

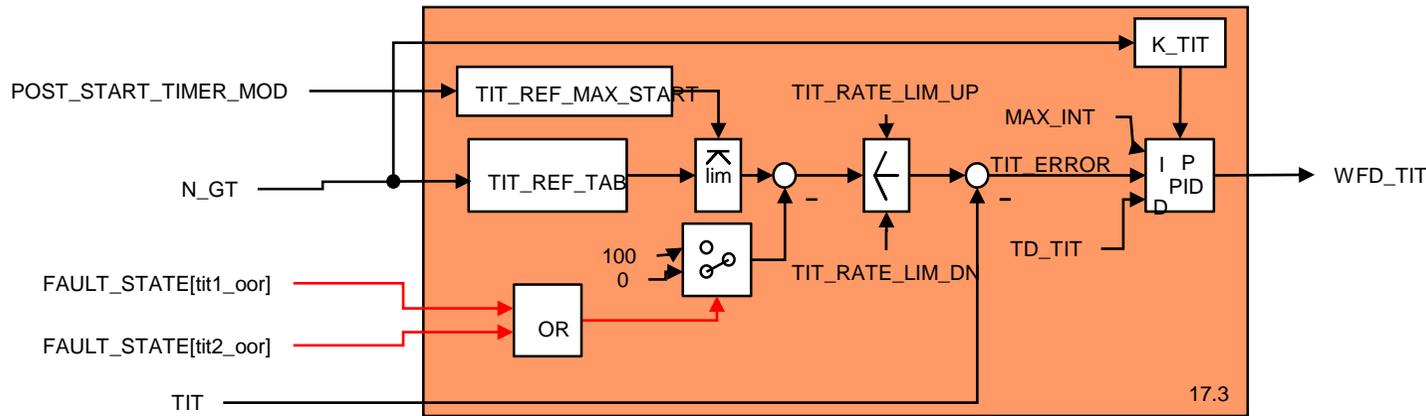
PLC e SCADA, Sect.3

Alessandra Flammini
alessandra.flammini@unibs.it

Stefano Rinaldi
stefano.rinaldi@unibs.it

Ufficio 24 Dip. Ingegneria dell'Informazione
030-3715627 Martedì 16:30-18:30

Programmable Logic Controller



2.3 Programmable Logic Controllers

Automates Programmables
Speicherprogrammierbare Steuerungen

Prof. Dr. H. Kirrmann

ABB Research Center, Baden, Switzerland

2.3.1 PLCs: Definition and Market

2.1 Instrumentation

2.2 Control

2.3 Programmable Logic Controllers

2.3.1 PLCs: Definition and Market

2.3.2 PLCs: Kinds

2.3.3 PLCs: Functions and construction

2.3.4 Continuous and Discrete Control

2.3.5 PLC Programming Languages

2.3.5.1 IEC 61131 Languages

2.3.5.2 Function blocks

2.3.5.3 Program Execution

2.3.5.4 Input / Output

2.3.5.5 Structured Text

2.3.5.6 Sequential Function Charts

2.3.5.7 Ladder Logic

2.3.5.8 Instruction Lists

2.3.5.9 Programming environment

PLC = Programmable Logic Controller: Definition

AP = Automates Programmables industriels

SPS = Speicherprogrammierbare Steuerungen

Definition: “small computers, dedicated to automation tasks in an industrial environment”

Formerly: cabled relay control (hence 'logic'), analog (pneumatic, hydraulic) “governors”

Today: real-time (embedded) computer with extensive input/output

Function: Measure, Control, Protect

Distinguish **Instrumentation (analog input and output)**

flow meter, temperature, position,.... but also actors (pump, ...)

Control (digital input and output)

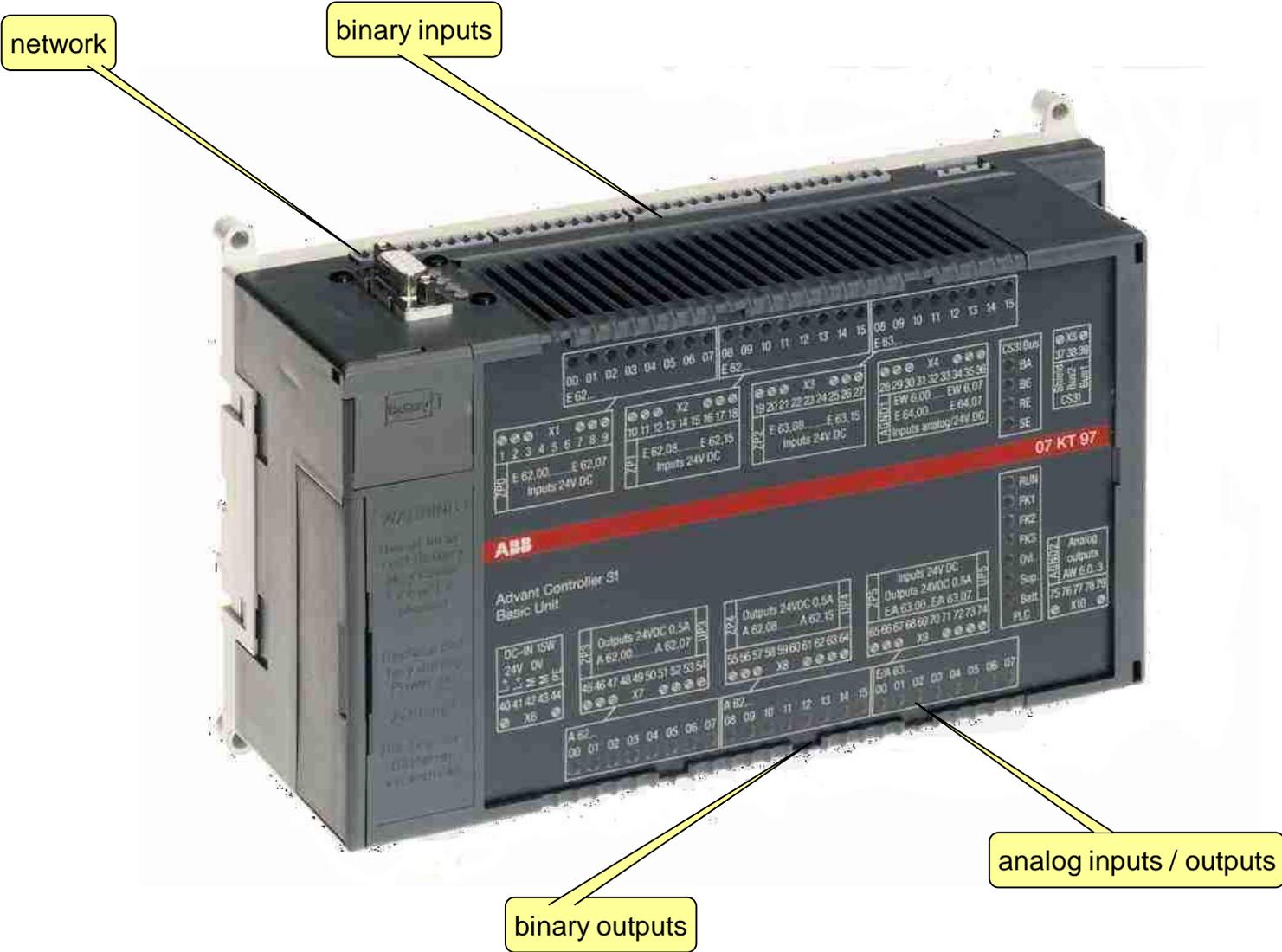
programmable logic controllers with digital peripherals & field bus

Visualization (integration with HMI and

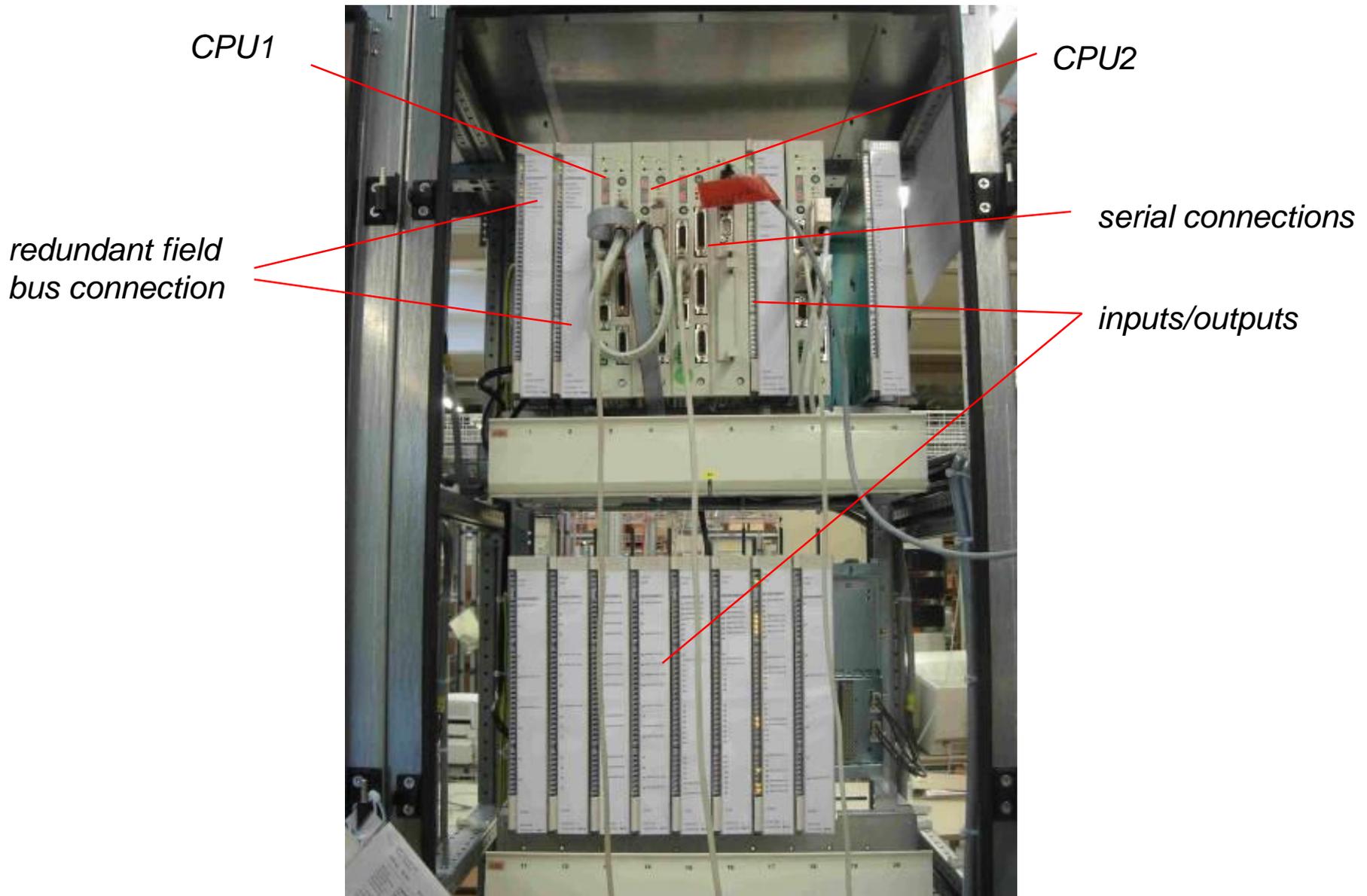
HMI* in PLCs (when it exists) is limited to service help and control of operator displays

*Human Machine Interface

Simple PLC



PLC in a cabinet



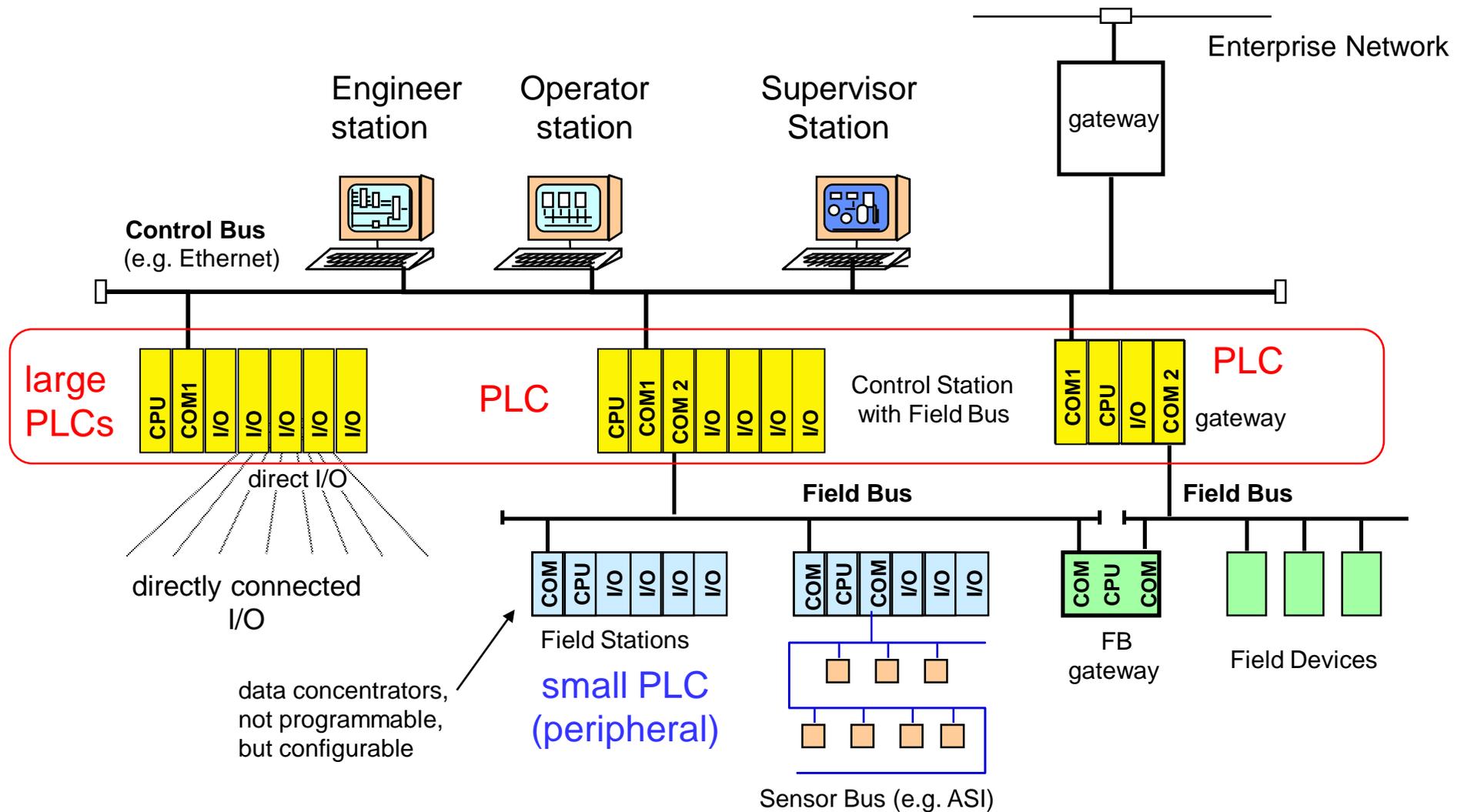
example: turbine control (in the test lab)



