

Nell'oculoscopio digitale i comandi esistono in digitali formato info al microprocessore. Il pannello non è più direttamente operativo. Si usano spesso i KNOB, una sorta di mouse con cui si predispongono base dei tempi, ... Si usano molte dei MENÙ con tecnica delle soft key: tasti che cambiano significato a seconda del punto in cui si trovano nel programma.

## AUTOMAZIONE di SISTEMI di MISURA

Quanto è il caso di automatizzare un processo di misura?  
Se dobbiamo eseguire misurazioni più e più volte e fare misure complesse. Possono essere misurazioni in cui bisogna far lavorare assieme decine di strumenti.

I casi hanno alcune problematiche comuni:

- riduzione errore umano (noia, complessità operativa)
- elevata quantità di dati da gestire
- necessità di ottenere rapidamente i risultati
- necessità di immagazzinare i dati e di appropriata presentazione degli stessi.

Un sistema automatico di misura (C.A.M.) è un insieme di apparecchiature che elaborano tra loro e sono in grado di eseguire un processo di misurazione.

DUT: sistema misurato (device under test).

- il DUT va stimolato.
- Ricevere e misurare le grandezze fisiche con il minimo intervento dell'operatore.
- Elaborazione e memorizzazione dei dati sperimentali.
- Suggerire modifiche o esatte il processo in funzione dei dati ottenuti.

## VANTAGGI

- riduzione errore umano
- maggior velocità
- possibilità di auto-calibrazione
- correzione automatica di errori sistematici.
- trattamento ed elaborazione dati sperimentali.
- memorizzazione dati e presentazione in tempi brevi ed in forma opportuna
- anche se ha costi iniziali maggiori può risultare più economico (costo di diminuzione del personale).

## Configurazione di un sistema automatico

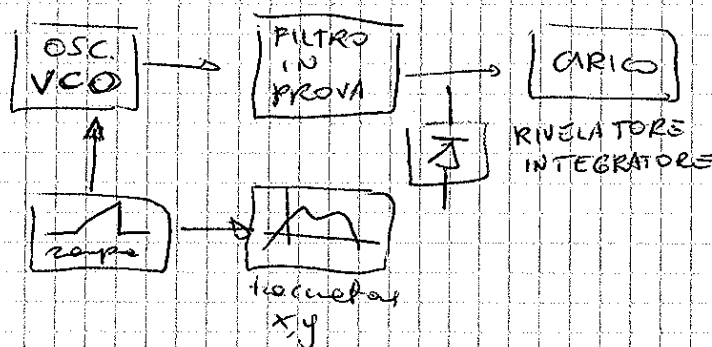
- + Configurazione rigida: sistema utilizzato per i test di collaudo. Sistemi ATE (Automatic test equipment). Questo è un sistema che questo viene comprato viene definito completamente. Se si cambia idea ~~o~~ non si può fare o costa troppo. Fatti per eseguire rapidamente un test.
- + Configurazione flessibile: dove affrontare un certo numero di misure diverse, facilitate riconfigurabile. Strumentazione di tipo generale controllata da un elaboratore.

## CONFIGURAZIONI POSSIBILI

- 1) Strumentazione intelligente: basta che abbia un  $\mu P$  che elabora i dati.
- 2) Sistema flessibile:
  - strumentazione commerciale
  - configurata senza da utente e modificabile
  - programmi di gestione scritto dall'utente.
- 3) Sistema integrato:
  - molti punti di misura.
  - configurata più rapida.
  - elevato numero di svolgimenti test.
  - programmi fatti dal costruttore.
  - applicazione industriale.

Un solo sistema IEEE 488 - Questo è un modo per collegare gli strumenti. Si riconoscono questi sistemi perché i connettori hanno 32 pin. Quei connettori sono sia maschio sia femmine. Strumenti collegabili max 20. (è detto anche IEC 625). I nomi commerciali sono HP-IB (dalle HP che lo ha inventato) o GP-IB.

