

GARA NAZIONALE DI  
**AUTOMAZIONE**  
IIS L. NOBILI – REGGIO EMILIA  
20-21 MAGGIO 2021



## **NOTE OPERATIVE**

Tempo a disposizione: **5 ore**

Modalità di apertura e salvataggio del progetto:

- **Creare una cartella sul Desktop della postazione remota assegnando il nome:**  
*GNA2021\_Cognome\_Nome*
- **Aprire l'ambiente di sviluppo scelto per la gara (Siemens, Omron, NI)**
- **All'interno dell'ambiente di sviluppo aprire il progetto presente nella seguente cartella scegliendo la sottocartella relativa alla piattaforma (Siemens, Omron, NI)**

Desktop\GNA2021\_progetto

- **Salvare il progetto nella cartella precedentemente creata "*GNA2021\_Cognome\_Nome*" assegnando contestualmente il nome "*Cognome\_Nome*"**

Non modificare le variabili presenti. È consentito aggiungere ulteriori variabili per calcoli intermedi e/o ipotesi aggiuntive. Le ipotesi aggiuntive non devono in alcun modo sostituire le specifiche del progetto indicate di seguito.

## **PREMESSA**

La seconda prova tecnico pratica prevede un massimo di 60 punti, assegnati secondo i seguenti criteri:

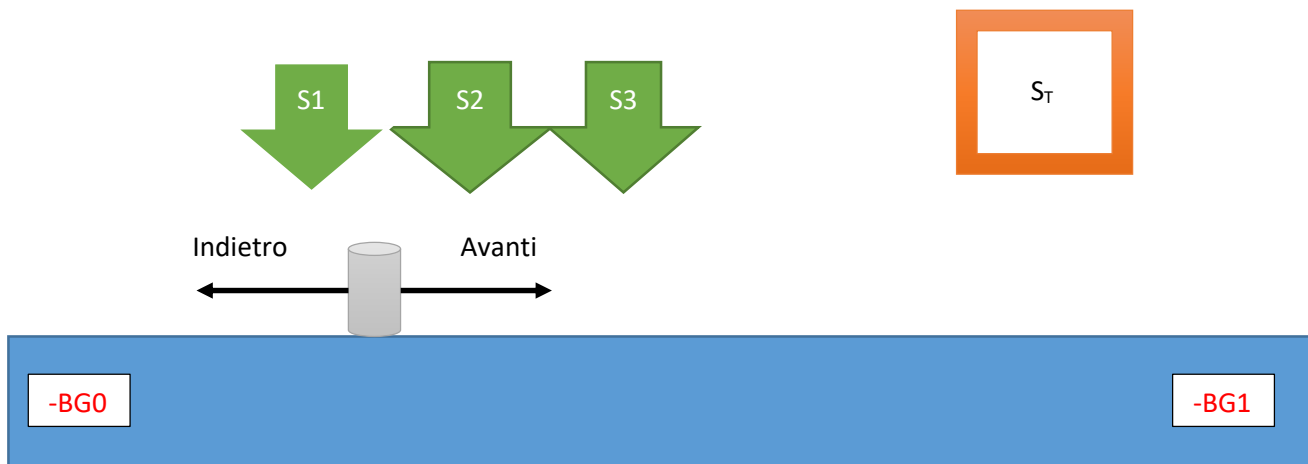
- Stile di programmazione: 15 punti
- Funzionalità: 35 punti
- Documentazione: 10 punti

Il candidato, fatte le eventuali ipotesi aggiuntive che ritiene necessarie, risolva il quesito tecnico di seguito illustrato.

### **Obiettivo:**

Sviluppare il codice di un sistema di controllo di un impianto per la produzione di un particolare composto chimico tramite selezione degli ingredienti e successivo trattamento termico.

**Layout del sistema:**



S1, S2, S3: stazioni per erogazione ingredienti

S<sub>T</sub>: stazione per il trattamento termico

-BG0, -BG1: proximity

**Descrizione sintetica:**

Il sistema sviluppato deve consentire la scelta dei tre ingredienti che costituiscono il composto chimico e ciò avviene tramite la pressione ciclica di un pulsante che consente la selezione di una fra quattro possibili ricette. Tramite un pulsante di Start è possibile avviare il processo automatico che porterà il contenitore del composto al di sotto delle tre stazioni di erogazione degli ingredienti, in accordo alla ricetta selezionata. Ogni stazione erogherà l'ingrediente e il controllo della corretta quantità è possibile grazie ad un sensore di peso collocato sotto alla base del contenitore. Terminata la fase di costituzione del composto, il contenitore viene portato al di sotto della stazione termica al fine di procedere al trattamento termico, come previsto dalla ricetta. Al termine del processo il contenitore viene riportato nella zona di carico/scarico, identificata dal proximity specifico (-BG0). Il processo prevede la presenza di lampade di segnalazione e di pulsante di stop/emergenza.