PLC: Characteristics

- large number of peripherals: 20..100 I/O per CPU, high density of wiring, easy assembly.
- binary and analog Input/Output with standard levels
- located **near the plant** (field level), require robust construction, protection against dirt, water and mechanical threats (IP00 to IP68), electro-magnetic noise, vibration, extreme temperature range (-30C..85C)
- programming: either very primitive with hand-help terminals (touchscreen) on the target machine itself, or with a laptop able to download programs.
- network connection allowing programming on workstations and connection to SCADA
- field bus connection for remote I/Os
- primitive Man-Machine interface, either through LCD-display or connection of a laptop over serial lines (RS232 in terminal mode e.g. VT100).
- economical - €1000.- .. €15'000.- for a full crate.
- **the value is in the application software** (licenses €20'000 ..€50'000)

PLC: Location in the control architecture



2.3.3 PLCs: Kinds

2.1 Instrumentation

2.2 Control

2.3 Programmable Logic Controllers

2.3.1 PLCs: Definition and Market

2.3.2 PLCs: Kinds

2.3.3 PLCs: Functions and construction

2.3.4 Continuous and Discrete Control

2.3.5 PLC Programming Languages

2.3.5.1 IEC 61131 Languages

2.3.5.2 Function blocks

2.3.5.3 Program Execution

2.3.5.4 Input / Output

2.3.5.5 Structured Text

2.3.5.6 Sequential Function Charts

2.3.5.7 Ladder Logic

2.3.5.8 Instruction Lists

2.3.5.9 Programming environment

Kinds of PLC

(1) Compact

- Monolithic construction
- Monoprocessor
- Fieldbus connection

 - Fixed casing

 - Fixed number of I/O (most of them binary)

 - No process computer capabilities (no MMC)

 - Typical product: Mitsubishi MELSEC F, ABB AC31, SIMATIC S7

(2) Modular PLC

- Modular construction (backplane)
- One- or multiprocessor system
- Fieldbus and LAN connection

 - 3U or 6U rack, sometimes DIN-rail

 - Large variety of input/output boards

 - Connection to serial bus

 - Small MMC function possible

 - Typical products: SIMATIC S5-115, Hitachi H-Serie, ABB AC110

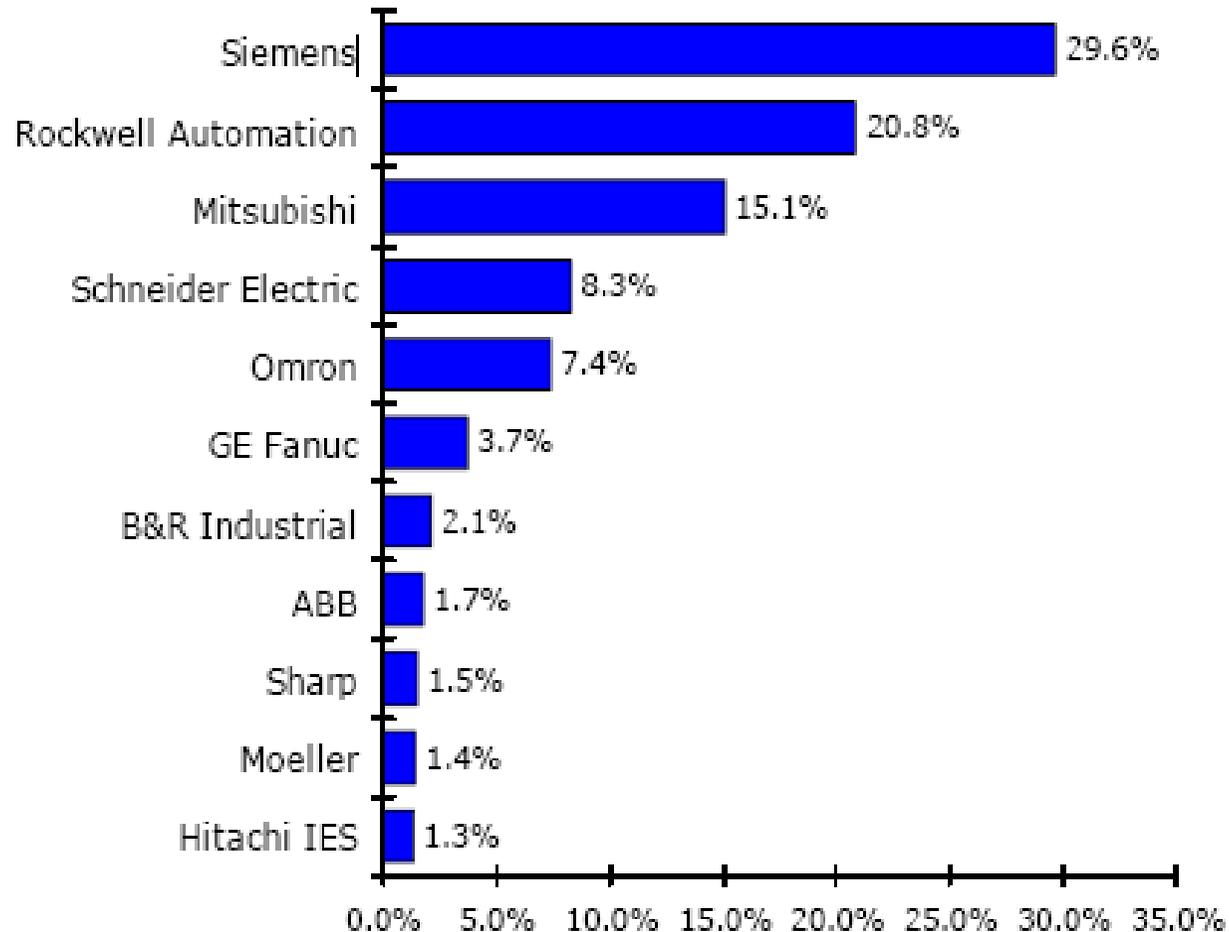
(3) Soft-PLC

- Windows NT or CE-based automation products

- Direct use of CPU or co-processors

- Remote I/O by Real-Time Ethernet

Global players

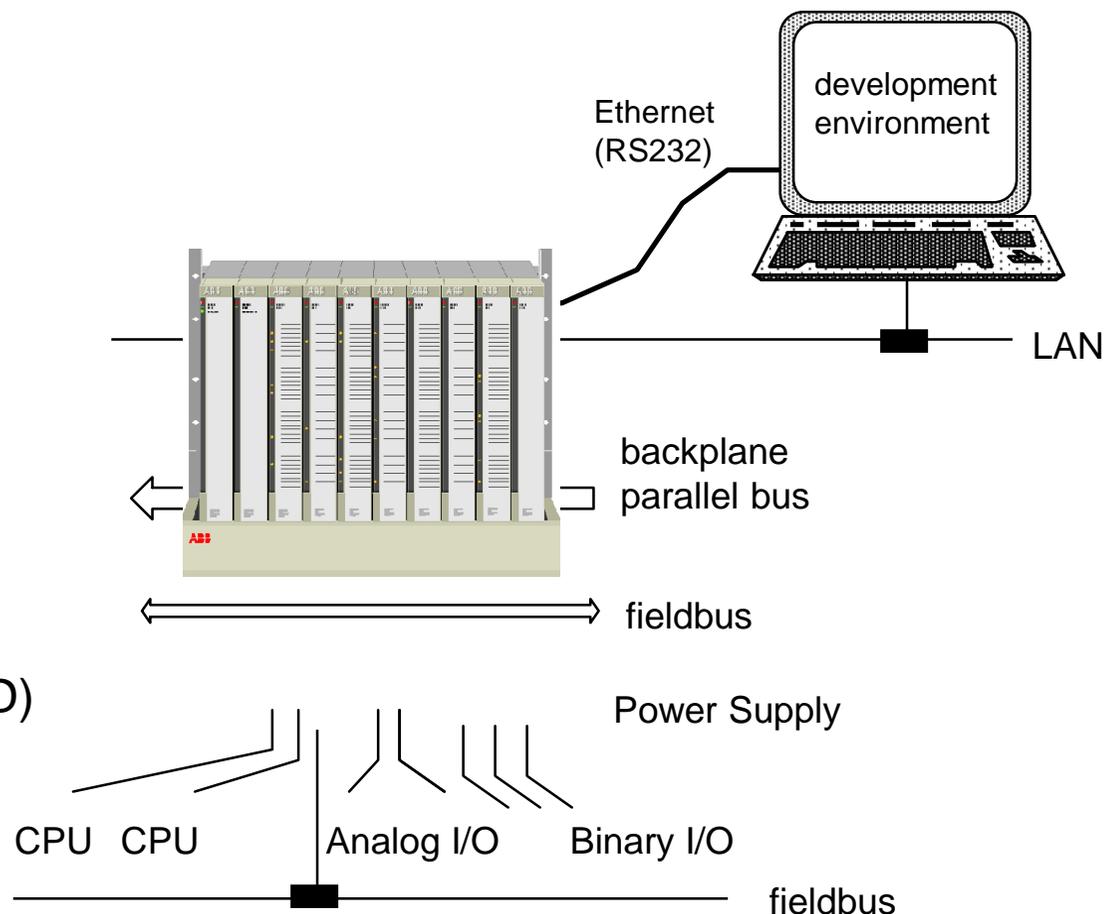


Total sales in 2004: 7'000 Mio € (Mil €)

Source: ARC Research, 2005-10

Modular PLC

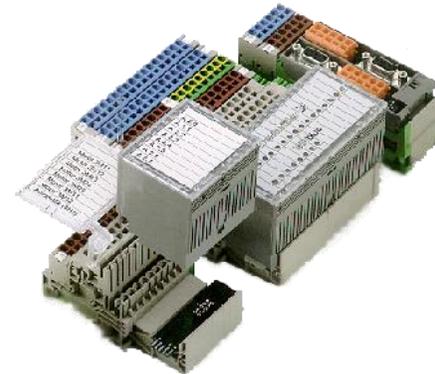
- tailored to the needs of an application
- housed in a 19" (42 cm) rack (height 6U (= 233 mm) or 3U (=100mm))
- high processing power (several CPU)
- large choice of I/O boards
- concentration of a large number of I/O
- interface boards to field busses
- requires marshalling of signals (visual ID)
- primitive or no HMI
- cost effective if the rack can be filled
- supply 115-230V~ , 24V= or 48V= (redundant)
- cost ~ €10'000 for a filled crate



