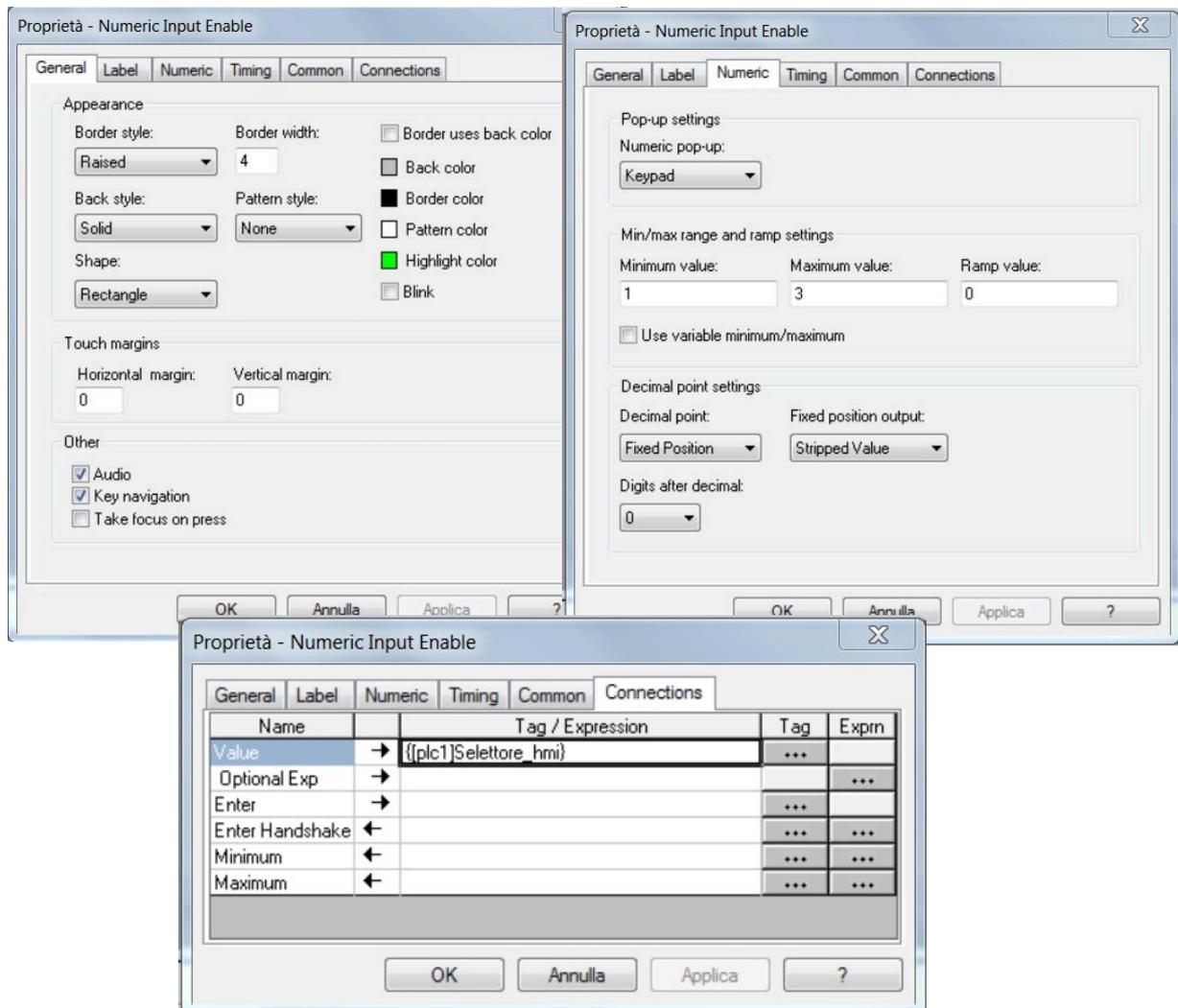


Figura 168: proprietà dell'oggetto Numeric Input Enable di selezione del ciclo

L'input di selezione della modalità di marcia del nastro trasportatore è dello stesso tipo di quello appena descritto. Le uniche differenze riguardano il tag associato, in questo caso *Mod_nastro*, e i valori numerici inseribili. È infatti possibile inserire solamente i valori 1 o 2, corrispondenti rispettivamente alla marcia avanti (*Mod_avanti*) e alla marcia indietro (*Mod_indietro*).

Accanto alle due caselle di input numerico sono presenti due elementi *Numeric Display* descritti in Figura 169. Sono associati ai medesimi tag degli input numerici e hanno solamente la funzione di visualizzare la scelta di modalità effettuata.

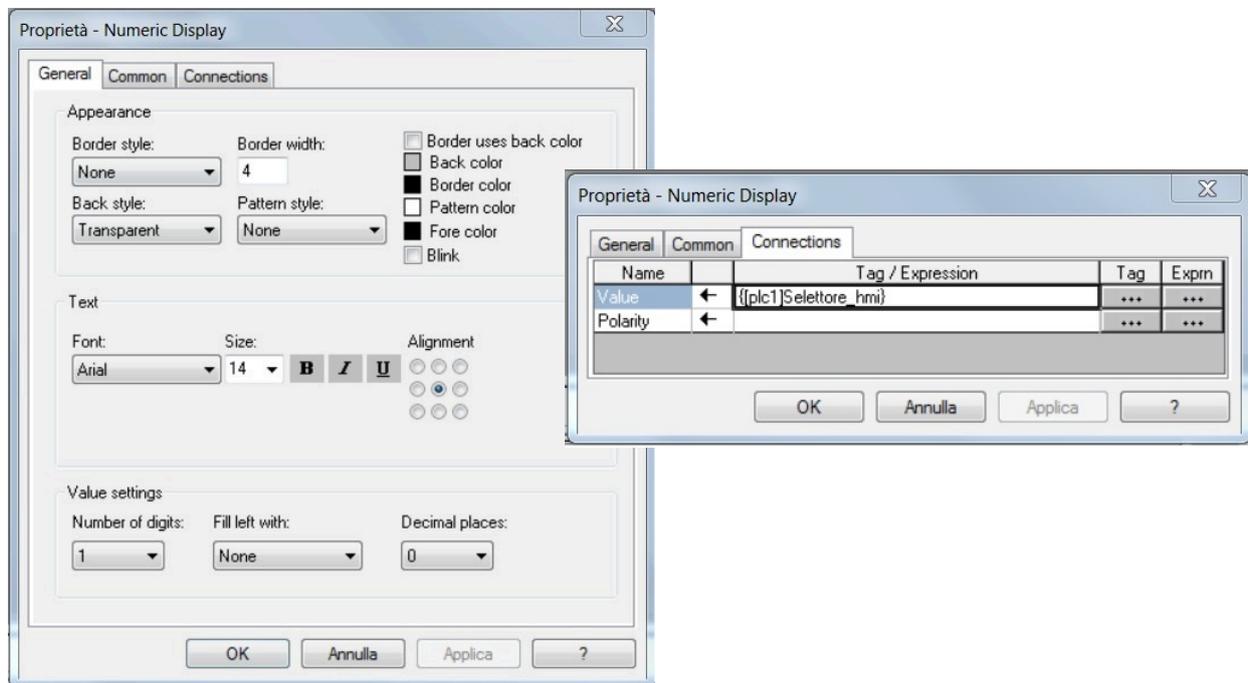


Figura 169: proprietà dell'oggetto *Numeric Display* di visualizzazione della modalità scelta

Oltre agli elementi già citati per le altre pagine, sono anche presenti: l'interruttore di accensione del servomotore della pinza elettrica (*Man_pinza_on*), il pulsante per eseguire l'oming (*Man_pinza_home*), il pulsante per aprire la pinza portandola nella posizione 1 registrata sul drive (*Man_pinza_step1*), la "lampadina" per visualizzare l'effettiva accensione della pinza elettrica (*SVRE*), il pulsante di start (*Start_hmi*), il pulsante di stop (*Stop*), il pulsante con la funzione di eseguire lo stop a fine ciclo (*Stop_fine_ciclo*), il pulsante per passare alla pagina *Comandi tutto A-B* e infine quello per passare alla pagina *Sensori tutto A-B*.

La prima pagina dei comandi manuali è analoga a quella descritta per la modalità di prova, le uniche differenze riguardano l'assenza dei comandi di test dei sensori

capacitivi e la presenza di tre pulsanti di rimando alle seguenti pagine: *Comando tutto A-B pag 2*, *Sensori tutto A-B*, *Modalità tutto A-B*.

La seconda pagina di comandi manuali, illustrata in Figura 170, contiene i tasti per azionare i componenti installati sul pannello didattico Smc. Si ricorda infatti che con questa modalità, avendo collegato sulla stessa rete Ethernet anche i due nodi del pannello Smc, è possibile controllare con il PLC Allen-Bradley anche tali elementi.

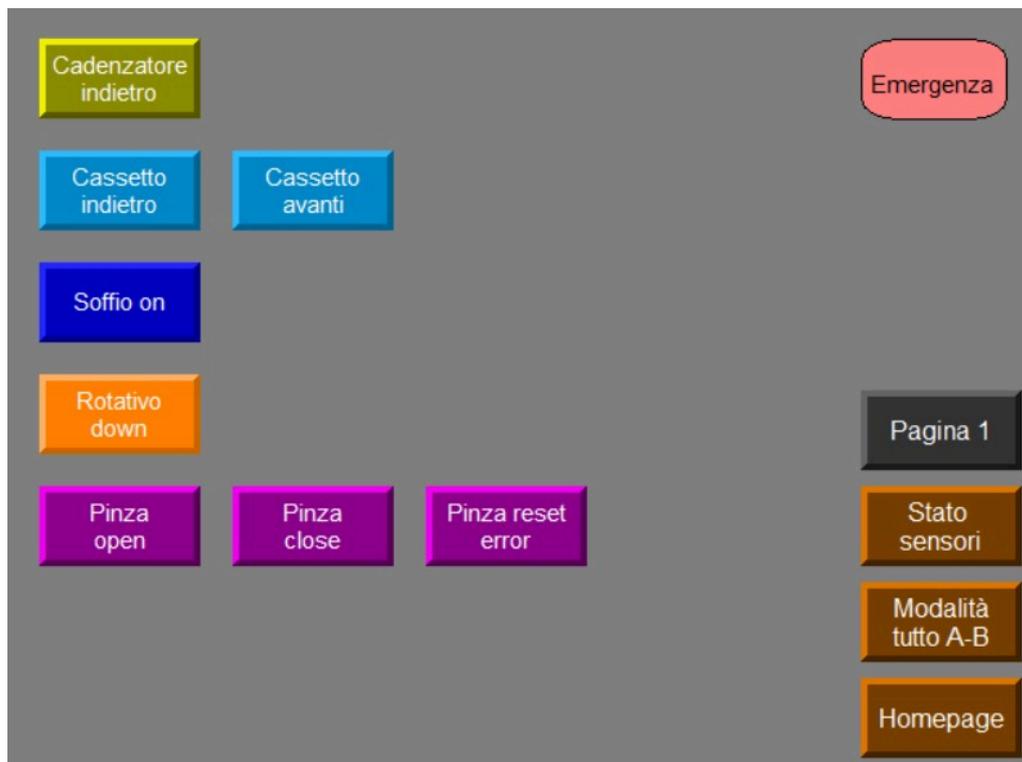


Figura 170: pagina Comando tutto A-B pag 2 del progetto HMI virtuale

In questa schermata sono presenti i seguenti oggetti: un interruttore per il controllo della valvola monostabile che attua il cilindro cadenzatore (*Man_A_indietro*), i pulsanti per l'attuazione del cilindro cassetto (*Man_B_indietro* e *Man_B_avanti*), un interruttore per il soffio di aria compressa (*Man_soffio_on*), un interruttore per l'attuatore rotativo (*Man_rotativo_down*), i pulsanti di apertura, chiusura e reset dell'errore della pinza elettrica (*Man_pinza_step1*, *Man_pinza_step2* e *Man_pinza_reset*) e infine i soliti pulsanti di rimando alle altre pagine della modalità tutto Allen-Bradley. Si noti nuovamente

l'utilizzo di *Momentary Push Button* per le valvole di tipo bistabile e l'utilizzo di *Manteined Push Button* per le valvole monostabili su cui è necessario mantenere eccitato il solenoide.

La pagina *Sensori tutto A-B*, fatta eccezione per gli opportuni *Goto Display Button*, è la medesima di quella già descritta nella modalità di prova. Invece, la pagina *Sensori tutto A-B pag 2*, illustrata in Figura 171, contiene le "lampadine" di visualizzazione dello stato dei sensori installati sul pannello didattico Smc. Tali oggetti sono sempre realizzati con forme ellittiche in cui si modificano le proprietà dei colori (*Animation – Color*) al momento della commutazione del sensore e quindi quando il valore del tag associato passa da 0 a 1. Le variabili associati alle suddette "lampadine" sono in ordine: *a1, a0, b1, b0, c1, d0, d1, TARGET_BIT_0* e *TARGET_BIT_1*.

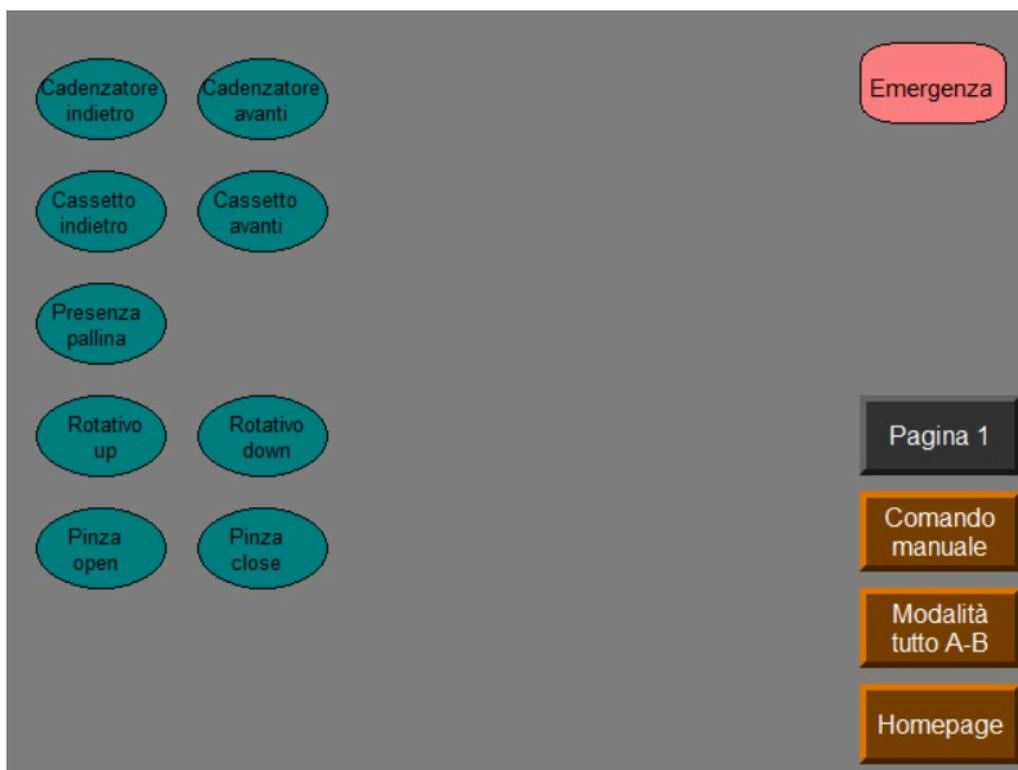


Figura 171: pagina *Sensori tutto A-B pag 2* di visualizzazione dello stato dei sensori installati sul pannello Smc

3.7.4 Pagine dedicate alla modalità mista

Premendo, nella homepage del progetto del pannello di interfaccia HMI virtuale, il pulsante di indirizzamento alla pagina *Modalità mista smc rockwell* appare la schermata proposta in Figura 172. Questa modalità prevede il controllo da parte del PLC Allen-Bradley del solo pannello di espansione, il pannello Smc è controllato dal PLC Panasonic ed è necessario collegare gli input/output dei due controllori per lo scambio di segnali tra essi. A tal proposito, oltre ai soliti elementi già analizzati, sono presenti due *Rounded Rectangle* che simulano: il primo il led blu installato sul pannello e il secondo il led giallo. Si ricorda che il diodo luminoso blu (F26) lampeggia dal momento della ricezione dell'input inviato dal controllore Panasonic, fino al momento in cui si avvia il ciclo di lavoro del pannello di espansione; invece, il diodo luminoso giallo lampeggia quando viene inviato l'output di fine ciclo (*Output_Panasonic_1*), interpretato dal PLC Panasonic come un segnale di ingresso di consenso per portare a terminare gli ultimi step del ciclo di lavoro del pannello Smc.

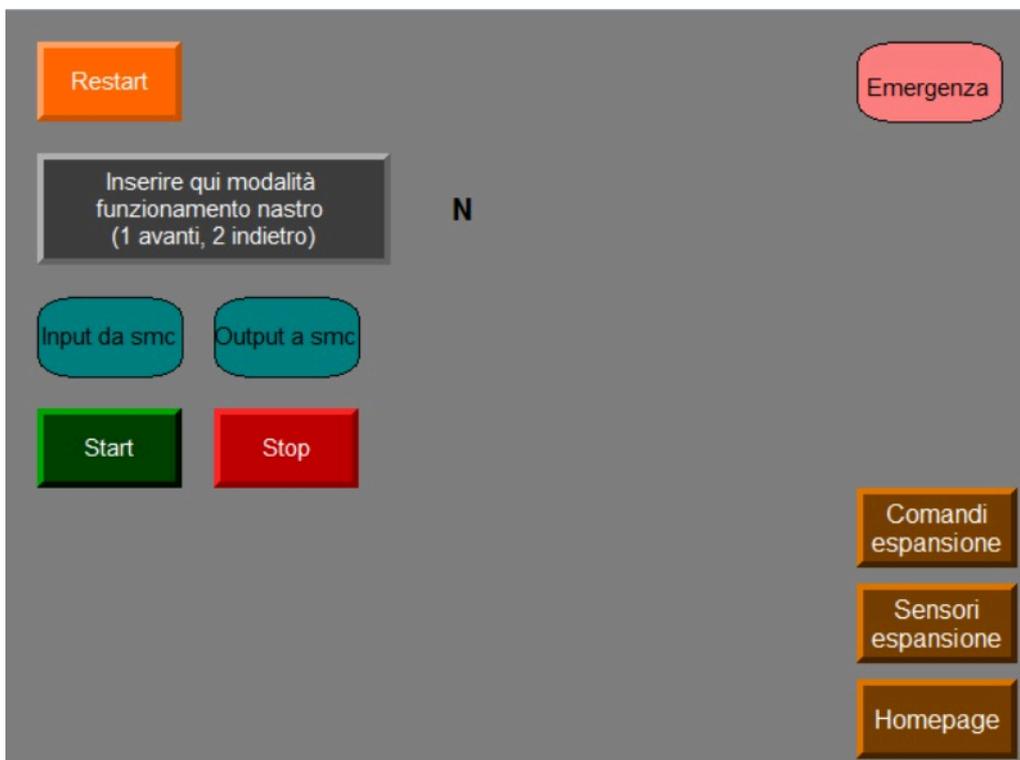


Figura 172: pagina Modalità mista smc rockwell del progetto HMI virtuale

I due pulsanti di richiamo alle pagine *Comandi mista* e *Sensori mista* consentono l'apertura delle solite schermate con i comandi manuali e lo stato dei sensori del pannello di espansione.

Termina così anche la descrizione del progetto per la realizzazione del pannello di interfaccia operatore HMI virtuale che sostituisce il PanelView 800, non compatibile con il vecchio modello di PLC CompactLogix 1769-L32E.

4. Conclusione

Questo lavoro di tesi risulta essere suddiviso in due parti: una prima parte dedicata all'analisi e alla riprogrammazione del pannello didattico Smc installato nel Laboratorio di Pneumatica del Politecnico di Torino, una seconda parte decisamente più pratica di progettazione, costruzione e programmazione di un nuovo pannello didattico di espansione da affiancare al precedente.

Dopo aver studiato i componenti installati sul pannello Smc e averne compresa l'interazione, si è deciso di creare un nuovo programma ladder da caricare sul PLC Panasonic e un nuovo progetto da installare sul pannello di interfaccia operatore Weintek per controllare il ciclo di lavoro eseguibile sul banco didattico. I componenti principali sono: un PLC Panasonic, un pannello HMI Weintek, un sistema decentralizzato di valvole e moduli di input digitali gestito dal gateway EX500 dell'azienda Smc, un drive JXC91 per il controllo di una pinza elettrica Smc e, sempre della stessa azienda, due cilindri automatici. Questi dispositivi sono collegati su una rete Ethernet e comunicano attraverso il protocollo EtherNet/IP. La progettazione di questo banco didattico ha permesso di prendere confidenza con l'utilizzo di diversi software di programmazione quali: FPWIN Pro 7 di Panasonic per la creazione del programma ladder del PLC, EasyBuilder Pro di Weintek per la realizzazione delle pagine del pannello HMI, sempre della stessa azienda EasyAccess 2.0 per il controllo e il monitoraggio in remoto dell'intero sistema automatico e ACT Controller di Smc per la programmazione del drive della pinza elettrica. Proprio lo studio di quest'ultimo software di programmazione del dispositivo JXC91 ha permesso di individuare e risolvere un problema, di cui inizialmente non si comprendeva la natura, riguardante le posizioni che la pinza elettrica avrebbe dovuto raggiungere durante lo svolgimento del ciclo di lavoro. Sono anche stati trattati aspetti visti durante le lezioni di Automazione a Fluido, in particolare la tecnica dei relè ausiliari da utilizzare nella compilazione del listato ladder. Per questa tecnica, utile soprattutto per finalità didattiche in quanto non permette di realizzare cicli di lavoro eccessivamente

complessi, è stato realizzato un programma dedicato, utilizzando i tre attuatori pneumatici installati sul pannello didattico; così facendo si è sfruttato il banco anche per finalità diverse dall'esecuzione del solito ciclo di lavoro, che ha come difetto il fatto di essere piuttosto rigido. La prima parte della tesi è stata quindi più teorica e volta ad apprendere alcune importanti nozioni concettuali e di programmazione da applicare nella successiva progettazione del pannello di espansione.

