



POLITECNICO DI MILANO  
V Facoltà di Ingegneria



# PLC – IEC61131

## Programmable Logic Controller

Automazione Industriale

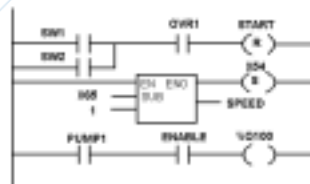
A. A. 2011-2012



### Sommario

Introduzione	Hardware di base	Architettura OS e Funz.	IEC 61131	Conclusioni
--------------	------------------	-------------------------	-----------	-------------

- ▶ Introduzione
- ▶ Hardware di base
- ▶ Architettura OS e Funzionale
- ▶ La normativa IEC61131
- ▶ Conclusioni



## Cos'è un PLC?

Introduzione Hardware di base Architettura OS & Funz. IEC 61131 Conclusion

- ✓ E' una apparecchiatura elettronica programmabile per il controllo di macchine e processi industriali.

↳ è un computer dedicato alla produzione industriale

Controllo di impianti industriali

- ✓ La struttura hardware a bus interno ha dato origine all'attuale PC



In realtà il PLC è stato il primo calcolatore in assoluto (usato all'inizio in ambito automotivo)

prima c'erano fili, interruttori dappertutto

- ✓ Sostituto della logica cablata e dei quadri di controllo a relé
  - Riduzione tempi e costi

Alessio Dedi: PLC - Programmable Logic Controller - Automazione Industriale A.A. 2011/2012

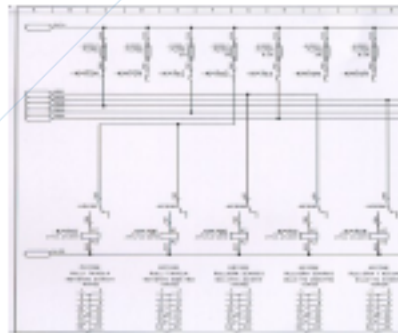
## Cenni Storici

Introduzione Hardware di base Architettura OS & Funz. IEC 61131 Conclusion

- ✓ Prima dei PLC, il controllo logico di impianti e processi industriali era fatta con logica cablata e quadri a relé:

- Poco modificabile e ampliabile
- Difficile da analizzare e verificare
- Difficile da interfacciare con altri componenti di controllo (calcolatori, terminali, sensori...)

- ✓ Non idonea per sistemi di controllo **complessi e flessibili**



Alessio Dedi: PLC - Programmable Logic Controller - Automazione Industriale A.A. 2011/2012

## Cenni Storici... Evoluzione

Introduzione Hardware di base Architettura OS & Funz. IEC 61131 Conclusion

✓ Cresce la complessità degli impianti e in parallelo devono crescere:

- Affidabilità, Modificabilità e Flessibilità

↓ **Soluzione**

✓ Si è quindi passati a dispositivi a logica programmata:

- PLS (Programmable Logic Sequencers)
- PLC (Programmable Logic controllers)
  - 1969 negli U.S.A. nell'industria automobilistica

↓ **Vantaggi**

✓ Istruzioni invece che componenti elettrici:

- Adattabilità, semplicità e rapidità di progettazione
- Facile diagnostica
- Più adatta al controllo di sistemi complessi

Alessio Dedi: PLC - Programmable Logic Controller - Automazione Industriale A.A. 2011/2012

5

## Architettura Hardware

Introduzione Hardware di base Architettura OS & Funz. IEC 61131 Conclusion



*modi con cui il calcolatore interagisce con gli impianti*

Alessio Dedi: PLC - Programmable Logic Controller - Automazione Industriale A.A. 2011/2012

6

*sono CPU proprietarie, cioè appositamente create per usi industriali;*



## Architettura Hardware - CPU

Introduzione **Hardware di base** Architettura OS & Funz. IEC 61131 Conclusion

### ✓ Struttura dedicata a:

- Elaborazione dei dati
- Elaborazione delle istruzioni del programma di controllo
- Gestione delle operazioni logiche interne al PLC.



### ✓ Esempio di tempi di elaborazione:

- Operazioni su bit, parole, in virgola fissa: 0.1-5  $\mu$ s
- Operazioni in virgola mobile: 0.5-50  $\mu$ s

Alessio Dedi: PLC - Programmable Logic Controller - Automazione Industriale A.A. 2011/2012

7

## Architettura Hardware - Memorie

Introduzione **Hardware di base** Architettura OS & Funz. IEC 61131 Conclusion

### ✓ Le memorie si dividono in :

- Volatili e permanenti ("latched")
- Ad accesso casuale (RAM o attive) e di sola lettura (ROM o passive)



*→ DATI SU RAM*

*→ PROGRAMMI SU ROM*

### ✓ Memoria Dati:

- Necessaria una memoria RAM (volatile); alcuni dati di controllo o impianto particolarmente importanti vanno salvati in memorie permanenti

### ✓ Memoria Programma:

- Preferibili memorie ROM, per limitare i rischi di perdita o corruzione del programma di controllo

Alessio Dedi: PLC - Programmable Logic Controller - Automazione Industriale A.A. 2011/2012

8

## Architettura Hardware – Interfacce Operatore

Introduzione	<b>Hardware di base</b>	Architettura OS & Funz.	IEC 61131	Conclusioni
--------------	-------------------------	-------------------------	-----------	-------------