Small modular PLC (Peripherals)



courtesy ABB



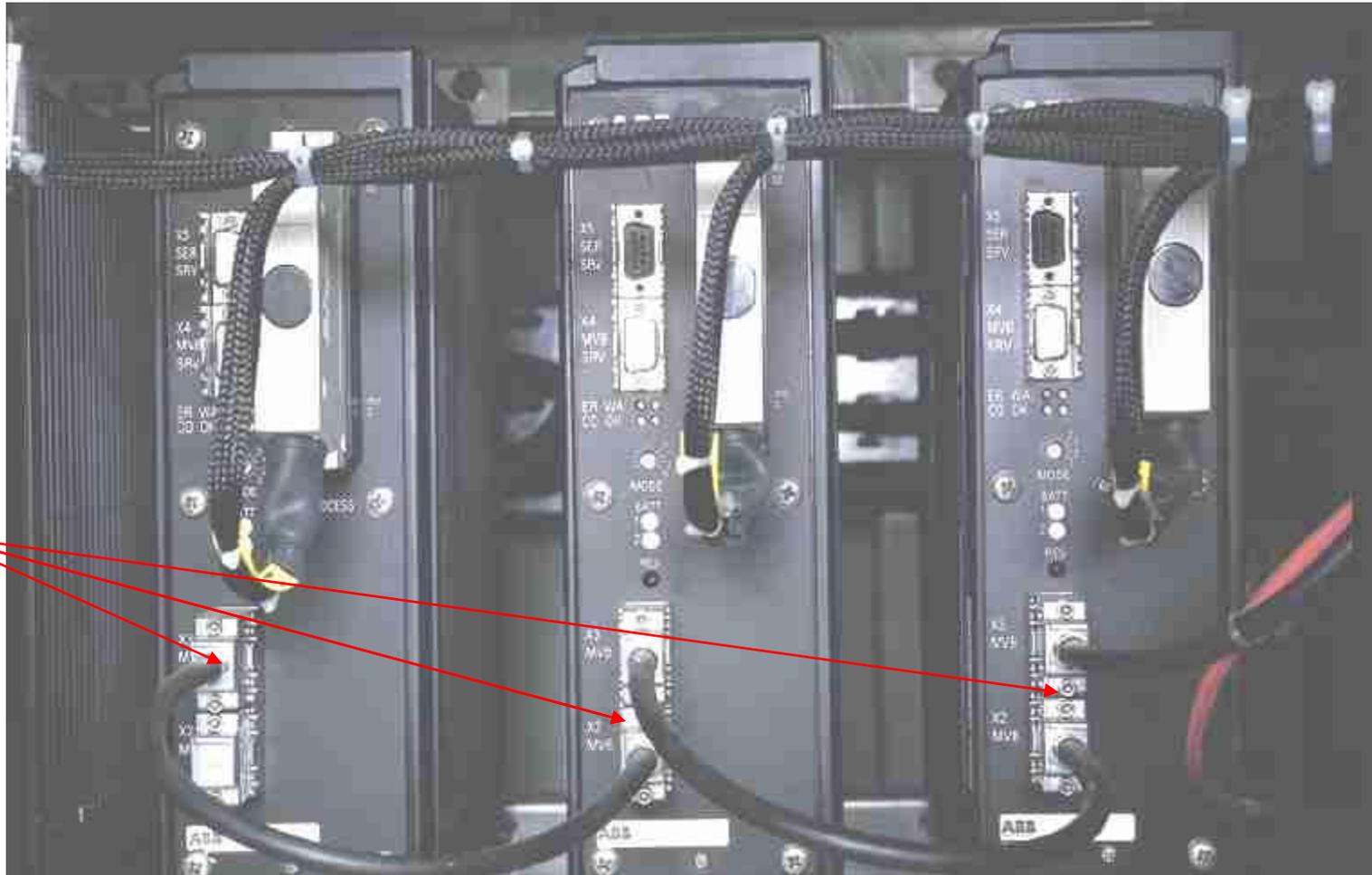
courtesy Backmann

mounted on DIN-rail, 24V supply
cheaper (€1000) , not water-proof, no ventilator
extensible by a parallel bus (flat cable or rail)
Very simple programs (low-level I/O management –filters,..-)

Small modular PLC are also called “**peripherals**”
They normally have fieldbus to be controlled by a PLC

Specific controller (railways)

data bus

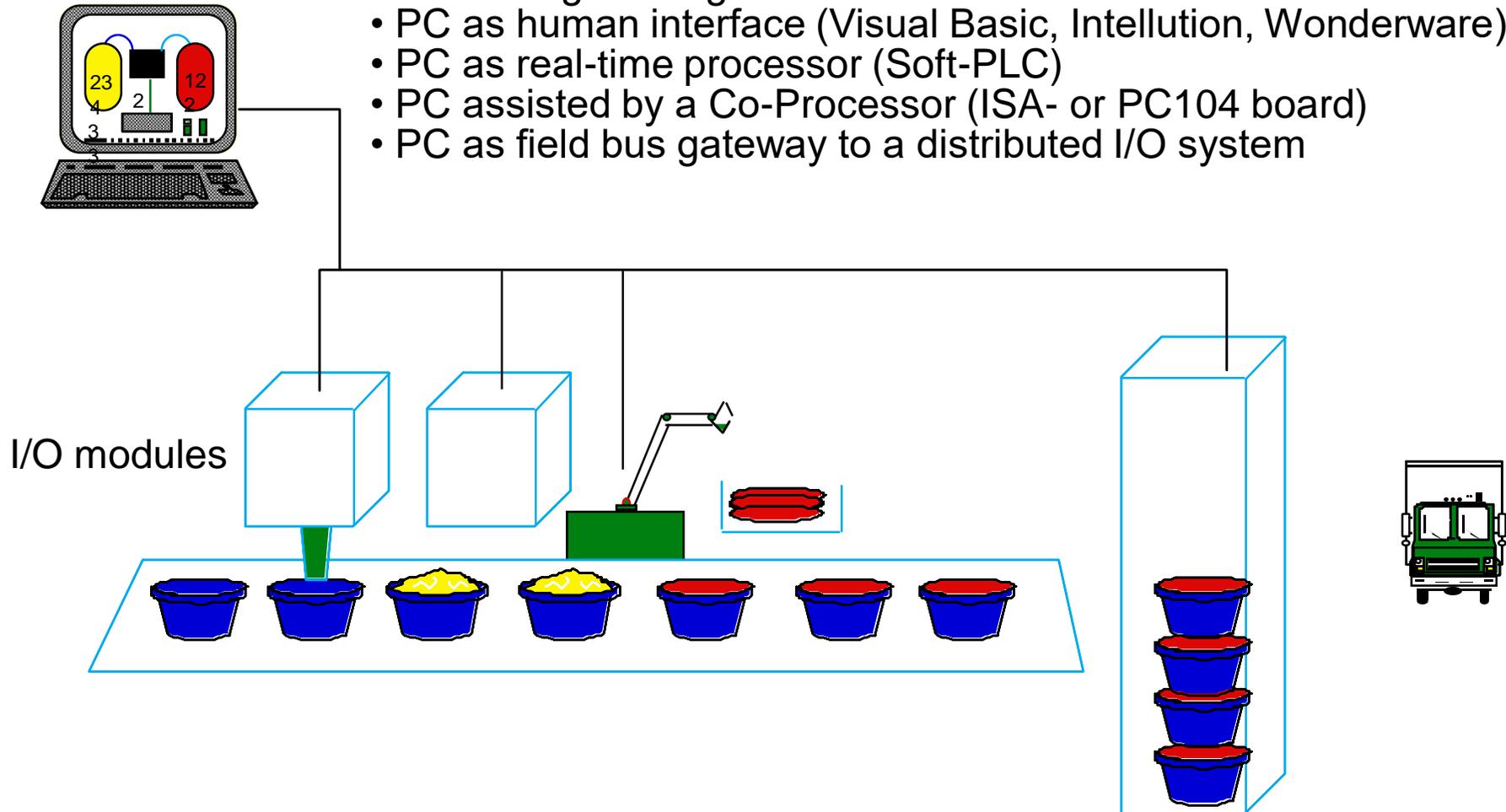


three PLCs networked by a data bus.

special construction: no fans, large temperature range, vibrations

Soft-PLC (PC as PLC)

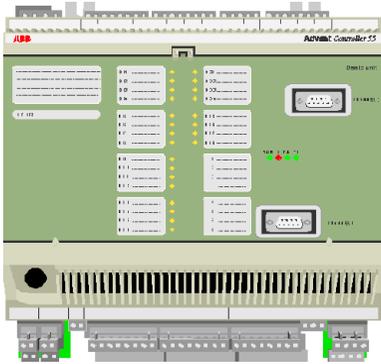
- PC as engineering workstation
- PC as human interface (Visual Basic, Intellution, Wonderware)
- PC as real-time processor (Soft-PLC)
- PC assisted by a Co-Processor (ISA- or PC104 board)
- PC as field bus gateway to a distributed I/O system



Soft-PLC (PC as PLC)

- Il SOFT-PLC è un software che virtualmente gira su qualunque piattaforma HW
 - ambiente di programmazione e sviluppo
 - piattaforma di emulazione del PLC per l'esecuzione dei programmi sviluppati
 - esistono piattaforme per PC e sistemi embedded anche a 8 bit e senza OS
 - migliora la portabilità dei programmi ma "fatica" a tenere il passo con gli OS
- Esiste un'organizzazione PLCOPEN (www.plcopen.org) per i "Soft-PLC" basata sulla tecnologia IEC61131-3
- Le differenze con un PLC riguardano l'I/O e l'esecuzione "Real-time" delle applicazioni
 - I/O remoto e distribuito mediante bus di campo o Real Time Ethernet
 - sistemi operativi real-time (es. WxWorks by WindRiver) o "patch"
- Es. Codesys by AutomatawebPC (www.automataweb.com/ -> software)
 - Royalties in funzione della piattaforma, supporto di Win2000/XP e di soft-motion
 - limiti al porting a proposito del bus di campo e della programmazione grafica
- Es. SoftPLC Corporation (www.softplc.com buon tutorial a www.tex-el.com/splcdata.htm)
 - SoftPLC è una piattaforma caricata da DOS che si sostituisce all'OS (real-time kernel)
 - compatibile con PLC tradizionali Allen Bradley

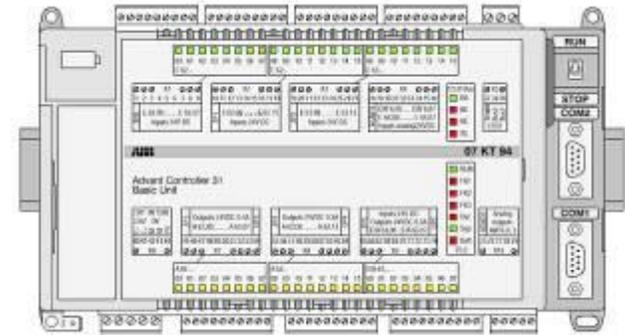
Compact PLC



courtesy ABB



courtesy ABB



courtesy ABB

Monolithic (one-piece) construction

Fixed casing

Fixed number of I/O (most of them binary)

No process computer capabilities (no MMC –Multi Media Card-)

Can be extended and networked by an extension (field) bus

Sometimes LAN connection (Ethernet, Arcnet)

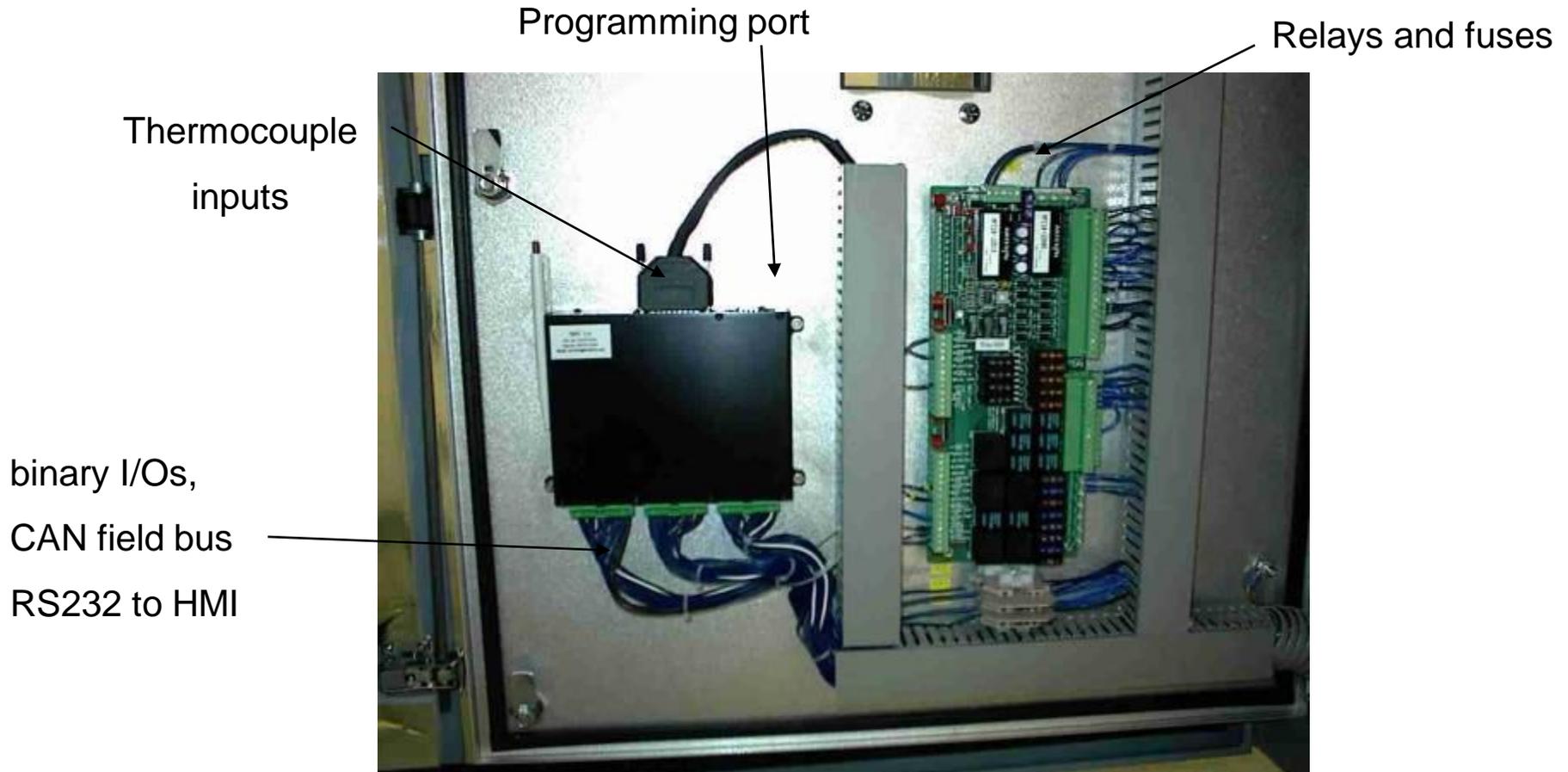
Monoprocessor

Typical product: Mitsubishi MELSEC F, ABB AC31, SIMATIC S7

costs: € 1000-2000

Specific Controller (example: Turbine)