L'idea di realizzare un nuovo pannello, da affiancare a quello già esistente nel laboratorio, nasce principalmente dalla necessità didattica di ampliare le tipologie di soluzioni da proporre agli studenti, sfruttando anche le potenzialità della rete Ethernet. Al fine di dare una funzione anche alla pinzetta pneumatica installata sul pannello Smc ma inutilizzata, si è pensato di creare un manipolatore che, muovendosi lungo l'asse orizzontale e verticale di un piano, fosse in grado di afferrare degli oggetti in transito su un piccolo nastro trasportatore. Il desiderio di utilizzare lo stesso protocollo di comunicazione EtherNet/IP ha agevolato la scelta dei prodotti dell'azienda sviluppatrice di tale protocollo: la Rockwell Automation. Nell'ottica di ridurre il più possibile i costi di realizzazione del progetto, è stata importante eseguire un'analisi di mercato per scegliere i componenti con un più vantaggioso rapporto utilità-prezzo; a tal proposito è stato molto apprezzato il contributo fornito dall'azienda Pneumax che, comprendendo le finalità didattiche del lavoro di tesi, ha fornito gratuitamente parte della componentistica richiesta, in particolare i cilindri che costituiscono i due assi di movimento del manipolatore pneumatico. I componenti acquistati sono stati: un PLC Allen-Bradley CompactLogix 5380, un pannello HMI Allen-Bradley PanelView 800, uno switch di rete Stratix® 2000 della stessa azienda, una batteria di valvole Pneumax serie Optyma32-S e quattro sensori reed di fincorsa da installare sui cilindri pneumatici, un piccolo nastro trasportatore GBS, un alimentatore Phoenix Contact, un modulo di interfaccia IO-Link dell'azienda Turck Banner con due sensori capacitivi per sfruttare anche le potenzialità di questo protocollo di comunicazione. Purtroppo, non è stato possibile approfondire le tematiche riguardanti

l'IO-Link perché i relativi prodotti sono stati consegnati in tempi non compatibili con il completamento del lavoro di tesi; saranno però trattate in un secondo momento. Con il materiale acquistato, quello sostitutivo (PLC Allen-Bradley CompactLogix 1769-L32E e sensori capacitivi normali) utilizzato per ovviare ai ritardi nelle consegne, e quello necessario alla costruzione della struttura portante, è stato realizzato il pannello di espansione inserendo anche altri componenti secondari come led colorati, interruttori a levetta e un pulsante di emergenza a fungo. La progettazione del ciclo di lavoro ha permesso di conoscere altri software di programmazione: RSLogix 5000 di Rockwell Automation per il programma ladder e FactoryTalk® View Machine Edition della medesima azienda, per la realizzazione di un pannello di interfaccia virtuale che sostituisse il pannello HMI fisico, non compatibile con il PLC sostitutivo.

Per concludere, la volontà di cimentarsi in questa tesi nasce dal desiderio di veder concretizzare gli aspetti teorici trattati durante il percorso di studi, in particolare gli insegnamenti acquisiti durante lo svolgimento del corso di Automazione a Fluido. In tale corso è stato infatti affrontato l'argomento PLC e il controllo di sistemi automatici con questi dispositivi. Il lavoro che sta per terminare è volto a comprendere ancora più a fondo questi aspetti e provare a realizzare concretamente qualcosa che possa essere utilizzato in futuro per finalità didattiche. Questa tesi non ha deluso le aspettative soprattutto per quanto riguarda la costruzione del pannello di espansione: ha permesso di realizzare un'idea, di interfacciarsi con diverse aziende per chiedere consigli sulle migliori soluzioni utilizzabili e modificare il pensiero di partenza per venire incontro ad esigenze di ottimizzazione dei costi. Si sono anche dovute fronteggiare problematiche che attualmente riguardano tutto il mondo industriale, come la mancanza di materie prime che ha causato enormi ritardi nei tempi di consegna. Questo aspetto, se da un lato ha inevitabilmente allungato i tempi di completamento della tesi, dall'altro ha permesso di interfacciarsi ad un problema e provare a risolverlo cercando soluzioni alternative funzionali, senza però stravolgere il progetto di partenza.

Bibliografia e sitografia

- [1] «European Commission,» [Online]. Available:
https://ec.europa.eu/eip/ageing/standards/ict-and-communication/user-interface/iec-61131_en.html.

- [2] «Edu-tecnica,» [Online]. Available:
<http://www.edutecnica.it/sistemi/plc/plc.htm>.

- [3] G. Tudisco, «I.S.I.S A. Malignani,» [Online]. Available:
<http://www2.malignani.ud.it/EltWeb/dispensedocenti/Sistemi/Dispensa%20introduttiva%20sui%20PLC.pdf>.

- [4] [Online]. Available: <http://rpa.energy.mn/wp-content/uploads/2017/03/IEC-61131-3-Programmable-controllers-Programming-languages.pdf>.

- [5] A. Bonicelli, «Smeup,» 28 Febbraio 2020. [Online]. Available:
<https://www.smeup.com/magazine/blog/protocolli-di-comunicazione-industriale/>.

- [6] A. Cadei, «Tools for smart minds,» 11 Giugno 2019. [Online]. Available:
<https://www.toolsforsmartminds.com/it/insight/blog/240-protocolli-industriali-i-principali-per-il-monitoraggio-degli-impianti>.

- [7] Rockwell Automation, Ottobre 2001. [Online]. Available:
https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/wp/enet-wp001_-en-p.pdf.

- [8] «Automazione news,» 16 Aprile 2015. [Online]. Available:
<https://www.automazione.it/ethernetip-per-lautomazione-industriale/>.
- [9] «Burkert fluid control systems,» [Online]. Available:
<https://www.burkert.it/Assistenza-tecnica-e-supperto/Supporto/Glossario/EtherNet-IP-protocollo-standard-di-comunicazione-reti-industriali>.
- [10] R. Francazi, «Servotecnica,» 31 Luglio 2020. [Online]. Available:
<https://www.servotecnica.com/it/risorse/white-papers-mobile/azionamenti-centralizzati-e-decentralizzati-i-pro-e-contro/>.
- [11] «Panasonic,» [Online]. Available:
https://www3.panasonic.biz/ac/e/search_num/index.jsp?c=detail&part_no=AFP7CPS31E.
- [12] «Atti,» [Online]. Available: https://shop.atti.it/it/a/058658_touch-screen-weintek-modello-mt8073ie-display-7-wide-risoluzione-800x480-2-ethernet-ul-atex-teleassistenza-easyaccess-2-0.
- [13] «Smc,» [Online]. Available: https://content2.smcetech.com/pdf/EX500-A_IT.pdf.
- [14] «Smc,» [Online]. Available: <https://www.smc.eu/products/lehf~134051~nav#s>.
- [15] «Panasonic,» [Online]. Available: https://www.panasonic-electric-works.com/cps/rde/xbcr/pew_eu_en/mn_fpwinpro7_guide_pidsx_en.pdf.
- [16] «Panasonic,» [Online]. Available: https://www.panasonic-electric-works.com/cps/rde/xbcr/pew_eu_en/mn_fp7_cpu_ethernetip_jp_en.pdf.

- [17] «Smc,» [Online]. Available: <https://content2.smcetech.com/pdf/manuals/SFOD-OMT0006-C.pdf>.
- [18] «Weintek,» [Online]. Available: https://dl.weintek.com/public/EBPro/UserManual/eng/EasyBuilderPro_V60501_UserManual_eng.pdf.
- [19] «Panasonic,» [Online]. Available: https://www.panasonic-electric-works.com/cps/rde/xbcr/pew_eu_en/mn_63489_0050_en_fpwinpro_programming.pdf.
- [20] «Wiautomation,» [Online]. Available: <https://it.wiautomation.com/allen-bradley/sistemi-plc/compactlogix/5069L306ER>.
- [21] «Bsa,» [Online]. Available: <https://www.technologybsa.com/it/dettaglio-prodotto/rockwell-automation/2711r-t7t/>.
- [22] «Wiautomation,» [Online]. Available: https://it.wiautomation.com/allen-bradley/comunicazione-industriale/stratix/1783US8T?utm_source=shopping_free&utm_medium=organic&utm_content=IT5263&gclid=CjwKCAiA4KaRBhBdEiwAZi1zzjDun6Emwg2hmges5SDUIkY0sqQclFJxL1RMrpJ7mNZNBwERSRK5nRoCZikQAvD_BwE.
- [23] «Rs,» [Online]. Available: [https://it.rs-online.com/web/p/pinze-pneumatiche/8412313?cm_mmc=IT-PLA-DS3A-_-google-_-PLA_IT_IT_Pneumatica_e_idraulica_Whoop-_- \(IT:Whoop!\)+Pinze+pneumatiche-_-8412313&matchtype=&pla-342959900361&gclid=CjwKCAiA4KaRBhBdEiwAZi1zzgUr7UuHNHJ8UXLS0AMy1tityZiJ-](https://it.rs-online.com/web/p/pinze-pneumatiche/8412313?cm_mmc=IT-PLA-DS3A-_-google-_-PLA_IT_IT_Pneumatica_e_idraulica_Whoop-_- (IT:Whoop!)+Pinze+pneumatiche-_-8412313&matchtype=&pla-342959900361&gclid=CjwKCAiA4KaRBhBdEiwAZi1zzgUr7UuHNHJ8UXLS0AMy1tityZiJ-).

- [24] «Ebay,» [Online]. Available:
https://www.ebay.it/itm/124487563497?_trkparms=amclsrc%3DITM%26aid%3D1110006%26algo%3DHOMESPLICE.SIM%26ao%3D1%26asc%2E%80%A6.
- [25] «Plc2day,» [Online]. Available: <https://www.plc2day.com/phoenix-contact-plc-bsc-24dc-21-21-2967015-relaissocket-14mm>.
- [26] «Turck,» [Online]. Available:
<https://www.turck.de/en/product/0000003100008dc50003003a>.
- [27] «Banner,» 27 Febbraio 2017. [Online]. Available:
<https://www.bannerengineering.com/it/it/company/expert-insights/io-link.html#/>.
- [28] «Amazon,» [Online]. Available: https://www.amazon.it/Heschen-M18-Interruttore-LJC18A3-B-Z-Rilevamento/dp/B08J7M7T9B/ref=sr_1_3_sspa?__mk_it_IT=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crid=1KKJVWDAD9W3A&keywords=sensore+capacitivo+pnp+m18&qid=1646928638&sprefix=sensore+capacitivo+pnp+m18%2Caps%.
- [29] «Rs,» [Online]. Available: [https://it.rs-online.com/web/p/interruttori-a-levetta/7347050?cm_mmc=IT-PLA-DS3A-_-google-_-CSS_IT_IT_Interruttori_Whoop-_\(IT:Whoop!\)+Interruttori+a+levetta-_-7347050&matchtype=&pla-529873446672&gclid=CjwKCAiA4KaRBhBdEiwAZi1zzriDUMd_6Twc83ACBzs3v_99Dl-T4](https://it.rs-online.com/web/p/interruttori-a-levetta/7347050?cm_mmc=IT-PLA-DS3A-_-google-_-CSS_IT_IT_Interruttori_Whoop-_(IT:Whoop!)+Interruttori+a+levetta-_-7347050&matchtype=&pla-529873446672&gclid=CjwKCAiA4KaRBhBdEiwAZi1zzriDUMd_6Twc83ACBzs3v_99Dl-T4).
- [30] «Rs,» [Online]. Available: https://it.rs-online.com/web/p/pulsanti-di-arresto-di-emergenza/1222311?cm_mmc=IT-PLA-DS3A-_-google-_-

CSS_IT_IT_Interruttori_Whoop-_-

(IT:Whoop!)+Pulsanti+di+arresto+di+emergenza-_-1222311&matchtype=&pla-
310818791949&gclid=CjwKCAiA4KaRBhBdEiwAZi1zzodVlq1rl.

[31] «Pneumax,» [Online]. Available: <https://pneumaxspa.com/wp-content/uploads/OBJ01871.pdf>.

[32] «Pneumax,» [Online]. Available: <https://pneumaxspa.com/wp-content/uploads/OBJ02127.pdf>.

[33] «Smc,» [Online]. Available: <https://www.smcworld.com/assets/manual/en-jp/files/JXCx-OMX0002.pdf>.

Ringraziamenti

Ringrazio, in primo luogo, il mio relatore di tesi il Prof. Luigi Mazza e le Prof.sse correlatrici Daniela Maffiodo e Gabriella Eula che mi hanno dato l'opportunità di realizzare un lavoro di tesi con un'ampia componente pratica. Questo mi ha consentito di applicare concretamente alcuni concetti appresi durante il percorso di studi universitari, di interfacciarmi con diverse aziende, di incontrare ostacoli e difficoltà e di riuscire a superarli.

Un grande ringraziamento ai miei genitori Laura e Guido, a mia sorella Michela e al resto della mia famiglia che mi hanno sempre sostenuto durante tutti questi anni trascorsi al Politecnico di Torino, senza mai generarmi pressioni, mettermi fretta o contestare le decisioni prese durante il percorso universitario.

Un ringraziamento speciale ai miei amici di sempre Simone G., Elisa, Simone C., Andrea, Luca e Fabio su cui so di poter contare anche se capita spesso di essere assente.

Ringrazio anche i miei compagni di corso, in particolare Gabriele, Marta e Antonio, che mi hanno accompagnato in questo percorso regalandomi momenti di spensieratezza e a cui auguro di riuscire a realizzare i loro obiettivi professionali e di vita.

Grazie a Valeria che, anche se non me lo meritavo, ha voluto aspettarmi molti anni e mi ha dato gli stimoli giusti per affrontare gli ultimi ostacoli universitari e alcuni brutti momenti personali.

Infine, una dedica speciale alle mie nonne Elena e Lina, che avrebbero sicuramente voluto esserci e a cui vanno sempre i miei pensieri.

Allegati



Progetto

Tesi Magistrale Rumiano Giorgio - Pannello Smc

Numero progetto ---
Gestore progetto Virtual10, cc
Tipo PLC ---
Commento ---

						Data di stampa 28/10/2021 11:40:44	..ktop\Giorgio Rumiano\plc\Rumiano_PannelloSMCpro
							Pagina 1
Rev	Change	Date	Name				



Variabili globali

	Classe	Identificatore	Indirizzo FP	Indirizzo IEC	Tipo	Iniziale	Esportazione automatica	Commento
0	VAR_GLOBAL	Start	X1	%IX0.1	BOOL	FALSE		Pulsante start su pannello
1	VAR_GLOBAL	Start_HMI	R0	%MX0.0.0	BOOL	FALSE		Pulsante start su HMI
2	VAR_GLOBAL	Emg_Stop	X0	%IX0.0	BOOL	FALSE		Fungo emergenza
3	VAR_GLOBAL	a0	DT104.0	%MX5.104.0	BOOL	FALSE		Fincorsa A+ cadenzatore
4	VAR_GLOBAL	a1	DT104.1	%MX5.104.1	BOOL	FALSE		Fincorsa A-
5	VAR_GLOBAL	b0	DT104.2	%MX5.104.2	BOOL	FALSE		Fincorsa B+ cassetto
6	VAR_GLOBAL	b1	DT104.3	%MX5.104.3	BOOL	FALSE		Fincorsa B-
7	VAR_GLOBAL	c1	DT100.F	%MX5.100.15	BOOL	FALSE		Sensore pallina SI
8	VAR_GLOBAL	d0	DT100.0	%MX5.100.0	BOOL	FALSE		Sensore pinza UP
9	VAR_GLOBAL	d1	DT100.1	%MX5.100.1	BOOL	FALSE		Sensore pinza DOWN
10	VAR_GLOBAL	EV1A_mono	LD5.0	%MX8.5.0	BOOL	FALSE		Monostabile cilindro A- cadenzatore
11	VAR_GLOBAL	EV4A_a	LD5.6	%MX8.5.6	BOOL	FALSE		Bistabile soffio scarico
12	VAR_GLOBAL	EV4A_b	LD5.7	%MX8.5.7	BOOL	FALSE		Bistabile soffio ON
13	VAR_GLOBAL	EV3B_a	LD7.4	%MX8.7.4	BOOL	FALSE		Bistabile cilindro B- cassetto
14	VAR_GLOBAL	EV3B_b	LD7.5	%MX8.7.5	BOOL	FALSE		Bistabile cilindro B+
15	VAR_GLOBAL	EV1B_mono	LD7.0	%MX8.7.0	BOOL	FALSE		Bistabile attuatore DOWN
16	VAR_GLOBAL	EV5B_a	LD7.8	%MX8.7.8	BOOL	FALSE		Bistabile pinzetta CLOSE
17	VAR_GLOBAL	EV5B_b	LD7.9	%MX8.7.9	BOOL	FALSE		Bistabile pinzetta OPEN
18	VAR_GLOBAL	F1	R1	%MX0.0.1	BOOL	FALSE		A-
19	VAR_GLOBAL	F2	R2	%MX0.0.2	BOOL	FALSE		A+
20	VAR_GLOBAL	F3	R3	%MX0.0.3	BOOL	FALSE		B-
21	VAR_GLOBAL	F4	R4	%MX0.0.4	BOOL	FALSE		B+
22	VAR_GLOBAL	F5	R1B	%MX0.1.1	BOOL	FALSE		Soffio ON
23	VAR_GLOBAL	F6	R1E	%MX0.1.14	BOOL	FALSE		Soffio OFF
24	VAR_GLOBAL	F7	R1F	%MX0.1.15	BOOL	FALSE		Scarico ON
25	VAR_GLOBAL	F8	R24	%MX0.2.4	BOOL	FALSE		Attuatore DOWN (C-)
26	VAR_GLOBAL	F9	R25	%MX0.2.5	BOOL	FALSE		Attuatore UP (C+)
27	VAR_GLOBAL	F10	R2F	%MX0.2.15	BOOL	FALSE		Pinza ON
28	VAR_GLOBAL	F11	R3C	%MX0.3.12	BOOL	FALSE		Pinza CHIUDI/HOME
29	VAR_GLOBAL	F12	R3D	%MX0.3.13	BOOL	FALSE		Pinza APRI
30	VAR_GLOBAL	Auto_HMI	R5	%MX0.0.5	BOOL	FALSE		Selettore ciclo automatico
31	VAR_GLOBAL	Lamp1	R6	%MX0.0.6	BOOL	FALSE		Lampada A-
32	VAR_GLOBAL	Lamp2	R7	%MX0.0.7	BOOL	FALSE		Lampada A+
33	VAR_GLOBAL	Lamp3	R8	%MX0.0.8	BOOL	FALSE		Lampada B-
34	VAR_GLOBAL	Lamp4	R9	%MX0.0.9	BOOL	FALSE		Lampada B+
35	VAR_GLOBAL	Lamp5	R20	%MX0.2.0	BOOL	FALSE		Lampada pallina SI
36	VAR_GLOBAL	Lamp6	R21	%MX0.2.1	BOOL	FALSE		Lampada pallina NO
37	VAR_GLOBAL	Lamp7	R22	%MX0.2.2	BOOL	FALSE		Lampada pinza UP
38	VAR_GLOBAL	Lamp8	R23	%MX0.2.3	BOOL	FALSE		Lampada pinza DOWN
39	VAR_GLOBAL	Lamp9	R31	%MX0.3.1	BOOL	FALSE		Lampada pinza ON
40	VAR_GLOBAL	Lamp10	R3E	%MX0.3.14	BOOL	FALSE		Lampada pinza APERTURA
41	VAR_GLOBAL	Lamp11	R3F	%MX0.3.15	BOOL	FALSE		Lampada pinza CHIUSA
42	VAR_GLOBAL	Lamp_E	RA	%MX0.0.10	BOOL	FALSE		Lampada emergenza
43	VAR_GLOBAL	Emg_Ok	RB	%MX0.0.11	BOOL	FALSE		Emergenza ok
44	VAR_GLOBAL	Restart	RC	%MX0.0.12	BOOL	FALSE		Pulsante restart dopo emergenza su HMI
45	VAR_GLOBAL	F_Restart	RD	%MX0.0.13	BOOL	FALSE		Funzione restart dopo emergenza
46	VAR_GLOBAL	Man_A_indietro	RE	%MX0.0.14	BOOL	FALSE		Tasto manuale A-
47	VAR_GLOBAL	Man_A_avanti	RF	%MX0.0.15	BOOL	FALSE		Tasto manuale A+
48	VAR_GLOBAL	Man_B_indietro	R10	%MX0.1.0	BOOL	FALSE		Tasto manuale B-
49	VAR_GLOBAL	Man_B_avanti	R11	%MX0.1.1	BOOL	FALSE		Tasto manuale B+
50	VAR_GLOBAL	Man_Soffio_on	R1C	%MX0.1.12	BOOL	FALSE		Tasto manuale soffio ON
51	VAR_GLOBAL	Man_Soffio_scarico	R1D	%MX0.1.13	BOOL	FALSE		Tasto manuale soffio scarico
52	VAR_GLOBAL	Man_Attuatore_down	R26	%MX0.2.6	BOOL	FALSE		Tasto manuale attuatore DOWN
53	VAR_GLOBAL	Man_Pinza_RESET	R30	%MX0.3.0	BOOL	FALSE		Tasto manuale pinza RESET
54	VAR_GLOBAL	Man_Pinza_ON	R32	%MX0.3.2	BOOL	FALSE		Tasto manuale pinza ON
55	VAR_GLOBAL	Man_Pinza_HOME	R33	%MX0.3.3	BOOL	FALSE		Tasto manuale pinza CHIUDI/HOME
56	VAR_GLOBAL	Man_Pinza_STEP0	R34	%MX0.3.4	BOOL	FALSE		Tasto manuale pinza APRI STEP0
57	VAR_GLOBAL	Man_Pinza_STEP1	R35	%MX0.3.5	BOOL	FALSE		Tasto manuale pinza STEP1
58	VAR_GLOBAL	Man_Pinzetta_OPEN	R42	%MX0.4.2	BOOL	FALSE		Tasto manuale pinzetta OPEN
59	VAR_GLOBAL	Man_Pinzetta_CLOSE	R43	%MX0.4.3	BOOL	FALSE		Tasto manuale pinzetta CLOSE
60	VAR_GLOBAL	Ciclo	R12	%MX0.1.2	BOOL	FALSE		Mod. ciclo- ciclo selezionata
61	VAR_GLOBAL	Automatico	R13	%MX0.1.3	BOOL	FALSE		Mod. automatico selezionata

				Data di stampa 28/10/2021 11:40:44		...ktop\Giorgio Rumiano\pic\Rumiano_PannelloSMCpro	
						Pagina 2	
Rev	Change	Date	Name				