- ✓ **Interfacce di programmazione** *semplici* ←
    - Piccoli LCD e Tastierini
    - Sistemi di sviluppo per PC
  - ✓ **Pannelli Operatore**
    - Display
    - Terminali grafici
    - Moduli con "Push buttons" e pulpiti
    - Interfacce "all inclusive"
    - HMI (Human-Machine Interface)
- Lo di solito sono proporzioni di controllo su office → che vengono poi collegati con i PLC*

## Architettura Hardware – Moduli di IO

Introduzione	<b>Hardware di base</b>	Architettura OS & Funz.	IEC 61131	Conclusioni
--------------	-------------------------	-------------------------	-----------	-------------

- ✓ **Consentono la comunicazione con il processo fisico:**
  - **Ingressi/Uscite Digitali**
    - #IO: 16-32;  $V_H$ : 24V DC;  $I_H$ : pochi mA; Is. Ottico
  - **Ingressi Analogici**
    - #In: 8; Risol.: 12-14 bit; Is. ottico; ReadTime: 20 ms
    - Collegabili a termocoppie, termoresistenze, ecc.
  - **Uscite Analogiche**
    - #Out: 8; Risol.: 12-14 bit; Is. Ottico; WriteTime: 0.5 ms
    - $V_{out}$ :  $\pm 10$  V, 0 -10 V, 1-5 V
    - $I_{out}$ :  $\pm 20$  mA, 0 to 20 mA, 4 to 20 mA

## Architettura Hardware - Moduli Speciali

Introduzione | **Hardware di base** | Architettura OS & Funz. | IEC 61131 | Conclusioni

- ✓ Schede conteggio veloce per gestire posizionamenti e controllo assi
- ✓ Schede PID → *algoritmi ricorsivi a tempo discreto*
  - Processore separato che realizza FdC PID
- ✓ Moduli co-processor (gestione dati non logici: tabelle, ecc.)
- ✓ Moduli di Backup
  - Duplicazione di una scheda principale:
    - Back-up freddo: la scheda guasta viene sostituita
    - Back-up caldo: la scheda sostitutiva e scheda principale in parallelo; quando questa si guasta, interviene immediatamente quella di back-up
- ✓ Moduli di connessione in rete
  - BUS di Campo (**Field Bus**): Profibus, CAN, Modbus RS232/TCP, ecc.



Alessio Dedi: PLC - Programmable Logic Controller - Automazione Industriale A.A. 2011/2012 11

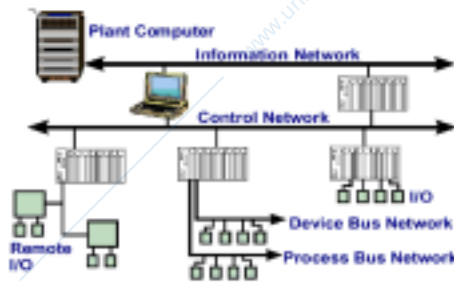
*la maggior parte della comunicazione è punto-punto*

## Architettura Hardware - Moduli Speciali FieldBus

Introduzione | **Hardware di base** | Architettura OS & Funz. | IEC 61131 | Conclusioni

- ✓ Bus di campo (fieldbus) è il termine fissato da IEC per indicare, in un processo automatizzato, lo standard di comunicazione tra diversi dispositivi (nodi), quali:

- Dispositivi di campo (sensori, attuatori, ecc.)
- Dispositivi di controllo (PLC, DCS, ecc.)



- ✓ La comunicazione tra i nodi è gestita secondo un protocollo standard o proprietario
- ✓ Tipi di connessioni logiche: stella o token-ring



Alessio Dedi: PLC - Programmable Logic Controller - Automazione Industriale A.A. 2011/2012 12

*Ci sono un sacco di protocolli industriali ethernet x portare informazioni di controllo di solito sono pacchetti molto semplici del tipo dato + istante di tempo*

*di solito le aziende hanno il loro protocollo*



## Architettura Hardware – Moduli Speciali FieldBus

Introduzione	Hardware di base	Architettura OS & Funz.	IEC 61131	Conclusioni
--------------	------------------	-------------------------	-----------	-------------

### ✓ Vantaggi del FieldBus:

- PLC e FIELDBUS sono integrabili
- Comunicazioni con il campo in forma digitale e veloce
- Abbattimento dei costi di cablaggio e installazione
- Parametrizzazione e configurazione remota dei dispositivi
- Utile per impianti distribuiti con necessità di "RealTime Control"
- Vari e semplici supporti (twisted pair, fibra ottica, radio, ...)
- Non è tecnologia proprietaria: posso integrare dispositivi di produttori diversi

### ✓ Svantaggi del FieldBus:

- Costi dei singoli moduli
- Un bus guasto preclude la comunicazione tra molti dispositivi contemporaneamente (bus ridondato)
- Non immediato da installare

Alessio Dedi: PLC – Programmable Logic Controller – Automazione Industriale A.A. 2011/2012

13

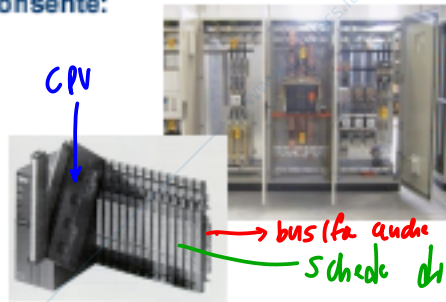


## Architettura Hardware – Rack

Introduzione	Hardware di base	Architettura OS & Funz.	IEC 61131	Conclusioni
--------------	------------------	-------------------------	-----------	-------------