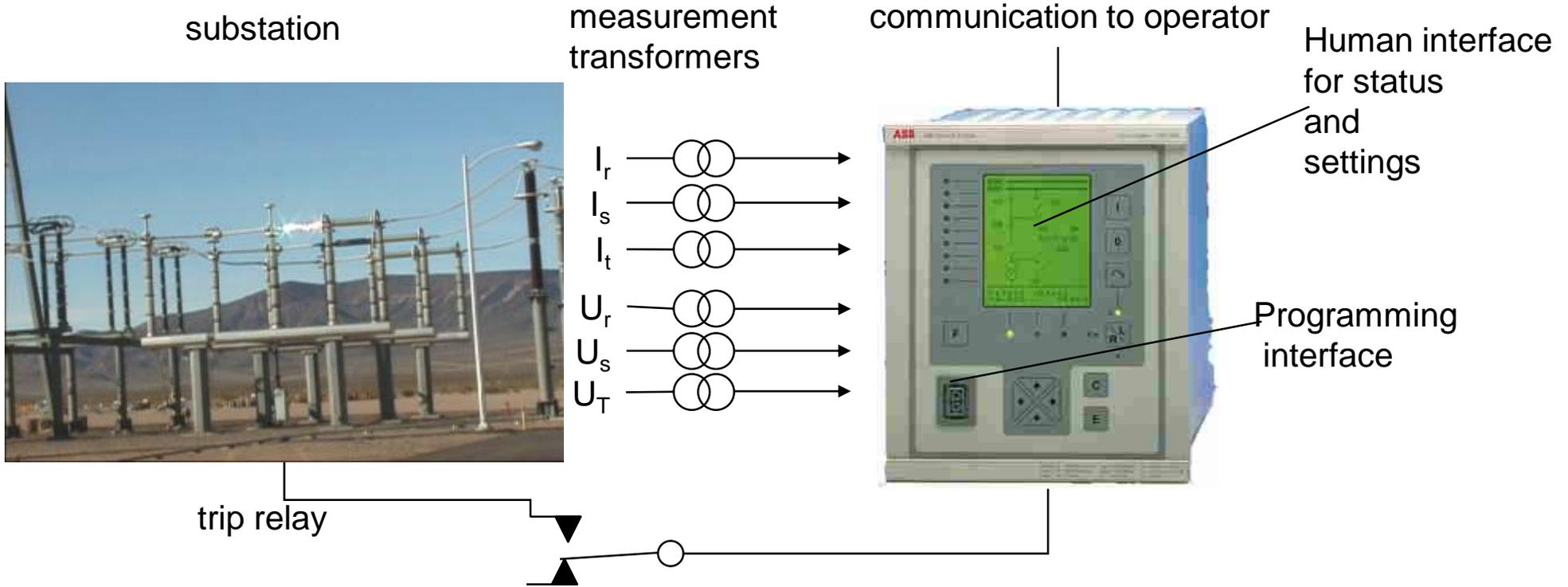
tailored for a specific application, produced in large series



courtesy Turbec

cost: € 1000.-

Protection devices



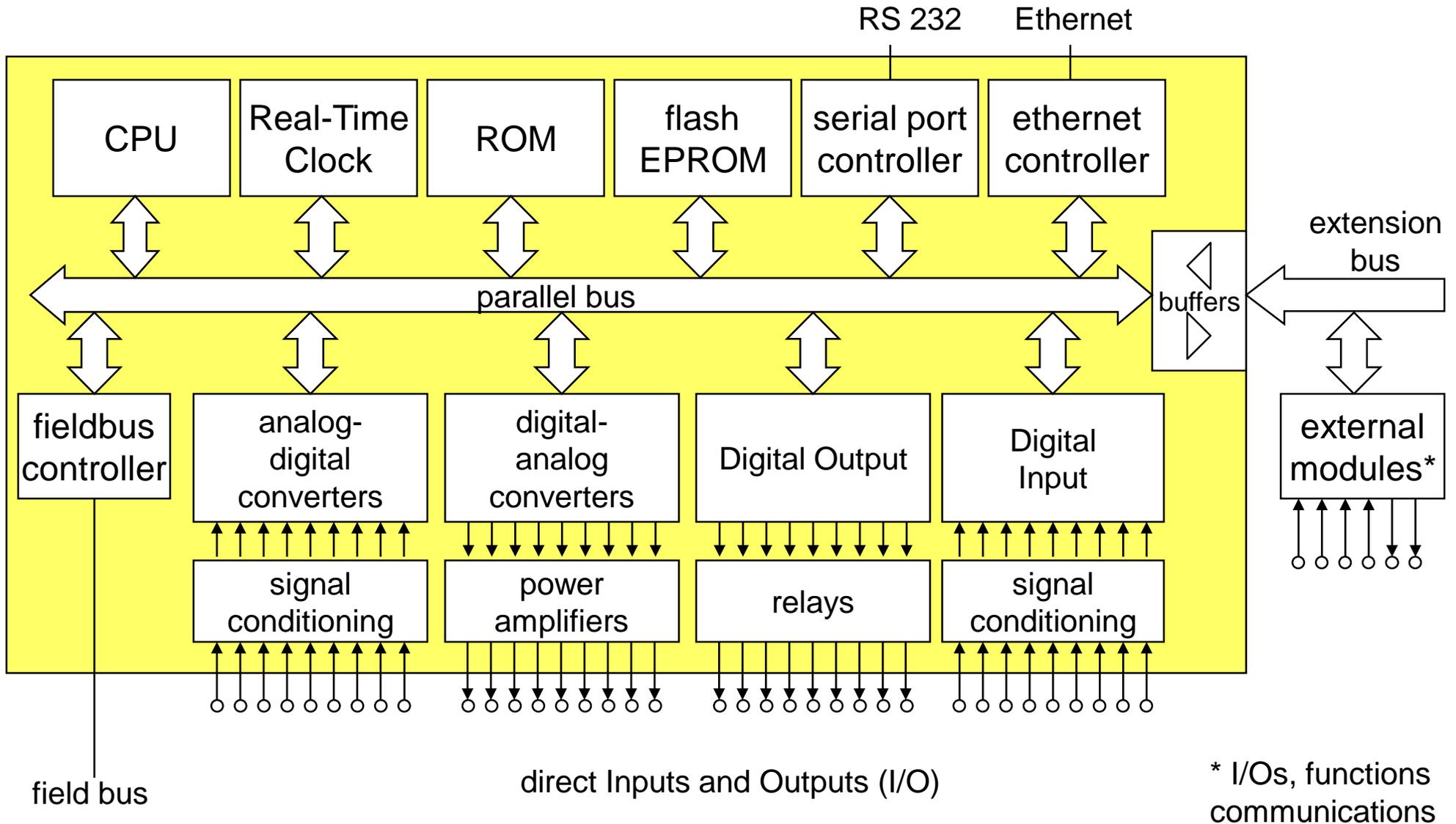
Protection devices are highly specialized PLCs that measure the current and voltages in an electrical substation, along with other statuses (position of the switches,...) to detect situations that could endanger the equipment (over-current, short circuit, overheat) and triggers the circuit breaker (“trip”) to protect the substation.

In addition, it records disturbances and sends the reports to the substation’s SCADA.

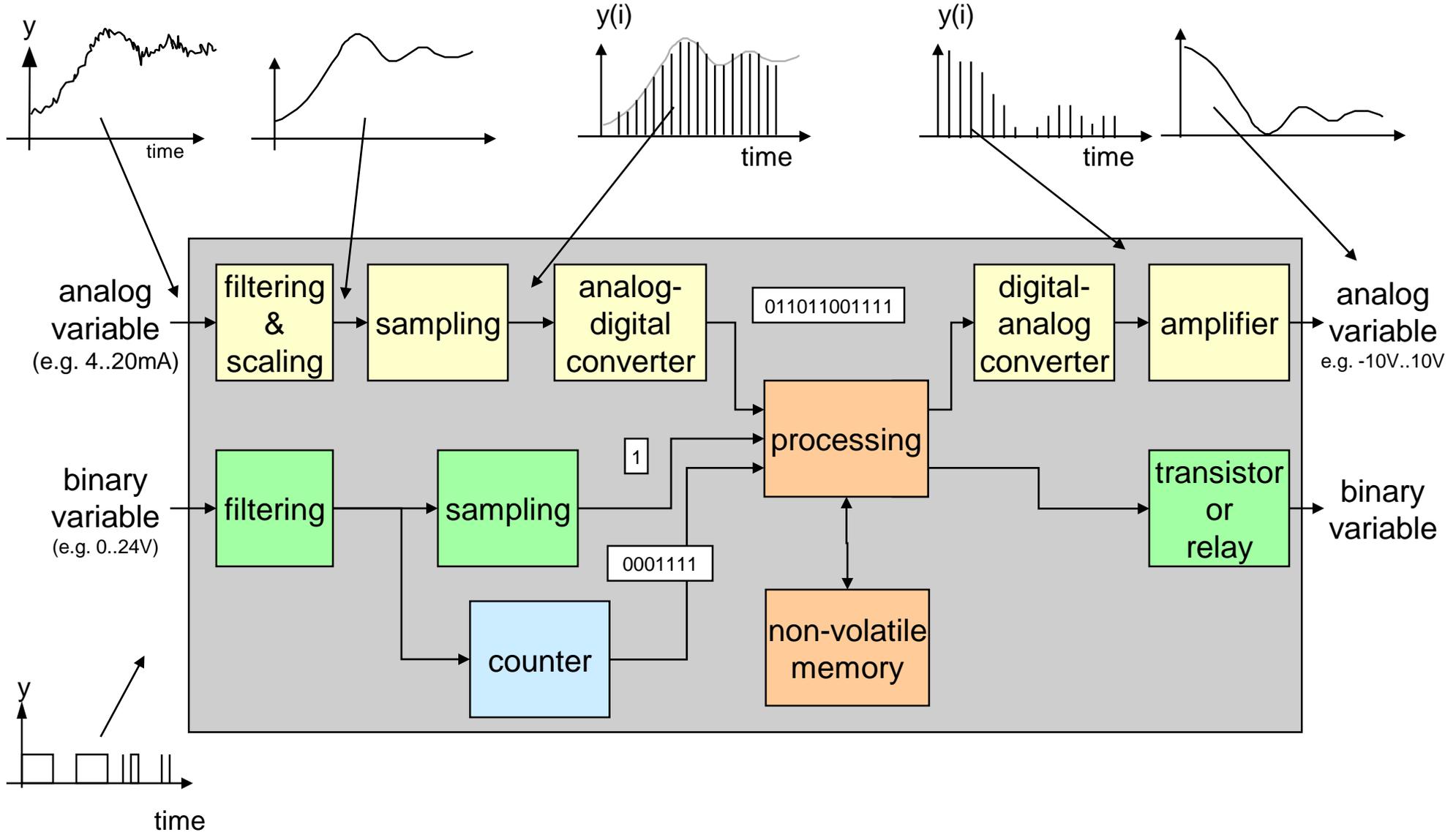
Sampling: 4.8 kHz, reaction time: < 5 ms.

costs: € 5000

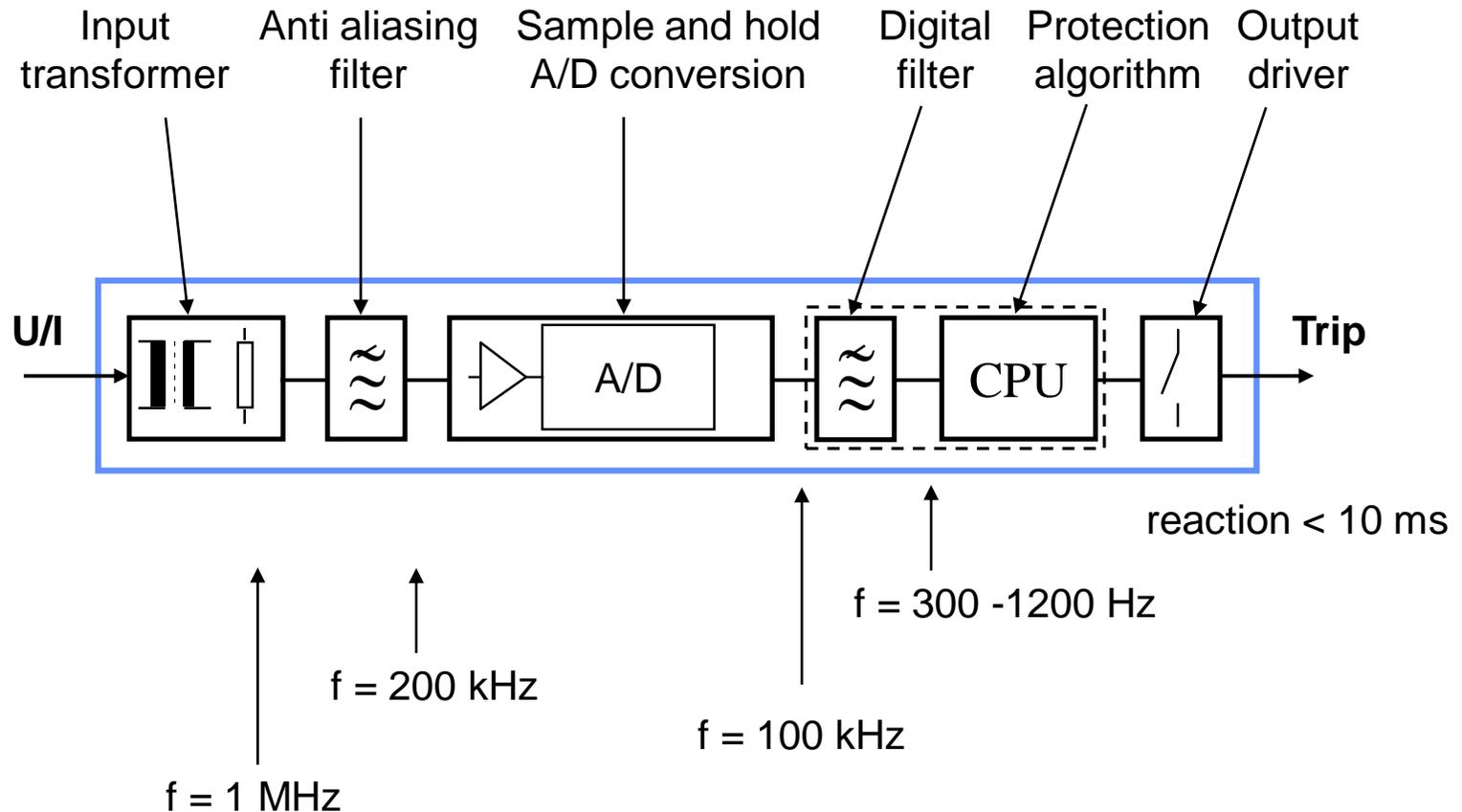
General PLC architecture (Compact PLC)