Variabili globali

	Classe	Identificatore	Indirizzo FP	Indirizzo IEC	Tipo	Iniziale	Esportazione automatica	Commento
62	VAR_GLOBAL	Manuale	R14	%MX0.14	BOOL	FALSE		Mod. manuale selezionata
63	VAR_GLOBAL	Selettore_HMI	DT0	%MW5.0	WORD	0		Selettore mod. su hmi
64	VAR_GLOBAL	Passo	DT1	%MW5.1	WORD	0		Contatore passo ciclo
65	VAR_GLOBAL	F_Aviato	R15	%MX0.15	BOOL	FALSE		Funzione ciclo avviato
66	VAR_GLOBAL	Stop	R16	%MX0.16	BOOL	FALSE		Pulsante stop su HMI
67	VAR_GLOBAL	F_Stop_Ciclo	R17	%MX0.17	BOOL	FALSE		Fine ciclo-ciclo
68	VAR_GLOBAL	TON1			TON			Timer fine ciclo
69	VAR_GLOBAL	Set_TON1			TIME	T#2s		
70	VAR_GLOBAL	TON1_Done	R18	%MX0.18	BOOL	FALSE		Fine conteggio TON1
71	VAR_GLOBAL	Current_TON1			TIME	T#0s		Conteggio TON1
72	VAR_GLOBAL	Stop_fine_ciclo	R19	%MX0.19	BOOL	FALSE		Pulsante HMI stop a fine ciclo
73	VAR_GLOBAL	F_Stop_FC	R1A	%MX0.1.10	BOOL	FALSE		Memoria stop a fine ciclo
74	VAR_GLOBAL	TON2			TON			Timer soffio
75	VAR_GLOBAL	Set_TON2			TIME	T#2s		
76	VAR_GLOBAL	Current_TON2			TIME	T#0s		Conteggio TON2
77	VAR_GLOBAL	TON_pos1			TON			Timer pinza posizione1
78	VAR_GLOBAL	Set_TON_pos1			TIME	T#0.1s		
79	VAR_GLOBAL	Current_TON_pos1			TIME	T#0s		Conteggio TON_pos1
80	VAR_GLOBAL	TON_pos2			TON			Timer pinza posizione2
81	VAR_GLOBAL	Set_TON_pos2			TIME	T#0.1s		
82	VAR_GLOBAL	Current_TON_pos2			TIME	T#0s		Conteggio TON_pos2
83	VAR_GLOBAL	TON5			TON			Timer chiudi pinza
84	VAR_GLOBAL	Set_TON5			TIME	T#1s		
85	VAR_GLOBAL	Current_TON5			TIME	T#0s		Conteggio TON5
86	VAR_GLOBAL	TON6			TON			Timer caduta pallina
87	VAR_GLOBAL	Set_TON6			TIME	T#1.2s		
88	VAR_GLOBAL	Current_TON6			TIME	T#0s		Conteggio TON6
89	VAR_GLOBAL	TON_pos3			TON			Timer pinza posizione3
90	VAR_GLOBAL	Set_TON_pos3			TIME	T#0.1s		
91	VAR_GLOBAL	Current_TON_pos3			TIME	T#0s		Conteggio TON_pos3
92	VAR_GLOBAL	TON_StopDrive1			TON			Timer pinza Reset Drive 1
93	VAR_GLOBAL	Set_TON_stop1			TIME	T#2s		
94	VAR_GLOBAL	Current_TON_stop1			TIME	T#0s		
95	VAR_GLOBAL	TON_StopDrive2			TON			Timer pinza Reset Drive 2
96	VAR_GLOBAL	Set_TON_stop2			TIME	T#2s		
97	VAR_GLOBAL	Current_TON_stop2			TIME	T#0s		
98	VAR_GLOBAL	TON_StopDrive3			TON			Timer pinza Reset Drive 3
99	VAR_GLOBAL	Set_TON_stop3			TIME	T#2s		
100	VAR_GLOBAL	Current_TON_stop3			TIME	T#0s		
101	VAR_GLOBAL	b_NodoRegistrato_1	R27	%MX0.27	BOOL	FALSE		
102	VAR_GLOBAL	b_NodoRegistrato_2	R28	%MX0.28	BOOL	FALSE		
103	VAR_GLOBAL	b_NodoRun_1	R29	%MX0.29	BOOL	FALSE		
104	VAR_GLOBAL	b_NodoRun_2	R2A	%MX0.2.10	BOOL	FALSE		
105	VAR_GLOBAL	b_NodoStop_1	R2B	%MX0.2.11	BOOL	FALSE		
106	VAR_GLOBAL	b_NodoStop_2	R2C	%MX0.2.12	BOOL	FALSE		
107	VAR_GLOBAL	b_NodoErrore_1	R2D	%MX0.2.13	BOOL	FALSE		
108	VAR_GLOBAL	b_NodoErrore_2	R2E	%MX0.2.14	BOOL	FALSE		
109	VAR_GLOBAL	b_SELECT_STEP_BIT_0	LD16.0	%MX8.16.0	BOOL	FALSE		Istruzione posizione bit 0
110	VAR_GLOBAL	b_SELECT_STEP_BIT_1	LD16.1	%MX8.16.1	BOOL	FALSE		Istruzione posizione bit 1
111	VAR_GLOBAL	b_SVON	LD16.9	%MX8.16.9	BOOL	FALSE		Turn ON servo motore
112	VAR_GLOBAL	b_DRIVE	LD16.A	%MX8.16.10	BOOL	FALSE		Scansione istruzioni esegue spostamento
113	VAR_GLOBAL	b_RESET	LD16.B	%MX8.16.11	BOOL	FALSE		Reset allarmi e operazioni
114	VAR_GLOBAL	b_SETUP	LD16.C	%MX8.16.12	BOOL	FALSE		Eseguire homing
115	VAR_GLOBAL	b_BUSY	DT111.8	%MX5.111.8	BOOL	FALSE		Servo motore in movimento
116	VAR_GLOBAL	b_SVRE	DT111.9	%MX5.111.9	BOOL	FALSE		Servo motore ON
117	VAR_GLOBAL	b_SEION	DT111.A	%MX5.111.10	BOOL	FALSE		Info posizione stabilita
118	VAR_GLOBAL	b_INP	DT111.B	%MX5.111.11	BOOL	FALSE		Posizione raggiunta
119	VAR_GLOBAL	b_POSITION_TARGET_BIT_0	DT111.0	%MX5.111.0	BOOL	FALSE		Posizione bit 0 raggiunta
120	VAR_GLOBAL	b_POSITION_TARGET_BIT_1	DT111.1	%MX5.111.1	BOOL	FALSE		Posizione bit 1 raggiunta
121	VAR_GLOBAL	w_POSITION_lower	DT113	%MW5.113	WORD	0		Posizione attuale lower digits hex
122	VAR_GLOBAL	w_POSITION_upper	DT114	%MW5.114	WORD	0		Posizione attuale upper digits hex
123	VAR_GLOBAL	w_SPEED_hex	DT115	%MW5.115	WORD	0		Velocità pinza hex

						Data di stampa 28/10/2021 11:40:44	_ktopGiorgio Rumiano\plc\Rumiano_PannelloSVC.pro	
							Variabili globali	
								Pagina 3
Rev	Change	Date	Name					



Variabili globali

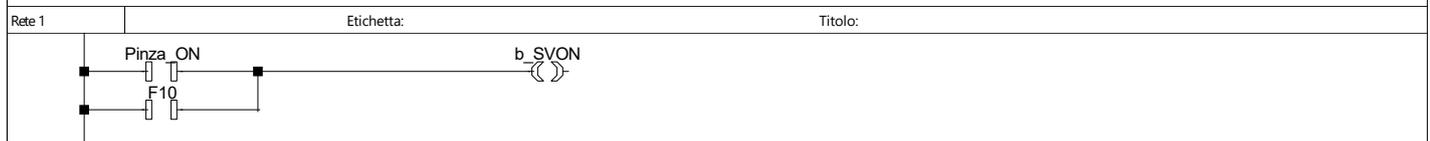
	Classe	Identificatore	Indirizzo FP	Indirizzo IEC	Tipo	Iniziale	Esportazione automatica	Commento
124	VAR_GLOBAL	w_FORCE_hex	DT116	%MW5.116	WORD	0		Forza pinza hex
125	VAR_GLOBAL	i_SPEED_dec	DT2	%MW5.2	INT	0		Velocità pinza dec
126	VAR_GLOBAL	i_FORCE_dec	DT3	%MW5.3	INT	0		Forza pinza dec
127	VAR_GLOBAL	i_POSITION_lower	DT4	%MW5.4	INT	0		Posizione attuale lower dec
128	VAR_GLOBAL	Pinza_ON	R36	%MX0.3.6	BOOL	FALSE		Tasto prova pinza ON
129	VAR_GLOBAL	Pinza_HOME	R37	%MX0.3.7	BOOL	FALSE		Tasto prova pinza HOME
130	VAR_GLOBAL	Pinza_STEP0	R38	%MX0.3.8	BOOL	FALSE		Tasto prova pinza STEP0
131	VAR_GLOBAL	Pinza_STEP1	R39	%MX0.3.9	BOOL	FALSE		Tasto prova pinza STEP1
132	VAR_GLOBAL	Pinza_STEP01	R47	%MX0.4.7	BOOL	FALSE		Tasto prova pinza STEP0 + STEP1
133	VAR_GLOBAL	OK	R3A	%MX0.3.10	BOOL	FALSE		
134	VAR_GLOBAL	NO	R3B	%MX0.3.11	BOOL	FALSE		
135	VAR_GLOBAL	PROVA1	R40	%MX0.4.0	BOOL	FALSE		
136	VAR_GLOBAL	PROVA2	R41	%MX0.4.1	BOOL	FALSE		
137	VAR_GLOBAL	Start_Rele_AUX	R44	%MX0.4.4	BOOL	FALSE		m
138	VAR_GLOBAL	X	R45	%MX0.4.5	BOOL	FALSE		Rele aux X
139	VAR_GLOBAL	Y	R46	%MX0.4.6	BOOL	FALSE		Rele aux Y
140	VAR_GLOBAL	led_uscita	Y1F	%QX1.15	BOOL	FALSE		
141	VAR_GLOBAL							



Pinza elettrica

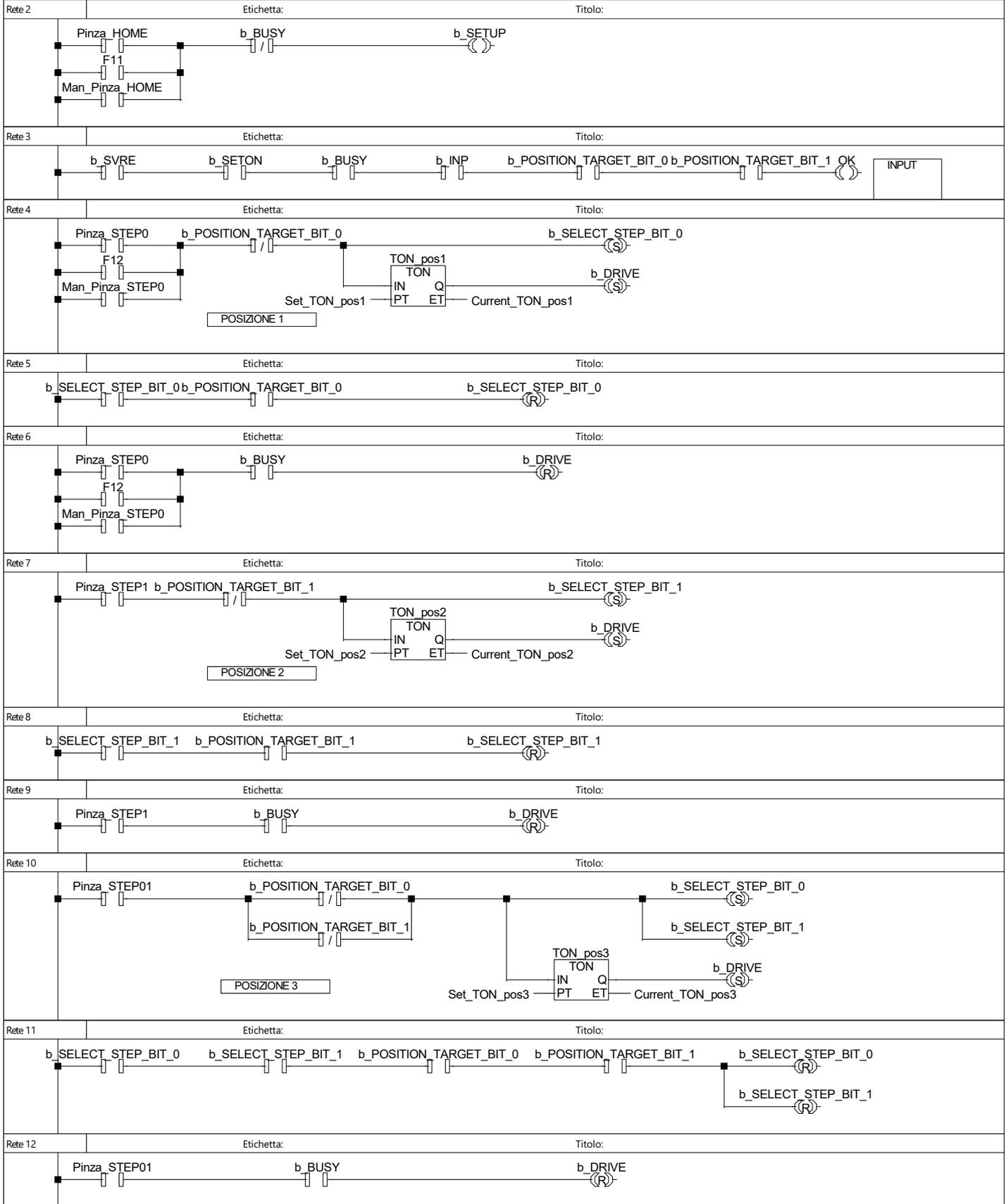
	Classe	Identificatore	Tipo	Iniziale	Commento
0	VAR_EXTERNAL	b_SVRE	BOOL	FALSE	Servo motore ON
1	VAR_EXTERNAL	b_SETON	BOOL	FALSE	Info posizione stabilita
2	VAR_EXTERNAL	b_BUSY	BOOL	FALSE	Servo motore in movimento
3	VAR_EXTERNAL	b_INP	BOOL	FALSE	Posizione raggiunta
4	VAR_EXTERNAL	b_POSITION_TARGET_BIT_0	BOOL	FALSE	Posizione bit 0 raggiunta
5	VAR_EXTERNAL	b_POSITION_TARGET_BIT_1	BOOL	FALSE	Posizione bit 1 raggiunta
6	VAR_EXTERNAL	b_SVON	BOOL	FALSE	Turn ON servo motore
7	VAR_EXTERNAL	b_SETUP	BOOL	FALSE	Eeguire homing
8	VAR_EXTERNAL	b_SELECT_STEP_BIT_0	BOOL	FALSE	Istruzione posizione bit 0
9	VAR_EXTERNAL	b_SELECT_STEP_BIT_1	BOOL	FALSE	Istruzione posizione bit 1
10	VAR_EXTERNAL	b_DRIVE	BOOL	FALSE	Scansiona istruzioni esegue spostamento
11	VAR_EXTERNAL	Man_Pinza_ON	BOOL	FALSE	Testo manuale pinza ON
12	VAR_EXTERNAL	Man_Pinza_HOME	BOOL	FALSE	Testo manuale pinza CHIUDI/HOME
13	VAR_EXTERNAL	Man_Pinza_STEP0	BOOL	FALSE	Testo manuale pinza APRI STEP0
14	VAR_EXTERNAL	TON_pos1	TON		Timer pinza posizione1
15	VAR_EXTERNAL	Set_TON_pos1	TIME	T#0.1s	
16	VAR_EXTERNAL	Current_TON_pos1	TIME	T#0s	Conteggio TON_pos1
17	VAR_EXTERNAL	Man_Pinza_STEP1	BOOL	FALSE	Testo manuale pinza STEP1
18	VAR_EXTERNAL	TON_pos2	TON		Timer pinza posizione2
19	VAR_EXTERNAL	Set_TON_pos2	TIME	T#0.1s	
20	VAR_EXTERNAL	Current_TON_pos2	TIME	T#0s	Conteggio TON_pos2
21	VAR_EXTERNAL	Pinza_ON	BOOL	FALSE	Testo prova pinza ON
22	VAR_EXTERNAL	Pinza_HOME	BOOL	FALSE	Testo prova pinza HOME
23	VAR_EXTERNAL	Pinza_STEP0	BOOL	FALSE	Testo prova pinza STEP0
24	VAR_EXTERNAL	Pinza_STEP1	BOOL	FALSE	Testo prova pinza STEP1
25	VAR_EXTERNAL	OK	BOOL	FALSE	
26	VAR_EXTERNAL	NO	BOOL	FALSE	
27	VAR_EXTERNAL	b_RESET	BOOL	FALSE	Reset allarmi e operazioni
28	VAR_EXTERNAL	F10	BOOL	FALSE	Pinza ON
29	VAR_EXTERNAL	Man_Pinza_RESET	BOOL	FALSE	Testo manuale pinza RESET
30	VAR_EXTERNAL	F11	BOOL	FALSE	Pinza CHIUDI/HOME
31	VAR_EXTERNAL	F12	BOOL	FALSE	Pinza APRI
32	VAR_EXTERNAL	PROVA1	BOOL	FALSE	
33	VAR_EXTERNAL	EV5B_a	BOOL	FALSE	Bistabile pinzetta CLOSE
34	VAR_EXTERNAL	PROVA2	BOOL	FALSE	
35	VAR_EXTERNAL	EV5B_b	BOOL	FALSE	Bistabile pinzetta OPEN
36	VAR_EXTERNAL	i_SPEED_dec	INT	0	Velocità pinza dec
37	VAR_EXTERNAL	w_SPEED_hex	WORD	0	Velocità pinza hex
38	VAR_EXTERNAL	w_FORCE_hex	WORD	0	Forza pinza hex
39	VAR_EXTERNAL	i_FORCE_dec	INT	0	Forza pinza dec
40	VAR_EXTERNAL	w_POSITION_lower	WORD	0	Posizione attuale lower digits hex
41	VAR_EXTERNAL	i_POSITION_lower	INT	0	Posizione attuale lower dec
42	VAR_EXTERNAL	TON_pos3	TON		Timer pinza posizione3
43	VAR_EXTERNAL	Set_TON_pos3	TIME	T#0.1s	
44	VAR_EXTERNAL	Current_TON_pos3	TIME	T#0s	Conteggio TON_pos3
45	VAR_EXTERNAL	Pinza_STEP01	BOOL	FALSE	Testo prova pinza STEP0+STEP1
46	VAR_EXTERNAL	TON_StopDrive1	TON		Timer pinza Reset Drive 1
47	VAR_EXTERNAL	Set_TON_stop1	TIME	T#2s	
48	VAR_EXTERNAL	Current_TON_stop1	TIME	T#0s	
49	VAR_EXTERNAL	TON_StopDrive2	TON		Timer pinza Reset Drive 2
50	VAR_EXTERNAL	Set_TON_stop2	TIME	T#2s	
51	VAR_EXTERNAL	Current_TON_stop2	TIME	T#0s	
52	VAR_EXTERNAL	TON_StopDrive3	TON		Timer pinza Reset Drive 3
53	VAR_EXTERNAL	Set_TON_stop3	TIME	T#2s	
54	VAR_EXTERNAL	Current_TON_stop3	TIME	T#0s	
55	VAR				

Pinza elettrica



						Data di stampa 28/10/2021 11:40:44	..ktop\Giorgio Rumiano\plc\Rumiano_PannelloSMCpro Pinza elettrica
Rev	Change	Date	Name				Pagina 10

Pinza_elettrica





Pinza elettrica

Rete 13	Etichetta:	Titolo:
Rete 14	Etichetta:	Titolo:
<p>w_SPEED_hex — TO_INT — i_SPEED_dec</p>		
Rete 15	Etichetta:	Titolo:
<p>w_FORCE_hex — TO_INT — i_FORCE_dec</p>		
Rete 16	Etichetta:	Titolo:
<p>w_POSITION_lower — TO_INT — i_POSITION_lower</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-left: auto; margin-right: auto;"> <p>USANDO SOLO LOWER DIGITS POSSO ARRIVARE SOLO A 32768, CHE CORRISPONDONO A 327,68 mm</p> </div>		



