

ALMA MATER STUDIORUM – UNIVERSITÀ DI BOLOGNA
CAMPUS DI CESENA
SCUOLA DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRONICA,
INFORMATICA E TELECOMUNICAZIONI

**STUDIO DELLA PIATTAFORMA SOFTWARE
MITSUBISHI ADROIT PROCESS SUITE
PER L'INTEGRAZIONE DI PROGETTI SCADA/PLC**

TESI DI LAUREA IN:

ELETTRONICA DEI SISTEMI DIGITALI

Relatore:

Prof. Aldo Romani

Presentata da:

Marco Zama

Correlatore:

Daniele Zaccarelli

II ° Sessione

Anno accademico 2012/2013

**A nonna Filippa e a zia Wanda
che mi guardano da lassù.....**

Indice

Indice	3
1 - Concetto di automazione industriale	5
1.1– Introduzione	5
1.2- Principali applicazioni	6
1.3- Tipologie di progetti	7
2 - Mitsubishi Automation Hardware	9
2.1– Apparatì di automazione industriale.....	9
2.2- Mitsubishi PLC Series Q	10
2.2.1 – Moduli CPU System Q	11
2.2.2 – Unità base.....	14
2.2.3 – Moduli di alimentazione.....	14
2.2.4 – Moduli I/O Digitali.....	15
2.2.5 – Indirizzamento moduli I/O.....	18
2.3– Reti di collegamento sistemi di automazione.....	19
3 - Mitsubishi Automation Software	21
3.1– Panoramica di introduzione	21
3.2- Ambiente di programmazione GX Works	21
3.3- Tipologie e strutture die progetti	23
3.3.1 – Tipologie di progetti	23
3.3.2 – Struttura a POU	24
3.3.2.1 – Blocchi funzione	25
3.3.3 – Variabili e tipi di dato	26
3.4- Impostazione parametri PLC	28
3.5- Linguaggi di programmazione	30
3.6- Connessione al PLC	33
3.7- Debugging e monitoraggio	36
3.8- Simulazione CPU	37
4 - Supervision Control and Data Acquisition	38

4.1– Introduzione al concetto di supervisione: scopi ed obiettivi	38
4.2- Funzioni caratteristiche di un sistema di supervisione.....	39
4.3- Struttura di un sistema di supervisione.....	41
4.4- Tipologie di sistemi di supervisione.....	42
5 - Mitsubishi Adroit Process Suite (MAPS)	47
5.1– Introduzione	47
5.2- Architettura del sistema	49
5.3- Componenti principali di MAPS	53
5.3.1 – Mitsubishi GX Works 2	53
5.3.2 – Maps Server	55
5.3.3 – Adroit SCADA software	57
5.3.4 – Maps Designer	59
5.3.5 – Maps Operator	61
5.3.6 – Maps 1- Engineer	62
5.4- Struttura e flusso di progetto	66
5.5- Elementi e caratteristiche particolari del flusso di progetto.....	68
5.5.1 – Livelli di sicurezza	68
5.5.2.- Modelli MAPS	70
6 - Progettazione di un sistema di mistaggio ingredienti mediante Maps	87
6.1– Presentazione del sistema	87
6.2- Flusso di progetto	88
6.2.1 – Configurazione Adroit Agent Server	89
6.2.2 – Creazione del progetto con Maps Designer	98
6.2.3 – Creazione del progetto con Maps 1-Engineer	114
7 - Osservazioni finali e conclusioni	118
8 - Indice illustrazioni	119
9 - Indice tabelle	122
10 - Bibliografia	123
11 - Ringraziamenti	124

1 - Concetto di automazione industriale

1.1. - Introduzione

“L'Automazione basata sull'energia è la più grande benedizione che abbia mai baciato il genere umano”

A. Einstein

Per automazione industriale si intende l'insieme dei componenti hardware e software interagenti tra loro, che permettono l'evoluzione nel tempo di un sistema industriale, che sia questo dedicato al controllo di un processo di produzione, gestione degli apparati dell'impianto o manutenzione dello stesso.

Il termine “automazione” deriva di per se da “automa” e per questi si intende un dispositivo controllato da un calcolatore elettronico programmato atto all'esecuzione di operazioni più o meno complesse in modo indipendente ed automatico appunto, dove l'intervento degli operatori umani si riduce al semplice controllo ed alla gestione delle sue componenti per impedire l'interruzione del lavoro o il suo malfunzionamento.

In particolare, l'automazione applicata alle macchine operatrici (macchine utensili, robot) si occupa della gestione e dell'esecuzione di tutte le operazioni e compiti che venivano eseguiti direttamente dall'uomo, come il carico e lo scarico di pezzi, operazioni di assemblaggio e di trasporto, ecc.

Finalità dell'Automazione Industriale è pertanto la progettazione, la gestione e la manutenzione di un sistema controllato anche complesso.

L'automazione comporta notevoli vantaggi per la produzione:

- miglioramento della qualità dei prodotti realizzati;
- maggiore flessibilità del progetto dell'impianto;
- riduzione notevole dei tempi di realizzazione del progetto (garantita ed incrementata soprattutto da tecniche avanzate ed ottimizzate di Lyfe-Engineering, come appunto il pacchetto software MAPS oggetto di questa tesi);
- riduzione degli scarti di lavorazione e immagazzinamento di prodotti semilavorati e non completi (con conseguenti vantaggi economici legati alla diminuzione dell'obsolescenza dei prodotti e diminuzione delle perdite di

materiale legate alla produzione);

- riduzione conseguente dei costi di produzione (per le motivazioni precedenti);
- rispetto delle conformità odierne stabilite in termini di risparmio energetico, impatto ambientale, ecc....
- garanzia di possibilità di maggiore competitività sul mercato della produzione industriale;

1.2 – Principali applicazioni

La progettazione di impianti di automazione industriale vengono utilizzati per diversi settori e scopi di realizzazione:

- trattamento acque: impianti di depurazione e controllo qualità di approvvigionamento dell'acqua e per l'utilizzo in impianti di produzione;
- settore alimentare: tracciabilità ,etichettatura, confezionamento, controllo qualità, trattamento di prodotti alimentari di ogni genere proveniente da allevamenti, aziende agricole, impianti industriali, ecc...
- produzione industriale: gestione della macchine di produzione di ogni genere, in particolare manifatturiera quale produzione di pezzi meccanici, elettronici ed artigianali o anche all'industria automobilistica, ecc...
- industria chimica e farmaceutica: gestione della produzione di prodotti chimici e farmaceutici per permettere una loro rapida produzione e gestione di controllo della loro produzione soprattutto in termini di sicurezza;
- processi automatizzati quali la gestione di rifiuti, di stoccaggio ed essiccamento, cogenerazione e di gestione di centrali elettriche, ecc....

1.3 – Tipologie di progetti

Generalmente esistono due principali tecniche di progettazione di un impianto di automazione industriale:

- logica cablata
- logica programmabile

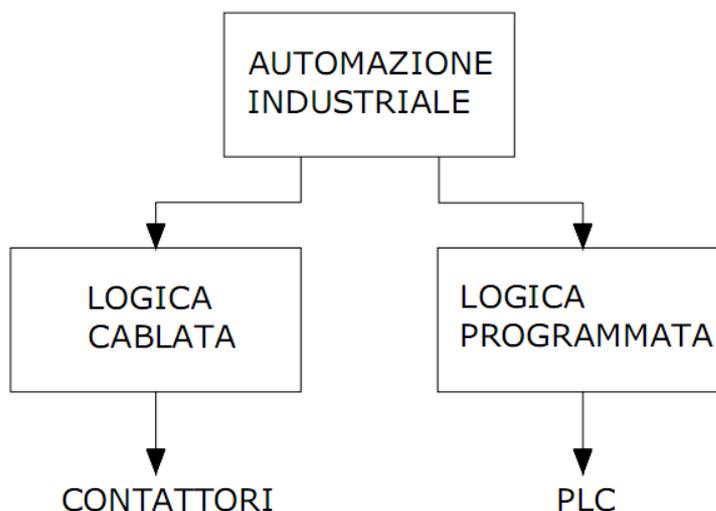


Illustrazione 1: Tipologie progetti automazione industriale

La tecnica a logica cablata prevede la progettazione del sistema come semplice collegamento cablato dei vari componenti del progetto .

Tale tecnica è molto funzionale se ben progettata (un po' come se parliamo di un generico progetto di elettronica analogica) ma presenta una scarsa se non nulla flessibilità tale per cui, in caso di manutenzione o modifica dell'impianto stesso, si renderebbe necessaria una modifica globale e radicale di tutto il sistema realizzato, se non addirittura la modifica dell'intero progetto.

La tecnica a logica programmata consiste, invece, nella realizzazione di automatismi mediante l'uso di controllori elettronici opportunamente programmati i cosiddetti PLC (acronimo di controllore logico programmabile, "Programmable Logic Controller") in sostituzione del cablaggio dei circuiti: tali controllori sono caratterizzati da ingressi ed uscite che si interfacciano direttamente con i componenti e dispositivi dell'impianto gestendone direttamente il funzionamento.

Il lavoro di cablaggio si riduce al semplice collegamento degli ingressi e delle uscite

fisiche dei dispositivi del sistema da controllare con i moduli ausiliari e connettori di collegamento dei PLC, riducendo drasticamente i costi di realizzazione, ma soprattutto fornendo maggiore flessibilità in fase sia di progetto che di manutenzione: un sistema controllato da un PLC, infatti, può essere facilmente modificato riprogrammando direttamente il codice caricato direttamente nella CPU del PLC, modificando al limite i soli moduli ausiliari collegati al PLC stesso, senza la necessità, spesso richiesta come spiegato precedentemente, di riprogettare e modificare l'intero progetto del sistema come nel caso della logica cablata. La possibilità di riprogrammare direttamente modificando il semplice codice semplifica drasticamente la fase di progettazione ed appunto garantisce una flessibilità molto maggiore rispetto al classico collegamento cablato dei dispositivi facenti parte del sistema nonché la possibilità di recupero dell'apparecchiatura utilizzata per un impianto in seguito ad una modifica. Tali caratteristiche, unite alla possibilità di controllo da remoto dell'impianto mediante reti LAN locali (Ethernet, Profibus, Profinet, ecc... ma anche tramite provider di Internet) e ad una possibilità di effettuare un funzionale controllo di diagnostica dell'impianto stesso (previamente mediante supervisione) fa sì che le logiche programmabili a PLC siano una soluzione particolarmente affidabile ed ottimale nella progettazione di un impianto di automazione industriale.

I vantaggi offerti delle logiche programmabili a PLC in tale ambito di automazione industriale rientrano nell'ottica più estesa della programmazione di sistemi elettronici per i quali la scelta di realizzazione di progetti in elettronica digitale garantisce sempre maggiore flessibilità di utilizzo rispetto alla classica elettronica analogica.

Esistono diverse tipologie di PLC presenti sul mercato prodotti anche da diverse case produttrici: tra le più famose ed utilizzate citiamo Mitsubishi, Siemens, Omron, Allen Bradley, ecc...

2 – Mitsubishi Automation hardware

Mitsubishi Electric è una delle aziende leader a livello internazionale nel campo dell'elettrotecnica ed elettronica. Il gruppo è presente in oltre 120 paesi nei settori aerotecnica e tecnologia aerospaziale, semiconduttori, produzione e distribuzione energetica, tecnica delle telecomunicazioni, elettronica di consumo, automazione industriale e tecnica degli edifici.

2.1 – Apparati di automazione industriale

Nell'ambito del settore dell'automazione industriale vengono forniti una vasta gamma di prodotti per i fini di progettazione di impianti di automazione:

- Micro-PLC
- PLC Modulari
- PLC Compatti
- HMI, GOTO E IPC
- MELSOFT
- Inverter e servoazionamenti
- ecc...

I Micro-PLC (chiamati anche controllori Alpha) sono unità piccole e compatte con entrate ed uscite I/O, CPU, memoria di sistema e di programma, alimentatore e HMI direttamente integrati in una sola piccola e compatta unità. Tali unità sono molto semplici da programmare tramite un intuitivo linguaggio di programmazione a blocchi funzionali, ma comunque non sono particolarmente utilizzati;

I PLC Compatti sono largamente utilizzati in applicazioni che vanno dal controllo di macchinari ai sistemi in rete. Anche questi, come i Micro-PLC, montano su un'unica unità di I/O, CPU e memoria sia di programma sia di sistema. A differenza dei Micro-PLC presentano però la possibilità di espansione delle unità di I/O attraverso il collegamento con moduli esterni che possono anche fornire particolari applicazioni e funzioni. Tra i più utilizzati troviamo i PLC della serie FX .

I PLC Modulari, ai quali appartengono i PLC della categoria System Q e System L,

sono i più utilizzati e garantiscono alte prestazioni ed ampie funzionalità. A differenza delle altre categorie questi tipi di PLC sono caratterizzati da moduli di I/O, alimentatori e moduli per operazioni ausiliarie esterni alla CPU alla quale sono collegati.

La loro elevata flessibilità ad un elevatissimo numero di funzioni ed applicazioni ne permette la configurazione e l'utilizzo per praticamente qualsiasi compito funzionale all'interno della progettazione di un sistema di controllo di automazione industriale.

Le HMI rappresentano l'interfaccia tra gli operatori e le macchine programmabili e sono atte alla visualizzazione, da parte dell'utente, di cosa sta succedendo all'interno dell'impianto controllato durante il suo funzionamento. Il controllo da parte dell'operatore su queste macchine è di enorme importanza a livello di manutenzione degli impianti in loco unitamente alla supervisione a livello di SCADA effettuata anche da remoto.

In questo contesto si inserisce il concetto di VISION 1000 di Mitsubishi, che mette a disposizione una serie di soluzioni sia dedicate sia aperte di interfacce HMI, quali i pannelli GOTO che sono disponibili in svariati modelli classificabili per prestazioni e funzionalità ed opportunamente programmabili e simulabili.

Il pacchetto software MELSOFT offre una vasta gamma di prodotti software per la gestione di tutte le parti di progetto che comprendono sia la programmazione PLC sia la programmazione HMI comprese una vasta gamma di pacchetti di simulazione come server OPC e simulatori standard di PLC e HMI

Ed appunto in questo contesto che si inserisce la realtà offerta dal software MAPS: questi rappresenta un innovativo tool di Lyfe-Engineering che offre la possibilità di integrare sia la progettazione a livello di SCADA sia a livello di programmazione PLC in un unico ambiente che permette anche la memorizzazione e gestione della documentazione di progetto in un unico pacchetto software per la gestione di tutte le fasi e parti di un progetto che, grazie ad una generazione anche automatica dei progetti, permette notevoli riduzioni in termini di tempo di progettazione degli impianti.

2.2 - PLC Mitsubishi Series Q

Mitsubishi Electric fornisce una vasta gamma di PLC modulari per il controllo di automazioni industriali. Una delle soluzioni di PLC Mitsubishi è rappresentata dalla famiglia MELSEC SYSTEM Q, una famiglia di PLC modulari basate su tecnologia a microprocessore. Essendo caratterizzati da una tecnologia tipo modulare, tali PLC possono essere adattati ed ottimizzati per varie e funzionali applicazioni specifiche nell'ambito dell'automazione industriale il che li rende tra i più utilizzati in questo ambito.

2.2.1 – Moduli CPU System Q03UDE

Esistono differenti tipi di CPU che si differenziano tra loro per caratteristiche fisiche di comunicazione, funzioni speciali e memoria interna: uno dei modelli più utilizzati e caratteristici è rappresentato dalla CPU Q03UDE :

Specifiche:

Punti I/O: 8192

Funzioni autodiagnosi CPU: Errore CPU, WatchDog, Errore batteria, memoria, controllo programma, alimentatore, fusibile

Tipo di memoria: RAM, ROM, FLASH ;

Capacità memoria: ≤ 32 Mbyte

Max. Programma PLC: 30k passi (120 Kbyte)

Tempi di esecuzione del programma: 20 ns / istruzione logica



*Illustrazione 2:
CPU Q03UDE*

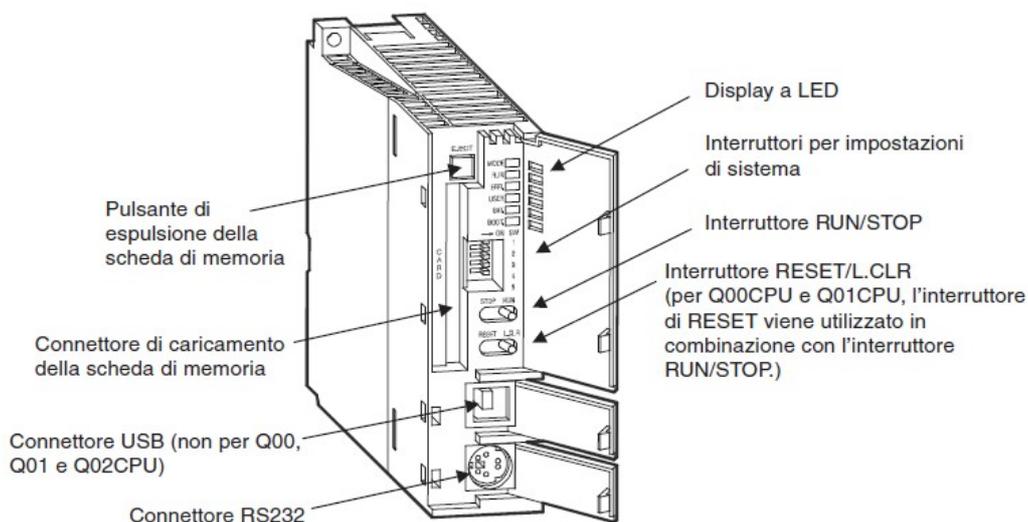
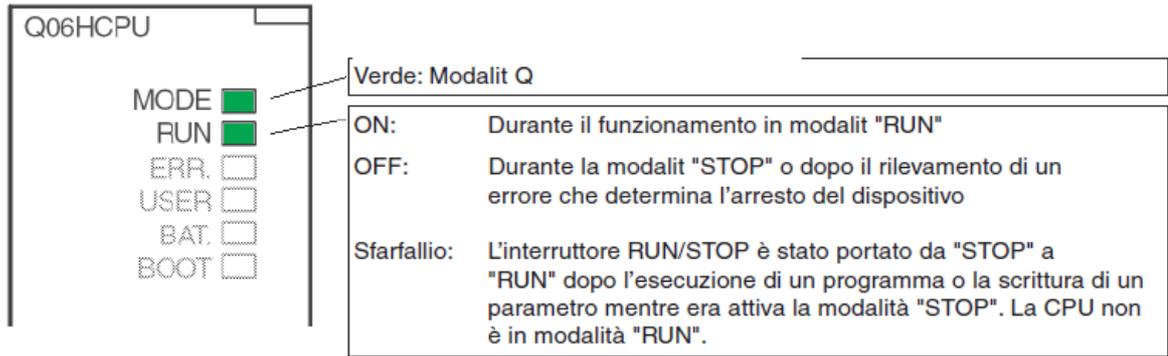


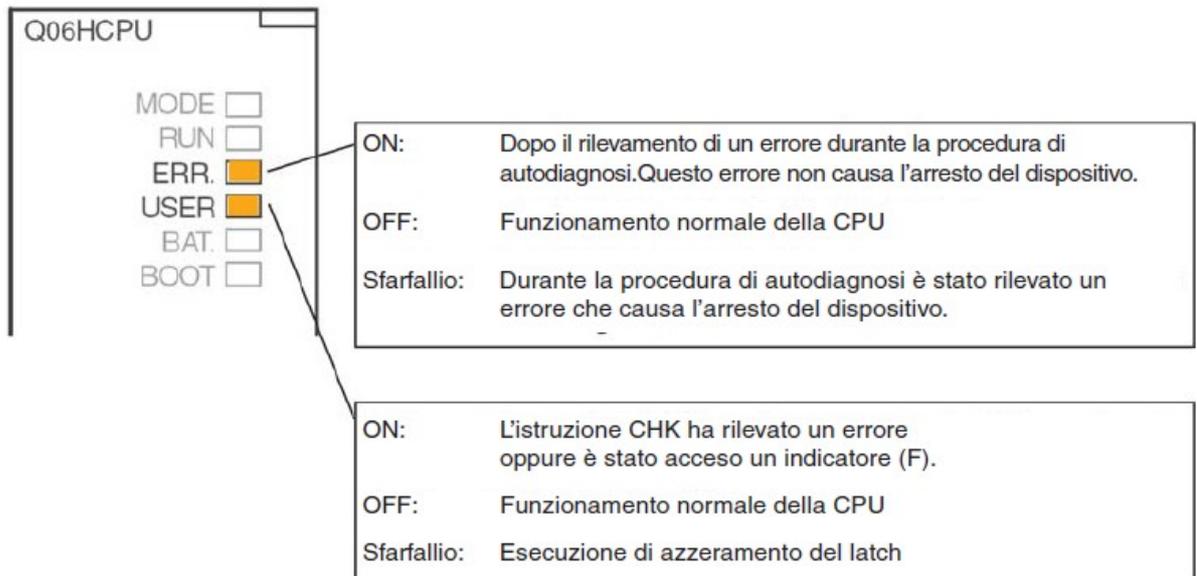
Illustrazione 3: Visione d'insieme CPU Q03UDE [1]

Display a LED

– LED MODE e RUN



– LED ERR. e USER



– LED BAT e BOOT



Illustrazione 4: LED modalità funzionamento su pannello frontale CPU [1]

Come tutte le altre CPU della famiglia System Q, le unità di I/O e gli altri moduli esterni ausiliari sono esterni in moduli che saranno montati su apposite unità di base costituite da canaline fisiche nelle quali saranno presenti le connessioni tra i vari elementi del sistema (collegamento tra la CPU, i moduli di espansione e l'alimentazione, ecc...): in base al tipo di applicazione possiamo andare a collegare alla CPU uno o più moduli di espansione di I/O o moduli speciali: esistono in questo senso diversi tipi di unità di base di collegamento (in particolare per questo tipo di controllori Mitsubishi sono 5) che si differenziano per numero di slot di connessioni di unità ausiliarie al PLC per un massimo di 12 slot disponibili.

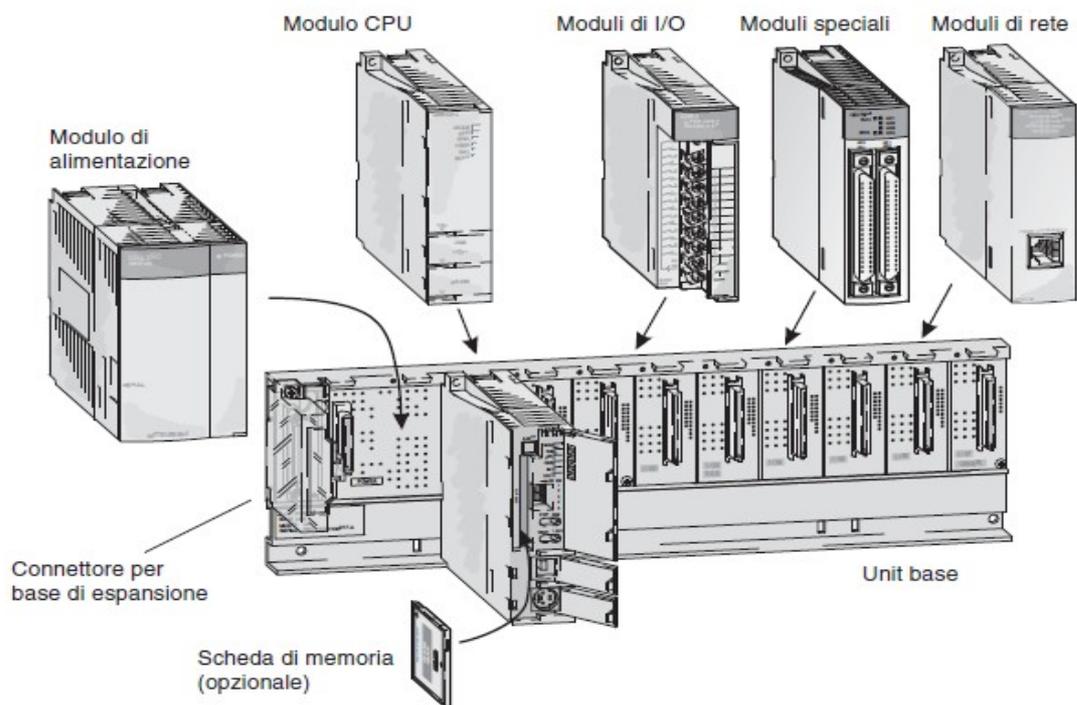


Illustrazione 5: Visione d'insieme sistema System Q [1]

Se si necessita di più slot di collegamento di moduli di I/O nel sistema di controllo è possibile collegare, all'unità di base altre unità di espansione mediante semplici collegamenti cablati con appositi cavi. Nel caso che tali unità di espansione non prevedano moduli di alimentazione proprio si effettuano cablaggi con appositi cavi che forniscano anche tensione ai moduli installati. Per ogni sistema PLC in uso della Mitsubishi Electric è possibile un massimo di 7 moduli di espansione collegati per un totale di massimo 64 unità di I/O di gestione.

Nel cablaggio di grandi impianti è possibile effettuare un collegamento del sistema unità base con moduli in I/O in remoto mediante l'interfacciamento con stazioni I/O remote situate direttamente sul sito dell'impianto. Questa possibilità permette di gestire in modo più semplice il sistema e di ridurre la lunghezza e la complessità del sistema controllore.

La comunicazione tra il sistema PLC e le stazioni remote I/O sono effettuate mediante moduli di rete (che vanno collegati nella barra di base della CPU) ed un cavo di rete.

2.2.2 - Unità base

Le varie unità di base disponibili permettono la connessione tra i vari elementi del sistema di controllo PLC con un numero di slot con connessione di moduli di I/O che dipende dal modello di unità base in uso.

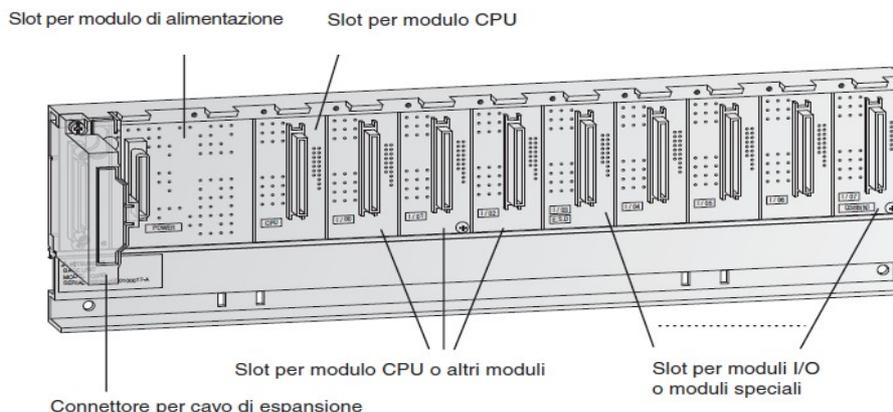


Illustrazione 6: Visione Unità base System Q [1]

Pos.	Unità base principali				
	Q33B	Q35B	Q38B	Q38RB	Q312B
Moduli di alimentazione caricabili	1	1	1	2*	1
Numero di slot per moduli I/O o moduli speciali	3	5	8	8	12

Tabella 1: Panoramica principali unità base [1]

2.2.3 – Moduli di alimentazione

Sull'unità base del sistema di controllo Mitsubishi, è necessaria la collocazione, nell'apposito slot, di un modulo di alimentazione che fornisca tensione a tutta l'unità e di conseguenza a tutti i moduli connessi sull'unità.

Il dispositivo CPU Melsoft System Q è alimentato da una tensione 5 V DC.

Sono tuttavia disponibili tipi di moduli di alimentazione con possibilità di alimentazione 24 V DC e 240 V AC (es. Il modulo di alimentazione Q62P eroga anche 24 V DC per l'alimentazione anche di dispositivi periferici, quali ad esempio tipi di sensori).

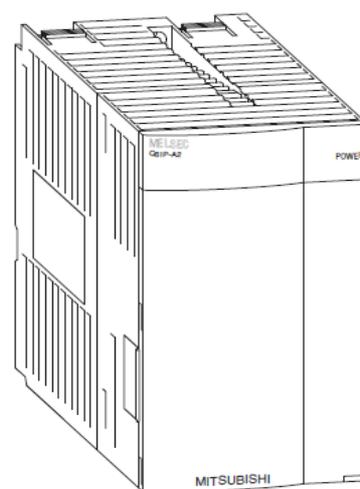


Illustrazione 7: Visione modulo di alimentazione [1]

Nota: la corrente totale assorbita dai moduli non deve superare quella nominale erogata dal modulo di alimentazione.

Pos.	Q63P	Q63RP	Q61P-A1	Q61P-A2	Q62P		Q64P	Q64RP
Tensione d'ingresso	24 V DC		100–120 V AC	200–220 V AC	100–240 V AC		100–120 V AC 200–240 V AC	
Assorbimento di corrente	45 W	65 W	105 VA	105 VA	105 VA		105 VA	160 VA
Tensione di uscita	5 V DC		5 V DC		5 V DC	24 V DC	5 V DC	
Corrente di uscita	6 A	8,5 A	6 A	6 A	3 A	0,6 A	8,5 A	

Tabella 2: Panoramica caratteristiche principali moduli di alimentazione [1]

2.2.4 - Moduli I/O digitali

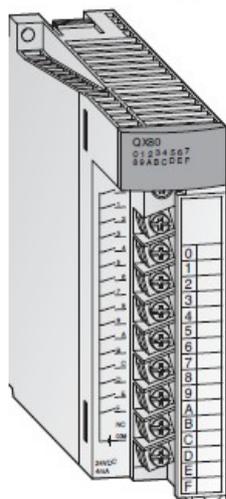
I moduli di I/O vanno ad interfacciare la CPU che controlla il sistema con i dispositivi del sistema stesso da elaborare per gestire segnali provenienti da sensori, interruttori, ecc... verso le uscite che gestiscono gli attuatori che controllano il controllo del sistema.

Panoramica dei tipi di moduli di I/O digitali

Tipo		Numero di Ingressi/uscite			
		8	16	32	64
Moduli di ingresso	120 V AC	○	●	○	○
	240 V AC	●	○	○	○
	48 V AC/DC	○	●	○	○
	24 V DC	○	●	●	●
	24 V DC (alta velocità)	●	○	○	○
	5 V DC/12 V DC	○	●	●	●
Moduli di uscita	Memorie	●	●	○	○
	Memorie singole	●	○	○	○
	Uscita triac	○	●	○	○
	Uscita a transistor (sink)	●	●	●	●
	Uscita a transistor (source)	○	●	●	○
Moduli di ingresso/uscita combinati		●	○	●	○

Tabella 3: Caratteristiche principali moduli I/O [1]

I moduli di ingresso sono disponibili con varie tensioni di ingresso:



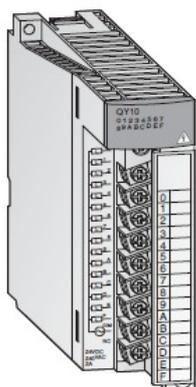
Tensione d'Ingresso	Moduli di Ingresso della famiglia MELSEC System Q				
	N. di Ingressi	8	16	32	64
5 – 12 V DC			QX70	QX71	QX72
24 V DC			QX40 QX80	QX41 QX81	QX42 QX82
24 V DC (modulo interrupt)			QI60		
48 V AC/DC			QX50		
100–120 V AC			QX10		
100–240 V AC		QX28			

I moduli con 8 o 16 punti di collegamento sono dotati di morsettiere a vite estraibili I moduli con 32 o 64 punti di connessione sono collegati tramite un connettore.

Aspetto	Schema circuitale	Morsetto	Segnale
		1	X00
		2	X01
		3	X02
		4	X03
		5	X04
		6	X05
		7	X06
		8	X07
		9	X08
		10	X09
		11	X0A
		12	X0B
		13	X0C
		14	X0D
		15	X0E
		16	X0F
		17	Libero
		18	COM

Tabella 4: Datasheet e caratteristiche moduli ingresso digitali [1]

I moduli di uscita della famiglia MELSEC System Q sono dotati di diversi circuiti di commutazione per eseguire molti compiti di controllo:



Tipo uscita	Tensione nominale di uscita	N. di uscite	Modulo di uscita			
			8	16	32	64
Memoria	24 V DC / 240 V AC		QY18A	QY10		
Triac	100 – 240 V AC			QY22		
Transistor	5 / 12 V DC			QY70	QY71	
	12 / 24 V DC			QY40P QY50 QY80	QY41P QY81P	QY42P
	5 – 24 V DC		QY68A			

I moduli con 8 o 16 punti di collegamento sono dotati di morsettiere a vite estraibili. I moduli con 32 o 64 punti di connessione sono collegati tramite un connettore.

Tipi di uscita

I moduli di uscita digitale della famiglia MELSEC System Q sono disponibili in quattro configurazioni.

- Relè
- Triac
- Transistor (tipo source)
- Transistor (tipo sink)

Aspetto	Schema circuitale	Morsetto	Segnale
		1	Y00
		2	Y01
		3	Y02
		4	Y03
		5	Y04
		6	Y05
		7	Y06
		8	Y07
		9	Y08
		10	Y09
		11	Y0A
		12	Y0B
		13	Y0C
		14	Y0D
		15	Y0E
		16	Y0F
		17	COM
		18	0 V

Tabella 5: Datasheet e caratteristiche moduli uscita digitali [1]

2.2.5 - Indirizzamento moduli I/O

Il piano di indirizzamento dei moduli di I/O e quindi di tutti i contatti di ingresso, uscita, liberi, speciali, ecc..... va ad essere realizzato mediante una numerazione di tipo esadecimale.

Una volta collegati i moduli all'unità di base la CPU va a riconoscere subito i moduli interconnessi previa una opportuna operazione di configurazione hardware: questa operazione è necessaria per far comprendere alla CPU quanti e di che tipo sono i dispositivi che si andranno a connettere all'unità base: dopo aver caricato opportunamente la configurazione hardware, la CPU effettua l'indirizzamento in modo automatico associando, con priorità, prima i moduli di I/O connessi nell'unità base principale e successivamente i moduli degli eventuali RACK di espansione numerando gli indirizzi dei moduli in ordine consecutivo. Possiamo, tramite il software di programmazione, modificare gli indirizzi manualmente a nostro piacimento per poter lasciare slot intervalli di indirizzi liberi per eventuali connessioni di altri slot in futuro o semplicemente per ordine di suddivisione delle varie tipologie di moduli. L'indirizzamento effettuato dal tipo di CPU della famiglia MELSOFT System Q (ma anche per la maggior parte dei dispositivi programmabili PLC) è quello esadecimale in quanto i numeri esadecimali sono sicuramente più facili da gestire dei numeri binari e sicuramente è anche più semplice la conversione da numeri binari ad esadecimali che viceversa.

Esempio di indirizzamento di un sistema con slot di espansione:

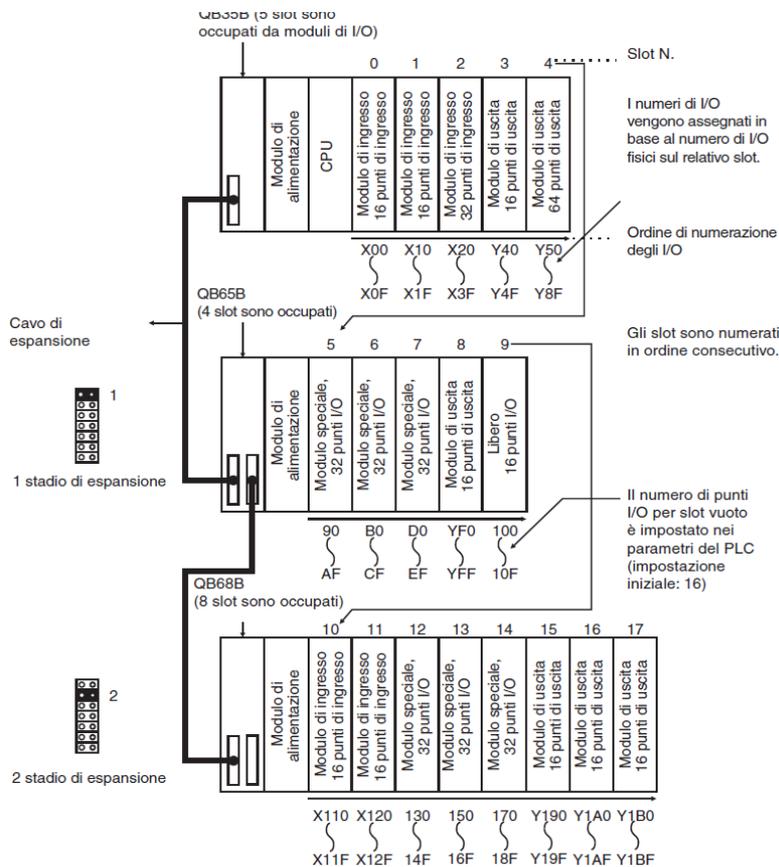


Illustrazione 8: Esempio collegamento moduli espansione [1]

Note :

- l'indirizzamento è consecutivo per moduli connessi: gli ingressi vengono identificati con la "X" e le uscite con la "Y";
- i moduli speciali sono identificati semplicemente dall'indirizzo numerico esadecimale;
- gli slot lasciati liberi vengono anch'essi identificati semplicemente dall'indirizzo esadecimale associato.
- Il numero di punti I/O liberi viene impostato da programma.

2.3 – Reti di collegamento sistemi di automazione

Nell'ambito della realizzazione di un sistema di controllo particolare attenzione va posta anche alla progettazione, l'implementazione e la gestione della rete di collegamento tra i vari apparati del sistema di controllo, a partire dai controllori PLC utilizzati, i loro moduli aggiuntivi collegati alla barra base e a tutti i dispositivi parte del sistema quali inverter, terminali di interfaccia utente, ecc...

Nell'ambito delle reti di controllo realizzate con controllori della famiglia System Q viene prevista un'implementazione della rete a 3 livelli:

- livello di produzione
- livello di controllo
- livello di comando

Il livello di produzione effettua un collegamento tra tutti i dispositivi di controllo, quindi tra i PLC con ingressi ed uscite remoti ed altri apparati attivi quali terminali di interfaccia utente ed inverter: il livello di produzione rappresenta il livello più basso di una rete di automazione industriale.

Il livello di controllo effettua un collegamento tra i vari apparati controllori PLC previsti nel sistema ed apparecchiature di controllo numerico dei dati che possono essere previste dal sistema: rappresenta un livello intermedio che permette la realizzazione di sistemi molto prestanti soprattutto dal punto di vista del controllo in tempo reale dei dati di progetto.

Infine il livello di comando rappresenta la parte di rete informatica del sistema: consente il collegamento tra il sistema di controllo industriale progettato e PC per la gestione dei dati, il controllo della parte di supervisione del progetto, ecc....

Le tipologie di collegamenti realizzati nei vari livelli corrisponde principalmente a due tipologie di collegamento fisico:

- Ethernet
- Profibus/DP

La rete Ethernet è senz'altro quella più diffusa a livello di gestione dei dati ed informazioni di un sistema di automazione industriale ma anche logicamente nell'ambito di un semplice collegamento tra vari PC aziendali. Tra i vari protocolli di comunicazione realizzati nell'ambito della comunicazione tra dispositivi di programmazione e supervisione del sistema di controllo ed i vari PLC, il più diffuso è sicuramente il classico protocollo di rete TCP/IP.

La rete PROFIBUS è un tipo di comunicazione di rete utilizzato largamente negli impianti di controllo industriale, principalmente nell'ambito della comunicazione tra I/O digitali ed analogici remoti, inverter, terminali operatore ed altri dispositivi di controllo vari (anche non facenti parte della famiglia MELSEC di Mitsubishi). Il tipo di collegamento fisico è quello di cavi della tecnologia RS 485, schermati, a 2 conduttori.

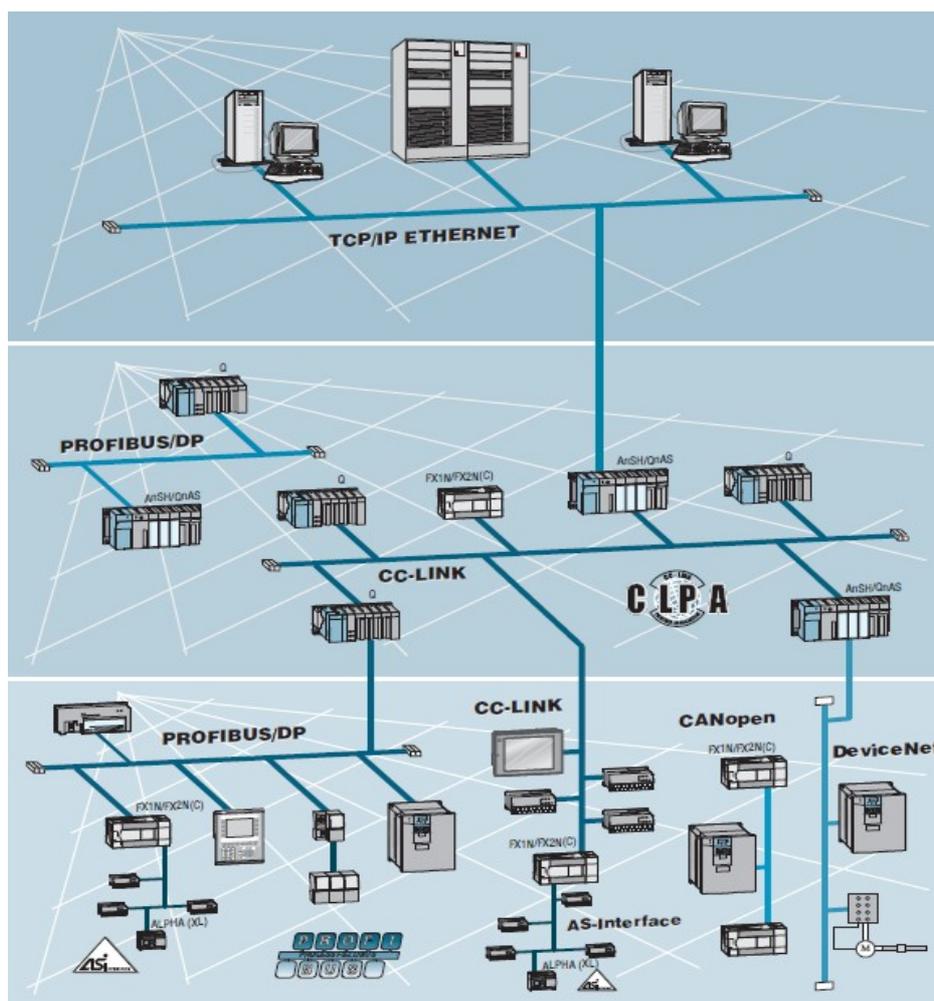


Illustrazione 9: Classico esempio di collegamento di una rete di controllo [1]

3 – Mitsubishi Automation software

3.1 – Panoramica di introduzione

Il corretto funzionamento di un impianto industriale si basa, ovviamente, non solo sul corretto funzionamento di tutti gli apparati elettro/meccanici che muovono ed influenzano l'impianto, ma soprattutto anche da una corretta progettazione delle logiche di gestione dello stesso che i programmatori devono opportunamente convertire in codice eseguibile per i controllori in base alle indicazioni dei progettisti. La corretta programmazione è l'elemento chiave che va a muovere l'impianto industriale e rappresenta senz'altro una delle fasi più lunghe in termini di tempo nell'ambito della progettazione di un impianto.

Come già evidenziato più volte, i controllori che effettuano il controllo del funzionamento dell'impianto sono i PLC, nei quali il programma eseguibile viene caricato all'interno della CPU mediante opportuni ambienti di programmazione con i quali i programmatori del software di controllo non solo scrivono il programma, ma anche lo caricano direttamente sul dispositivo programmabile e parallelamente effettuano una funzionale diagnostica del dispositivo al fine di controllare il corretto funzionamento del programma e del controllore ed effettuare le modifiche di debug necessarie alla realizzazione dei propri scopi.

Per quanto riguarda la famiglia dei PLC della casa Mitsubishi, la gestione software della programmazione dei PLC viene fornita dal pacchetto software MELSOFT, il quale fornisce programmi di gestione sia della parte PLC, sia della parte di supervisione HMI. Ed è a questo pacchetto software che si collega la programmazione di MAPS: grazie all'integrazione con il software di programmazione PLC offerto da MELSOFT (GX IEC Developer o GX Works) è possibile la creazione di codice PLC in tempo molto più contenuto e rapido integrandosi anche alla parte di programmazione del sistema SCADA effettuata mediante software prodotto dall'azienda Adroit, come verrà esposto nei capitoli successivi.

3.2 – Ambiente di programmazione GX Works

La programmazione di PLC della Mitsubishi può essere realizzata mediante il programma Windows "GX WORKS 2".

Tale software sta radicalmente sostituendo la versione precedente utilizzata per la programmazione dei PLC della famiglia Mitsubishi che era rappresentato dal GX IEC Developer, il quale permetteva una corretta progettazione del codice di programmazione PLC Mitsubishi seguendo le regole imposte dello standard IEC 61131-3 introdotto dalla International Electrotechnical Commission (IEC) in termini di programmazione PLC.

Nota: Dal punto di vista implementativo non cambia molto dalla versione GX IEC Developer, tuttavia il pacchetto GX Works è ora il software base per la creazione della parte PLC di progetto implementato nell'utilizzo di MAPS nonché maggiormente ottimizzato rispetto alla versione IEC.

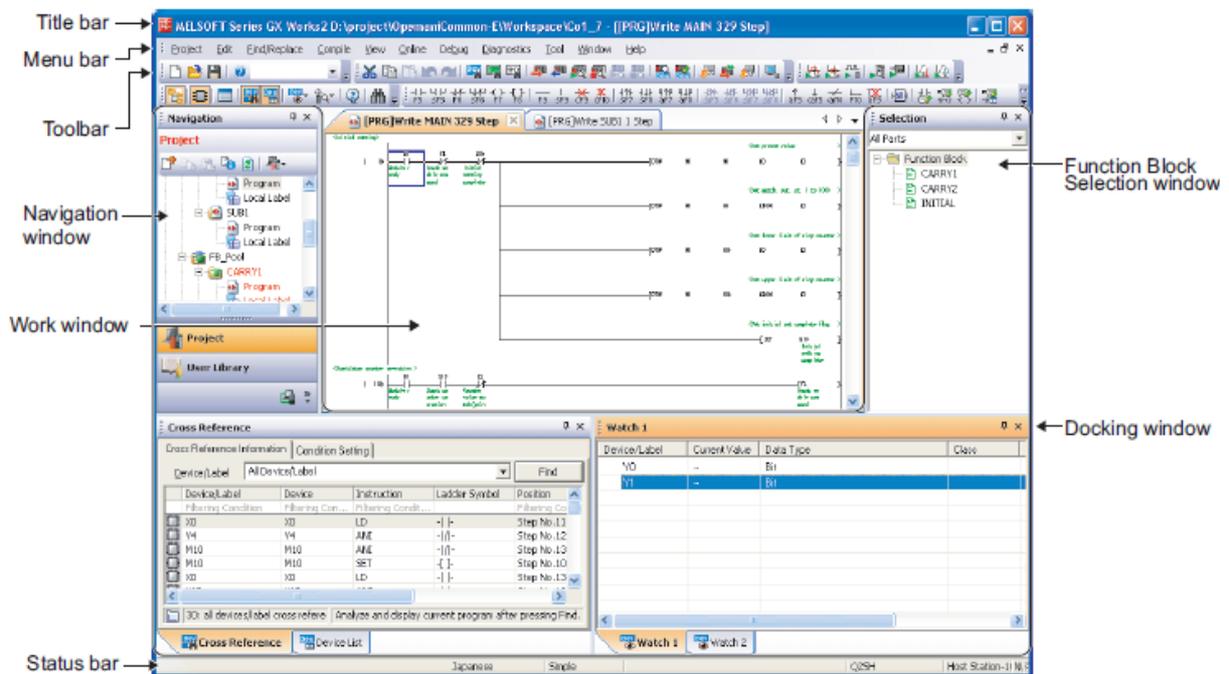


Illustrazione 10: Visione ambiente di programmazione GX Works 2

L'ambiente permette, oltre alla gestione del programma da caricare sul PLC mediante una semplice ed intuitiva gestione a finestre di navigazione dell'intero progetto implementato (vedi figura a lato) permette anche la visualizzazione e gestione degli errori di codice e del PLC in fase di debugging nonché la gestione della comunicazione con il PLC in utilizzo.