The signal chain within a PLC (process control mainly)



Example: Signal chain in a protection device



SIMATIC S7-OVERVIEW



SIMATIC S7-400

- La famiglia S7-400 include sistemi di controllo modulari multi-CPU per applicazioni a “elevate prestazioni”
- Disponibilità di CPU con prestazioni differenti e ampia varietà di moduli di I/O
- Elevate prestazioni garantite da accesso alla memoria separato e contemporaneo
- **Coesistenza di più CPU in uno stesso controllore**
- L'I/O è assegnato ad una sola CPU
- **Interfaccia diretta a sistemi ERP/MES**
- S7-400F (**Fail-safe**)
- S7-400FH (**Fail-safe/tolerant**, ridondanza x la continuità)
- S7-400H (**Fail-tolerant**, ridondanza x la continuità anche con guasto multiplo)



FAIL SAFE, SAFE/TOLERANT, TOLERANT

FAIL SAFE

- In caso di guasto, si riconosce la situazione di guasto e si evita che il guasto si propaghi (mitigazione delle conseguenze del guasto). Ad esempio di arresta la produzione in caso di guasto mettendo le uscite in condizione di sicurezza

FAIL TOLERANT (Fault Tolerance)

- Il sistema riconosce il guasto ed è in grado di continuare a funzionare anche in presenza di quel guasto. Si usa nei sistemi a rischio per l'uomo e si realizza mediante strategie di ridondanza. Tipicamente si distingue tra tolleranza al guasto singolo e tolleranza al guasto multiplo. Un sistema Fail Tolerant è sicuramente più complesso e costoso di un sistema Fail Safe.

SIMATIC S7-300

- La famiglia S7-300 include sistemi di controllo modulari per applicazioni a “basse/medie prestazioni”
- All'interno esiste una vasta disponibilità di CPU con prestazioni differenti e un'ampia varietà di moduli
- Possibilità di espansione fino a 32 moduli (fino a 1024 digital I/O)
- L'ambiente di programmazione è STEP7; la memoria programma è capace di 85k istruzioni
- CPU: 1024 istruzioni binarie in 0.1ms (capacità di implementazione di algoritmi complessi)
- ... vedi dopo



SIMATIC S7-200

- La famiglia S7-200 include sistemi di controllo modulari per applicazioni a “basse prestazioni” (MicroPLC con alimentatore integrato)
- All’interno esiste una vasta disponibilità di CPU con prestazioni differenti e un’ampia varietà di moduli
- Offre diversi moduli di comunicazione (es. PROFIBUS, GSM, ...)
- L’ambiente di programmazione è STEP7 – Microwin
- Oggi la serie S7-200 è stata soppiantata dalla serie S7-1200 (e S7-300 con S7-1500) con ambiente compatibile Step7 e supporto di Profinet



SIMATIC ET-200: periferia/controller

- Periferia ad architettura modulare
- Supporto di bus di campo (Profibus, ASi) e di RTE (Profinet)
- Periferia multifunzionale (ET200S), compatta e ampliabile (ET200S-C) a monoblocco (ET200L)
- Periferia per o senza quadro elettrico (in scatola IP68, plastica rinforzata)
- Cablaggio permanente (parte morsettiera staccabile)

ET 200S

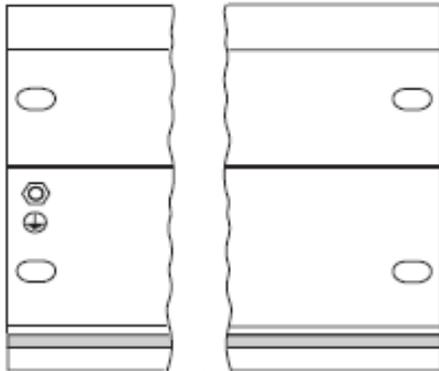
- Moduli interfaccia con e senza CPU
- CPU con potenza ~ S7-300
- I/O digitale e analogico
- Moduli tecnologici (assi, camme)
- Supporto Fail-safe
- Bus di backplane componibile



Componenti di un S7-300

Per poter configurare e mettere in funzione un S7-300, sono disponibili diversi componenti. Per programmare l'S7-300 occorre utilizzare un dispositivo di programmazione (PG) o un PC con pacchetto software STEP 7. Il PG va collegato con la CPU per mezzo di un cavo per PG.

I componenti più importanti e le loro funzioni sono riportati nelle tabelle seguenti:

Componente	Funzione	Rappresentazione
Guida profilata (rack) Accessori: supporto per schermi dei cavi	Telaio di montaggio per l'S7-300	
Alimentatore (PS) (Power Supply)	Converte la tensione di rete (AC 120/230 V) in tensione di esercizio DC 24 V e provvede sia all'alimentazione dell'S7-300 che all'alimentazione di carico dei circuiti di carico DC 24 V	

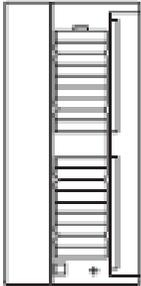
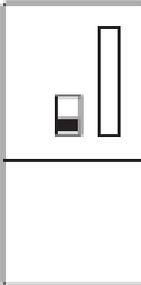
Componenti di un S7-300

Per poter configurare e mettere in funzione un S7-300, sono disponibili diversi componenti. I componenti più importanti e le loro funzioni sono riportati nelle tabelle seguenti:

Componente	Funzione	Rappresentazione
<p>CPU</p> <p>Accessori: connettore frontale (per CPU con periferia integrata)</p>	<p>Esegue il programma utente provvede all'alimentazione a 5 V del bus backplane dell'S7-300 comunica tramite l'interfaccia MPI con altri nodi della rete MPI.</p> <p>Inoltre una CPU può essere master DP o slave DP in una sottorete PROFIBUS.</p>	 <p>CPU 312 IFM ... 318-2 DP</p>
<p>Unità degli ingressi e delle uscite (SM) (Signal Module)</p> <p>(unità digitali di ingresso, unità digitali di uscita, unità analogiche di ingresso, unità analogiche di uscita)</p> <p>Accessori: connettore frontale</p>	<p>Adattano diversi livelli dei segnali di processo all'S7-300.</p>	

Componenti di un S7-300

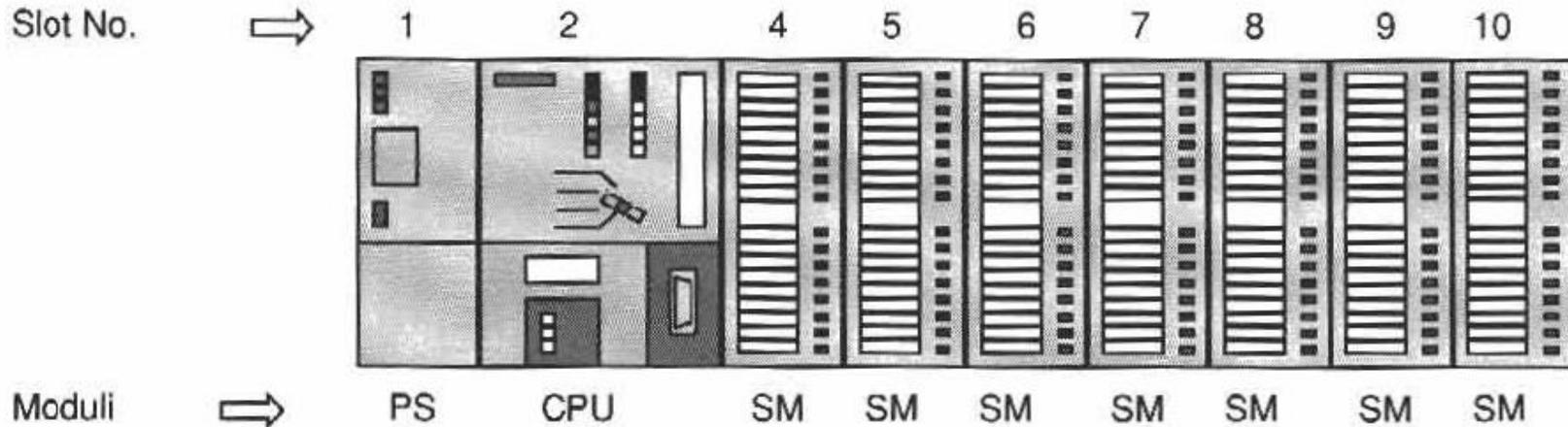
Per poter configurare e mettere in funzione un S7-300, sono disponibili diversi componenti. I componenti più importanti e le loro funzioni sono riportati nelle tabelle seguenti:

Componente	Funzione	Rappresentazione
Unità funzionali (FM) (Function Modul) Accessori: connettore frontale	Realizzano compiti di elaborazione del segnale del processo con criticità temporale e un elevato fabbisogno di memoria. Un esempio: il posizionamento o la regolazione	
Processore di comunicazione (CP) Accessori: cavo di collegamento	Svolge compiti di comunicazione che altrimenti caricherebbero la CPU, p. es. il CP 342-5 DP per il collegamento al PROFIBUS DP	

S7-300: indirizzamento dei moduli

- **Indirizzamento orientato al posto connettore**
 - L'indirizzamento orientato ai posti connettore rappresenta l'indirizzamento di *default*, vale a dire che STEP 7 assegna a ogni numero di posto connettore un indirizzo iniziale dell'unità *predefinito*.
 - A seconda del tipo di unità, l'indirizzo è digitale o analogico
- **Indirizzamento libero**
 - Con l'indirizzamento libero è possibile assegnare a ogni unità qualsiasi indirizzo nell'ambito del campo di indirizzo gestito dalla CPU.
 - L'indirizzamento libero degli S7-300 è possibile soltanto se si utilizzano le CPU 315, 315-2 DP, 316-2 DP e 318-2 DP.
 - Vantaggi dell'indirizzamento libero: si possono utilizzare nel modo migliore le aree di indirizzo disponibili, in modo che non rimangano "spazi vuoti" tra le unità.

PLC: Moduli



Default: La posizione del modulo nel rack determina l'indirizzo del primo byte sul modulo.

- **Slot 1:** Power supply. E' il primo slot di default. Il modulo di alimentazione non è strettamente necessario. Un S7-300 può anche essere alimentato direttamente con 24V.
- **Slot 2:** Slot per la CPU,
- **Slot 3:** Riservato ad un "interface module" (IM) per configurazioni multi-rack. Anche se non viene installato alcun IM. esso deve essere incluso per esigenze di indirizzamento.
- **Slots 4-11:** lo Slot 4 è il primo slot utile per un modulo di I/O, un Communications Processors (CP) o un Function Modules (FM).

Modulo alimentatore: PS 307 5A

- Alimentatore con primario in switching per il montaggio su guida profilata normalizzata S7-300.
- Idonei per il collegamento con cablaggio fisso a reti a corrente alternata monofase 120 V o 230 V, 50/60 Hz.