Main_Pannello_Smc

	Classe	Identificatore	Tipo	Iniziale	Commento
0	VAR_EXTERNAL	Start	BOOL	FALSE	Pulsante start su pannello
1	VAR_EXTERNAL	Start_HMI	BOOL	FALSE	Pulsante start su HMI
2	VAR_EXTERNAL	Auto_HMI	BOOL	FALSE	Selettore ciclo automatico
3	VAR_EXTERNAL	F1	BOOL	FALSE	A-
4	VAR_EXTERNAL	a0	BOOL	FALSE	Fincorsa A+ cadenzatore
5	VAR_EXTERNAL	F2	BOOL	FALSE	A+
6	VAR_EXTERNAL	a1	BOOL	FALSE	Fincorsa A-
7	VAR_EXTERNAL	F4	BOOL	FALSE	B+
8	VAR_EXTERNAL	b1	BOOL	FALSE	Fincorsa B-
9	VAR_EXTERNAL	F3	BOOL	FALSE	B-
10	VAR_EXTERNAL	b0	BOOL	FALSE	Fincorsa B+ cassetto
11	VAR_EXTERNAL	Emg_Ok	BOOL	FALSE	Emergenza ok
12	VAR_EXTERNAL	EV1A_mono	BOOL	FALSE	Monostabile cilindro A- cadenzatore
13	VAR_EXTERNAL	Manuale	BOOL	FALSE	Mod. manuale selezionata
14	VAR_EXTERNAL	Man_A_indietro	BOOL	FALSE	Tasto manuale A-
15	VAR_EXTERNAL	Man_A_avanti	BOOL	FALSE	Tasto manuale A+
16	VAR_EXTERNAL	Man_B_indietro	BOOL	FALSE	Tasto manuale B-
17	VAR_EXTERNAL	Man_B_avanti	BOOL	FALSE	Tasto manuale B+
18	VAR_EXTERNAL	Automatico	BOOL	FALSE	Mod. automatico selezionata
19	VAR_EXTERNAL	Ciclo	BOOL	FALSE	Mod. ciclo-ciclo selezionata
20	VAR_EXTERNAL	Emg_Stop	BOOL	FALSE	Fungo emergenza
21	VAR_EXTERNAL	Selettore_HMI	WORD	0	Selettore mod. su hmi
22	VAR_EXTERNAL	F_Restart	BOOL	FALSE	Funzione restart dopo emergenza
23	VAR_EXTERNAL	Restart	BOOL	FALSE	Pulsante restart dopo emergenza su HMI
24	VAR_EXTERNAL	EV3B_a	BOOL	FALSE	Bistabile cilindro B- cassetto
25	VAR_EXTERNAL	EV3B_b	BOOL	FALSE	Bistabile cilindro B+
26	VAR_EXTERNAL	Lamp1	BOOL	FALSE	Lampada A-
27	VAR_EXTERNAL	Lamp2	BOOL	FALSE	Lampada A+
28	VAR_EXTERNAL	Lamp3	BOOL	FALSE	Lampada B-
29	VAR_EXTERNAL	Lamp4	BOOL	FALSE	Lampada B+
30	VAR_EXTERNAL	Lamp_E	BOOL	FALSE	Lampada emergenza
31	VAR_EXTERNAL	F_Aviato	BOOL	FALSE	Funzione ciclo avviato
32	VAR_EXTERNAL	Stop	BOOL	FALSE	Pulsante stop su HMI
33	VAR_EXTERNAL	F_Stop_Ciclo	BOOL	FALSE	Fine ciclo-ciclo
34	VAR_EXTERNAL	TON1	TON		Timer fine ciclo
35	VAR_EXTERNAL	Passo	WORD	0	Contatore passo ciclo
36	VAR_EXTERNAL	Set_TON1	TIME	T#2s	
37	VAR_EXTERNAL	TON1_Done	BOOL	FALSE	Fine conteggio TON1
38	VAR_EXTERNAL	Current_TON1	TIME	T#0s	Conteggio TON1
39	VAR_EXTERNAL	Stop_fine_ciclo	BOOL	FALSE	Pulsante HMI stop a fine ciclo
40	VAR_EXTERNAL	F_Stop_FC	BOOL	FALSE	Memoria stop a fine ciclo
41	VAR	d_dutStateTableAll	FP_ETHERNETIP_STATE_TABLE_AL L_DUT		
42	VAR	i_NumeroNodiRegistrati	INT	0	
43	VAR	b_NodoRunIDLE_1	BOOL	FALSE	
44	VAR_EXTERNAL	F5	BOOL	FALSE	Soffio ON
45	VAR_EXTERNAL	EV4A_a	BOOL	FALSE	Bistabile soffio scarico
46	VAR_EXTERNAL	Man_Soffio_on	BOOL	FALSE	Tasto manuale soffio ON
47	VAR_EXTERNAL	F6	BOOL	FALSE	Soffio OFF
48	VAR_EXTERNAL	Man_Soffio_scarico	BOOL	FALSE	Tasto manuale soffio scarico
49	VAR_EXTERNAL	EV4A_b	BOOL	FALSE	Bistabile soffio ON
50	VAR_EXTERNAL	TON2	TON		Timer soffio
51	VAR_EXTERNAL	Set_TON2	TIME	T#2s	
52	VAR_EXTERNAL	Current_TON2	TIME	T#0s	Conteggio TON2
53	VAR_EXTERNAL	F7	BOOL	FALSE	Scarico ON
54	VAR_EXTERNAL	c1	BOOL	FALSE	Sensore pallina SI
55	VAR_EXTERNAL	Lamp5	BOOL	FALSE	Lampada pallina SI
56	VAR_EXTERNAL	Lamp6	BOOL	FALSE	Lampada pallina NO
57	VAR_EXTERNAL	d0	BOOL	FALSE	Sensore pinza UP
58	VAR_EXTERNAL	d1	BOOL	FALSE	Sensore pinza DOWN
59	VAR_EXTERNAL	Lamp7	BOOL	FALSE	Lampada pinza UP
60	VAR_EXTERNAL	Lamp8	BOOL	FALSE	Lampada pinza DOWN
61	VAR_EXTERNAL	F8	BOOL	FALSE	Attuatore DOWN (-)
62	VAR_EXTERNAL	Man_Attuatore_down	BOOL	FALSE	Tasto manuale attuatore DOWN
63	VAR_EXTERNAL	EV1B_mono	BOOL	FALSE	Bistabile attuatore DOWN

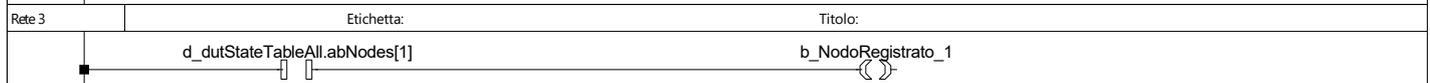
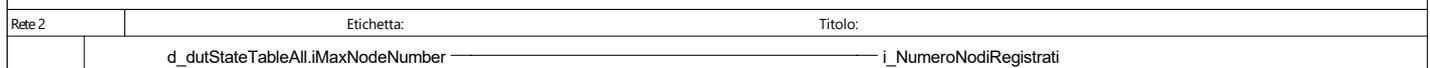
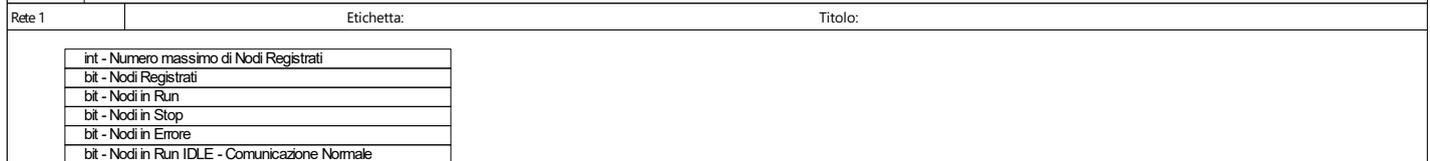
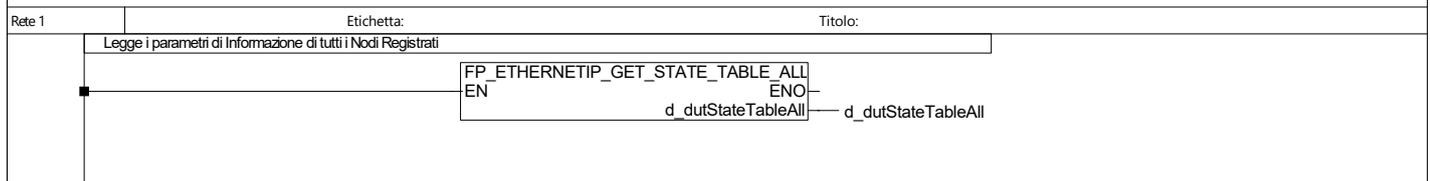
						Data di stampa 28/10/2021 11:40:44	..ktop\Giorgio Rumiano\pic\Rumiano_PannelloSMC.pro Main_Pannello_Smc
Rev	Change	Date	Name				Pagina 17



Main_Pannello_Smc

	Classe	Identificatore	Tipo	Iniziale	Commento
64	VAR_EXTERNAL	F9	BOOL	FALSE	Attuatore UP (C+)
65	VAR_EXTERNAL	b_NodoRegistrato_1	BOOL	FALSE	
66	VAR_EXTERNAL	b_NodoRegistrato_2	BOOL	FALSE	
67	VAR_EXTERNAL	b_NodoRun_1	BOOL	FALSE	
68	VAR_EXTERNAL	b_NodoRun_2	BOOL	FALSE	
69	VAR_EXTERNAL	b_NodoStop_1	BOOL	FALSE	
70	VAR_EXTERNAL	b_NodoStop_2	BOOL	FALSE	
71	VAR_EXTERNAL	b_NodoErrore_1	BOOL	FALSE	
72	VAR_EXTERNAL	b_NodoErrore_2	BOOL	FALSE	
73	VAR_EXTERNAL	F10	BOOL	FALSE	Pinza ON
74	VAR_EXTERNAL	Man_Pinza_RESET	BOOL	FALSE	Testo manuale pinza RESET
75	VAR_EXTERNAL	b_SELECT_STEP_BIT_0	BOOL	FALSE	Istruzione posizione bit 0
76	VAR_EXTERNAL	Lamp9	BOOL	FALSE	Lampada pinza ON
77	VAR_EXTERNAL	b_SVRE	BOOL	FALSE	Servo motore ON
78	VAR_EXTERNAL	b_SELECT_STEP_BIT_1	BOOL	FALSE	Istruzione posizione bit 1
79	VAR_EXTERNAL	b_SVON	BOOL	FALSE	Turn ON servo motore
80	VAR_EXTERNAL	b_DRIVE	BOOL	FALSE	Scansiona istruzioni esegue spostamento
81	VAR_EXTERNAL	b_RESET	BOOL	FALSE	Reset allarmi e operazioni
82	VAR_EXTERNAL	b_SETUP	BOOL	FALSE	Eeguire homing
83	VAR_EXTERNAL	b_POSITION_TARGET_BIT_0	BOOL	FALSE	Posizione bit 0 raggiunta
84	VAR_EXTERNAL	Man_Pinza_ON	BOOL	FALSE	Testo manuale pinza ON
85	VAR_EXTERNAL	F11	BOOL	FALSE	Pinza CHIUDI/HOME
86	VAR_EXTERNAL	TON5	TON		Timer chiudi pinza
87	VAR_EXTERNAL	Set_TON5	TIME	T#1s	
88	VAR_EXTERNAL	Current_TON5	TIME	T#0s	Conteggio TON5
89	VAR_EXTERNAL	F12	BOOL	FALSE	Pinza APRI
90	VAR_EXTERNAL	TON6	TON		Timer caduta pallina
91	VAR_EXTERNAL	Set_TON6	TIME	T#1.2s	
92	VAR_EXTERNAL	Current_TON6	TIME	T#0s	Conteggio TON6
93	VAR_EXTERNAL	Lamp10	BOOL	FALSE	Lampada pinza APERTA
94	VAR_EXTERNAL	Lamp11	BOOL	FALSE	Lampada pinza CHIUSA
95	VAR_EXTERNAL	PROVA1	BOOL	FALSE	
96	VAR_EXTERNAL	EV5B_a	BOOL	FALSE	Bistabile pinzetta CLOSE
97	VAR_EXTERNAL	PROVA2	BOOL	FALSE	
98	VAR_EXTERNAL	EV5B_b	BOOL	FALSE	Bistabile pinzetta OPEN
99	VAR_EXTERNAL	Man_Pinzetta_CLOSE	BOOL	FALSE	Testo manuale pinzetta CLOSE
100	VAR_EXTERNAL	Man_Pinzetta_OPEN	BOOL	FALSE	Testo manuale pinzetta OPEN
101	VAR_EXTERNAL	Start_Rele_AUX	BOOL	FALSE	m
102	VAR_EXTERNAL	led_uscita	BOOL	FALSE	
103	VAR				

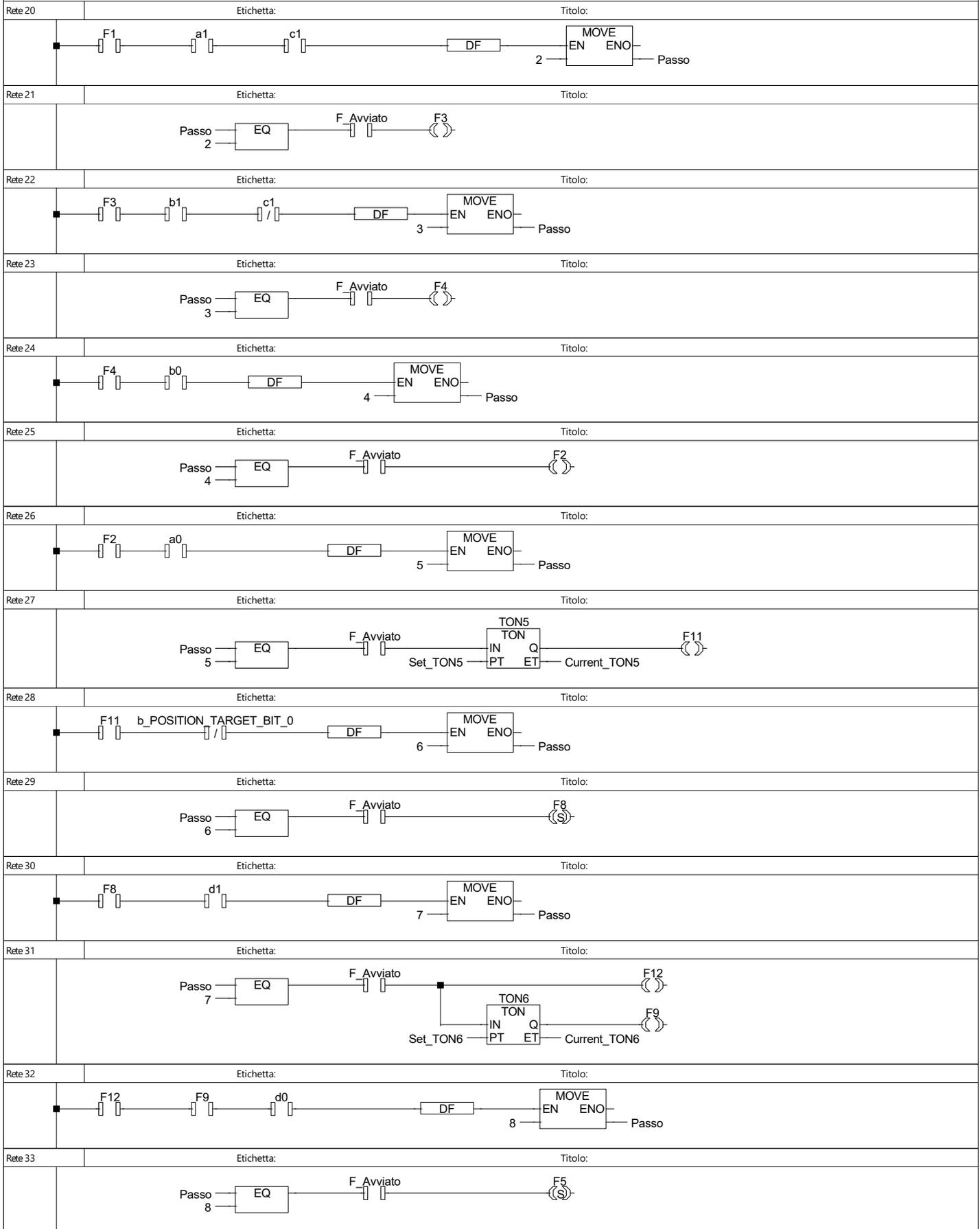
Main_Pannello_Smc



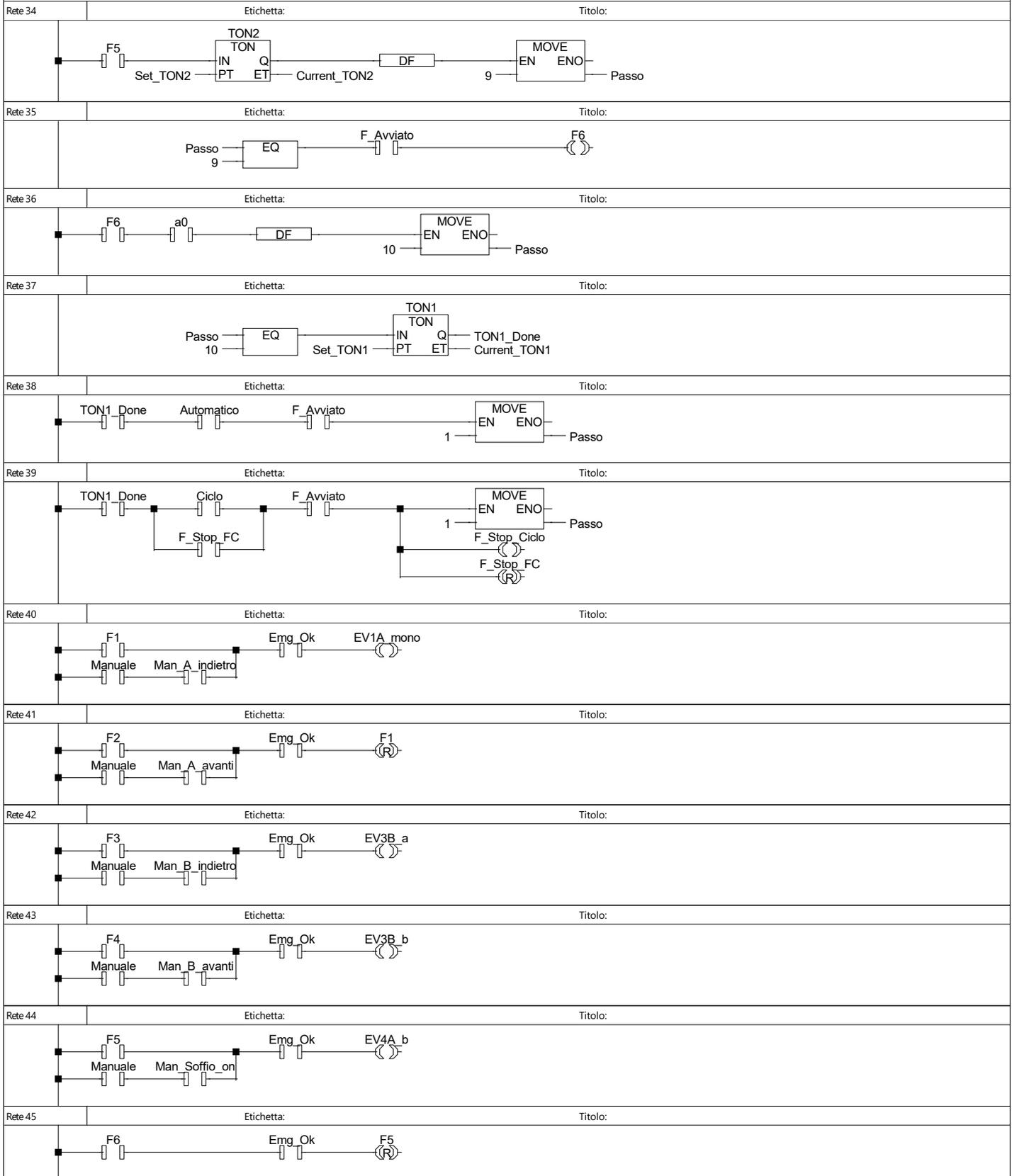
						Data di stampa 28/10/2021 11:40:44	..ktop\Giorgio Rumiano\plc\Rumiano_PannelloSMCpro Main_Pannello_Smc
Rev	Change	Date	Name				Pagina 18



Main_Pannello_Smc



Main_Pannello_Smc





Main_Pannello_Smc

Rete 46	Etichetta:	Manuale F7 Man_Soffio_scarico Emg_Ok EV4A_a	Titolo:
Rete 47	Etichetta:	Manuale F8 Man_Attuatore_down Emg_Ok EV1B_mono	Titolo:
Rete 48	Etichetta:	F9 Emg_Ok F8(R)	Titolo:
Rete 49	Etichetta:	Man_Pinzetta_CLOSE EV5B_a	Titolo:
Rete 50	Etichetta:	Man_Pinzetta_OPEN EV5B_b	Titolo:
Rete 51	Etichetta:	Emg_Stop F_Restart Emg_Ok	Titolo:
Rete 52	Etichetta:	Restart DF F_Restart(S)	Titolo:
Rete 53	Etichetta:	Emg_Stop F_Restart(R)	Titolo:
Rete 54	Etichetta:	a0 Lamp1	Titolo:
Rete 55	Etichetta:	a1 Lamp2	Titolo:
Rete 56	Etichetta:	b0 Lamp3	Titolo:
Rete 57	Etichetta:	b1 Lamp4	Titolo:
Rete 58	Etichetta:	c1 Lamp5	Titolo:
Rete 59	Etichetta:	c1 Lamp6	Titolo:
Rete 60	Etichetta:	d0 Lamp7	Titolo:
Rete 61	Etichetta:	d1 Lamp8	Titolo:



Main_Pannello_Smc

Rete	Etichetta:	Titolo:
Rete 62	b_SVRE Lamp9	
Rete 63	b_POSITION_TARGET_BIT_0 Lamp10	
Rete 64	b_POSITION_TARGET_BIT_0 Lamp11	
Rete 65	Emg_Stop Lamp_E	

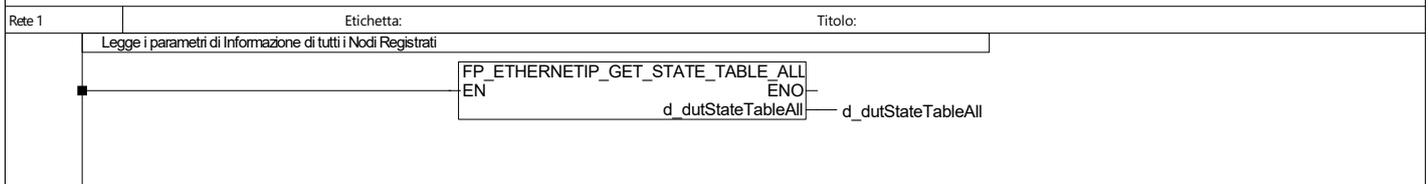
						Data di stampa 28/10/2021 11:40:44	..ktop\Giorgio Rumiano\plc\Rumiano_PannelloSMCpro
							Main_Pannello_Smc Rete#62
							Pagina 23
Rev	Change	Date	Name				



Rele ausiliari

	Classe	Identificatore	Tipo	Iniziale	Commento
0	VAR_EXTERNAL	X	BOOL	FALSE	Rele aux X
1	VAR_EXTERNAL	Start_Rele_AUX	BOOL	FALSE	m
2	VAR_EXTERNAL	a0	BOOL	FALSE	Fincorsa A+ cadenzatore
3	VAR_EXTERNAL	b0	BOOL	FALSE	Fincorsa B+ cassetto
4	VAR_EXTERNAL	d0	BOOL	FALSE	Sensore pinza UP
5	VAR_EXTERNAL	Y	BOOL	FALSE	Rele aux Y
6	VAR_EXTERNAL	d1	BOOL	FALSE	Sensore pinza DOWN
7	VAR_EXTERNAL	a1	BOOL	FALSE	Fincorsa A-
8	VAR_EXTERNAL	b1	BOOL	FALSE	Fincorsa B-
9	VAR_EXTERNAL	F1	BOOL	FALSE	A-
10	VAR_EXTERNAL	F2	BOOL	FALSE	A+
11	VAR_EXTERNAL	F3	BOOL	FALSE	B-
12	VAR_EXTERNAL	F4	BOOL	FALSE	B+
13	VAR_EXTERNAL	F8	BOOL	FALSE	Attuatore DOWN (C-)
14	VAR_EXTERNAL	F9	BOOL	FALSE	Attuatore UP (C+)
15	VAR_EXTERNAL	Emg_Ok	BOOL	FALSE	Emergenza ok
16	VAR_EXTERNAL	EV1A_mono	BOOL	FALSE	Monostabile cilindro A- cadenzatore
17	VAR_EXTERNAL	Emg_Stop	BOOL	FALSE	Fungo emergenza
18	VAR_EXTERNAL	F_Restart	BOOL	FALSE	Funzione restart dopo emergenza
19	VAR_EXTERNAL	Restart	BOOL	FALSE	Pulsante restart dopo emergenza su HMI
20	VAR_EXTERNAL	EV3B_a	BOOL	FALSE	Bistable cilindro B- cassetto
21	VAR_EXTERNAL	EV3B_b	BOOL	FALSE	Bistable cilindro B+
22	VAR	d_dutStateTableAll	FP_ETHERNETIP_STATE_TABLE_AL L_DUT		
23	VAR	i_NumeroNodiRegistrati	INT	0	
24	VAR	b_NodoRunIDLE_1	BOOL	FALSE	
25	VAR_EXTERNAL	EV1B_mono	BOOL	FALSE	Bistable attuatore DOWN
26	VAR_EXTERNAL	b_NodoRegistrato_1	BOOL	FALSE	
27	VAR_EXTERNAL	b_NodoRegistrato_2	BOOL	FALSE	
28	VAR_EXTERNAL	b_NodoRun_1	BOOL	FALSE	
29	VAR_EXTERNAL	b_NodoRun_2	BOOL	FALSE	
30	VAR_EXTERNAL	b_NodoStop_1	BOOL	FALSE	
31	VAR_EXTERNAL	b_NodoStop_2	BOOL	FALSE	
32	VAR_EXTERNAL	b_NodoErrore_1	BOOL	FALSE	
33	VAR_EXTERNAL	b_NodoErrore_2	BOOL	FALSE	
34	VAR_EXTERNAL	Contatore_cicli_rele	INT	0	Contatore di cicli con tecnica rele ausiliari
35	VAR_EXTERNAL	Stop_Rele_AUX1	BOOL	FALSE	no m
36	VAR_EXTERNAL	Lamp_step1	BOOL	FALSE	Led step 1
37	VAR_EXTERNAL	Lamp_step2	BOOL	FALSE	Led step 2
38	VAR_EXTERNAL	Lamp_step3	BOOL	FALSE	Led step 3
39	VAR_EXTERNAL	Lamp_step4	BOOL	FALSE	Led step 4
40	VAR_EXTERNAL	Lamp_step5	BOOL	FALSE	Led step 5
41	VAR_EXTERNAL	Lamp_step6	BOOL	FALSE	Led step 6
42	VAR_EXTERNAL	Lamp_step7	BOOL	FALSE	Led step 7
43	VAR_EXTERNAL	Lamp_E	BOOL	FALSE	Lampada emergenza
44	VAR				