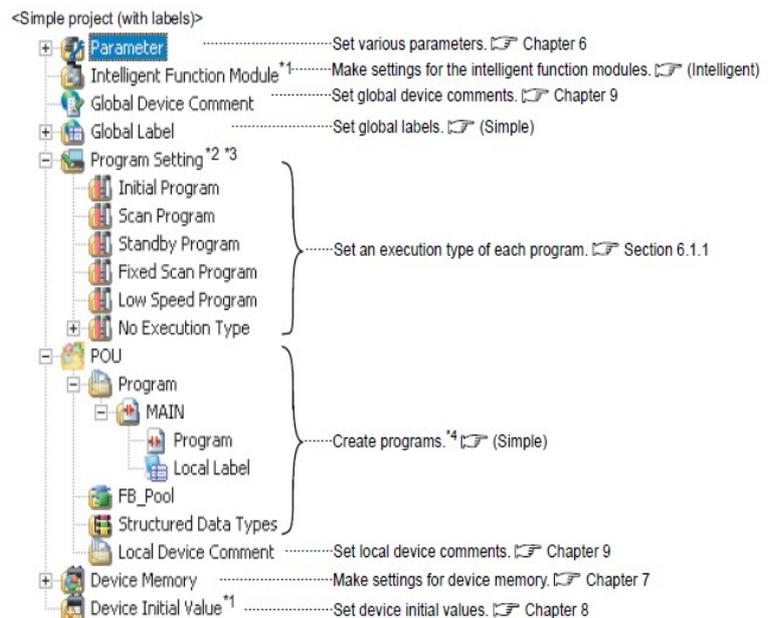


Illustrazione 11: Menù ad albero di navigazione Gx Works 2

3.3 – Tipologie e struttura dei progetti

3.3.1 – Tipologie di progetti

La programmazione mediante il pacchetto GX-Works permette la realizzazione di 2 principali tipologie di progetti:

- **“Simple Project”** (programmazione semplice): questo tipo di progetto prevede la realizzazione di programmi di controllo per PLC caratterizzato da semplici sequenze di codice con possibilità di inserimento di label "etichette parametri" o senza label: il file di programma composto dal MAIN program e dalle varie subroutine di sotto programma vengono caricate direttamente sulla CPU del sistema PLC di controllo;

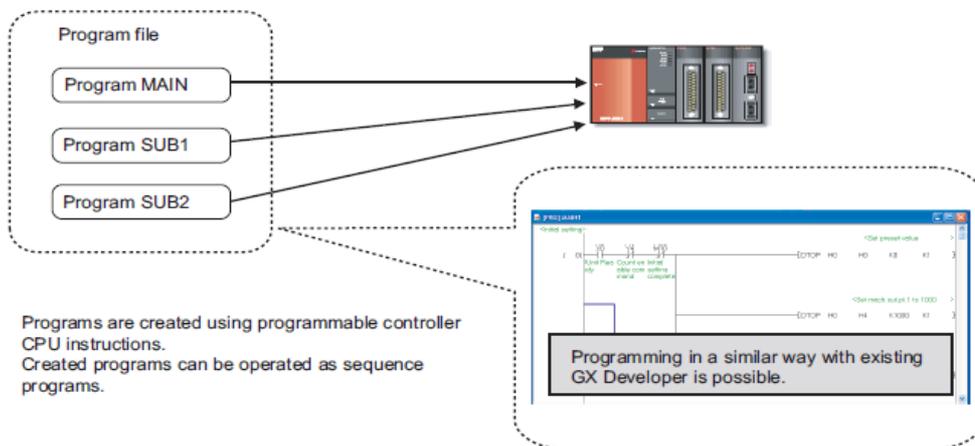


Illustrazione 12: Visione d'insieme progetto semplice [1]

- **"Structured Project"** (programmazione strutturata): questo tipo di progetto prevede una programmazione più strutturata mediante l'utilizzo di combinazioni POU (Program Organization Unit) all'interno della quali più blocchi funzionali, funzioni e/o blocchi di programma intercorrono alla realizzazione di algoritmi di programma anche piuttosto complessi.

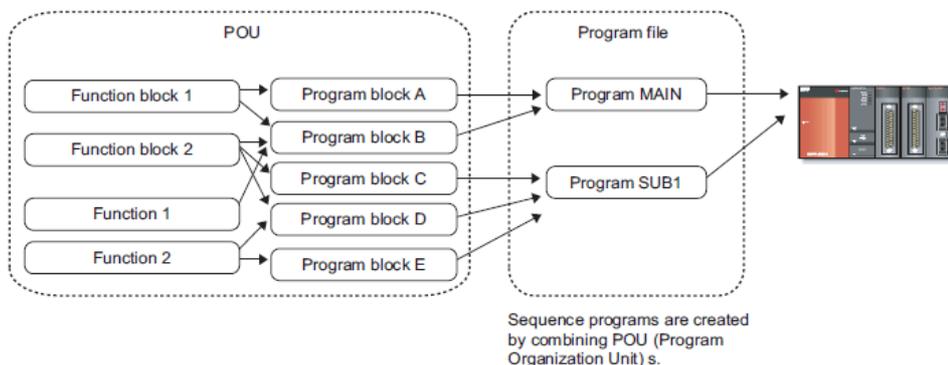


Illustrazione 13: Visione d'insieme progetto strutturato [1]

Nota: quest'ultimo tipo di progetto necessita della presenza di label (simbolici). La programmazione che fa uso di label è quella più sensata poichè permette l'utilizzo delle stesse etichette e degli stessi elementi di codice in più programmi contemporaneamente. Difficilmente si trovano programmi realizzati con programmazione semplice: la realizzazione di programmi di controllo per impianti industriali prevede quasi sempre una programmazione più strutturata e complessa.

3.3.2 – Struttura a POU

La programmazione strutturata è organizzata da Program Organization Unit (POU) ossia da una serie di blocchi organizzativi che costituiscono l'algoritmo di controllo della CPU del sistema PLC.

Esistono principalmente 3 tipi di POU, che differiscono per la loro definizione e caratteristiche:

- Programmi
- Funzioni
- Blocchi funzione

Un programma può essere costituito da più istruzioni elementari ma anche da funzioni e blocchi funzioni al suo interno e stessa cosa per quanto riguarda i blocchi funzione: le funzioni, invece, non possono contenere al loro interno richiami ai blocchi funzione.

Ognuno di questi elementi di codice andranno ad essere richiamati all'interno del MAIN program in organizzazione a TASK di esecuzione (in questo modo è possibile andare a definire una certa sequenzialità nell'esecuzione dell'algoritmo di controllo includendo alcune POU in un task piuttosto che in un altro e richiamando i Task secondo una certa sequenza prestabilita).

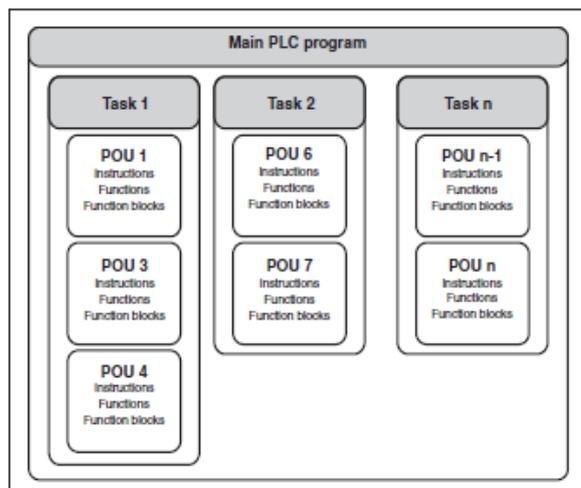


Illustrazione 15: Organizzazione progetto a Task di esecuzione - MAIN program [1]

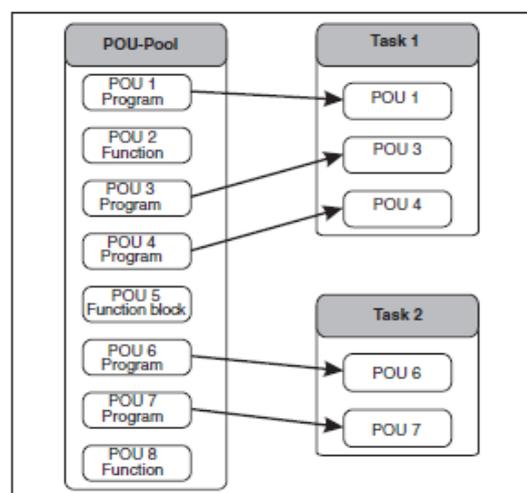


Illustrazione 14: Organizzazione progetto a Task di esecuzione - Diversi TASK [1]

L'esecuzione delle varie POU viene stabilito creando degli opportuni Task nei quali saranno caricate le varie POU: fatto questo si stabilisce un condizione di esecuzione che permette il passaggio da un Task di esecuzione ad un altro andando a garantire la voluto sequenzialità di esecuzione del codice: tale condizione di esecuzione può essere un determinato intervallo di tempo dopo il quale si avvia l'esecuzione del task, un'ordine di priorità (in questo caso, ad es., il task del MAIN program sarà associato alla priorità più elevata) oppure un evento che determini l'esecuzione del task: in questo caso, ad esempio, si può impostare l'evento TRUE, ossia si stabilisce che il task associato a quell'evento sia sempre attivo.

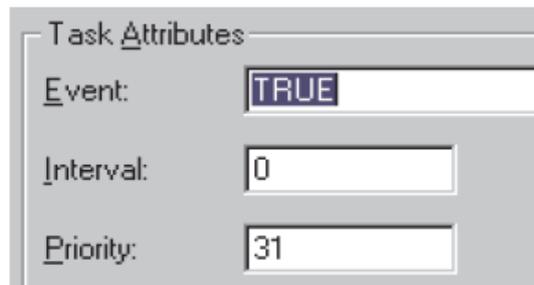


Illustrazione 16: Attribuzioni avvio Task

Ogni POU di programma sarà costituita da un'intestazione nella quale sarà possibile la definizione di variabili locali utilizzabili solo all'interno di questa POU e non da parte di altre POU di programma (a differenza delle variabili globali che possono essere richiamate da tutti i POU del programma) ed un corpo nel quale si va a scrivere il vero e proprio algoritmo, sequenza di istruzioni che il programma dovrà eseguire.

3.3.2.1 – Blocchi funzione

I blocchi funzione rappresentano una delle possibili POU inseribili all'interno di un sottoprogramma di controllo. Un blocco funzione rappresenta un elemento di programmazione totalmente indipendente che può essere richiamato da altri programmi, sottoprogrammi, funzioni ed altri blocchi funzionali.

Sono caratterizzati da una serie di ingressi e possono presentare una o anche più uscite. Una volta caratterizzato un blocco funzione questo può essere richiamato più volte per elementi diversi del sistema da controllare cambiando semplicemente gli ingressi.

Spesso, infatti, nella stesura di un programma per la gestione di un controllo realizzato dal PLC si utilizzano spezzoni/segmenti di codice simili, o comunque che gestiscono sempre le stesse variabili ed implementano gli stessi processi, ad esempio gestione di n-pompe analogiche, digitali, ecc... o gestione di n – valvole, ecc.... Di conseguenza la gestione di questi dispositivi necessita di istruzioni, test, controlli sempre simili o addirittura uguali per le quali, quindi, non è conveniente la stesura singola delle stesse funzioni per ogni singolo dispositivo: si preferisce quindi la

definizione di FB (dette anche funzioni “parametriche”) che specificino la definizione dei suddetti dispositivi ed il loro avviamento e gestione (es. gestione ritardi di avvio, gestione allarmi, ecc..) in modo tale che per ogni dispositivo utilizzato nel codice di controllo si vada a richiamare sempre la stessa FB cambiando solamente gli ingressi e le uscite in sui vengono letti o scritti i valori.

Nota: la realizzazione di queste FB e la loro gestione vengono notevolmente semplificate grazie all'utilizzo del software MAPS soggetto di questa tesi poiché nel flusso di progetto vengono generate automaticamente a partire dalla configurazione del progetto SCADA tramite l'integrazione con Adroit Process Suite.

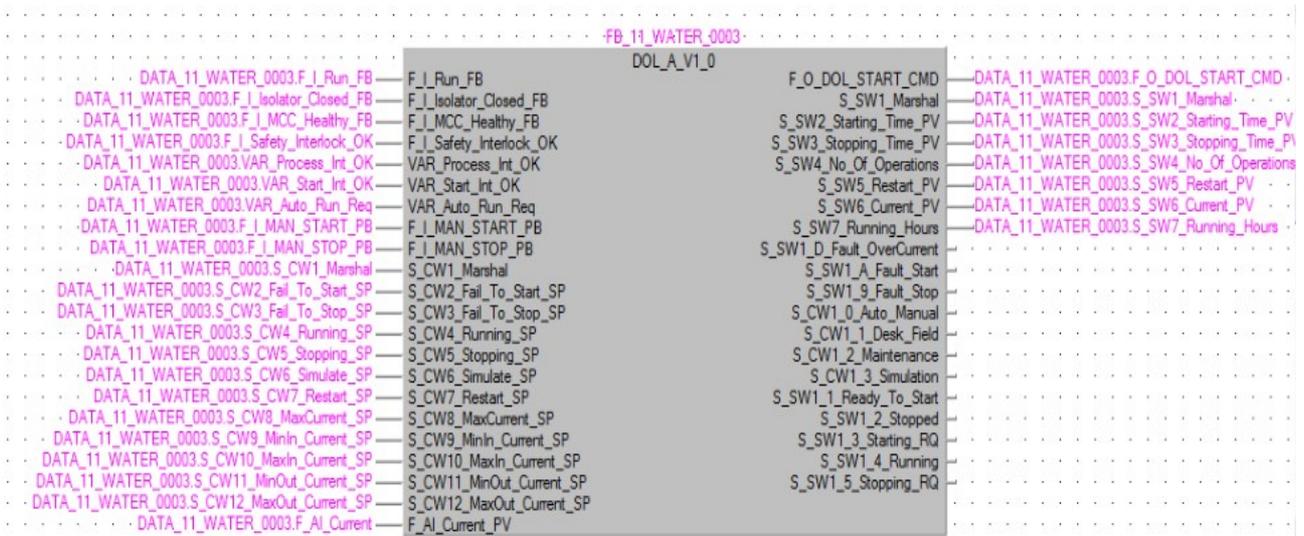


Illustrazione 17: Visione blocco funzione su GX Works 2

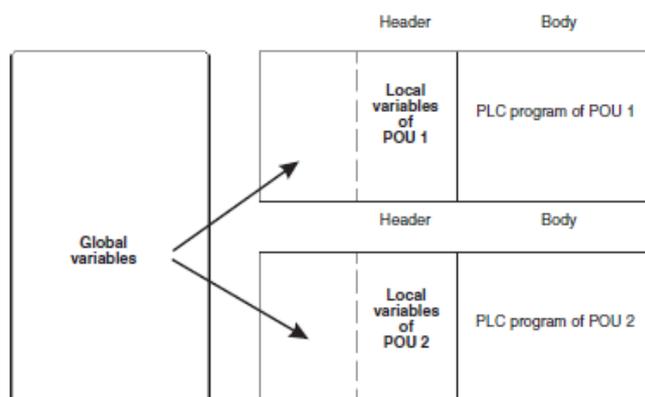
3.3.3 – Variabili e tipi di dato

Le variabili utilizzabili all'interno dei blocchi POU possono essere di 2 tipi:

- globali
- locali

Ovviamente le variabili globali sono definibili all'interno della sezione dedicata nella finestra di navigazione "Project Window" , nella quale si effettua l'assegnazione di nomi simbolici alle variabili globali del sistema:

in questa parte andiamo quindi ad inserire tutti gli elementi/variabili di programma che vogliamo inserire nel programma e che si vogliono utilizzare in tutto il programma e devono essere accessibili a tutti i POU e subroutine del programma.



	Class	Label Name	Data Type	Constant
1	VAR_GLOBAL	AP_V2	Bit	...
2	VAR_GLOBAL	AP_V1	Bit	...
3	VAR_GLOBAL	ZSL_V1	Bit	...
4	VAR_GLOBAL	start_p1	Bit	...
5	VAR_GLOBAL	avvia_svuotamento	Bit	...
6	VAR_GLOBAL	run_p1	Bit	...
7	VAR_GLOBAL	livello_serbatoio	FLOAT (Single Precision)	...
8	VAR_GLOBAL	livello_soglia_H	FLOAT (Single Precision)	...
9	VAR_GLOBAL	livello_soglia_L	FLOAT (Single Precision)	...
10				...
11				...
12				...
13				...
14				...
15				...
16				...
17				...
18				...
19				...
20				...
21				...
22				...
23				...
24				...
25				...
26				...
27				...
28				...

System Label Operation

Change Notification Import Register Device Name Release Relation

*To reflect the changes of the table in the system label database, please save the project after compilation.

Illustrazione 18: Sezione global label su GX Works 2

Le variabili vanno ad essere inserite prima di tutto specificando la classe, ossia specifichiamo se tali variabili sono costanti o non costanti; poi si definisce l'etichetta, ossia il nome simbolico che verrà utilizzato quando si andrà a richiamare tale variabile nei programmi (una volta richiamata questa verrà evidenziata sul corpo del programma/subroutine in rosa) ed infine il tipo di dato.

Esistono diversi tipi di dato da associare ad una variabile che concernono lo standard dei principali linguaggi di programmazione: booleani (bit), cifre a virgola mobile in single precision (32 bit) e double precision (64 bit), stringhe (32 bit), word (32 bit), stringhe, ecc....

Nell'inserimento di variabili riguardanti, ad esempio, gli ingressi e/o uscite e le variabili merkel interne, è necessario anche specificare l'indirizzamento dell'ingresso o uscita fisica di riferimento.

Nel caso di definizione di variabili costanti si va a specificare anche il valore costante che caratterizza la variabile inserita. Per ogni variabile inserita è poi possibile l'inserimento di un commento di specificazione dell'operato della variabile.

3.4 – Impostazione parametri PLC

Una volta stabilito il tipo di progetto da realizzare, il flusso di progetto di programmazione di un PLC prevede l'impostazione di tutti i parametri relativi al dispositivo fisico programmabile vero e proprio, ossia la CPU del PLC e tutti i dispositivi ad essa collegati facenti parte del sistema di controllo.

La suddetta configurazione hardware è fondamentale per il corretto funzionamento dell'algoritmo di controllo, poiché se essa non risulta corretta la CPU non riesce a riconoscere correttamente i dispositivi ad essa collegati e quindi a ricevere i corretti segnali di input ed output degli ingressi e dalle uscite fisiche e questo la porta a passare direttamente in modalità di segnalazione di errore, bloccando il flusso di esecuzione del programma di controllo. La configurazione hardware va effettuata direttamente dall'ambiente di programmazione del codice attraverso la sezione dedicata a tali impostazioni.

Tale configurazione comprende diverse sezioni di settaggi (di seguito le più utili):

- **PLC Name** : in questa sezione è possibile settare un nome di etichetta per il PLC in uso ed eventuali commenti;
- **PLC System** : in questa sezione sono presenti diversi settaggi relativi al funzionamento del PLC: in particolare è possibile settare un tempo limite per i dispositivi timer di programmazione, lo stato dei dispositivi di uscita nella modalità di STOP, settare la possibilità di reset del sistema da remoto attraverso GX Works (è infatti sempre possibile il reset manuale della CPU attraverso l'apposito interruttore di status presente sul modulo CPU, come già presentato in precedenza nel paragrafo sull'hardware), impostare un numero di punti di input/output che saranno occupati da slot liberi sull'unità di base e su quelle di estensione, ecc... ;
- **PLC File** : settaggi dispositivi interni di memoria e registri;
- **PLC RAS** : impostazione parametri sulla segnalazione degli errori: tempo WatchDog Timer, tipi di errori segnalati, funzionamento da forzare in caso degli errori, ecc....;
- **I/O Assigment** : è la sezione nella quale si va a settare il tipo, modello, numero di punti I/O e l'inizio degli indirizzi di tutti i moduli di I/O che vanno ad essere montati sulle unità base: l'impostazione è fondamentale al fine di far riconoscere correttamente alla CPU i moduli connessi e i segnali che poi andranno a provenire dai dispositivi esterni verso la CPU;
Oltre alla configurazione dei moduli di I/O si vanno a settare il nome, modello, dell'unità base utilizzata, del modulo di alimentazione, della CPU montata e delle eventuali unità di espansione utilizzate.
Questa sezione è sicuramente la più importante e stabilisce quella che è l'effettiva configurazione hardware del sistema di controllo.

- **Built – in Ethernet Port Setting** : impostazione indirizzo IP assegnato al PLC sulla rete locale, indirizzo maschera di rete, ecc.. : questa sezione è particolarmente importante poiché in questa andiamo a settare i parametri di comunicazione con il PLC ed in particolare quella che è l'assegnazione dell'indirizzo di rete anche andrà ad essere associato al dispositivo.

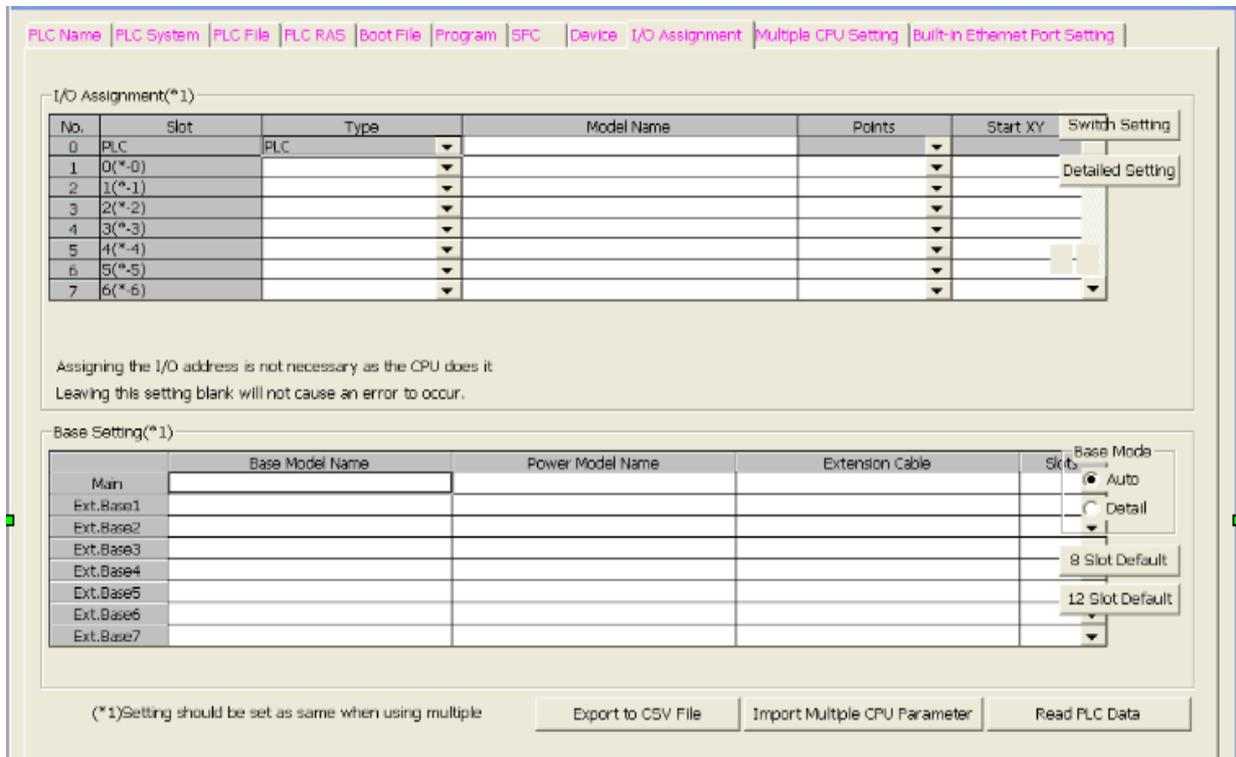


Illustrazione 19: Sezione parametri I/O del PLC su GX Works 2



Illustrazione 20: Sezione parametri rete del PLC su GX Works 2

3.5 – Linguaggi di programmazione

Nell'ambito della programmazione di controllori industriali PLC esistono diverse modalità di programmazione che si identificano in 4 diversi linguaggi di programmazione:

- **Ladder or Structured Ladder** : detto anche linguaggio KOP nell'ambiente, questo linguaggio di programmazione fa uso di blocchi a contatti (appunto ladder) che facilitano la comprensione del programma essendo di fatto molto simili agli schemi dei classici circuiti a relè: ogni singolo blocco può svolgere determinate funzioni mentre le classiche operazioni logiche quali AND, OR, ecc.. vengono realizzate con semplici collegamenti appunto a modi di circuito elettrico (AND = serie di contatti, OR = parallelo di contatti): vengono utilizzati semplici contatti per le variabili booleane tipo bit di ingresso ed uscita e blocchi rettangolari per funzioni particolari presenti in libreria;

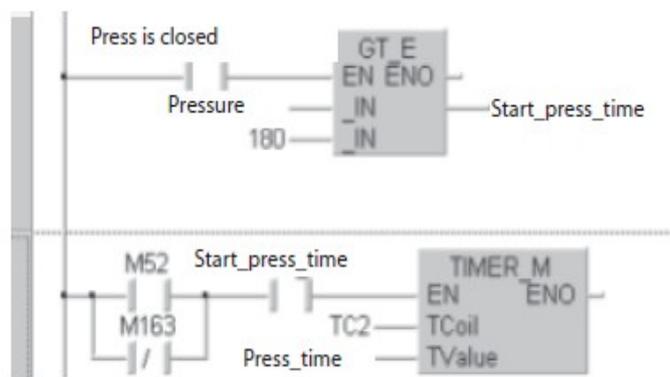


Illustrazione 21: Esempio codice Ladder

- **Structured Test (ST)** : linguaggio di programmazione facente uso di liste di istruzioni a parole molto simile ai linguaggi di programmazione C o Java(i committenti preferiscono non utilizzare questo tipo di linguaggi e puntare sui contatti);

```
IF SHOKIKA_A THEN;  
  RYOUHIN := 0; FURYOUHIN := 0; BUDOMARI := 0.0;  
  
ELSE  
  IF KENSA THEN  
    RYOUHIN := RYOUHIN +1;  
  
  ELSE  
    FURYOUHIN := FURYOUHIN +1;  
  END_IF;  
END_IF;
```

Illustrazione 22: Esempio codice ST

- **Elenco istruzioni (IL)** : linguaggio di programmazione testuale di liste di istruzioni a parole molto simile ai linguaggi di programmazione Assembler;

1	LD FALSE ST M101
2 Start:	LD Hauptschalter AND M100 ST M102
3	LD M100 ANDN M1 CJ_M Start

*Illustrazione 23:
Esempio codice IL*

- **Diagramma a blocchi funzione (KUP)** : linguaggio di programmazione a contatti molto simili ai classici schemi a logica combinatoria: tutte le operazioni (anche le più semplici come le operazioni logiche AND e OR) sono realizzate con blocchi collegati tra loro da semplici collegamenti verticali ed orizzontali: non sono presenti barre di potenza come nella programmazione a contatti ladder;

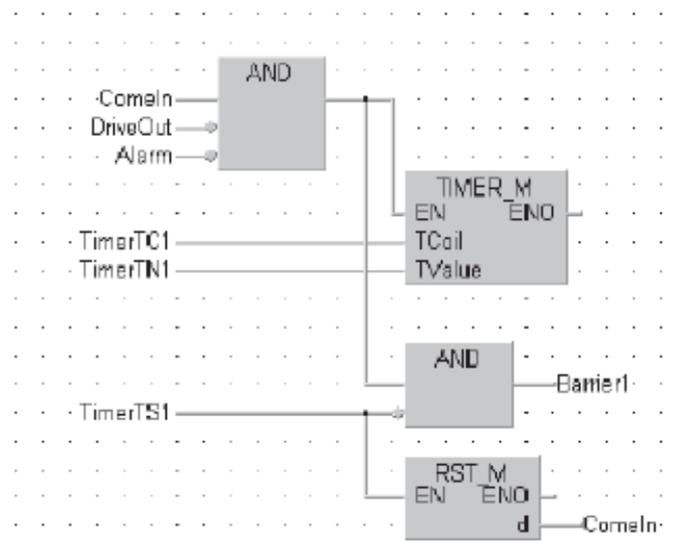


Illustrazione 24: Esempio codice KUP

- **Structured Function Chart (SFC)**: linguaggio di programmazione facente uso di diagrammi di flusso che mettono in mostra i passi dell'esecuzione del programma comprese le condizioni di transizione tra un passo e l'altro: ogni passo è indipendente dagli altri nel senso che eseguendo un passo gli altri sono disabilitati e non si può passare da un passo ad un altro senza il verificarsi di determinate condizioni di transizione.

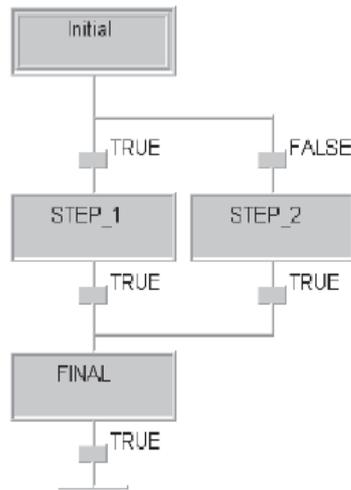


Illustrazione 25: Esempio codice SFC

La scelta di un determinato linguaggio per la scrittura del codice è fatta all'inizio della stesura del progetto e non può essere modificata: il progetto sarà composto da programmi e sottoprogrammi tutti dello stesso tipo.

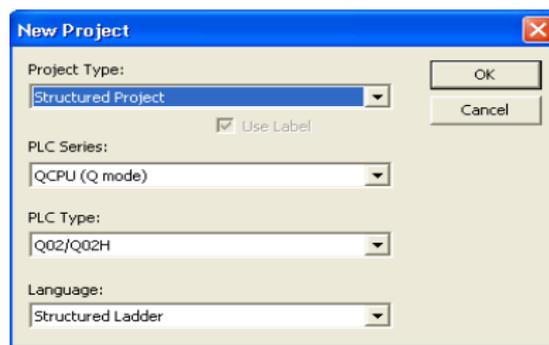


Illustrazione 26: Inizializzazione nuovo progetto

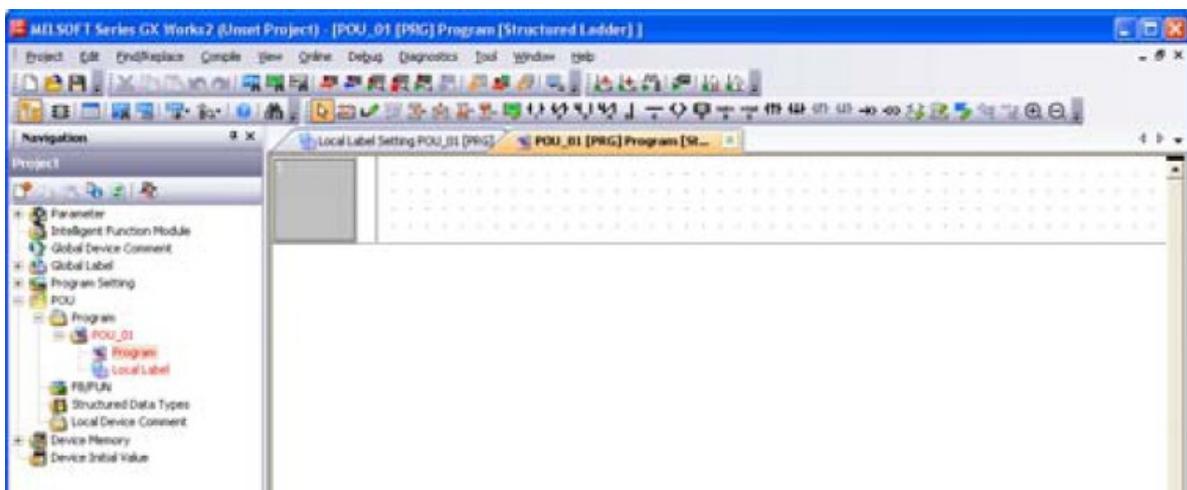


Illustrazione 27: Visione nuovo progetto

3.6 - Connessione al PLC

Per effettuare il caricamento del programma scritto e successivamente verificare a dovere il suo funzionamento è necessario connettersi correttamente al PLC

Mitsubishi: i protocolli di comunicazione possibili dal PC di programmazione ed il controllore sono molti e dipendono fortemente dalle possibilità offerte dalla CPU in utilizzo oltre che dalle disponibilità dei collegamenti fisici del proprio laboratorio/strumentazione disponibile o dall'impianto da controllare.

Possibili modalità di comunicazione:

- via USB: collegamento mediante cavo USB con connessione diretta al pannello frontale della CPU in uso;
- via seriale RS232 (ormai sostituita dalla USB nelle CPU più moderne): collegamento mediante cavo con connettore RS232 direttamente sulla plancia della CPU o mediante modulo di espansione da montare sull'unità base (dipende dal modello di CPU);
- connessione con cavo Ethernet mediante modem: connessione alla rete locale laboratorio e/o connessione ad internet mediante modem ed indirizzamento con indirizzo IP assegnato al PLC nella sua rete di appartenenza;
- connessione diretta mediante cavo Ethernet sul pannello frontale della CPU (sempre dipendente dal tipo di CPU);
- connessione mediante rete CC-Link: connessioni mediante reti di controllo aperte tipo CC-link permette la comunicazione del PC con il PLC e dello stesso con altri diversi dispositivi a velocità particolarmente elevate;
- connessioni con reti MELSEC-NET: scambio di dati/comunicazione PLC con altri modelli di PLC della serie MELSEC (Mitsubishi) a velocità particolarmente sostenute -> si utilizzano cavi coassiali;
- connessioni tra PLC con interfaccia seriale per comunicazioni di reti PROFIBUS/DP;

Per tutte le comunicazioni (Ethernet, USB, MELSECNET, PROFIBUS/DP, CC LINK) è possibile il collegamento diretto sul pannello frontale del PLC o mediante moduli di espansione sull'unità base.

Dal programma di progettazione del sistema di controllo di MELSEC GX-WORKS si passa alla sezione "Connection Destination" per configurare il tipo di comunicazione con il PLC da effettuare:

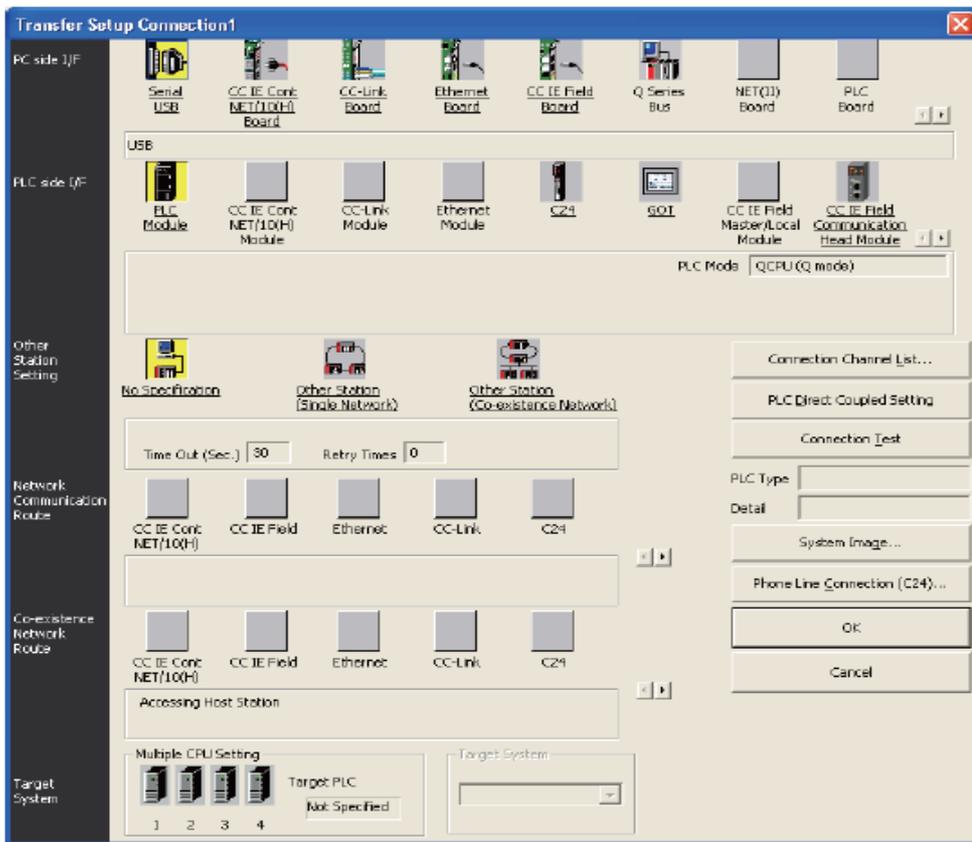


Illustrazione 28: Configurazione connessione al PLC

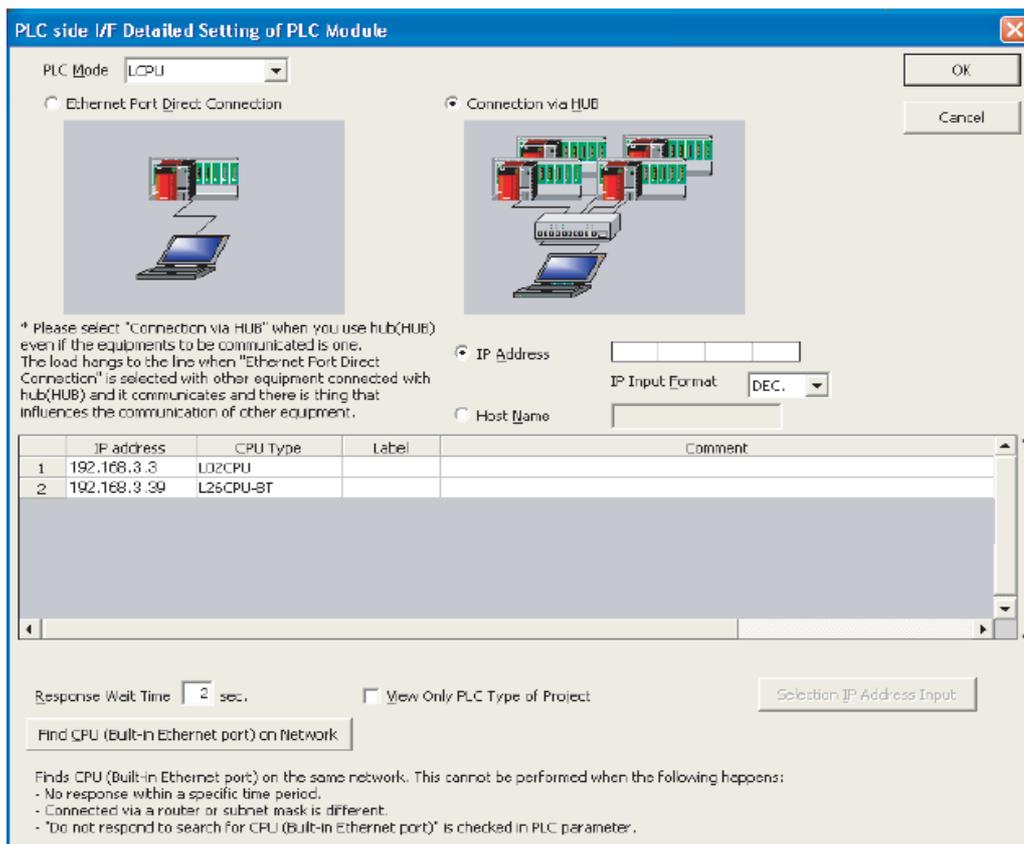


Illustrazione 29: Configurazione rete Ethernet

Prendiamo in considerazione quella che è la configurazione più utilizzata per la comunicazione con il PLC ossia quella realizzata mediante connessione Ethernet: tale preferenza è prevalentemente dettata dalla frequente configurazioni delle reti aziendali spesso costituite da reti LAN con comunicazione Ethernet ma anche dalle frequente connessione a provider di rete mediante Ethernet: in questa configurazione si seleziona il tipo di porta del PC prima di tutto, selezionando in questo caso la Ethernet Board: successivamente si passa alla selezione della porta di comunicazione del PLC: per quanto riguarda una connessione Ethernet tal connessione può essere effettuata direttamente sul pannello frontale del PLC o mediante un modulo di espansione esterno montato sull'unità base (prevalentemente si utilizza quello sul pannello frontale ma ovviamente il tutto dipende dal tipo di progetto da realizzare, dalla sua struttura e dal tipo di CPU in uso). Una volta selezionata la connessione Ethernet si a vanno a specificare le proprietà della connessione quindi in particolare quello che l'indirizzo IP di rete associato al PLC se questo va a comunicare mediante HUB di rete, oppure semplicemente la comunicazione diretta se questa è la scelta di progetto (cosa quasi mai fatta essendo spesso molto più complicato un progetto di automazione). Successivamente a questo è possibile anche effettuare una prova di comunicazione con l'invio di un ping sulla rete per verificare la corretta comunicazione con il dispositivo.

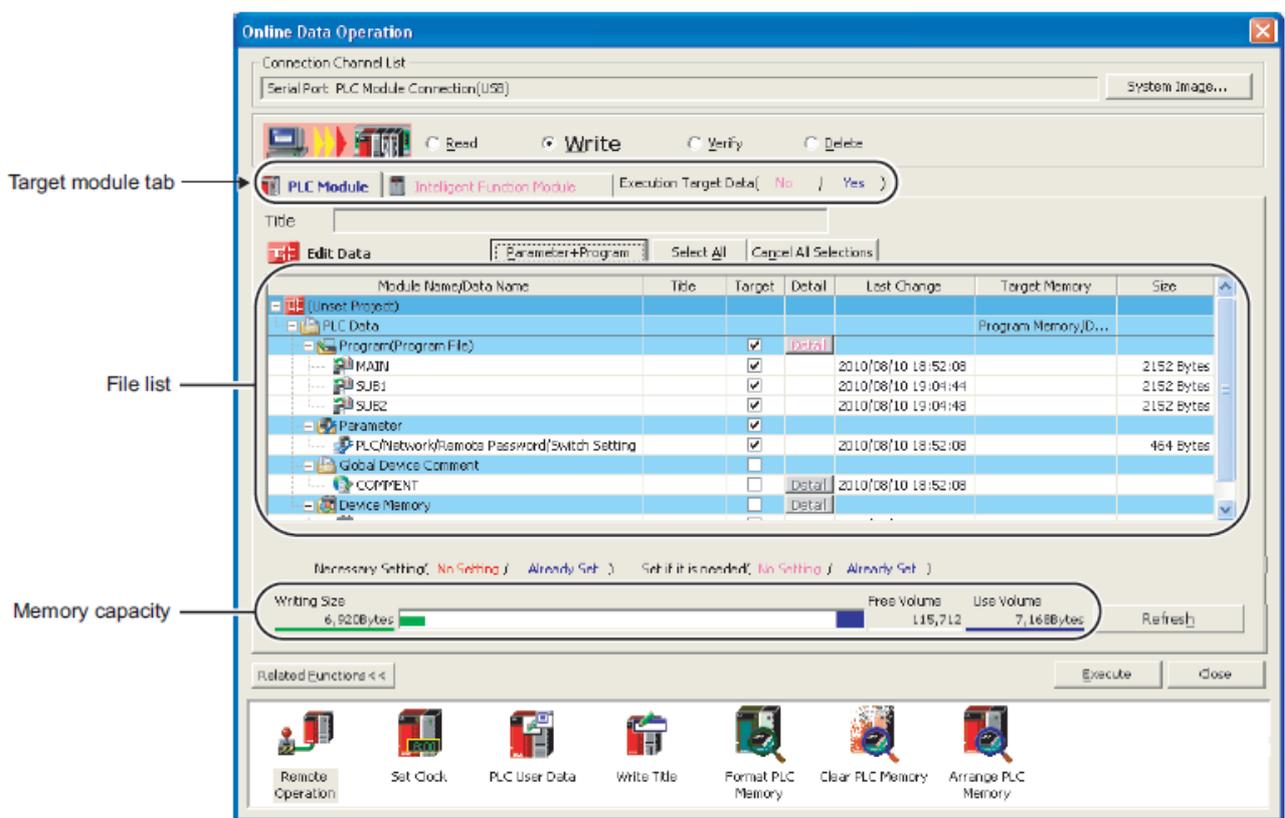


Illustrazione 30: Comunicazione PLC [1]

Una volta verificata la comunicazione con il PLC si può passare alla gestione vera e propria della sua programmazione mediante la modalità online: in codesta modalità è possibile effettuare una lettura della memoria interna di programmazione, oppure la scrittura sul PLC nonché effettuare un reset e backup della stessa in presenza di errori o per eliminare configurazioni indesiderate di simbolici e impostazioni dell'hardware.

3.7 - Debugging e monitoraggio

Dopo il caricamento è possibile effettuare un debugging con il quale verifichiamo lo stato del PLC programmato ed eventualmente dove sono presenti situazioni di errore per lettura elementi errati, comunicazione, ecc.....

In questa modalità possiamo verificare lo stato del dispositivo da remoto direttamente sull'editor di GX Works e se abilitato nelle impostazioni, anche effettuare operazioni da remoto per la gestione dello stesso.

Inoltre viene offerta anche la possibilità di monitorare in tempo reale l'andamento del programma caricato sul dispositivo ed in esecuzione (quando la CPU si trova in modalità di RUN): tale l'operazione permette di visualizzare quali ingressi e/o uscite sono attivi e quali no, il valore delle variabili di tempo dei temporizzatori e delle variabili numeriche e letterali, permettendo anche una sorta di supervisione dell'operato del programma in esecuzione. Per quanto riguarda le variabili interne all'editor è poi possibile andare a forzare l'andamento di talune di queste variabili direttamente selezionandole e modificandole a mano (ovviamente, invece, le variabili esterne provenienti e che gestiscono ingressi ed uscite fisiche reali dovranno essere modificate direttamente dall'esterno).

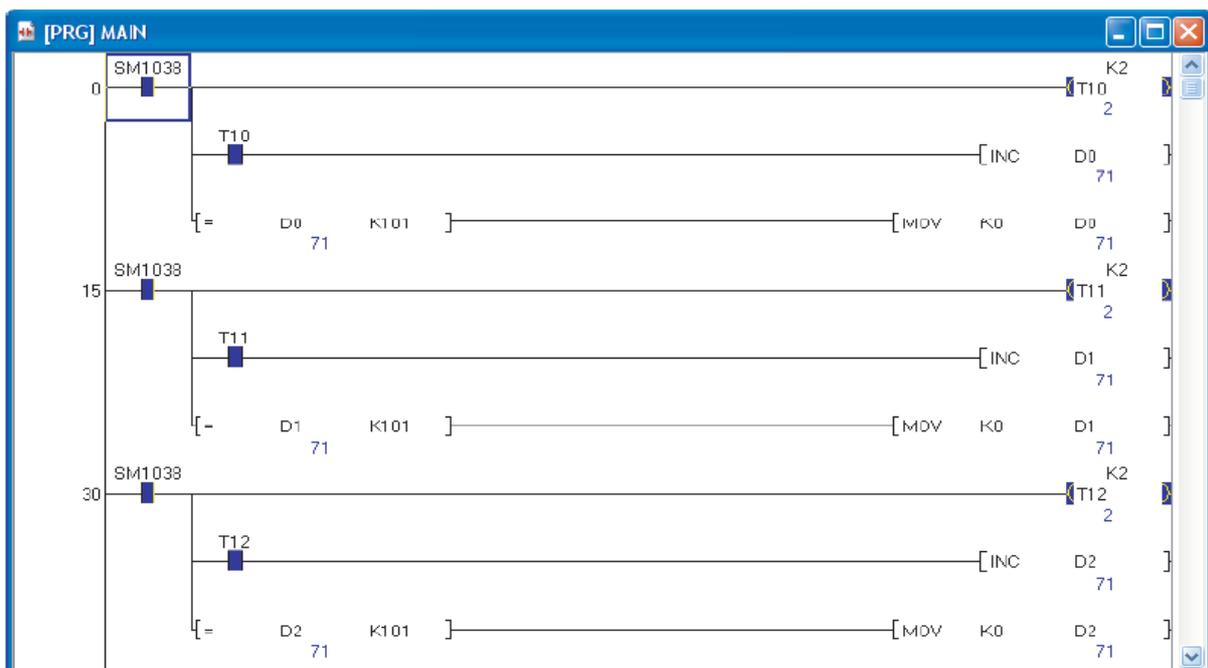


Illustrazione 31: Esempio visione codice modalità monitoraggio [1]

Come si vede nella figura sopra di esempio i valori attivi vengono evidenziati per segnalare l'attivazione ed esecuzione.