### ✓ Il Rack contiene tutti i moduli (o schede) del sistema PLC (CPU, memorie, schede I/O, ecc.) e consente:

- ✓ Connessione elettrica
- ✓ Connessione logica (bus)
- ✓ Connessione meccanica
- ✓ Schermatura



→ bus (fa anche da supporto meccanico)  
Schede di ingresso usata

### ✓ I Rack sono collegabili:

- ✓ Gerarchicamente con opportune schede di interfaccia e collegamento
- ✓ In locale o decentralizzati

### ✓ I Rack garantiscono la modularità dell'architettura PLC

Alessio Dedi: PLC – Programmable Logic Controller – Automazione Industriale A.A. 2011/2012

14

## Architettura Hardware – Dimensioni

Introduzione Hardware di base Architettura OS e Funz. IEC 61131 Conclusioni

### ✓ Criteri di massima per il dimensionamento:

- Modularità
- Spazio di indirizzamento
- presenza di moduli speciali
- Velocità

### ✓ Categorie per dimensioni:

- **Compatti (o micro):**
  - Non modulari con poche decine di I/O
  - Applicazioni non industriali (building automation, distributori)
- **Piccoli:**
  - Modulari con un centinaio di I/O
- **Medi:**
  - Modulari con un migliaio di I/O
- **Grandi:**
  - Modulari con decine di migliaia di I/O



Alessio Dedi: PLC – Programmable Logic Controller – Automazione Industriale A.A. 2011/2012

15

*molte modelli di ingresso e usata x le macchine in base alla di monitorare*

## Architettura OS e Funzionale

Introduzione Hardware di base Architettura OS e Funz. IEC 61131 Conclusioni

### PLC vs PC

#### ✓ PLC:

- Progettato per resistere in ambiente industriale
  - Vibrazioni, shock meccanici od elettrici, immunità ai disturbi (elettromagnetici, vapori, temperature, sostanza tossiche), isolamento galvanico, ecc.
- Non ha dischi mobili (HD, CD, FD)
- Dotato di "Wach-Dog" (per istruzioni, programma, ecc.)
- Sistema operativo proprietario estremamente affidabile ad elevata diagnostica sia sul SW che sull'HW
- Compatto, facilmente allocabile in un armadio elettrico
- Integrabile con altri componenti di controllo

... MA LE COSE CAMBIANO... SoftPLC...

*software su calcolatori che emulano il comportamento di un PLC su un computer*

Alessio Dedi: PLC – Programmable Logic Controller – Automazione Industriale A.A. 2011/2012

16

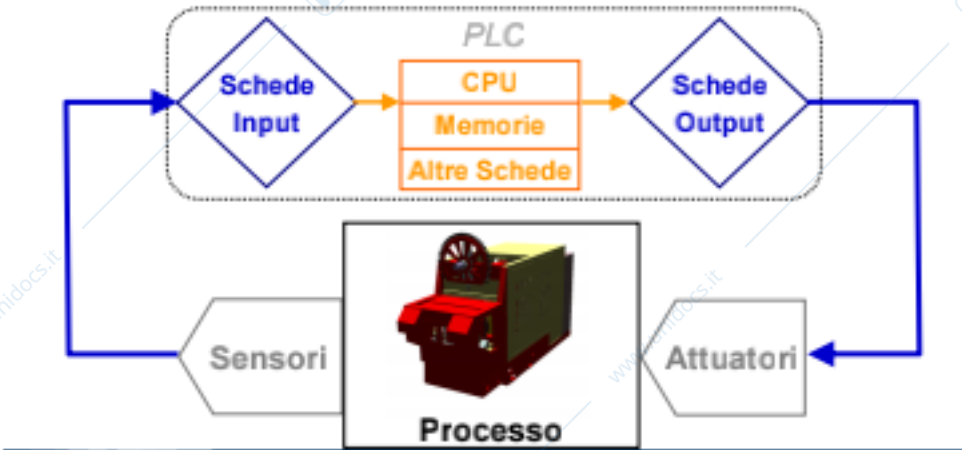


## Architettura OS e Funzionale

*Come si sincronizza il PLC con l'impianto*

Introduzione	Hardware di base	Architettura OS e Funz.	IEC 61131	Conclusioni
--------------	------------------	-------------------------	-----------	-------------

- ✓ Come altri controllori di impianti e processi industriali, il PLC si collega in "retroazione" rispetto ad essi:



Alessio Dedi: PLC - Programmable Logic Controller - Automazione Industriale A.A. 2011/2012 17



## Architettura OS e Funzionale

Introduzione	Hardware di base	Architettura OS e Funz.	IEC 61131	Conclusioni
--------------	------------------	-------------------------	-----------	-------------

### Il Ciclo del PLC

- ✓ In quanto dispositivo a segnali campionati, il PLC durante il funzionamento continua ad eseguire ciclicamente 3 fasi fondamentali:



*Il PLC lavora eseguendo un'istruzione alla volta*

*↳ tempo di ciclo:  
tempo in cui il PLC  
→ legge gli ingressi  
→ esegue il programma  
→ scrive le uscite*

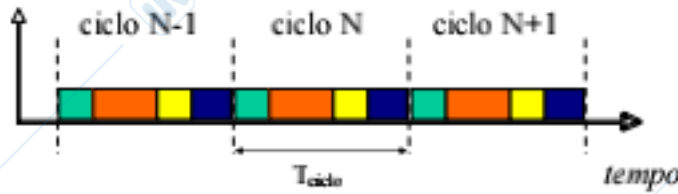
- ✓ Nota: all'interno del tempo di ciclo vi sono anche le esecuzioni di istruzioni del sistema operativo!!