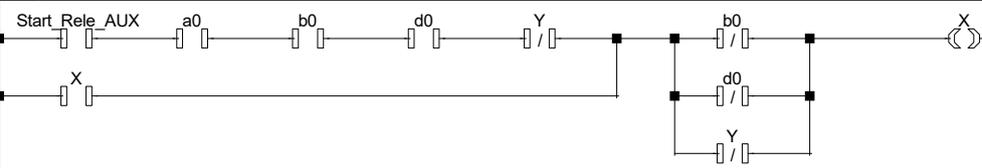
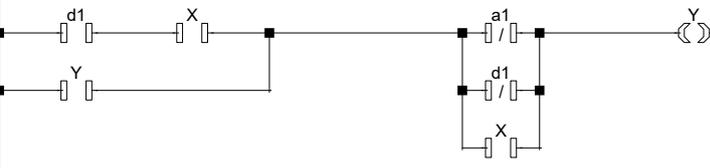
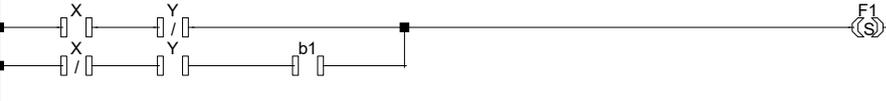
Rele ausiliari



Rete 1 Etichetta: Titolo:

int - Numero massimo di Nodi Registrati
bit - Nodi Registrati
bit - Nodi in Run
bit - Nodi in Stop
bit - Nodi in Errore
bit - Nodi in Run IDLE - Comunicazione Normale

Rele ausiliari

Rete 2	Etichetta:	Titolo:
	d_dutStateTableAll.iMaxNodeNumber	i_NumeroNodiRegistrati
Rete 3	Etichetta:	Titolo:
	d_dutStateTableAll.abNodes[1]	b_NodoRegistrato_1
Rete 4	Etichetta:	Titolo:
	d_dutStateTableAll.abNodes[2]	b_NodoRegistrato_2
Rete 5	Etichetta:	Titolo:
	d_dutStateTableAll.abNodesRun[1] sys_blsEtherNetIPReady	b_NodoRun_1
Rete 6	Etichetta:	Titolo:
	d_dutStateTableAll.abNodesRun[2] sys_blsEtherNetIPReady	b_NodoRun_2
Rete 7	Etichetta:	Titolo:
	d_dutStateTableAll.abNodesStop[1]	b_NodoStop_1
Rete 8	Etichetta:	Titolo:
	d_dutStateTableAll.abNodesStop[2]	b_NodoStop_2
Rete 9	Etichetta:	Titolo:
	d_dutStateTableAll.abNodesError[1]	b_NodoErrore_1
		TimeOut 5s
Rete 10	Etichetta:	Titolo:
	d_dutStateTableAll.abNodesError[2]	b_NodoErrore_2
		TimeOut 5s
Rete 11	Etichetta:	Titolo:
	d_dutStateTableAll.abNodesRunIdle[1]	b_NodoRunIDLE_1
		Deve essere sempre OFF
Rete 12	Etichetta:	Titolo:
Rete 13	Etichetta:	Titolo:
		
Rete 14	Etichetta:	Titolo:
		
Rete 15	Etichetta:	Titolo:
		
Rete 16	Etichetta:	Titolo:
		

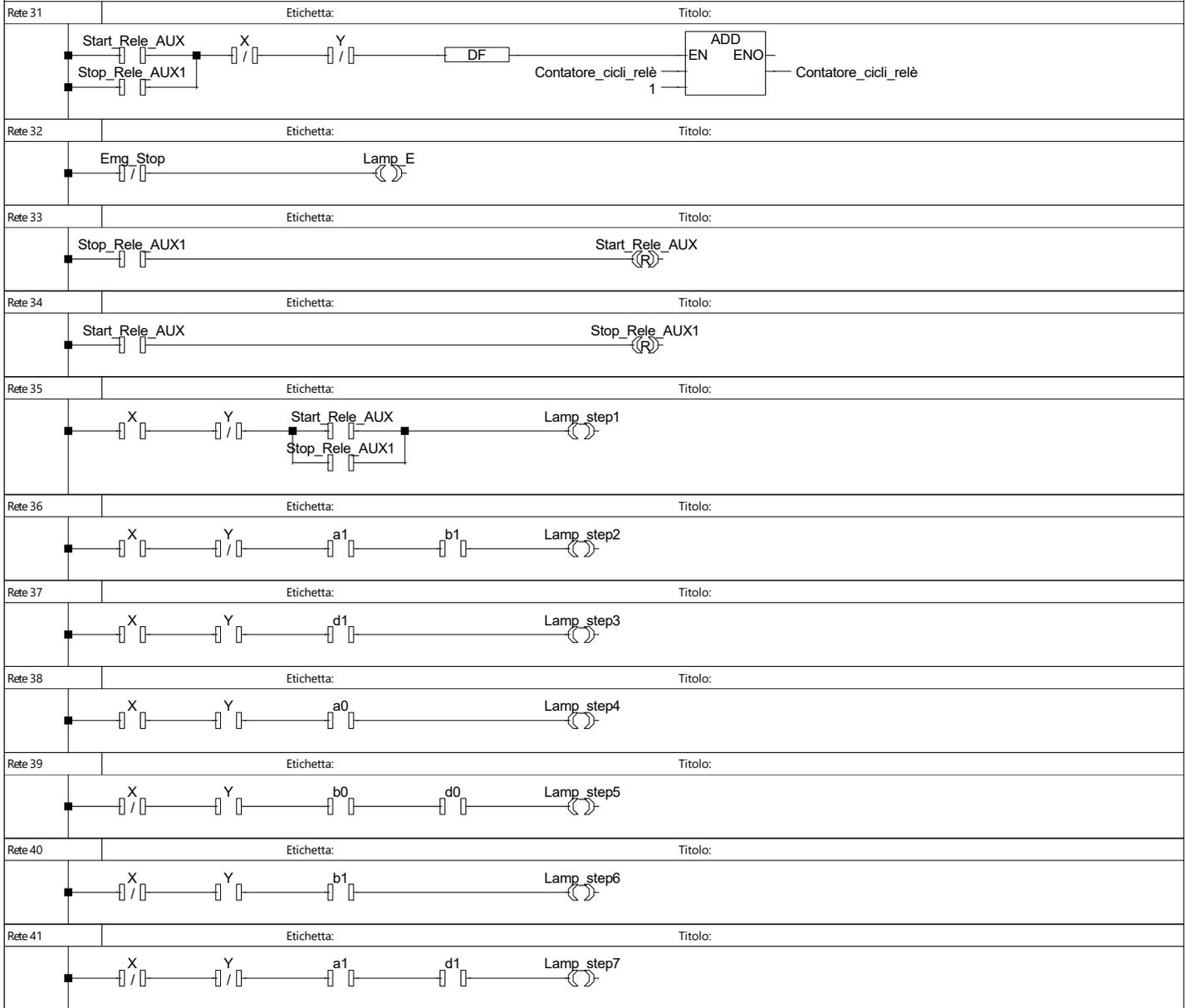


Rele ausiliari

Rete	Etichetta:	Titolo:
Rete 17		F3
Rete 18		F4
Rete 19		F8
Rete 20		F9
Rete 21		
Rete 22		EV1A mono
Rete 23		F1
Rete 24		EV3B a
Rete 25		EV3B b
Rete 26		EV1B mono
Rete 27		F8
Rete 28		Emg_Ok
Rete 29		Contatore_cicli_rele
Rete 30		F_Restart



Rele ausiliari





Main_Smc_espansione

	Classe	Identificatore	Tipo	Iniziale	Commento
0	VAR_EXTERNAL	Start	BOOL	FALSE	Pulsante start su pannello
1	VAR_EXTERNAL	Start_HMI	BOOL	FALSE	Pulsante start su HMI
2	VAR_EXTERNAL	Auto_HMI	BOOL	FALSE	Selettore ciclo automatico
3	VAR_EXTERNAL	F1	BOOL	FALSE	A-
4	VAR_EXTERNAL	a0	BOOL	FALSE	Fincorsa A+ cadenzatore
5	VAR_EXTERNAL	F2	BOOL	FALSE	A+
6	VAR_EXTERNAL	a1	BOOL	FALSE	Fincorsa A-
7	VAR_EXTERNAL	F4	BOOL	FALSE	B+
8	VAR_EXTERNAL	b1	BOOL	FALSE	Fincorsa B-
9	VAR_EXTERNAL	F3	BOOL	FALSE	B-
10	VAR_EXTERNAL	b0	BOOL	FALSE	Fincorsa B+ cassetto
11	VAR_EXTERNAL	Emg_Ok	BOOL	FALSE	Emergenza ok
12	VAR_EXTERNAL	EV1A_mono	BOOL	FALSE	Monostabile cilindro A- cadenzatore
13	VAR_EXTERNAL	Manuale	BOOL	FALSE	Mod. manuale selezionata
14	VAR_EXTERNAL	Man_A_indietro	BOOL	FALSE	Tasto manuale A-
15	VAR_EXTERNAL	Man_A_avanti	BOOL	FALSE	Tasto manuale A+
16	VAR_EXTERNAL	Man_B_indietro	BOOL	FALSE	Tasto manuale B-
17	VAR_EXTERNAL	Man_B_avanti	BOOL	FALSE	Tasto manuale B+
18	VAR_EXTERNAL	Automatico	BOOL	FALSE	Mod. automatico selezionata
19	VAR_EXTERNAL	Ciclo	BOOL	FALSE	Mod. ciclo-ciclo selezionata
20	VAR_EXTERNAL	Emg_Stop	BOOL	FALSE	Fungo emergenza
21	VAR_EXTERNAL	Selettore_HMI	WORD	0	Selettore mod. su hmi
22	VAR_EXTERNAL	F_Restart	BOOL	FALSE	Funzione restart dopo emergenza
23	VAR_EXTERNAL	Restart	BOOL	FALSE	Pulsante restart dopo emergenza su HMI
24	VAR_EXTERNAL	EV3B_a	BOOL	FALSE	Bistabile cilindro B- cassetto
25	VAR_EXTERNAL	EV3B_b	BOOL	FALSE	Bistabile cilindro B+
26	VAR_EXTERNAL	Lamp1	BOOL	FALSE	Lampada A-
27	VAR_EXTERNAL	Lamp2	BOOL	FALSE	Lampada A+
28	VAR_EXTERNAL	Lamp3	BOOL	FALSE	Lampada B-
29	VAR_EXTERNAL	Lamp4	BOOL	FALSE	Lampada B+
30	VAR_EXTERNAL	Lamp_E	BOOL	FALSE	Lampada emergenza
31	VAR_EXTERNAL	F_Aviato	BOOL	FALSE	Funzione ciclo avviato
32	VAR_EXTERNAL	Stop	BOOL	FALSE	Pulsante stop su HMI
33	VAR_EXTERNAL	F_Stop_Ciclo	BOOL	FALSE	Fine ciclo-ciclo
34	VAR_EXTERNAL	TON1	TON		Timer fine ciclo
35	VAR_EXTERNAL	Passo	WORD	0	Contatore passo ciclo
36	VAR_EXTERNAL	Set_TON1	TIME	T#2s	
37	VAR_EXTERNAL	TON1_Done	BOOL	FALSE	Fine conteggio TON1
38	VAR_EXTERNAL	Current_TON1	TIME	T#0s	Conteggio TON1
39	VAR_EXTERNAL	Stop_fine_ciclo	BOOL	FALSE	Pulsante HMI stop a fine ciclo
40	VAR_EXTERNAL	F_Stop_FC	BOOL	FALSE	Memoria stop a fine ciclo
41	VAR	d_dutStateTableAll	FP_ETHERNETIP_STATE_TABLE_AL L_DUT		
42	VAR	i_NumeroNodiRegistrati	INT	0	
43	VAR	b_NodoRunIDLE_1	BOOL	FALSE	
44	VAR_EXTERNAL	F5	BOOL	FALSE	Soffio ON
45	VAR_EXTERNAL	EV4A_a	BOOL	FALSE	Bistabile soffio scarico
46	VAR_EXTERNAL	Man_Soffio_on	BOOL	FALSE	Tasto manuale soffio ON
47	VAR_EXTERNAL	F6	BOOL	FALSE	Soffio OFF
48	VAR_EXTERNAL	Man_Soffio_scarico	BOOL	FALSE	Tasto manuale soffio scarico
49	VAR_EXTERNAL	EV4A_b	BOOL	FALSE	Bistabile soffio ON
50	VAR_EXTERNAL	TON2	TON		Timer soffio
51	VAR_EXTERNAL	Set_TON2	TIME	T#2.4s	
52	VAR_EXTERNAL	Current_TON2	TIME	T#0s	Conteggio TON2
53	VAR_EXTERNAL	F7	BOOL	FALSE	Scarico ON
54	VAR_EXTERNAL	c1	BOOL	FALSE	Sensore pallina SI
55	VAR_EXTERNAL	Lamp5	BOOL	FALSE	Lampada pallina SI
56	VAR_EXTERNAL	Lamp6	BOOL	FALSE	Lampada pallina NO
57	VAR_EXTERNAL	d0	BOOL	FALSE	Sensore pinza UP
58	VAR_EXTERNAL	d1	BOOL	FALSE	Sensore pinza DOWN
59	VAR_EXTERNAL	Lamp7	BOOL	FALSE	Lampada pinza UP
60	VAR_EXTERNAL	Lamp8	BOOL	FALSE	Lampada pinza DOWN
61	VAR_EXTERNAL	F8	BOOL	FALSE	Attuatore DOWN (-)
62	VAR_EXTERNAL	Man_Attuatore_down	BOOL	FALSE	Tasto manuale attuatore DOWN
63	VAR_EXTERNAL	EV1B_mono	BOOL	FALSE	Bistabile attuatore DOWN

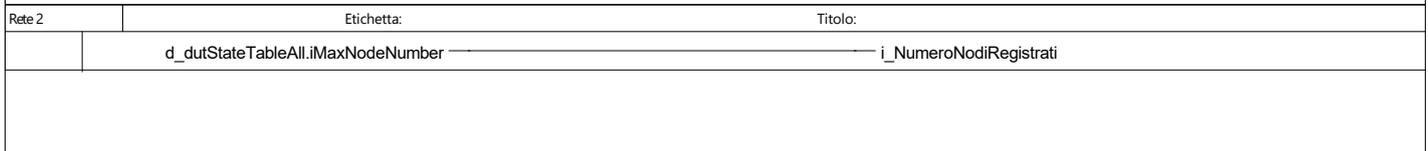
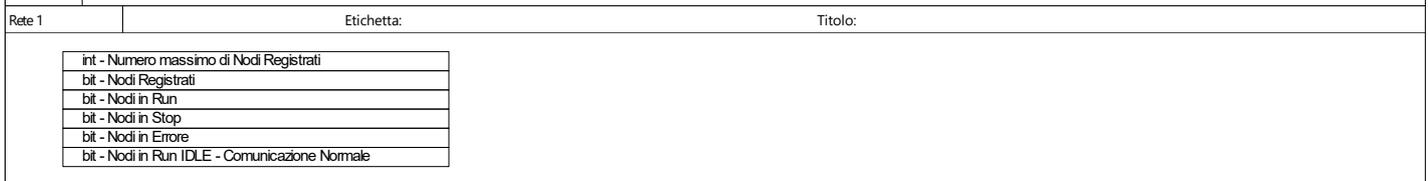
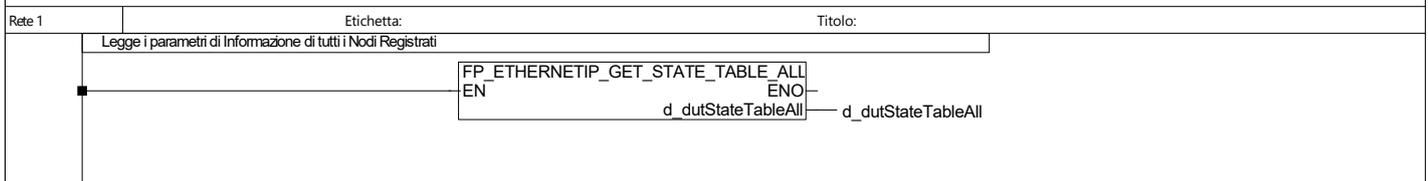
						Data di stampa 05/02/2022 16:33:29	..p(Giorgio Rumiano)plc(Rumiano_Smc_espansionepro Main_Smc_espansione
Rev	Change	Date	Name				Pagina 17



Main_Smc_espansione

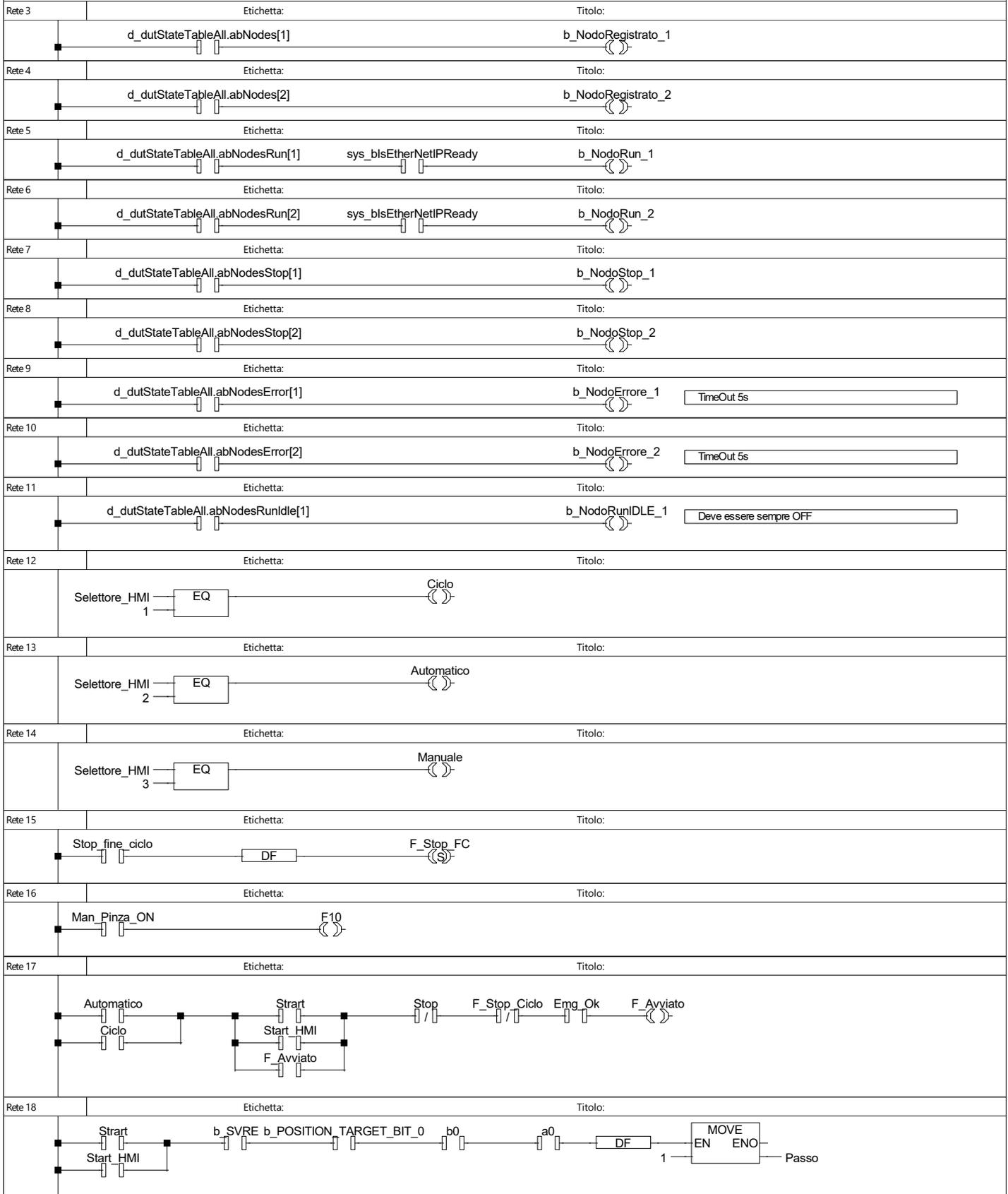
	Classe	Identificatore	Tipo	Iniziale	Commento
64	VAR_EXTERNAL	F9	BOOL	FALSE	Attuatore UP (C+)
65	VAR_EXTERNAL	b_NodoRegistrato_1	BOOL	FALSE	
66	VAR_EXTERNAL	b_NodoRegistrato_2	BOOL	FALSE	
67	VAR_EXTERNAL	b_NodoRun_1	BOOL	FALSE	
68	VAR_EXTERNAL	b_NodoRun_2	BOOL	FALSE	
69	VAR_EXTERNAL	b_NodoStop_1	BOOL	FALSE	
70	VAR_EXTERNAL	b_NodoStop_2	BOOL	FALSE	
71	VAR_EXTERNAL	b_NodoErrore_1	BOOL	FALSE	
72	VAR_EXTERNAL	b_NodoErrore_2	BOOL	FALSE	
73	VAR_EXTERNAL	F10	BOOL	FALSE	Pinza ON
74	VAR_EXTERNAL	Man_Pinza_RESET	BOOL	FALSE	Testo manuale pinza RESET
75	VAR_EXTERNAL	b_SELECT_STEP_BIT_0	BOOL	FALSE	Istruzione posizione bit 0
76	VAR_EXTERNAL	Lamp9	BOOL	FALSE	Lampada pinza ON
77	VAR_EXTERNAL	b_SVRE	BOOL	FALSE	Servo motore ON
78	VAR_EXTERNAL	b_SELECT_STEP_BIT_1	BOOL	FALSE	Istruzione posizione bit 1
79	VAR_EXTERNAL	b_SVON	BOOL	FALSE	Turn ON servo motore
80	VAR_EXTERNAL	b_DRIVE	BOOL	FALSE	Scansiona istruzioni esegue spostamento
81	VAR_EXTERNAL	b_RESET	BOOL	FALSE	Reset allarmi e operazioni
82	VAR_EXTERNAL	b_SETUP	BOOL	FALSE	Eeguire homing
83	VAR_EXTERNAL	b_POSITION_TARGET_BIT_0	BOOL	FALSE	Posizione bit 0 raggiunta
84	VAR_EXTERNAL	Man_Pinza_ON	BOOL	FALSE	Testo manuale pinza ON
85	VAR_EXTERNAL	F11	BOOL	FALSE	Pinza CHIUDI
86	VAR_EXTERNAL	TON5	TON		Timer chiudi pinza
87	VAR_EXTERNAL	Set_TON5	TIME	T#1s	
88	VAR_EXTERNAL	Current_TON5	TIME	T#0s	Conteggio TON5
89	VAR_EXTERNAL	F12	BOOL	FALSE	Pinza APRI
90	VAR_EXTERNAL	TON6	TON		Timer caduta pallina
91	VAR_EXTERNAL	Set_TON6	TIME	T#1.2s	
92	VAR_EXTERNAL	Current_TON6	TIME	T#0s	Conteggio TON6
93	VAR_EXTERNAL	Lamp10	BOOL	FALSE	Lampada pinza APERTA
94	VAR_EXTERNAL	Lamp11	BOOL	FALSE	Lampada pinza CHIUSA
95	VAR_EXTERNAL	PROVA1	BOOL	FALSE	
96	VAR_EXTERNAL	EV5B_a	BOOL	FALSE	Bistabile pinzetta CLOSE
97	VAR_EXTERNAL	PROVA2	BOOL	FALSE	
98	VAR_EXTERNAL	EV5B_b	BOOL	FALSE	Bistabile pinzetta OPEN
99	VAR_EXTERNAL	Man_Pinzetta_CLOSE	BOOL	FALSE	Testo manuale pinzetta CLOSE
100	VAR_EXTERNAL	Man_Pinzetta_OPEN	BOOL	FALSE	Testo manuale pinzetta OPEN
101	VAR_EXTERNAL	Start_Rele_AUX	BOOL	FALSE	m
102	VAR_EXTERNAL	led_uscita	BOOL	FALSE	
103	VAR_EXTERNAL	Output_inizio_ciclo_espansione	BOOL	FALSE	Output 0 - Consenso inizio ciclo verso Rockwell
104	VAR_EXTERNAL	Input_ripartenza_smc	BOOL	FALSE	Input 8 - Segnale ripartenza ciclo da Rockwell
105	VAR_EXTERNAL	b_POSITION_TARGET_BIT_1	BOOL	FALSE	Posizione bit 1 raggiunta
106	VAR				