Eventuali modifiche del programma sono da effettuare con azione di monitoraggio disabilitata.

3.8 - Simulazione CPU

La prova delle operazioni del proprio programma scritto ed il relativo monitoraggio possono essere effettuati sia con caricamento ed utilizzo dell'effettivo sistema fisico del controllore PLC, sia simulando tutto il procedimento con PLC simulato dal programma di controllo GX WORKS 2: l'operazione carica il programma sul dispositivo controllo PLC virtuale ed effettua il passaggio a modalità RUN con possibilità anche di debug della stessa.

Ovviamente con questa modalità non viene permesso di effettuare tutto quello che concerne la programmazione di un dispositivo fisico PLC vero e proprio,

Ovviamente anche in questo caso sono disponibili le funzioni di monitoraggio del funzionamento della logica del programma e sono possibili le modifiche dei valori di ingresso e registri dati per la simulazione della logica (ingressi ovviamente modificati da programma e non fisicamente): ovviamente, essendo un processo simulato, non saranno possibili tutte le possibili operazioni disponibili su dispositivo fisico ed ovviamente il funzionamento corretto su sistema simulato non sono esaustive su un funzionamento corretto anche sul sistema fisico, ma comunque la possibilità di poter effettuare questa simulazione rappresenta una importante possibilità offerta dagli sviluppatori MELSOFT.

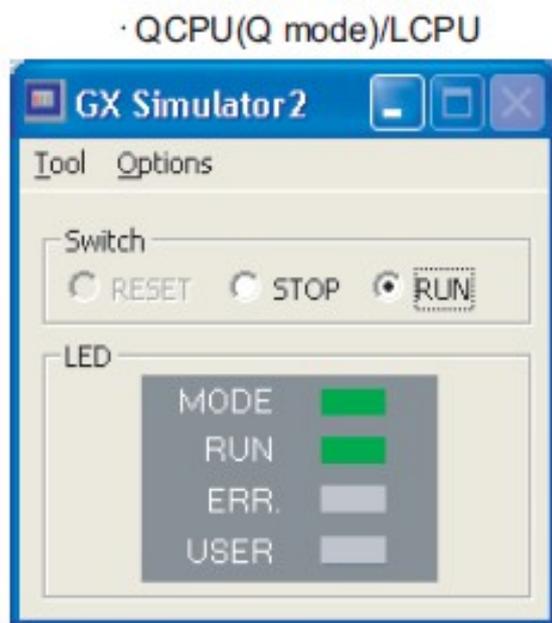


Illustrazione 32: Simulazione CPU

4 - Supervision control and Data Acquisition (SCADA)

4.1 - Introduzione al concetto di supervisione: scopi ed obiettivi

Il concetto di "supervisione" rientra nell'ambito più ampio della progettazione di un sistema elettronico e non, a partire da semplici progetti di sistemi elettronici informatici a sistemi di lavorazione e produzione di prodotti artigianali ed industriali fino a sistemi più grandi e complessi quali ad esempio, impianti ferroviari o impianti di erogazione dell'energia. In questa ottica rientra certamente anche la gestione ed il controllo di qualsiasi tipo di impianto di automazione industriale.

Tali impianti necessitano di continui controlli sul corretto funzionamento delle varie parti che li compongono, a partire dalla loro alimentazione fino alla corretta comunicazione a livello di rete locale o remota nella quale avviene lo scambio delle informazioni tra i vari componenti nonché un accurato controllo sul funzionamento della logica dei controllori che forniscono la gestione della varie parti del sistema.

Il controllo, oltre che a livello di implementazione ed intervento, appunto, a livello di programmazione software dei controllori che gestiscono le logiche di gestione degli apparati, deve concernere anche il controllo diretto degli apparati elettrico/meccanici quali motori, inverter, ecc... che costituiscono l'impianto, analizzandone l'andamento in tempo reale delle variabili di gestione delle logiche al controllo delle parti meccaniche che muovono l'impianto. Ed in questo ambito che entra in gioco il concetto di supervisione SCADA.

Il termine stesso, che deriva dall'acronimo Supervision Control and Data Acquisition, sintetizza quelle sono le funzioni fondamentali svolte da questo genere di sistema: in un sistema SCADA l'acquisizione dati è di fondamentale importanza e funzionale allo svolgimento delle funzioni di monitoraggio dell'evoluzione del processo controllato e quindi della decisione sulle azioni di controllo volte alla gestione degli stati e parametri del sistema controllato e quindi volto al suo corretto funzionamento. Parte di questo controllo può sicuramente essere effettuato in loco sulla sede dell'impianto con pannelli grafici direttamente collegati agli impianti che, programmati a livello software con opportuni ambienti software generalmente differenti e separati da quelli per la programmazione dei controllori, permettono la gestione diretta da parte di tecnici operatori direttamente sulle macchine e direttamente in loco alla collocazione della macchina e dell'impianto stesso, ma anche da una stazione remota: in tal caso il sistema di controllo SCADA è gestito da un elaboratore in una centrale di controllo remota operante in modalità di scanning che, controllando in tempo reale la situazione dell'impianto attraverso una comunicazione diretta con lo stesso, permette agli operatori di operare tutte le varie modifiche del caso.

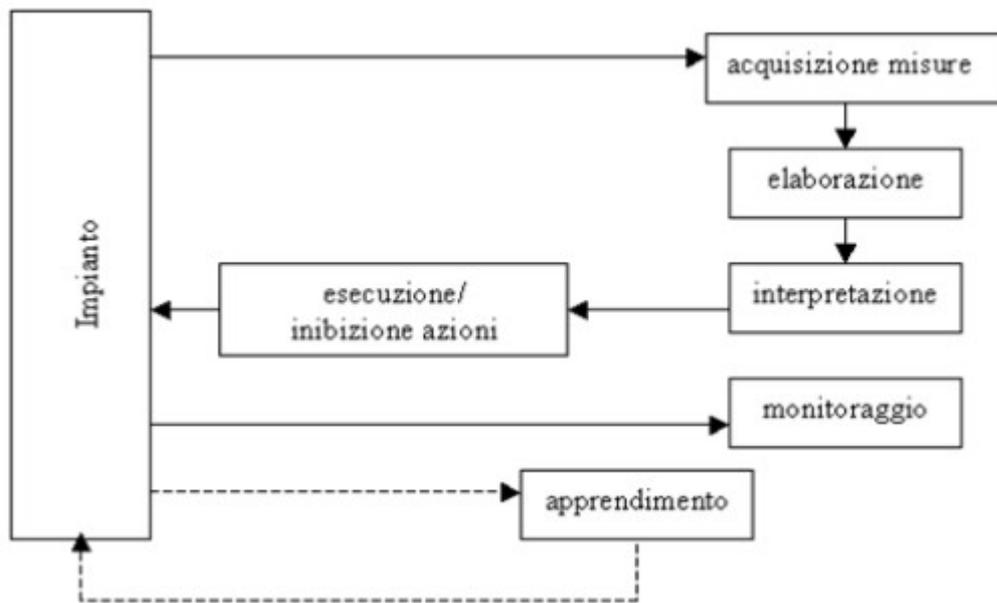


Illustrazione 33: Visione di insieme teoria della supervisione [2]

Il controllo di supervisione, attraverso un'acquisizione continua di informazioni e dati direttamente dall'impianto e la loro successiva elaborazione ed interpretazione, permette di facilitare le operazioni di controllo, identificazione e segnalazione degli errori ed allarmi del sistema controllato e quindi permette agli operatori di prendere le giuste decisioni in termini di intervento sull'impianto per la risoluzione delle varie problematiche: questo permette, evidentemente, un controllo continuo ed una diminuzione dei tempi di gestione dell'impianto e di interventi di manutenzione nonché un incremento dell'efficienza dell'impianto stesso.

4.2 – Funzioni e caratteristiche di un sistema di supervisione

In definitiva sono 3 le principali funzioni di un sistema di supervisione di un impianto:

- **Acquisizione dati** : rappresenta l'attività fondamentale della supervisione e supporto a tutto il concetto stesso di SCADA poiché va a mettere in relazione il sistema di supervisione con il processo controllato consentendo la conoscenza dello stato delle variabili di sistema e dello stato stesso nel quale questi si trova in un preciso istante: il sistema di supervisione acquisisce dati direttamente dal sistema ed è in grado anche, parallelamente, di fornirne a sua volta al sistema stesso in seguito alla loro elaborazione ed interpretazione sia da parte del software sia da parte degli operatori

- **Supervisione** : è la funzione per cui il sistema SCADA effettua il monitoraggio dello stato e delle variabili del sistema controllato: apparati e terminali di visualizzazione delle informazioni sia dello stato attuale del processo, resoconti e archivi storici degli stessi, ecc...
- **Controllo**: rappresenta la proprietà del sistema SCADA di fornire le informazioni necessarie per la gestione ed il controllo del sistema in funzione del loro stato e dei valori in tempo reale delle variabili di sistema.
Il tutto dipende dalle caratteristiche del sistema controllato e dall'interpretazione anche da parte degli operatori addetti alla supervisione i quali possono andare ad operare modifiche sia a livello di hardware sia a livello di software anche grazie ad un diretto contatto e supporto dei programmatori dei controllori atti alla progettazione stessa del sistema di controllo.

Nell'ambito delle sue principali funzioni operative, un sistema SCADA è in grado di fornire una gestione dell'impianto controllato a livello di:

- **Tagging**: identificazione di ogni singolo dispositivo dell'impianto con un specifico nome di istanza per facilitare la gestione ed il controllo di ogni singolo dispositivo da parte degli operatori;
- **Allarmi**: segnalazione di situazioni di funzionamento indesiderato e non previsto degli apparati dell'impianto per permettere l'intervento e la loro gestione prima di situazioni critiche;
- **Securezza**: protezione con password di identificazione per evitare accessi non autorizzati agli apparati dell'impianto;
- **Trending**: realizzazione di grafici in scala per la visualizzazione dell'andamento dei dispositivi e delle loro caratteristiche nell'arco di determinati periodi di tempo;
- **Report dei risultati**: analisi, salvataggio ed archiviazione dei dati e risultati provenienti dall'impianto.

4.3 – Struttura di un sistema di supervisione

Esistono diverse possibili strutture di un sistema di supervisione che dipendono, principalmente, del tipo di sistema da controllare e dalle sue caratteristiche.

Una prima semplice implementazione è rappresentata da un sistema di tipo client-server essenzialmente caratterizzato da:

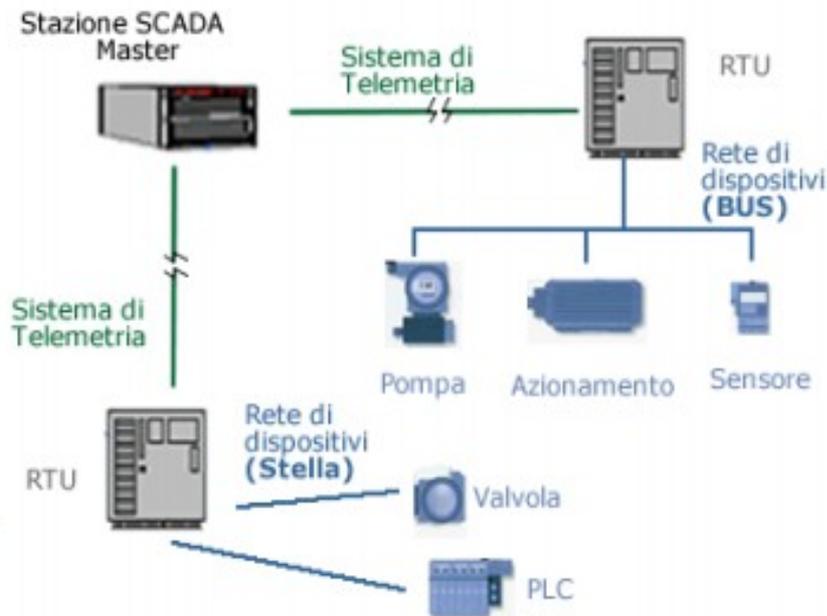


Illustrazione 34: Struttura generico sistema di supervisione [2]

- una stazione master che rappresenta il centro di controllo del sistema: questi è generalmente caratterizzato da un elaboratore elettronico tramite il quale l'operatore si interfaccia con l'impianto di supervisione;
- uno o più dispositivi RTU (Remote Terminal Unit), che rappresentano il fulcro del sistema SCADA: questi dispositivi fungono da intermediari tra la stazione di controllo ed i dispositivi da controllare dell'impianto;
- un sistema di telemetria (comunicazione): sistema di comunicazione tra i terminali di controllo e gli apparati dell'impianto da controllare attraverso l'RTU: generalmente è rappresentato da un protocollo di comunicazione Ethernet, il quale può essere, ovviamente, limitato a livello di rete locale LAN (come quello rappresentato in figura) ma anche a livello di reti più estese MAN e WAN ed attraverso provider di Internet per gestioni di impianti più complessi da parte di tecnici operatori collegati in remoto al sistema;

4.4 – Tipologie di sistemi di supervisione

Tradizionalmente il concetto di supervisione era legato ad uno sviluppo di sistemi dedicati per i quali la responsabilità della supervisione e gestione dell'impianto era affidato unicamente ai responsabili del sistema controllato.

Con l'evolversi dei sistemi da controllare si è resa sempre più necessaria la realizzazione di sistemi di supervisione che permettessero il monitoraggio e la gestione dell'impianto in remoto anche da parte di enti che non fossero direttamente i responsabili dell'impianto stesso e quindi che prevedesse la possibilità di connessione allo stesso in remoto, anche in linea con l'evolversi delle reti di telecomunicazioni.

Le principali tipologie di impianti di supervisione sono 3, le quali differiscono tra di loro essenzialmente per:

- differente tipo di comunicazione utilizzato;
- differenti funzioni svolte dai terminali remoti RTU;
- introduzione dei terminali dei terminali HMI;
- adattamento alla diffusione delle reti di telecomunicazioni;

L'evoluzione dei sistemi di supervisione ha portato ad una gestione più efficiente e funzionale degli impianti industriali, soprattutto in termini di riduzione dei costi di gestione ed intervento sugli impianti.

Una prima generazione di sistemi SCADA è caratterizzata da un unico centro di controllo che si interfaccia direttamente con le unità RTU mediante protocolli di comunicazione proprietari come l'RS232: questo tipo di tecnologia di supervisione è molto limitato poichè permette la gestione di impianti con uno scarsissimo raggio di azione e perciò non è più una soluzione molto adottata e sicuramente inadatta per sistemi molto complessi.

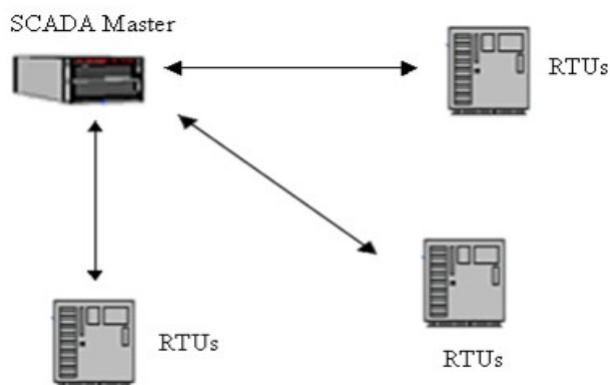


Illustrazione 35: Struttura prima generazione di sistemi SCADA [2]

Una seconda tipologia di impianto è rappresentata dalla gestione dell'impianto mediante più di una unità di controllo che possono gestire stazioni operative (elaboratori elettronici gestiti dai tecnici operatori della supervisione) o stazioni di comunicazione che vanno a comunicare direttamente con le unità RTU: questo tipo di sistema di supervisione fa uso di reti locali LAN con protocollo Ethernet e WAN e si sono evolute con l'affermazione delle reti.

Tale strategia di realizzazione di supervisione può prevedere anche la presenza delle interfacce HMI, (Human Motion Interface), pannelli di interfaccia che permettono agli operatori la gestione diretta del funzionamento dell'impianto in loco allo stesso.

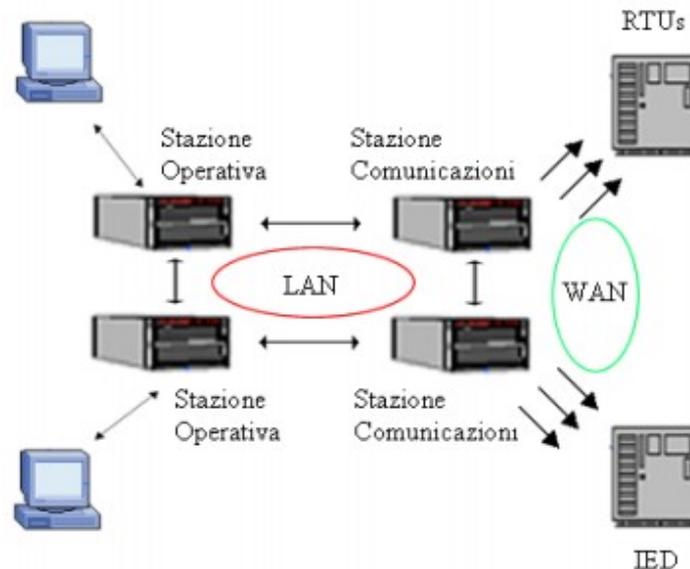


Illustrazione 36: Struttura seconda generazione sistemi SCADA [2]

La terza e più evoluta tipologia di sistema di supervisione differisce dalla precedente prevalentemente per una radicale modifica della strategia di comunicazione tra gli elementi del sistema e nelle diverse reti di campo che facenti parte del sistema stesso. Le unità intelligenti RTU sono spesso sostituite direttamente con i controllori PLC che vanno direttamente a gestire la logica dell'impianto e che comunicano con le interfacce HMI ed i dispositivi dell'impianto stesso: le reti che vengono utilizzate sono molto più estese: si passa dalle semplici LAN a reti WAN molto più evolute che possono far uso anche di provider di Internet per permettere la gestione di supervisione dell'impianto anche da località molto remote grazie alla diffusione della rete internet.

Inoltre in tale tipologia di sistema i client SCADA (ossia coloro che vanno a connettersi con l'impianto di supervisione) possono essere appunto anche host dislocati che si connettono grazie alla connessione ad internet ma anche dispositivi mobili come cellulari e smartphone.

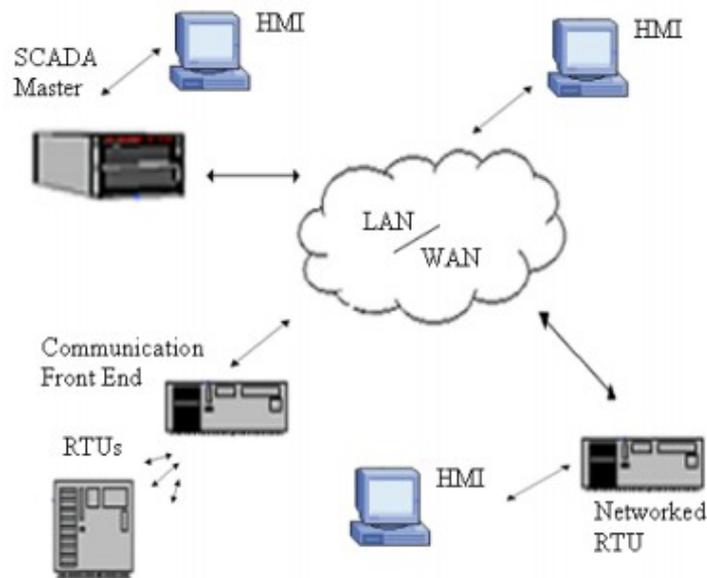


Illustrazione 37: Struttura terza generazione sistemi SCADA [2]

Attualmente i sistemi attuali vengono spesso realizzati come ibridi delle prime due tipologie per impianti di piccola dimensione, mentre per impianti più evoluti e complessi si realizzano sistemi che vadano a gestire anche la connessione agli impianti mediante la rete internet nonché una totale integrazione con i sistemi informativi aziendali.

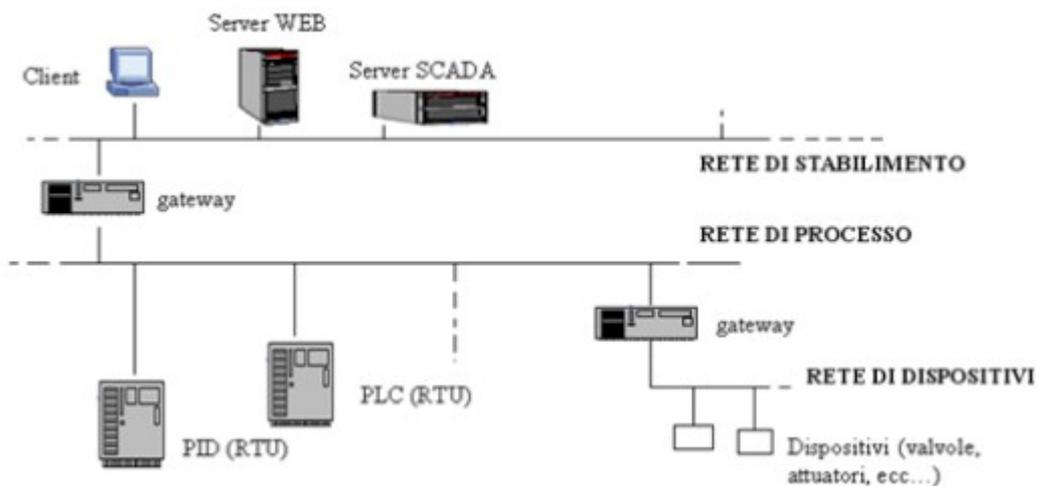


Illustrazione 38: Struttura ibrida di sistema SCADA [2]

Per la definizione delle caratteristiche di un sistema SCADA è definito uno standard IEEE C37.1, che definisce i sistemi SCADA mediante una descrizione a moduli, ossia come una serie di blocchi (hardware o software) fatti per svolgere una funzione specifica che comunicano tra di loro mediante una serie di interfacce:

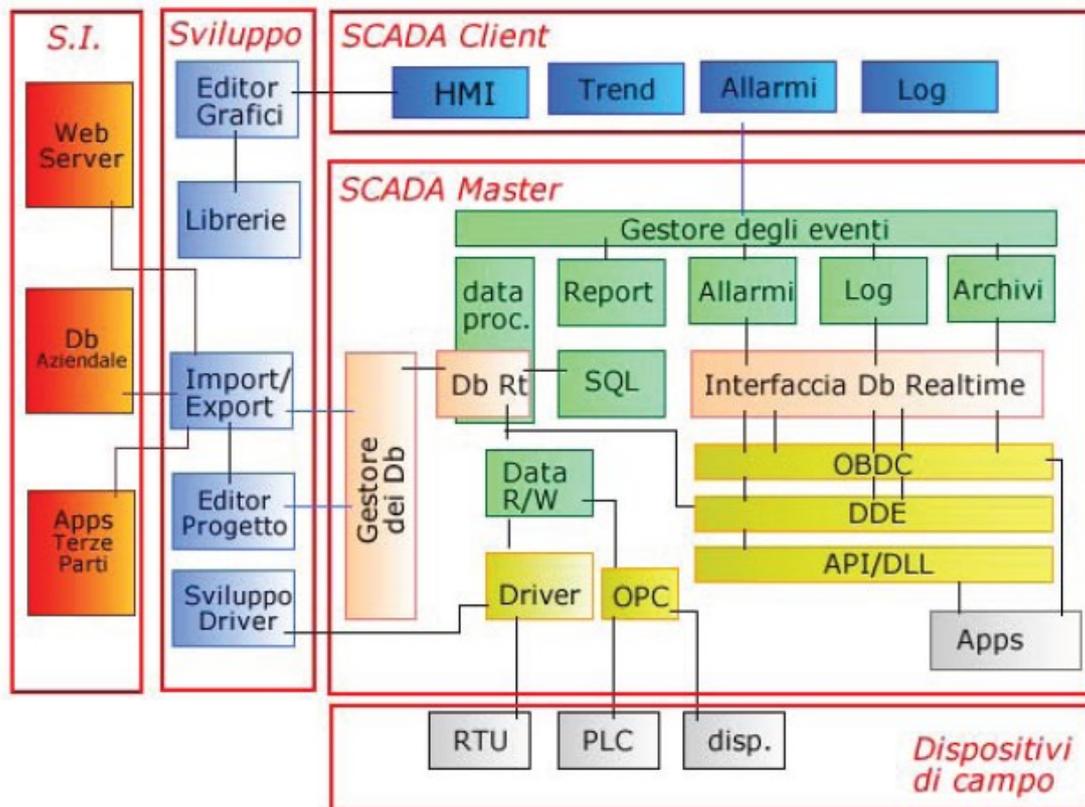


Illustrazione 39: Schema a blocchi struttura di un sistema SCADA [2]

La messa in servizio di un pacchetto SCADA prevede l'installazione di un pacchetto software che deve essere opportunamente configurato in fase di installazione degli impianti da parte del cliente.

Come è possibile vedere dallo schema a blocchi di cui sopra, il sistema informativo aziendale costituito dal Web Server locale aziendale, dal Database aziendale e da altre eventuali applicazioni sviluppate da terze parti vanno a comunicare con le librerie software e gli editor grafici facenti parte del pacchetto software a disposizione dei progettisti tramite i quali gli stessi progettisti possono interagire con il pacchetto software del sistema SCADA a disposizione: in questo contesto abbiamo la suddivisione logica tra la parte SCADA Client e la parte SCADA Master:

Lo SCADA Master costituisce il centro di controllo della supervisione e va ad occuparsi direttamente della:

- interfacciamento con gli SCADA Client: permette ad un dispositivo remoto (hostInternet, PC, Laptop, palmari, Cellulari) di interagire con l'impianto (mediante opportune politiche di sicurezza che vincolano i privilegi del

client);

- gestione del flusso dati mediante database realtime, i quali vanno a contenere tutte le variabili utilizzate nel sistema in tempo reale e lo stato di tutti i dispositivi ma anche un database storico per la collezione dei precedenti stati assunti dai dispositivi dell'impianto e tutti i dati sulle variabili utilizzati dalle logiche di programmazione:

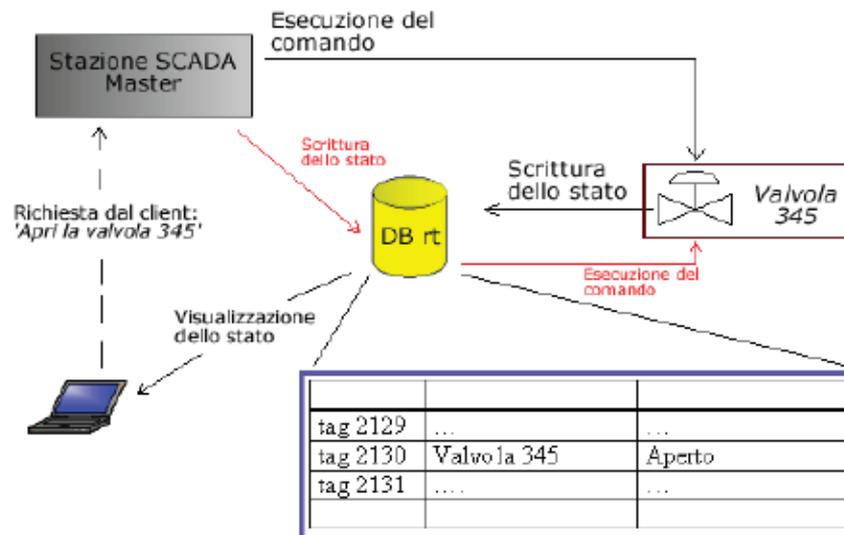


Illustrazione 40: Gestione dati da parte dello SCADA Master [2]

- gestione degli eventi da segnalare ai Client (allarmi, log, report dei risultati) oltre che la gestione diretta delle interfacce verso i dispositivi di campo facenti parte dell'impianto, quindi driver per la comunicazione con gli stessi;

Nota: Di quest'ultima funzione è importante mettere in risalto la possibilità di interfacciarsi con sistemi non reali bensì simulati che vengono installati al momento della configurazione del pacchetto SCADA: si parla, ad es. , dei Server OPC, che permettono anche la simulazione, mediante opportune applicazioni già programmate, di impianti di automazione completi;

- generazione di trend/report per la visualizzazione ed interpretazione di dati, misure e stato degli impianti.

5 - Mitsubishi Adroit Process Suite (MAPS)

5.1 – Introduzione

Passiamo ora alla descrizione del pacchetto software oggetto di questa tesi: MAPS. MAPS (Mitsubishi Adroit Process Suite) rappresenta un innovativo tool di sviluppo di progetti per l'automazione industriale che semplifica notevolmente la progettazione di tutte le parti che costituiscono un generico progetto, permettendo la gestione del tutto direttamente da un'unico punto, permettendo anche di diminuire drasticamente i tempi di sviluppo di un generico progetto.

La gestione di tutte le fasi di progettazione da un unico punto caratterizzato dal pacchetto software in questione è garantito grazie ad una funzionale intergrazione della parte di progetto SCADA di automazione industriale, ossia la parte di supervisione del progetto, con la parte di programmazione PLC, ossia la programmazione della logica di gestione dell'impianto implementata all'interno della CPU dell'unità programmabile PLC in uso: tale integrazione è permessa attraverso la realizzazione di un pacchetto che appunto integra sia l'ambiente di sviluppo SCADA realizzato in particolare da Adroit (azienda leader nella progettazione di sistemi SCADA) sia l'ambiente di sviluppo della programmazione PLC, in particolare la gestione dell'ambiente GX Works di Melsec per la programmazione dei PLC della casa Mitsubishi.

La soluzione offerta da MAPS nasce, infatti, dalla collaborazione di 4 compagnie:

- **Mitsubishi Electric** : produzione dei PLC, unità di supporto e dispositivi per l'automazione industriale;
- **Adroit Technologies** : produzione e sviluppo software per la creazione di progetti SCADA volti all'automazione industriale;
- **CBI Electric** : azienda di distribuzione dei prodotti Mitsubishi in Sud Africa (sede dell'azienda);
- **DesSoft** : sviluppatori di software per la gestione di database dei componenti elettrici e di strumentazione per la progettazione di impianti industriali.

Una nota in particolare va fatta per il software DesSoft: la gestione di questo permette di creare il progetto direttamente dal tool DesSoft il quale gestendo un database insieme a quello di Maps in particolare attraverso il server SQL di Microsoft, permette di gestire anche la parte di documentazione e report del progetto, permettendo una gestione davvero completa del progetto attraverso la realtà offerta da MAPS. L'utilizzo di tale software non è strettamente necessario al corretto utilizzo di Maps, anche se le funzionalità e possibilità offerte sono molto utili ed interessanti.



Illustrazione 41: Visione di insieme delle funzionalità di Maps [3]

Il processo produttivo di un progetto può quindi essere interamente gestito da un unico punto rappresentato dal sistema MAPS, a partire dall'ideazione al commissionamento, la progettazione su carta del progetto, la realizzazione dell'ambiente SCADA del progetto e della programmazione del controtore PLC fino alla manutenzione del tutto attraverso la supervisione e la modifica automatica dei componenti di progetto.

Le applicazioni nella quali l'impiego di MAPS può essere utilizzato in modo efficiente e funzionale sono molteplici:

- industria manifatturiera;
- industria petrolchimica;

- produzione di prodotti alimentari;
- trattamento acque
- industria chimica, farmaceutica e medicale;
- distribuzione e gestione dell'energia;
- ecc...

5.2 – Architettura del sistema

Come già esposto, il sistema offerto da MAPS offre l'integrazione di più componenti software:

- Adroit SCADA software
- Mitsubishi GX Works
- Maps 1-Engineer

Inoltre all'interno della realtà Maps si distinguono ulteriori 3 componenti (che verranno esposte in dettaglio successivamente):

- Maps Server
- Maps Designer
- Maps Operator

Inoltre la creazione di un nuovo progetto va a creare un Database nel quale andranno ad essere allocati tutti i file e configurazioni di progetto, il quale è gestito generalmente dall'SQL Server 2008 R2, fornito da Microsoft.

La gestione del progetto realizzata dal centro nevralgico costituito dal Maps Server concerne anche la diretta comunicazione tra il suddetto server di Maps e l'Adroit Agent Server che gestisce i componenti, detti "agenti", che costituiscono la parte SCADA del progetto. Il loro avvio e stato può essere simultaneamente gestito dal Maps Enterprise Manager.

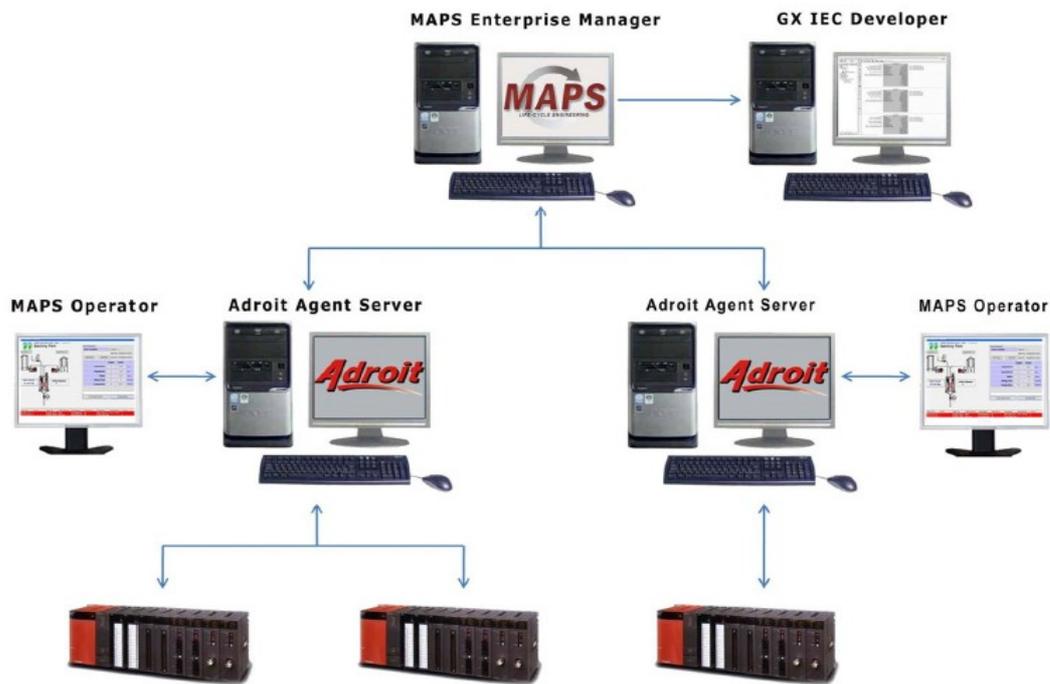


Illustrazione 42: Struttura del sistema MAPS – Comunicazione del Maps Server [4]

Il centro nevralgico del sistema è appunto rappresentato dal **Maps Server** che va direttamente a connettersi con il database Maps



SQL attraverso il server SQL.

In questo database sono di fatto memorizzati tutti i modelli di libreria disponibili nella realtà offerta da MAPS e che potranno essere utilizzati nel proprio progetto. La realtà offerta da Maps permette, infatti, di velocizzare i tempi di sviluppo dei progetti permettendo il riutilizzo di oggetti pre-configurati e strutturati, per i quali quindi basterà, in fase di progettazione, modificare la configurazione e l'assegnazione dei dispositivi elettronici e di strumentazione per ogni singolo progetto. Ad ogni modello di MAPS è poi associato uno specifico elemento grafico della parte SCADA (inclusi dei funzionali ed intuitivi faceplate per la gestione diretta da parte degli operatori) ed un blocco funzione di programmazione PLC. Sia per quanto riguarda la programmazione del blocco funzione sia per la parte SCADA, il modello genera anche tutte le variabili opportune ed i tag SCADA dei vari segnali.

Ogni progetto con MAPS detiene il suo specifico database



ove vengono memorizzati tutte le configurazioni di progetto riguardanti l'indirizzo del PLC in uso, i modelli utilizzati, il nome dei tag associati a tutti i segnali del progetto e tutti i loto agenti, la struttura gerarchica stessa del progetto e la documentazione generata.

Per sfruttare poi tutte le possibilità offerte dal pacchetto MAPS è possibile anche sfruttare l'ausilio del software di DesSoft, Maps 1-Engineer, con il quale possiamo effettuare la configurazione di tutti i componenti elettrici e di strumentazione del progetto ed automaticamente generare il progetto SCADA e PLC su Maps attraverso una comunicazione diretta tra il database di progetto e quello DesSoft:



entrambi facenti uso del server SQL.

Dopo aver effettuato la connessione con il database, il Maps Server va a connettersi con l'Adroit Agent Server, che rappresenta lo SCADA Server e tramite di esso va appunto a generare lo SCADA del progetto: questi va ad effettuare la comunicazione diretta con il PLC e gestisce la scansione di tutti gli agenti di progetto rappresentanti i segnali utili con gli effettivi ingressi fisici associati al PLC che gestiscono il sistema di controllo progettato.

Infine il Maps Server è in diretta comunicazione con Maps Designer attraverso il quale è possibile gestire la parte SCADA del progetto e generare la programmazione del PLC o viceversa attraverso la gestione dei modelli di libreria del sistema MAPS e successivamente tramite l'editor del codice GX Works, può caricare il codice sul dispositivo programmabile.

La struttura si conclude con il Maps Operator: questi rappresenta la possibilità da parte degli operatori di visualizzare l'andamento del sistema progettato ed il suo corretto funzionamento sia attraverso la parte SCADA (in modalità di esecuzione dal Maps Designer) sia attraverso la parte PLC (in modalità di monitoraggio da GX Works) attraverso il Maps Server.

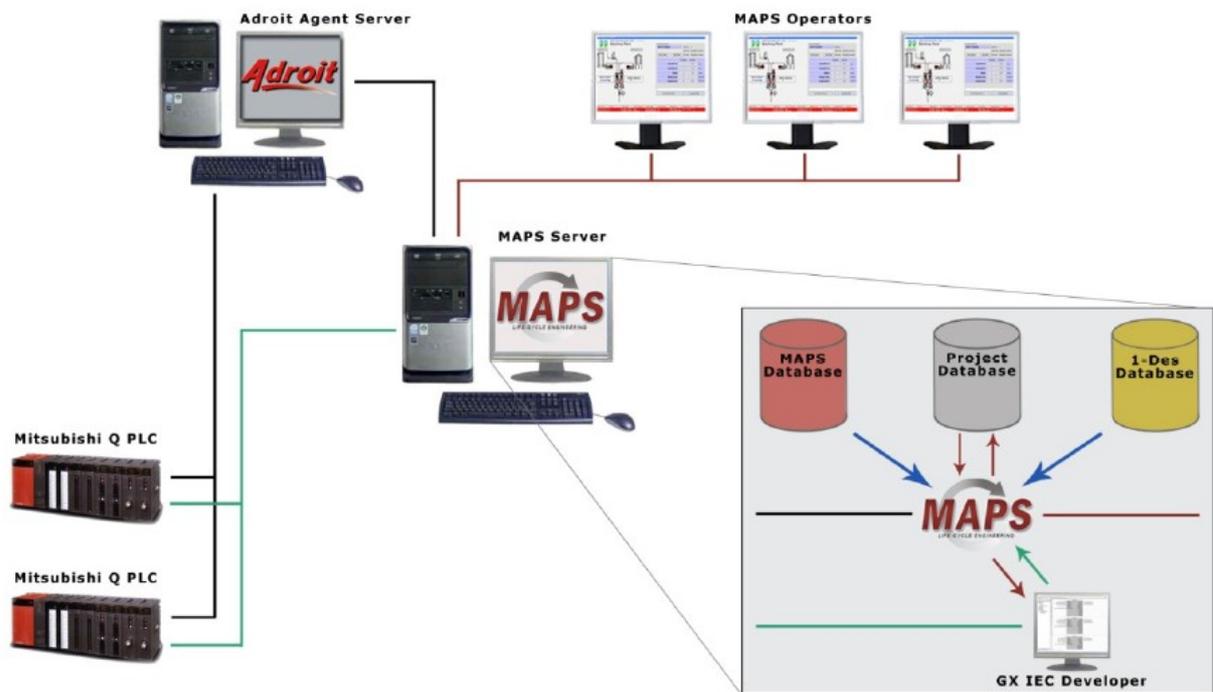


Illustrazione 43: Struttura del sistema MAPS – Gestione database di progetto da parte del Maps Server [5]

5.3 – Componenti principali di MAPS

5.3.1 – Mitsubishi Gx Works 2

Come già esposto nel paragrafo relativo al software Mitsubishi, Gx Works rappresenta il software base di programmazione dei PLC Mitsubishi ed parte integrante del sistema Maps. E tramite questo software che il MAPS Server integra la parte di programmazione PLC della progettazione, garantendo la gestione della stessa programmazione da un unico punto parallelamente alla programmazione SCADA.

Gx Works viene infatti lanciato direttamente dal Maps Server attraverso il Maps Designer per creare la parte di programmazione PLC in modo automatico a partire della configurazione dell'hardware di progetto effettuata o tramite foglio di calcolo Excel attraverso Maps 1-Engineer o attraverso la creazione di progetto SCADA dal Designer stesso (flusso di progetto che sarà esposto nel dettaglio successivamente).

Il tutto è appunto generato in automatico a partire della configurazione delle componenti elettriche e di strumentazione di progetto attraverso un semplice click su "Build PLC Project", attraverso il quale il Maps Server va a caricare dal Maps Database quali modelli pre-caricati di Maps dovranno essere utilizzati: in questo modo vengono caricati insieme agli elementi visuali SCADA anche i corrispondenti blocchi funzione di gestione dei componenti in modo automatico, i quali vanno quindi ad essere visualizzati mediante l'interfaccia del GX Works permettendo ai progettisti le eventuali modifiche ed il successivo caricamento all'interno della CPU in uso attraverso la procedura descritta nel paragrafo sulla programmazione.

Lista dei blocchi funzione pre-caricati forniti da MAPS

Componenti elettrici:

DOL_A_v1_0 : Advanced Direct Online Starter (motor)

DOL_B_v1_0 : Basic Direct Online Starter (motor)

DOL_S_v1_0 : Standard Direct Online Starter (motor)

VALVE_D_A_v1_0 : Advanced Double Actuating Valve

VALVE_D_B_v1_0 : Basic Double Actuating Valve

VALVE_D_S_v1_0 : Standard Double Actuating Valve

VALVE_S_A_v1_0 : Advanced Single Actuating Valve

VALVE_S_B_v1_0 : Basic Single Actuating Valve

VALVE_S_S_v1_0 : Standard Single Actuating Valve

Strumentazione:

AI_A_v1_0 : Advanced Analog Input

AI_B_v1_0 : Basic Analog Input

AI_S_v1_0 : Standard Analog Input

AO_A_v1_0 : Advanced Analog Output

AO_B_v1_0 : Basic Analog Output

AO_S_v1_0 : Standard Analog Output

DI_A_v1_0 : Advanced Digital Input

DI_B_v1_0 : Basic Digital Input

DI_S_v1_0 : Standard Digital Input

DO_A_v1_0 : Advanced Digital Output

DO_B_v1_0 : Basic Digital Output

DO_S_v1_0 : Standard Digital Output

GS_A_v1_0 : Advanced Group Start

GS_S_v1_0 : Standard Group Start

PID_A_v1_0 : Advanced PID Control

PID_S_v1_0 : Standard PID Control

VESSEL_A_v1_0 : Advanced Vessel

VESSEL_B_v1_0 : Basic Vessel

VESSEL_S_v1_0 : Standard Vessel

In fase di progettazione della parte SCADA di visualizzazione del progetto una volta inseriti i dispositivi sarà di fondamentale importanza associare correttamente i nomi di istanza associati ai blocchi funzione con gli agenti della parte SCADA: questo viene di fatto generato in automatico previa configurazione di tutti i tag di progetto (si veda il flusso di progetto del paragrafo successivo).

In questo modo ci sarà la corrispondenza totale tra la parte SCADA e PLC e quindi il monitoraggio del funzionamento dell'impianto potrà essere effettuato sia da GX Works sia dal Maps Operator.

5.3.2 – Maps Server

Parte fondamentale dell'utilizzo di tutto il pacchetto Maps è il Maps Server, il quale gestisce tutte le operazioni dell'intero sistema Maps: questi opera non solo la gestione dei database per il caricamento dei modelli pre- installati in Maps per la realizzazione dei progetti SCADA ma anche la gestione dell'integrazione vera e propria tra, appunto , gli agenti della parte SCADA gestiti dell'Adroit Server con la parte PLC che va appunto ad essere generata automaticamente a partire da quella SCADA oppure a partire della configurazione dei dispositivi mediante Maps 1-engineer: la gestione dell'intergrazione viene affidata in tutto al Server, al quale si deve accedere all'inizio della sessione di lavoro attraverso l'opportuno login.

Il sistema Maps è infatti incentrato su un livello di sicurezza particolarmente curato: l'accesso a tutti gli elementi di Maps deve essere effettuato con i proprio login di sistema che può essere sia un utente del PC locale in cui è installato il software, sia un utente di dominio, se l'utente è inserito in un concetto di rete locale aziendale.

L'accesso a Maps, avviene connettendosi appunto al Maps Server, che accetta solo ed esclusivamente il login e la password dell'utente attivo sulla macchina in uso: dimenticanze delle credenziali o tentativo di accesso ad utenti non autorizzati sono quindi tassativamente esclusi, garantendo un buon livello di sicurezza dei progetti .

Altre impostazione avanzate e caratteristiche dei livelli di sicurezza offerti da MAPS saranno esposti successivamente in un paragrafo dedicato.

Il Maps Server, inoltre, può essere gestito essenzialmente in due modalità, che differiscono essenzialmente dal tipo di accesso che consentono:

- Maps Server in modalità applicazione : l'avvio come applicazione necessita di un utente di accesso a Maps che non necessariamente è l'utente di sistema della macchina;

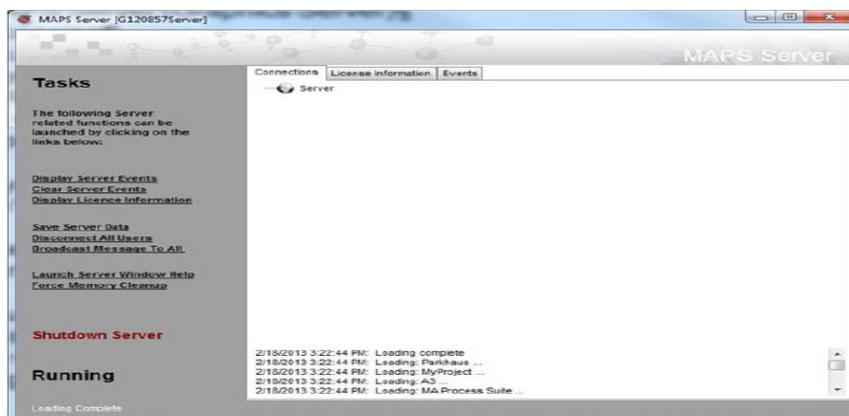


Illustrazione 44: Gestione Maps Server modalità applicazione

- Maps Server in modalità servizio : l'avvio come applicazione non necessita di un utente di accesso a Maps poichè questi è avviato direttamente dall'utente di sistema: basterà inserire nuovamente l'utente e la password di accesso di Windows;

Nota: non possono essere attivi contemporaneamente entrambe le modalità: applicazione e servizio del server non possono essere entrambe attive, così come non possono essere attive contemporaneamente due servizi server o due applicazioni server.