## MISURA F.D.T. del fletto



Programmabilità: solo hardware

Intervento operatore: ~~chiamata~~ Messa a punto

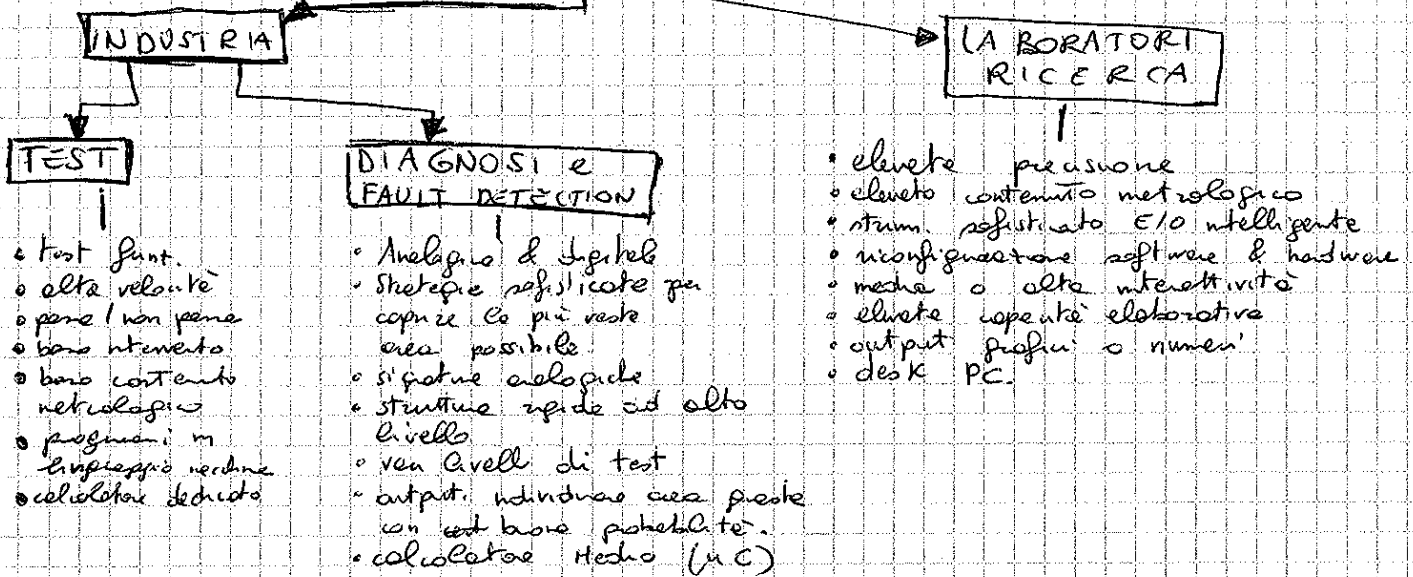
Treatmenti dati: imminente

- Esate:
- registratore
  - oscilloscopio.

Esigete industriali:

- Test di collaudo
- basso intervento operatore
- ~~basso~~ <sup>elevato</sup> rapporto uso/costo.

MISURE AUTOMATICHE



- TEST
- test final.
  - alta velocità
  - pena / non pena
  - basso intervento
  - basso contenuto metrologico
  - programmi in linguaggio macchina
  - calcolatore dedicato

- DIAGNOSI E FAULT DETECTION
- Analogo & digitale
  - Strategie sofisticate per capire la più reale causa possibile
  - strutture analogiche
  - strutture rapide ad alto livello
  - vani di test
  - output individuali causa guasto con alta probabilità
  - calcolatore Mecho (u.c)

- elevate precisione
- elevato contenuto metrologico
- strumenti sofisticati E/O intelligenti
- riconfigurazione software & hardware
- mesche o alta interattività
- elevate capacità elaborativa
- output grafici o numerici
- desk PC.

Normalmente non sono coperti: il 70-80% dei casi. Nei circuiti digitali oggi si tende al 90%. Per i circuiti analogici la situazione è molto più critica. Anzi molti dei casi "Function / Non function" sono i testissimi casi intermedii. Es: la risposta in uscita è sbagliata, ma perché? Tipicamente problemi termici (condensatore, induttore o amplificatori). Le coperture dei circuiti analogici sono quindi molto più basse.

Oggi si tende ad automatizzare il più possibile

In generale, e non di un ATE qualsiasi, è bene acquisire una serie di automazione espandibile. Si può prevedere un'espansione dell'industria e quindi anche del sistema di elaborazione dati.

Per impostare un sistema di automazione servono alcuni punti specifici:

- conoscenza della problematica
- scelta della strumentazione (a cuneetta adeguata, frequente adde-  
te)
- algoritmi di elaborazione numerica.
- presentazione di risultati.
- valutazione capacità hardware e configurazione del computer.
- scrittura software di gestione
- documentazione.