Alessio Dedi: PLC - Programmable Logic Controller - Automazione Industriale A.A. 2011/2012 18

## Architettura OS e Funzionale

Introduzione Hardware di base **Architettura OS e Funz** IEC 61131 Conclusioni

### Il Ciclo del PLC



- fase di lettura ingressi
- fase di esecuzione del programma
- fase di scrittura delle uscite
- fase di esecuzione di porzioni di sistema operativo

*A voi non interessa*

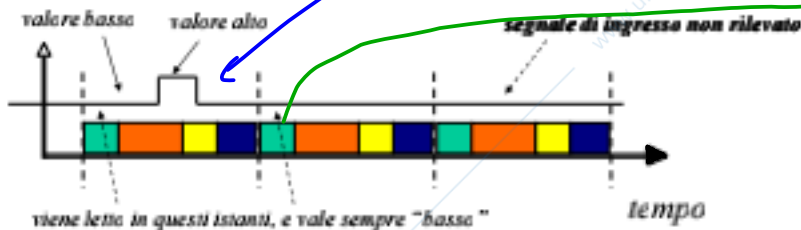
Alessio Dedi: PLC - Programmable Logic Controller - Automazione Industriale A.A. 2011/2012

13

## Architettura OS e Funzionale

Introduzione Hardware di base **Architettura OS e Funz** IEC 61131 Conclusioni

### Il Ciclo del PLC



- fase di lettura ingressi
- fase di esecuzione del programma
- fase di scrittura delle uscite
- sistema operativo

Alessio Dedi: PLC - Programmable Logic Controller - Automazione Industriale A.A. 2011/2012

20

# Architettura OS e Funzionale

Introduzione Hardware di base Architettura OS e Funz IEC 61131 Conclusion

## Il Ciclo del PLC

nel caso peggiore: ossia un segnale arriva subito dopo la fase di lettura, il segnale viene scritto valore basso circa 2 T<sub>ciclo</sub> dopo

parametro da controllare per valutare l'eventuale ritardo di arrivo dell'informazione e tollerabile

viene letto in questi istanti, e cambia valore

2 T<sub>ciclo</sub>



- fase di lettura ingressi
- fase di scrittura delle uscite
- fase di esecuzione del programma
- sistema operativo

Questo problema di lettura non è dovuto al fatto di usare un PLC, ma perché stiamo usando una logica di controllo a segnali campionati

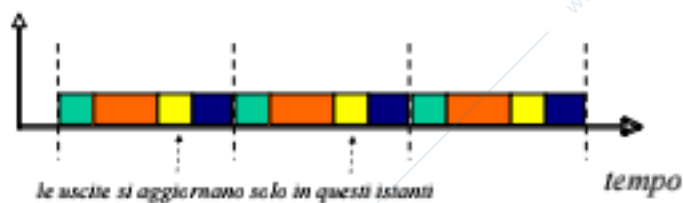
# Architettura OS e Funzionale

Introduzione Hardware di base Architettura OS e Funz IEC 61131 Conclusion

## Il Ciclo del PLC

Inutile aggiornare più volte un'uscita: questa si aggiorna una sola volta in ciclo, durante la fase di scrittura!

Il tempo di ciclo del PLC dipende da quanti codice del programma c'è e da quanti parametri di ingresso ci sono



- fase di lettura ingressi
- fase di scrittura delle uscite
- fase di esecuzione del programma
- sistema operativo

quindi generalmente non sono io che imposto il tempo di ciclo, ma dipende dalle variabili di I/O e dal codice di programma

per diminuire il tempo di ciclo, cerco di ottimizzare il programma, quindi diminuisco il codice del software

→ e numero di ingressi e di uscite

→ oppure comprare un PLC migliore (ossia con + capacità di calcolo)

## Architettura OS e Funzionale - Copia Massiva

Introduzione Hardware di base **Architettura OS & Funz** IEC 61131 Conclusioni

Il modo appena visto di funzionamento del PLC è detto a **Copia Massiva** (scrittura di tutte le uscite e lettura di tutti gli ingressi avvengono contemporaneamente).

### ✓ Vantaggi:

- Semplice da implementare e da capire: le fasi di lettura e scrittura sono singolarmente ininterrotte e nettamente separate
- Semplice da simulare: l'evoluzione del sistema e delle sue uscite è facilmente prevedibile

### ✓ Svantaggi:

- Scarsa reattività, se un ingresso muta subito dopo essere stato letto, la sua variazione viene recepita dopo un intero tempo di ciclo
- Scarso sfruttamento delle risorse, sono necessarie più variabili temporanee per memorizzare i risultati parziali tra una fase di lettura e una di scrittura

si chiama copia massiva poiché è

→ esegui programma  
→ aggiorna I/O  
bipolare

Alessio Dedi: PLC - Programmable Logic Controller - Automazione Industriale A.A. 2011/2012

23

## Architettura OS e Funzionale - IO Distribuito

Introduzione Hardware di base **Architettura OS & Funz** IEC 61131 Conclusioni

### ✓ Alcuni PLC ammettono anche cicli di funzionamento diversi:

- Lettura degli ingressi e la scrittura delle uscite anche durante la fase di esecuzione del programma. In questo modo, aumenta la frequenza di aggiornamento possibile per un ingresso o un'uscita

### ✓ Attenzione a capire bene quando un'istruzione di uscita comporta

- Un'immediato aggiornamento della variabile fisica di uscita
- Un'aggiornamento della variabile fisica a fine esecuzione

