

# Apparato “EXOTIC” – Scelta di un PLC per il controllo dell’impianto da vuoto

P. Legovini\*, A. Bordin\*, L. Costa□

\* LNL – Stage estivo anno 2002, □ LNL – Servizio utenti

## • INTRODUZIONE

A partire dal prossimo anno è prevista l’installazione nella sala 1 dell’acceleratore Tandem del nuovo apparato EXOTIC. L’apparato prevede la modifica del canale +10°, dove verranno aggiunti due triplette magnetici, un dipolo magnetico per la deflessione del fascio secondario e un filtro di Wien. Il canale in vuoto sarà suddiviso in quattro sezioni sostanzialmente uguali:

- I. Target gassoso e primo tripletto magnetico
- II. Dipolo magnetico
- III. Secondo tripletto magnetico e filtro di Wien
- IV. Camera finale

Per ognuna di queste sezioni il vuoto verrà prodotto mediante una turbopompa e relativa pompa primaria (tipo *scroll*). Sull’aspirazione della turbopompa sarà installata una valvola *gate* DN160CF. Il prevuoto della sezione avverrà attraverso l’apertura di una valvola ad angolo DN16KF utilizzando la stessa pompa primaria; durante la fase di prevuoto lo scarico della turbopompa sarà isolato mediante la chiusura di una valvola DN25KF.

Ogni sezione sarà isolata dalla successiva mediante una valvola di canale che potrà essere aperta solo se da entrambi i lati è presente l’alto vuoto. Tutte le valvole usate saranno a comando elettropneumatico.

Per la misura del vuoto, ciascuna sezione sarà dotata di uno strumento a due canali, di cui uno collegato ad una testa combinata a campo esteso (tipo pirani - penning) e l’altro collegato ad una testa pirani per la misura del prevuoto di rotativa. Per ogni canale di misura saranno disponibili due contatti di uscita programmabili in funzione del valore di vuoto, nonché un’uscita analogica 0 – 10V proporzionale al valore del vuoto misurato.

Ci si prefigge di controllare l’apertura e la chiusura delle valvole in relazione alle varie condizioni di vuoto e alle operazioni che si desiderano eseguire. Pertanto si dovrà adottare un controllore a logica programmabile (PLC), nonché uno o più touch screen per l’input e la supervisione del sistema.

## • CRITERI DI SCELTA DEL PLC

I criteri di scelta del PLC sono principalmente funzionali ed economici. Nel configurare il nostro controllore dovremo tener presente che questo deve svolgere tutte le funzioni richieste mantenendo comunque un costo accettabile. Per accelerare i tempi di sviluppo dei programmi si adotterà un controllore scegliendolo tra quelli della gamma Omron; per questi infatti si dispone del tool di programmazione e della necessaria esperienza, maturata nello sviluppo effettuato per precedenti applicazioni.

All’interno della gamma Omron la scelta andrà inoltre fatta considerando il numero di ingressi e di uscite (I/O) sia digitali che analogici, il numero e il tipo di porte seriali da

impiegare (sia per la programmazione che per la comunicazione con i touch screen), ed eventualmente anche il tipo di istruzioni di programmazione utili per l'applicazione. Partendo dall'elenco dei componenti dell'impianto da vuoto (vedi tabella 1), si possono ricavare il numero di ingressi e uscite da utilizzare.

<b>Tabella 1: elenco componenti impianto da vuoto - Apparato EXOTIC</b>				
	<b>Sezione 1</b>	<b>Sezione 2</b>	<b>Sezione 3</b>	<b>Sezione 4</b>
<b>Pompa rotativa</b>	RP1	RP2	RP3	RP4
<b>Turbopompa</b>	TP1	TP2	TP3	TP4
<b>Pompa ionica</b>	-	IP2	-	-
<b>Valvola gate TP (DN160)</b>	VG1	VG2	VG3	VG4
<b>Valvola backing TP (DN25)</b>	VB1	VB2	VB3	VB4
<b>Valvola di prevuoto (DN16)</b>	VF1	VF2	VF3	VF4
<b>Prima valvola di linea</b>	V2	V5	V6	V7
<b>Seconda valvola di linea</b>	-	V3	-	V8
<b>Valvola di rientro aria</b>	VR1	-	-	VR4
<b>Soglia prevuoto rotativa</b>	FV1.2	FV2.2	FV3.2	FV4.2
<b>Soglia prevuoto canale</b>	FV1.1	FV2.1	FV3.1	FV4.1
<b>Soglia vuoto canale</b>	HV1	HV2	HV3	HV4

- **DIMENSIONAMENTO DEGLI INGRESSI E DELLE USCITE**

Ad ogni elemento dell'impianto corrisponde una determinata necessità di ingressi e uscite per il suo controllo. La tabella 2 riassume le informazioni necessarie alla valutazione di tale parametro.