Main_Smc_espansione

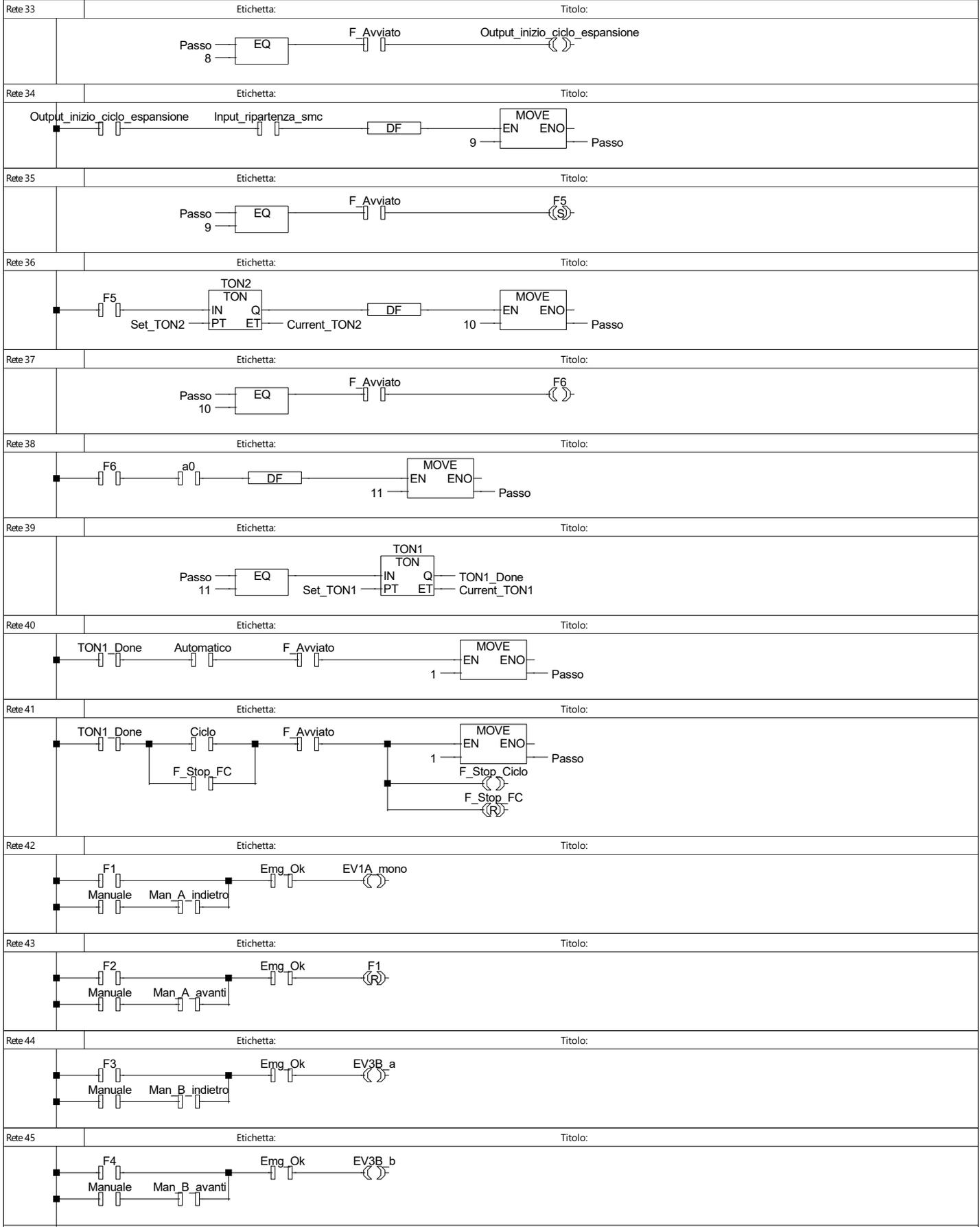




Main_Smc_espansione



Main_Smc_espansione





Main_Smc_espansione

Rete 46	Etichetta:	Manuale F5 Emg_Ok EV4A_b	Titolo:
Rete 47	Etichetta:	F6 Emg_Ok F5	Titolo:
Rete 48	Etichetta:	Manuale Man_Soffio_on Emg_Ok EV4A_a	Titolo:
Rete 49	Etichetta:	Manuale Man_Attuatore_down Emg_Ok EV1B_mono	Titolo:
Rete 50	Etichetta:	F9 Emg_Ok F8	Titolo:
Rete 51	Etichetta:	Man_Pinzetta_CLOSE EV5B_a	Titolo:
Rete 52	Etichetta:	Man_Pinzetta_OPEN EV5B_b	Titolo:
Rete 53	Etichetta:	Emg_Stop F_Restart Emg_Ok	Titolo:
Rete 54	Etichetta:	Restart DF F_Restart	Titolo:
Rete 55	Etichetta:	Emg_Stop F_Restart	Titolo:
Rete 56	Etichetta:	a0 Lamp1	Titolo:
Rete 57	Etichetta:	a1 Lamp2	Titolo:
Rete 58	Etichetta:	b0 Lamp3	Titolo:
Rete 59	Etichetta:	b1 Lamp4	Titolo:
Rete 60	Etichetta:	c1 Lamp5	Titolo:
Rete 61	Etichetta:	c1 Lamp6	Titolo:



Main_Smc_espansione

Rete	Etichetta:	Titolo:
Rete 62	d0 Lamp7	
Rete 63	d1 Lamp8	
Rete 64	b_SVRE Lamp9	
Rete 65	b_POSITION_TARGET_BIT_0 Lamp10	
Rete 66	b_POSITION_TARGET_BIT_1 Lamp11	
Rete 67	Emg_Stop Lamp_E	

						Data di stampa 05/02/2022 16:33:29	..p(Giorgio Rumiano)\plc\Rumiano_Smc-espansionepro Main_Smc_espansione Rete#62
Rev	Change	Date	Name				Pagina 23

Progetto: Tesi Magistrale Rumiano Giorgio – Pannello Espansione

PLC_Mazza

Controller Tag Listing.....2

MainTask

MainRoutine

Ladder Diagram17

Prova_PLC

Ladder Diagram18

Routine_Pinza_elettrica

Ladder Diagram21

Routine_Smc_Rockwell

Ladder Diagram24

Routine_solo_espansione

Ladder Diagram38

Name	Value	Data Type	Scope
a0 Finecrosa cadenzatore avanti	0	BOOL	PLC_Mazza
AliasFor:	Gateway_ex500:I.Data[8].0		
Base Tag:	Gateway_ex500:I.Data[8].0		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
a1 Finecorsa cadenzatore indietro	0	BOOL	PLC_Mazza
AliasFor:	Gateway_ex500:I.Data[8].1		
Base Tag:	Gateway_ex500:I.Data[8].1		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Automatico Selettore modalità ciclo automatico	0	BOOL	PLC_Mazza
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
b0 Finecorsa cassetto avanti	0	BOOL	PLC_Mazza
AliasFor:	Gateway_ex500:I.Data[8].2		
Base Tag:	Gateway_ex500:I.Data[8].2		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
b1 Finecorsa cassetto indietro	0	BOOL	PLC_Mazza
AliasFor:	Gateway_ex500:I.Data[8].3		
Base Tag:	Gateway_ex500:I.Data[8].3		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Bobina1 Bobina controllo input pinza elettrica	0	BOOL	PLC_Mazza
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
BUSY Servomotore in movimento	0	BOOL	PLC_Mazza
AliasFor:	Drive_pinza_jxc91:I.Data[1].0		
Base Tag:	Drive_pinza_jxc91:I.Data[1].0		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
c1 Sensore presenza pallina	0	BOOL	PLC_Mazza
AliasFor:	Gateway_ex500:I.Data[1].7		
Base Tag:	Gateway_ex500:I.Data[1].7		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Capacitivo_dx Input 0 sensore capacitivo dx nastro	0	BOOL	PLC_Mazza
AliasFor:	Local:1:I.Data.0		
Base Tag:	Local:1:I.Data.0		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Capacitivo_sx Input 1 sensore capacitivo sx nastro	0	BOOL	PLC_Mazza
AliasFor:	Local:1:I.Data.1		
Base Tag:	Local:1:I.Data.1		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Ciclo Selettore modalità ciclo singolo	0	BOOL	PLC_Mazza
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Clock05 Intermitteza 0,5 secondi	1	BOOL	PLC_Mazza
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
d0 Finecorsa rotativo up	0	BOOL	PLC_Mazza
AliasFor:	Gateway_ex500:I.Data[0].0		

d0 (Continued)			
Base Tag:	Gateway_ex500:I.Data[0].0		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
d1	0	BOOL	PLC_Mazza
Finecorsa rotativo down			
AliasFor:	Gateway_ex500:I.Data[0].1		
Base Tag:	Gateway_ex500:I.Data[0].1		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
DRIVE	0	BOOL	PLC_Mazza
Scan istruzioni e movimento			
AliasFor:	Drive_pinza_jxc91:O.Data[1].2		
Base Tag:	Drive_pinza_jxc91:O.Data[1].2		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Drive_pinza_jxc91:I		_0007:JXC9_73D05201:I:0	PLC_Mazza
External Access:	Read/Write		
Drive_pinza_jxc91:O		_0007:JXC9_524BCC98:O:0	PLC_Mazza
External Access:	Read/Write		
Emg_ok	0	BOOL	PLC_Mazza
Emergenza non presente			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
EV1A_mono	0	BOOL	PLC_Mazza
Valvola monostabile cadenzatore indietro			
AliasFor:	Gateway_ex500:O.Data[0].0		
Base Tag:	Gateway_ex500:O.Data[0].0		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
EV1B_mono	0	BOOL	PLC_Mazza
Valvola monostabile rotativo			
AliasFor:	Gateway_ex500:O.Data[4].0		
Base Tag:	Gateway_ex500:O.Data[4].0		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
EV3B_a	0	BOOL	PLC_Mazza
Valvola bistabile cassetto indietro			
AliasFor:	Gateway_ex500:O.Data[4].4		
Base Tag:	Gateway_ex500:O.Data[4].4		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
EV3B_b	0	BOOL	PLC_Mazza
Valvola bistabile cassetto avanti			
AliasFor:	Gateway_ex500:O.Data[4].5		
Base Tag:	Gateway_ex500:O.Data[4].5		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
EV4A_a_mono	0	BOOL	PLC_Mazza
Valvola monostabile scarico			
AliasFor:	Gateway_ex500:O.Data[0].6		
Base Tag:	Gateway_ex500:O.Data[0].6		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
EV4A_b_mono	0	BOOL	PLC_Mazza
Valvola monostabile soffio			
AliasFor:	Gateway_ex500:O.Data[0].7		
Base Tag:	Gateway_ex500:O.Data[0].7		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
F_avviato	0	BOOL	PLC_Mazza
Funzione ciclo avviato			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
F_restart	0	BOOL	PLC_Mazza
Funzione restart			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		

F_stop_ciclo	0	BOOL	PLC_Mazza
Funzione stop modalità ciclo singolo			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
F_stop_fc	0	BOOL	PLC_Mazza
Funzione stop a fine ciclo			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
F1	0	BOOL	PLC_Mazza
Funzione cadenzatore indietro A-			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
F2	0	BOOL	PLC_Mazza
Funzione cadenzatore avanti A+			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
F3	0	BOOL	PLC_Mazza
Funzione cassetto indietro B-			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
F4	0	BOOL	PLC_Mazza
Funzione cassetto avanti B+			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
F5	0	BOOL	PLC_Mazza
Funzione soffio on			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
F6	0	BOOL	PLC_Mazza
Funzione soffio off			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
F7	0	BOOL	PLC_Mazza
Funzione scarico on			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
F8	0	BOOL	PLC_Mazza
Funzione rotativo down C-			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
F9	0	BOOL	PLC_Mazza
Funzione rotativo up C+			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
F10	0	BOOL	PLC_Mazza
Funzione pinza elettrica on			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
F11	0	BOOL	PLC_Mazza
Funzione pinza elettrica homing			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
F12	0	BOOL	PLC_Mazza
Funzione pinza elettrica step 1			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
F13	0	BOOL	PLC_Mazza
Funzione pinza elettrica step 2			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
F14	0	BOOL	PLC_Mazza
Funzione pinza elettrica step 3			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
F15	0	BOOL	PLC_Mazza
Funzione nastro avanti			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		

F16	0	BOOL	PLC_Mazza
Funzione nastro indietro			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
F17_1	0	BOOL	PLC_Mazza
Funzione orizzontale move dx 1			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
F17_2	0	BOOL	PLC_Mazza
Funzione orizzontale move dx 2			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
F18_1	0	BOOL	PLC_Mazza
Funzione orizzontale move sx 1			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
F18_2	0	BOOL	PLC_Mazza
Funzione orizzontale move sx 2			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
F19_1	0	BOOL	PLC_Mazza
Funzione verticale move up 1			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
F19_2	0	BOOL	PLC_Mazza
Funzione verticale move up 2			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
F20_1	0	BOOL	PLC_Mazza
Funzione verticale move down 1			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
F20_2	0	BOOL	PLC_Mazza
Funzione verticale move down 2			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
F21_1	0	BOOL	PLC_Mazza
Funzione pinzetta open 1			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
F21_2	0	BOOL	PLC_Mazza
Funzione pinzetta open 2			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
F22_1	0	BOOL	PLC_Mazza
Funzione pinzetta close 1			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
F22_2	0	BOOL	PLC_Mazza
Funzione pinzetta close 2			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
F23	0	BOOL	PLC_Mazza
Funzione lampeggio led verde			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
F24	0	BOOL	PLC_Mazza
Funzione lampeggio led giallo			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
F25	0	BOOL	PLC_Mazza
Funzione lampeggio led rosso			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
F26	0	BOOL	PLC_Mazza
Funzione lampeggio led blu			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		

Gateway_ex500:I		_0007:EX500_GEN2_03FEBAA8:I:0	PLC_Mazza
External Access:	Read/Write		
Gateway_ex500:O		_0007:EX500_GEN2_22652431:O:0	PLC_Mazza
External Access:	Read/Write		
INP	0	BOOL	PLC_Mazza
Posizione qualsiasi raggiunta			
AliasFor:	Drive_pinza_jxc91:I.Data[1].3		
Base Tag:	Drive_pinza_jxc91:I.Data[1].3		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Input_Panasonic_1	0	BOOL	PLC_Mazza
Input 14 start ciclo espansione da Panasonic			
AliasFor:	Local:1:I.Data.14		
Base Tag:	Local:1:I.Data.14		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Interblocco_avanti	0	BOOL	PLC_Mazza
Controllo nastro avanti per impedire comando simultaneo			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Interblocco_indietro	0	BOOL	PLC_Mazza
Controllo nastro indietro per impedire comando simultaneo			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Interruttore_dx_down	0	BOOL	PLC_Mazza
Input 10 toggle switch instabile down Start			
AliasFor:	Local:1:I.Data.10		
Base Tag:	Local:1:I.Data.10		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Interruttore_dx_up	0	BOOL	PLC_Mazza
Input 11 toggle switch instabile up Stop			
AliasFor:	Local:1:I.Data.11		
Base Tag:	Local:1:I.Data.11		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Interruttore_fungo_emg	0	BOOL	PLC_Mazza
Input 2 Fungo di emergenza			
AliasFor:	Local:1:I.Data.2		
Base Tag:	Local:1:I.Data.2		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Interruttore_sx_down	0	BOOL	PLC_Mazza
Input 8 toggle switch stabile down Modalità mista Panasonic Rockwell			
AliasFor:	Local:1:I.Data.8		
Base Tag:	Local:1:I.Data.8		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Interruttore_sx_up	0	BOOL	PLC_Mazza
Input 9 toggle switch stabile up Modalità tutto Rockwell			
AliasFor:	Local:1:I.Data.9		
Base Tag:	Local:1:I.Data.9		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Led_blu	0	BOOL	PLC_Mazza
Output 11 led blu			
AliasFor:	Local:2:O.Data.11		
Base Tag:	Local:2:O.Data.11		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Led_giallo	0	BOOL	PLC_Mazza
Output 9 led giallo			
AliasFor:	Local:2:O.Data.9		
Base Tag:	Local:2:O.Data.9		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		

Led_rosso	0	BOOL	PLC_Mazza
Output 10 led rosso			
AliasFor:	Local:2:O.Data.10		
Base Tag:	Local:2:O.Data.10		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Led_verde	0	BOOL	PLC_Mazza
Output 8 led verde			
AliasFor:	Local:2:O.Data.8		
Base Tag:	Local:2:O.Data.8		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Local:1:I		AB:1769_DI16:I:0	PLC_Mazza
External Access:	Read/Write		
Local:2:O		AB:1769_DO16:O:0	PLC_Mazza
External Access:	Read/Write		
Man_A_indietro	0	BOOL	PLC_Mazza
Pulsante hmi cadenzatore indietro A-			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Man_B_avanti	0	BOOL	PLC_Mazza
Pulsante hmi cassetto avanti B+			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Man_B_indietro	0	BOOL	PLC_Mazza
Pulsante hmi cassetto indietro B-			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Man_led_blu	0	BOOL	PLC_Mazza
Pulsante hmi led blu			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Man_led_giallo	0	BOOL	PLC_Mazza
Pulsante hmi led giallo			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Man_led_rosso	0	BOOL	PLC_Mazza
Pulsante hmi led rosso			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Man_led_verde	0	BOOL	PLC_Mazza
Pulsante hmi led verde			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Man_nastro_avanti	0	BOOL	PLC_Mazza
Pulsante hmi nastro avanti			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Man_nastro_indietro	0	BOOL	PLC_Mazza
Pulsante hmi nastro indietro			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Man_orizzontale_dx	0	BOOL	PLC_Mazza
Pulsante hmi orizzontale move dx			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Man_orizzontale_sx	0	BOOL	PLC_Mazza
Pulsante hmi orizzontale move sx			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Man_pinza_home	0	BOOL	PLC_Mazza
Pulsante hmi pinza elettrica homing			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Man_pinza_on	0	BOOL	PLC_Mazza
Pulsante hmi pinza elettrica on			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		

Man_pinza_reset	0	BOOL	PLC_Mazza
Pulsante hmi pinza elettrica reset			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Man_pinza_step1	0	BOOL	PLC_Mazza
Pulsante hmi pinza elettrica step 1			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Man_pinza_step2	0	BOOL	PLC_Mazza
Pulsante hmi pinza elettrica step 2			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Man_pinza_step3	0	BOOL	PLC_Mazza
Pulsante hmi pinza elettrica step 3			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Man_pinzetta_close	0	BOOL	PLC_Mazza
Pulsante hmi pinzetta close			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Man_pinzetta_open	0	BOOL	PLC_Mazza
Pulsante hmi pinzetta open			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Man_rotativo_down	0	BOOL	PLC_Mazza
Pulsante hmi rotativo down			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Man_scarico	0	BOOL	PLC_Mazza
Pulsante hmi scarico			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Man_soffio_on	0	BOOL	PLC_Mazza
Pulsante hmi soffio on			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Man_verticale_down	0	BOOL	PLC_Mazza
Pulsante hmi verticale move down			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Man_verticale_up	0	BOOL	PLC_Mazza
Pulsante hmi verticale move up			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Manuale	0	BOOL	PLC_Mazza
Selettore modalità manuale			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Mod_avanti	0	BOOL	PLC_Mazza
Modalità funzionamento nastro avanti			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Mod_indietro	0	BOOL	PLC_Mazza
Modalità funzionamento nastro indietro			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Mod_nastro	0	INT	PLC_Mazza
Input numerico scelta modalità funzionamento nastro avanti o indietro			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Nastro_avanti	0	BOOL	PLC_Mazza
Relè output 1 nastro trasportatore avanti			
AliasFor:	Local:2:O.Data.1		
Base Tag:	Local:2:O.Data.1		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Nastro_indietro	0	BOOL	PLC_Mazza
Relè output 0 nastro trasportatore indietro			