### ✓ In alternativa, possiamo usare gli **interrupt**

Alessio Dedi: PLC - Programmable Logic Controller - Automazione Industriale A.A. 2011/2012

24

## Architettura OS e Funzionale – Interrupt

Introduzione Hardware di base **Architettura OS e Funz** IEC 61131 Conclusion

- ✓ **Interrupt:**
  - 1) Interrompono il ciclo di programmazione
  - 2) Eseguono una opportuna subroutine di gestione dell'interrupt
  - 3) Restituiscono il controllo al programma
  
- ✓ **Interrupt Hardware**
  - Generati da segnali fisici esterni (si usano per garantire una risposta veloce ad un evento)
  
- ✓ **Interrupt Ciclici (Software)**
  - Generati periodicamente ad intervalli di tempo regolari (si usano tipicamente per campionare alcuni ingressi in tempi inferiori al tempo di ciclo)

Alessio Dedi: PLC – Programmable Logic Controller – Automazione Industriale A.A. 2011/2012

25

## Architettura OS e Funzionale – Modalità Operative

Introduzione Hardware di base **Architettura OS e Funz** IEC 61131 Conclusion

- ✓ **Modalità di esecuzione:**
  - Il PLC funziona come controllore: legge gli ingressi, esegue il programma di controllo e aggiorna le uscite
  
- ✓ **Modalità di validazione:**
  - Il PLC esegue il programma, ma non legge gli ingressi fisici, né scrive le uscite fisiche: vengono utilizzate variabili intermedie, eventualmente connesse con il sistema di programmazione (ad esempio, un PC)
  
- ✓ **Modalità di programmazione:**
  - Il PLC è connesso con il sistema di programmazione e accetta scritture della memoria programmi

Alessio Dedi: PLC – Programmable Logic Controller – Automazione Industriale A.A. 2011/2012

26

## Architettura OS e Funzionale – Watch-Dog

Introduzione Hardware di base **Architettura OS & Funz** IEC61131 Conclusion

- ✓ Sono sostanzialmente timer, che il sistema operativo associa a svariati componenti del PLC e all'esecuzione di svariate operazioni
- ✓ Ad un'operazione si associa una durata stimata massima, e quindi, se il timer arriva a contare tale intervallo di tempo prima che l'operazione sia conclusa, viene generato un errore (Watch-Dog, letteralmente "cane di guardia")



### Esempi di operazioni con Watch-Dog:

- ✓ Istruzioni utente
- ✓ Istruzioni di accesso a memoria/schede di I/O / schede di rete
- ✓ L'intero programma
- ✓ Ecc.

Alessio Dedi: PLC – Programmable Logic Controller – Automazione Industriale A.A. 2011/2012

27

## IEC61131

Introduzione Hardware di base **Architettura OS & Funz** **IEC61131** Conclusion

- ✓ **Normativa internazionale pubblicata la prima volta nel 1993 sull'uso dei PLC (seconda edizione 2003)**
  - Part 1: General information
  - Part 2: Equipment requirements and tests
  - Part 3: Programming languages
  - Part 4: User guidelines
  - Part 5: Messaging service specification
  - Part 6: Communications via fieldbus (Awaiting completion of fieldbus standards.)
  - Part 7: Fuzzy control programming
  - Part 8: Guidelines for the application and implementation of programming languages
- ✓ **Scopi principali:**
  - Ridurre il divario con le moderne tecniche informatiche
  - Formalizzare in modo più astratto ed essenziale i problemi di automazione e controllo
  - Proporre standard nel campo del controllo logico, per favorire la riusabilità della conoscenza e una reale concorrenza tra i costruttori

STANDARDIZZARE

5  
LINGUAGGI  
DI PROGRAMMAZIONE

Alessio Dedi: PLC – Programmable Logic Controller – Automazione Industriale A.A. 2011/2012

28



## IEC61131

Introduzione

Hardware di base

Architetture OS & Funz.

**IEC61131**

Conclusioni

### ✓ Definizione di PLC – Programmable Logic Control

Sistema elettronico a funzionamento digitale, destinato all'uso in ambito industriale, che utilizza una memoria programmabile per l'archiviazione interna delle istruzioni orientate all'utilizzatore per l'implementazione di funzioni specifiche, come quelle logiche, di sequenziamento, di temporizzazione, di conteggio e di calcolo aritmetico, e per controllare, mediante ingressi ed uscite sia digitali che analogiche, vari tipi di macchine e processi.



Alessio Dedi: PLC – Programmable Logic Controller – Automazione Industriale A.A. 2011/2012

29



## IEC61131-3

Introduzione

Hardware di base

Architetture OS & Funz.

**IEC61131**

Conclusioni

### ✓ IEC61131-3 Programming Languages

- ✓ Tipo di dato
- ✓ Variabili
- ✓ Configurazione
- ✓ Program Organization Units (POU)
- ✓ Configurazioni, Risorse e Tasks
- ✓ Collegamenti Esterni