Dimensioni, peso	
Dimensioni L x A x P (mm)	80 x 125 x 120
Peso	ca. 740 g
Grandezze in ingresso	
Tensione di ingresso	
• valore nominale	AC 120 V/230 V
Frequenza di rete	
• valore nominale	50 Hz o 60 Hz
• campo ammissibile	da 47 Hz a 63 Hz
Corrente nominale d'ingresso	
• a 120 V	2 A
• a 230 V	1 A
Corrente di inserimento (a 25 °C)	45 A
I ² t (al picco d'inserzione)	1,2 A ² s

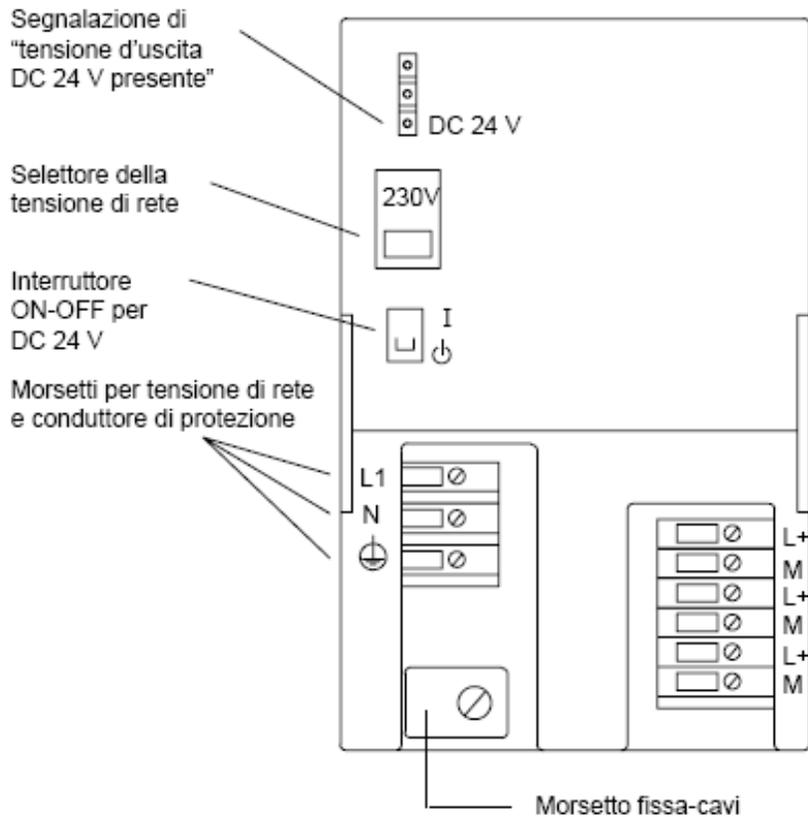
Grandezze d'uscita	
Tensione di uscita	
• valore nominale	DC 24 V
• campo ammissibile	24 V ± 5 %, protetto contro funzio- namento a vuoto
• tempo d'avvio	max. 2,5 s
Corrente di uscita	
• valore nominale	5 A
	collegamento in parallelo non possibile
Protezione contro i cortocircuiti	elettronica, non memorizzabile da 1,1 a 1,3 x I _N
Ondulazione residua	max. 150 mV _{SS}

Modulo alimentatore: PS 307 5A

Diagnostica	
Visualizzazione di tensione presente	sì, LED verde

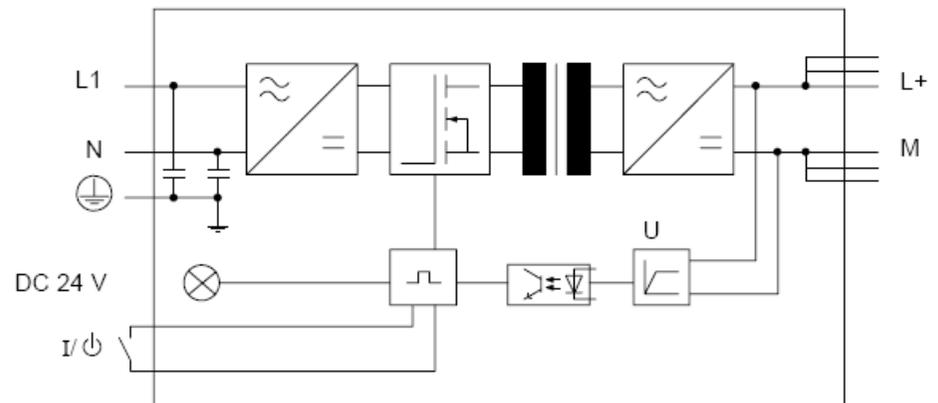
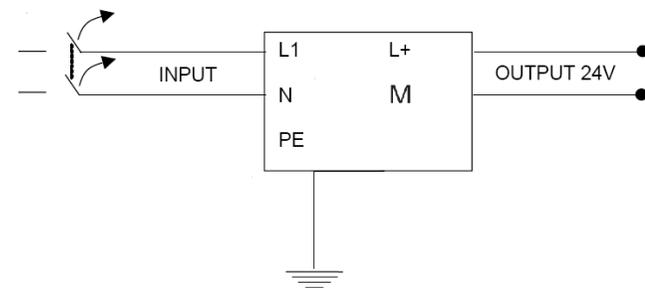
Se allora ...	Segnalaz. DC 24 V
... il secondario è sovraccaricato: <ul style="list-style-type: none"> • $I > 6,5 \text{ A}$ (dinamico) • $5 \text{ A} < I \leq 6,5 \text{ A}$ (statico) 	Interruzione momentanea della tensione, ritorno automatico della tensione Diminuzione della tensione, durata dell'unità compromessa	lampeggiante
... l'uscita è in cortocircuito	Tensione d'uscita 0 V, ritorno automatico della tensione dopo la rimozione del cortocircuito	spenta
Sovratensione sul lato primario	Possibile distruzione	–
Tensione ridotta sul lato primario	Disinserzione automatica, ritorno automatico della tensione	spenta

Modulo alimentatore: PS 307 5A



Morsetti	Funzione
L1, N	Tensione di ingresso AC 120/230 V
PE	Conduttore di protezione
L+, M	Tensione di uscita DC 24 V

Val. allacc.	Annotazione
0,5 ... 2,5mm ²	Morsetti a vite
22...12 AWG	Impiegare un cacciavite con tagliente di 3,5mm
	Coppia di serraggio consigliata 0,4-0,6Nm



CPU: S7-312

Cifra Denominazione

- ① Vano per la SIMATIC Micro Memory Card con pulsante di espulsione
- ② 2. Interfaccia X2 (solo per CPU 315-2 DP)
- ③ Connettore per l'alimentazione
- ④ 1. Interfaccia X1 (MPI)
- ⑤ Selettore dei modi operativi
- ⑥ LED di stato e di errore

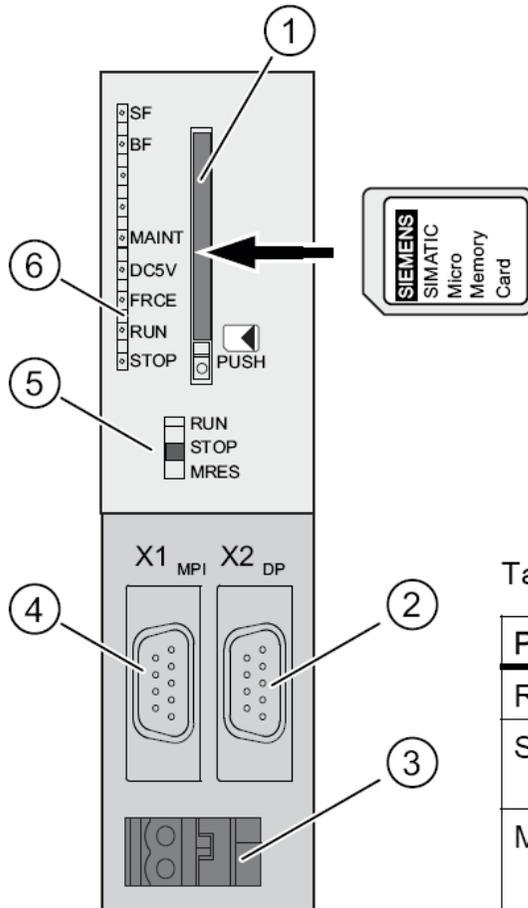


Tabella 2- 3 Posizioni del selettore dei modi operativi

Posizione	Significato	Spiegazioni
RUN	Modo operativo RUN	La CPU elabora il programma utente.
STOP	Modo operativo STOP	La CPU non elabora il programma utente.
MRES	Cancellazione totale	Posizione del selettore dei modi operativi per la cancellazione totale della CPU. Per poter effettuare la cancellazione totale con il selettore dei modi operativi è necessario eseguire i comandi in una particolare sequenza.

CPU: S7-312C

Capacità programma 32 kB
Categoria di tensione 24 V c.c.
Corrente di uscita 50 mA
Interfaccia di programmazione Computer
Linguaggio di programmazione FBD, Graph, Ladder Logic, SCL, STL
Lunghezza 125mm , Larghezza 80mm
Memoria totale disponibile 32 (Memoria integrata) kB
Numero di I/O 16
Numero di ingressi 10 (Digitali)
Numero di porte di comunicazione 1 RS485
Numero di uscite 6 (digitali)
Per uso con Serie S7-300
Profondità 130mm
Serie 6ES731
Tempo di scansione 1 (Tempo di esecuzione) ms
Due contatori integrati (max 10kHz)
Capacità di misura della frequenza (2 canali, max 10kHz)
Due uscite PWM (2,4kHz max)



Meno di 500 euro

CPU S7-300

Esecuzione	CPU	Interfacce integrate	Periferia integrata	Funzioni tecnologiche integrate	Dati tecnici: vedi pagina
CPU standard	CPU 312, 314	MPI			6
	CPU 315-2 DP	DP, MPI			
	CPU 315-2 PN/DP	DP/MPI, PROFINET			
	CPU 317-2 DP	DP, DP/MPI			
	CPU 317-2 PN/DP	DP/MPI, PROFINET			
	CPU 318-2 DP	DP, DP/MPI			7
CPU failsafe	CPU 315F-2 DP	DP, MPI		sicurezza da errori	7
	CPU 317F-2 DP	DP, DP/MPI			
	 CPU 317F-2 DP	DP/MPI, PROFINET			
CPU compatte	CPU 312C	MPI	digitale	<ul style="list-style-type: none"> • conteggio • regolazione • misurazione frequenza • modulaz. ampiezza impulsi • generatore impulsi 	8
	CPU 313C	MPI	digitale, analog.		
	CPU 313C-2 PtP	PtP, MPI	digitale		
	CPU 313C-2 DP	DP, MPI	digitale		
	CPU 314C-2 PtP	PtP, MPI	digitale, analog.	Come sopra, inoltre:	9
	 CPU 314C-2 DP	DP, MPI	digitale, analog.	• posizionamento	
CPU tecnologiche	CPU 315T-2 DP CPU 317T-2 DP	DP, DP/MPI	digitale	<ul style="list-style-type: none"> • sincronismo • corsa su riscontro fisso • correzione tacca di riferimento • comando a camme • posizionamento regolato ad anello chiuso 	9

CPU S7-317

- La **CPU 317-2 DP** standard è adatta per i normali compiti di automazione con una forte componente di comunicazione. Oltre all'interfaccia DP è disponibile un'interfaccia combinata DP/MPI, con possibilità di configurazione come master PROFIBUS o come slave PROFIBUS.
- La **PROFINET-CPU 317-2 PN/DP** offre un'interfaccia combinata PROFIBUS DP/MPI e un'interfaccia PROFINET per 100 Mbit/s, sulla base dello standard di comunicazione Ethernet. Essa può essere pertanto impiegata per accoppiare reti Ethernet e PROFIBUS.
Le funzioni di comunicazione PROFINET (PN sta per PROFINET) sono utilizzate per Component Based Automation nella costruzione modulare di macchine e impianti (PROFINET CBA). La comunicazione si svolge tramite Ethernet-TCP/IP con protocollo PROFINET e S7. La CPU può essere programmata con STEP 7 anche tramite l'interfaccia PROFINET.
- La **CPU 317F-2 DP** sicura da errori offre rispetto alla CPU standard ampliamenti di sistema per la sicurezza dagli errori nonché il profilo PROFIsafe per la comunicazione sicura. Essa soddisfa le seguenti importanti specificazioni/norme IEC 61508 (SIL 3), EN 954 (Categoria 4) e NFPA 79, NFPA 85 ed è certificata dal TÜV. La realizzazione dei programmi orientati alla sicurezza si effettua con i linguaggi KOP e FUP di STEP 7 nonché sulla base degli esempi di programmi della biblioteca F di Distributed Safety.

CPU S7-317

- La **CPU 317T-2 DP tecnologica** ha integrate potenti funzioni di tecnologia e di Motion Control. Essa è concepita per la guida dinamica del movimento di più assi. Funzioni predefinite di Motion Control conformi a PLCopen, insieme alla periferia digitale decentrata all'equidistanza ed all'isocronismo su PROFIBUS DP, consentono la guida flessibile del movimento di più assi (anche accoppiati), ad es. il posizionamento regolato ad anello chiuso, il sincronismo e/o il comando a camme. La configurazione e la parametrizzazione degli assi si effettuano in modo confortevole con STEP 7.

- **Caratteristiche comuni alle CPU S7-317**

- 512 kb memoria
- Tempo di elaborazione istruzione in virgola mobile = 1 μ s
- 4kbyte merker
- 512 temporizzatori/contatori
- 2048 blocchi (FC+FB+DB)
- 8kbyte indirizzi periferia I/O



CPU TECNOLOGICHE (S7-317T): ASSI

- **L'Asse** è un oggetto tecnologico che designa il complesso formato da:
 - azionamento (regolazione di corrente/numero di giri),
 - regolazione (sistema di valore attuale, regolazione di posizione, allarmi, ...),
 - funzionalità (posizionamento, sincronismo, ecc.)
 - configurazione (ricerca del punto di riferimento, meccanica, ecc.).
- DriveAxis = asse a velocità impostata
- Asse lineare = Asse con un'area di movimento lineare (traslatoria).
- Asse Master = asse che nella funzione di sincronismo imposta il valore per l'oggetto sincrono dell'asse slave.
- Asse servo = asse elettrico a elevata precisione, con regolazione di velocità e posizione.
- Asse rotante = Asse con un'area di movimento rotatoria
- Asse modulo = combinazione di asse rotante e asse lineare con campo di moto non limitato (suddiviso in campi singoli che si ripetono ciclicamente)
- Asse virtuale = asse privo di azionamento reale, ma utilizzato solo per il calcolo (es. asse master)

Posizionamento di un asse

Il posizionamento è caratterizzato da:

- Posizione iniziale
- Posizione finale (obiettivo)
- Parametri che determinano il tragitto

Procedura di posizionamento (integrata nel modulo o nella CPU tecnologica)

- Inizialmente si forza la velocità (“rapid traverse”)
- A una distanza specifica dall’obiettivo la velocità si porta ad un valore costante (“creep”)
- Si toglie coppia all’azionamento poco prima (parametro) di raggiungere l’obiettivo quindi si controlla la fase di avvicinamento
- Tipicamente l’azionamento viene parametrizzato quindi si controlla mediante alcune (tipicamente 4) uscite digitali:
 - start
 - stop
 - rapid traverse
 - creep

CPU TECNOLOGICHE (S7-317T)

- **Applicazione tipica su 2-8 assi (max. 16 assi)**
- Da utilizzarsi con "S7-Technology" (integrato in Step7) per la configurazione della tecnologia (p.es. assi, profilo elettronico di camma, camme di commutazione, tastatore di misura) e l'uso di librerie con blocchi funzionali per Motion Control
- 4 ingressi logici per ricerca punto di riferimento e finecorsa HW
- 8 uscite logiche (24 V DC; 0,6 A) per funzioni veloci di camme di commutazione

- La **CAMMA** è un movimento non lineare e coordinato tra due assi: di norma è un asse lineare, mentre l'altro è rotazionale (es. albero a camme nei motori a scoppio)
- La **CAMMA ELETTRONICA** è un profilo che relaziona un asse slave con un asse master. (Editing = inserimento punti e/o polinomi)
- Una camma genera segnali di commutazione dipendenti dalla posizione in funzione dei valori di posizione degli assi o di un encoder esterno. Una camma è definita mediante:
 - posizione iniziale e posizione finale (camme su percorso)
 - posizione iniziale o durante di inserzione (camme a tempo)
 - posizione iniziale (camme di commutazione).

