

Stage LNL 2010 - Modulo n.7

# Utilizzo del PLC in sistemi automatici per la produzione di Alto Vuoto

Dario Dorfelli

Nicolo` Filippi

*tutor: Luciano Costa*

## Pompe da vuoto...

Per eseguire esperimenti con gli acceleratori e relativi fasci e' necessario creare precedentemente un vuoto (altrimenti riconoscibile come una depressione), che limita la dispersione del fascio. Il vuoto e' generalmente ottenuto con l'uso di pompe idonee; esse possono essere di vari tipi:

- **Pompe Rotative in bagno d'olio:** adatta per produrre Medio/Basso Vuoto
- **Pompe Rotative a secco:** adatta per produrre Medio/Basso Vuoto
- **Pompe Turbomolecolari:** adatta per produrre Alto Vuoto

Il vuoto necessario per un esperimento standard e' l'**Alto Vuoto** ( $10^{-4}$ ,  $10^{-7}$  mbar).



Pompa Turbomolecolare

Pompa a Secco Scroll

Pompa Rotativa in Bagno  
d'Olio

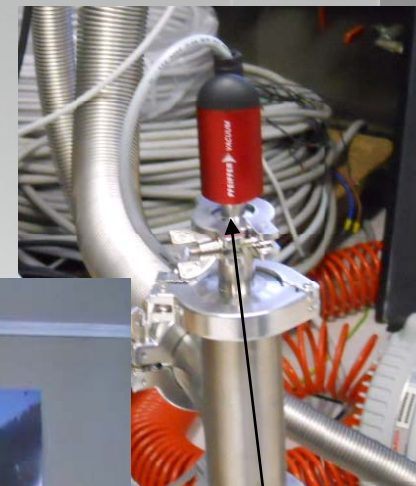
## ...e relativi strumenti

Per misurare il vuoto sono necessari strumenti adatti al range di vuoto che si vuole misurare. Noi, in laboratorio, abbiamo usato I seguenti strumenti:

- **Vacuometro Bourdon:** misura la deformazione di un elemento elastico sottoposto a due differenti pressioni, quella da misurare e quella di riferimento (atmosferica). Range 1 – 1000 mbar.
- **Vacuometro Capacitivo:** misura la deformazione della membrana metallica, che varia la capacità del condensatore posto all'interno dello strumento, dandoci così una tensione proporzionale alla pressione. Range :1000 – 0.1 mbar, con andamento lineare.
- **Vacuometro Pirani:** dotato di un filamento che, percorso da corrente, varia la propria resistenza in base alla dispersione termica nell'aria (dipende quindi dalla pressione). Range: 100 –  $10^{-3}$  mbar.
- **Vacuometro Penning o a Catodo freddo:** un anodo posto alla tensione di 4 KV, ionizza le molecole dell'aria, gli ioni positivi vengono raccolti al catodo, e misurando la corrente (proporzionale al numero di ioni) ricaviamo la pressione. Range:  $10^{-2}$ ,  $10^{-9}$  mbar
- **Vacuometro Widerange (Pirani+Penning):** unica testa di misura che copre un range di misura più esteso.

Bourdon

Wide-Range



Pirani

Capacitivo

## Sostituzione di una Turbopompa



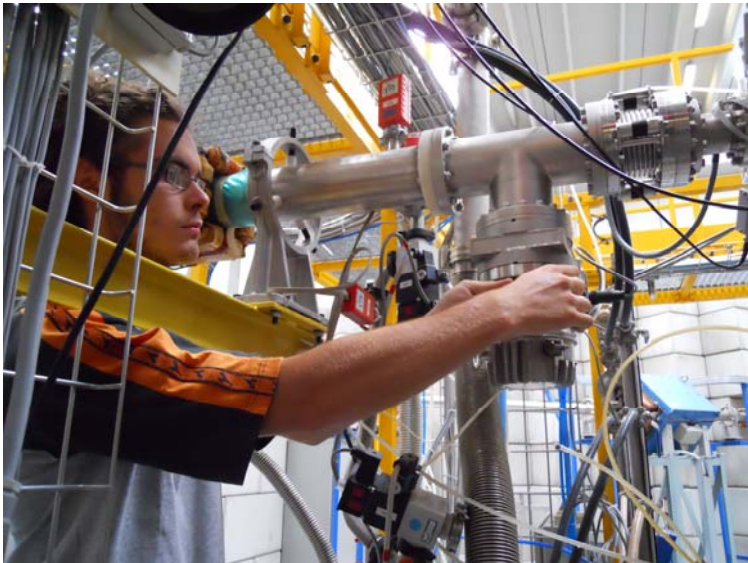
In seguito ad una segnalazione di guasto riguardante l'apparato Garfield, in preparazione ad un turno di misura, è stato eseguito un intervento di manutenzione.