### ✓ Linguaggi definiti

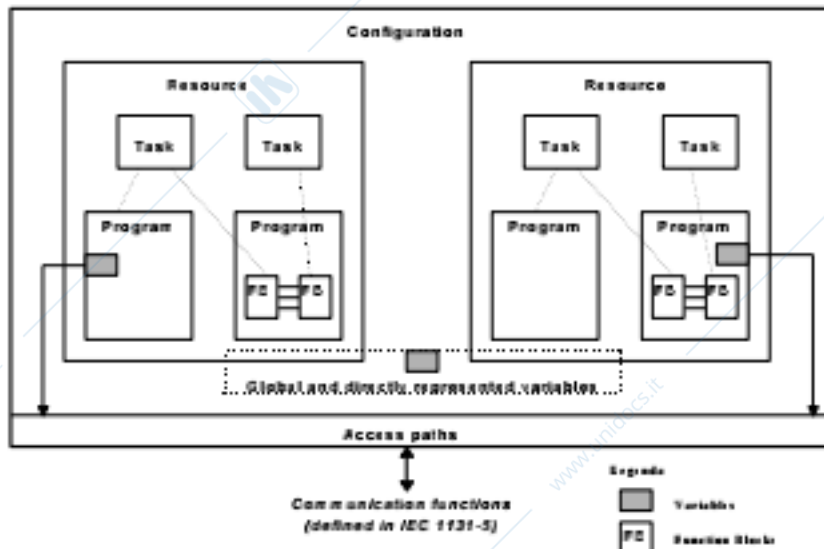
- ✓ Ladder diagram (LD), graphical
- ✓ Function block diagram (FBD), graphical
- ✓ Structured text (ST), textual
- ✓ Instruction list (IL), textual
- ✓ Sequential function chart (SFC), graphical

Alessio Dedi: PLC – Programmable Logic Controller – Automazione Industriale A.A. 2011/2012

30

**IEC61131-3**

Introduzione Hardware di base Architetture OS & Funz. IEC61131 Conclusion

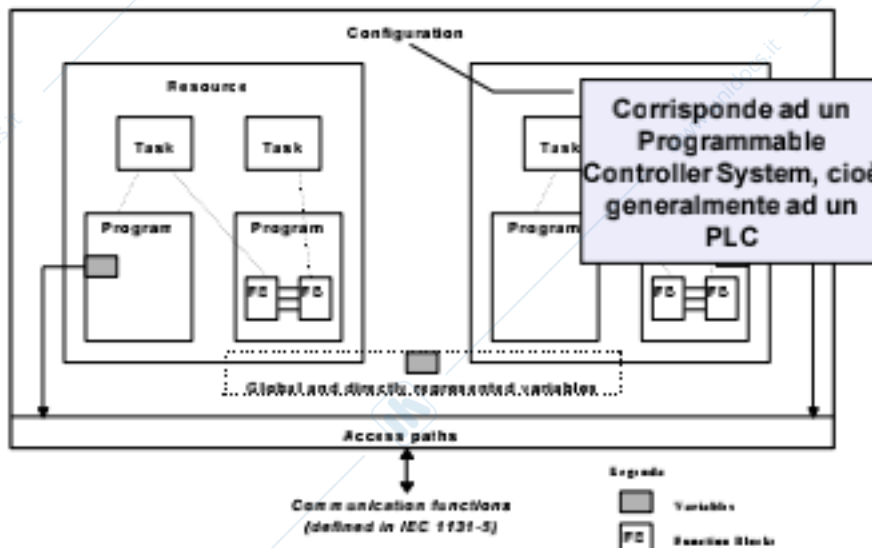


Alessio Dedi: PLC - Programmable Logic Controller - Automazione Industriale A.A. 2011/2012

31

**IEC61131-3**

Introduzione Hardware di base Architetture OS & Funz. IEC61131 Conclusion

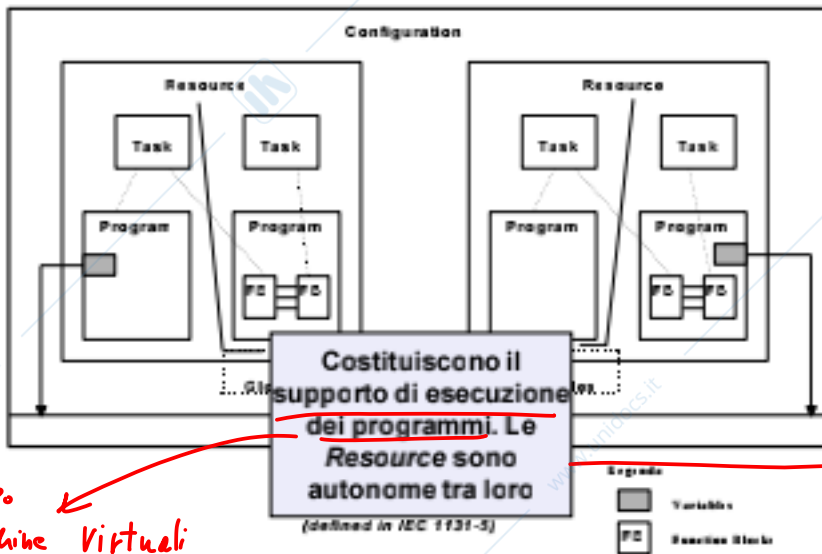


Alessio Dedi: PLC - Programmable Logic Controller - Automazione Industriale A.A. 2011/2012

32

### IEC61131-3

Introduzione Hardware di base Architetture OS & Funz. IEC61131 Conclusion



*Sono tipo delle macchine virtuali*

*Visorse 2 programmi eseguiti contempor.*

Alessio Dedi: PLC - Programmable Logic Controller - Automazione Industriale A.A. 2011/2012

33

### IEC61131-3

Introduzione Hardware di base Architetture OS & Funz. IEC61131 Conclusion



*Può essere un'esecuzione ciclica o un'esecuzione ad eventi*

Alessio Dedi: PLC - Programmable Logic Controller - Automazione Industriale A.A. 2011/2012

34

## IEC61131-3



## IEC61131-3 - Task vs. Program

- ✓ I task specificano l'attivazione di parti di programmi o interi programmi loro assegnati. L'attivazione può essere periodica oppure condizionata al verificarsi di un particolare evento.