## INTERFACCIA

Un sistema di acquisizione dei dati è un'interfaccia.

È un sistema più o meno complesso che permette di acquisire i dati e mandarli a qualcun altro

Ogni sistema può essere diviso in due parti:

- funzione locale
- interfaccia verso l'esterno.

### Interfacce a vari livelli:

- tra componenti di una stessa piastra
  - compatibilità elettrica
  - " " " tra freq, banda di segnale
  - " " " generatore e ricevitori
- tra piastre diverse
  - problemi di collegamento tra conduttore (impedenze parassite), cavi di  
eccitativi, problemi meccanici).
  - Fan-in e fan-out.
- tra apparecchiature diverse: problematiche più complesse
  - filosofie diverse di funzionamento
  - diverso significato logico dei bit
  - caratteristiche diverse dei driver e receiver
  - codifiche diverse dei dati
  - diverse velocità di trasferimento dei dati
  - linee aggiuntive di controllo

### Requisiti fondamentali

- 1) flexibilità: - configurazione e riconfigurazione rapide ecc. costi:
  - imporre hardware sofisticato
  - modulare: permette aggiunta di moduli uguali (vantaggio anche del  
ripetitivo montaggio).
  - possibilità di interconnessione con apparecchiature diverse
- 2) Compatibilità: interfaccia dovrebbe permettere l'interconnessione con  
prodotti di diversi costruttori. (per l'interconnessione è importante

l'aveva in second-somma). L'esigente è la standardizzazione.

3) Costo (minimizzazione del rapporto costo/prestazioni)

- 4) Affidabilità: - hardware elevato MTBF (tempo medio tra i guasti)  
- pochi interventi;  
- software: programmi superstiti: qualità alta del software  
in modo da non avere bug.
- affidabilità dei messaggi intermedi (garanzia che il messaggio inviato  
sia uguale a quello ricevuto)

Aspetti che costituiscono un'interfaccia:

- 1) Meccanica
- 2) Elettrica
- 3) Funzionale
- 4) Operativa

Prestazioni

- a) N° clienti che possono collegarsi tra loro (min: 2)
- b) Lunghezza max interconnessi (dal metro a migliaia di km).
- c) Tipi messaggi che devono essere trasmessi.
- d) possibilità di programmazione.
- e) velocità scambio dei dati.
- f) tipo di controlli offerti.

- Interfacce seriali: esiste un unico doppio e i bit sono inviati  
uno dopo l'altro
- interfaccia parallela: si basa su  $n$  <sup>cond.</sup> fili. l'informazione viene mandata  
su  $n$  canali.

parallela	seriale
+ veloci	- veloci
+ costose	- costose
controllo seriale debi su bus dist.	lunghe distanze.

Interfacce sincrone, asincrone, ibrida.

Colleg. sincrone: il messaggio viene trasmesso con una costante non prestabilita.  
La velocità non è decisa a priori. Si va alla velocità imposta da  
quello più lento. Vengono inviati dei bit di sincronismo in testa  
al messaggio ed un bit di stop in fondo al messaggio.

Colleg. asincrono: trasmissioni e ricezioni hanno base tempi compatibile.

Colleg. ibrida: il trasmettitore invia l'orologio al ricevente. Stesso  
orologio per entrambe le interfacce.

## Interfaciamento per lunghe distanze

- si usa interfaccia seriale
- se linee molto lunghe ci sono numerosi disturbi e cadute di tensione.
- alle alte distanze si usano linee ADAPTER o MODEM

Line Adapte: classe e livello del segnale senza modulazione. Usati per distanze inferiori ai 20 km. Costo inferiore al modem.

Modem: effettua la modulazione di una portante. - modulazione in ampiezza  
- modulazione in frequenza  
(modulazione di fase)

## Codici di comunicazione

- Codice baudot . a 5 bit usato nei Telex.
- Codice ASCII . a 8 bit. Nasce come codice a 7 bit.