Dopo aver verificato l'esistenza di un guasto presso la turbopompa TP2 del canale d'ingresso alla camera di reazione, si è proceduto alla sostituzione della pompa difettosa con una di scorta.

La pompa difettosa presentava un'eccessiva dissipazione di potenza ed un'elevata temperatura.

I sospetti iniziali di un guasto ai cuscinetti sono stati successivamente confermati.





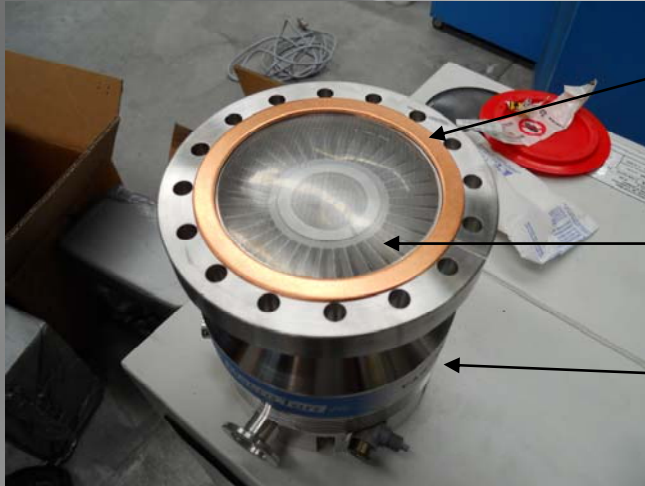
Lo smontaggio  
della Turbo  
pompa difettosa