**Cyclic**



**Event Driven**

- ✓ I programmi quindi costituiscono l'apice di una struttura che il progettista può comporre gerarchicamente utilizzando i blocchi funzione (function block) e le funzioni (function).

- ✓ Blocchi Funzioni e Funzioni → Modularità!



## IEC61131-3 – POU

Introduzione Hardware di base Architettura OS & Funz. IEC61131 Conclusion

- ✓ I moduli, che nello standard sono detti POU (Program Organisation Unit), sono:

- Programmi
- Blocchi Funzione
- Funzione

nel caso volessimo copiare un programma per metterlo su un altro PLC, dobbiamo copiare anche i blocchi funzione

↳ Attributi: le funzioni potrebbero riferirsi a blocchi funz. diversi (es. non aggiornati)

- ✓ Facile (ri)utilizzo di porzioni di progetti precedentemente sviluppati o acquistati sul mercato sotto forma di librerie

Alessio Dedi: PLC – Programmable Logic Controller – Automazione Industriale A.A. 2011/2012

33

## IEC61131-3 – Tipi di Dato

Introduzione Hardware di base Architettura OS & Funz. IEC61131 Conclusion

- ✓ Variabili **globali** e **locali** (dichiarate in una POU) con nomi mnemonici

- ✓ Tipi di variabili (B = byte, b = bit)

- ✓ Bit Strings - groups of on/off values (BOOL(1), BYTE(8), WORD(16), DWORD(32), LWORD(64))
- ✓ INTEGER - whole numbers (SINT(1B), INT(2B), DINT(4B), LINT(8B))
- ✓ U - Unsigned - add a U to the type to make it unsigned integer
- ✓ REAL - floating point IEC 559 (IEEE) (REAL(4B), LREAL(8B))
- ✓ TIME - duration for timers, processes.
- ✓ Date and Time of day (DATE, TIME\_OF\_DAY, DATE\_AND\_TIME)
- ✓ STRING - character strings surrounded by single quotes
- ✓ WSTRING - holds multi-byte strings
- ✓ ARRAY - multiple values stored in the same variable
- ✓ Derived - type derived from one of the above types
- ✓ STRUCT - composite of several variables and types.
- ✓ Generic (ANY)

- ✓ Proprietà "retain" per le variabili che devono essere persistenti al riavvio a "caldo"

Alessio Dedi: PLC – Programmable Logic Controller – Automazione Industriale A.A. 2011/2012

43

## IEC61131-3 - Linguaggi

Introduzione Hardware di base Architetture OS & Funz. IEC61131 Conclusioni

### Strutturazione interna di un POU

- Sequential Function Charts (SFC)
- Ladder Diagrams (LD)
- Function Block Diagrams (FBD)
- Instruction List (IL)
- Structured Text (ST)

Grafici

Testuali

↳ non lo vediamo

- Nota: ■ SFC è concepito come uno strumento di organizzazione interna di una POU, pur essendo a tutti gli effetti uno strumento formale ed eseguibile.

Alessio Dedi: PLC - Programmable Logic Controller - Automazione Industriale A.A. 2011/2012

41

Attualmente con le reti di Petri non riusciamo a scrivere il codice di un programma

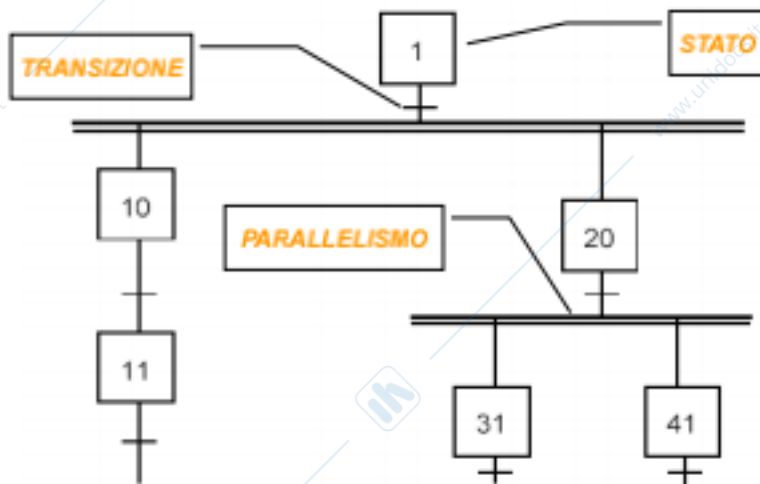
↳ da modello estratto da Petri a:

Ci sono comunque forti similitudini

Sequential Function Charts

## IEC61131-3 - Linguaggi, SFC

Introduzione Hardware di base Architetture OS & Funz. IEC61131 Conclusioni



Alessio Dedi: PLC - Programmable Logic Controller - Automazione Industriale A.A. 2011/2012