Nota 2: l'utente di accesso al Server, sia in modalità servizio sia in modalità applicazione del server, deve avere privilegi di amministratore di Windows, questo sia che tale utente sia interno al PC in uso, sia che faccia parte di un dominio.

All'avvio di Windows il server viene avviato in modalità di servizio il che rende già pronto l'utilizzo dei componenti di Maps.

Oltre che al Maps Server, la gestione degli apparati di servizio del sistema Maps viene gestito dal server del pacchetto Adroit del software: in questo caso quindi si parla dell'Adroit Agent Server, che verrà trattato nel prossimo sottoparagrafo.

La visualizzazione dello stato dei due server del sistema Maps e la loro gestione (avvio, reset, blocco) possono essere effettuati dall'Adroit Service Manager, un applicativo .exe installato nel pacchetto di installazione Adroit:

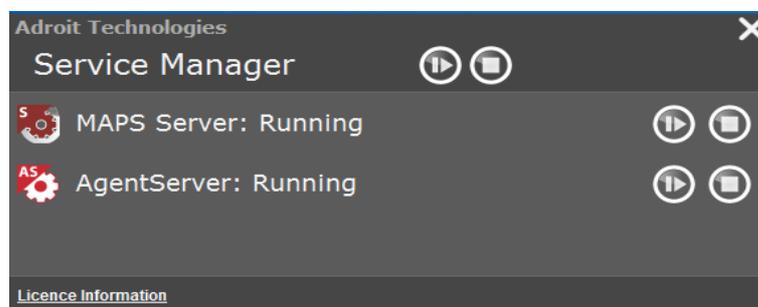


Illustrazione 45: Adroit Service Manager

Modalità di funzionamento: Running, Stopped

Nota: Adroit Service Manager permette la visione e gestione dei server solo quando questi sono in modalità di servizi.

Quando il Maps Server è avviato come servizio viene comunque visualizzato anche nella barra di Windows il suo stato:



Se appare il rosso, il server non è avviato o in modalità stop;

Se appare il giallo, il server è in modalità di lancio e si sta avviando;

Se appare il verde, il server è attivo.

5.3.3 – Adroit SCADA software

Parte integrante del pacchetto Maps è rappresentato dal software sviluppato da Adroit riguardante lo sviluppo della parte SCADA di progetto: Adroit SCADA è software client-server costituito essenzialmente da due principali applicazioni:

- Adroit Agent Server
- Adroit User Interface

Nota: non si tratterà del secondo componente, l'User Interface (UI) rappresentante l'interfaccia grafica utente per la creazione del progetto visuale dello SCADA per il semplice motivo che questo pacchetto è direttamente integrato nel componente Maps Designer, nell'ambito dell'integrazione che è caratteristica peculiare e fondamentale di questo pacchetto software.

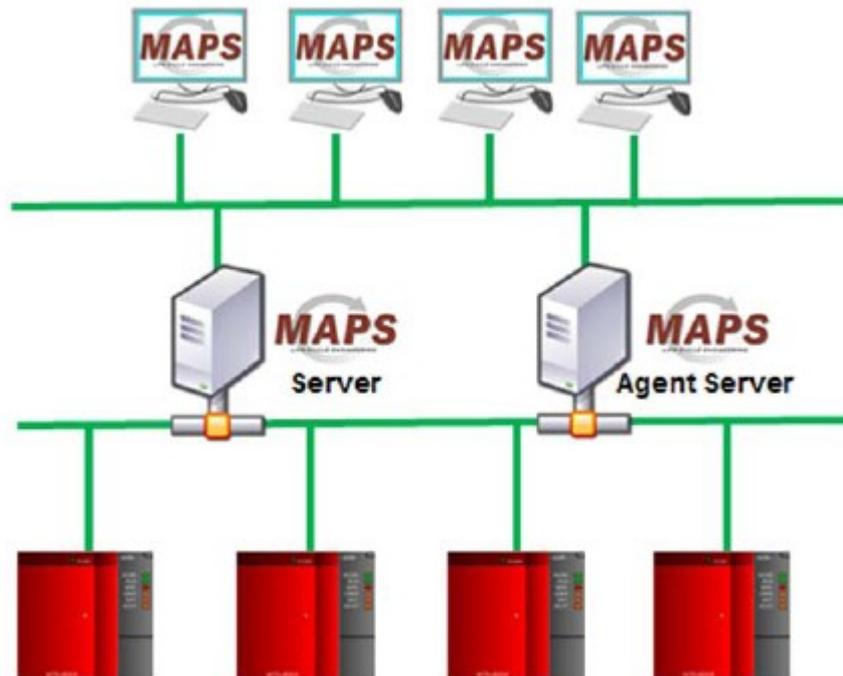


Illustrazione 46: Architettura Adroit SCADA software [6]

Come possiamo vedere dell'immagine di cui sopra, il Maps Server è affiancato dall'Agent Server nella gestione dei componenti visuali della parte SCADA di progetto i quali sono associati a determinati agenti che caratterizzano il comportamento visuale del progetto SCADA i quali possono essere visualizzati sui PC di interfacciamento per gli operatori (mediante il Maps Operator) oppure sui pannelli HMI di gestione (cui si è parlato in precedenza). A tali agenti sono associati un serie di segnali di diverso tipo i quali sono a loro volta associati ad ingressi fisici (o virtuali) dei dispositivi PLC che si interfacciano ai componenti di campo del

sistema fisico vero e proprio da controllare.

Lo scopo è quello di comunicare con i dispositivi del sistema di controllo SCADA del progetto che gestiscono il flusso di informazioni (variabili, segnali, ecc..) provenienti e relativi ai dispositivi fisici veri e propri dell'impianto in modo da poter gestire il flusso di informazioni e gestirle in un database in tempo reale circa la situazione attuale del sistema da controllare in modo da poter essere gestito dagli operatori SCADA e poter memorizzare i dati, caratterizzare trend dell'andamento dell'impianto e detenere storici sugli stati del sistema. Lo scopo rientra quindi nell'ambito della teoria e delle pratiche di Supervision Control and Supervision Acquisition (SCADA) già esposte precedentemente.

L'interfacciamento tra i dispositivi fisici atti allo scambio ed alla gestione delle informazioni tipiche per la supervisione (RTU, PLC, Dataloggers, ecc..) viene gestito dell'Adroit Server mediante una serie di opportuni driver di protocollo che vengono in parte installati con l'installazione di Maps e comunque disponibili da scaricare gratuitamente dal produttore del software. La collezione di driver permette la gestione di una vasta gamma di dispositivi che possono essere previsti nella progettazione del sistema di controllo dell'impianto di commessa.

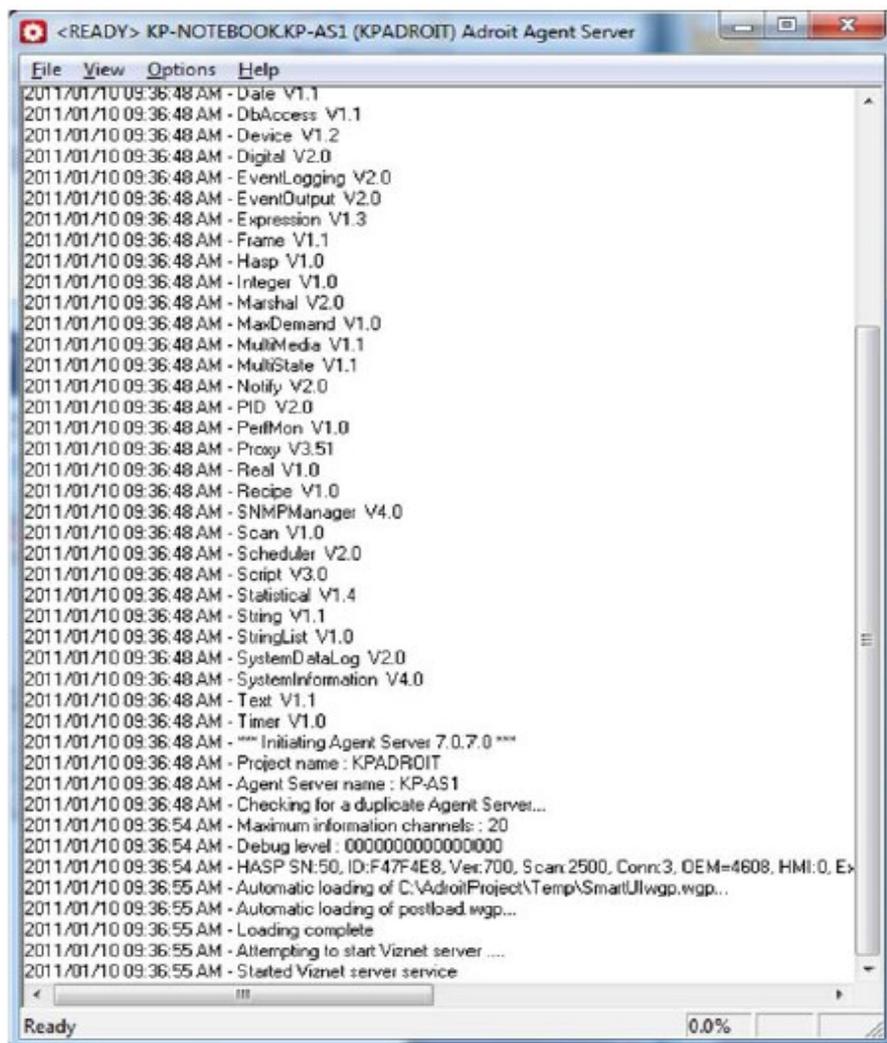


Illustrazione 47: Adroit Agent Server

Come possiamo vedere dall'immagine di cui sopra, l'Agent Server (AS) si presenta come un vero e proprio database contenente tutti gli agenti (tags) associati ai segnali ed ai dispositivi del progetto SCADA e PLC, tutti i driver di comunicazione con i dispositivi virtuali e reali (i file dei driver sono dei file DLL specifici per ogni tipo di dispositivo) e tutte le informazioni sulle configurazioni del server stesso: tali informazioni sono contenute in particolare file database, con estensione .WGP, memorizzate nel disco fisso del PC di installazione. In particolare si imposta in fase di configurazione del server di progetto il percorso dove tale file andrà memorizzato. La configurazione del Server Adroit rappresenta il punto fondamentale nel flusso di progetto di utilizzo di Maps, poichè in questo si vanno ad impostare il nome del server, il file di configurazione, il PLC utilizzato e la comunicazione con esso: tutto il processo sarà descritto in seguito nel flusso di progetto di realizzazione del stazione di mixaggio del capitolo successivo.

5.3.4 – Maps Designer

Il Maps Designer rappresenta, insieme al Maps Operator, uno dei software client a sostegno del Maps Server nella realizzazione di un intero progetto mediante la realtà implementativa offerta da Maps.

Maps Designer è il centro di progettazione vero e proprio del sistema Maps poichè da qui si gestisce l'intero progetto che si va a realizzare sia dal punto vista implementativo della parte SCADA attraverso l'integrazione dell'editor software Adroit Smart User Interface appunto utilizzato per la realizzazione del progetto SCADA attraverso i componenti grafici, i modelli degli strumenti e componenti di progetto, le finestre di navigazione e visualizzazione, ecc.. , sia la parte di realizzazione del progetto PLC che va ad appoggiarsi al GX Works.



Illustrazione 48: Visione Maps Designer

All'interno del Designer viene offerta la possibilità di visualizzare e gestire l'albero di progetto che rispetta le regole descritte dallo standard S88 ISA (che sarà descritto nel paragrafo successivo) e tutte le librerie di sistema contenenti tutti i modelli ed elementi grafici che possono essere utilizzati all'interno del progetto SCADA.

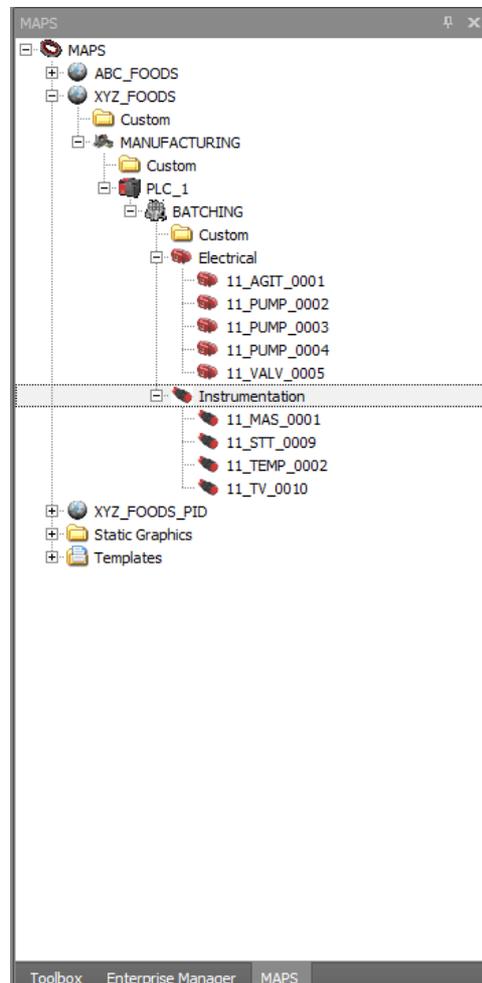


Illustrazione 49: Menù navigazione ad albero progetto Maps

Nota bene: per effettuare l'accesso al Maps Designer è necessario accedere con le credenziali di utente di sistema al Server: l'accesso è necessario al fine del funzionamento del Designer ed è quindi necessario anche verificare che il server si correttamente avviato e funzionante.

5.3.5 – Maps Operator

Dopo aver effettuato tutta la progettazione grafica del progetto, si passa alla visualizzazione dell'ambiente visuale che rappresenta il progetto SCADA realizzato mediante il secondo client software a disposizione del Maps Server il quale viene rappresentato dal Maps Operator.

Non c'è molto da dire su questo client software poichè il suo ruolo è semplicemente quello di visualizzare il progetto realizzato ed il suo funzionamento in esecuzione.

Allo stesso modo di come si era fatto per il Designer è necessario effettuare il login con utente e password di amministrazione del server.

Successivamente appare la schermata di visualizzazione del progetto, con la quale l'utente può andare ad interagire per verificare il corretto funzionamento del progetto.

Da questa interfaccia è possibile la visualizzazione di tutte quelle schermate di interazione con i dispositivi che sono disponibili nei modelli pre-caricati di Maps nonchè è possibile effettuare una diagnostica diretta di tutti i dispositivi.

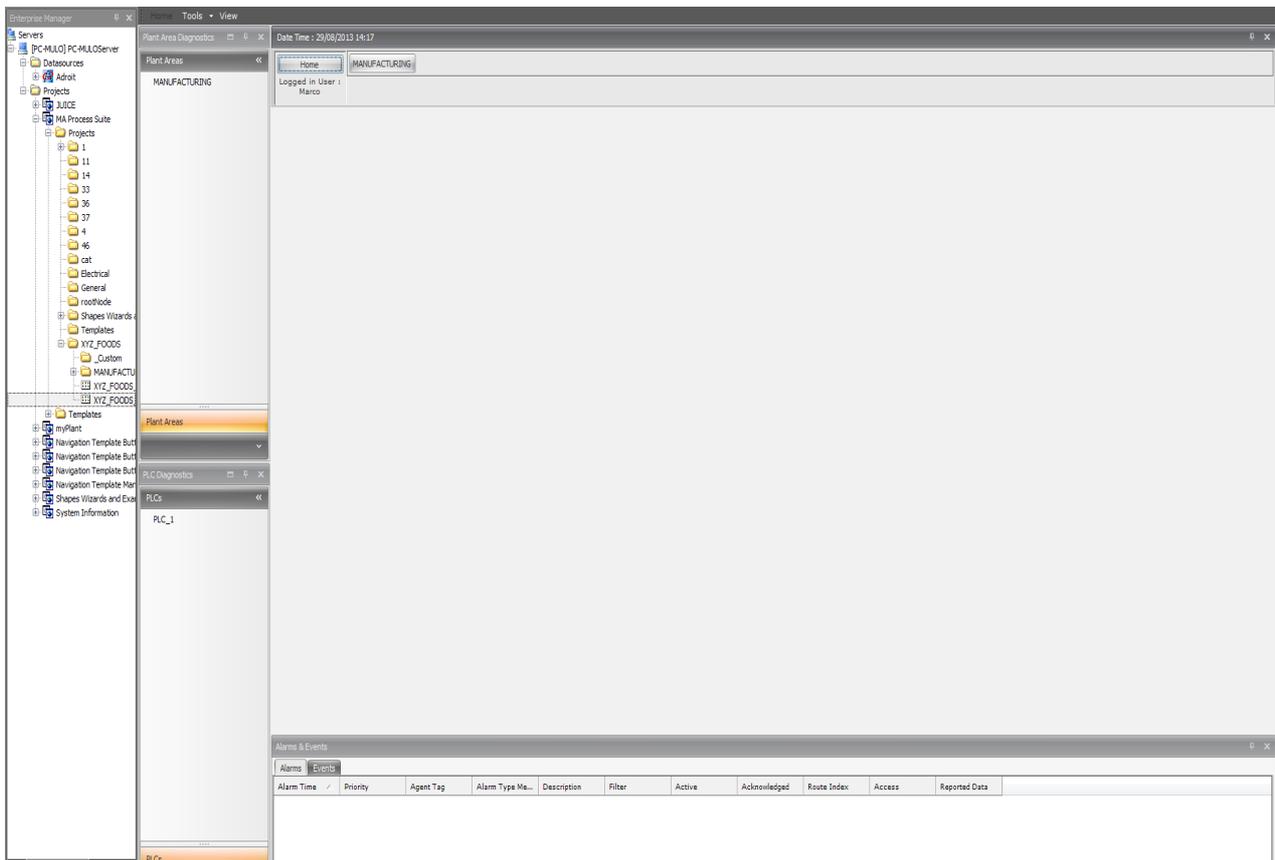


Illustrazione 50: Visione Maps Operator

5.3.6 – Maps 1-Engineer

Per completare le possibilità offerte dell'ambiente Maps, andiamo a descrivere le caratteristiche dell'ultimo componente parte della realtà Maps che è rappresentato dal software Maps 1-Engineer.

Il software, sviluppato da DesSoft corporation, rappresenta un elemento particolarmente utile in fase di progettazione poichè permette la gestione della documentazione di progetto, dei report e trend nonché la possibilità di gestire la configurazione degli elementi, elettrici e di strumentazione facenti parte del progetto. Utilizzando semplici fogli di calcolo gestiti da software come Excel, Liberooffice, ecc.. , è possibile effettuare a priori la configurazione dei componenti elettrici e di strumentazione del progetto specificando tutte le loro caratteristiche all'interno del progetto stesso.

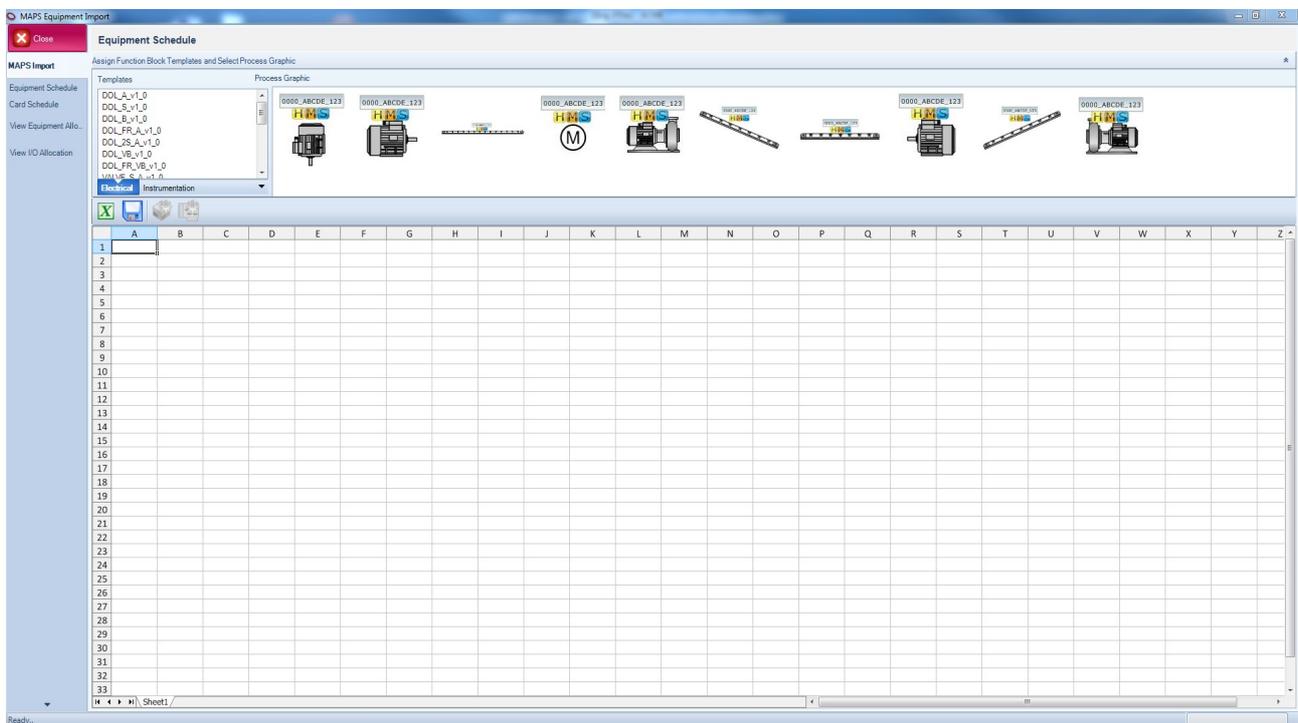


Illustrazione 51: Visione Maps Engineer

L'accesso al programma è gestito da un accesso con login che non è quello di accesso a Maps ma semplicemente un account "Administrator" predefinito.

In particolare la configurazione viene divisa in 2 sezioni:

- **Equipment Schedule** : in questa parte si specificano le configurazioni inerenti all'area di appartenenza nel progetto, il PLC di gestione, il processo di controllo coinvolto del progetto ed modello SCADA grafico di libreria associato nonché il nome di istanza;

Plant Area Name (S88 Plant Area)	Plant Description	MAPS Server Code	Adroit Datasource Name	PLC Name (S88 Process Cell)	Adroit Device Name	Process Unit (S88)	Equipment Tagname	Description	MAPS Template	Process Graphic	I/O	TableName	
Batching_Plant	Batching Plant	11	Default	Adroit	BATCHING_PL_C	CPU1	Batching	11-WT-001	Tank Weight	AL_A_v1_0	MA Process Suite.Templates.AL_A_v1_0_AI	AI	IINDEX
Batching_Plant	Batching Plant	11	Default	Adroit	BATCHING_PL_C	CPU1	Batching	11-AG-001	Agitator	DOL_A_v1_0	MA Process Suite.Templates.DOL_A_v1_0_MOTOR_LEFT	N/A	EINDEX
Batching_Plant	Batching Plant	11	Default	Adroit	BATCHING_PL_C	CPU1	Batching	11-PMP-001	Water Pump	DOL_A_v1_0	MA Process Suite.Templates.DOL_A_v1_0_PUMP_RIGHT	N/A	EINDEX
Batching_Plant	Batching Plant	11	Default	Adroit	BATCHING_PL_C	CPU1	Batching	11-PMP-001A	Ingredient A Pump	DOL_A_v1_0	MA Process Suite.Templates.DOL_A_v1_0_PUMP_RIGHT	N/A	EINDEX
Batching_Plant	Batching Plant	11	Default	Adroit	BATCHING_PL_C	CPU1	Batching	11-PMP-001B	Ingredient B Pump	DOL_A_v1_0	MA Process Suite.Templates.DOL_A_v1_0_PUMP_LEFT	N/A	EINDEX
Batching_Plant	Batching Plant	11	Default	Adroit	BATCHING_PL_C	CPU1	Batching	11-TT-001	Tank Temperature	AI_A_v1_0	MA Process Suite.Templates.AI_A_v1_0_AI	AI	IINDEX
Batching_Plant	Batching Plant	11	Default	Adroit	BATCHING_PL_C	CPU1	Batching	11-TV-001	Steam Valve	PID_A_v1_0	MA Process Suite.Templates.PID_A_v1_0_PID	AI	IINDEX
Batching_Plant	Batching Plant	11	Default	Adroit	BATCHING_PL_C	CPU1	Batching	11-LV-001A	Drain Valve	VALVE_S_A_v1_0	MA Process Suite.Templates.VALVE_S_A_v1_0_VALVE_LEFT	N/A	EINDEX
Batching_Plant	Batching Plant	11	Default	Adroit	BATCHING_PL_C	CPU1	Batching	11-GS-001	Batch Start	GS_A_v1_0	MA Process Suite.Templates.GS_A_v1_0_GS	DI	IINDEX

Illustrazione 52: Equipment Schedule Excel Configuration

- I/O Allocation** : in questa sezione, invece, si andrà a specificare la configurazione di ingressi ed uscite fisiche e virtuali del progetto: unità di ingresso ed uscita montate sulla barra base del sistema PLC, indirizzamento secondo enumerazione esadecimale esposta nella sezione sull'hardware, rack di appartenenza nel sistema ed indirizzamento anche dei dispositivi virtuali eventualmente utilizzati;

Panel	PLC Name	Description	Rack	Slot	IO Type	Chnl Count	Start Address		
100-LCP-001	BATCHING_PL_C	QX81 - 32 Channel Digital Input (24 Vdc)	00	00	DI	32	X00		
100-LCP-001	BATCHING_PL_C	QX81 - 32 Channel Digital Input (24 Vdc)	00	01	DI	32	X20		
100-LCP-001	BATCHING_PL_C	QY81P- 32 Channel Digital Output (24 Vdc)	00	02	DO	32	Y40	X - js Optional	
100-LCP-001	BATCHING_PL_C	Q68ADI - 8 Chanel Analogue Input (Current)	00	03	AI	8	60	Y - js Optional	
100-LCP-001	BATCHING_PL_C	Q68DAI - 8 Chanel Analogue Output (Current)	00	04	AO	8	80		
100-LCP-001	BATCHING_PL_C	Used for Analogue In	Virtual	IO	AI	8	D01024	D	1024
100-LCP-001	BATCHING_PL_C	Used for Analogue Out	Virtual	IO	AO	8	D01032	D	1032
100-LCP-001	BATCHING_PL_C	Used for Remote Inputs	Virtual	IO	RI	0	D01040	D	1040
100-LCP-001	BATCHING_PL_C	Used for Remote Outputs	Virtual	IO	RO	0	D01040	D	1040
100-LCP-001	BATCHING_PL_C	SCADA Control - Low Scan Rates	Virtual	IO	SCL	100	D01040	D	1040
100-LCP-001	BATCHING_PL_C	SCADA Control - High Scan Rates	Virtual	IO	SCH	0	D01140	D	1140
100-LCP-001	BATCHING_PL_C	SCADA Status- Low Scan Rate	Virtual	IO	SSL	50	D01140	D	1140
100-LCP-001	BATCHING_PL_C	SCADA Status- High Scan Rate	Virtual	IO	SSH	0	D01190	D	1190

Illustrazione 53: I/O Allocation Excel Configuration

Come visibile nell'immagine sopra di visuale , il collegamento diretto a Excel permette il caricamento dei fogli di calcolo precedentemente configurati dall'utente.

Una volta caricata la configurazione scritta sul foglio di calcolo è possibile effettuare la creazione del progetto direttamente su Maps che creerà in automatico il progetto come se lo si creasse direttamente dal Maps Designer.

Una volta importato e creato il progetto si andranno a concludere tutte le configurazioni direttamente del Designer, come la visualizzazione dello SCADA ed il suo completamento, la creazione del progetto PLC e la corrispondente assegnazione dei tag di corrispondenza SCADA/PLC. Il software 1-Engineer si appoggia al server SQL di Microsoft per la gestione del database degli elementi di progetto, il quale si appoggia a quello della gestione del progetto su Maps.

Oltre alla possibilità di creazione del progetto direttamente dalla configurazione degli elementi da foglio di calcolo Excel, il software Maps 1- Engineer presenta altre

importanti caratteristiche e funzionalità che lo rendono uno strumento di grande interesse nella progettazione di sistemi di controllo e che quindi completano al meglio le possibilità di integrazione e controllo delle fasi di progettazione attraverso il sistema Maps.

Il software è sviluppato da DesSoft il quale sviluppa una serie di software per la gestione di molti parti di progetto come le gestione del database di progetto, gestione della documentazione di progetto, creazione di controllori PID, disegno di schemi elettrici e connessione dei vari dispositivi del sistema, ecc....



Illustrazione 54: Pacchetti software DesSoft

All'interno dell'ambiente Maps, si è integrata la presenza predefinita dei software DesSoft:

- FDes : parte software di configurazione componenti elettrici
- e di strumentazione del progetto: rappresenta la funzionalità di creazione del progetto Maps attraverso il software 1-Engineer;
- 1View : parte software che concerne la possibilità di disegno dei moduli del progetto;

Anche se viene offerta la possibilità di integrare il tutto anche con gli altri pacchetti di cui sopra. Le possibilità offerte dall'utilizzo di Maps 1-Engineer nello sviluppo del proprio progetto sono molteplici: questi infatti presenta anche molte librerie per la gestione soprattutto della documentazione, come ad esempio tavole per il disegno della situazione del proprio sistema controllato (quindi PLC e sue connessioni) ma anche documenti per il calcolo dei costi di produzione del sistema e fogli per il report dei risultati di esecuzione dell'impianto.

Card Schedule							
ProjectName		ProjectDescription				DesSoft	
Revision		Rev	Page 1 of 1		Generated by FDes		
Revised By	Checked By	Revision Date	martedì 10				
TagNum	Manufacturer	Description	Rack	Node	Num	IO	Rev
DI-00-00			00		00	DI	
DI-00-01			00		01	DI	
DO-00-02			00		02	DO	
AI-00-03			00		03	AI	
AO-00-04			00		04	AO	
AI-Virtual-IO			Virtua		IO	AI	
AO-Virtual-IO			Virtua		IO	AO	
RI-Virtual-IO			Virtua		IO	RI	
RO-Virtual-IO			Virtua		IO	RO	
SCL-Virtual-IO			Virtua		IO	SCL	
SCH-Virtual-IO			Virtua		IO	SCH	
SSL-Virtual-IO			Virtua		IO	SSL	
SSH-Virtual-IO			Virtua		IO	SSH	

Illustrazione 55: Documentazione Maps Engineer: dispositivi sistema

PLC Panel:
100-

Rack: 00 Slot: 00	18 11- PMB-001R_Run_FB	Rack: 00 Slot: 01	18	Rack: 00 Slot: 02	18	Rack: 00 Slot: 03	Rack: 00 Slot: 04
	19 11- PMB-001R_Isolator		19		19		
	20 11- PMB-001R_MCC_H		20		20		
	21 11- PMB-001R_MAN_S		21		21		
	22 11- PMB-001R_MAN_S		22		22		
	23 11- LV001A_Open_Pos		23		23		
Type: DI		Type: DI		Type: DO		Type: AI	Type: AO
01 11-AG-001_Run_FB	24 11- LV001A_Close_Pos	01	24	01 11- AG-001_DOL_START	24	01	01
02 11- AG-001_Isolator_CI	25 11- LV001A_Safety_Int	02	25	02 11- PMB-001_DOL_STA	25	02	02
03 11- AG-001_MCC_Health	26 11- LV001A_MAN_Ope	03	26	03 11- PMB-001A_DOL_ST	26	03	03
04 11- AG-001_Safety_Int	27 11- LV001A_MAN_Clos	04	27	04 11- PMB-001B_DOL_ST	27	04	04
05 11- AG-001_MAN_STA	28	05	28	05 11- LV001A_Open_CM	28	05	05
06 11- AG-001_MAN_STO	29	06	29	06	29	06	06
07 11- PMB001_Run_FB	30	07	30	07	30	07	07
08 11- PMB001_Isolator_C	31	08	31	08	31	08	08
09 11- PMB001_MCC_He	32	09	32	09	32		
10 11- PMB001_Safety_Int		10		10			
11 11- PMB001_MAN_ST		11		11			
12 11- PMB001_MAN_ST		12		12			
13 11- PMB001A_Run_FB		13		13			
14 11- PMB001A_Isolator		14		14			
15 11- PMB001A_MCC_H		15		15			
16 11- PMB001A_MAN_S		16		16			
17 11- PMB001A_MAN_S		17		17			

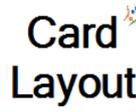
				ProjectDescription			
				ProjectName			
				DATE	PAGE		
REV	BY	DATE	STATUS	10/09/2013	1 of 2		

Illustrazione 56: Documentazione Maps Engineer: collegamenti sistema

Instrument Costs						
ProjectName		ProjectDescription				
Revision		Rev	Page 1 of 5			
Revised By	Checked By	Revision Date	martedì 10			
TagNum	Manufacturer	Model	Unit Cost			
11-WT-001_AI_Raw						
11-WT-001_SCADA_CW						
11-WT-001_HH_Alarm_SP						
11-WT-001_H_Alarm_SP						
11-WT-001_L_Alarm_SP						
11-WT-001_LL_Alarm_SP						
11-WT-001_AI_MinIn						
11-WT-001_AI_MaxIn						
11-WT-001_AI_MinOut						
11-WT-001_AI_MaxOut						
11-WT-001_AI_SIM_SP						
11-WT-001_AI_Alarm_Hyst						
11-WT-001_SCADA_SW						
11-WT-001_AI_PV						
11-WT-001_AI_S_Raw						
11-AG-001_Run_FB						
11-AG-001_Isolator_Closed_FB						
11-AG-001_MCC_Healthy_FB						
11-AG-001_Safety_Interlock_OK						
11-AG-001_MAN_START_FIELD_PB						
11-AG-001_MAN_STOP_FIELD_PB						
11-AG-001_DOL_START_CMD						
11-AG-001_Current_PV						
11-AG-001_SCADA_CW						
11-AG-001_Fail_To_Start_SP						
11-AG-001_Fail_To_Stop_SP						
11-AG-001_Running_SP						

Illustrazione 57: Documentazione Maps Engineer: costi progetto

5.4 – Struttura e caratteristiche flusso di progetto

Il tipico flusso di progettazione per la creazione di un generico progetto di automazione mediante l'utilizzo di Maps parte, come sempre e come qualunque progetto realizzato anche senza l'ausilio della realtà offerta da Maps, dallo studio su carta dei componenti elettrici e delle strumentazioni che saranno necessarie nel sistema da progettare per poi passare allo studio su carta e poi alla realizzazione del progetto visuale SCADA per la supervisione e la programmazione della logica che dovrà essere gestita dal PLC in base alle specifiche di commessa.

Nota: le possibilità offerte da Maps rispetto ad un tradizionale flusso di progetto comprendono la possibilità dell'utilizzo del software DesSoft 1-Engineer per la configurazione di tutti i dispositivi e strumentazioni che permette, tramite una semplice foglio elettronico di Excel, la creazione del progetto in modo automatico grazie all'integrazione con Maps, con la configurazione automatica dei componenti visuali SCADA ed i blocchi funzione PLC direttamente dai modelli pre-configurati offerti dalla libreria di Maps oppure la possibilità di caricare tale configurazione direttamente nell'ambiente di lavoro Maps Designer del foglio di configurazione su Excel, come verrà esposto in seguito; queste possibilità sono ovviamente non previste in un tipico flusso di progetto e pertanto ciò rappresenta un notevole vantaggio offerto dall'implementazione attraverso Maps soprattutto in termini di tempo e costi.

La differenza sostanziale dell'utilizzo di MAPS sta quindi nel fatto che tutto il flusso di progetto va ad essere gestito ed implementato dall'unica realtà rappresentata dall'integrazione offerta da Maps di tutti i componenti software per la realizzazione del progetto SCADA, del progetto PLC e della documentazione e report di esecuzione dell'impianto progettato. Per questo motivo il prodotto rappresenta un'innovazione nell'ambito della progettazione Life-Cycle Engineerig.

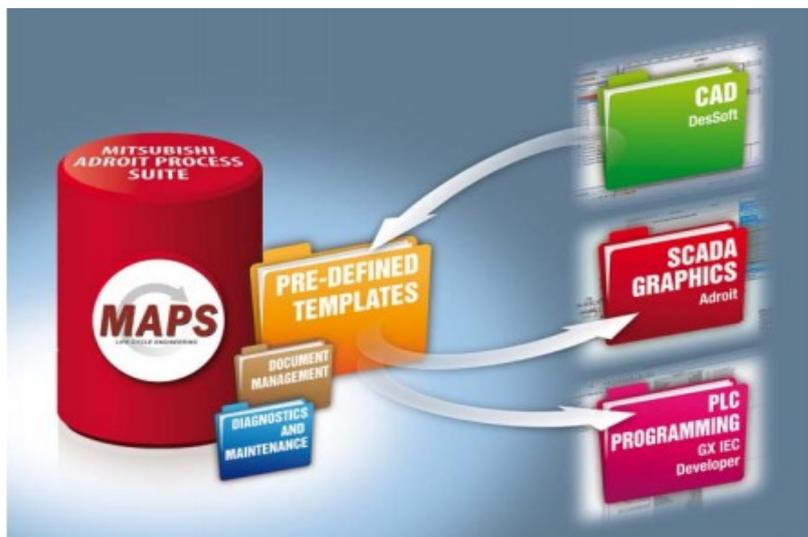


Illustrazione 58: Integrazione pacchetti MAPS

La generazione del progetto PLC in particolare, che necessiterebbe di tempo maggiore per essere progettato, avviene in modo automatico precaricando dei modelli preconfigurati degli sviluppatori di Maps secondo una diretta corrispondenza con gli elementi SCADA di progetto inseriti in fase di creazione del progetto: la generazione automatica del progetto PLC permette di ridurre notevolmente i costi di programmazione e progettazione del sistema.

Una volta stabiliti tutti i componenti che dovranno far parte del sistema, la realizzazione del progetto (mediante il tipico flusso esecutivo che verrà spiegato in seguito) segue un modello standard gerarchico a livelli stabilito dalle norme ISA S88 e S95, che prevede:

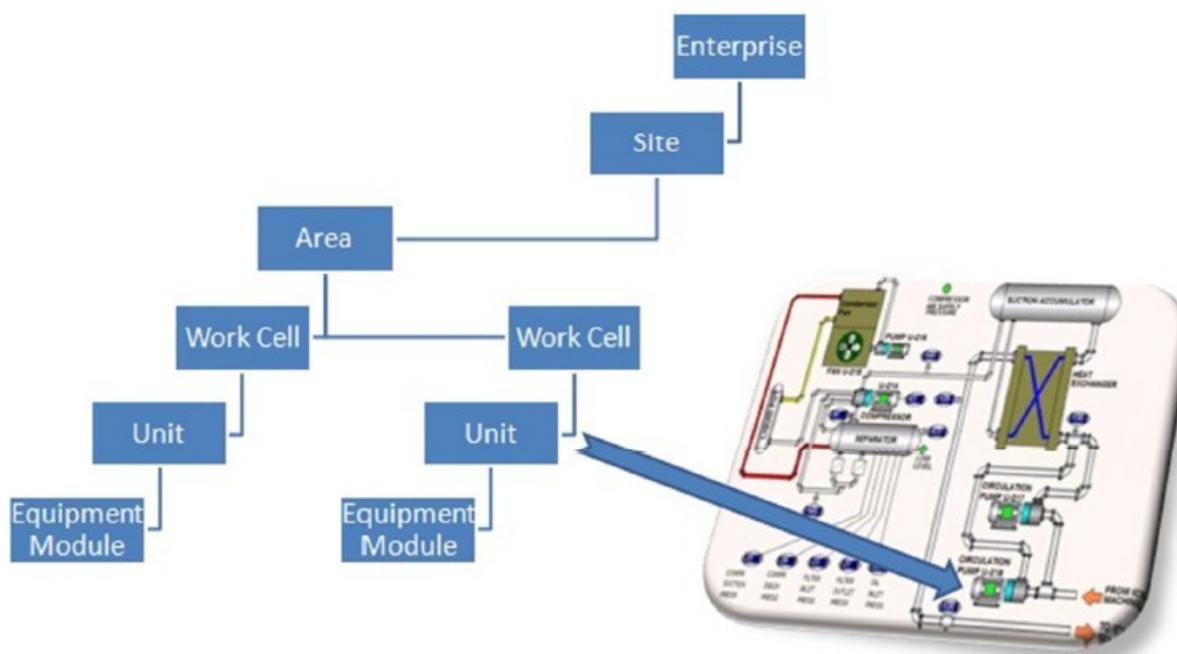


Illustrazione 59: Struttura progetto Maps [4]

- livello **Enterprise**: livello di collezione dei progetti: al di sotto di questo livello vanno ad essere presenti tutti le "aree" / sezioni di progetto implementate (quindi anche diversi progetti): una certa area può infatti constatare di una sezione/zona dell'impianto da controllare, ad esempio la gestione di 2 singoli serbatoi per la miscela di 2 gas inseriti in un esteso impianto di cogenerazione, ecc....
- livello **Site**: è il progetto vero e proprio dell'impianto da controllare: si avrà un unico progetto MAPS per ogni impianto specifico da controllare;

- livello **Area**: è il processo o sotto-processo da gestire nel progetto da realizzare: ad esempio un riempimento di un serbatoio, un mescolamento, ecc...
Nota: nella figura evidenziamo come in un singolo processo o sotto-processo possono essere presenti più PLC per la gestione di diverse sezioni del controllo del sistema da gestire;
- livello **Work Cell**: è il PLC che gestisce quella particolare Area del progetto;
- livello **Unit**: è caratterizzato da tutti gli apparati e dispositivi utilizzati e controllati dal PLC in una specifica Area ognuno dei quali avrà il suo specifico elemento di visualizzazione e gestione SCADA e il suo blocco funzione di libreria associato;
- livello **Equipment Module**: è caratterizzato da tutti i dispositivi definiti all'interno di una Unit, organizzati a seconda delle loro caratteristiche in "Electrical" (es. pompe, valvole, ecc...) o in "Strumentation" (es. controllori PID, pulsanti, ecc..).

Dopo aver stabilito tutti i componenti necessari per il progetto il passo successivo consta nell'assegnazione degli effettivi indirizzi fisici del PLC alle unità I/O: anche in questo caso la configurazione può essere effettuata sia direttamente dal Maps Designer, sia dal Maps 1-Engineer come verrà successivamente esposto in dettaglio.

5.5 – Elementi e caratteristiche particolari del flusso di progetto

5.5.1 – Livelli di sicurezza

Nell'ottica dell'implementazione del progetto in tutte le sue caratteristiche e fasi, il sistema Maps gestisce anche una certa gerarchia che sancisce un certo livello di sicurezza nell'accesso alle varie parti del progetto: in particolare si definiscono 7 diversi tipi di account per l'accesso ai sistemi Maps, ognuno dei quali ha diverse possibilità di gestione: questo è fatto in modo tale che non tutti gli utenti che hanno a che fare con il progetto possano accedere e modificare certe parti del progetto, che saranno di competenza solo di pochi. Il tutto rientra nella più ampia realtà offerta da Maps, che già di per se richiede per ogni accesso un login di amministratore che permetta di evitare l'accesso al progetto da parte di utenti non autorizzati.

Generalmente in fase di set-up del sistema prima dell'inizio dell'implementazione del progetto, è possibile definire una serie di account in un gruppo di utenti che hanno il permesso di accedere al successivo progetto: ognuno di questi utenti potrà essere limitato nelle operazioni di accesso alle varie parti del progetto definendo appunto una gerarchia di accesso, con limitazioni e restrizioni per ognuno di essi.

Ogni volta che si andrà ad accedere al Server effettuando il login con le proprie credenziali nell'avvio o del Maps Operator o del Maps Designer, il Server opererà il controllo dell'utente per verificare quali sono le operazioni a lui consentite secondo la gerarchia definita in fase preliminare di progetto.

La tabella seguente mostra quelli che sono i livelli di sicurezza ed utenti di accesso stabiliti di default nella configurazione di sicurezza del sistema Maps:

Operator Actions		Security Levels				
		View Only. No Control, Operation or Data entry.	Controller Set point Input	Controller SP HLM/LLM	Controller parameters (Gain, Integral)	User administration
			Controller Man select / Man output chg	Controller MV HLM/LLM	Analog Status alarm values (HH, H, L, LL)	
			Device / Sequence start/stop		Maintenance functions (maint alarms, Reset times..)	
Login Groups	Guest	x				
	Operator	x	x			
	Technician	x	x	x	x	
	Engineer	x	x	x	x	x
	Metallurgist	x	x	x		
	Supervisor	x	x		x	
	Administrator	x	x	x	x	x

Tabella 6: Livelli di sicurezza utenti Maps

Il livello "Administrator" si riferisce all'account amministratore di sistema Windows: questi detiene la possibilità di accedere e modificare tutte le fasi di progettazione del sistema. A livello di gruppi di sicurezza del sistema Maps, solitamente vengono definiti i seguenti gruppo di login:

- Guest
- Operator
- Technician
- Engineer
- Metallurgist
- Supervisor

ognuno dei quali detiene diverse configurazioni e diversi permessi di accesso alle varie operazioni di progetto, come mostrato in tabella.

5.5.2 – Modelli MAPS

Come già spiegato precedentemente, una delle caratteristiche particolari ed innovative del sistema Maps è quella di fornire e permettere la gestione di modelli pre-configurati e caricati nel sistema, che permettono la riduzione dei tempi di progettazione grazie ad una integrazione e generazione automatica mediante l'ausilio del Maps Server.

Tali modelli vengono installati nel database del sistema al momento dell'installazione della piattaforma software e possono essere liberamente utilizzati a piacimento da parte degli utenti programmatori in tutta la fase di progettazione.

I modelli forniscono contemporaneamente:

- un blocco funzione di programmazione PLC con tutte le sequenze di codice di gestione precaricate e che l'utente dovrà solo configurare associando ingressi ed uscite del blocco;
- un set di SCADA tags, ossia una serie di agenti collegati al server Adroid per la gestione dei segnali associati agli elementi di progetto inseriti;
- un oggetto SCADA associato che rappresenta la visualizzazione dell'oggetto in questione nel progetto SCADA.

Tipicamente i modelli Maps sono disponibili in 3 varianti: base, standard, avanzati.

La differenza sostanziale tra le 3 tipologie sta nel numero di tag SCADA da assegnare ai componenti visuali e i segnali ed ingressi fisici e virtuali provenienti dal PLC e dal sistema: un modello avanzato detiene un numero particolarmente elevato di questi tag il che rende pericolosa l'assegnazione di tali modelli al proprio progetto poiché le tipologie di licenza con la quale si attiva il prodotto permettono un numero limitato di tag e con modelli avanzati si rischia di superare facilmente questo limite e quindi di dover richiedere agli sviluppatori Adroit un aumento dei tag di licenza.

Per questa ragione ogni modello Maps disponibile di libreria viene fornito di una tabella di riferimento ove sono segnalati e numerati tutti i tag e comunque tutte le caratteristiche del modello, in modo da fare le opportune scelte in fase di progettazione: le tabelle solitamente vanno ad indicare:

- il numero di punti I/O richiesti al PLC;
- la memoria di programmazione PLC utilizzata;
- il numero di tag Adroit richiesti;
- le caratteristiche dei blocchi funzione associati;

Di seguito verranno riportati alcuni dei modelli con tutta la documentazione: tabelle di riferimento, blocchi funzione e SCADA:

- **MOTOR (2 Speed direct on line):** comando di un motore che controlla 2 uscite: una per alte velocità ed una per basse velocità: la logica del funzionamento di un motore a 2 velocità prevede che le uscite siano attive solo quando tutti i segnali di interblocco sono attivi e non ci si trova in stato di allarme:

Segnali di interblocco dispositivo di campo:

- safety interlock feedback;
- isotor on feedback;
- motor current feedback (la corrente nel motore viene costantemente controllata: se viene superato il limite impostato di setpoint, dopo 5 secondi di attesa viene segnalato allarme);
- ecc...

Segnali di interblocco PLC:

- Start interlock ready;
- process interlock ready;
- restart delay interlock;
- ecc...