La pompa  
difettosa  
da sostituire



Pompa di  
riserva per  
emergenze



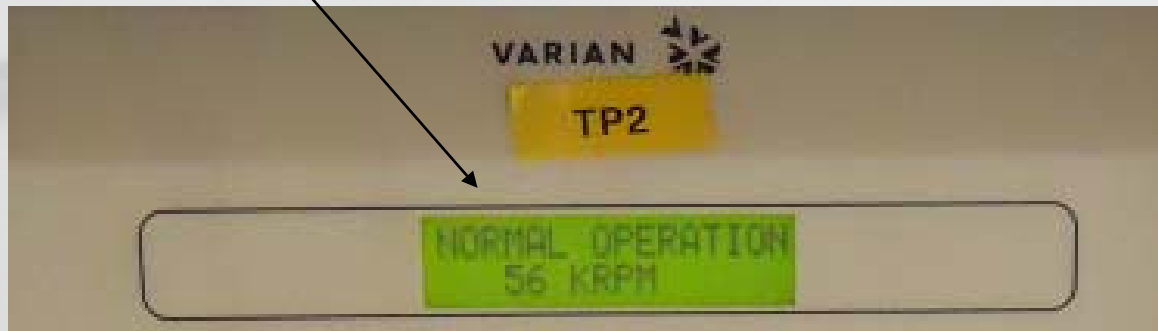
Guarnizione in Rame per UHV

Rete di protezione in ingresso

Turbopompa pronta per il montaggio

Turbopompa collegata al sistema

Parametri normali dopo la messa a regime : 56.000 giri/min

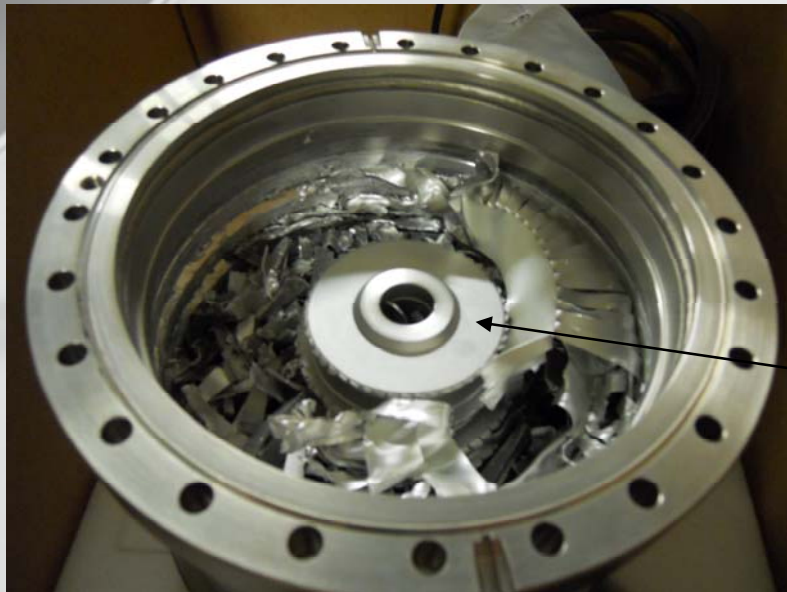


PLC (Programmable Logic Controller)...

...ovvero Controllore a Logica Programmabile: e` un`apparecchiatura elettronica programmabile per il controllo di macchine e di processi industriali.

Storicamente e` nata come sostituzione della logica cablata nei quadri a rele`.

Negli impianti da vuoto viene utilizzato per effettuare le corrette sequenze di inserimento delle varie pompe in funzione del grado di vuoto presente e prevenire quindi errori di manovra.

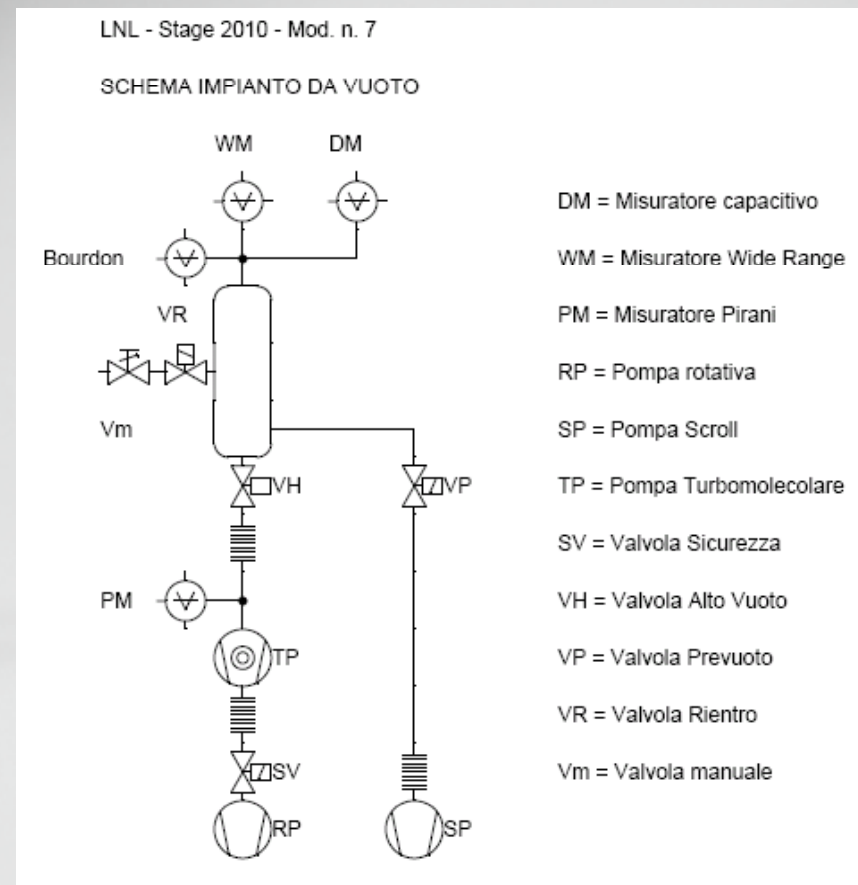


Gli errori di manovra sui sistemi di alto vuoto possono produrre effetti "catastrofici".