42

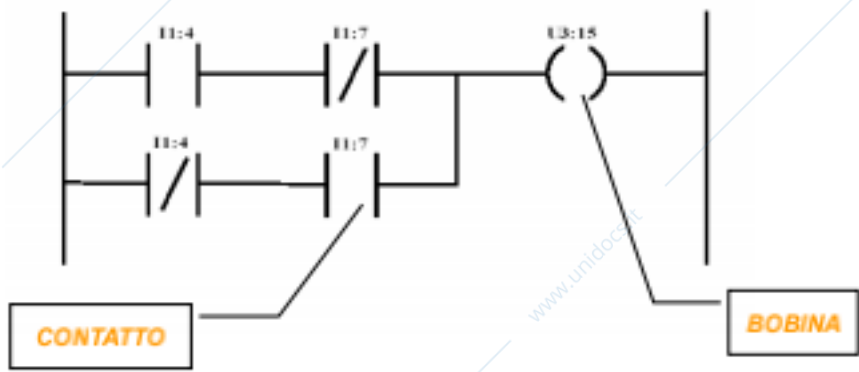
LADDER DIAGRAM

L'LD è lo standard di mercato

### IEC61131-3 – Linguaggi, LD

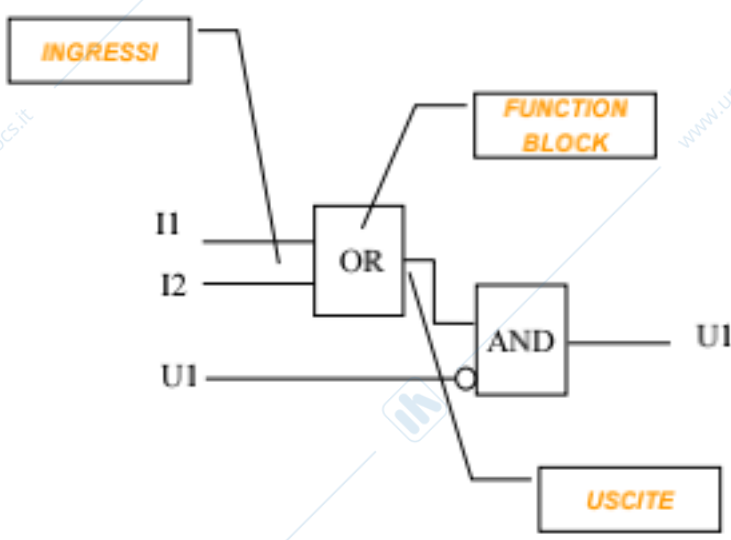
Introduzione	Hardware di base	Architettura OS & Funz.	IEC61131	Conclusioni
--------------	------------------	-------------------------	----------	-------------

- ✓ Ogni piolo associa alle bobine una funzione booleana dei contatti
- ✓ Simile ai circuiti logici elettrici
- ✓  $U3:15 = F_{bob}(I1:4, I1:7) = (I1:4 \text{ AND } NOT(I1:7)) \text{ OR } (NOT(I1:4) \text{ AND } I1:7)$



### IEC61131-3 – Linguaggi, FBD

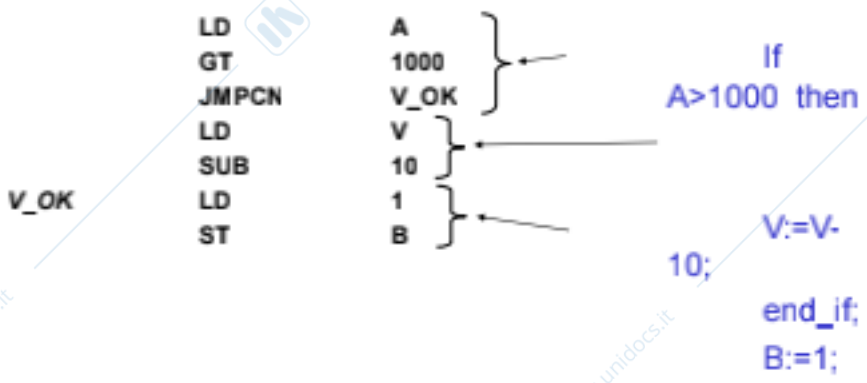
Introduzione	Hardware di base	Architettura OS & Funz.	IEC61131	Conclusioni
--------------	------------------	-------------------------	----------	-------------



*di basso livello  
↳ tipo ASSEMBLER*

### IEC61131-3 – Linguaggi, IL

Introduzione Hardware di base Architetture OS & Funz. IEC61131 Conclusion



Alessio Dedi: PLC – Programmable Logic Controller – Automazione Industriale A.A. 2011/2012 45

*di alto livello  
↳ di uso recente*

### IEC61131-3 – Linguaggi, ST

Introduzione Hardware di base Architetture OS & Funz. IEC61131 Conclusion

✓ Molto simile ai linguaggi di programmazione general purpose come il C...

```

IF A>B THEN
  D := 1;
ELSEIF A=B+2 THEN
  D:=2;
ELSE
  REPEAT
    D:=D+1;
  UNTIL (START=Off)
  END_REPEAT
END_IF;

```

Alessio Dedi: PLC – Programmable Logic Controller – Automazione Industriale A.A. 2011/2012 46

## IEC61131-3 – Linguaggi, IL

Introduzione

Hardware di base

Architettura OS &amp; Funz.

IEC61131

Conclusioni

### ✓ IEC-61131

- ✓ Definizione hardware dell'architettura del PLC
- ✓ Definizione di una serie di linguaggi per l'implementazione delle logiche di controllo
  - ✓ Grafici (SFC, LD, FBD)
  - ✓ Testuali (IL, ST)
  - ✓ Tipi di variabili, persistenza, ecc.
- ✓ Normativa datata
  - ✓ Prima edizione 1993
  - ✓ Attualmente la più diffusa (forse l'unica come standard!)



### ✓ Evoluzioni

- ✓ IEC-61449 (Function Block NET)
- ✓ Soft PLC (es. Orchestra Control)



Alessio Dedi: PLC – Programmable Logic Controller – Automazione Industriale A.A. 2011/2012

47