## Firmware:

- hardw. shette sofisticati
- controlli punti complicati
- gestione linee di controllo
- procedure di colloquio

vantaggi: - versatilità  
- bassi costi  
- programmabilità per diverse operazioni

svantaggi: - più costi

## Software:

- inizializzazione e supervisione
- protocolli complini
- conversione di codici
- separazione funzioni di I/O da quelle di elaborazione informazioni

## Sistemi acquisizione automatica dei dati (SAD)

### Caratteristiche:

- n° grandezze da acquisire
  - tipo grandezze da acquisire
  - dimensioni dell'impianto
- } riferite all'impianto

segnali elettrici

" " ottici

" " analogici, digitali, in freq.

dimensione di: - metri

- migliaia di metri

- centinaia di chilometri

- architettura concentrata e distribuita

- protezione dell'informazione

- filtri analogici o digitali
- codici di errore
- sensori intelligenti

- velocità e tipo di acquisizione

- da qualche campione al minuto a migliaia di campioni al secondo
- convertitori spot o a integrazione

- Risoluzione ed accuratezza

- risoluzione tipica 8-16 bit (in qualche caso fino a 18 bit)

- Integrità hardware e software

- protocolli di comunicazione
- norme internazionali

- Algoritmi di collaborazione

- filtri
- trasformate
- funzionali
- gestione loop di controllo

- Presentazione all'operatore

- quadri mimici
- immagini video - metafore
- pulsanti

- Robustezza

- eq. meccanica, elettrica, termica

- Continuità del funzionamento

- App. di backup

} riferite al sistema di controllo

} riferite al SAD stesso

- Autodiagnosi
- Backup caldo
- Manuten. b. c. te
- Modulare
- Riconfigurazione ad
- Forme di alternat. vi.
- espansi. b. c. te.
- Intelligenza
- Microprocessori
- Sistemi distribuiti
- Costo acquisto
- Costo esercizio

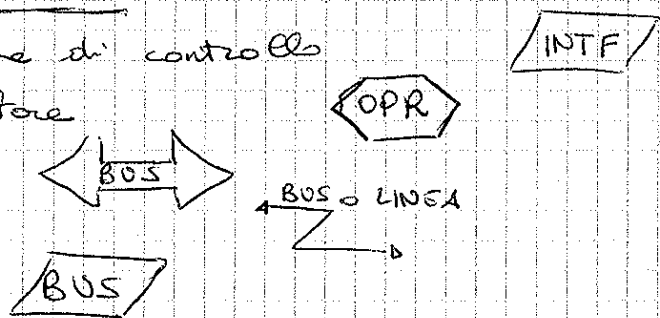
Riferite al SAD  
stesso

Backup caldo: 2 schede uguali - 1 master il master viene i  
separi del nodo estero, lo slave viene gli stessi separi. Gli output  
del master hanno un effetto pratico, quelli dello slave non hanno  
un esecuzione pratica. Se il master è aspettato di essere guasto  
commuto gli output del master allo slave, che diventa nuovo  
master. In caso nucleare 1m-2sl. In aeronautica 1m-4slave.  
Come si decide che un master non è più degno di essere master?  
Un metodo è il 2/3. Si guardano le master e 2 slave. Se 2 hanno  
gli stessi output e 1 no questo viene rimosso. Un altro metodo è  
vedere se il sistema rallenta.

il no di  $\mu P$  da idea sulle date di progettazione. 20 anni fa  
architettura concentrata e pochi  $\mu P$ . Oggi distribuita e tantissimi  $\mu P$ .

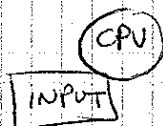
### Elementi funzionali del SAD

- interfaccia verso il sistema di controllo
- interfaccia verso l'operatore
- bus parallelo
- bus o linea seriale
- interfaccia tra bus



Linea seriale: collegamento tra 2 soggetti.  
bus seriale: collega 1 a tanti.

- controllo intelligente
- unità eq. dati
- concentratore





## Collegamento sistema controllo, sistema acq dati

MODELLO ISO/OSI

Modello per il collegamento in reti complete in cui si ha la comunicazione tra A e B.

OSI: Open System Interconnection.

Aperto: un sistema nel quale un attore si scollega dalla rete non accade nulla così come quando si ricollega.

La rete internet è un sistema di tipo OSI.

Per comunicare vedo su un certo numero di piani di comunicazione. La trasmissione dei dati da un piano all'altro avviene così: il piano superiore chiede un'operazione all'inferiore, ma se ne frega del come.

Ogni piano opera indipendentemente per conto proprio.