Palette del rotore dopo il "crash" di turbopompa avvenuto durante il funzionamento ad alta velocita` (circa 42.000 giri/1').

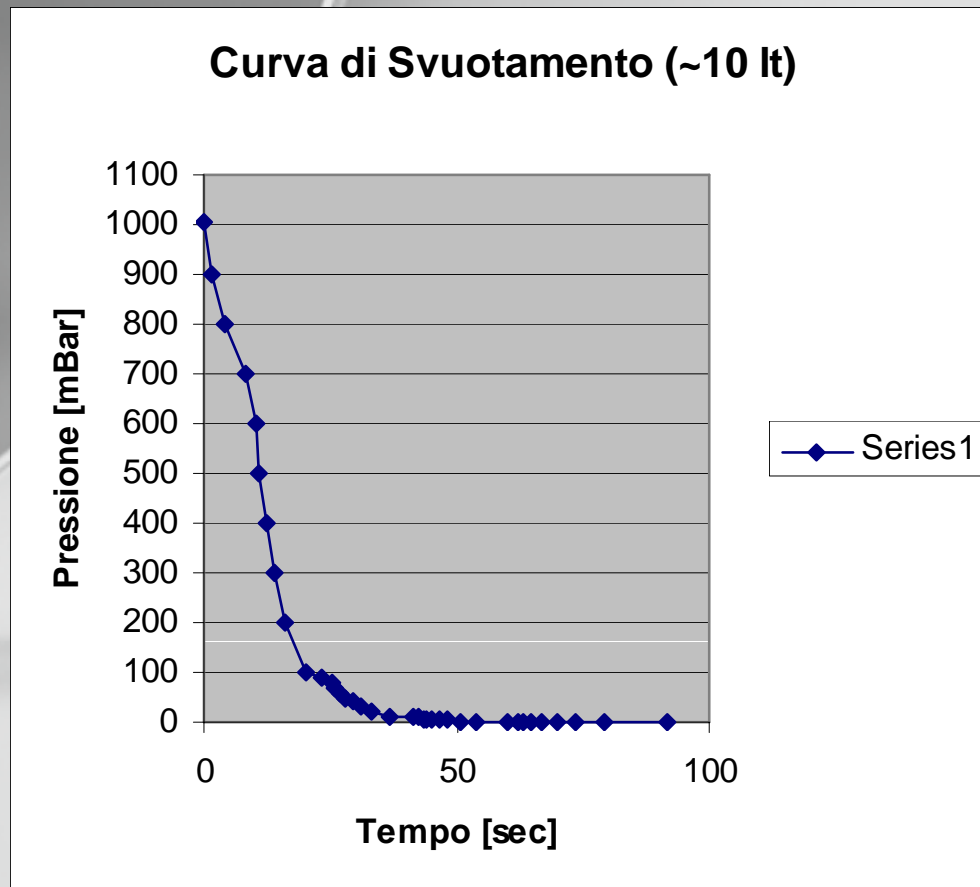
## Il nostro impianto

L'obiettivo del modulo era l'assemblaggio di un sistema da vuoto controllato tramite PLC. Per iniziare, abbiamo preparato lo schema dell'impianto da vuoto che s'intendeva assemblare e, successivamente, controllare.



Come camera si e` usata una tubazione  $l=128$  cm,  $d=10$  cm, quindi con volume di circa 10 litri.

Dopo aver assemblato il sistema da vuoto, si e` eseguito un test di vuotamento dello stesso per controllarne l`ermeticitita`.



Durante il test e` stato misurato il tempo di raggiungimento delle varie pressioni, e si e` ricavato cosi` questo grafico.