Modalità di controllo:

- modalità di manutenzione: vengono disabilitati gli interblocchi di Start e di Processo e si passa ad una modalità di test del dispositivo quando è in fase di stop;
- modalità di simulazione: vengono disabilitati tutte le uscite fisiche e viene testato il funzionamento del blocco funzione e della logica del dispositivo;
- modalità di funzionamento automatica: in seguito ad una richiesta di start o stop il dispositivo viene controllato dalla logica di programmazione;
- modalità di funzionamento manuale: l'operatore può comandare il funzionamento del dispositivo dell'interfaccia del modello;

Saranno presentati i modelli del motore a 2 velocità, osservazioni:

Partiamo dalla parte SCADA: per ogni dispositivo sono presenti varie possibili oggetti visuali tra i quali scegliere da mettere nel progetto: le alternative comprendono l'orientamento fisico nel progetto, la proposta delle normative ISO, le possibili alternative con collegamento al motore di altri apparati (in questo caso una pompa): sono presenti luci di segnalazione di diversi colori per le varie modalità di funzionamento: inoltre lo stesso dispositivo visuale potrà colorarsi di più colori per segnalare lo stato di funzionamento (marcia, attesa, errore di segnalazione, ecc.. -> si veda la documentazione allegata). Queste considerazioni valgono per tutti i tipi di dispositivi che verranno allegati (di cui ne verranno allegati solo una parte per presentazione).

DOL ISO	DOL MOTOR LEFT	DOL MOTOR RIGHT	DOL PUMP LEFT	DOL PUMP RIGHT
0000_ABCDE_123 	0000_ABCDE_123 	0000_ABCDE_123 	0000_ABCDE_123 	0000_ABCDE_123
	Fast Speed Indication			
	Slow Speed Indication			
	Manual Mode			
	Maintenance Mode			
	Simulation Mode			
0000_ABCDE_123	Motor Control Name			
Graphics legend:				
Line colour	Fill colour	DOL status		
Black	Grey	Stopped		
Grey	White	Stopping		
Green	White	Starting		
Black	Green	Running		
Black	Yellow/Red	Fault Active		

Tabella 7: Modello SCADA e PLC (sotto) motore 2 velocità [5]

Template: Advanced DOL 2 Speed PLC Function Block			
«Device» (Advanced DOL 2S Control)			
FB DOL_2S-A-V1-0 DOL_2S_A_V1_0			
DATA_DOL_2S_A_V1_0.F.I.Run_FAST_FB	F.I.Run_FAST_FB	F.O.DOL_START_FAST_CMD	DATA_DOL_2S_A_V1_0.F.O.DOL_START_FAST_CMD
DATA_DOL_2S_A_V1_0.F.I.Run_SLOW_FB	F.I.Run_SLOW_FB	F.O.DOL_START_SLOW_CMD	DATA_DOL_2S_A_V1_0.F.O.DOL_START_SLOW_CMD
DATA_DOL_2S_A_V1_0.F.I.Isolator_Closed_FB	F.I.Isolator_Closed_FB	S_SW1_Marshall	DATA_DOL_2S_A_V1_0.S_SW1_Marshall
DATA_DOL_2S_A_V1_0.F.I.MCC_Healthy_FB	F.I.MCC_Healthy_FB	S_SW2_Starting_Time_PV	DATA_DOL_2S_A_V1_0.S_SW2_Starting_Time
DATA_DOL_2S_A_V1_0.F.I.Safety_Interlock_OK	F.I.Safety_Interlock_OK	S_SW3_Stopping_Time_PV	DATA_DOL_2S_A_V1_0.S_SW3_Stopping_Time
DATA_DOL_2S_A_V1_0.VAR.Process_Int_OK	VAR.Process_Int_OK	S_SW4_No_Op Operations	DATA_DOL_2S_A_V1_0.S_SW4_No_Op Operations
DATA_DOL_2S_A_V1_0.VAR.Start_Int_OK	VAR.Start_Int_OK	S_SW5_Restart_PV	DATA_DOL_2S_A_V1_0.S_SW5_Restart_PV
DATA_DOL_2S_A_V1_0.VAR.Auto_Run_FAST_Req	VAR.Auto_Run_FAST_Req	S_SW6_Current_PV	DATA_DOL_2S_A_V1_0.S_SW6_Current_PV
DATA_DOL_2S_A_V1_0.VAR.Auto_Run_SLOW_Req	VAR.Auto_Run_SLOW_Req	S_SW7_Running_Hours	DATA_DOL_2S_A_V1_0.S_SW7_Running_Hours
DATA_DOL_2S_A_V1_0.F.I.MAN_START_FAST_PB	F.I.MAN_START_FAST_PB	S_CW1_0_Auto_Manual	DATA_DOL_2S_A_V1_0.S_CW1_0_Auto_Manual
DATA_DOL_2S_A_V1_0.F.I.MAN_START_SLOW_PB	F.I.MAN_START_SLOW_PB	S_CW1_1_Desk_Field	DATA_DOL_2S_A_V1_0.S_CW1_1_Desk_Field
DATA_DOL_2S_A_V1_0.F.I.MAN_STOP_PB	F.I.MAN_STOP_PB	S_CW1_2_Maintenance	DATA_DOL_2S_A_V1_0.S_CW1_2_Maintenance
DATA_DOL_2S_A_V1_0.S_CW1_Marshall	S_CW1_Marshall	S_CW1_3_Simulation	DATA_DOL_2S_A_V1_0.S_CW1_3_Simulation
DATA_DOL_2S_A_V1_0.S_CW2_Fail_To_Start_SP	S_CW2_Fail_To_Start_SP	S_SW1_1_Ready_To_Start	DATA_DOL_2S_A_V1_0.S_SW1_1_Ready_To_Start
DATA_DOL_2S_A_V1_0.S_CW3_Fail_To_Stop_SP	S_CW3_Fail_To_Stop_SP	S_SW1_2_Stopped	DATA_DOL_2S_A_V1_0.S_SW1_2_Stopped
DATA_DOL_2S_A_V1_0.S_CW4_Running_SP	S_CW4_Running_SP	S_SW1_3_Starting_RQ	DATA_DOL_2S_A_V1_0.S_SW1_3_Starting_RQ
DATA_DOL_2S_A_V1_0.S_CW5_Stopping_SP	S_CW5_Stopping_SP	S_SW1_4_Running	DATA_DOL_2S_A_V1_0.S_SW1_4_Running
DATA_DOL_2S_A_V1_0.S_CW6_Simulate_SP	S_CW6_Simulate_SP	S_SW1_5_Stopping_RQ	DATA_DOL_2S_A_V1_0.S_SW1_5_Stopping_RQ
DATA_DOL_2S_A_V1_0.S_CW7_Restart_SP	S_CW7_Restart_SP	S_SW1_9_Fault_Stop	DATA_DOL_2S_A_V1_0.S_SW1_9_Fault_Stop
DATA_DOL_2S_A_V1_0.S_CW8_MaxCurrent_SP	S_CW8_MaxCurrent_SP	S_SW1_A_Fault_Start	DATA_DOL_2S_A_V1_0.S_SW1_A_Fault_Start
DATA_DOL_2S_A_V1_0.S_CW9_MinIn_Current_SP	S_CW9_MinIn_Current_SP	S_SW1_D_Fault_OverCurrent	DATA_DOL_2S_A_V1_0.S_SW1_D_Fault_OverCurrent
DATA_DOL_2S_A_V1_0.S_CW10_MaxIn_Current_SP	S_CW10_MaxIn_Current_SP		
DATA_DOL_2S_A_V1_0.S_CW11_MinOut_Current_SP	S_CW11_MinOut_Current_SP		
DATA_DOL_2S_A_V1_0.S_CW12_MaxOut_Current_SP	S_CW12_MaxOut_Current_SP		
DATA_DOL_2S_A_V1_0.F.AI_Current	F.AI_Current_PV		

Template Graphic: Advanced Home Screen	Control	Descriptions
	Auto	Auto control by PLC
	Manual	Manual control by operator, desk and field mode
	Desk	Manual control from the SCADA faceplate
	Field	Manual control from the field start/stop station
	On	Manual start the DOL
	Off	Manual stop the DOL
	Reset	Reset the DOL after a fault has been repaired
	Healthy ###	Healthy to start, ### - Restart delay countdown in
	Process Interlock	DOL process ok to run interlock ready
	Start Interlock	DOL ok to start interlock ready
	Start Fault	DOL failed to start fault
	Stop Fault	DOL failed to stop fault
	Isolator Fault	DOL isolator off fault
	MCC Fault	DOL MCC tripped fault
Safety Fault	DOL Safety off fault	
Overcurrent	DOL overcurrent fault	
Slow	Slow speed selection and indication	
Fast	Fast speed selection and indication	

Template Graphic: Advanced Setup Screen	Control	Descriptions
	Simulate	Enable simulation of DOL, disables the physical output
	Feedback Time	Time for simulation to simulate run feedback signal
	Maintenance	Enable maintenance mode (Disables all interlocks)
	Number of operations	Total number of DOL start operations
	Running Hours	Total number of DOL running hours
	Reset	Reset the total counter of the current service
	Start Signal Delay (SP)	Delay the PLC to accept the DOL is running
	Max Start (SP)	Time for running signal is on after start signal is on
	Last Start (PV)	Last time for running signal was on after start signal was on
	Stop Signal Delay (SP)	Delay the PLC to accept the DOL is stopped
	Max Stop (SP)	Time running signal is off after start signal is off
	Last Stop (PV)	Last time running signal was off after start signal was off
	Current Hi Limit	Sets the value of the maximum current for the DOL to trip at
	Current Value	Actual current the DOL is running at
	MinIn, MaxIn	Raw current input values for scaling
MinOut, MaxOut	Engineering current values for scaling	
Restart (SP)	Restart prevention time of the DOL setpoint	
Restart (PV)	Remaining time before a DOL restart is allowed	

Tabella 8: Modelli avanzati SCADA motore 2 velocità (sotto gli strumenti per il disegno dei grafici da SCADA Operator) [5]

Template Graphic: Advanced Alarms & Events Screen	Control	Descriptions
	Alarms	Display all the alarms filtered for the current Digital Output
	Events	Display all the events filtered for the current Digital Output.
	Local Acknowledge	Acknowledge all the alarms on locally on the current machine
	Global Acknowledge	Acknowledge all the alarms on globally on all the machines.

Template Graphic: Advanced Trend Screen	Control	Descriptions
	Current	Display the current of the DOL in the trend, with minimum, maximum and average values.
	Alarm Limit	Display the current Setpoint of alarming on high current of the DOL in the trend, with minimum, maximum and average values.

I modelli dispongono, come detto, di un'interfaccia mediante la quale l'operatore può interagire con l'oggetto e forzarne il funzionamento (in particolare selezionare il tipo di modalità di funzionamento: manuale o automatica, manutenzione, simulazione (per modelli avanzati). In particolare l'operatore può forzare l'avvio o lo stop del dispositivo dalla interfaccia in questione quando questa è selezionata in modalità di funzionamento manuale nella quale è appunto l'operatore a decidere il funzionamento del dispositivo e la gestione della logica di programmazione.

Come si può vedere l'interfaccia è molto user-friendly e facilmente interpretabile anche da parte degli operatori meno esperti.

Viene poi offerta la possibilità di tracciare grafici sull'andamento di alcune variabili e caratteristiche del dispositivo quali, in questo caso, la corrente nel motore e l'andamento degli allarmi che possono essere segnalati dalla logica di controllo del dispositivo.

Di seguito l'esempio di una tabella indicante i tipi di agenti associati ai modelli (allegherò questa tabella solo per questo tipo di dispositivo a pure titolo di esempio).

Signal Description		Agent Type	Advanced	Standard	Basic
SCADA Control Words:					
SSCL 0	Control Word	Marshal	x		
SSCL 1	Fail To Start Setpoint	Analog	x		
SSCL 2	Fail To Stop Setpoint	Analog	x		
SSCL 3	Running Setpoint	Analog	x		
SSCL 4	Stopping Setpoint	Analog	x		
SSCL 5	Simulate Setpoint	Analog	x		
SSCL 6	Restart Setpoint	Analog	x		
SSCL 7	Max Current Setpoint (High Limit)	Analog	x		
SSCL 8	Min In Current Setpoint (Raw Min)	Analog	x		
SSCL 9	Max In Current Setpoint (Raw Max)	Analog	x		
SSCL 10	Min Out Current Setpoint (Eng. Min)	Analog	x		
SSCL 11	Max Out Current Setpoint (Eng. Max)	Analog	x		

Signal Description		Agent Type	Advanced	Standard	Basic
SCADA Status Words:					
SSSL 0	Status Word	Marshal	x		
SSSL 1	Starting Time Process Value (actual)	Analog	x		
SSSL 2	Stopping Time Process Value (actual)	Analog	x		
SSSL 3	No of Operations (actual)	Analog	x		
SSSL 4	Restart Delay Time Remaining (actual)	Analog	x		
SSSL 5	Motor Current Process Value (actual)	Analog	x		
SSSL 6	Total Running Hours	Analog	x		

Tabella 9: Tipi di agenti associati al modello del motore a 2 velocità

- **MOTOR (Direct on line): modello avanzato:** comando di un motore con un sola velocità: allegherò solo i modelli poichè è praticamente lo stesso del precedente con una sola velocità:

DOL ISO	DOL MOTOR LEFT	DOL MOTOR RIGHT	DOL PUMP LEFT	DOL PUMP RIGHT
0000_ABCDE_123  	0000_ABCDE_123  	0000_ABCDE_123  	0000_ABCDE_123  	0000_ABCDE_123  
	Manual Mode			
	Maintenance Mode			
	Simulation Mode			
0000_ABCDE_123	Motor Control Name			
Graphics legend:				
Line colour	Fill colour	DOL status		
Black	Grey	Stopped		
Grey	White	Stopping		
Green	White	Starting		
Black	Green	Running		
Black	Yellow/Red	Fault Active		

Tabella 10: Modello avanzato SCADA e PLC (sotto) del motore semplice [5]

Template: Advanced DOL PLC Function Block

<Device> (Advanced Direct On Line Control)

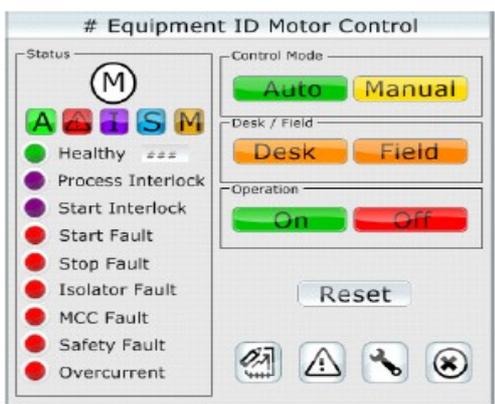
```

FB_DOL_A_V1_0
DOL_A_V1_0

DATA_DOL_A_V1_0_F_I_Run_FB      F_I_Run_FB
DATA_DOL_A_V1_0_F_I_Isolator_Closed_FB  F_I_Isolator_Closed_FB
DATA_DOL_A_V1_0_F_I_MCC_Healthy_FB      F_I_MCC_Healthy_FB
DATA_DOL_A_V1_0_F_I_Safety_Interlock_OK  F_I_Safety_Interlock_OK
DATA_DOL_A_V1_0_VAR_Process_Int_OK      VAR_Process_Int_OK
DATA_DOL_A_V1_0_VAR_Start_Int_OK        VAR_Start_Int_OK
DATA_DOL_A_V1_0_VAR_Auto_Run_Req        VAR_Auto_Run_Req
DATA_DOL_A_V1_0_F_I_MAN_START_PB        F_I_MAN_START_PB
DATA_DOL_A_V1_0_F_I_MAN_STOP_PB         F_I_MAN_STOP_PB
DATA_DOL_A_V1_0_S_CW1_Marshal           S_CW1_Marshal
DATA_DOL_A_V1_0_S_CW2_Fail_To_Start_SP  S_CW2_Fail_To_Start_SP
DATA_DOL_A_V1_0_S_CW3_Fail_To_Stop_SP   S_CW3_Fail_To_Stop_SP
DATA_DOL_A_V1_0_S_CW4_Running_SP        S_CW4_Running_SP
DATA_DOL_A_V1_0_S_CW5_Stopping_SP       S_CW5_Stopping_SP
DATA_DOL_A_V1_0_S_CW6_Simulate_SP       S_CW6_Simulate_SP
DATA_DOL_A_V1_0_S_CW7_Restart_SP        S_CW7_Restart_SP
DATA_DOL_A_V1_0_S_CW8_MaxCurrent_SP     S_CW8_MaxCurrent_SP
DATA_DOL_A_V1_0_S_CW9_MinIn_Current_SP  S_CW9_MinIn_Current_SP
DATA_DOL_A_V1_0_S_CW10_MaxIn_Current_SP S_CW10_MaxIn_Current_SP
DATA_DOL_A_V1_0_S_CW11_MinOut_Current_SP S_CW11_MinOut_Current_SP
DATA_DOL_A_V1_0_S_CW12_MaxOut_Current_SP S_CW12_MaxOut_Current_SP
DATA_DOL_A_V1_0_F_AI_Current            F_AI_Current

F_O_DOL_START_CMD      S_SW1_Marshal
S_SW2_Starting_Time_PV DATA_DOL_A_V1_0_S_SW2_Starting_Time_PV
S_SW3_Stopping_Time_PV DATA_DOL_A_V1_0_S_SW3_Stopping_Time_PV
S_SW4_No_Of_Operations DATA_DOL_A_V1_0_S_SW4_No_Of_Operations
S_SW5_Restart_PV       DATA_DOL_A_V1_0_S_SW5_Restart_PV
S_SW6_Current_PV      DATA_DOL_A_V1_0_S_SW6_Current_PV
S_SW7_Running_Hours   DATA_DOL_A_V1_0_S_SW7_Running_Hours
S_SW1_D_Fault_OverCurrent
S_CW1_A_Fault_Geart
S_SW1_9_Fault_Stop
S_CW1_0_Auto_Manual
S_CW1_1_Desk_Field
S_CW1_2_Maintenance
S_CW1_3_Simulation
S_SW1_1_Ready_To_Start
S_SW1_2_Stopped
S_SW1_3_Starting_RQ
S_SW1_4_Running
S_SW1_5_Stopping_RQ

```

Template Graphic: Advanced Home Screen	Control	Descriptions
	Auto	Auto control by PLC
	Manual	Manual control by operator, desk and field mode
	Desk	Manual control from the SCADA faceplate
	Field	Manual control from the field start/stop station
	On	Manual start the DOL
	Off	Manual stop the DOL
	Reset	Reset the DOL after a fault has been repaired
	Healthy	Healthy to start, ### - Restart delay countdown in
	Process Interlock	DOL process ok to run interlock ready
	Start Interlock	DOL ok to start interlock ready
Start Fault	DOL failed to start fault	
Stop Fault	DOL failed to stop fault	
Isolator Fault	DOL isolator off fault	
MCC Fault	DOL MCC tripped fault	
Safety Fault	DOL Safety off fault	
Overcurrent	DOL overcurrent fault	

- **Ingresso analogico** : modello per la gestione di un segnale di ingresso di natura analogica connesso ad uno dei moduli di ingresso analogici: in questo caso si tengono conto dei limiti imposti ai livelli di allarme che possono essere segnalati in seguito a questo tipo di segnale:

PLC Setpoints:

- High-high alarm;
- High alarm;
- Low alarm;
- Low-low alarm.

Tali livelli possono essere impostati, oltre che dalla gestione degli agenti da parte del server Adroit, anche direttamente dall'interfaccia del modello.

L'ingresso in oggetto può poi essere gestito mediante una modalità di simulazione senza l'ausilio, quindi, di ingressi fisici reali: come per il motore questa modalità è particolarmente utile per operazioni di test della logica ed in fase di manutenzione;

Analog Input	
	
0000_ABCDE_123	Tag name
123456	Analog indication value
	Fault active
	Simulation model

Signal Description		Agent Type	Advanced	Standard	Basic
SCADA Control Words:					
SSCL 0	Control Word	Marshal	x	x	x
SSCL 1	High-high Alarm	Analog	x	x	
SSCL 2	High Alarm	Analog	x	x	
SSCL 3	Low Alarm	Analog	x	x	
SSCL 4	Low-low Alarm	Analog	x	x	
SSCL 5	Scale Min In Setpoint (Raw Min)	Analog	x		
SSCL 6	Scale Max In Setpoint (Raw Max)	Analog	x		
SSCL 7	Scale Min Out Setpoint (Eng. Min)	Analog	x		
SSCL 8	Scale Max Out Setpoint (Eng. Max)	Analog	x		
SSCL 9	Simulation Value	Analog	x	x	x
SSCL 10	Alarm Hysteresis	Analog	x	x	

Signal Description		Agent Type	Advanced	Standard	Basic
SCADA Status Words:					
SSSL 0	Status Word	Marshal	x	x	x
SSSL 1	Analog Input Process Value (Scaled)	Analog	x	x	x
SSSL 2	Analog Input RAW Value	Analog	x		

Tabella 13: Modello SCADA ingresso analogico [5]

Template: Advanced Analog Input PLC Function Block			
SCADA SCAN Points	14	9	4

Template Graphic: Advanced Home Screen Screen	Control	Descriptions
	# Equipment ID	Analog Input controlled name
	High High	High-high alarm indication
	High	High alarm indication
	Low	Low alarm indication
	Low Low	Low-low alarm indication
	Over range	Analog over range alarm
	Under range	Analog under range alarm
	Error	Alarm fault latch
	Reset	Reset the analog Input after a fault has been
	123456	Analog scaled value indication
S	Simulation indication	
Alarm Fault	Alarm fault latch	

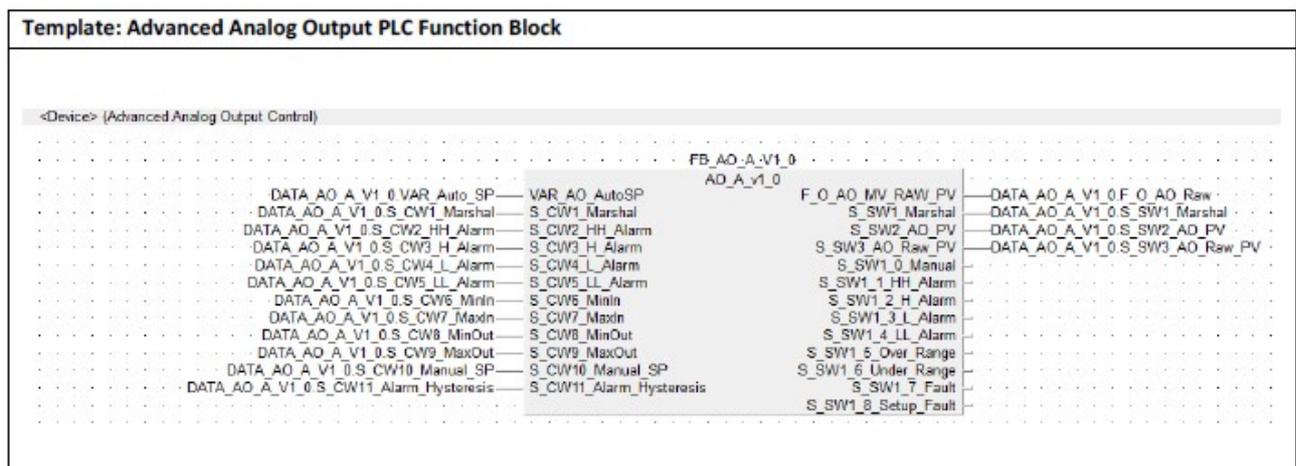
Tabella 14: Modello avanzato PLC e SCADA Operator ingresso analogico [5]

Template Graphic: Advanced Setup Screen	Control	Descriptions
	Simulate	Enable simulation of analog Input, disables the physical output
	Simulation Value	Simulation value of analog Input
	Analog Raw	Raw value from field level
	Analog Scaled	Scaled value from field level
	Min, Max Raw	Raw level input values for scaling
	Min, Max Scaled	Engineering level values for scaling
	High High	High-high alarm setup value and enabling
	High	High warning setup value and enabling
	Low	Low warning setup value and enabling
	Low Low	Low-low alarm setup value and enabling
Alarm Hysteresis	High and low warning auto reset hysteresis value. This is a value at which the warnings will reset should the process value decrease - in the case of the high level or increase - in the case of a low level	
Unit	Unit displayed for the scaled analog	

Template Graphic: Advanced Alarms & Events Screen	Control	Descriptions
	Alarms	Display all the alarms filtered for the current Digital Output
	Events	Display all the events filtered for the current Digital Output.
	Local Acknowledge	Acknowledge all the alarms on locally on the current machine
	Global Acknowledge	Acknowledge all the alarms on globally on all the machines.

- **Uscita analogica:** gestione di un'uscita analogica: stesse considerazioni per l'ingresso dello stesso tipo;

Analog Output	
0000_ABCDE_123	Control/Tag name
123456	Analog Indication Value
	Fault active
	Manual mode



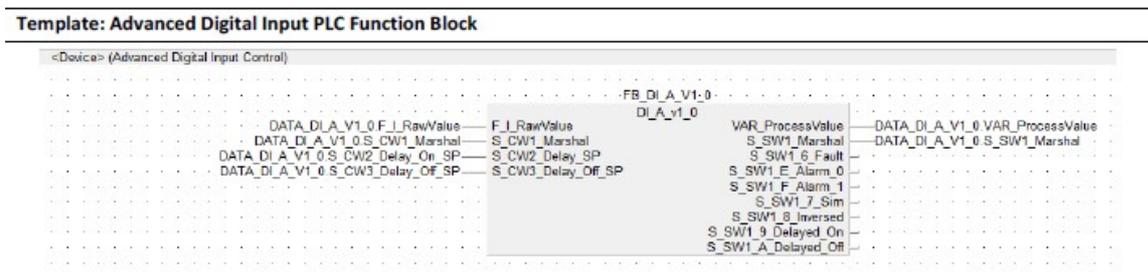
Template Graphic: Advanced Home Screen Screen	Control	Descriptions	
	# Equipment ID	Analog Output controlled name	
		High High	High-high alarm indication
		High	High alarm indication
		Low	Low alarm indication
		Low Low	Low-low alarm indication
		Over range	Analog over range alarm
		Under range	Analog under range alarm
		Error	Alarm fault latch
	Reset	Reset	Reset the analog Output after a fault has been
	123456	123456	Analog scaled value indication
	Manual	Manual	Manual mode enable button
	123456	123456	Manual mode analog output default value
	H	Manual indication	
		Alarm fault latch	

Tabella 15: Modello avanzato PLC e SCADA uscita analogica [5]

- **Digital Input:** gestione di un ingresso digitale collegato ad un ingresso fisico di un modulo digitale: in questo caso non abbiamo alcun tipo di gestione di allarmi o altro: un segnale digitale non è altri che una semplice transizione di stato di un bit:

0000_ABCDE_123	Control/ Tag name
	Simulation mode indication
	Digital input status indication

Tabella 16: Modello avanzato PLC (sotto) e SCADA ingresso digitale [5]



Template Graphic: Advanced Home Screen	Control	Descriptions
	0000_ACBDE_000	Digital Input controlled name
		High-high alarm indication
		High alarm indication
		Low alarm indication
		Low-low alarm indication

Template Graphic: Advanced Setup Screen	Control	Descriptions
	#Equipment ID	Digital Input Name
	Signal Inverted <input checked="" type="checkbox"/>	Enable the digital input signal to be inverted
	Signal Alarmed <input checked="" type="checkbox"/>	Enable the digital input signal to be alarmed
	Alarm 0 <input checked="" type="checkbox"/>	Alarm on bit off
	Alarm 1 <input checked="" type="checkbox"/>	Alarm on bit on
	Delay On Time	Delay the digital input to switch on
	Delay Off Time	Delay the digital input to switch off
		Simulate the digital input
		Simulate the digital input on
		Simulate the digital input off

- **Digital Output:** gestione di un'uscita digitale collegato ad un uscita fisica di un modulo digitale:

Digital Output	
	Control / Tag name
	Manual mode indication
	Simulation mode indication
	Digital output status indication

Tabella 17: Modello avanzato PLC (sotto) e SCADA uscita digitale [5]

Template: Advanced Digital Output PLC Function Block		
Template Graphic: Advanced Home Screen	Control	Descriptions
		Digital Output controlled name
		Auto indication
		Manual indication
		Simulation indication
		Switch digital output on and display on indication
		Switch digital output off and display off indication
Template Graphic: Advanced Setup Screen	Control	Descriptions
	<input type="text" value="#Equipment ID"/>	Digital output name
	Signal Inverted <input checked="" type="checkbox"/>	Enable the digital output signal to be inverted
	Signal Alarmed <input checked="" type="checkbox"/>	Enable the digital output signal to be alarmed
	Alarm 0 <input type="checkbox"/>	Alarm on bit off
	Alarm 1 <input checked="" type="checkbox"/>	Alarm on bit on
	Delay On Time <input type="text" value="#####"/>	Delay the digital output to switch on
	Delay Off Time <input type="text" value="#####"/>	Delay the digital output to switch off
	<input type="button" value="Simulate"/>	Simulate the digital output
		Simulate the digital output on
		Simulate the digital output off

- **Gruppo pulsanti** : gestione di avvio, stop e reset del sistema da pulsanti:

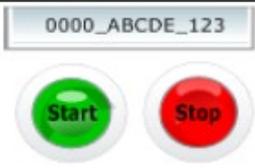
Group Start Advanced	Group Start Standard	
		
	Start Request	
	Stop Request	
	Reset Request	
	Group Name	

Tabella 18: Modello avanzato PLC (sotto) e SCADA gruppo pulsanti [5]

Graphics legend:		
Start Button	Stop Button	Group status
Light Green	Dark Red	Stopped
Light Green	Medium Red	Stopping
Medium Green	Light Red	Starting
Dark Green	Light Red	Running

Signal Description		Agent Type	Advanced	Standard	Basic
SCADA Control Words:					
SSCL 0	Control Word	Marshal	x	x	

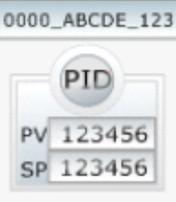
Signal Description		Agent Type	Advanced	Standard	Basic
SCADA Status Words:					
SSSL 0	Status Word	Marshal	x	x	

SCADA Control Word (Adroit Marshal Agent)		Event Logged	Advanced	Standard	Basic
Bit 0	Start Pulse		x	x	
Bit 1	Stop Pulse		x	x	
Bit 2	Reset Pulse		x		

- **PID**: gestione di un controllore PID (Proportional Integrative Derivative) di un'uscita analogica: è disponibile nelle versioni standard ed avanzata;
 Nella gestione tramite Maps di un controllore PID si deve tenere conto dell'attivazione di tutti i valori di set point del processo di controllo in questione:

- **PID Setpoint** : impostazione del guadagno in azione integrativa, proporzionale, e derivativa insieme;
- **P Setpoint** : impostazione del guadagno in azione proporzionale;
- **I Setpoint** : impostazione del guadagno in azione integrativa;
- **D Setpoint** : impostazione del guadagno in azione derivativa;

Inoltre per essere attivato deve essere presente l'attivazione di un interblocco di start. Come per il resto sono possibili le modalità di funzionamento automatico e manuale.

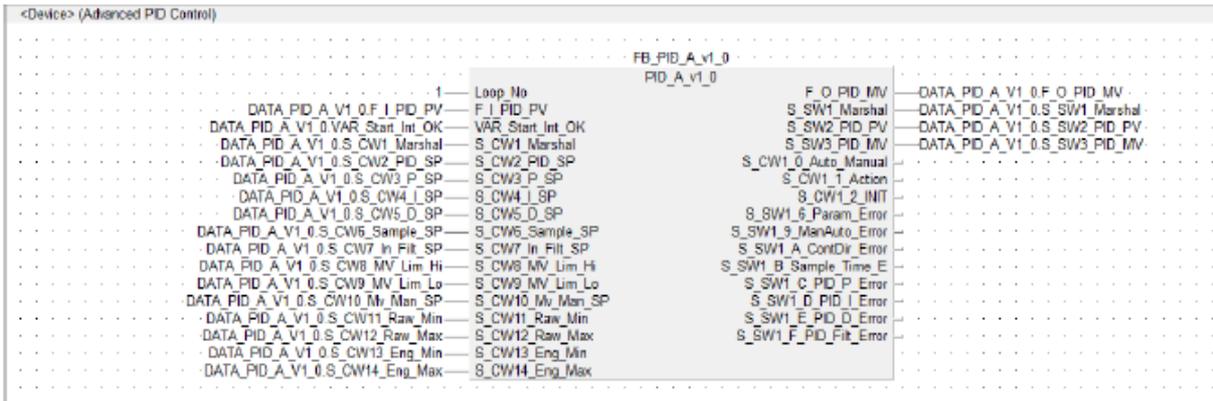
PID		
 <p>0000_ABCDE_123</p> <p>PID</p> <p>PV 123456</p> <p>SP 123456</p>		
PV	PID Process Value	
SP	PID Setpoint Value (Preset value)	
0000_ABCDE_123	PID Control/ Tag Name	

Signal Description		Agent Type	Advanced	Standard	Basic
SCADA Control Words:					
SSCL 0	Control Word	Marshal	x	x	
SSCL 1	PID Setpoint	Analog	x	x	
SSCL 2	P Setpoint	Analog	x	x	
SSCL 3	I Setpoint	Analog	x	x	
SSCL 4	D Setpoint	Analog	x	x	
SSCL 5	Sample Setpoint	Analog	x	x	
SSCL 6	In Filter Setpoint	Analog	x	x	
SSCL 7	MV Lim Hi	Analog	x	x	
SSCL 8	MV Lim Lo	Analog	x	x	
SSCL 9	MV Manual Setpoint	Analog	x	x	
SSCL 10	Raw Min	Analog	x		
SSCL 11	Raw Max	Analog	x		
SSCL 12	Eng Min	Analog	x		
SSCL 13	Eng Max	Analog	x		

Signal Description		Agent Type	Advanced	Standard	Basic
SCADA Status Words:					
SSSL 0	Status Word	Marshal	x	x	
SSSL 1	PID Process Value	Analog	x	x	
SSSL 2	PID Manipulated Value	Analog	x	x	
Analog Input:			Advanced	Standard	Basic
AI 0	PID Process Value		x	x	
Analog Output:					
AO 0	PID Modified Value		x	x	

Tabella 19: Modello avanzato SCADA controllore PID [5]

Template: Advanced PID PLC Function Block



Setup: Advanced PID PLC File Register Setup

PLC name | PLC system | PLC file | **PLC RAS** | Device | Program | Back file | SFC | I/O assignment | Built-in Ethernet port

File register

Not used

Use the same file name as the program.

Corresponding memory: []

Use the following file.

Corresponding memory: **Standard RAM**

File name: MAIN

Capacity: 4 K points (1K-4096K points)

Transfer to Standard RAM at Latch data backup operation.

If "Use the following file" is selected and capacity is specified, the following settings can be available.

- Changing latch setting (2) in File Register
- Assigning a part of area of file register for extended data register or extended link register.

Comment file used in a command

Not used

Use the same file name as the program.

Corresponding memory: []

Use the following file.

Corresponding memory: []

File name: []

Initial Device value

Not used

Use the same file name as the program.

Corresponding memory: []

Use the following file.

Corresponding memory: []

File name: []

File for local device

Not used

Use the following file.

Corresponding memory: []

File name: []

File used for SP.DEVST/S.DEVLD instruction

Not used

Use the following file.

Corresponding memory: []

File name: []

Capacity: [] K points (1K-512K points)

Acknowledge MY assignment | Multiple CPU settings | Default | Check | End | Cancel

Tabella 20: Modello avanzato PLC e SCADA Operator (pagina seguente) controllore PID [5]

Template Graphic: Advanced Home Screen	Control	Descriptions
	#Equipment ID PID	PID Control/ Tag Name
	Manual	Manual control MV value by operator
	MV Manual SP	Manual Setpoint for MV (Manipulated Value)
	F	Manual control from the field start/stop station
	PV	PID Process Value
	SP	PID Setpoint Value
	PID Setpoint	Sets the PID Control Setpoint Value

Template Graphic: Advanced Setup Screen	Control	Descriptions
	Initiate	Initiates the PID once a Setpoint have changed
	Proportional Gain	Proportional Operation (P) Setpoint
	Integral Time	Integral Operation (I) Setpoint
	Derivative Time	Differential Operation (D) Setpoint
	Sample Time	Sampling Cycle (Ts) Setpoint
	Input Filter	Filter Coefficient Setpoint
	MV High Limit	Manipulated Value High Limit (Mv Lim Hi) Setpoint
	MV Low Limit	Manipulated Value Low Limit (Mv Lim Lo) Setpoint
	Raw. Min	Scale Raw Minimum Input
	Raw. Max	Scale Raw Maximum Input
	Eng. Min	Scale Engineering Minimum Output
	Eng. Max	Scale Engineering Maximum Output
	Forward	Forward operation, the MV (manipulated value) increases as the PV (process value) increases beyond the SV (set value).
	Reverse	Reverse operation, the MV (manipulated value) increases as the PV (process value) decreases below the SV (set value).

Template Graphic: Advanced Alarms & Events Screen	Control	Descriptions
	Alarms	Display all the alarms filtered for the current Digital Output
	Events	Display all the events filtered for the current Digital Output.
	Local Acknowledge	Acknowledge all the alarms on locally on the current machine
	Global Acknowledge	Acknowledge all the alarms on globally on all the machines.

Template Graphic: Advanced Trend Screen	Control	Descriptions																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Series</th> <th>Minim...</th> <th>Maxim...</th> <th>Average</th> <th>Current</th> <th>Count</th> <th>Stcd Dev</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SP</td> <td>352</td> <td>356</td> <td>354.08</td> <td></td> <td>25</td> <td>0.91</td> </tr> <tr> <td>PV</td> <td>354</td> <td>364</td> <td>358.4</td> <td></td> <td>25</td> <td>3.08</td> </tr> <tr> <td>MV</td> <td>4</td> <td>346</td> <td>161.24</td> <td></td> <td>25</td> <td>92.71</td> </tr> </tbody> </table>	Series	Minim...	Maxim...	Average	Current	Count	Stcd Dev	SP	352	356	354.08		25	0.91	PV	354	364	358.4		25	3.08	MV	4	346	161.24		25	92.71	Equipment Name	Name of controlled PID
	Series	Minim...	Maxim...	Average	Current	Count	Stcd Dev																							
	SP	352	356	354.08		25	0.91																							
	PV	354	364	358.4		25	3.08																							
MV	4	346	161.24		25	92.71																								
SP	Trend of PID Setpoint Value (Preset value)																													
PV	Trend of PID Process Value (Input value)																													
MV	Trend of PID Manipulated Value (Output value)																													

6 - Progettazione di un sistema di mistaggio ingredienti mediante MAPS

6.1 – Presentazione del sistema

L'obiettivo della seguente prova è quello di testare le funzionalità dell'ambiente Maps realizzando tutta la progettazione di un sistema di mistaggio ingredienti in un serbatoio implementando tutte le fasi di progetto attraverso un tipico flusso di progetto proposto dal tool software Mitsubishi Adroit Process Suite (MAPS) oggetto di questa trattazione.

Il flusso di progetto ci permetterà di creare attraverso più modalità offerte da Maps l'intero progetto in questione analizzando quelle che sono le grandi potenzialità offerte da questo tool.

Il sistema realizzato è quindi un semplice mistaggio di due generici ingredienti, chiamati qui genericamente "Ingrediente A" e "Ingrediente B" in un unico serbatoio: la quantità di ingredienti inserita sarà la stessa, quindi metà ingrediente A e metà ingrediente B.

In aggiunta ai due ingredienti verrà introdotta una quantità fissata di acqua e tramite un agitatore verrà effettuato il mescolamento degli ingredienti per un determinato tempo.

Infine verrà effettuato un riscaldamento del composto mediante l'emissione di vapore attraverso un tubo controllato da un controllore PID (proporzionale, integrativo, derivativo) affinché la temperatura del composto raggiunga un certo valore desiderato.

Infine, dopo il blocco del movimento dell'agitatore, una valvola di scarico posta sul fondo del serbatoio si aprirà permettendo lo scarico del composto.

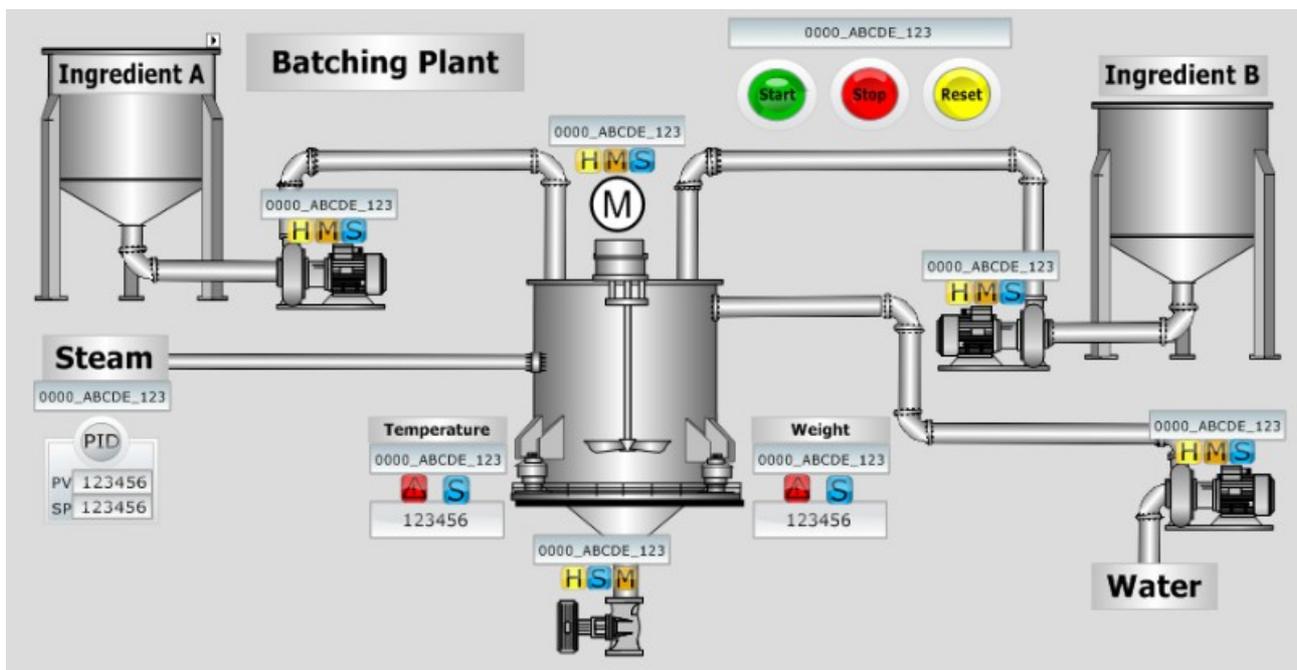


Illustrazione 60: Visione del sistema da realizzare completo

Affronteremo la realizzazione del progetto seguendo 2 strade diverse di implementazione mediante Maps, come anche accennato nel capitolo precedente:

1. attraverso il flusso di progetto standard direttamente nel Maps Designer;
2. attraverso l'ausilio della configurazione dei componenti e delle strumentazioni via Maps 1-Engineer (via configurazione su foglio Excel);

Il flusso di progetto verrà esposto passo dopo passo in termini di accorgimenti per la realizzazione del sistema e ponendo particolare attenzione e risalto alle configurazioni delle varie parti.

Nota: la realizzazione della parte SCADA di progetto verrà effettuata mediante il tipico flusso di progetto di Maps che facilita la progettazione permettendo la generazione automatica della parte SCADA e dei relativi tag di interfacciamento con il PLC e con i segnali del sistema: tuttavia, per completezza della trattazione e chiarezza del funzionamento della parte SCADA in questione, verrà affrontata la spiegazione dei tag di progetto anche singolarmente, ossia spiegando come si configurano e si impostano a livello di SCADA e di interfacciamento attraverso l'ausilio di uno strumento accessorio del sistema Maps fornito da Adroit: L'OPC BATCHING Server.

6.2 - Flusso di progetto

Primo passo per la realizzazione di un qualunque progetto al di fuori della realtà offerta con Maps è sempre, come spiegato anche precedentemente, lo studio su carta del sistema da realizzare, con accorgimenti soprattutto sugli elementi da utilizzare e il loro interfacciamento con i dispositivi fisici disponibili per la realizzazione del progetto.

Una volta stabilito questo si può passare alla realizzazione vera e propria sul tool: Maps semplifica parte della progettazione grazie al fatto di poter gestire un numero molto elevato di modelli pre-configurati e pronti all'utilizzo e riutilizzo ma questo non significa che il progetto sia di facile realizzazione e già pronto: è necessaria una corretta pianificazione di ogni parte del sistema, in modo da progettare il tutto step-by-step in modo efficiente e preciso.

La lista circa la strumentazione e dei componenti elettrici del sistema va fatta seguendo lo standard di struttura del progetto descritto dalle norme ISA S88/S95, per le quali si è già parlato nel capitolo 5:

- Nome del progetto Maps:
- Nome area:
- Nome PLC area:

- Processo realizzato all'interno del sistema
- Lista dei componenti elettrici e di strumentazione

Una volta implementata la lista dei componenti di progetto ci può cominciare ad implementare il progetto attraverso le due modalità sopra elencate: per prima cosa, comunque in entrambe le modalità si andranno ad impostare le caratteristiche dei server di gestione di MAPS, quindi il Maps Server e l'Adroit Agent Server, l'uno corrispondente all'interfaccia dei vari componenti Maps, l'altro gestore della parte SCADA ed in particolare delle corrispondenze tra i vari segnali di sistema, le uscite ed ingressi fisici ed i tag degli elementi SCADA.

I tag sono quelle corrispondenze, appunto, tra gli elementi visuali della parte SCADA e i segnali fisici: un elemento SCADA può infatti essere implementato aggiungendo una serie di "comportamenti" (behaviour) che implementano certi cambiamenti della visuale dell'elemento che appunto implementano quelli che sono i comportamenti dei segnali a seguito di certi eventi o condizioni attuali del sistema.