**Caratteristiche del posizionatore lineare, del driver e del motoriduttore:**

Il movimento del contenitore lungo l'asse è ottenuto tramite un posizionatore lineare azionato da un motoriduttore e relativo controller. Il movimento è regolato tramite due segnali in ingresso al controller, uno analogico (0-10V) per impostare linearmente la velocità (**C\_Vel**) e l'altro digitale per impostare la direzione (**Dir**), come descritto di seguito:

Dir	C_Vel (0-10V)	N (giri/min) motore	n (giri/min) albero	Movimento
Vero	10	2800	560	avanti
Falso	10	2800	560	indietro

Il posizionatore ha una corsa di 60 cm e consente il movimento di un contenitore idoneo ad accogliere gli ingredienti del composto chimico grazie ad un sistema vite-madrevite con passo  $L = 4$  mm. La posizione del contenitore è rilevabile tramite un encoder in quadratura calettato all'albero motore avente 512 PPR (Pulse Per Revolution – impulsi a giro). La tabella seguente indica le posizioni della 3 stazioni utili all'erogazione degli ingredienti, della stazione utile al trattamento termico, dei proximity corrispondenti al punto di inserimento/prelievo contenitore (-BG0) e di fuoricorsa (-BG1).

-BG0 (Homing)	Stazione 1 S1	Stazione 2 S2	Stazione 3 S3	Stazione termica (S <sub>T</sub> )	-BG1 (Fuoricorsa)
5 cm	10 cm	20 cm	30 cm	50 cm	55 cm

#### **Caratteristiche della stazione utile al trattamento termico:**

L'attuatore termico è controllato da un segnale analogico Vs 0-10V che consente di ottenere una temperatura T (°C) del composto chimico secondo la seguente relazione:  $T = 10 \cdot V_s + T_a$ , dove  $T_a$  indica la temperatura ambiente. La misura della temperatura viene effettuata con un sensore analogico lineare avente campo di misura 0 – 200 °C e uscita 0 – 10 V

#### **Sensore di peso:**

Alla base del contenitore è presente un sensore di peso utile alla misura della quantità del composto chimico presente nel contenitore stesso. Il sensore è analogico, lineare, ha un campo di misura 0-500 g e un'uscita 0-10 V.

#### **Funzionamento generale:**

Il programma realizza il sistema di controllo e l'utente interagisce tramite controlli ed indicatori presenti sul pannello operatore per impostare gli input, visualizzare gli output e simulare il processo di produzione.

Il programma deve eseguire le seguenti operazioni generali:

- permettere all'utente la selezione della ricetta tramite un pulsante,
- abilitare il processo automatico tramite un pulsante di start
- prevedere un pulsante di emergenza
- mostrare la ricetta selezionata tramite due indicatori Led
- visualizzare lo stato del processo tramite due lampade, una verde che indica il funzionamento automatico e una rossa che indica l'attivazione dell'emergenza
- visualizzare la fase del processo e lo stato delle fotocellule tramite appositi indicatori
- consentire all'utente di simulare la quantità di ingrediente introdotta ad ogni fase e la temperatura del composto
- consentire all'utente di simulare la posizione del contenitore

#### **Sequenza delle operazioni:**

#### **Applicazione in esecuzione, situazione iniziale:**

Tutte le uscite devono essere disabilitate e i corrispondenti led di visualizzazione nello stato OFF, la quantità del composto presente nel contenitore deve essere pari a zero, la temperatura misurata deve essere pari alla temperatura ambiente  $T_a$ , gli ingressi digitali devono essere nello stato OFF, ad eccezione del proximity ad inizio posizionatore –BG0 che può essere nello stato di ON oppure OFF in funzione della posizione iniziale del contenitore.

### Selezione della ricetta:

Ad ogni pressione del pulsante **Ricetta** viene selezionata una fra 4 possibili ricette e i led di segnalazione devono indicare la ricetta scelta, come di seguito mostrato:

Ricetta	-PF4 (LED 1)	-PF3 (LED 0)
0	Falso	Falso
1	Falso	Vero
2	Vero	Falso
3	Vero	Vero

### Avvio:

La pressione del pulsante di Start avvia il processo automatico per la produzione di un composto chimico.