Nastro_indietro (Continued)			
AliasFor:	Local:2:O.Data.0		
Base Tag:	Local:2:O.Data.0		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Oneshot_1	1	BOOL	PLC_Mazza
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Oneshot_2	1	BOOL	PLC_Mazza
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Oneshot_3	1	BOOL	PLC_Mazza
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Oneshot_4	1	BOOL	PLC_Mazza
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Oneshot_5	1	BOOL	PLC_Mazza
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Oneshot_6	1	BOOL	PLC_Mazza
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Oneshot_7	1	BOOL	PLC_Mazza
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Oneshot_8	1	BOOL	PLC_Mazza
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Oneshot_9	1	BOOL	PLC_Mazza
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Oneshot_10	1	BOOL	PLC_Mazza
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Oneshot_11	1	BOOL	PLC_Mazza
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Oneshot_12	1	BOOL	PLC_Mazza
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Oneshot_13	1	BOOL	PLC_Mazza
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Oneshot_14	1	BOOL	PLC_Mazza
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Oneshot_15	1	BOOL	PLC_Mazza
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Oneshot_16	1	BOOL	PLC_Mazza
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Oneshot_17	1	BOOL	PLC_Mazza
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Oneshot_18	1	BOOL	PLC_Mazza
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Oneshot_19	1	BOOL	PLC_Mazza
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Oneshot_20	1	BOOL	PLC_Mazza
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Oneshot_21	1	BOOL	PLC_Mazza
Constant	No		
External Access:	Read/Write		

Oneshot_22	1	BOOL	PLC_Mazza
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Oneshot_23	1	BOOL	PLC_Mazza
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Oneshot_24	1	BOOL	PLC_Mazza
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Oneshot_25	1	BOOL	PLC_Mazza
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Oneshot_27	1	BOOL	PLC_Mazza
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Oneshot_29	0	BOOL	PLC_Mazza
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Oneshot_30	0	BOOL	PLC_Mazza
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Oneshot_31	0	BOOL	PLC_Mazza
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Output_Panasonic_1	0	BOOL	PLC_Mazza
Output 14 fine ciclo espansione verso Panasonic			
AliasFor:	Local:2:O.Data.14		
Base Tag:	Local:2:O.Data.14		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Output_Panasonic_2	0	BOOL	PLC_Mazza
Output 15 verso Panasonic			
AliasFor:	Local:2:O.Data.15		
Base Tag:	Local:2:O.Data.15		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Passo	0	DINT	PLC_Mazza
Contatore passo ciclo			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
PneumaxValve:I		_081B:572x64xei_12F7A967:I:0	PLC_Mazza
External Access:	Read/Write		
PneumaxValve:O		_081B:572x64xei_AAB94180:O:0	PLC_Mazza
External Access:	Read/Write		
Prova_7	0	BOOL	PLC_Mazza
Prova nastro avanti			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Prova_8	0	BOOL	PLC_Mazza
Prova nastro indietro			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Prova_13	0	BOOL	PLC_Mazza
Visualizza modalità prova			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Prova_14	0	BOOL	PLC_Mazza
Visualizza modalità mista			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Prova_15	0	BOOL	PLC_Mazza
Visualizza modalità tutto A-B			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Prova_16	0	BOOL	PLC_Mazza
Prova input da smc			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		

Reed_orizzontale_dx	0	BOOL	PLC_Mazza
Sensore cilindro orizzontale dx			
AliasFor:	PneumaxValve:I.Data[0].1		
Base Tag:	PneumaxValve:I.Data[0].1		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Reed_orizzontale_sx	0	BOOL	PLC_Mazza
Sensore cilindro orizzontale sx			
AliasFor:	PneumaxValve:I.Data[0].0		
Base Tag:	PneumaxValve:I.Data[0].0		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Reed_verticale_down	0	BOOL	PLC_Mazza
Sensore cilindro verticale down			
AliasFor:	PneumaxValve:I.Data[0].2		
Base Tag:	PneumaxValve:I.Data[0].2		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Reed_verticale_up	1	BOOL	PLC_Mazza
Sensore cilindro verticale up			
AliasFor:	PneumaxValve:I.Data[0].3		
Base Tag:	PneumaxValve:I.Data[0].3		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
RESET	0	BOOL	PLC_Mazza
Reset allarmi e posizioni			
AliasFor:	Drive_pinza_jxc91:O.Data[1].3		
Base Tag:	Drive_pinza_jxc91:O.Data[1].3		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Restart_hmi	0	BOOL	PLC_Mazza
Pulsante hmi restart pannello smc			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
SELECT_STEP_BIT_0	0	BOOL	PLC_Mazza
Istruzione posizione bit 0			
AliasFor:	Drive_pinza_jxc91:O.Data[0].0		
Base Tag:	Drive_pinza_jxc91:O.Data[0].0		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
SELECT_STEP_BIT_1	0	BOOL	PLC_Mazza
Istruzione posizione bit 1			
AliasFor:	Drive_pinza_jxc91:O.Data[0].1		
Base Tag:	Drive_pinza_jxc91:O.Data[0].1		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Selettore_hmi	0	INT	PLC_Mazza
Selettore hmi modalità funzionamento			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
SETON	0	BOOL	PLC_Mazza
Informazione posizione stabilita			
AliasFor:	Drive_pinza_jxc91:I.Data[1].2		
Base Tag:	Drive_pinza_jxc91:I.Data[1].2		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
SETUP	0	BOOL	PLC_Mazza
Eeguire homing			
AliasFor:	Drive_pinza_jxc91:O.Data[1].4		
Base Tag:	Drive_pinza_jxc91:O.Data[1].4		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Start_ciclo_espansione	0	BOOL	PLC_Mazza
Funzione di avvio ciclo solo espansione			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Start_hmi	0	BOOL	PLC_Mazza
Pulsante hmi start			

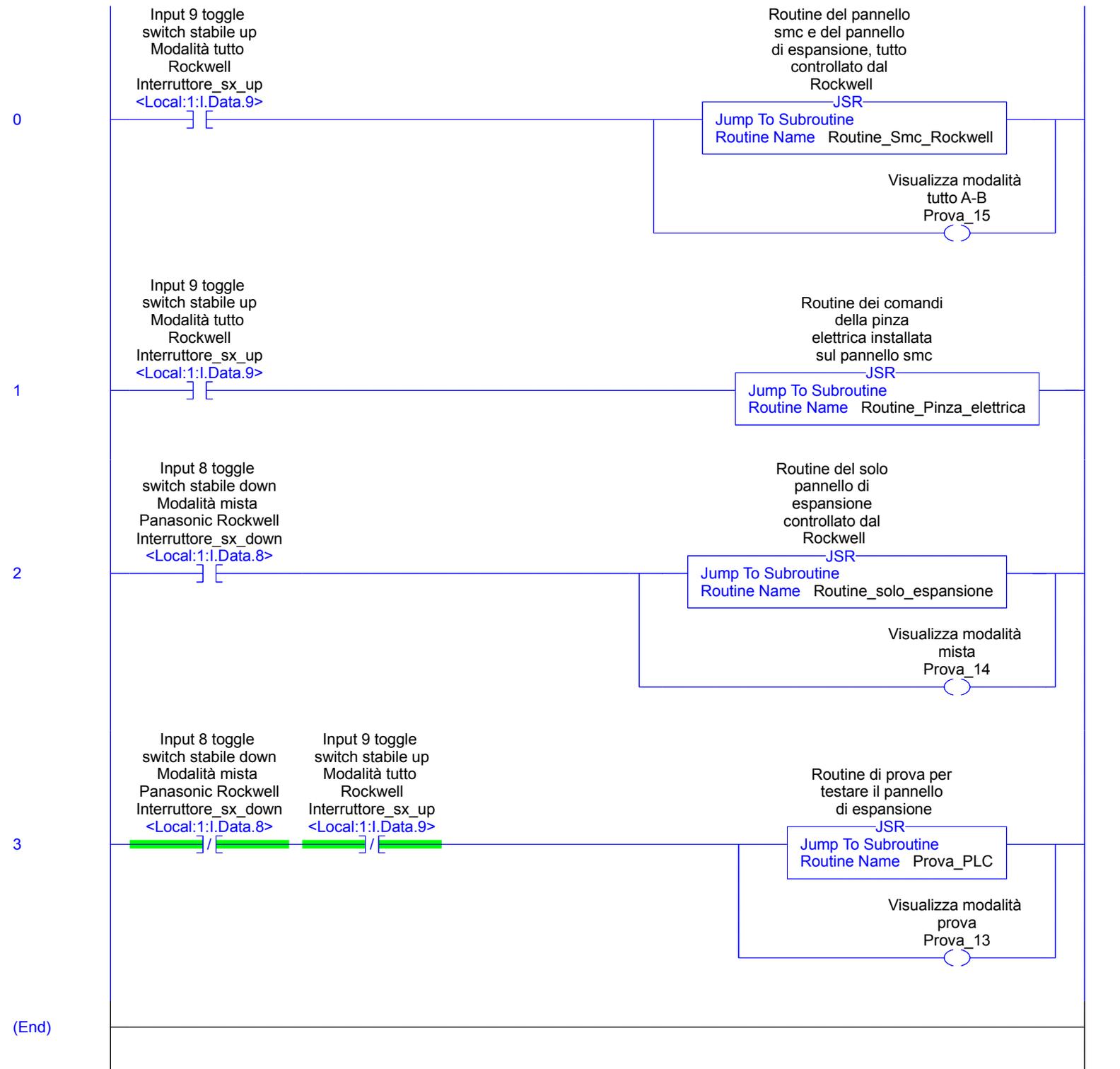
Start_hmi (Continued)				
Constant	No			
External Access:	Read/Write			
Stop	0	BOOL		PLC_Mazza
Pulsante hmi stop immediato				
Constant	No			
External Access:	Read/Write			
Stop_fine_ciclo	0	BOOL		PLC_Mazza
Pulsante hmi stop a fine ciclo				
Constant	No			
External Access:	Read/Write			
SVON	0	BOOL		PLC_Mazza
Turn on servomotore				
AliasFor:	Drive_pinza_jxc91:O.Data[1].1			
Base Tag:	Drive_pinza_jxc91:O.Data[1].1			
Constant	No			
External Access:	Read/Write			
SVRE	0	BOOL		PLC_Mazza
Servomotore on				
AliasFor:	Drive_pinza_jxc91:I.Data[1].1			
Base Tag:	Drive_pinza_jxc91:I.Data[1].1			
Constant	No			
External Access:	Read/Write			
TARGET_BIT_0	0	BOOL		PLC_Mazza
Posizione target bit 0 raggiunta				
AliasFor:	Drive_pinza_jxc91:I.Data[0].0			
Base Tag:	Drive_pinza_jxc91:I.Data[0].0			
Constant	No			
External Access:	Read/Write			
TARGET_BIT_1	0	BOOL		PLC_Mazza
Posizione target bit 1 raggiunta				
AliasFor:	Drive_pinza_jxc91:I.Data[0].1			
Base Tag:	Drive_pinza_jxc91:I.Data[0].1			
Constant	No			
External Access:	Read/Write			
test_cap_dx	0	BOOL		PLC_Mazza
Constant	No			
External Access:	Read/Write			
test_cap_sx	0	BOOL		PLC_Mazza
Constant	No			
External Access:	Read/Write			
test14	0	BOOL		PLC_Mazza
Constant	No			
External Access:	Read/Write			
test15	0	BOOL		PLC_Mazza
Constant	No			
External Access:	Read/Write			
Timer_1		TIMER		PLC_Mazza
Timer pausa fine ciclo				
Constant	No			
External Access:	Read/Write			
Timer_1.PRE	2000	DINT		
Timer pausa fine ciclo				
Timer_1.ACC	0	DINT		
Timer pausa fine ciclo				
Timer_1.EN	0	BOOL		
Timer pausa fine ciclo				
Timer_1.TT	0	BOOL		
Timer pausa fine ciclo				
Timer_1.DN	0	BOOL		
Timer pausa fine ciclo				
Timer_2		TIMER		PLC_Mazza
Timer durata soffio				
Constant	No			
External Access:	Read/Write			
Timer_2.PRE	2100	DINT		
Timer durata soffio				
Timer_2.ACC	0	DINT		

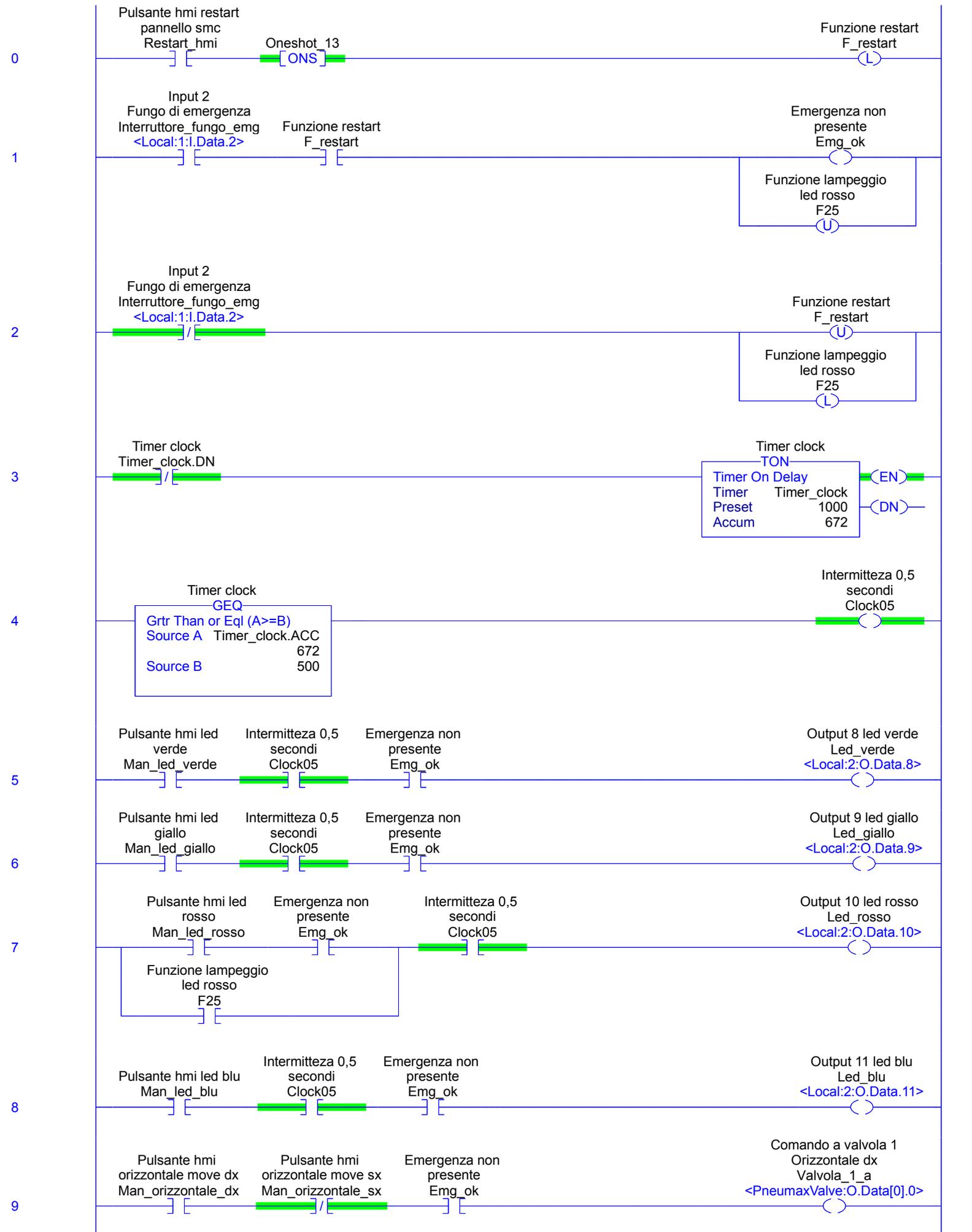
Timer_2 (Continued)			
Timer durata soffio			
Timer_2.EN	0	BOOL	
Timer durata soffio			
Timer_2.TT	0	BOOL	
Timer durata soffio			
Timer_2.DN	0	BOOL	
Timer durata soffio			
Timer_5		TIMER	PLC_Mazza
Timer attesa chiusura pinza			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Timer_5.PRE	1000	DINT	
Timer attesa chiusura pinza			
Timer_5.ACC	0	DINT	
Timer attesa chiusura pinza			
Timer_5.EN	0	BOOL	
Timer attesa chiusura pinza			
Timer_5.TT	0	BOOL	
Timer attesa chiusura pinza			
Timer_5.DN	0	BOOL	
Timer attesa chiusura pinza			
Timer_6		TIMER	PLC_Mazza
Timer attesa rotativo up			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Timer_6.PRE	1200	DINT	
Timer attesa rotativo up			
Timer_6.ACC	0	DINT	
Timer attesa rotativo up			
Timer_6.EN	0	BOOL	
Timer attesa rotativo up			
Timer_6.TT	0	BOOL	
Timer attesa rotativo up			
Timer_6.DN	0	BOOL	
Timer attesa rotativo up			
Timer_attesa_discesa1		TIMER	PLC_Mazza
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Timer_attesa_discesa1.DN	0	BOOL	
Timer_attesa_discesa2		TIMER	PLC_Mazza
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Timer_attesa_discesa2.DN	0	BOOL	
Timer_capacitivo_dx		TIMER	PLC_Mazza
Timer regolazione stop nastro sul capacitivo dx			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Timer_capacitivo_dx.PRE	700	DINT	
Timer regolazione stop nastro sul capacitivo dx			
Timer_capacitivo_dx.ACC	0	DINT	
Timer regolazione stop nastro sul capacitivo dx			
Timer_capacitivo_dx.EN	0	BOOL	
Timer regolazione stop nastro sul capacitivo dx			
Timer_capacitivo_dx.TT	0	BOOL	
Timer regolazione stop nastro sul capacitivo dx			
Timer_capacitivo_dx.DN	0	BOOL	
Timer regolazione stop nastro sul capacitivo dx			
Timer_capacitivo_sx		TIMER	PLC_Mazza
Timer regolazione stop nastro sul capacitivo sx			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Timer_capacitivo_sx.PRE	700	DINT	
Timer regolazione stop nastro sul capacitivo sx			
Timer_capacitivo_sx.ACC	0	DINT	
Timer regolazione stop nastro sul capacitivo sx			
Timer_capacitivo_sx.EN	0	BOOL	
Timer regolazione stop nastro sul capacitivo sx			

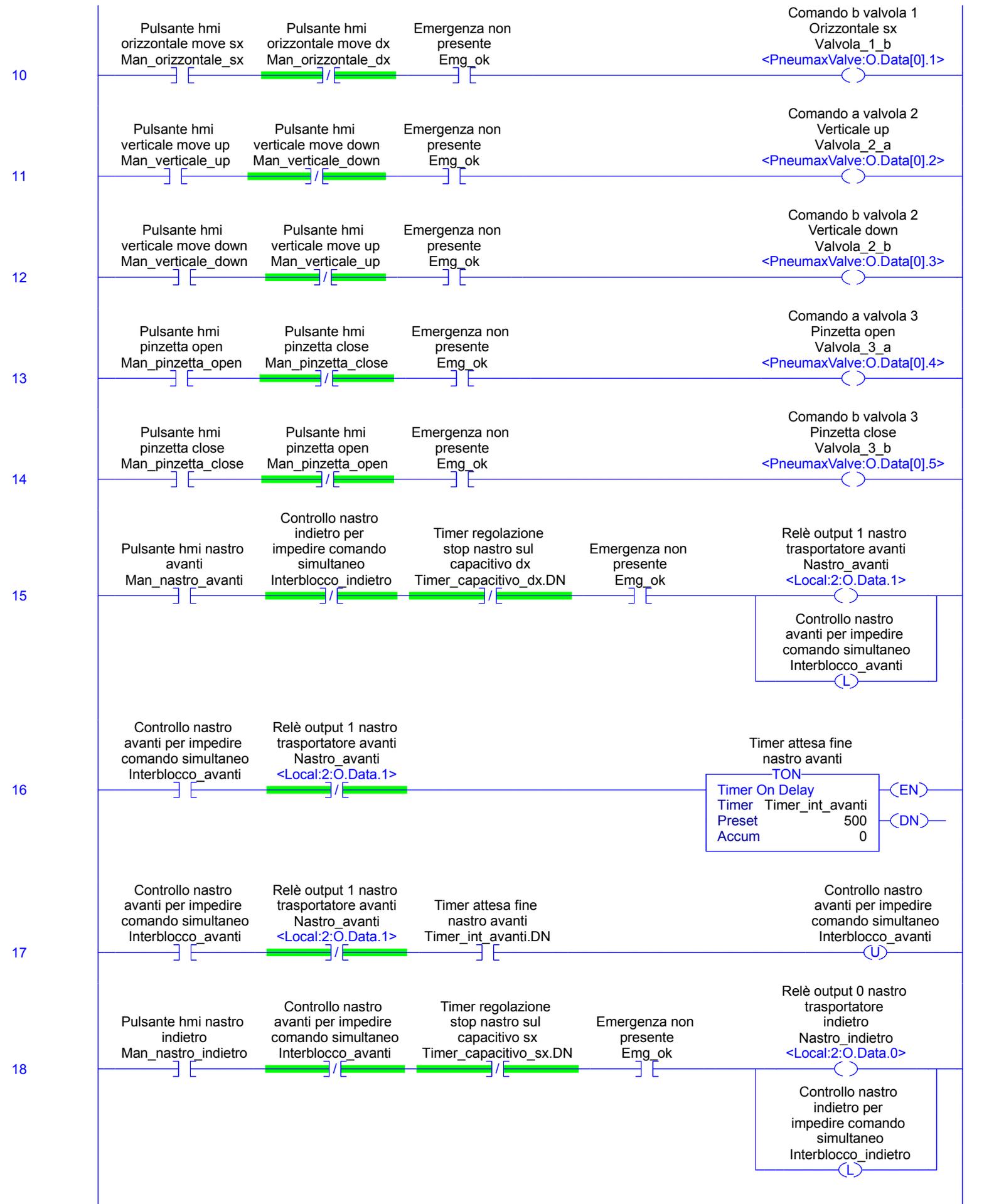
Tag Name	Value	DataType	Module
Timer_capacitivo_sx (Continued)			
Timer_capacitivo_sx.TT	0	BOOL	
Timer regolazione stop nastro sul capacitivo sx			
Timer_capacitivo_sx.DN	0	BOOL	
Timer regolazione stop nastro sul capacitivo sx			
Timer_clock		TIMER	PLC_Mazza
Timer clock			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Timer_clock.PRE	1000	DINT	
Timer clock			
Timer_clock.ACC	672	DINT	
Timer clock			
Timer_clock.EN	1	BOOL	
Timer clock			
Timer_clock.TT	1	BOOL	
Timer clock			
Timer_clock.DN	0	BOOL	
Timer clock			
Timer_fine_rockwell		TIMER	PLC_Mazza
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Timer_fine_rockwell.DN	0	BOOL	
Timer_int_avanti		TIMER	PLC_Mazza
Timer attesa fine nastro avanti			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Timer_int_avanti.PRE	500	DINT	
Timer attesa fine nastro avanti			
Timer_int_avanti.ACC	0	DINT	
Timer attesa fine nastro avanti			
Timer_int_avanti.EN	0	BOOL	
Timer attesa fine nastro avanti			
Timer_int_avanti.TT	0	BOOL	
Timer attesa fine nastro avanti			
Timer_int_avanti.DN	0	BOOL	
Timer attesa fine nastro avanti			
Timer_int_indietro		TIMER	PLC_Mazza
Timer attesa fine nastro indietro			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Timer_int_indietro.PRE	500	DINT	
Timer attesa fine nastro indietro			
Timer_int_indietro.ACC	0	DINT	
Timer attesa fine nastro indietro			
Timer_int_indietro.EN	0	BOOL	
Timer attesa fine nastro indietro			
Timer_int_indietro.TT	0	BOOL	
Timer attesa fine nastro indietro			
Timer_int_indietro.DN	0	BOOL	
Timer attesa fine nastro indietro			
Timer_post_pinzetta_close		TIMER	PLC_Mazza
Timer di attesa post chiusura pinzetta			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Timer_post_pinzetta_close.PRE	1500	DINT	
Timer di attesa post chiusura pinzetta			
Timer_post_pinzetta_close.ACC	0	DINT	
Timer di attesa post chiusura pinzetta			
Timer_post_pinzetta_close.EN	0	BOOL	
Timer di attesa post chiusura pinzetta			
Timer_post_pinzetta_close.TT	0	BOOL	
Timer di attesa post chiusura pinzetta			
Timer_post_pinzetta_close.DN	0	BOOL	
Timer di attesa post chiusura pinzetta			
Timer_post_pinzetta_open		TIMER	PLC_Mazza
Timer di attesa post apertura pinzetta			
Constant	No		