<http://motionsystemdesign.com/motors-drives/latest-developments-electronic-camming-0312/>

UNITA' FUNZIONALI (FM)

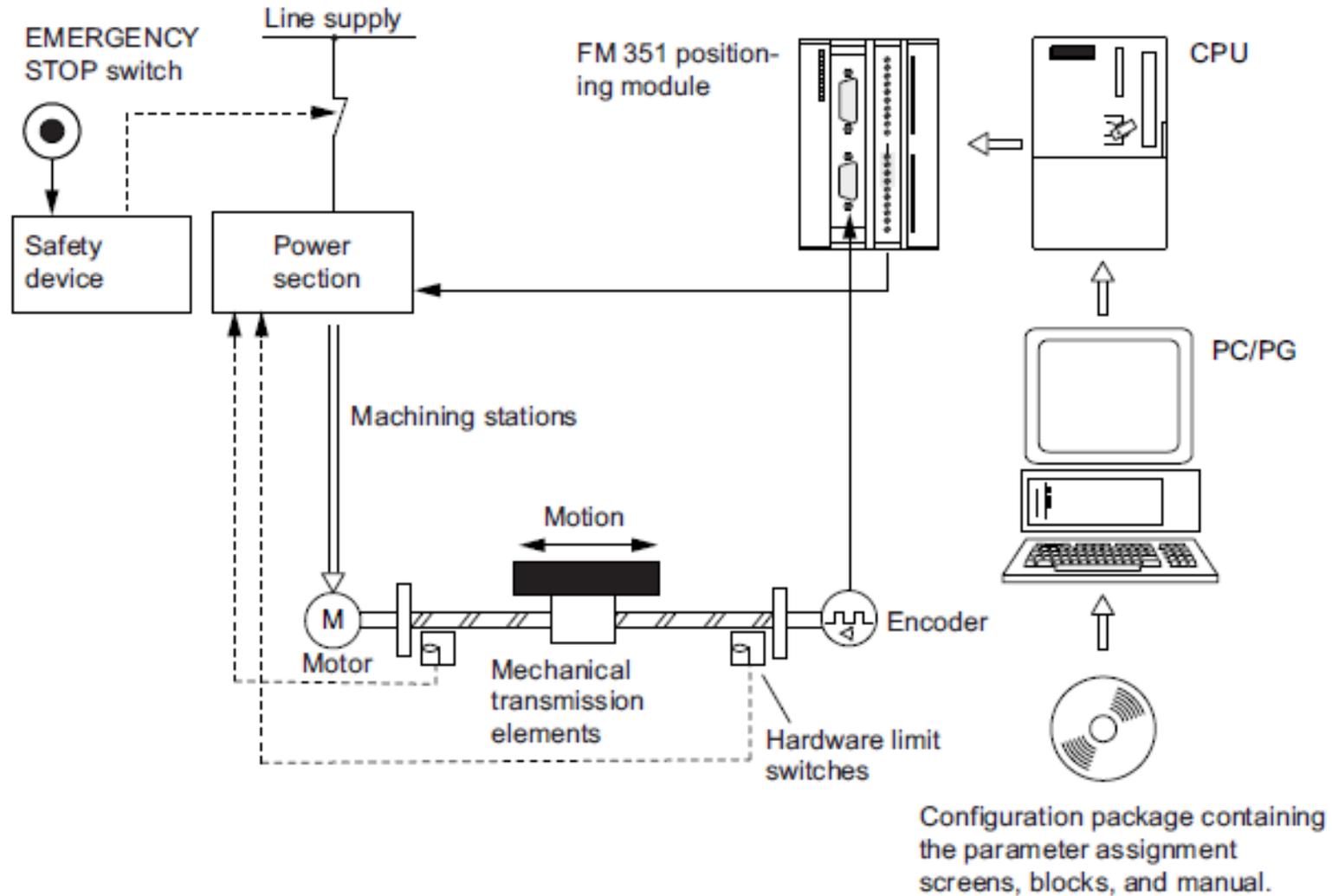
Unità intelligenti che svolgono autonomamente compiti sgravando la CPU

- Conteggio, misura
- Camma
- Regolazione PID
- Regolazione di temperatura
- Posizionamento (servoazionamenti, passo-passo,...)

Es. Unità di posizionamento FM 351

- 8 ingressi digitali con significati “preferenziali”
 - camma di riferimento, camma inversa, rif. fisso, start/stop posizionamento,...)
- 8 uscite digitali con significati “preferenziali”
 - posizionamento raggiunto, “rapid traverse”, “creep”,...
- Ingresso encoder (assoluto –SSI-, incrementale –ingressi bilanciati e/o non-)
- Possibile gestione di 2 assi (lineari o rotativi)
- Gestito mediante blocco dati di interfaccia (DB) da CPU s7/300 o da CPU ET-200S

UNITA' FUNZIONALI (FM): FM351



UNITA' DI SEGNALE (SM): I/O digitali

Ingressi digitali

- Moduli a 16/32/64 ingressi digitali optoisolati
- 24VDC-120VAC, 10mA
- Adjustable input delay (pochi, normalmente valori fissi tra 1ms e 5ms)
- Edge-triggered hardware interrupt (pochi, es. SM321-7BH01) per applicazione a finecorsa
- Supporto modalità isocrona (pochi)
- Ingresso encoder (pochi)

Uscite digitali

- Moduli a 16/32/64 uscite digitali optoisolati
- 24VDC-230VAC, 0,5A-3A, 10-100Hz
- Supporto modalità isocrona (pochi)

Uscite digitali a relais

- Moduli a 16/8 uscite digitali (se 16 isolate non 1 a 1), 4A-8A, 1-10Hz

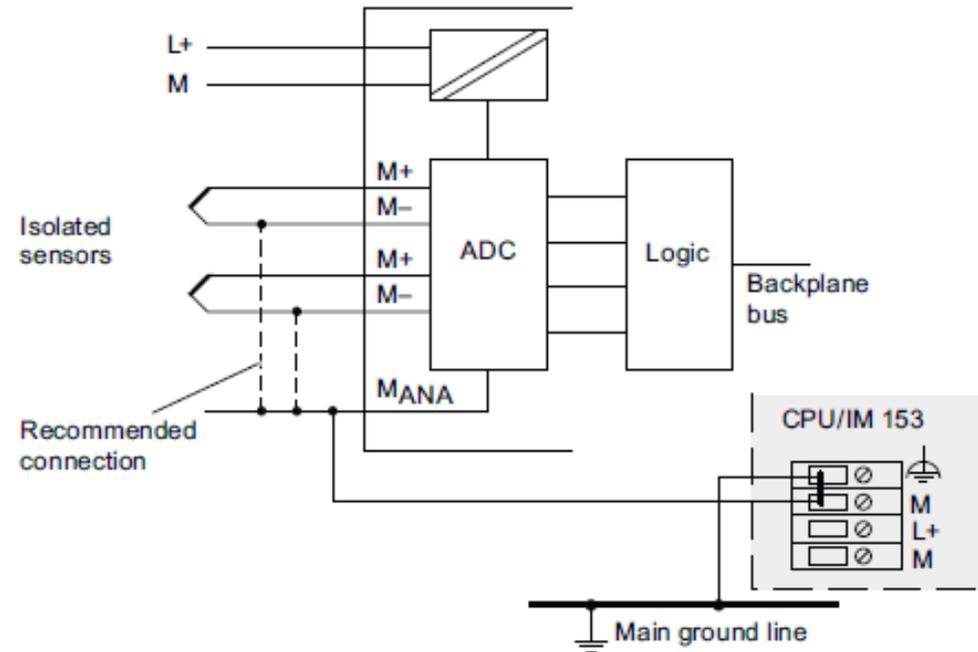
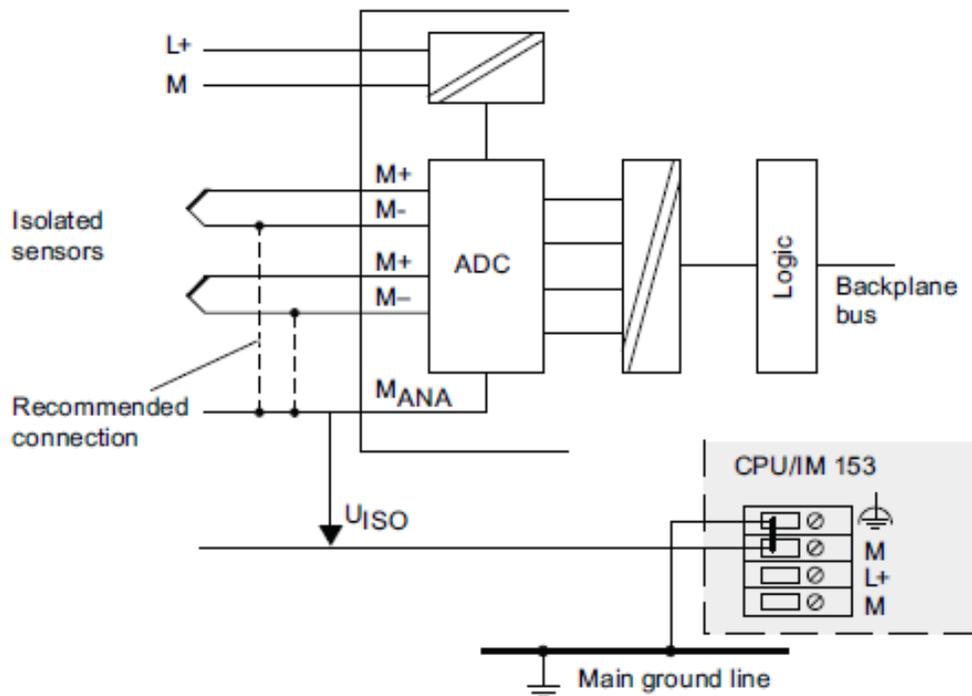
Moduli di I/O anche programmabili

UNITA' DI SEGNALE (SM): I/O analogici

Ingressi analogici

- Tensione, corrente (2 e 4 fili), resistenze, termocoppie
- Possono essere isolati

e non



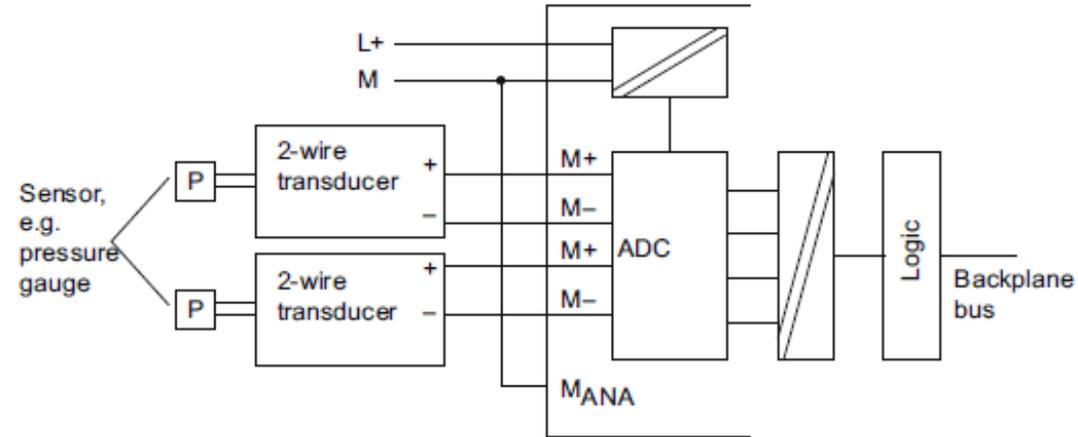
(sensori isolati con uscita in tensione)