6.2.1 – Configurazione Adroit Agent Server

Ma andiamo per gradi effettuando, prima di tutto, la configurazione dell'Agent Server: come già detto questo server è quello che va a gestire la parte SCADA di progetto e che gestisce gli agenti di progetto: si presenta, all'avvio, come una lista di tutti gli agenti di sistema e di tutte le configurazioni del sistema stesso:

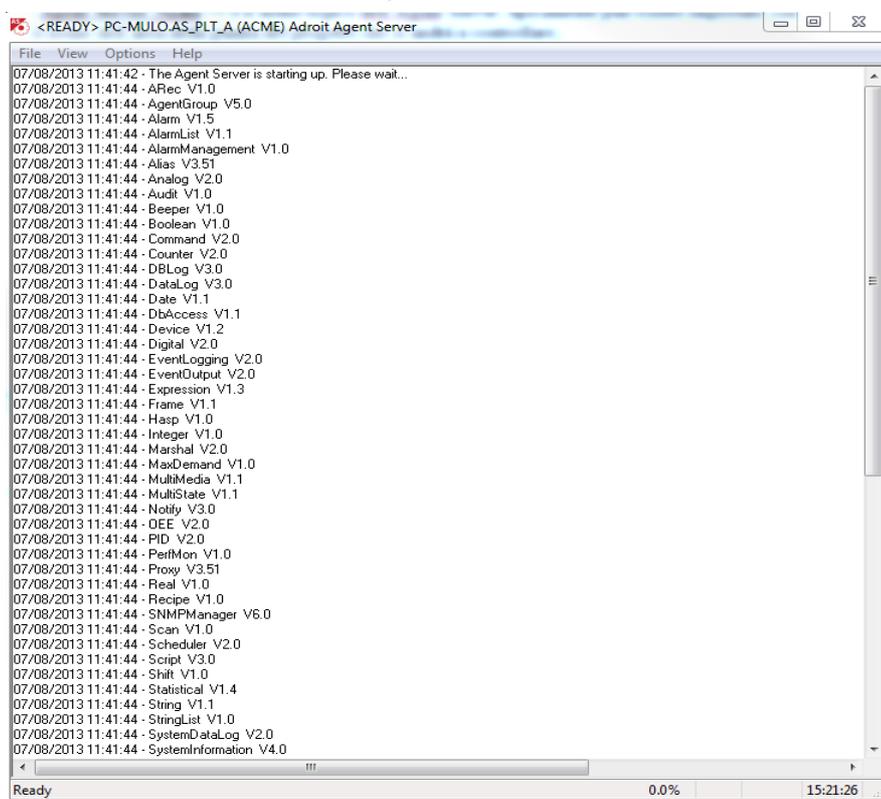


Illustrazione 61: Adroit Agent Server di progetto

La configurazione del server rappresenta il primo passo dell'implementazione del progetto e necessario considerando che l'Adroit Server non detiene solo tutti gli agenti del progetto e le configurazioni di progetto ma anche i driver di comunicazione tra il sistema Maps e il dispositivo fisico PLC: questo è appunto gestito mediante una serie di driver (il più preinstallati di sistema) per vari tipi di controllori della famiglia Mitsubishi, in particolare quelli della famiglia FX, L-series ma soprattutto Q-Series, come quello che sarà utilizzato in questo progetto. Oltre ai driver per questi PLC reali è possibile effettuare una comunicazione dispositivi PLC fittizi, simulati attraverso eseguibili pre-installati: è il caso dei Server OPC, che in particolare forniscono la simulazione di un sistema che non è altro proprio che il processo di mixing descritto da questo progetto, il quale simula attraverso un applicativo preconfigurato un processo di riempimento e mixing attraverso una serie di agenti ed indirizzi di segnali e ingressi/uscite fisiche interni all'applicativo:

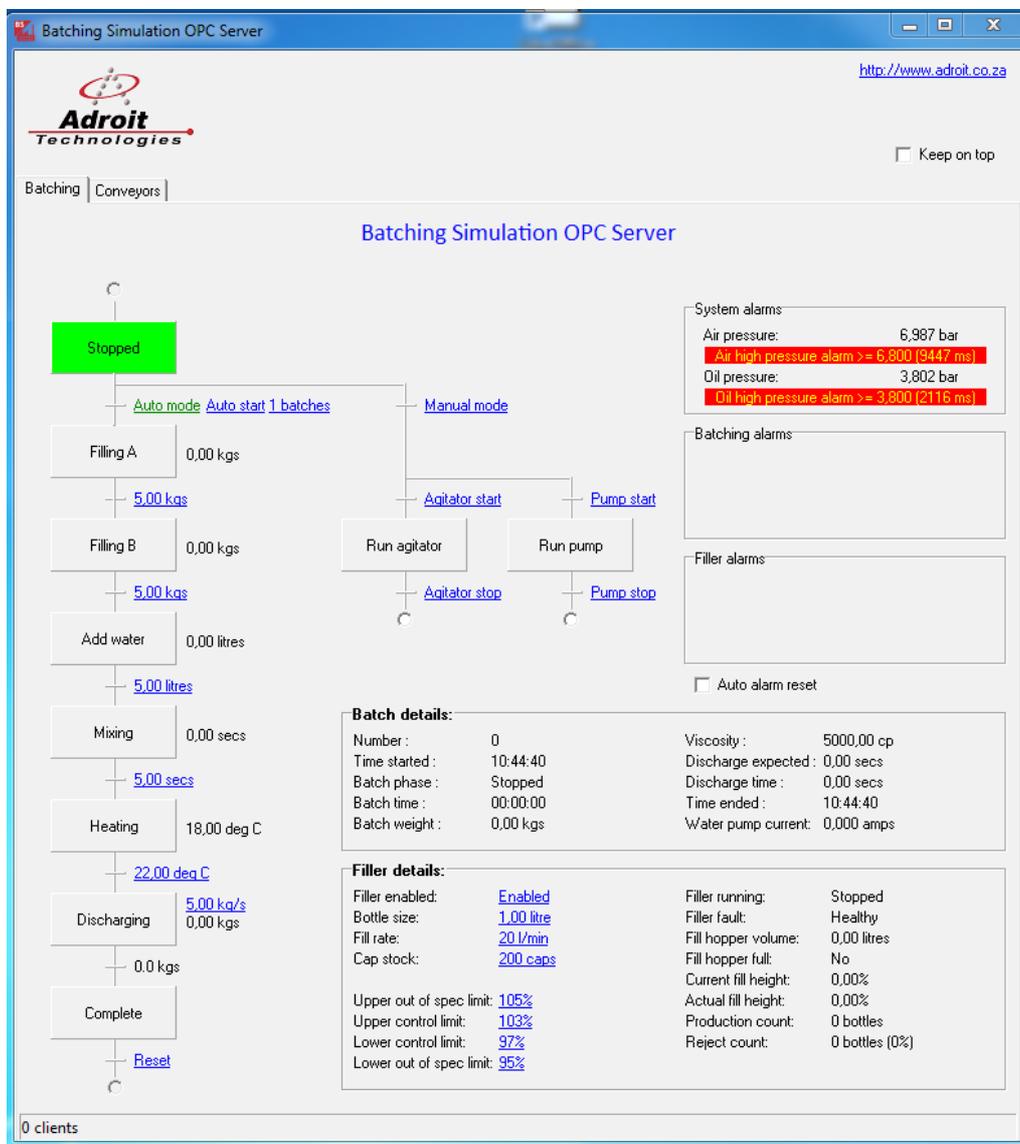


Illustrazione 62: Adroit OPC Server Batching Simulation process

Verrà esposto il funzionamento di questo sistema simulato solo per spiegare come si assegnano i tag di progetto agli indirizzi fisici (in questo caso simulati) del sistema, al fine di completare bene la spiegazione di creazione di un progetto SCADA.

Configurazione Agent Server: dall'Agent Server Configuration Setup impostiamo:

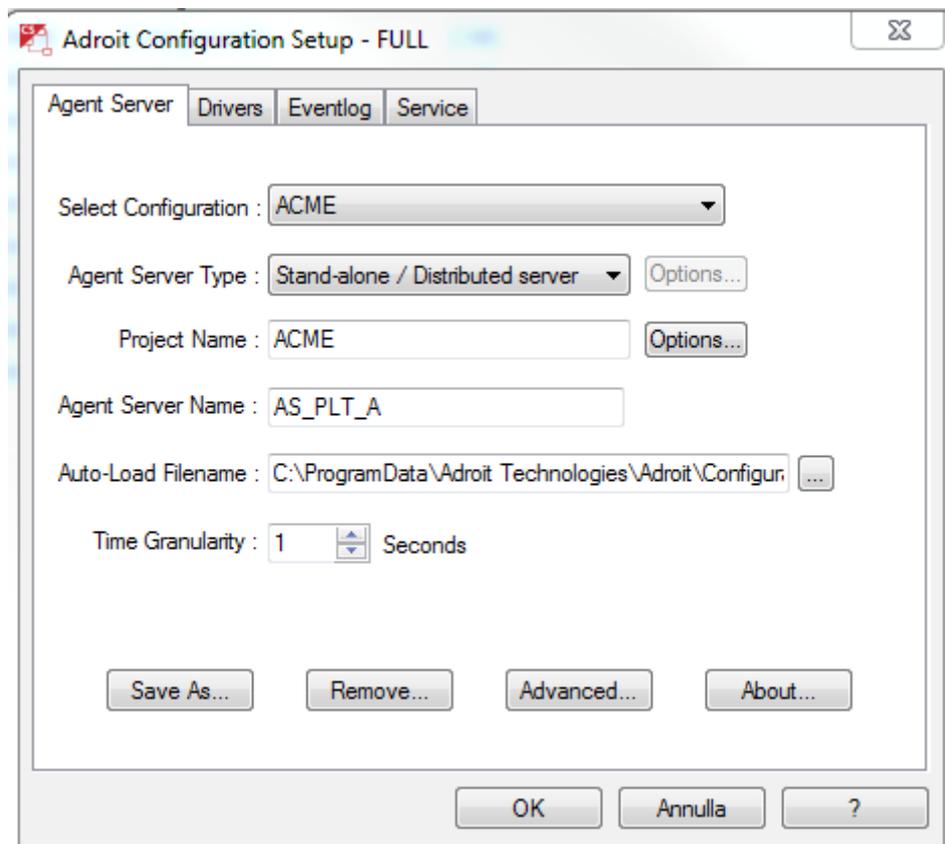


Illustrazione 63: Adroit configuration setup di progetto

Il nome del progetto: questo nome rappresenterà il nome di istanza associato al progetto: impostato ACME per indicare il processo di produzione;

Il nome dell'agent server associato: questi è importante in particolare quando si associeranno i tag degli agenti di sistema: dovremmo essere sicuri, in particolare, di essere connessi a questo server ed non ad un altro di un altro progetto, poichè altrimenti non ci sarà alcun comportamento/funzionamento dalla parte SCADA.

Particolare importanza è la configurazione del file database con estensione .WGP che va impostato in Auto-load Filename: questo specifico file rappresenta una sorta di database che può essere utilizzato come backup: infatti in questi vanno salvate tutte le impostazioni del server di progetto, ed in caso di blocco del sistema o problemi permette di recuperare le impostazioni di progetto implementate.

In seguito alla creazione del server è necessaria la configurazione della comunicazione con il PLC in uso: l'impostazione va fatta aggiungendo nella sezione driver un nuovo dispositivo PLC della categoria disponibile, installando il driver corrispondente al dispositivo se non ancora installato di default.

L'aggiunta di un nuovo dispositivo necessita dell'impostazione dell'indirizzo di comunicazione del PLC sulla rete, in particolare si imposta l'indirizzo IP associato al

dispositivo sulla rete. L'assegnazione dell'indirizzo Ip al dispositivo va fatta a livelli di software GX Works, come esposto già nel capitolo sul software Mitsubishi.

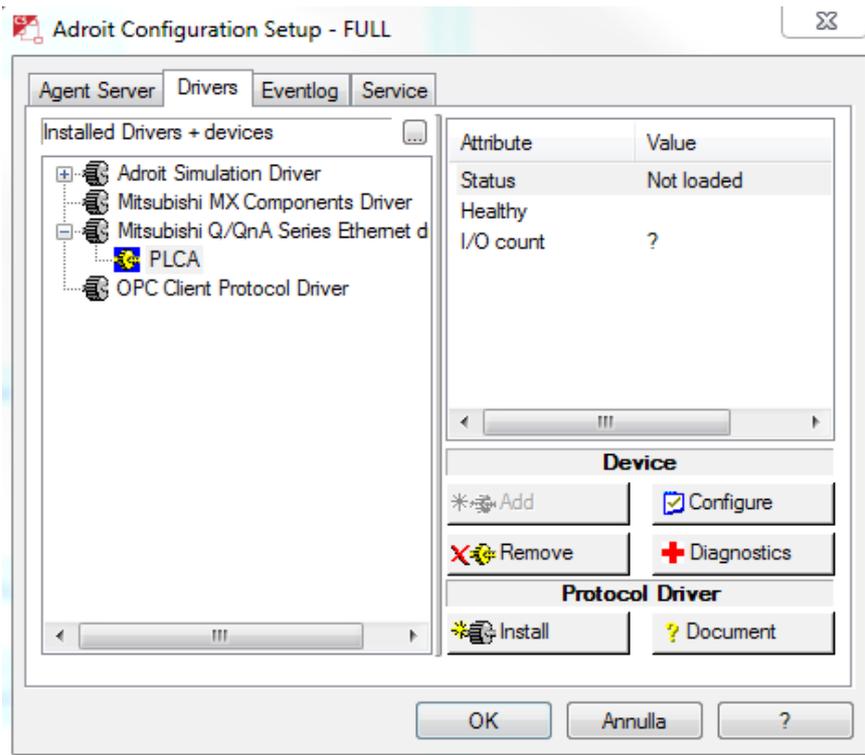
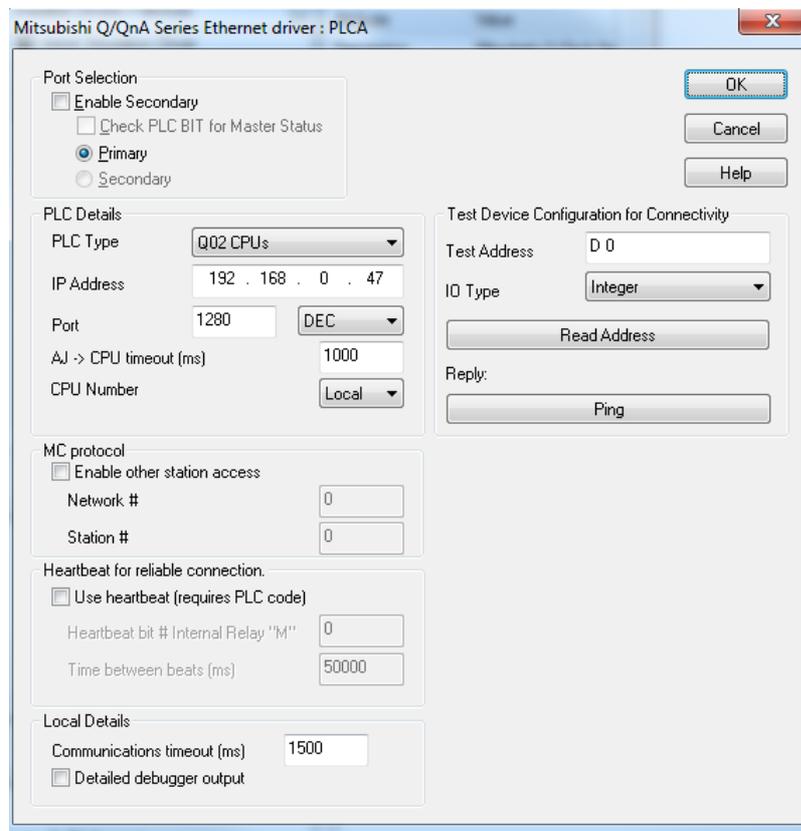


Illustrazione 64: Driver configuration setup di progetto (anche sotto)



Come è visibile nell'elenco dei driver, è possibile l'impostazione di un dispositivo OPC di simulazione: questi è caratterizzato da una serie di indirizzi specifici associati all'eseguibile che simulano il processo reale: a questi indirizzi andanno associati gli agenti che verranno creati per determinare la corrispondenza tra il comportamento fisico del sistema e la visualizzazione degli stessi sull'interfaccia SCADA, progettata sull'ambiente di lavoro Maps Designer: esistono molti tipi di agenti:

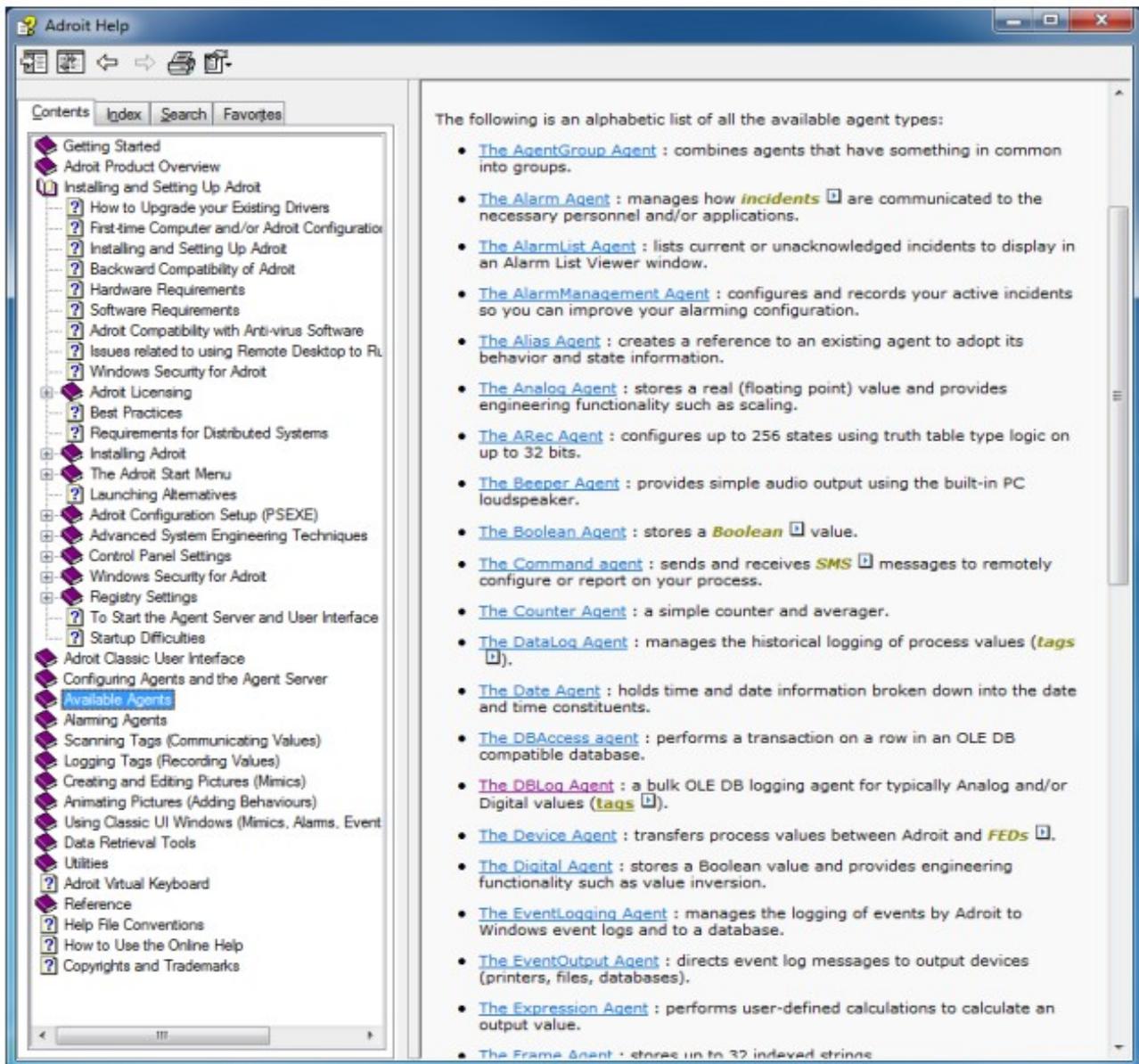


Illustrazione 65: Lista agenti di sistema

I principali da sottolineare sono sicuramente:

- analog agent: caratterizza un segnale di tipo analogico, come potrebbe essere un livello fisico di un serbatoio. Le impostazioni di un agente analogico prevedono in particolare l'impostazione dei limiti di allarme, oltre i quali si può passare alla segnalazione di un allarme con un word di status;

Agent Details
Name: ADT_JU_MX_FED_A_MASS_ACT/1
Description: Custard Powered Feeder

Value
Engineering: 0,000000
Raw: 0,000000

Device Span
Minimum: 0,000000
Maximum: 1000,000000
 Sqrt Extraction

Engineering Span
Minimum: 0,000000
Maximum: 1000,000000
Unit:

Alarms
High-high: 85,000000
High: 70,000000
Low: 35,000000
Low-low: 20,000000
Rate of change: 1000,000000

Deadbands
High alarms: 0,000000
Low alarms: 0,000000

Cold start
 Enable
Value: 0,000000

Enable change monitoring for this agent

Illustrazione 66: Proprietà agenti analogici

- Digital agent: caratterizza un segnale di tipo digitale quindi di due stati discreti (ON/OFF):

Agent Details
Name: ADT_JU_MX_DISCH_VLV_STAT/1
Description: Discharge Valve

Value
Value: OFF
 Value inverted
Raw value: 0

Pulsed output
 Enabled
Delay (milliseconds): 3000

Text
OFF state: OFF
ON state: ON

Cold start
 Enable
State: OFF

Enable change monitoring

Illustrazione 67: Proprietà agenti digitali

- Expression agent : caratterizza un'espressione di calcolo che può essere implementata per visualizzare un certo valore: in ingresso vengono passati una serie di agenti numerici o analogici che vengono memorizzati con opportuni nomi di istanza e successivamente si scrive la formula da calcolare utilizzando queste variabili passate in ingresso:

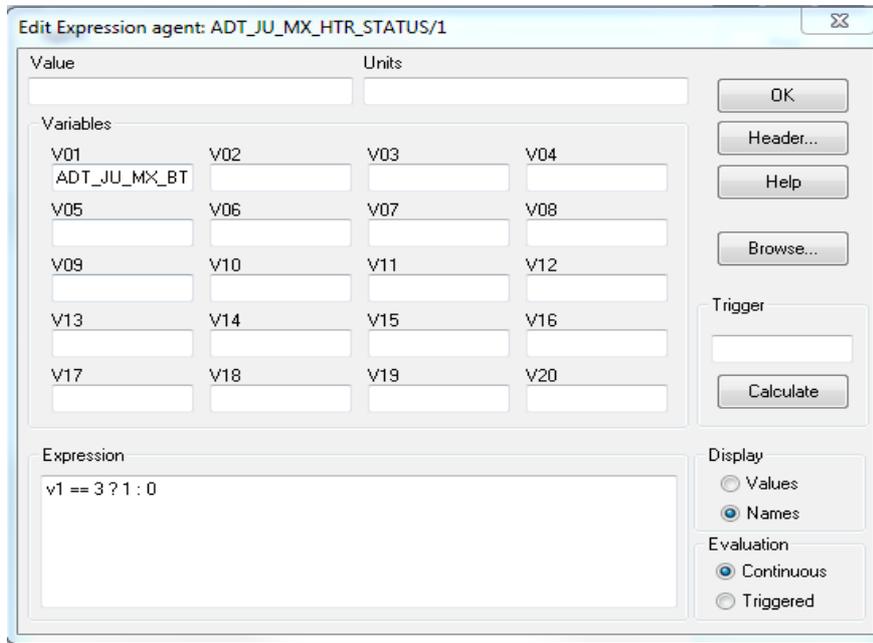


Illustrazione 68: Proprietà agenti espressioni

La configurazione degli agenti va fatta direttamente dal Designer passando all'Agent server dal menù:

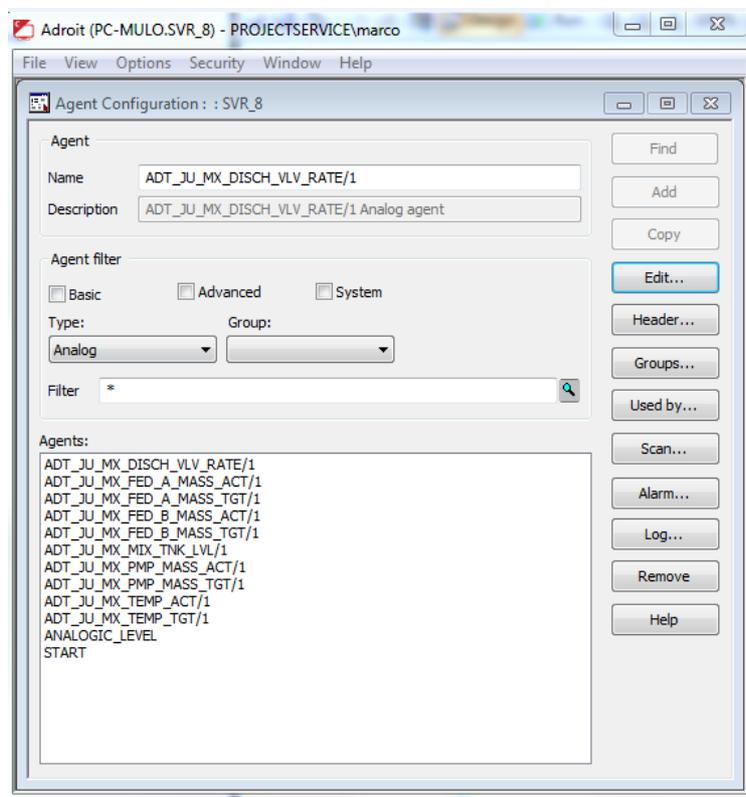


Illustrazione 69: Configurazione agenti di progetto

Nota: esiste una certa scelta implementativa di assegnazione del nome: di solito si indica prima il nome del server, il nome del progetto del sistema implementato e successivamente un riferimento al tipo di dispositivo al quale l'agente è associato.

Specificando nome e tipo di agente si aggiunge alla lista presente sull'agent server e successivamente mediante "Scan" si imposta la corrispondenza con l'indirizzo fisico:

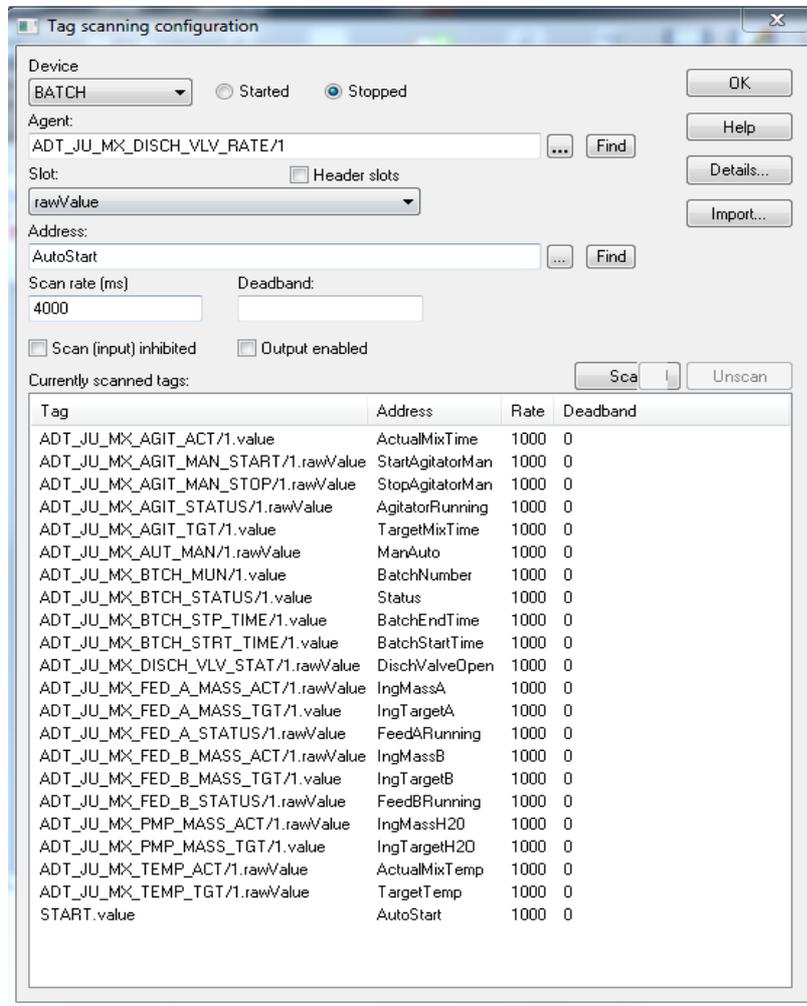


Illustrazione 70: Assegnazione indirizzi agenti di progetto

in tale impostazione si segnalano il nome del dispositivo e l'indirizzo di corrispondenza: una volta aggiunta la corrispondenza tra l'agente e l'indirizzo, ad un cambiamento dello stato della variabile associata l'indirizzo fisico varierà anche lo stato del valore memorizzato dall'agente caratterizzando una modifica del componente SCADA associato all'agente stesso: l'aggiunta avviene navigando nella barra delle proprietà del Maps Designer associato ad un determinato dispositivo e selezionando l'aggiunta di un comportamento, behaviour nel menù a finestre:

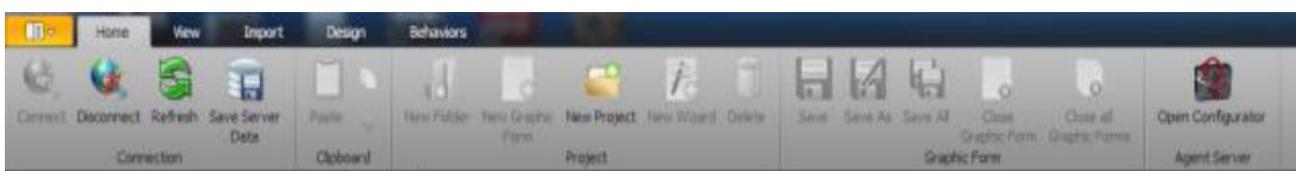


Illustrazione 71: Maps navigation Windows

In questo modo associando ad un elemento quale può essere, ad esempio, una pompa collegata ad un motore, un agente digitale del tipo:

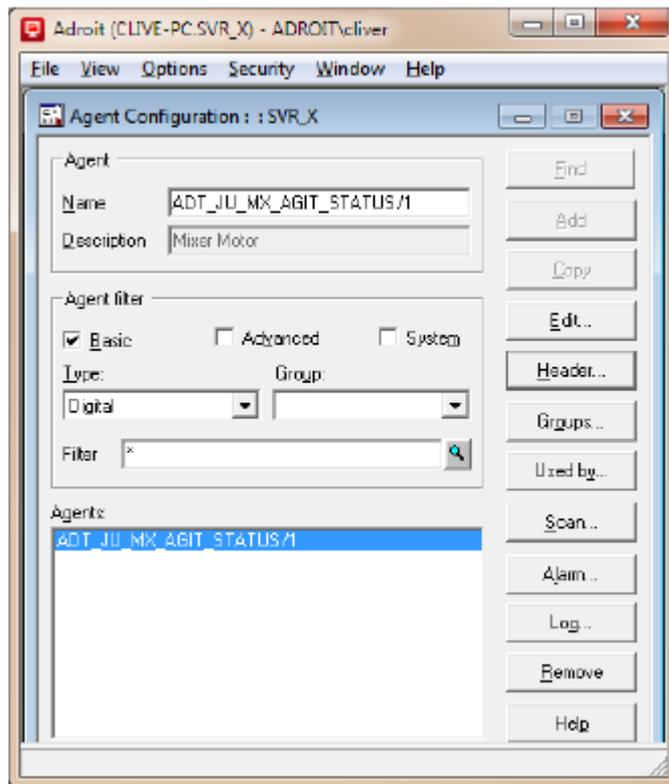


Illustrazione 72: Configurazione agente

e selezionando quindi l'elemento grafico associato alla pompa ed aggiungendo il behaviour dal menù mostrato sopra possiamo impostare come l'elemento grafico abbia una colorazione rossa se in stop (quando il bit associato all'agente digitale è a 0) oppure verde quando è in marcia (quindi quando il bit dell'agente digitale è 1), dal seguente menù:

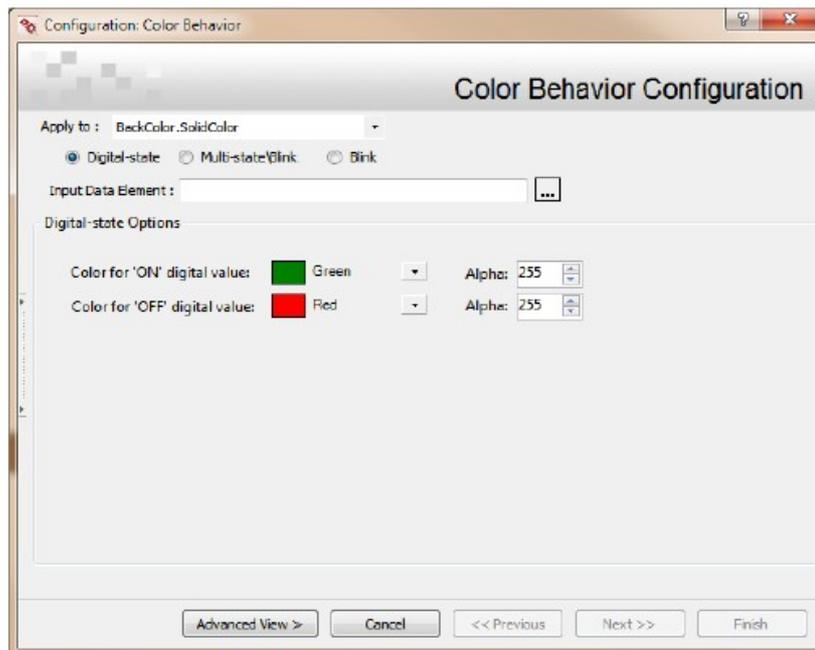


Illustrazione 73: Assegnazione/configurazione comportamento visuale

Per avere quindi una visione dell'elemento grafico, in fase di esecuzione del programma:

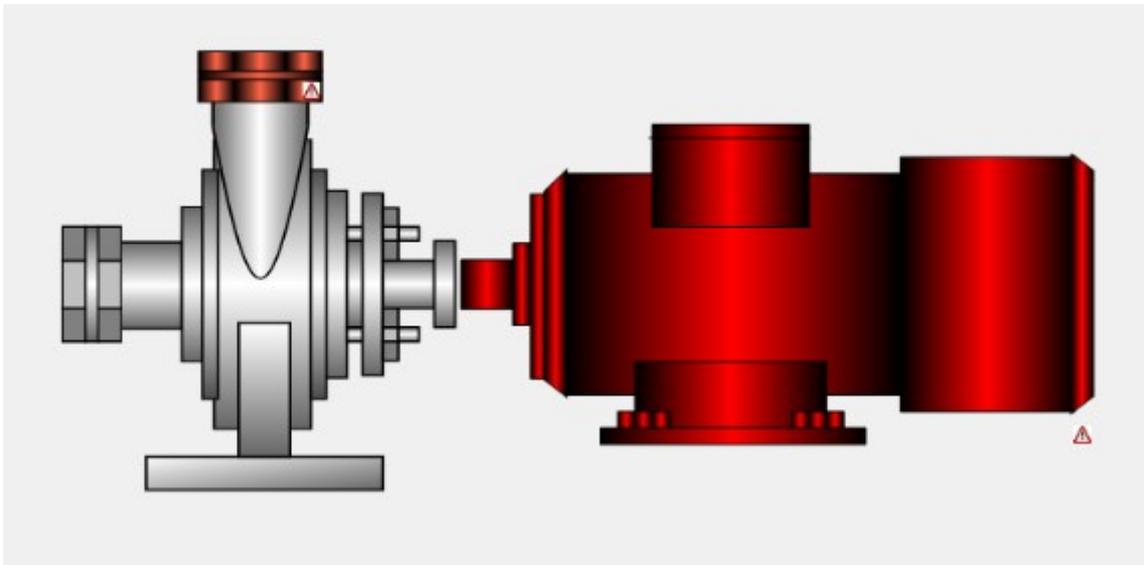


Illustrazione 74: Comportamento visuale dell'agente

Le possibili operazioni sono molteplici: si va da una semplice colorazione per la segnalazione dello stato, alla gestione di pulsanti che permettono di escludere e nascondere parte degli oggetti grafici, nonché la possibilità di visualizzare su barre di etichetta delle stringhe di caratteri o dei numeri rappresentanti dei dati di progetto e di esecuzione. Per motivazioni di tempo e spazio verrà evitata la trattazione generale di tutte queste possibilità che rappresentano comunque un punto di forza di Maps dal punto vista dell'implementazione SCADA di progetto.

6.2.2 – Creazione del progetto con Maps Designer

Il progetto da creare è appunto quello esposto in precedenza, caratterizzato da 3 pompe per la gestione dell'inserimento degli ingredienti nel serbatoio, un agitatore per effettuare il mix del composto, un controllo della temperatura mediante controllore PID attraverso l'inserimento tramite un tubo di vapore ed una valvola di scarico in fondo al recipiente.

Analizziamo la realizzazione del progetto attraverso Maps Designer e successivamente vedremo l'implementazione dello stesso progetto partendo dall'altro programma di Maps, ossia il Maps 1-Engineer.

La creazione del progetto prevede prima di tutto l'assegnazione del nome che chiameremo genericamente "XYZ_FOODS" per indicare il miscuglio di 3 generici ingredienti nel composto: per prima cosa andiamo solamente a specificare nome e percorso di memorizzazione del progetto:

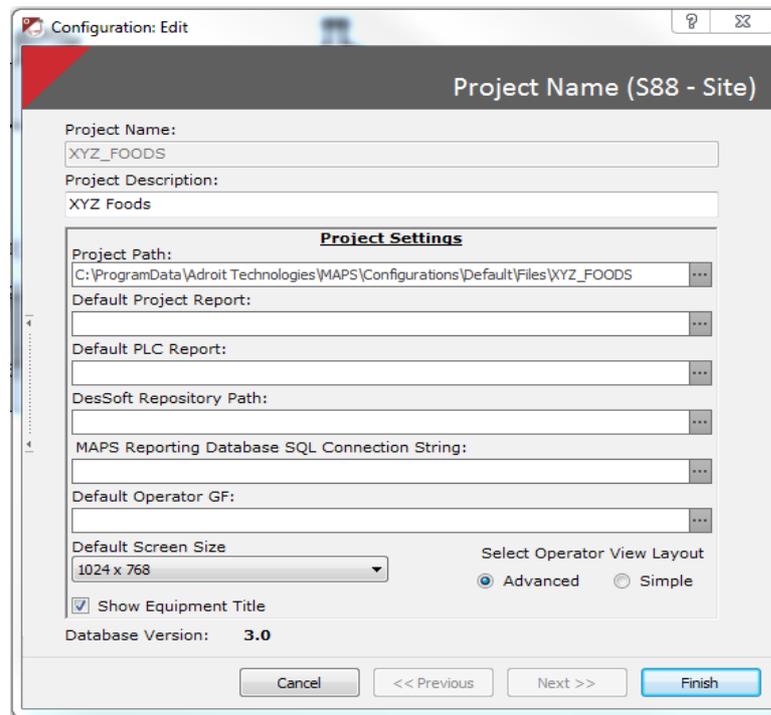


Illustrazione 75: Creazione nuovo progetto

seguendo il flusso di progetto imposto dallo standard ISA S88 passiamo alla definizione dell'area di progetto:

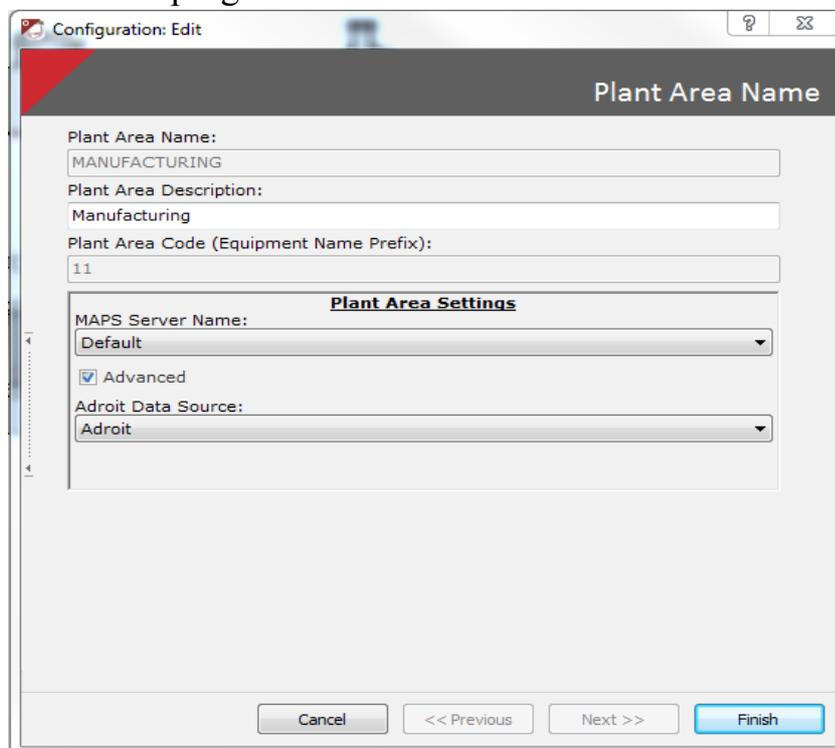


Illustrazione 76: Settaggio area di progetto

l'indicazione scelta come nome dell'area ("MANUFACTURING") va ad indicare che la parte del progetto corrisponde alla zona di produzione, in questo caso del composto in questione;

Particolare accorgimento in questa fase di progetto: possiamo intanto indicare un codice di enumerazione dell'area in modo da poter, se necessario, inserire aree con processo identico di produzione o simile: questo può essere particolarmente utile, ad esempio, nella progettazione di un impianto con molteplici linee di produzione identiche, anche come quelle in questo caso: il codice di enumerazione permette una visione e gestione meno caotica di questo tipo di impianti.

Altro importante accorgimento di questa fase è l'impostazione del Data Source di Adroit: è necessario impostare "Adroit" nel menù a tendina, questo perchè nella successiva assegnazione automatica dei tag di progetto da associare agli elementi SCADA se viene lasciato tutto di default il sistema potrebbe non riconoscere gli agenti da associare, e quindi mancherebbe parte dell'implementazione di progetto.

Successivamente si passa alla configurazione del PLC di controllo della specifica area: in questa fase si dovrà specificare un nome al PLC di gestione dell'area, ad esempio PLC_1 ed andare a selezionare l'area corrispondente (quella precedente visto che in questo caso abbiamo solo un'area di produzione chiamata MANUFACTURING). L'associazione al PLC va conclusa con la selezione del PLC da utilizzare che si è precedentemente configurato con la configurazione del server Adroit ed infine passare all'assegnazione degli indirizzi fisici di ingressi ed uscite secondo le specifiche del sistema:

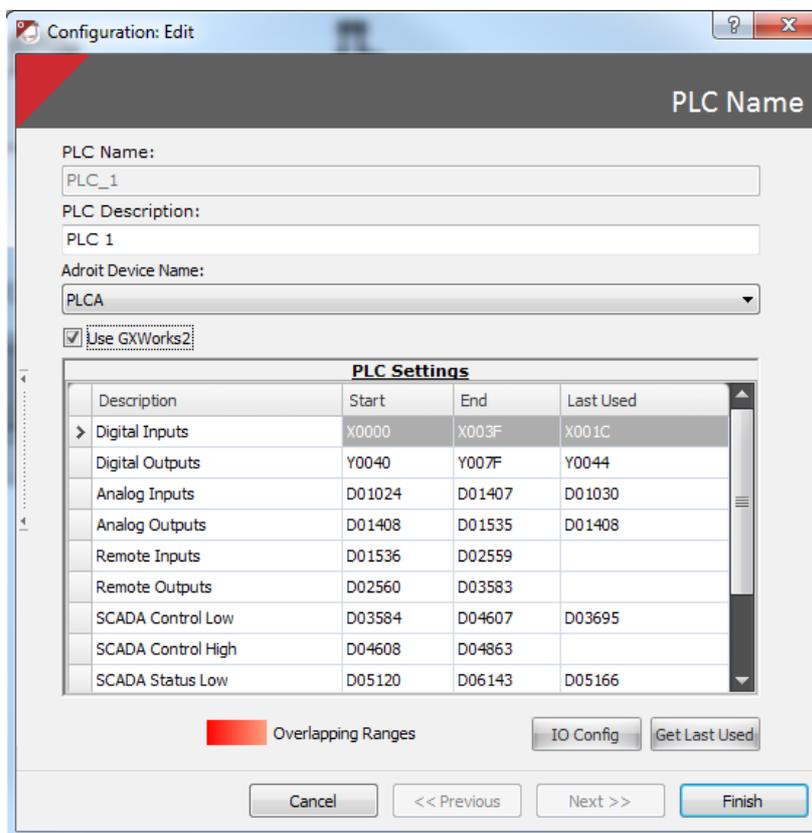


Illustrazione 77: Settaggio controllore PLC di progetto

L'utilizzo della terza versione di Maps permette l'utilizzo per la creazione del progetto PLC di GX Works, anche se è presente ancora la possibilità di creare il progetto anche con GX IEC Developer che rappresenta la versione precedente di programmazione PLC. L'utilizzo di GX Works è sicuramente più consigliato in quanto gli sviluppi futuri verteranno sempre di più sull'utilizzo di questo software. Qui facciamo questa scelta implementativa tra GX Works e GX IEC Developer.

A questo punto andiamo a specificare il numero di componenti che dovranno essere utilizzati in modo da inserirli nel progetto: ci serviranno 4 motori (una per l'ingrediente A con relativa pompa per l'emissione e stessa cosa per l'ingrediente B e per l'acqua, mentre per l'agitatore un semplice motore per il movimento): associeremo diversi componenti grafici ai 4 elementi che comunque faranno tutti riferimento allo stesso modello precaricato di Maps: DOL_A_v1_0, modello avanzato di un semplice motore. Si aggiunge poi una valvola, con modello avanzato VALVE_S_A_v1_0 , per lo scarico del serbatoio.

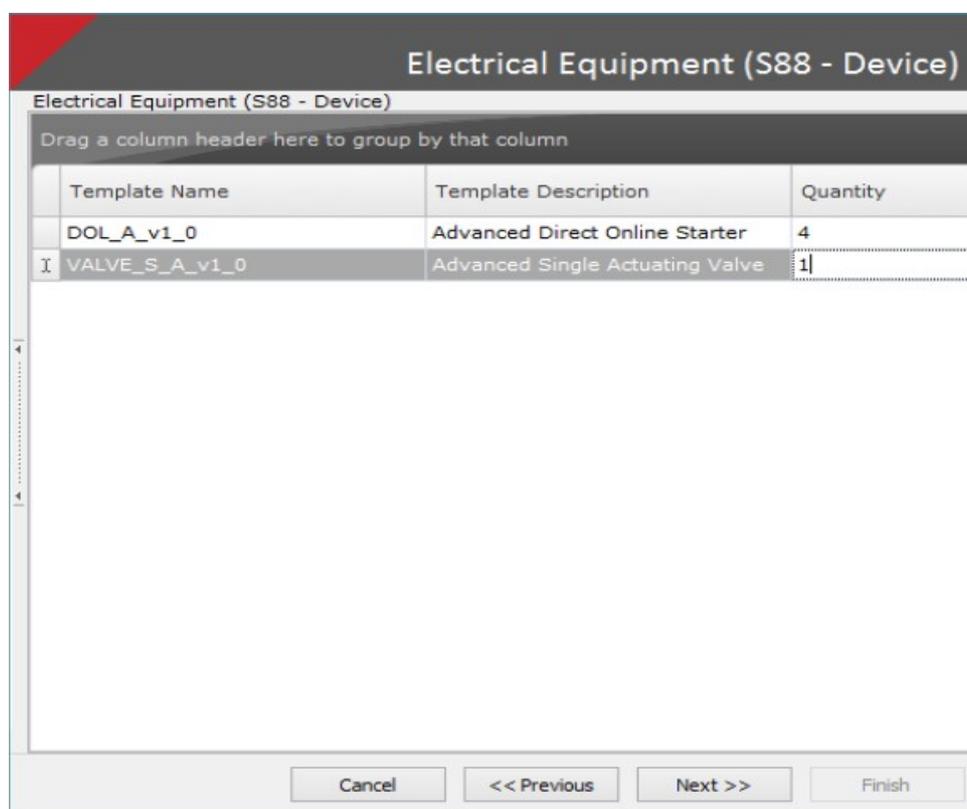


Illustrazione 78: Aggiunta componenti elettrici di progetto

Dopo aver inserito gli elementi andiamo a specificarne il nome di tag da associare allo SCADA, l'area ed il processo di inserimento nel progetto, ed l'oggetto grafico SCADA di visualizzazione oltre che ad una semplice descrizione dell'oggetto (Agitator -> agitatore; Water Pump -> pompa acqua; Ingredient A Pump -> pompa ingrediente A; Ingredient B Pump -> pompa ingrediente B):

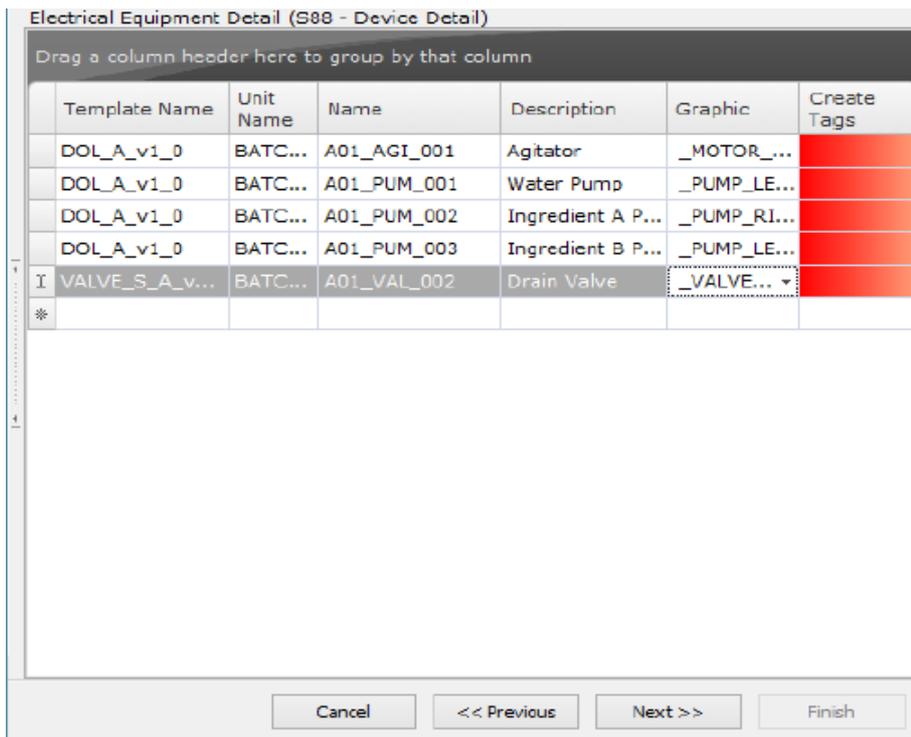


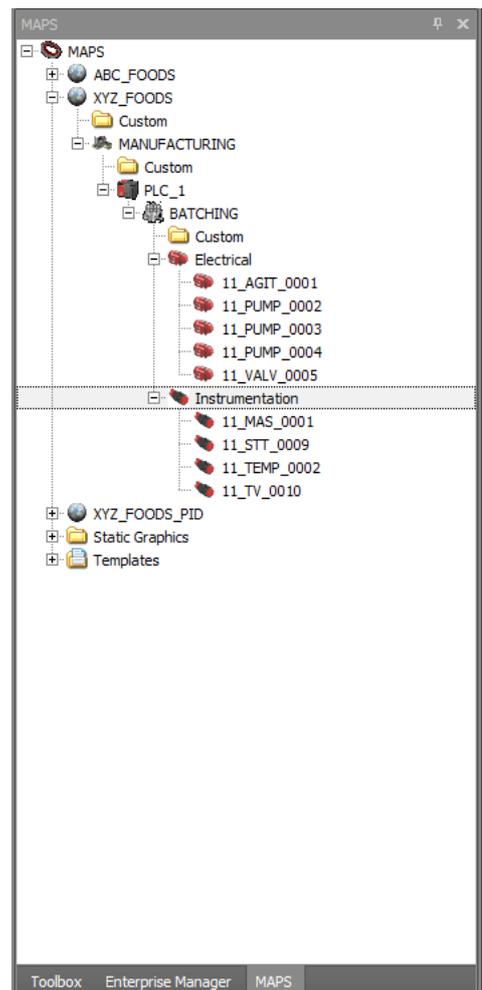
Illustrazione 79: Settaggio componenti elettrici di progetto

Infine dobbiamo andare ad inserire tutti gli elementi di strumentazione presenti nel progetto, quindi il controllore PID, il gruppo pulsanti per gestione del sistema, e i 2 ingressi analogici di livello del serbatoio e di temperatura.