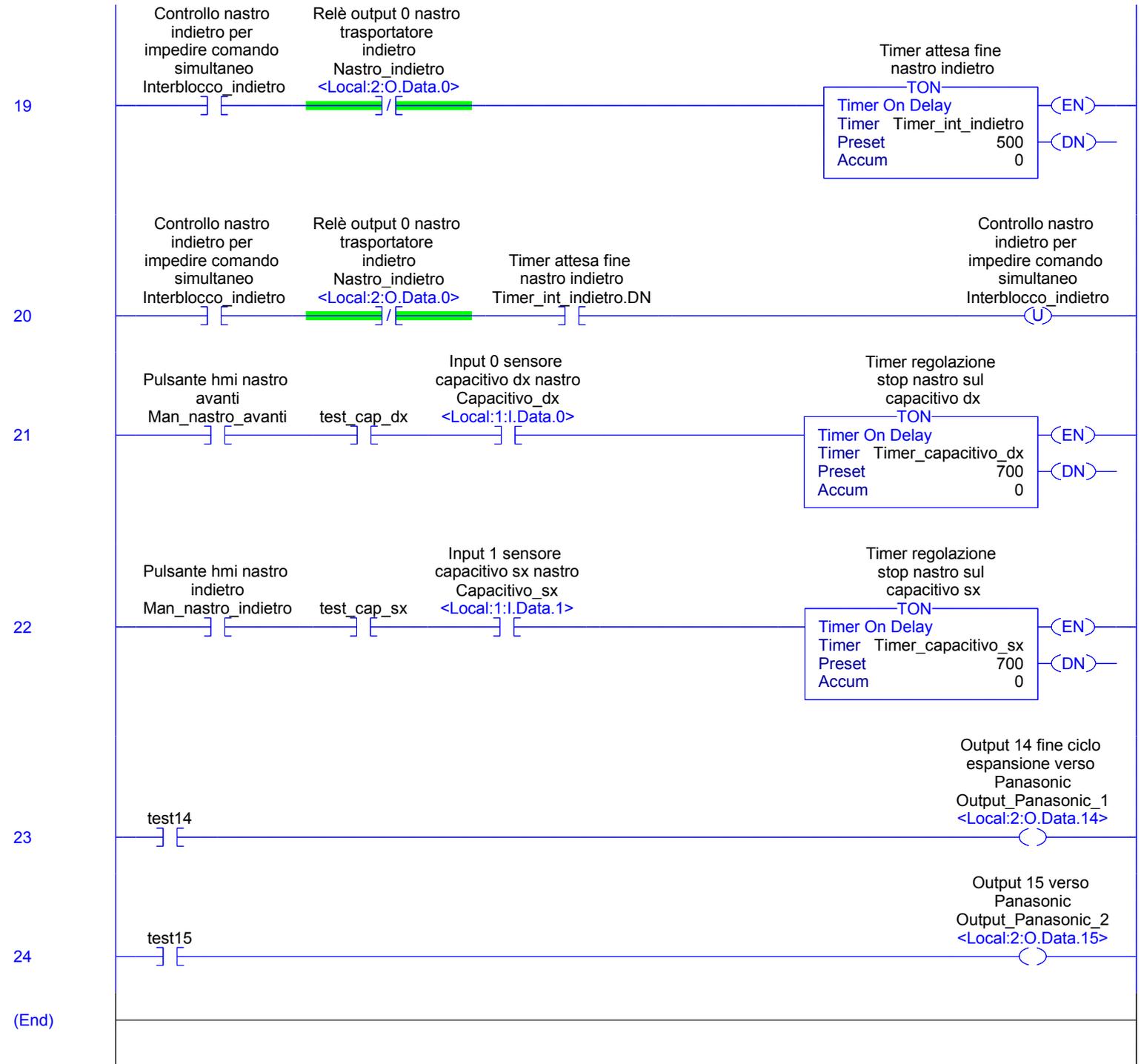
Timer_post_pinzetta_open (Continued)		
External Access:	Read/Write	
Timer_post_pinzetta_open.PRE	1500	DINT
Timer di attesa post apertura pinzetta		
Timer_post_pinzetta_open.ACC	0	DINT
Timer di attesa post apertura pinzetta		
Timer_post_pinzetta_open.EN	0	BOOL
Timer di attesa post apertura pinzetta		
Timer_post_pinzetta_open.TT	0	BOOL
Timer di attesa post apertura pinzetta		
Timer_post_pinzetta_open.DN	0	BOOL
Timer di attesa post apertura pinzetta		
Timer_pre_pinzetta_close		TIMER
Timer di attesa pre chiusura pinzetta		
Constant	No	
External Access:	Read/Write	
Timer_pre_pinzetta_close.PRE	1500	DINT
Timer di attesa pre chiusura pinzetta		
Timer_pre_pinzetta_close.ACC	0	DINT
Timer di attesa pre chiusura pinzetta		
Timer_pre_pinzetta_close.EN	0	BOOL
Timer di attesa pre chiusura pinzetta		
Timer_pre_pinzetta_close.TT	0	BOOL
Timer di attesa pre chiusura pinzetta		
Timer_pre_pinzetta_close.DN	0	BOOL
Timer di attesa pre chiusura pinzetta		
Timer_pre_pinzetta_open		TIMER
Timer di attesa pre apertura pinzetta		
Constant	No	
External Access:	Read/Write	
Timer_pre_pinzetta_open.PRE	1500	DINT
Timer di attesa pre apertura pinzetta		
Timer_pre_pinzetta_open.ACC	0	DINT
Timer di attesa pre apertura pinzetta		
Timer_pre_pinzetta_open.EN	0	BOOL
Timer di attesa pre apertura pinzetta		
Timer_pre_pinzetta_open.TT	0	BOOL
Timer di attesa pre apertura pinzetta		
Timer_pre_pinzetta_open.DN	0	BOOL
Timer di attesa pre apertura pinzetta		
Timer_step1		TIMER
Timer drive step 1		
Constant	No	
External Access:	Read/Write	
Timer_step1.PRE	150	DINT
Timer drive step 1		
Timer_step1.ACC	0	DINT
Timer drive step 1		
Timer_step1.EN	0	BOOL
Timer drive step 1		
Timer_step1.TT	0	BOOL
Timer drive step 1		
Timer_step1.DN	0	BOOL
Timer drive step 1		
Timer_step2		TIMER
Timer drive step 2		
Constant	No	
External Access:	Read/Write	
Timer_step2.PRE	150	DINT
Timer drive step 2		
Timer_step2.ACC	0	DINT
Timer drive step 2		
Timer_step2.EN	0	BOOL
Timer drive step 2		
Timer_step2.TT	0	BOOL
Timer drive step 2		
Timer_step2.DN	0	BOOL
Timer drive step 2		

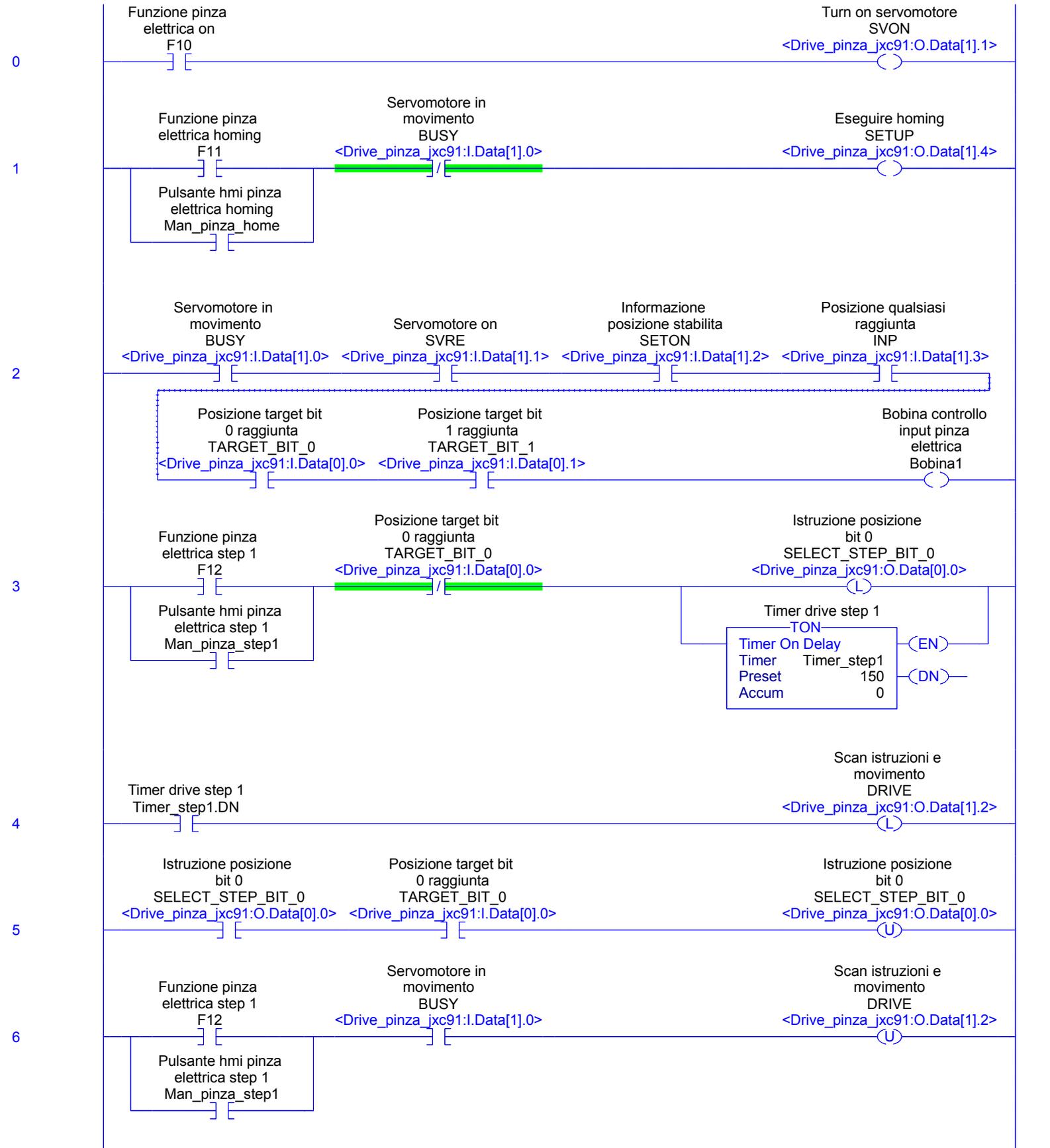
Timer_step3		TIMER	PLC_Mazza
Timer drive step 3			
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Timer_step3.PRE	150	DINT	
Timer drive step 3			
Timer_step3.ACC	0	DINT	
Timer drive step 3			
Timer_step3.EN	0	BOOL	
Timer drive step 3			
Timer_step3.TT	0	BOOL	
Timer drive step 3			
Timer_step3.DN	0	BOOL	
Timer drive step 3			
Valvola_1_a	0	BOOL	PLC_Mazza
Comando a valvola 1 Orizzontale dx			
AliasFor:	PneumaxValve:O.Data[0].0		
Base Tag:	PneumaxValve:O.Data[0].0		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Valvola_1_b	0	BOOL	PLC_Mazza
Comando b valvola 1 Orizzontale sx			
AliasFor:	PneumaxValve:O.Data[0].1		
Base Tag:	PneumaxValve:O.Data[0].1		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Valvola_2_a	0	BOOL	PLC_Mazza
Comando a valvola 2 Verticale up			
AliasFor:	PneumaxValve:O.Data[0].2		
Base Tag:	PneumaxValve:O.Data[0].2		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Valvola_2_b	0	BOOL	PLC_Mazza
Comando b valvola 2 Verticale down			
AliasFor:	PneumaxValve:O.Data[0].3		
Base Tag:	PneumaxValve:O.Data[0].3		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Valvola_3_a	0	BOOL	PLC_Mazza
Comando a valvola 3 Pinzetta open			
AliasFor:	PneumaxValve:O.Data[0].4		
Base Tag:	PneumaxValve:O.Data[0].4		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		
Valvola_3_b	0	BOOL	PLC_Mazza
Comando b valvola 3 Pinzetta close			
AliasFor:	PneumaxValve:O.Data[0].5		
Base Tag:	PneumaxValve:O.Data[0].5		
Constant	No		
External Access:	Read/Write		

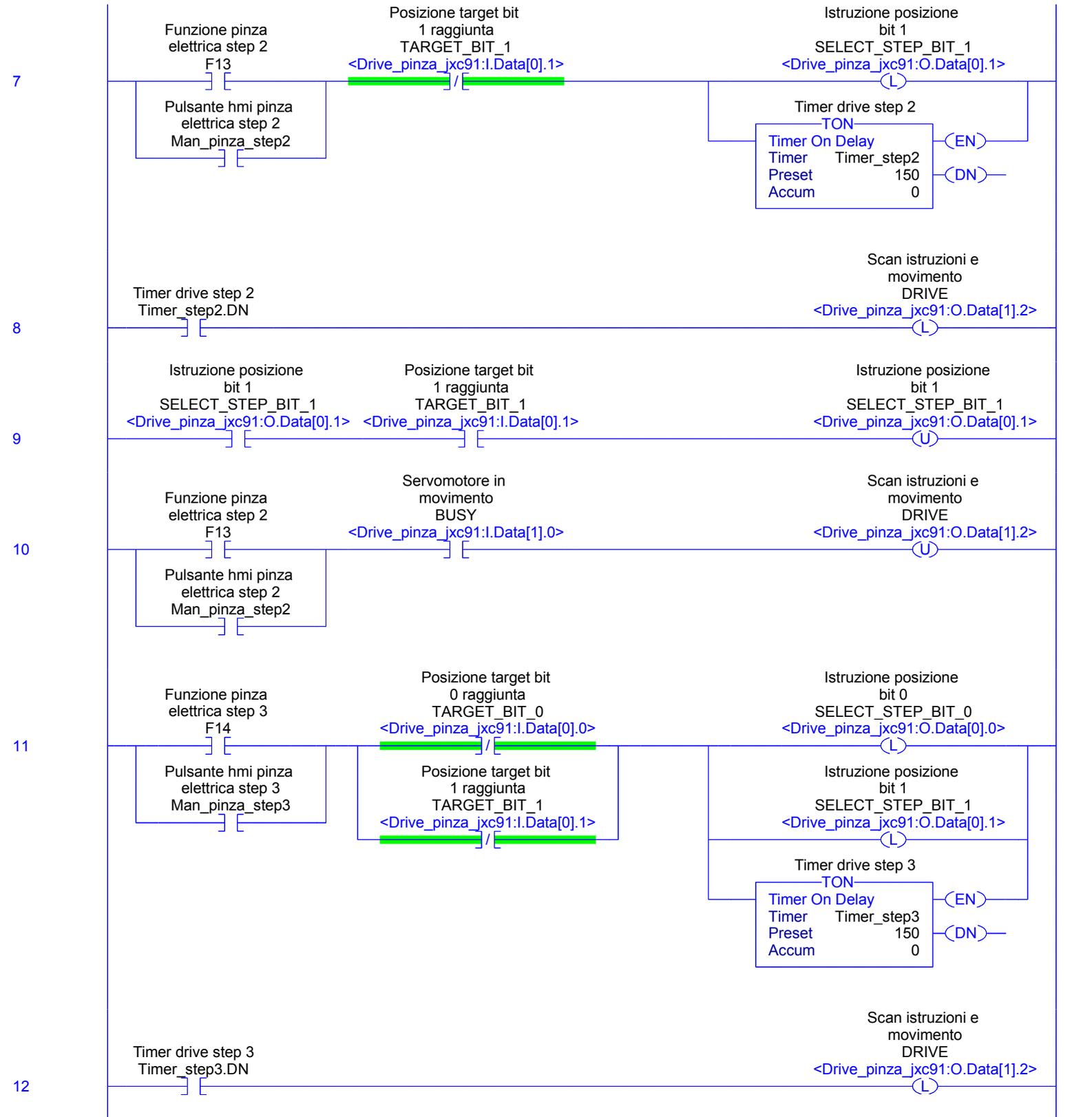


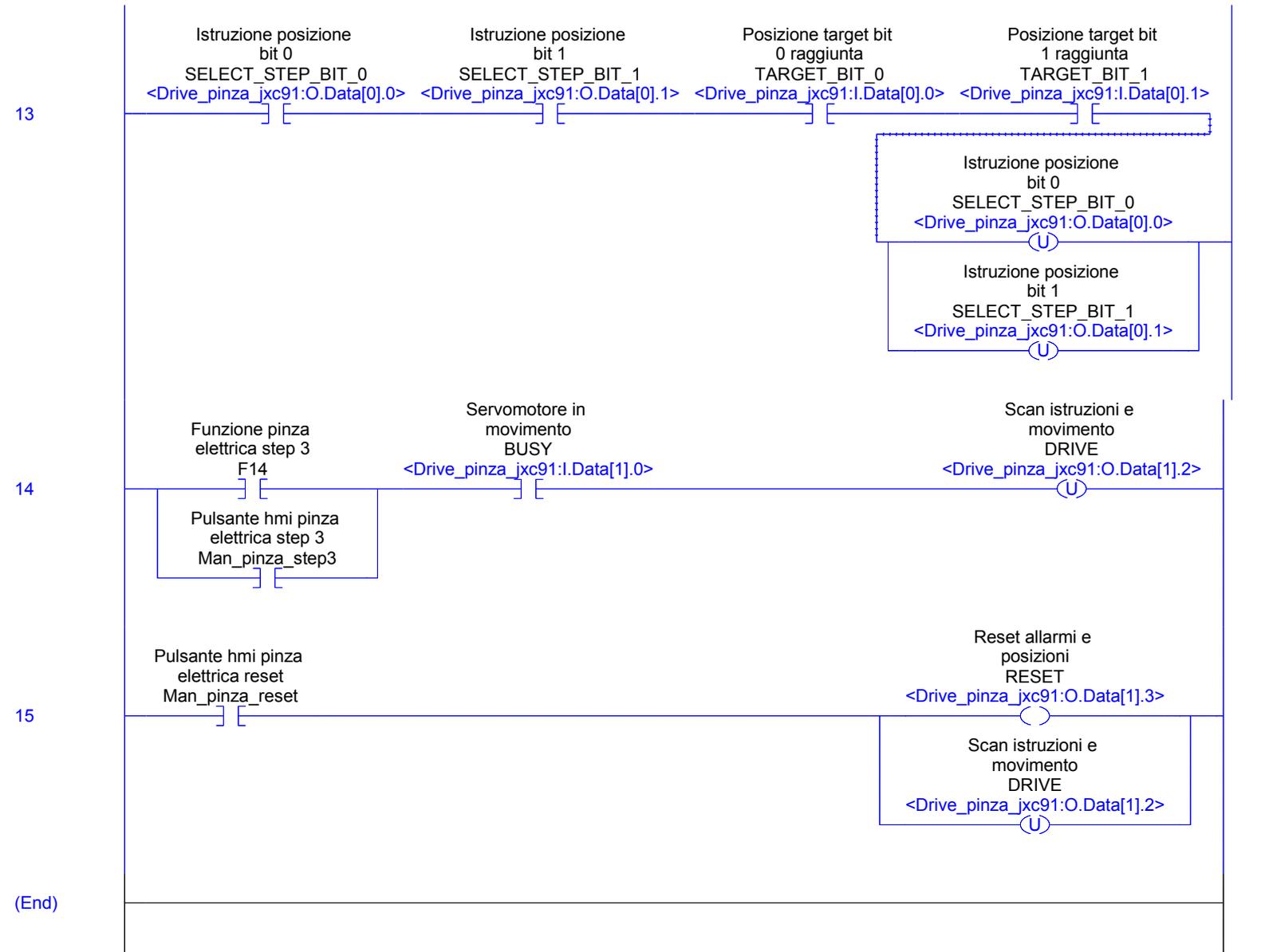












(End)