Fonte: Siemens

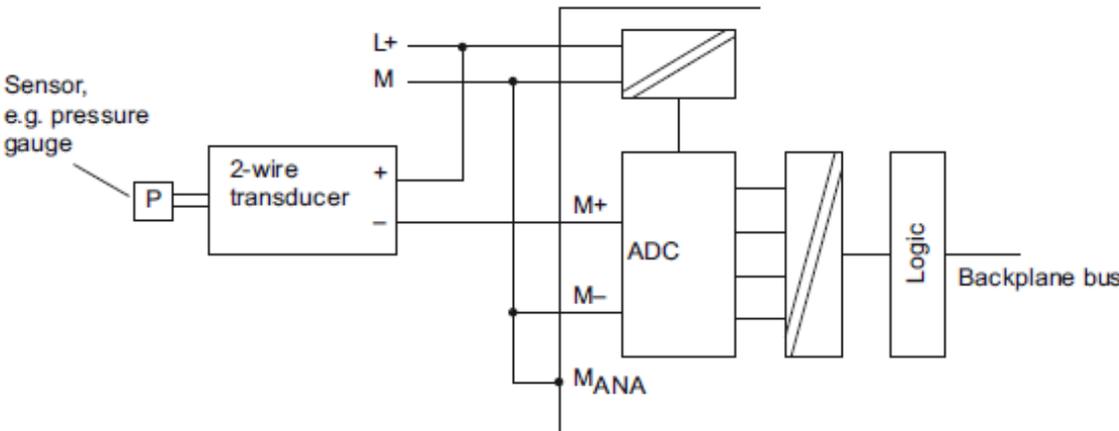
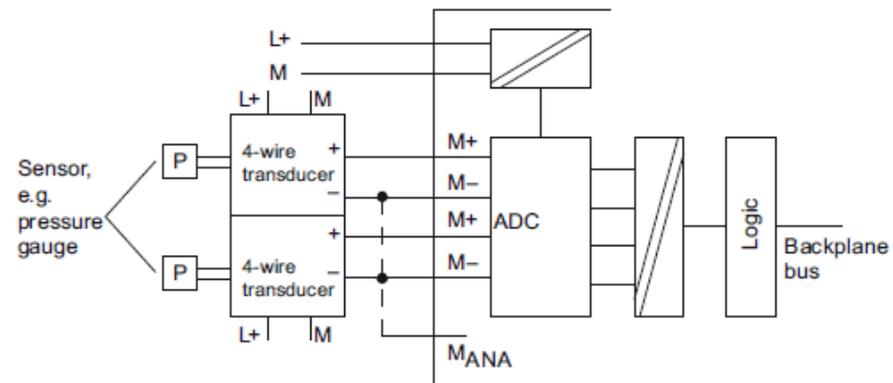
UNITA' DI SEGNALE (SM): I/O analogici

Ingressi analogici isolati con ingresso in corrente

- Si noti che l'isolamento diretto dei segnali analogici è troppo costoso
- ADC con interfaccia seriale (isolata)



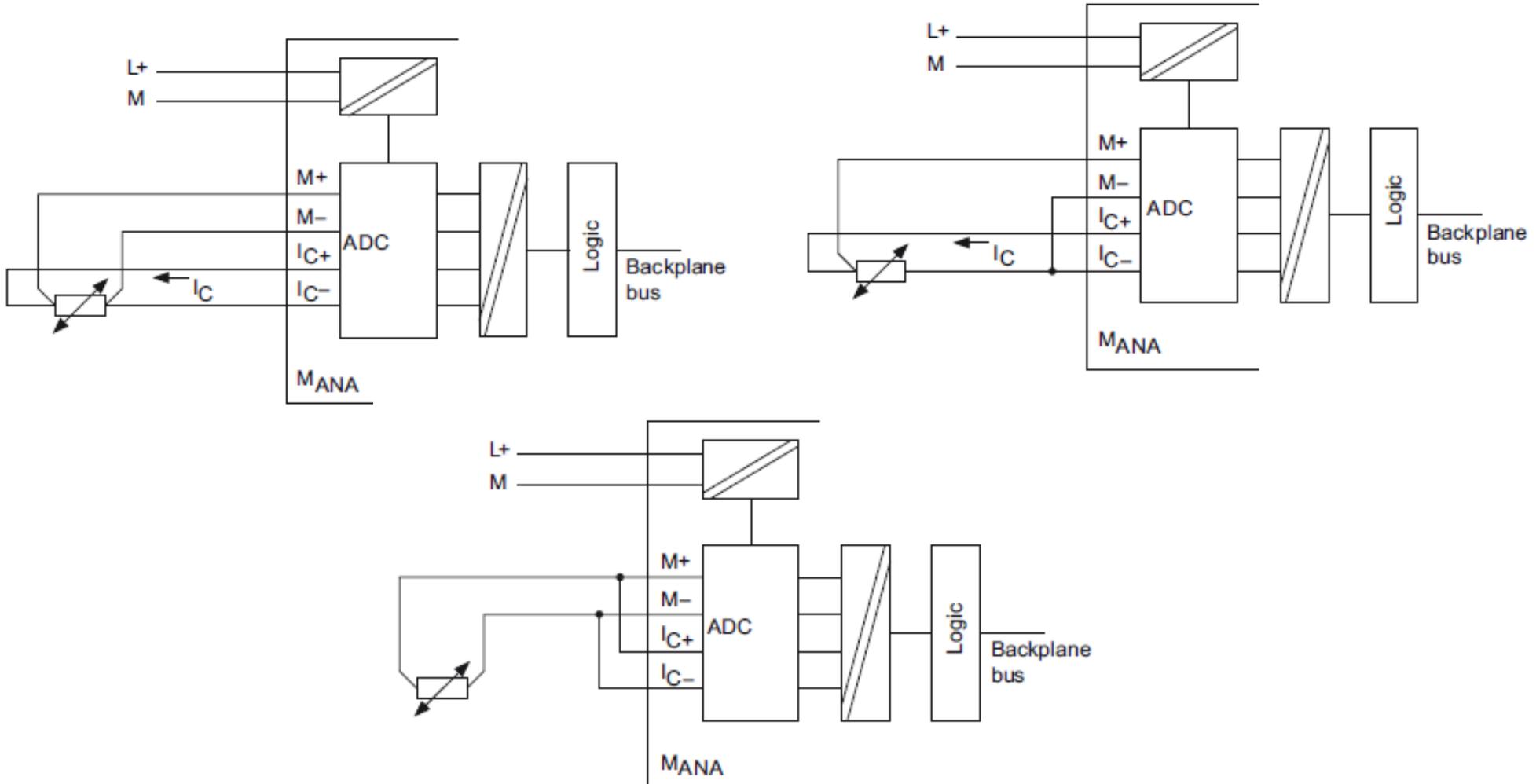
4-wire transducers are connected to a separately power supply.



UNITA' DI SEGNALE (SM): I/O analogici

Ingressi analogici isolati con ingresso resistivo

- Possibile connessione a 2-3-4 fili



UNITA' DI SEGNALE (SM): I/O analogici

Ingressi e uscite analogiche a 16 bit

- Zero-padding (LSB) in caso di minor risoluzione
- Possibilità di interrupt su overshoot (OB40, limiti definiti da utente)

Units	Measured value in %	Data word																Range
		2 ¹⁵	2 ¹⁴	2 ¹³	2 ¹²	2 ¹¹	2 ¹⁰	2 ⁹	2 ⁸	2 ⁷	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰	
32767	>118,515	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Overflow
32511	117,589	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	Overshoot range
27649	>100,004	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
27648	100,000	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Rated range
1	0,003617	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
0	0,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
-1	-0,003617	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
-27648	-100,000	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Undershoot range
-27649	≤-100,004	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
-32512	-117,593	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
-32768	≤-117,596	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Underflow

Range ingresso bipolare

UNITA' DI SEGNALE (SM): I/O analogici

Ingressi e uscite analogiche a 16 bit

- Zero-padding (LSB) in caso di minor risoluzione

Units	Measured value in %	Data word																Range
		2 ¹⁵	2 ¹⁴	2 ¹³	2 ¹²	2 ¹¹	2 ¹⁰	2 ⁹	2 ⁸	2 ⁷	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰	
32767	≥118,515	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Overflow
32511	117,589	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	Overshoot range
27649	≥100,004	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
27648	100,000	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	range
1	0,003617	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Rated range
0	0,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
-1	-0,003617	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Undershoot range
-4864	-17,593	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
-32768	≤-17,596	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Underflow

Range ingresso unipolare

UNITA' DI SEGNALE (SM): I/O analogici

Ingressi e uscite analogiche a 16 bit

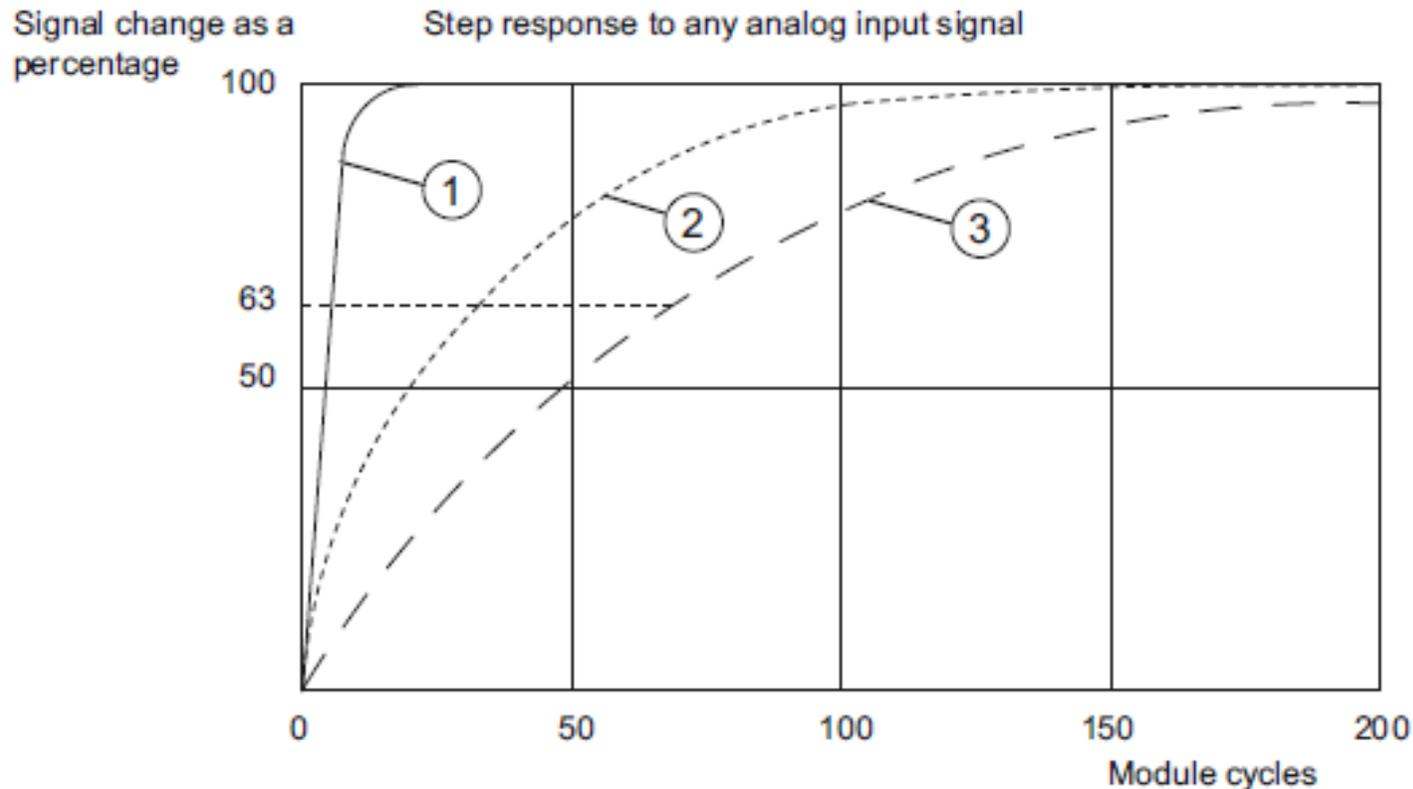
- Diversa modalità e preprocessing in caso di termocoppie
- Possibilità di range d'ingresso anche a +/-500mV, +/-250mV, +/-80mV
- Range di corrente +/-20mA, +/-10mA, 0-20mA, 4-20mA (R: range da 600Ω a 6kΩ)

System		Voltage measuring range				
dec	hex	±10 V	±5 V	±2.5 V	±1 V	
32767	7FFF	11.851 V	5.926 V	2.963 V	1.185 V	Overflow
32512	7F00					
32511	7EFF	11.759 V	5.879 V	2.940 V	1.176 V	Overshoot range
27649	6C01					
27648	6C00	10 V	5 V	2.5 V	1 V	
20736	5100	7.5 V	3.75 V	1.875 V	0.75 V	
1	1	361.7 μV	180.8 μV	90.4 μV	36.17 μV	
0	0	0 V	0 V	0 V	0 V	Rated range
-1	FFFF					
-20736	AF00	-7.5 V	-3.75 V	-1.875 V	-0.75 V	
-27648	9400	-10 V	-5 V	-2.5 V	-1 V	
-27649	93FF					Undershoot range
-32512	8100	-11.759 V	-5.879 V	-2.940 V	-1.176 V	
-32513	80FF					Underflow
-32768	8000	-11.851 V	-5.926 V	-2.963 V	-1.185 V	

UNITA' DI SEGNALE (SM): I/O analogici

Ingressi e uscite analogiche a 16 bit

- Moduli a 2/4/8 canali
- I canali sono scansionati ciclicamente (cycle time/Ncanali ~ 10ms-100ms)
- Possibilità di filtri digitali (smoothing: high, medium, low)
- Esempio modulo a 8 canali a 14 bit



UNITA' DI SEGNALE (SM): encoder

Modulo encoder per lettura isocrona velocità e posizione

- Configurazione numero impulsi per giro
- Lettura su 32 bit o meno
- Funzionamento ciclico o isocrono (possibilità di ingressi per campionare)

UNITA' DI INTERFACCIA (IM)

Modulo di interfaccia per espandere il rack

- Permette di trasferire dati tra due rack
- Non è una espansione del bus, quindi non sempre si applica alla presenza di FM