Il procedimento per il loro inserimento e per l'assegnazione degli elementi SCADA è identico a quello precedente per gli elementi elettrici.

Al termine della procedura avremo la creazione del progetto Maps con la configurazione definita dallo standard ISA S88 il che è visibile dal menù ad albero seguente:

Notiamo come l'impostazione eseguita mediante flusso di progetto seguente abbia organizzato il progetto secondo le norme sopra citate, il che rende il progetto molto facile da leggere e da gestire: possiamo accedere ad ogni singolo elemento di progetto e modificarne le proprietà in ogni momento: la ridefinizione dell'elemento SCADA visualizzato e di



tutto il resto verrà modificato in automatico dal sistema.

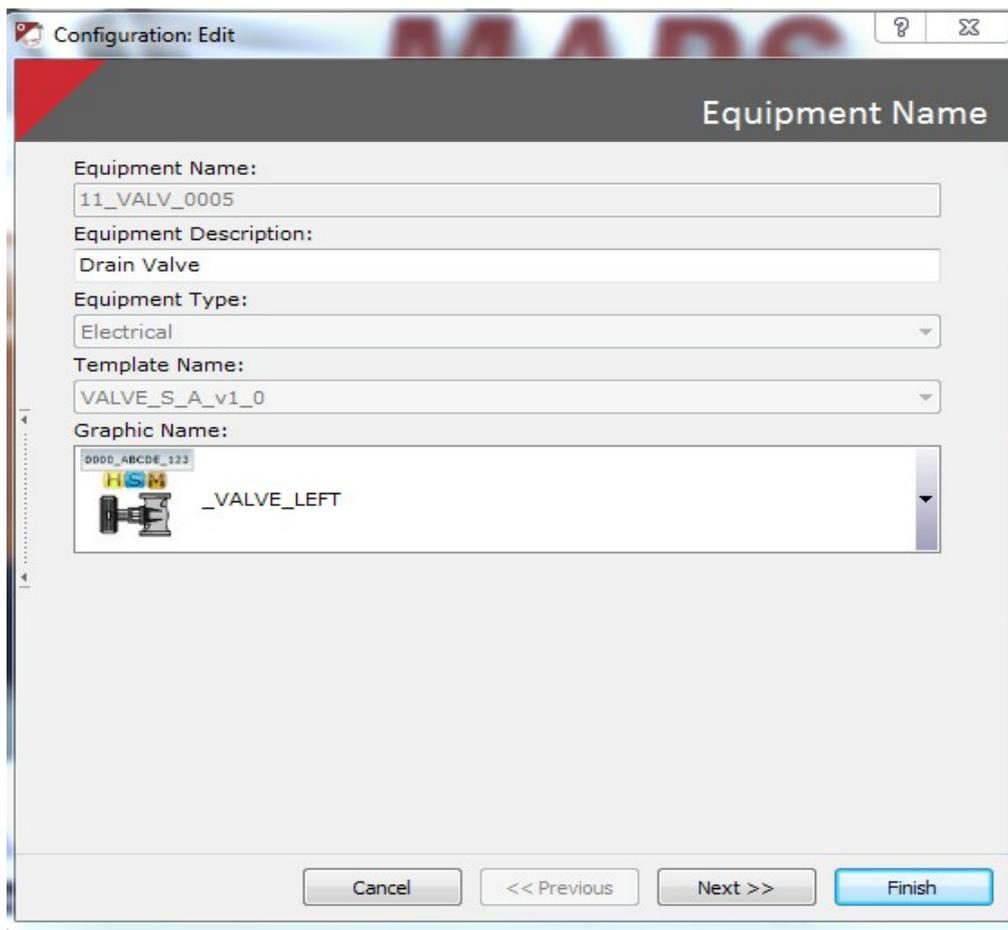


Illustrazione 80: Configurazione proprietà elemento di progetto aggiunto

In seguito alla creazione del progetto possiamo passare alla gestione del progetto SCADA semplicemente cliccando 2 volte sopra al menù ad albero per visualizzarlo:

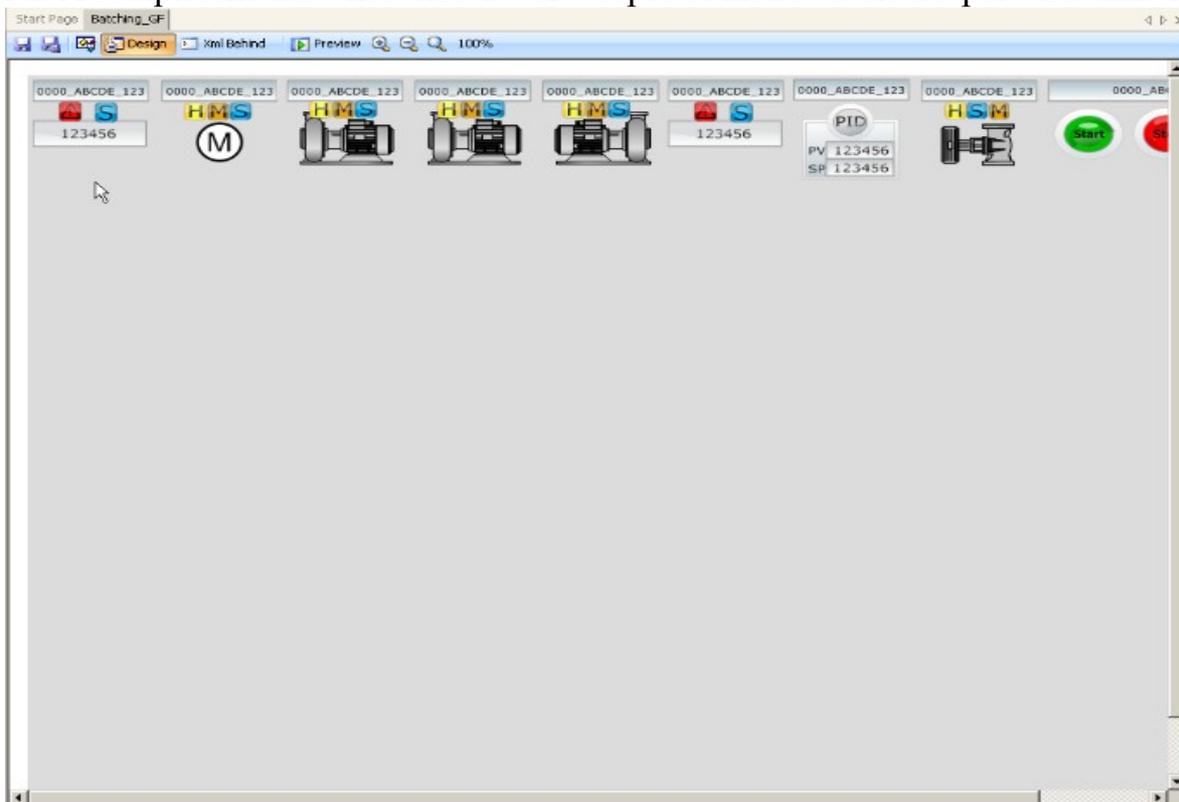


Illustrazione 81: Visione del progetto SCADA creato

Dopo la generazione del progetto SCADA dovremo passare alla generazione del progetto PLC, il che viene appunto gestito con la generazione automatica dei blocchi funzione grazie all'ausilio dei modelli di sistema: una volta selezionata l'opzione "Built PLC Program" dal menù ad albero al livello del PLC avremo l'apertura automatica dell'ambiente GX Works con la visualizzazione di tutti i blocchi funzione associati ai dispositivi caricati dai modelli presentati nel capitolo precedente:

Ovviamente l'integrazione tra il progetto SCADA e PLC e la generazione automatica del progetto PLC va a creare tutto il programma di controllo dei dispositivi di progetto: è appunto questo il grande vantaggio del sistema MAPS : non è necessario implementare tutto l'algoritmo di controllo dei componenti di progetto come si dovrebbe invece fare implementando il progetto senza l'ausilio di Maps.

11_WT_00	11_WT_001 (Advanced Analog Input Control)	FB_11_WT_001	AI_A_VI_0		
	DATA_11_WT_001.AI_Field_Raw	F_I_AI_Raw		S_SW1_Marshall	DATA_11_WT_001.S_SW1_Marshall
	DATA_11_WT_001.S_CW1_Marshall	S_CW1_Marshall		S_SW2_AI_PV	DATA_11_WT_001.S_SW2_AI_PV
	DATA_11_WT_001.S_CW2_HH_Alarm	S_CW2_HH_Alarm		S_SW3_AI_RAW	DATA_11_WT_001.S_SW3_AI_RAW
	DATA_11_WT_001.S_CW3_H_Alarm	S_CW3_H_Alarm		S_SW1_0_Simulation	
	DATA_11_WT_001.S_CW4_L_Alarm	S_CW4_L_Alarm		S_SW1_1_HH_Alarm	
	DATA_11_WT_001.S_CW5_LL_Alarm	S_CW5_LL_Alarm		S_SW1_2_H_Alarm	
	DATA_11_WT_001.S_CW6_MinIn	S_CW6_MinIn		S_SW1_3_L_Alarm	
	DATA_11_WT_001.S_CW7_MaxIn	S_CW7_MaxIn		S_SW1_4_L_Alarm	
	DATA_11_WT_001.S_CW8_MinOut	S_CW8_MinOut		S_SW1_5_Over_Range	
	DATA_11_WT_001.S_CW9_MaxOut	S_CW9_MaxOut		S_SW1_6_Under_Range	
	DATA_11_WT_001.S_CW10_Sim_Val	S_CW10_Sim_Val		S_SW1_7_Fault	
	DATA_11_WT_001.S_CW11_Alarm_Hysteresis	S_CW11_Alarm_Hysteresis		S_SW1_8_Setup_Fault	

11_AG_00	11_AG_001 (Advanced Direct On Line Control)	FB_11_AG_001	DOL_A_VI_0		
	DATA_11_AG_001.F_I_Run_FB	F_I_Run_FB		F_O_DOL_START_CMD	DATA_11_AG_001.F_O_DOL_START_CMD
	DATA_11_AG_001.F_I_Isolator_Closed_FB	F_I_Isolator_Closed_FB		S_SW1_Marshall	DATA_11_AG_001.S_SW1_Marshall
	DATA_11_AG_001.F_I_MCC_Healthy_FB	F_I_MCC_Healthy_FB		S_SW2_Starting_Time_PV	DATA_11_AG_001.S_SW2_Starting_Time_PV
	DATA_11_AG_001.F_I_Safety_Interlock_OK	F_I_Safety_Interlock_OK		S_SW3_Stopping_Time_PV	DATA_11_AG_001.S_SW3_Stopping_Time_PV
	DATA_11_AG_001.VAR_Process_Int_OK	VAR_Process_Int_OK		S_SW4_No_Of_Operations	DATA_11_AG_001.S_SW4_No_Of_Operations
	DATA_11_AG_001.VAR_Start_Int_OK	VAR_Start_Int_OK		S_SW5_Restart_PV	DATA_11_AG_001.S_SW5_Restart_PV
	DATA_11_AG_001.VAR_Auto_Run_Req	VAR_Auto_Run_Req		S_SW6_Current_PV	DATA_11_AG_001.S_SW6_Current_PV
	DATA_11_AG_001.F_I_MAN_START_PB	F_I_MAN_START_PB		S_SW7_Running_Hours	DATA_11_AG_001.S_SW7_Running_Hours
	DATA_11_AG_001.F_I_MAN_STOP_PB	F_I_MAN_STOP_PB		S_SW1_0_Fault_OverCurrent	
	DATA_11_AG_001.S_CW1_Marshall	S_CW1_Marshall		S_SW1_A_Fault_Start	
	DATA_11_AG_001.S_CW2_Fail_To_Start_SP	S_CW2_Fail_To_Start_SP		S_SW1_0_Fault_Stop	
	DATA_11_AG_001.S_CW3_Fail_To_Stop_SP	S_CW3_Fail_To_Stop_SP		S_CW1_0_Auto_Manual	
	DATA_11_AG_001.S_CW4_Running_SP	S_CW4_Running_SP		S_CW1_1_Desk_Field	
	DATA_11_AG_001.S_CW5_Stopping_SP	S_CW5_Stopping_SP		S_CW1_2_Maintenance	
	DATA_11_AG_001.S_CW6_Simulate_SP	S_CW6_Simulate_SP		S_CW1_3_Simulation	
	DATA_11_AG_001.S_CW7_Restart_SP	S_CW7_Restart_SP		S_SW1_1_Ready_To_Start	
	DATA_11_AG_001.S_CW8_MaxCurrent_SP	S_CW8_MaxCurrent_SP		S_SW1_2_Stopped	
	DATA_11_AG_001.S_CW9_MinIn_Current_SP	S_CW9_MinIn_Current_SP		S_SW1_3_Starting_RQ	
	DATA_11_AG_001.S_CW10_MaxIn_Current_SP	S_CW10_MaxIn_Current_SP		S_SW1_4_Running	
	DATA_11_AG_001.S_CW11_MinOut_Current_SP	S_CW11_MinOut_Current_SP		S_SW1_5_Stopping_RO	
	DATA_11_AG_001.S_CW12_MaxOut_Current_SP	S_CW12_MaxOut_Current_SP			
	DATA_11_AG_001.F_AI_Current	F_AI_Current_PV			

11_PMP_001	11_PMP_001 (Advanced Direct On Line Control)	FB_11_PMP_001	DOL_A_VI_0		
	DATA_11_PMP_001.F_I_Run_FB	F_I_Run_FB		F_O_DOL_START_CMD	DATA_11_PMP_001.F_O_DOL_START_CMD
	DATA_11_PMP_001.F_I_Isolator_Closed_FB	F_I_Isolator_Closed_FB		S_SW1_Marshall	DATA_11_PMP_001.S_SW1_Marshall
	DATA_11_PMP_001.F_I_MCC_Healthy_FB	F_I_MCC_Healthy_FB		S_SW2_Starting_Time_PV	DATA_11_PMP_001.S_SW2_Starting_Time_PV
	DATA_11_PMP_001.F_I_Safety_Interlock_OK	F_I_Safety_Interlock_OK		S_SW3_Stopping_Time_PV	DATA_11_PMP_001.S_SW3_Stopping_Time_PV
	DATA_11_PMP_001.VAR_Process_Int_OK	VAR_Process_Int_OK		S_SW4_No_Of_Operations	DATA_11_PMP_001.S_SW4_No_Of_Operations
	DATA_11_PMP_001.VAR_Start_Int_OK	VAR_Start_Int_OK		S_SW5_Restart_PV	DATA_11_PMP_001.S_SW5_Restart_PV
	DATA_11_PMP_001.VAR_Auto_Run_Req	VAR_Auto_Run_Req		S_SW6_Current_PV	DATA_11_PMP_001.S_SW6_Current_PV
	DATA_11_PMP_001.F_I_MAN_START_PB	F_I_MAN_START_PB		S_SW7_Running_Hours	DATA_11_PMP_001.S_SW7_Running_Hours
	DATA_11_PMP_001.F_I_MAN_STOP_PB	F_I_MAN_STOP_PB		S_SW1_0_Fault_OverCurrent	
	DATA_11_PMP_001.S_CW1_Marshall	S_CW1_Marshall		S_SW1_A_Fault_Start	
	DATA_11_PMP_001.S_CW2_Fail_To_Start_SP	S_CW2_Fail_To_Start_SP		S_SW1_0_Fault_Stop	
	DATA_11_PMP_001.S_CW3_Fail_To_Stop_SP	S_CW3_Fail_To_Stop_SP		S_CW1_0_Auto_Manual	
	DATA_11_PMP_001.S_CW4_Running_SP	S_CW4_Running_SP		S_CW1_1_Desk_Field	
	DATA_11_PMP_001.S_CW5_Stopping_SP	S_CW5_Stopping_SP		S_CW1_2_Maintenance	
	DATA_11_PMP_001.S_CW6_Simulate_SP	S_CW6_Simulate_SP		S_CW1_3_Simulation	

Illustrazione 82: Blocchi funzione di progetto

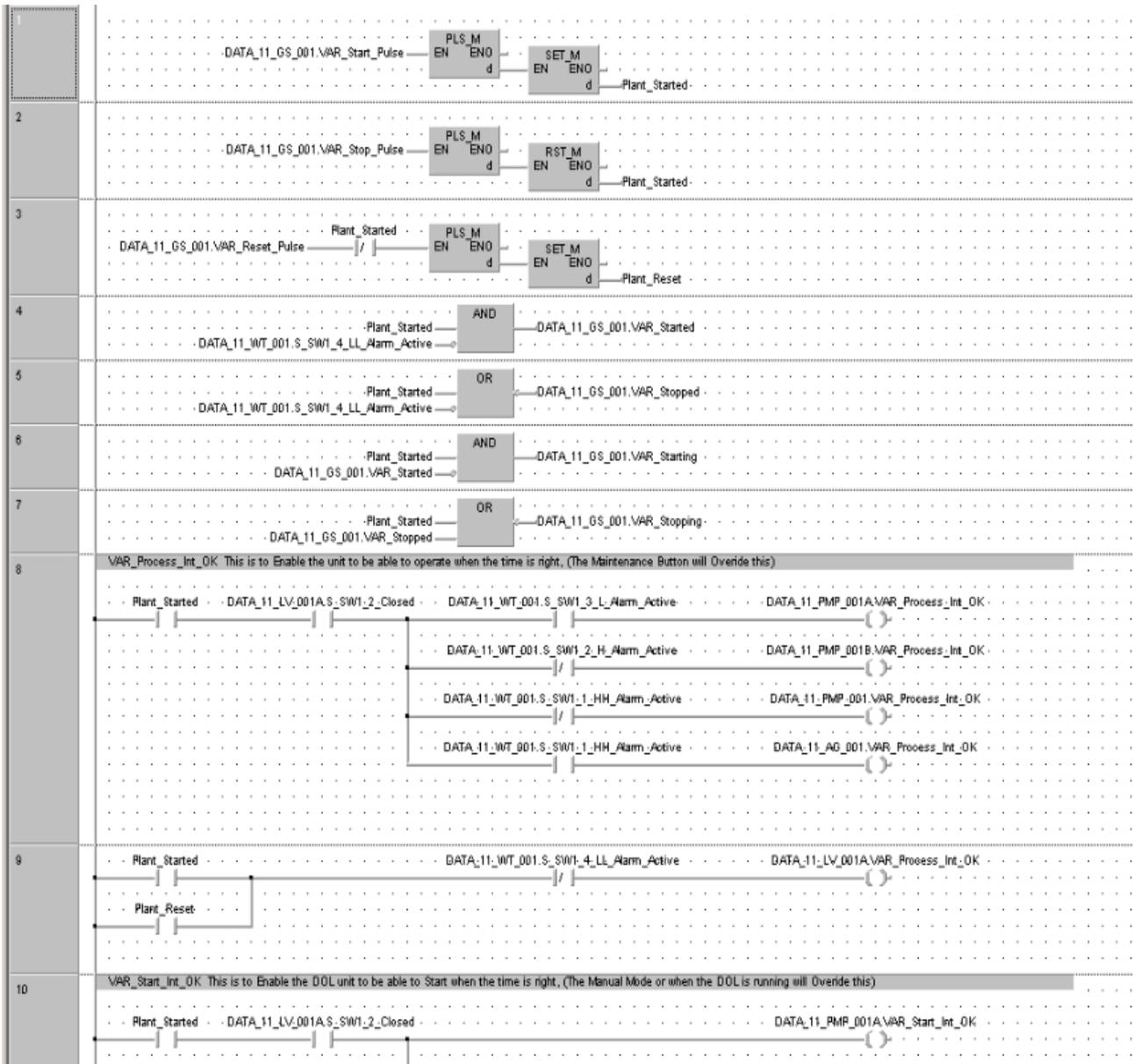


Illustrazione 83: Progetto PLC generato: codice gestione dei componenti 1

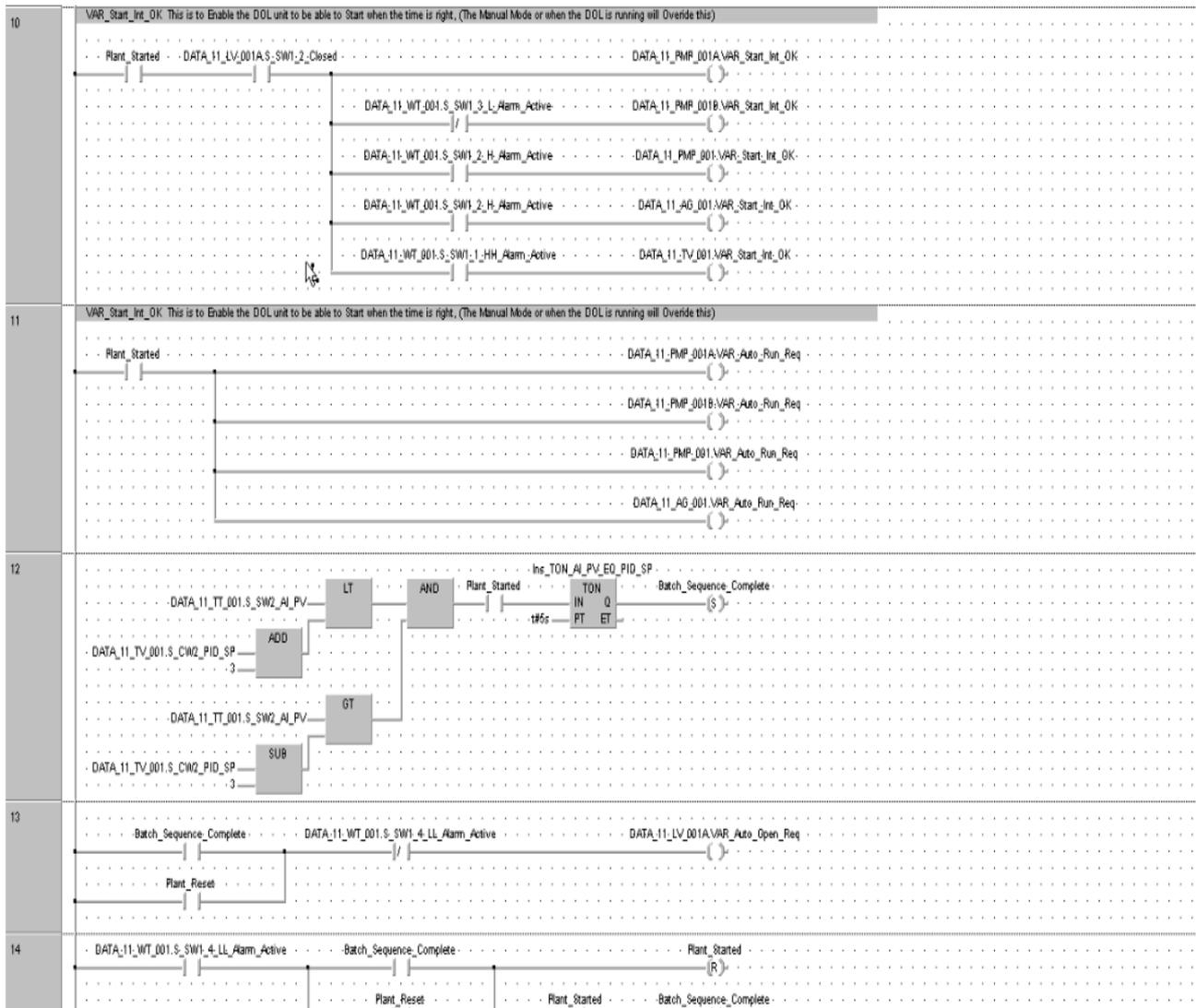


Illustrazione 84: Codice PLC generato: gestione dei componenti 2

A questo punto una volta generato il software di controllo non resta altro che caricarlo sul PLC mediante comunicazione diretta dal GX Works per andare a testare il funzionamento del sistema implementato. Le modalità di caricamento sono state già abbondantemente esposte nel capitolo sul software Mitsubishi GX Works. Tornando nell'ambiente Maps Designer andiamo ad apportare le ultime configurazioni necessarie di progetto: occorre stabilire la corrispondenza tra i nomi del progetto SCADA ed i tag associati al progetto PLC: il processo prevede un tempo di attesa di qualche minuto:

Tag Data

133 Tags

Drag a column header here to group by that column

	AS Name	Tag Type	Tag Name	Sync	Device Name
>	Adroit	Marshal	11_WT_001_5_CW	To ADROIT	CPU1
+	Adroit	Analog	11_WT_001_HH_SP	To ADROIT	CPU1
+	Adroit	Analog	11_WT_001_H_SP	To ADROIT	CPU1
+	Adroit	Analog	11_WT_001_I_SP	To ADROIT	CPU1
+	Adroit	Analog	11_WT_001_LL_SP	To ADROIT	CPU1
+	Adroit	Analog	11_WT_001_MinIn_SP	To ADROIT	CPU1
+	Adroit	Analog	11_WT_001_MaxIn_SP	To ADROIT	CPU1
+	Adroit	Analog	11_WT_001_MinOut_SP	To ADROIT	CPU1
+	Adroit	Analog	11_WT_001_MaxOut_sP	To ADROIT	CPU1
+	Adroit	Analog	11_WT_001_SIM_SP	To ADROIT	CPU1
+	Adroit	Analog	11_WT_001_A_HYST	To ADROIT	CPU1
+	Adroit	Marshal	11_WT_001_5_SW	To ADROIT	CPU1
+	Adroit	Analog	11_WT_001_AI_PV	To ADROIT	CPU1
+	Adroit	Analog	11_WT_001_AI_Raw	To ADROIT	CPU1
+	Adroit	Marshal	11_AG_001_5_CW	To ADROIT	CPU1
+	Adroit	Analog	11_AG_001_FTS_SP	To ADROIT	CPU1
+	Adroit	Analog	11_AG_001_FTP_SP	To ADROIT	CPU1

Illustrazione 85: Assegnazione tag PLC/SCADA progetto

A questo punto possiamo passare all'esecuzione del programma passando al Maps Operator:

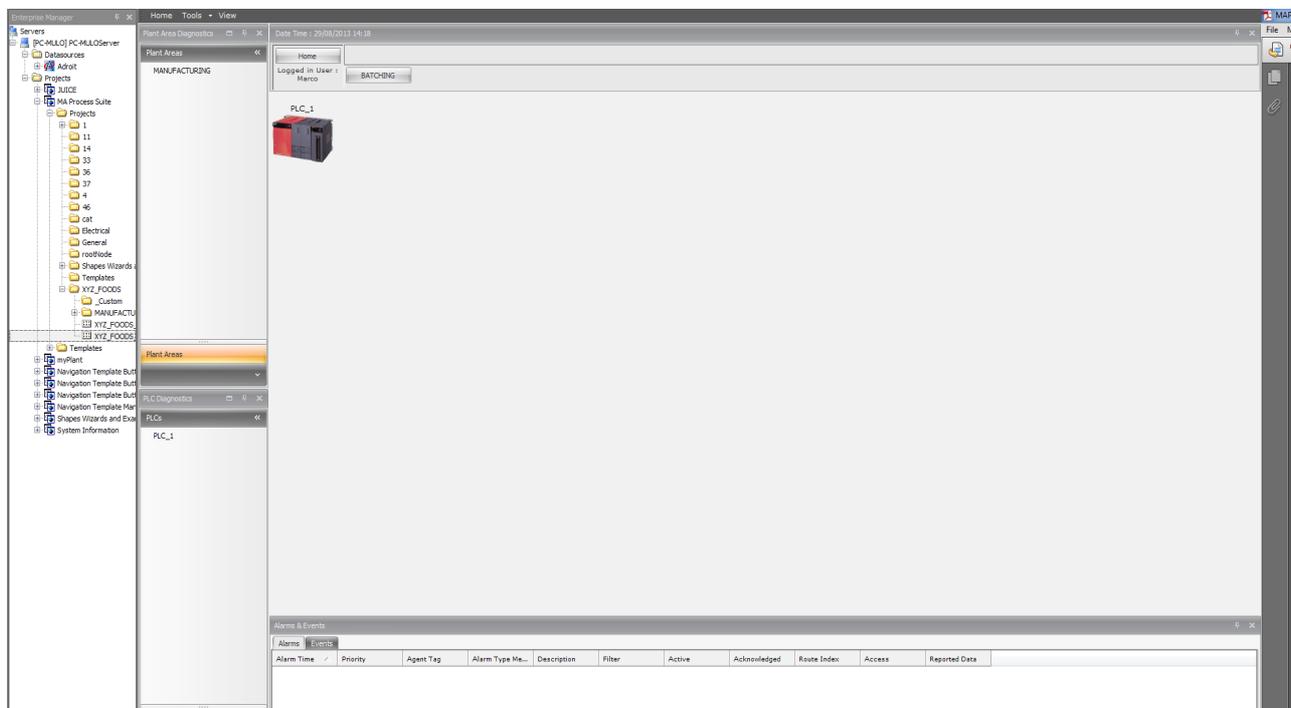


Illustrazione 86: Visione Operator di progetto

selezionando dal menù sulla sinistra il PLC visualizzeremo la schermata di controllo del dispositivo da operatore fornita dal modello di Maps: da qui possiamo mandare in esecuzione il PLC direttamente dall'interfaccia offerta da Maps:

Nota: MITQJE71 non è altro che il nome del driver di sistema associato dall'Agent Server ai PLC della famiglia System Q.

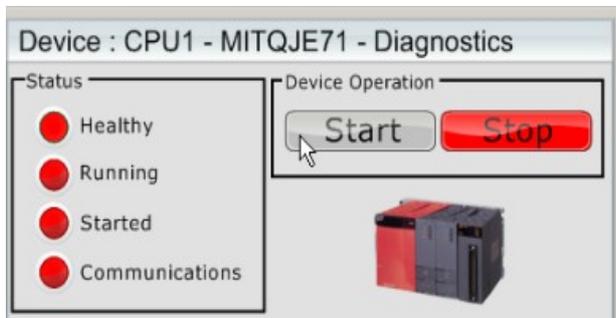


Illustrazione 87: Interfaccia gestione remoto PLC da Maps Operator: fase di STOP

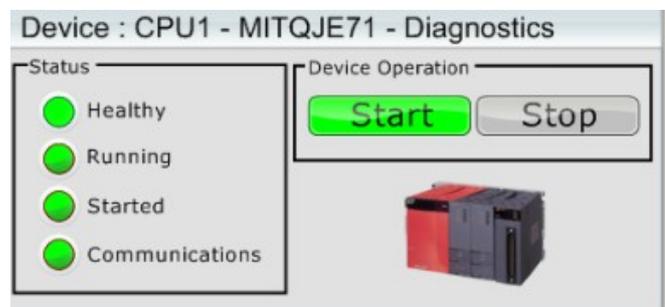


Illustrazione 88: Interfaccia gestione remoto PLC da Maps Operator: fase di START

Tornando alla visuale del progetto attraverso il gruppo di pulsanti aggiunto azioniamo il processo:

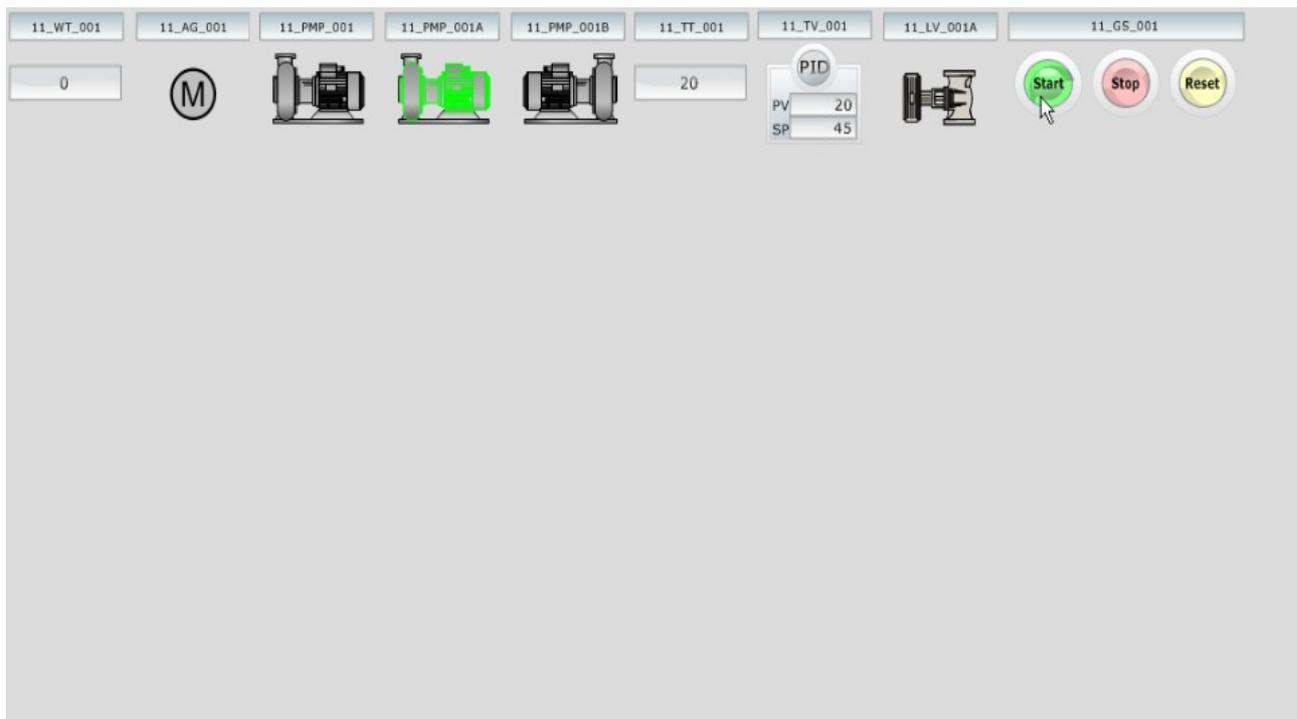


Illustrazione 89: Visione progetto in Maps Operator in esecuzione

Come possiamo vedere il comportamento SCADA di colorazione degli oggetti visuali ci mostra in verde i dispositivi di progetto attivi, in principio quindi la pompa del primo ingrediente, come da funzionamento del sistema mentre in tempo reale viene

visualizzato la quantità di ingredienti presente all'interno del recipiente con nella label con il nome tag di progetto "11_WT_001".

Il processo procede in automatico ed in ogni momento possiamo visualizzare lo stato dei componenti attraverso le interfacce offerte dei modelli di MAPS:

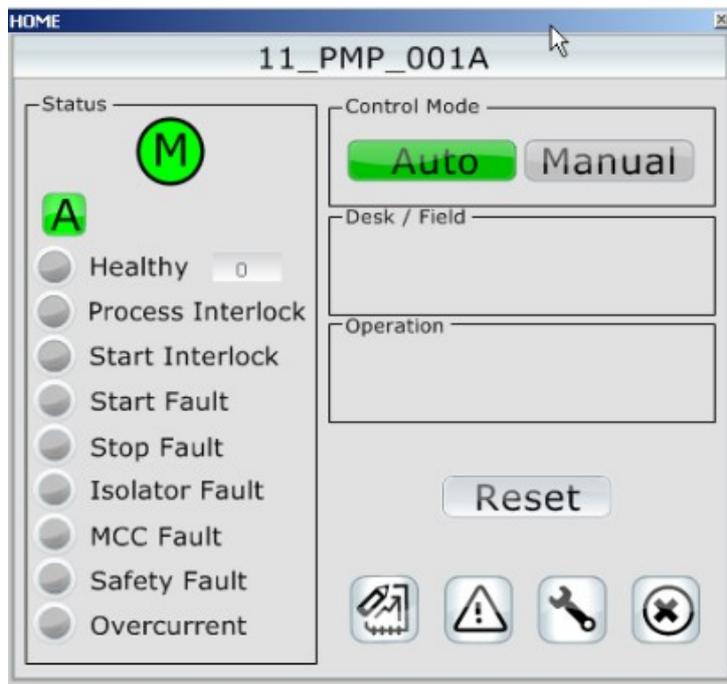
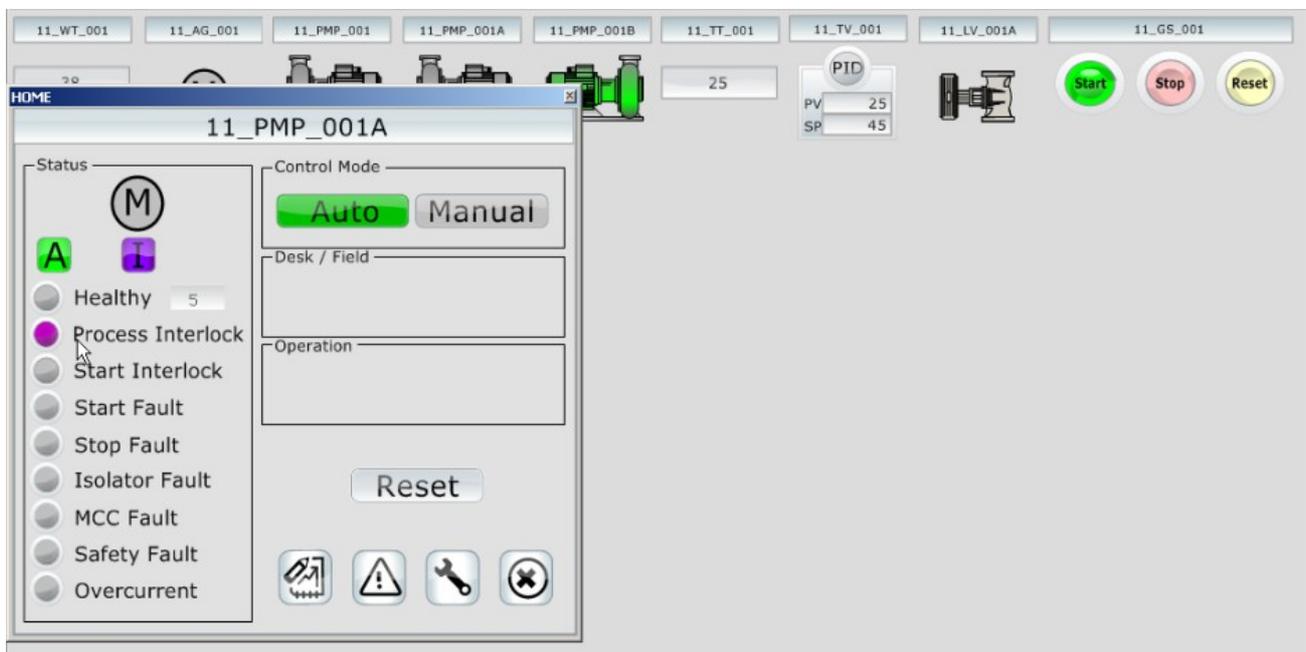


Illustrazione 90: Interfaccia gestione del motore Maps Operator (sopra e sotto)



Notiamo, in particolare per le pompe, come quando si effettua il passaggio al pompaggio del secondo ingrediente, con attivazione della relativa pompa, si attiva in quella precedente lo stato di interblocco:

Per quanto riguarda il controllo della temperatura possiamo sempre visualizzare il tutto attraverso l'interfaccia grafica del modello e successivamente anche graficare

l'andamento selezionando l'opzione in basso a sinistra dell'interfaccia:

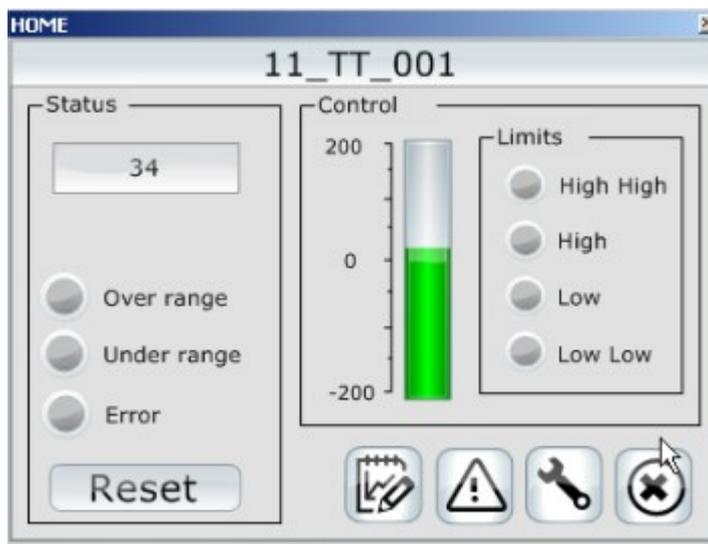


Illustrazione 91: Interfaccia gestione controllo della temperatura da Maps Operator

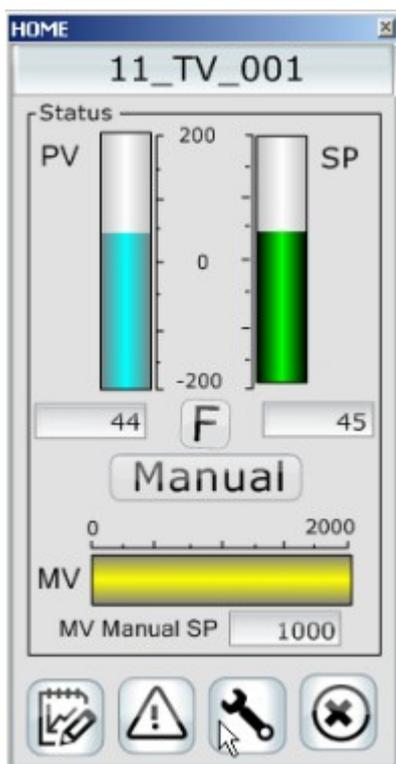


Illustrazione 92: Interfaccia controllo temperatura da parte del controllore PID

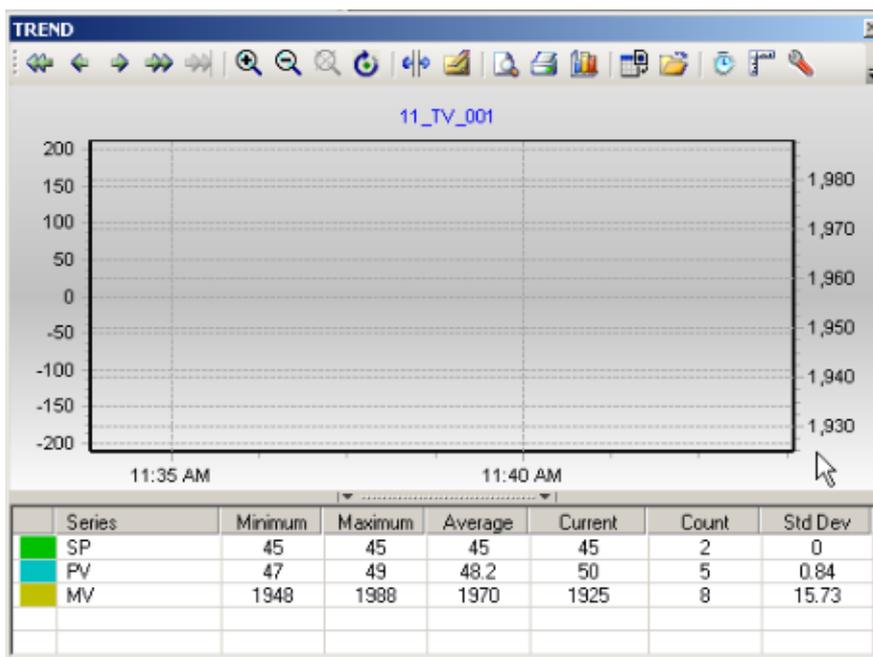


Illustrazione 93: Grafici di andamento del controllo temperatura del modello grafico di interfaccia di Maps Operator

Infine, per rendere il progetto completo anche dal punto di vista SCADA, andiamo ad aggiungere la struttura completa del sistema con tutti i tubi di collegamento e i recipienti degli ingredienti: si disegna la struttura e poi si aggiungono i componenti del sistema semplicemente trascinandoli:

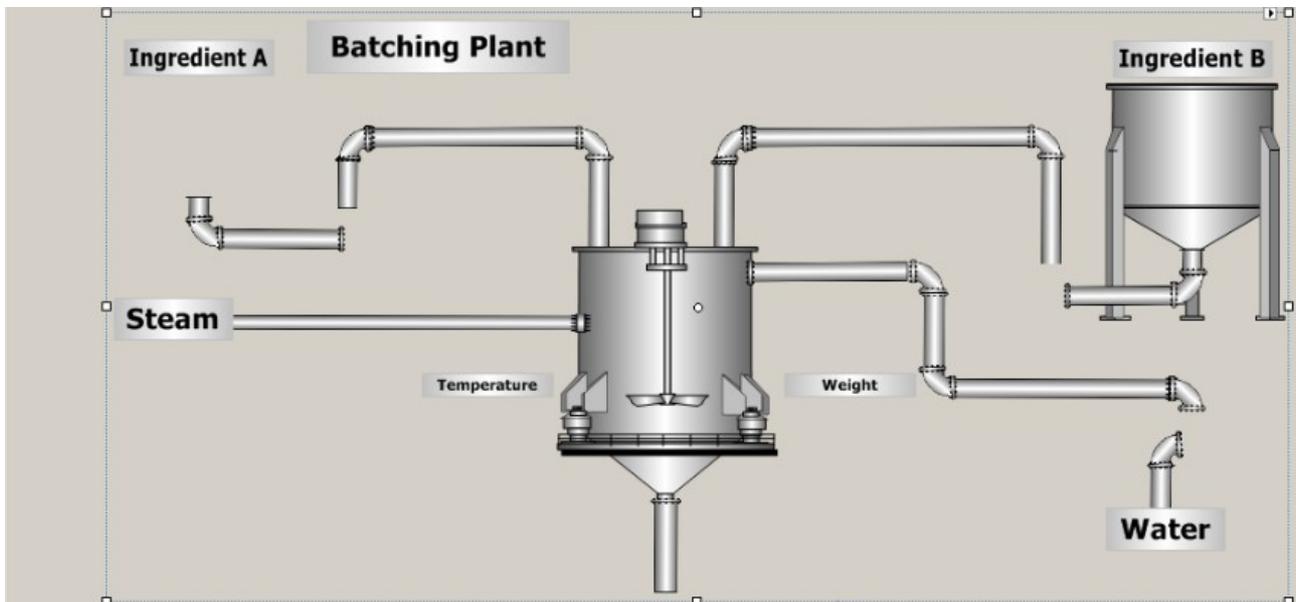


Illustrazione 94: Disegno della struttura di collegamento apparati del sistema

Tutti gli elementi della struttura sono presenti come elementi statici già fatti ed inseribili a proprio piacimento; Si ottiene quindi il progetto completo con visualizzazione SCADA seguente:

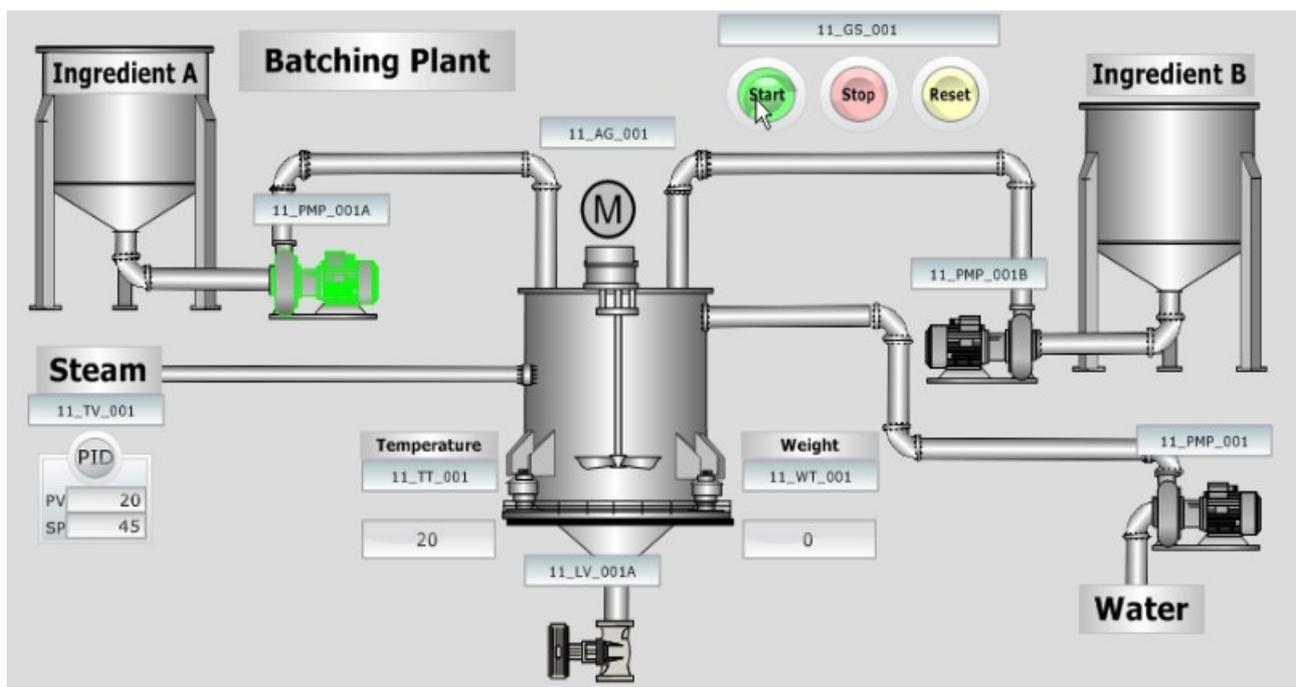


Illustrazione 95: Visione da Maps Operator del progetto SCADA completo in esecuzione

Durante il funzionamento è possibile visualizzare l'andamento della logica di esecuzione del progetto visualizzando non solo la parte SCADA ma anche quella PLC in fase di monitoraggio direttamente da GX Works.