I tempi ottenuti sono in accordo con la relativa formula (teorica) :

$$t = 2,3 (V/S) \cdot \log(P_o/P_f)$$

V=volume

S=velocita` di pompaggio

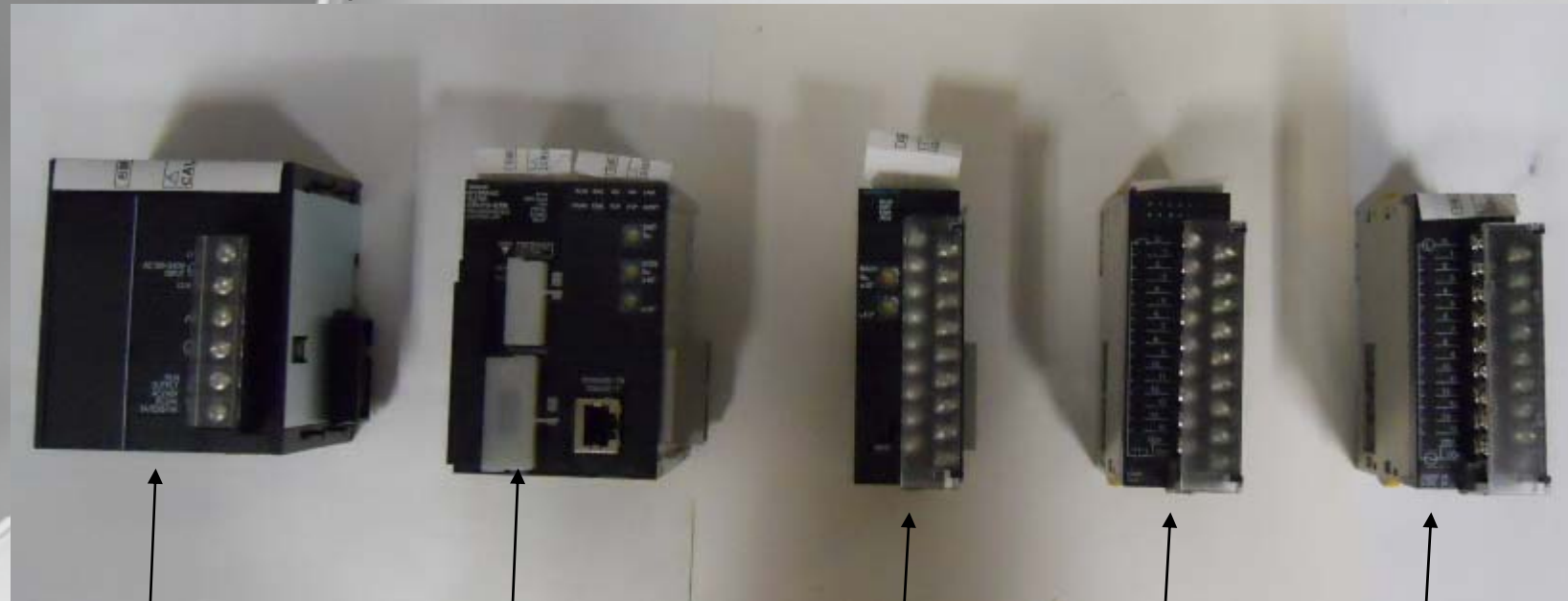
Po=pressione iniziale

Pf=pressione finale

Analizzando lo schema si è capito il preciso numero di ingressi (INPUT) e di uscite (OUTPUT) da impiegare nel PLC.

Si è usato un PLC modulare OMRON CJ1M.

Come interfaccia per l'utente si è usato un touch screen a colori da 5,7".