Il controllore deve segnalare l'inizio del processo automatico attivando la lampada **-PF1**.

Il controllore deve riportare il contenitore ad inizio asse (movimento indietro), posizione segnalata dall'attivazione del proximity **–BG0 (procedura di Homing)**.

Il controllore deve eseguire la ricetta selezionata e deve portare il contenitore nelle stazioni dedicate all'erogazione dei vari ingredienti, se la corrispondente quantità nella ricetta è diversa da zero.

**NOTA:** Fare riferimento alle tabelle relative alle ricette e alle posizioni delle stazioni.

Il controllore deve controllare la posizione del contenitore monitorando il segnale prodotto dall'encoder.

Se il contenitore non è nella posizione corretta, il controllore deve muovere in avanti l'asse.

Quando il contenitore si trova in corrispondenza della stazione desiderata, il controllore deve attivare l'elettrovalvola deputata all'erogazione dell'ingrediente fino al raggiungimento della quantità prevista in ricetta. La quantità totale del composto presente nel contenitore viene acquisita tramite il sensore di peso. Si sottolinea la distinzione fra la quantità dell'ingrediente e la quantità totale del composto presente nel contenitore.

Al completamento della specifica fase di riempimento, l'elettrovalvola deve essere disattivata.

La procedura viene ripetuta per le stazioni 1,2 e 3.

Quando tutti gli ingredienti sono stati correttamente inseriti, come da ricetta selezionata, il sistema deve eseguire il trattamento termico previsto in ricetta e deve quindi portare il contenitore nella stazione specifica per il trattamento termico.

Quando il contenitore si trova in corrispondenza della stazione termica, il sistema deve effettuare il trattamento, come da ricetta, tramite controllo proporzionale della temperatura. La durata del trattamento include anche la fase iniziale di transitorio.

Al completamento del trattamento termico il sistema deve riportare la temperatura del composto chimico ad un valore inferiore a 30°C, favorendo il processo tramite l'attivazione di una ventola.

Quando la temperatura del composto chimico ha raggiunto un valore inferiore a 30°C, il controllore deve disattivare la ventola e riportare il contenitore ad inizio asse (movimento indietro), posizione segnalata dall'attivazione del proximity **-BG0**.

Quando il contenitore ha raggiunto la posizione di inizio asse, il controllore deve segnalare la fine del processo automatico disattivando la lampada **-PF1**.

### **Allarme:**

Una situazione di allarme si verifica in corrispondenza di uno qualunque fra i tre eventi di seguito descritti: pressione del pulsante allarme, attivazione del proximity **-BG0** in una fase in cui non è previsto il rientro del contenitore, attivazione del proximity **-BG1** che segnala la posizione di fuoricorsa. Una situazione di allarme attiva la lampada di segnalazione allarme **-PF2** e contemporaneamente interrompe il funzionamento automatico fermando il contenitore, chiudendo gli erogatori e disabilitando il sistema riscaldante.

La successiva pressione del pulsante di **Start**, qualora la causa che ha causato l'allarme non sia più presente, disattiva la lampada **-PF2** e deve riportare il contenitore ad inizio asse (movimento indietro), posizione segnalata dall'attivazione del proximity **-BG0 (procedura di Homing)** per eventuale svuotamento e la selezione della ricetta.

### **Stop:**

La pressione del pulsante di Stop arresta l'esecuzione dei comandi in qualsiasi istante. Il pulsante di Stop deve essere considerato di tipo NC con interblocco.

La successiva pressione del pulsante di **Start**, qualora il pulsante di **Stop** non sia più premuto, fa ripartire il sistema dal punto in cui era stato interrotto.

Tabella ricette:

Ricetta	Ingrediente 1 Quantità (g)	Ingrediente 2 Quantità (g)	Ingrediente 3 Quantità (g)	Trattamento termico T (°C)	Trattamento termico Durata (s)
0	300	0	100	110	30
1	100	200	0	80	45
2	50	150	150	100	20
3	0	200	250	60	50

Al fine di agevolare la verifica del corretto funzionamento viene fornito un progetto configurato per gestire la CPU, moduli I/O e pannello operatore, nel quale sono presenti le variabili indicate in tabella, associate sia ai canali di ingresso e uscita, sia agli elementi presenti nel pannello operatore.