The image displays three screenshots of the GX Works software interface, showing the monitoring of PLC logic during the execution of a project. Each screenshot is titled with a function block name and shows a list of data points on the left and a corresponding ladder logic diagram on the right.

- Top Screenshot: FB_11_PMP_001B** (DOL_A_V1_0). The data list includes various status and setpoint variables such as `DATA_11_PMP_001B.F_I_Run_FB`, `DATA_11_PMP_001B.S_CW1_Marshall`, and `DATA_11_PMP_001B.S_SW1_Marshall`. The ladder logic diagram shows a network with a normally open contact `F_I_Run_FB` leading to a coil `F_O_DOL_START_CMD`.
- Middle Screenshot: FB_11_TT_001** (AI_A_V1_0). The data list includes variables like `DATA_11_TT_001.AI_Field_Raw = 400`, `DATA_11_TT_001.S_CW1_Marshall = 30`, and `DATA_11_TT_001.S_SW1_Marshall = 0`. The ladder logic diagram shows a network with a normally open contact `F_I_AI_Raw` leading to a coil `S_SW1_Marshall`.
- Bottom Screenshot: FB_11_LV_001A** (VALVE_S_A_V1_0). The data list includes variables such as `DATA_11_LV_001A.F_I_Open_FB`, `DATA_11_LV_001A.S_CW1_Marshall = 0`, and `DATA_11_LV_001A.S_SW1_Marshall = 8196`. The ladder logic diagram shows a network with a normally open contact `F_I_Opened_FB` leading to a coil `F_O_VALVE_OPEN_CMD`.

Illustrazione 96: Monitoraggio ingressi blocchi funzione durante la fase di esecuzione del progetto

Note sul funzionamento e sui risultati: il sistema prevede il riempimento del serbatoio di 30 Kg dell'ingrediente A (vediamo come dopo aver raggiunto tale quantità la pompa del primo ingrediente si blocca e sia avvia quella del secondo ingrediente), 30 Kg dell'ingrediente B e la stessa quantità di acqua fino ad arrivare a 95 Kg di composto: successivamente si passa al riscaldamento del composto attraverso l'emissione di calore che deve portare la temperatura al valore impostato di setpoint a 45. Il controllo della temperatura è appunto effettuato dal controllore PID inserito nel sistema.

Tali valori di progetto (quantità ingredienti, temperatura, ecc..) sono controllati direttamente da tutto il codice generato PLC e modificabili editando gli agenti dei componenti SCADA inseriti in automatico dai modelli Maps, come è stato spiegato nel paragrafo precedente.

Per concludere tutte le possibilità offerte dall'implementazione del progetto tramite Maps visualizziamo il report di progetto, contenente tutte le configurazioni di ingressi, uscite, e dispositivi di progetto:

MAPS BATCHING_PLC PLC Report

Digital Outputs

Number	Description
Y0040	11_AG_001 . DOL_START_CMD
Y0041	11_PMP_001 . DOL_START_CMD
Y0042	11_PMP_001A . DOL_START_CMD
Y0043	11_PMP_001B . DOL_START_CMD
Y0044	11_LV_001A . Open_CMD

Tabella 21: Report di progetto 1

MAPS BATCHING_PLC PLC Report

PLC ID	PLC Name	PLC Description	Adroit Device	Plant Area
1	BATCHING_PLC	BATCHING_PLC	CPU1	1

Digital Inputs

Number	Description
X0000	11_AG_001 . Run_FB
X0001	11_AG_001 . Isolator_Closed_FB
X0002	11_AG_001 . MCC_Healthy_FB
X0003	11_AG_001 . Safety_Interlock_OK
X0004	11_AG_001 . MAN_START_FIELD_PB
X0005	11_AG_001 . MAN_STOP_FIELD_PB
X0006	11_PMP_001 . Run_FB
X0007	11_PMP_001 . Isolator_Closed_FB
X0008	11_PMP_001 . MCC_Healthy_FB
X0009	11_PMP_001 . Safety_Interlock_OK
X000A	11_PMP_001 . MAN_START_FIELD_PB
X000B	11_PMP_001 . MAN_STOP_FIELD_PB
X000C	11_PMP_001A . Run_FB
X000D	11_PMP_001A . Isolator_Closed_FB
X000E	11_PMP_001A . MCC_Healthy_FB
N/D	11_PMP_001A . Safety_Interlock_OK
X000F	11_PMP_001A . MAN_START_FIELD_PB
X0010	11_PMP_001A . MAN_STOP_FIELD_PB
X0011	11_PMP_001B . Run_FB
X0012	11_PMP_001B . Isolator_Closed_FB
X0013	11_PMP_001B . MCC_Healthy_FB
N/D	11_PMP_001B . Safety_Interlock_OK
X0014	11_PMP_001B . MAN_START_FIELD_PB
X0015	11_PMP_001B . MAN_STOP_FIELD_PB
X0016	11_LV_001A . Open_Pos_FB
X0017	11_LV_001A . Close_Pos_FB
X0018	11_LV_001A . Safety_Interlock_OK
X0019	11_LV_001A . MAN_Open_PB
X001A	11_LV_001A . MAN_Close_PB

Tabella 22: Report di progetto 2

6.2.3 – Creazione del progetto con Maps 1-Engineer

Per completezza di trattazione verrà esposta anche il flusso di progetto per la realizzazione di un progetto completo mediante MAPS partendo dalla configurazione dei dispositivi realizzata con il software parte del pacchetto MAPS di DesSoft: Maps 1-Engineer.

Come già spiegato nella sezione dedicata, il processo di realizzazione del progetto parte da un accurato studio su carta dei componenti di progetto prima ancora dell'implementazione delle logiche di gestione del funzionamento.

Per effettuare la configurazione dei dispositivi vengono utilizzati i classici fogli di calcolo di Excel, e si progetta la configurazione di tutti gli elementi elettrici di progetto e di strumentazione:

Equipment Schedule :

Plant Area Name (S88 Plant Area)	Plant Description	Plant Area Code	MAPS Server	Adroit Datasource Name	PLC Name (S88 Process Cell)	Adroit Device Name	Process Unit (S88)	Equipment Tagname	Description	MAPS Template	Process Graphic	I/O	TableName
Batching_Plant	Batching Plant	11	Default	Adroit	BATCHING_PLG	CPU1	Batching	11-WT-001	Tank Weight	AI_A_v1_0	MA Process Suite.Templates.AI_A_v1_0_AI	AI	IINDEX
Batching_Plant	Batching Plant	11	Default	Adroit	BATCHING_PLG	CPU1	Batching	11-AG-001	Agitator	DOL_A_v1_0	MA Process Suite.Templates.DOL_A_v1_0_MOTOR_LEFT	N/A	EINDEX
Batching_Plant	Batching Plant	11	Default	Adroit	BATCHING_PLG	CPU1	Batching	11-PMP-001	Water Pump	DOL_A_v1_0	MA Process Suite.Templates.DOL_A_v1_0_PUMP_RIGHT	N/A	EINDEX
Batching_Plant	Batching Plant	11	Default	Adroit	BATCHING_PLG	CPU1	Batching	11-PMP-001A	Ingredient A Pump	DOL_A_v1_0	MA Process Suite.Templates.DOL_A_v1_0_PUMP_RIGHT	N/A	EINDEX
Batching_Plant	Batching Plant	11	Default	Adroit	BATCHING_PLG	CPU1	Batching	11-PMP-001B	Ingredient B Pump	DOL_A_v1_0	MA Process Suite.Templates.DOL_A_v1_0_PUMP_LEFT	N/A	EINDEX
Batching_Plant	Batching Plant	11	Default	Adroit	BATCHING_PLG	CPU1	Batching	11-TT-001	Tank Temperature	AI_A_v1_0	MA Process Suite.Templates.AI_A_v1_0_AI	AI	IINDEX
Batching_Plant	Batching Plant	11	Default	Adroit	BATCHING_PLG	CPU1	Batching	11-TV-001	Steam Valve	PID_A_v1_0	MA Process Suite.Templates.PID_A_v1_0_PID	AI	IINDEX
Batching_Plant	Batching Plant	11	Default	Adroit	BATCHING_PLG	CPU1	Batching	11-LV-001A	Drain Valve	VALVE_S_A_v1_0	MA Process Suite.Templates.VALVE_S_A_v1_0_VALVE_LEFT	N/A	EINDEX
Batching_Plant	Batching Plant	11	Default	Adroit	BATCHING_PLG	CPU1	Batching	11-GS-001	Batch Start	GS_A_v1_0	MA Process Suite.Templates.GS_A_v1_0_GS	DI	IINDEX

Tabella 23: Equipment Schedule di progetto

I/O Allocation

Panel	PLC Name	Description	Rack	Slot	IO Type	Chnl Count	Start Address
100-LCP-001	BATCHING_PLG	QX81 - 32 Channel Digital Input (24 Vdc)	00	00	DI	32 X00	
100-LCP-001	BATCHING_PLG	QX81 - 32 Channel Digital Input (24 Vdc)	00	01	DI	32 X20	
100-LCP-001	BATCHING_PLG	QY81P - 32 Channel Digital Output (24 Vdc)	00	02	DO	32 Y40	X - is Optional
100-LCP-001	BATCHING_PLG	Q68ADI - 8 Chanel Analogue Input (Current)	00	03	AI	8 60	Y - is Optional
100-LCP-001	BATCHING_PLG	Q68DAI - 8 Chanel Analogue Output (Current)	00	04	AO	8 80	
100-LCP-001	BATCHING_PLG	Used for Analogue In	Virtual	IO	AI	8 D01024	D 1024
100-LCP-001	BATCHING_PLG	Used for Analogue Out	Virtual	IO	AO	8 D01032	D 1032
100-LCP-001	BATCHING_PLG	Used for Remote Inputs	Virtual	IO	RI	0 D01040	D 1040
100-LCP-001	BATCHING_PLG	Used for Remote Outputs	Virtual	IO	RO	0 D01040	D 1040
100-LCP-001	BATCHING_PLG	SCADA Control - Low Scan Rates	Virtual	IO	SCL	100 D01040	D 1040
100-LCP-001	BATCHING_PLG	SCADA Control - High Scan Rates	Virtual	IO	SCH	0 D01140	D 1140
100-LCP-001	BATCHING_PLG	SCADA Status- Low Scan Rate	Virtual	IO	SSL	50 D01140	D 1140
100-LCP-001	BATCHING_PLG	SCADA Status- High Scan Rate	Virtual	IO	SSH	0 D01190	D 1190

Tabella 24: I/O allocation di progetto

Successivamente è possibile la creazione tramite queste configurazioni del progetto Maps dall'interfaccia del Maps 1-Engineer: una volta effettuato il login si provvede alla creazione del progetto che avrà come database di appoggio il sistema offerto dal Server SQL di Microsoft:

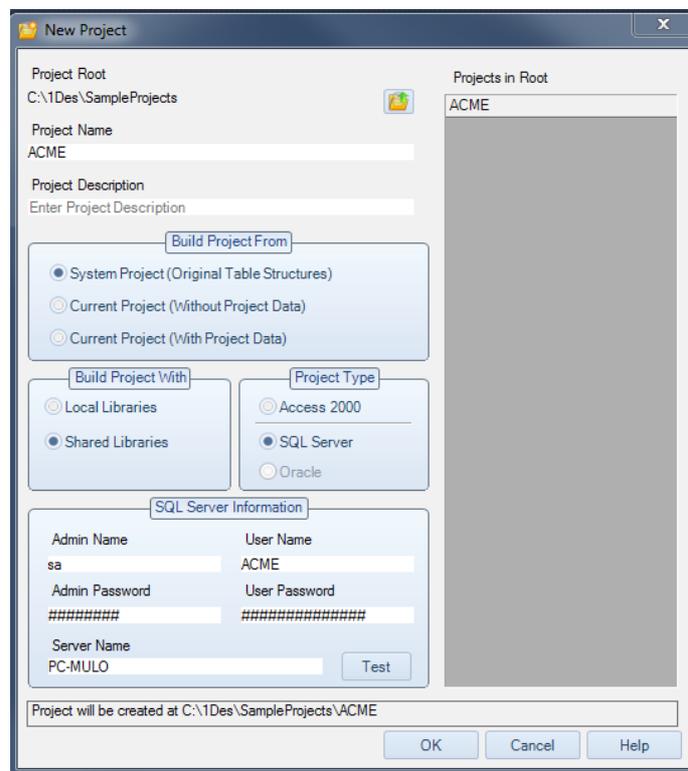


Illustrazione 97: Creazione nuovo progetto da Maps 1-Engineer

La creazione prevede appunto l'accesso al server SQL che avrà suo login e password che dipendono dall'installazione stessa del server: non verrà esposto molto altro su questo server: una volta effettuato l'accesso si crea il database per il progetto corrente e si avvia l'importazione della configurazione Excel a Maps:

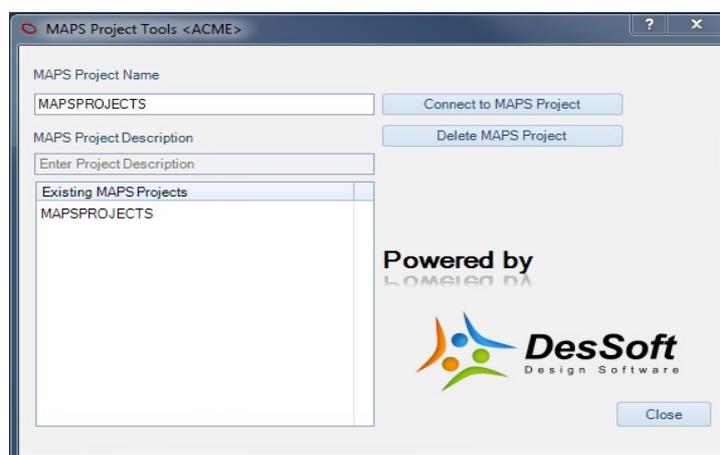


Illustrazione 98: Creazione e settaggio database di progetto Maps 1-Engineer

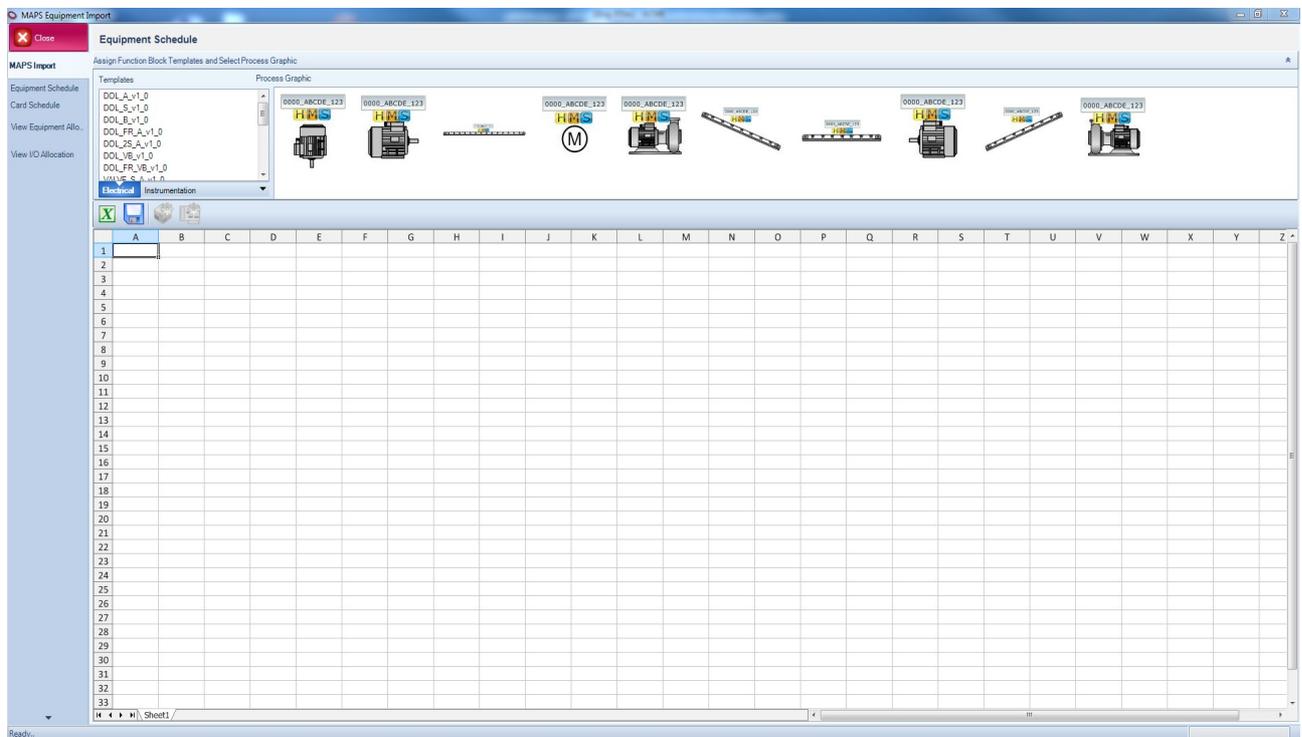


Illustrazione 99: Visione Maps 1-Engineer per la gestione del progetto

Come è possibile vedere la visuale comprende l'ambiente foglio elettronico di Excel e qui si va a caricare il file di configurazione precedentemente scritto e configurato contenente tutte le proprietà del progetto: si seguono sempre le solite regole di implementazione dei progetti stabilite dallo standard ISA S88, aggiungendo anche gli elementi visuali SCADA che anche qui sono presenti e caricabili.

Una volta effettuati questi caricamenti si provvede ad un refresh che genera automaticamente il progetto secondo la solita struttura implementativa:

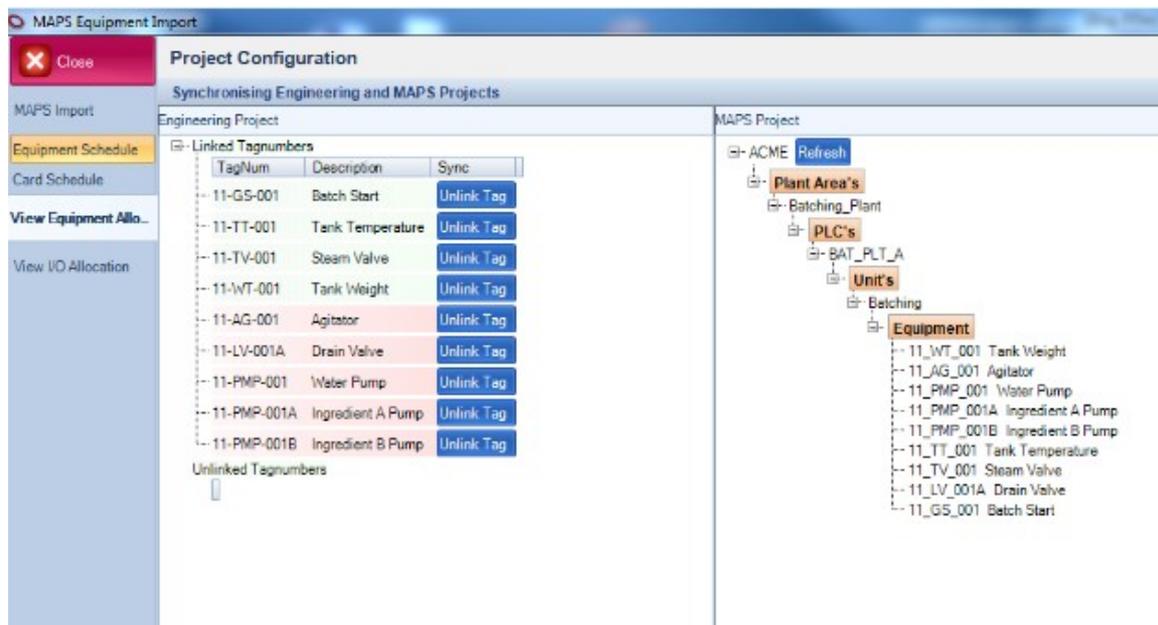


Illustrazione 100: Visione progetto in Maps Engineer

Dal menù sulla sinistra è poi possibile visualizzare tutte le parti del progetto, quindi la lista e le caratteristiche dei componenti elettrici e di quelli di strumentazione nonché l'assegnazione di ingressi ed uscite.

The screenshot displays the 'I/O Allocation' window in the MAPS Equipment Import software. The interface is divided into several sections:

- Left Sidebar:** Contains navigation buttons such as 'Close', 'MAPS Import', 'Equipment Schedule', 'Card Schedule', 'View Equipment Allo...', and 'View I/O Allocation'.
- Tree View (Center-Left):** Shows a hierarchical structure of 'Linked Equipment' and 'Card Panels'. Under 'Linked Equipment', '11-LV-001A Drain Valve' is selected. Below it, a list of 'TagNum' entries is visible, including '11-GS-001 Batch Start', '11-TT-001 Tank Temperature', '11-TV-001 Steam Valve', '11-WT-001 Tank Weight', '11-AG-001 Agitator', '11-LV-001A Drain Valve', '11-PMP-001 Water Pump', '11-PMP-001A Ingredient A Pump', and '11-PMP-001B Ingredient B Pump'. Below this, 'Card Panels' are listed, including '100-LCP-001' and 'BAT_PLT_A'.
- Table (Center-Right):** A table titled 'Signals for Equipment :11-LV-001A' showing the mapping of signals to addresses. The table has four columns: 'Template Name', 'Signal Name', 'Address Description', and 'Address'.

Template Name	Signal Name	Address Description	Address
VALVE_S_A_v1_0	Open_Pos_FB	Digital Input	X0016
VALVE_S_A_v1_0	Close_Pos_FB	Digital Input	X0017
VALVE_S_A_v1_0	Safety_Interlock_OK	Digital Input	X0018
VALVE_S_A_v1_0	MAN_Open_PB	Digital Input	X0019
VALVE_S_A_v1_0	MAN_Close_PB	Digital Input	X001A
VALVE_S_A_v1_0	Open_CMD	Digital Output	Y0044
VALVE_S_A_v1_0	SCADA_CW	16bit Register	D01124
VALVE_S_A_v1_0	Fail_To_Open_SP	16bit Register	D01125
VALVE_S_A_v1_0	Fail_To_Close_SP	16bit Register	D01126
VALVE_S_A_v1_0	Simulate_SP	16bit Register	D01127
VALVE_S_A_v1_0	Opening_SP	16bit Register	D01128
VALVE_S_A_v1_0	Closing_SP	16bit Register	D01129
VALVE_S_A_v1_0	SCADA_SW	16bit Register	D01177
VALVE_S_A_v1_0	Fail_To_Open_PV	16bit Register	D01178
VALVE_S_A_v1_0	Fail_To_Close_PV	16bit Register	D01179
VALVE_S_A_v1_0	No_Of_Operations	16bit Register	D01180
- Bottom Table:** A smaller table at the bottom of the tree view shows channel assignments:

Chnl	IO	Address	TagNum
01	AI	D01024	11-WT-001_AI_Raw
02	AI	D01025	11-AG-001_Current_FB

Illustrazione 101: Visione componenti del progetto

Una volta effettuate tutte le impostazioni ed importato il progetto in Maps, si va ad aprire il Maps Designer per effettuare il resto del progetto: da qui in poi il flusso di progetto è il medesimo che si è evidenziato nel paragrafo precedente.

7 – Osservazioni finali e conclusioni

Nello studio effettuato del pacchetto MAPS abbiamo visto tutte le possibilità offerte da questo rivoluzionario prodotto: la progettazione Life-Cycle offerta dal pacchetto permette di colmare tutti i vuoti della maggior parte dei sistemi di progettazione SCADA/PLC di un sistema di automazione industriale, i quali per principio sono caratterizzati da una loro logica implementativa e per i quali è il progettista/programmatore stesso del sistema di controllo a dover implementare e realizzare gran parte dell'integrazione tra la progettazione della parte SCADA di progetto e quella PLC dello stesso ed inoltre è lui stesso che deve provvedere anche alla relativa documentazione.

I tempi per l'integrazione e la realizzazione di un generico sistema di controllo divengono quindi abbastanza elevati e dipendono dal progettista stesso che di per se può aver previsto l'implementazione di una libreria base di listati di progetto, quali ad esempio funzioni per la gestione di pompe, valvole ed altro, ma che comunque di norma non sono disponibili di libreria e devono essere realizzate singolarmente e manualmente. Si è invece evidenziato quanto questo venga semplificato dalla progettazione realizzata attraverso MAPS, avendo esso una libreria molto ben fornita di funzioni di gestione già pronti e che possono essere riutilizzati velocemente e senza problemi in integrazione alla progettazione della parte SCADA di supervisione del progetto: in automatico il tool di integrazione MAPS carica i modelli di libreria necessari ed assegna velocemente i collegamenti software con la parte SCADA senza accorgimenti particolari da parte del programmatore che sarà libero di implementare velocemente parti anche ampie del sistema in poco tempo e quindi lasciandolo libero di progettare il sistema nel suo complesso. Al fianco di questo, ovviamente, la vasta gamma di applicazioni e possibilità offerte da MAPS permette di integrare il proprio sistema con dettagli e funzionalità avanzate sempre disponibili da libreria in modelli più avanzati ma anche implementare attraverso l'integrazione con il software di progettazione della parte PLC, anche logiche di controllo più complesse e specifiche per i vari scopi di utilizzo e progettazione dei sistemi industriali oggetto della progettazione.

Infine, grazie all'appoggio con fogli di calcolo Excel tramite il software parte del sistema Maps, Maps 1-Engineer, il progettista può operare una configurazione del sistema implementativa e semplice mediante semplici tabelle e creare il progetto direttamente da questo: grazie a 1-Engineer, come si è già visto, può inoltre fare uso di una serie di documenti di progetto (quali tabelle dei costi, tavole di disegno degli schemi elettrici, schemi dei collegamenti tra i vari apparati del sistema, ecc..) i quali sono direttamente disponibili nelle librerie specifiche del Maps 1-Engineer.

L'implementazione del progetto di mistaggio ingredienti realizzato mostra come sia veloce effettuare un controllo di un sistema, seppur non molto complicato, attraverso l'integrazione offerta dal pacchetto Maps e grazie ad una ben dettagliata e programmata gestione delle interfacce operatore disponibili nei modelli di libreria, anche controllare direttamente il sistema da remoto in modo semplice ed intuitivo.

8 – Indice illustrazioni

<i>Illustrazione 1: Tipologie progetti automazione industriale</i>	7
<i>Illustrazione 2: CPUQ03UDE</i>	11
<i>Illustrazione 3: Visione d'insieme CPU Q03UDE</i>	11
<i>Illustrazione 4: LED modalità funzionamento su pannello frontale CPU</i>	12
<i>Illustrazione 5: Visione d'insieme sistema System Q</i>	13
<i>Illustrazione 6: Visione Unità base System Q</i>	14
<i>Illustrazione 7: Visione modulo di alimentazione</i>	14
<i>Illustrazione 8: Esempio collegamento moduli espansione</i>	18
<i>Illustrazione 9: Classico esempio di collegamento di una rete di controllo</i>	20
<i>Illustrazione 10: Visione ambiente di programmazione GX Works 2</i>	22
<i>Illustrazione 11: Menù ad albero di navigazione Gx Works 2</i>	22
<i>Illustrazione 12: Visione d'insieme progetto semplice</i>	23
<i>Illustrazione 13: Visione d'insieme progetto strutturato</i>	23
<i>Illustrazione 14: Organizzazione progetto a Task di esecuzione – Diversi TASK</i>	24
<i>Illustrazione 15: Organizzazione progetto a Task di esecuzione - MAIN program</i>	24
<i>Illustrazione 16: Attribuzioni avvio Task</i>	25
<i>Illustrazione 17: Visione blocco funzione su GX Works 2</i>	26
<i>Illustrazione 18: Sezione global label su GX Works 2</i>	27
<i>Illustrazione 19: Sezione parametri I/O del PLC su GX Works 2</i>	29
<i>Illustrazione 20: Sezione parametri rete del PLC su GX Works 2</i>	29
<i>Illustrazione 21: Esempio codice Ladder</i>	30
<i>Illustrazione 22: Esempio codice ST</i>	30
<i>Illustrazione 23: Esempio codice IL</i>	31
<i>Illustrazione 24: Esempio codice KUP</i>	31
<i>Illustrazione 25: Esempio codice SFC</i>	32
<i>Illustrazione 26: Inizializzazione nuovo progetto</i>	32
<i>Illustrazione 27: Visione nuovo progetto</i>	32
<i>Illustrazione 28: Configurazione connessione al PLC</i>	34
<i>Illustrazione 29: Configurazione rete Ethernet</i>	34
<i>Illustrazione 30: Comunicazione PLC</i>	35
<i>Illustrazione 31: Esempio visione codice modalità monitoraggio</i>	36
<i>Illustrazione 32: Simulazione CPU</i>	37
<i>Illustrazione 33: Visione di insieme teoria della supervisione</i>	39
<i>Illustrazione 34: Struttura generico sistema di supervisione</i>	41
<i>Illustrazione 35: Struttura prima generazione di sistemi SCADA</i>	42
<i>Illustrazione 36: Struttura seconda generazione sistemi SCADA</i>	43
<i>Illustrazione 37: Struttura terza generazione sistemi SCADA</i>	44
<i>Illustrazione 38: Struttura ibrida di sistema SCADA</i>	44
<i>Illustrazione 39: Schema a blocchi struttura di un sistema SCADA</i>	45

<i>Illustrazione 40: Gestione dati da parte dello SCADA Master</i>	<i>46</i>
<i>Illustrazione 41: Visione di insieme delle funzionalità di Maps</i>	<i>48</i>
<i>Illustrazione 42: Struttura del sistema MAPS – Comunicazione del Maps Server</i>	<i>50</i>
<i>Illustrazione 43: Struttura del sistema MAPS – Gestione database di progetto da parte del Maps Server.....</i>	<i>52</i>
<i>Illustrazione 44: Gestione Maps Server modalità applicazione.....</i>	<i>55</i>
<i>Illustrazione 45: Adroit Service Manager</i>	<i>56</i>
<i>Illustrazione 46: Architettura Adroit SCADA software</i>	<i>57</i>
<i>Illustrazione 47: Adroit Agent Server</i>	<i>58</i>
<i>Illustrazione 48: Visione Maps Designer</i>	<i>59</i>
<i>Illustrazione 49: Menù navigazione ad albero progetto Maps</i>	<i>60</i>
<i>Illustrazione 50: Visione Maps Operator</i>	<i>61</i>
<i>Illustrazione 51: Visione Maps Engineer.....</i>	<i>62</i>
<i>Illustrazione 52: Equipment Schedule Excel Configuration</i>	<i>63</i>
<i>Illustrazione 53: I/O Allocation Excel Configuration</i>	<i>63</i>
<i>Illustrazione 54: Pacchetti software DesSoft.....</i>	<i>64</i>
<i>Illustrazione 55: Documentazione Maps Engineer: dispositivi sistema</i>	<i>64</i>
<i>Illustrazione 56: Documentazione Maps Engineer: collegamenti sistema</i>	<i>65</i>
<i>Illustrazione 57: Documentazione Maps Engineer: costi progetto</i>	<i>65</i>
<i>Illustrazione 58: Integrazione pacchetti MAPS</i>	<i>66</i>
<i>Illustrazione 59: Struttura progetto Maps</i>	<i>67</i>
<i>Illustrazione 60: Visione del sistema da realizzare completo</i>	<i>87</i>
<i>Illustrazione 61: Adroit Agent Server di progetto</i>	<i>89</i>
<i>Illustrazione 62: Adroit OPC Server Batching Simulation process</i>	<i>90</i>
<i>Illustrazione 63: Adroit configuration setup di progetto</i>	<i>91</i>
<i>Illustrazione 64: Driver configuration setup di progetto</i>	<i>92</i>
<i>Illustrazione 65: Lista agenti di sistema</i>	<i>93</i>
<i>Illustrazione 66: Proprietà agenti analogici</i>	<i>94</i>
<i>Illustrazione 67: Proprietà agenti digitali</i>	<i>94</i>
<i>Illustrazione 68: Proprietà agenti espressioni</i>	<i>95</i>
<i>Illustrazione 69: Configurazione agenti di progetto</i>	<i>95</i>
<i>Illustrazione 70: Assegnazione indirizzi agenti di progetto</i>	<i>96</i>
<i>Illustrazione 71: Maps navigation Windows</i>	<i>96</i>
<i>Illustrazione 72: Configurazione agente</i>	<i>97</i>
<i>Illustrazione 73: Assegnazione/configurazione comportamento visuale</i>	<i>97</i>
<i>Illustrazione 74: Comportamento visuale dell'agente</i>	<i>98</i>
<i>Illustrazione 75: Creazione nuovo progetto</i>	<i>99</i>
<i>Illustrazione 76: Settaggio area diprogetto</i>	<i>99</i>
<i>Illustrazione 77: Settaggio controllore PLC di progetto</i>	<i>100</i>
<i>Illustrazione 78: Aggiunta componenti elettrici di progetto</i>	<i>101</i>
<i>Illustrazione 79: Settaggio componenti elettrici di progetto</i>	<i>102</i>
<i>Illustrazione 80: Configurazione proprietà elemento di progetto aggiunto</i>	<i>103</i>

<i>Illustrazione 81: Visione del progetto SCADA creato</i>	<i>103</i>
<i>Illustrazione 82: Blocchi funzione di progetto.....</i>	<i>104</i>
<i>Illustrazione 83: Progetto PLC generato: codice gestione dei componenti 1</i>	<i>105</i>
<i>Illustrazione 84: Progetto PLC generato: codice gestione dei componenti 2</i>	<i>106</i>
<i>Illustrazione 85: Assegnazione tag PLC/SCADA progetto.....</i>	<i>107</i>
<i>Illustrazione 86: Visione Operator di progetto</i>	<i>107</i>
<i>Illustrazione 87: Interfaccia gestione remoto PLC da Maps Operator: fase di STOP.....</i>	<i>108</i>
<i>Illustrazione 88: Interfaccia gestione remoto PLC da Maps Operator: fase di START</i>	<i>108</i>
<i>Illustrazione 89: Visione progetto in Maps Operator in esecuzione</i>	<i>108</i>
<i>Illustrazione 90: Interfaccia gestione del motore Maps Operator</i>	<i>109</i>
<i>Illustrazione 91: Interfaccia gestione controllo della temperatura da Maps Operator</i>	<i>110</i>
<i>Illustrazione 92: Interfaccia controllo temperatura da parte del controllore PID</i>	<i>110</i>
<i>Illustrazione 93: Grafici di andamento del controllo temperatura del modello grafico di interfaccia di Maps Operator.....</i>	<i>110</i>
<i>Illustrazione 94: Disegno della struttura di collegamento apparati del sistema</i>	<i>111</i>
<i>Illustrazione 95: Visione da Maps Operator del progetto SCADA completo in esecuzione</i>	<i>111</i>
<i>Illustrazione 96: Monitoraggio ingressi blocchi funzione durante la fase di esecuzione del progetto</i>	<i>112</i>
<i>Illustrazione 97: Creazione nuovo progetto da Maps 1-Engineer</i>	<i>115</i>
<i>Illustrazione 98: Creazione e settaggio database di progetto Maps 1-Engineer</i>	<i>115</i>
<i>Illustrazione 99: Visione Maps 1-Engineer per la gestione del progetto</i>	<i>116</i>
<i>Illustrazione 100: Visione progetto in Maps Engineer</i>	<i>116</i>
<i>Illustrazione 101: Visione componenti del progetto</i>	<i>117</i>

9 – Indice tabelle

<i>Tabella 1: Panoramica principali unità base</i>	<i>14</i>
<i>Tabella 2: Panoramica caratteristiche principali moduli di alimentazione.....</i>	<i>15</i>
<i>Tabella 3: Caratteristiche principali moduli I/O.....</i>	<i>15</i>
<i>Tabella 4: Datasheet e caratteristiche moduli ingresso digitali.....</i>	<i>16</i>
<i>Tabella 5: Datasheet e caratteristiche moduli uscita digitali.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabella 6: Livelli di sicurezza utenti Maps.....</i>	<i>69</i>
<i>Tabella 7: Modello SCADA e PLC motore 2 velocità.....</i>	<i>72</i>
<i>Tabella 8: Modelli avanzati SCADA motore 2 velocità</i>	<i>73</i>
<i>Tabella 9: Tipi di agenti associati al modello del motore a 2 velocità.....</i>	<i>74</i>
<i>Tabella 10: Modello avanzato SCADA e PLC del motore semplice.....</i>	<i>75</i>
<i>Tabella 11: Modello base SCADA e PLC del motore semplice</i>	<i>76</i>
<i>Tabella 12: Modello avanzato SCADA e PLC valvola semplice.....</i>	<i>77</i>
<i>Tabella 13: Modello SCADA ingresso analogico</i>	<i>78</i>
<i>Tabella 14: Modello avanzato PLC e SCADA Operator ingresso analogico.....</i>	<i>79</i>
<i>Tabella 15: Modello avanzato PLC e SCADA uscita analogica.....</i>	<i>80</i>
<i>Tabella 16: Modello avanzato PLC e SCADA ingresso digitale.....</i>	<i>81</i>
<i>Tabella 17: Modello avanzato PLC e SCADA uscita digitale.....</i>	<i>82</i>
<i>Tabella 18: Modello avanzato PLC e SCADA gruppo pulsanti.....</i>	<i>83</i>
<i>Tabella 19: Modello avanzato SCADA controllore PID</i>	<i>84</i>
<i>Tabella 20: Modello avanzato PLC e SCADA Operator controllore PID.....</i>	<i>85</i>
<i>Tabella 21: Report di progetto 1.....</i>	<i>113</i>
<i>Tabella 22: Report di progetto 2.....</i>	<i>113</i>
<i>Tabella 23: Equipment Schedule di progetto.....</i>	<i>114</i>
<i>Tabella 24: I/O allocation di progetto.....</i>	<i>114</i>

10 - Bibliografia

- [1] – MELSEC SYSTEM Q – PLC: Manuale del principiante;
- [2] – Slide seminario sistemi SCADA – Politecnico di Milano – Corso di automazione industriale – A.A. 2005/2006;
- [3] – Mitsubishi Adroit Process Suite : Product Description (2013);
- [4] - Mitsubishi Adroit Process Suite : Quick Start Guide (2013);
- [5] - Mitsubishi Adroit Process Suite : Technical Description (2013);
- [6] – Adroit Smart SCADA – Configuration Training Manual SMART UI V.7 (2012);

11 - Ringraziamenti

Chi come me ci è già passato sa che arrivare a scrivere i ringraziamenti significa essere arrivati davvero alle battute finali. E dopo tutto il tempo passato a vedere questo momento lontano all'orizzonte non sembra davvero vero.

Un grande filosofo dice che quando si affronta una tempesta, non importa quanto questa sia difficile e tetra e cosa effettivamente porti, nel bene e nel male, l'unica cosa certa è che chi ne esce è una persona diversa da quella che in quella tempesta era entrata. Ed è davvero così.

Dopo tante difficoltà arrivare all'obiettivo finale è ancora più bello: ma la cosa più bella è aver affrontato quelle difficoltà con coraggio ed umiltà, puntando sulle proprie forze ed imparando da tutte le proprie sconfitte ed ostacoli. Lo diceva l'imperatore Marco Aurelio nelle sue memorie: "quando qualche cosa ti trasporta al dolore, ben lungi questa dall'essere una svenura, è fortuna grande il saperla portare generosamente". Ma nessuno può farcela da solo: solo chi gli è accanto gli dà davvero la forza e l'occasione di dimostrare questa forza: ed è solo grazie a loro che ce l'ho fatta.

Parrà scontato ma partirò ringraziando i miei genitori, Brigida e Pierino: per l'opportunità di affrontare questa avventura ma soprattutto per l'esempio che mi hanno sempre insegnato, a lavorare sodo e ad impegnarmi ed a non fermarmi di fronte agli ostacoli ma bensì ad affrontarli sempre.

Ringrazio i miei fratelli Filippo e Mario, che mi sono sempre stati accanto anche nei momenti difficili e di sconfitta e che so che sempre saranno al mio fianco, nel bene e nel male.

Ringrazio tutti i miei amici riolesi, quelli di sempre che sin dall'infanzia sono sempre stati con me: Eros Giacomoni, Lorenzo Mongardi, Nicola Papaioannou e i ragazzi della Clips Rag and Rock, Iacopo Battilani, Matteo Pasini, Lorenzo Santandrea, ecc... che mi hanno e mi regalano ancora e sempre tanto divertimento e tanti sorrisi e che sono qui con me anche oggi nell'ultimo atto della discussione e pronti a festeggiare con me.

Ringrazio i fratelli della Legio I Italica, con i quali il divertimento e la fratellanza sono indescrivibili (e che non posso elencare: siete davvero tanti tanti!): tante battaglie ci aspettano e tante gioie dietro le nostre insegne!

Ringrazio il team della Project Service di Castelbolognese, dove ho svolto il tirocinio per questa tesi, ed in particolare il titolare Daniele per l'opportunità offertami di imparare tanto e con la speranza e la voglia di imparare ancora molto con loro a partire dal tirocinio post-laurea successivo alla mia laurea. In quest'ambito ringrazio

anche il professor Aldo Romani per la disponibilità dimostratami in questa tesi, soprattutto considerando gli argomenti trattati non proprio oggetto della sua specializzazione e ringrazio anche l'Ing. Nicola Montefinese di Mitsubishi Electric Italia, per l'appoggio offertomi nello studio di MAPS oggetto di questa tesi.

Infine, anche se con poche parole perchè è davvero difficile esprimere tutto quello che provo, ringrazio tutti i miei compagni di corso che sono stati sempre accanto a me nell'affrontare questa avventura: Matteo Berti, Mattia Ragazzoni, Marco Raspanti, Matteo Malavolti e con tanto ed enorme affetto: Barbara Gramellini, Elisa Novelli, Beatrice Mezzapesa, Irene Nardella, Francesca Ferraresi: amiche tra i banchi di scuola, nel mio cuore fonti indescrivibili di affetto e forza.

Come al solito andrò ad essere esagerato un po' ed anche tenero, ma tanto tutti sanno quanto io lo sia (e poi la tesi è la mia e scrivo quello che voglio!), ma sarò solo scandalosamente sincero: per alcuni vorrei spendere altre due parole:

A Matteo Berti, che ha condiviso con me tutto il percorso di maturazione scolastico ed umano a partire dalla prima superiore: abbiamo affrontato miriadi di difficoltà insieme con impegno, dedizione ed amicizia ed ora ce l'abbiamo fatta e siamo finalmente entrambi ingegneri. Affrontare una nuova avventura lavorativa senza averti come vicino di banco sarà davvero molto strano e difficile da abituarsi.

A Mattia Ragazzoni, che ho conosciuto in una fredda ed enorme aula di via Carbonari al primo anno: mi hai insegnato più cose tu forse di tutti i professori del mio percorso scolastico, mi hai insegnato a ragionare ed a pensare ai problemi con la giusta mentalità e mi hai insegnato quanto si possa voler bene ad un compagno di corso, anzi no ad un amico.

A Irene Nardella, che con la tua dolcezza ed amicizia mi hai dato la forza, anche indirettamente, di rialzarmi e di ricominciare a lottare e per la quale il sentimento di affetto è diventato sempre più forte in me e che mai scomparirà o abbandonerò: sarete insieme a tutti gli altri, le persone alla quali penserò di più quando la mia strada sarà un po' più lontana da Cesena.

Nella festa e nella gioia di oggi sono anche molto triste al pensiero di avervi lontano e non più insieme in questa avventura, con i soliti lacrimoni che mi hanno accompagnato in questi ultimi tempi (come già sapete e mai mi sono vergognato di ammettere) ho scritto questi semplici ringraziamenti; ma forse è davvero vero che sarà grazie a voi che continuerò ad affrontare le prove della vita a testa alta senza arrendermi mai.

Per tutti quanti i sopraccitati, in conclusione ripeto con tutto il cuore, solo un caloroso, sentito e sincero: GRAZIE!