Il cambio del protocollo non crea danni.

livelli:

- 1) Physical (fisico): interfaccia meccanica ed elettrica per inviare un bit. (modem).
- 2) Data Link: raggruppa bit in blocchi (HDLC) - decide come i blocchi di bit vengano instradati.
- 3) Network: mette insieme i blocchi per creare messaggi in una rete meshata. (X25)
- 4) Transport: trasporto di dati tra 2 reti sistemi / reti diversi.
- 5) Session: gestione del dialogo - diritto di parola (X225 - X228)
- 6) Presentation: sintassi e modi di presentazione. Definizione del formato dei dati. (Terminali virtuali)
- 7) Application: significato dell'informazione. (X400).

I sistemi di acquisizione dati normalmente implementano i 3 livelli più bassi. Il modello ISO/OSI permette che un layer (piano) non venga attivato.

Es: | Sistema MAP: sistema di comunicazione all'interno di una fabbrica di automobili  
Sistema TOP: sistemi per automazione d'ufficio. (non ha avuto un grande successo)

## BUS PARALLELO

Bus VME o IEEE P1014. Nasce come bus per la trasmissione di dati tra un calcolatore MOTOROLA e 8 altre periferiche.

- Nasce per calcolatori a 16-32 bit.
- Backplane - Euro card - connettono 96 pin.
- Struttura multiutente:
  - più parlatori
  - priorità
  - interruzioni
- Un solo system controller.

- Bus con 128 canali max.
- Versioni ridotte compatibili.
- Bus arcaico VSB.

È molto usato per mini processori di classe elevata. BUS molto sofisticato e molto ben fatto.

È un bus che permette una struttura multi processore (diversi processori con tutti le stesse dignità). Sul bus sono previsti dei fil. per il passaggio del token.

Ha 7 livelli di interrupt.

Sistema completo e molto costoso.

Il sistema è modulare ed è fatto in modo che possono convivere Single Eurocard, Doppio eurocard e quadruplo eurocard.

Questo bus permette sistemi sofisticati.

VXI (VME extension for Instrumentation) è un'estensione per VME apposta per la strumentazione. Sono definiti 11 fil. non definiti dal VME. Le specifiche sono molto severe. (componenti <sup>(e non ml)</sup>, segnali, raffreddamento, compatibilità elettromagnetica). Ha versioni ridotte compatibili, il bus arcaico è MXI.

BUS IEEE 488 Totalmente diverso dal VXI. Serve per collegare tra loro strumenti.

Cavo multiconduttore max lunghezza 20m. Massimo 15 strumenti e velocità massima 1 Mb/s.

fil. strumenti possono essere solo di: - clock/data - parlatore

Bus con 16 linee (segnali - massa)

Sub bus: - data bus  
- control bus  
- management bus (4 linee di interrupt).

Usato su strumenti costosi.

### BUS del PC

- clock/data a 8, 16, 32 bit
- strutture mono utente
- processori SLAVE e di DSP
- Un solo system controller
- BUS:
  - o data bus
  - o address bus
  - o interrupt bus
- applicazioni a basso livello
- basso costo.

Il PC è nato per applicazioni dell'office Automation.

L'ambiente del PC è sempre molto rumorosa.

DSP: Digital signal processor: processori nei quali la ALU è fatta per fare operazioni per i canali dei segnali.

## CPU

64

- Uno o più  $\mu P$  da 8-16-32 bit di dato
- ROM
- RAM
- Memorie di massa (a cassette)
- Compiti:
  - gestione
  - comunicazioni
  - procedure di acquisizione
  - esecuzione algoritmi.
- backup coldo
- Personal Computer
- Sistemi distribuiti.

## Unità di acquisizione dati

- Interfaciamento condizionamento (cablaggio di ingresso, attenuatori, amplificatori, filtri (analogici), debouncer (digitali))  
per evitare glitch e spikes
- Multiplexing
- Acquisizione: 

campionatore	} analogici	
convertitore A/D		} digitali
convertitore		
- Interfaciamento



## Circuiti condizionamento:

- Problemi dovuti ai sensori:
  - impedenza di uscita
  - tensione bilanciata - sbilanciata
  - ampiezza del segnale
  - disturbi
- Preamplificazione
  - isolamento di impedenza
  - isolamento (a trasformatore o con optoisolatori).
  - ingresso differenziale
- Instrumentation amplifier
  - alta reiezione ai disturbi di modo comune (CMRR)
  - alta impedenza d'ingresso
  - ingresso differenziale
  - elevate linearità, bassi offset e deriva
  - guadagno programmabile.
  - accuratezza garantita dal costruttore.
- Problemi dovuti a collegamenti:
  - resistenza in serie o in parallelo
  - disturbi di rete
  - disturbi elettromagnetici
  - Anelli di massa.