Alimentatore

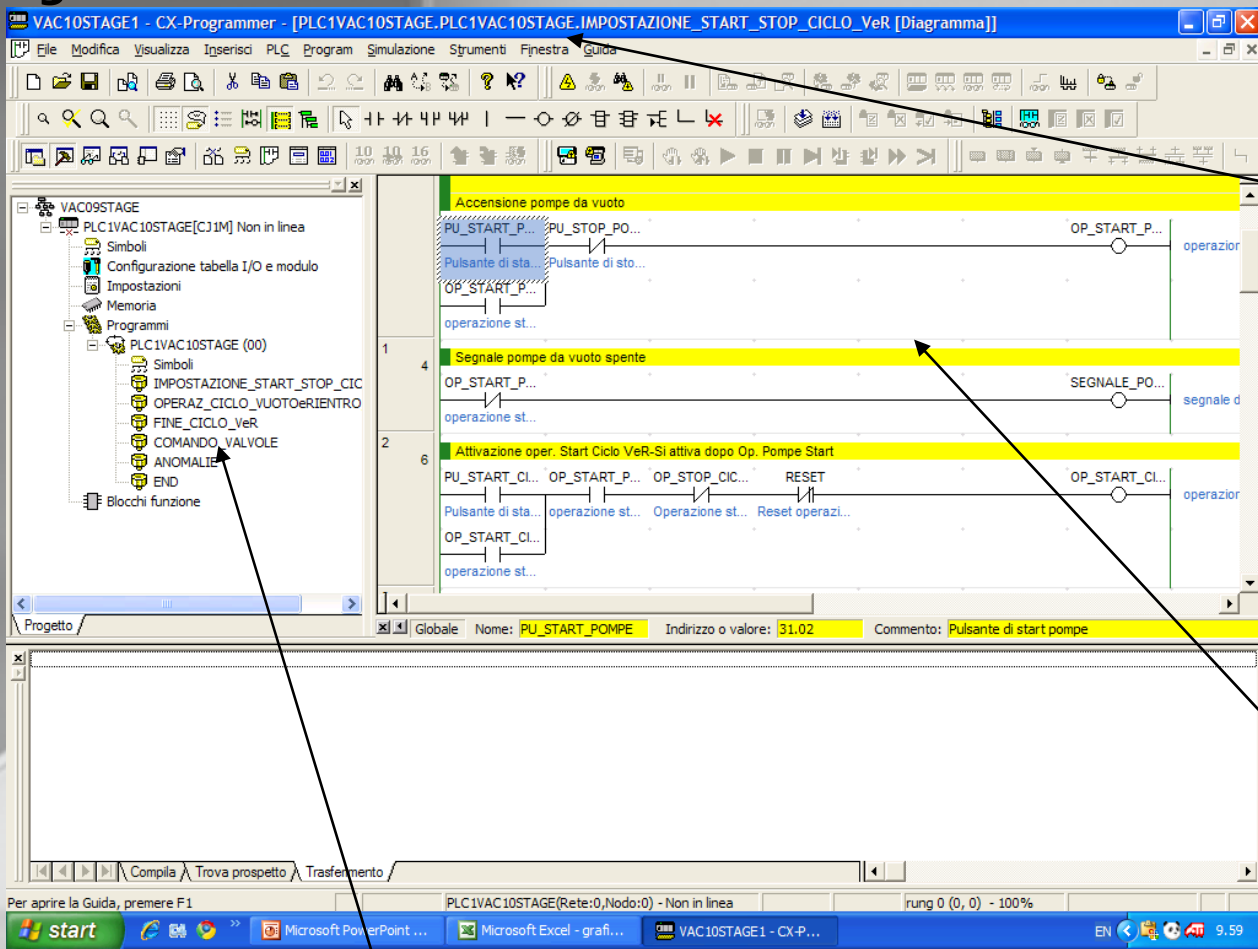
CPU

Scheda  
Input  
Analogici

Scheda  
Input  
Digitali

Scheda  
Output  
Digitali

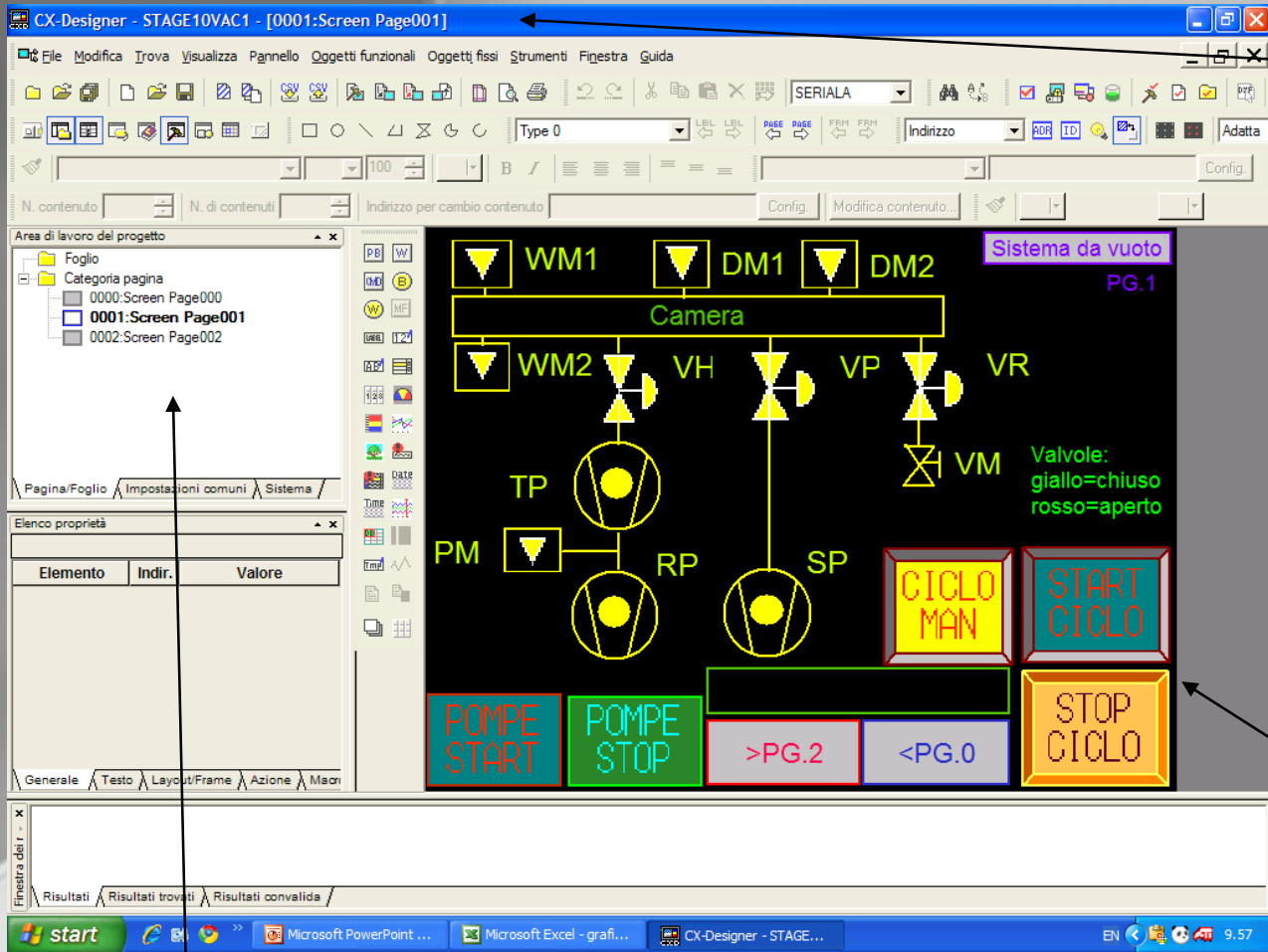
# Programmazione del sistema di controllo



Software di programmazione del PLC Omron (CX-Programmer)

Area di compilazione del programma.

Area di gestione struttura del programma



Software di programmazione del touch screen OMRON (CX-DESIGNER)

Area di stesura del programma

Area di gestione delle pagine del touch screen

## Cablaggio e prove del sistema



Nell'immagine sopra si osservano PLC e Touch Screen cablati e collegati; al PLC sono collegate le valvole che controllano l'azione delle pompe nel sistema da vuoto – immagine a destra.

Il funzionamento dell'automatismo è stato testato con successo senza anomalie.



## Ringraziamenti

All'INFN per averci consentito questa utile ed interessante esperienza

Ai Laboratori Nazionali di Legnaro per averci ospitato

Al nostro Tutor Luciano Costa per averci seguito

...e infine a Voi, per averci ascoltato (e sopportato!)