Tabella segnali e relative variabili presenti nel progetto (**Siemens**):

Dispositivo/segnale	I/O	Tipo dei dati	Variabile associata
Pulsante di Start	DI	BOOL	Start
Pulsante selezione Ricetta	DI	BOOL	Ricetta
Pulsante Allarme	DI	BOOL	Allarme
Pulsante di Stop/Emergenza	DI	BOOL	Stop
Proximity posizione iniziale	DI	BOOL	-BG0
Proximity fuoricorsa	DI	BOOL	-BG1
Segnale encoder	DI veloce Variabile di ingresso di tipo intero 32 bit con segno	DINT	Posizione
Sensore di temperatura	AI (0-10V)	INT (0-27648)	-BT
Sensore di peso	AI (0-10V)	INT (0-27648)	-BW
Elettrovalvola erogazione ingrediente 1	DO	BOOL	-QM1
Elettrovalvola erogazione ingrediente 2	DO	BOOL	-QM2
Elettrovalvola erogazione ingrediente 3	DO	BOOL	-QM3
Comando velocità Motoriduttore	AO (0-10V)	INT (0-27648)	C_Vel
Comando direzione movimento	DO	BOOL	Dir
Comando controllo temperatura	AO (0-10V)	INT (0-27648)	C_Temp

Lampada funzionamento automatico	DO	BOOL	-PF1
Lampada Allarme	DO	BOOL	-PF2
Led 1 per segnalazione ricetta selezionata	DO	BOOL	-PF4
Led 0 per segnalazione ricetta selezionata	DO	BOOL	-PF3
Comando Ventola	DO	BOOL	C_Ventola

Tabella segnali e relative variabili presenti nel progetto (**Omron**):

Dispositivo/segnale	I/O	Tipo dei dati	Variabile associata
Pulsante di Start	DI	BOOL	Start
Pulsante selezione Ricetta	DI	BOOL	Ricetta
Pulsante Allarme	DI	BOOL	Allarme
Pulsante di Stop/Emergenza	DI	BOOL	Puls_Stop
Proximity posizione iniziale	DI	BOOL	BG0
Proximity fuoricorsa	DI	BOOL	BG1
Segnale encoder	DI veloce Variabile di ingresso di tipo intero 32 bit con segno	DINT	Posizione
Sensore di temperatura	AI (0-10V)	INT (0-8000)	BT
Sensore di peso	AI (0-10V)	INT (0-8000)	BW
Elettrovalvola erogazione ingrediente 1	DO	BOOL	QM1
Elettrovalvola erogazione ingrediente 2	DO	BOOL	QM2
Elettrovalvola erogazione ingrediente 3	DO	BOOL	QM3



Comando velocità Motoriduttore	AO (0-10V)	INT (0-8000)	C_Vel
Comando direzione movimento	DO	BOOL	Dir
Comando controllo temperatura	AO (0-10V)	INT (0-8000)	C_Temp
Lampada funzionamento automatico	DO	BOOL	PF1
Lampada Allarme	DO	BOOL	PF2
Led 1 per segnalazione ricetta selezionata	DO	BOOL	PF4
Led 0 per segnalazione ricetta selezionata	DO	BOOL	PF3
Comando Ventola	DO	BOOL	C_Ventola

Tabella segnali e relative variabili presenti nel progetto (**National Instrument**):

<b>Dispositivo/segnale</b>	<b>I/O</b>	<b>Tipo dei dati</b>	<b>Variabile associata</b>
Pulsante di Start	DI	BOOL	Start
Pulsante selezione Ricetta	DI	BOOL	Ricetta
Pulsante Allarme	DI	BOOL	Allarme
Pulsante di Stop/Emergenza	DI	BOOL	Stop
Proximity posizione iniziale	DI	BOOL	BG0
Proximity fuoricorsa	DI	BOOL	BG1
Segnale encoder	DI veloce Variabile di ingresso di tipo intero 32 bit con segno	I32	Posizione
Sensore di temperatura	AI (0-10V)	DBL	BT
Sensore di peso	AI (0-10V)	DBL	BW
Elettrovalvola erogazione ingrediente 1	DO	BOOL	QM1

Elettrovalvola erogazione ingrediente 2	DO	BOOL	QM2
Elettrovalvola erogazione ingrediente 3	DO	BOOL	QM3
Comando velocità Motoriduttore	AO (0-10V)	DBL	C_Vel
Comando direzione movimento	DO	BOOL	Dir
Comando controllo temperatura	AO (0-10V)	DBL	C_Temp
Lampada funzionamento automatico	DO	BOOL	PF1
Lampada Allarme	DO	BOOL	PF2
Led 1 per segnalazione ricetta selezionata	DO	BOOL	PF4
Led 0 per segnalazione ricetta selezionata	DO	BOOL	PF3
Comado Ventola	DO	BOOL	C_Ventola