<b>Tabella 2: elenco degli I/O necessari sul PLC per una sezione generica</b>		
	<b>Ingressi digitali</b>	<b>Ingressi analogici</b>
<b>Pompa rotativa</b>	1. Stato del teleruttore 2. Stato del relè termico	- -
<b>Pompa ionica</b>	1. Stato della pompa	-
<b>Valvole (4)</b>	1. Segnale di valvola chiusa 2. Segnale di valvola aperta	- -
<b>Valvola interlockata</b>	-	-
<b>Soglie di vuoto (3)</b>	1. Soglia raggiunta	-
<b>Turbopompa</b>	1. Allarme 2. Segnale di regime	- -
<b>Misura di alto vuoto</b>	-	1. Uscita registratore
<b>Totali:</b>	$2 + 1 + 4 * 2 + 3 * 1 + 2 = 16$	1
	<b>Uscite a comune unico</b>	<b>Uscite a comune isolato</b>
<b>Pompa rotativa</b>	1. Comando del teleruttore -	- -
<b>Pompa ionica</b>	1. Comando della pompa	-
<b>Valvole (4)</b>	1. Comando della valvola	-
<b>Valvola interlockata</b>	-	1. Comando della valvola
<b>Soglie di vuoto (3)</b>	-	-
<b>Turbopompa</b>	-	1. Comando del teleruttore
<b>Misura di alto vuoto</b>	-	-
<b>Totali:</b>	$1 + 1 + 1 * 4 = 6$	$1 + 1 = 2$

Complessivamente sul PLC abbiamo bisogno di almeno:

- 64 ingressi digitali (4 schede da 16 ingressi)
- 4 ingressi analogici (1 scheda da 4 ingressi)
- 24 uscite a relè con comune non isolato (2 schede da 16 uscite)
- 8 uscite a relè con comune isolato (1 scheda da 8 uscite)

Inoltre, oltre alla porta di programmazione, abbiamo bisogno di una porta RS232C per la comunicazione con il touch screen locale e di una seconda porta RS232C per la comunicazione col touch screen remoto.

#### • SCELTA DEL PLC

Consultando il catalogo Omron abbiamo selezionato due tipi di PLC che possono soddisfare le nostre esigenze:

1. PLC della serie CQM1H: si tratta di un sistema modulare con bus di comunicazione integrato nelle schede e quindi privo di rack. Consente un numero massimo di 11 schede, integra 16 ingressi digitali e una porta RS232C. Nella versione con CPU 51 consente di aggiungere una seconda porta RS232C e una scheda a quattro ingressi analogici.
2. PLC della serie C200H: si tratta di un PLC modulare con bus di comunicazione su rack separato. Nel nostro caso è sufficiente usare un rack a 8 slot. La CPU dispone di una porta RS232C e consente di aggiungerne altre due. Non sono presenti I/O integrati e pertanto tutti gli ingressi e le uscite di cui necessitiamo saranno collocati sulle schede.

Nella seguente tabella sono riportati, in dettaglio e in totale, i prezzi ricavati dal listino del febbraio 2001.

Tabella 3: calcolo del prezzo delle due configurazioni								
Componente:	PLC CQM1H				PLC C200H			
	sigla	quantità	prezzo unitario	prezzo totale	sigla	quantità	prezzo unitario	prezzo totale
Alimentatore 230V	PA216	1	456	456	PA204	1	469	469
Rack	integrato	0	0	0	BC081	1	497	497
CPU	51	1	1550	1550	42E	1	1790	1790
Porte seriali aggiuntive	SCB41	1	983	983	COM05E	1	830	830
Ingressi analogici	MAB42	1	906	906	AD002	1	2180	2180
Schede 16 in digitali	ID212	3	368	1104	ID212	4	427	1708
Schede 16 out relè	OC222	2	475	950	OC222	2	496	992
Schede 8 out isolate	OC224	1	333	333	OC224V	1	428	428
<b>Totale (klire):</b>				6282				8894

Dal confronto del totale delle due soluzioni si vede che quella basata sul CQM1H ha un costo che è circa il 40% in meno del C200H. Per il controllore CQM1H si ha la possibilità di aggiungere ancora 5 moduli (al prezzo dei soli moduli). Al contrario, per il C200H l'aggiunta di ulteriori moduli comporta la necessità di usare un rack di espansione con relativo alimentatore.

Pertanto si ritiene economicamente conveniente l'adozione della soluzione basata sul controllore CQM1H.

- **VERIFICA DELLA POTENZA DELL'ALIMENTATORE**

La potenza dell'alimentatore da impiegare per il PLC va verificata in funzione dell'assorbimento della configurazione adottata. L'alimentatore da noi scelto può fornire una potenza massima di 30W. Per verificare che questa basti ad alimentare i nostri dispositivi, calcoliamo la potenza massima che questi possono assorbire:

<b>Tabella 4: verifica portata alimentatore</b>			
<b>Componente</b>	<b>Quantità</b>	<b>Corrente unitaria</b>	<b>Corrente totale (mA)</b>
CPU 51	1	840	840
Inner board MAB42	1	400	400
Inner board SCB41	1	200	200
ID212	3	85	255
OC222	2	850	1700
OC224	1	440	440
<b>Corrente totale (mA):</b>	3835		
<b>Tensione utilizzata (V):</b>	5		
<b>Potenza assorbita (W):</b>	19,18		

Dai calcoli effettuati risulta chiaro che la potenza massima assorbita dal PLC e da tutti i suoi accessori è nettamente minore di quella massima erogabile dall'alimentatore PA216.