## Soluzioni:

- cavi corti e di uguale lunghezza
- cavi vicini tra loro
- cavi intrecciati e schermati
- cavi lontani da fonti di disturbo
- more analogica e digital separate
- accorto collegamento con preamplificazione
- conduttori in fibre ottiche.

## Condizionamento

### Problemi di filtraggio:

- rumore stocastico: componenti ambiente
- rumore deterministico
- Aliasing durante il campionamento (componente d'incertezza)

### Soluzioni:

- filtro passa basso
- filtro passa banda
- modulazione e filtri demodulatori

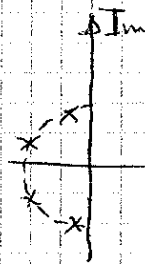
L'aumento del numero dei poli comporta la rotazione delle fasi e quindi il segnale rimane distorto. Inoltre si ha una attenuazione del segnale.

### Tipi di filtri:

- Passivi
- Attivi
- a capacità costate commutate

#### Filtri passa basso

Filtri Butterworth:  $n$  poli pari. Mette



$n$  poli su un semicerchio. Hanno risposta nella parte bassa abbastanza piatta e una risposta allo stop band simile al diagramma asintotico.

Filtri all'Chebyshev: filtri che hanno una rotazione di fase alle freq. di banda molto rapida. Risposta di modulo non piatta.

Filtri ellittici: fanno riferimento alle equazioni di Bessel.

## Multiplexing

- A stato solido, molto veloci, ma  $R_{on} \neq 0$  e  $R_{off} \neq \infty$ , anche sono variabili con la temperatura.
- Elettronica  $R_{on} \approx 1 \text{ m}\Omega$   $R_{off} \approx 65\Omega$ , ma sono lenti. Il più veloce sono i relè, che hanno freq. di comm. del ordine del kHz. Problema del telefono (questo deve chiudere un bollo in  $10^{-3}$  di volte).

## Acquisizione

- si può mettere un amplificatore per strumentazione prima dell'amplificatore.
- in qualche caso si mette un amplificatore a interruzione S&H, ma è costoso.

Convertitore A/D - risoluzione: 6-22 bit (errori quantizzati)

- Accuratezza (1-2 LSB)
- Tipo di conversione: spot e anche in un intervallo di tempo.
- Tempo di conversione: da  $n$  a  $n+1$  e  $n$  a  $n-1$  secondi.

- Tipi:
- o flash (parallelo)
  - o appross. successive (poco costosi, e più usati)
  - o inseguimento

Di solito solo è conversione tensione / frequenza

- o e sempre sono di tipo oppt
- o e sempre integrazione
- o e integrazione con
- o ibridi: usano sia elvete e bas costo

BUS SERIALE

- o Non normalizzati } analoghi a INTF.
- o Normalizzati

INTERFACCIA verso OPERATORE

- o Video, grafici, minich output
  - o pulsanti e tastiere input
- } RS232C

INTERFACCE TRA BUS

- o Parallelo / parallelo
- o " / seriale
- o seriale / parallelo

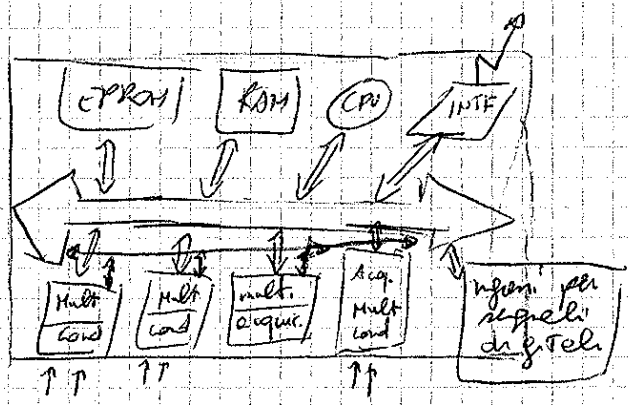
CONCENTRATORE Un certo numero di elvati di cui abbiamo parlato, ma ricolti in un piccolo spazio

- o concentratore principale
- o n concentratori remoti.

TIPi di ARCHITETTURE

- 1) sistemi monoschede
- 2) 1 solo concentratore
- 3) 1 concentratore principale e un certo numero di conc. remoti?
- 4) Solo concentratori remoti.

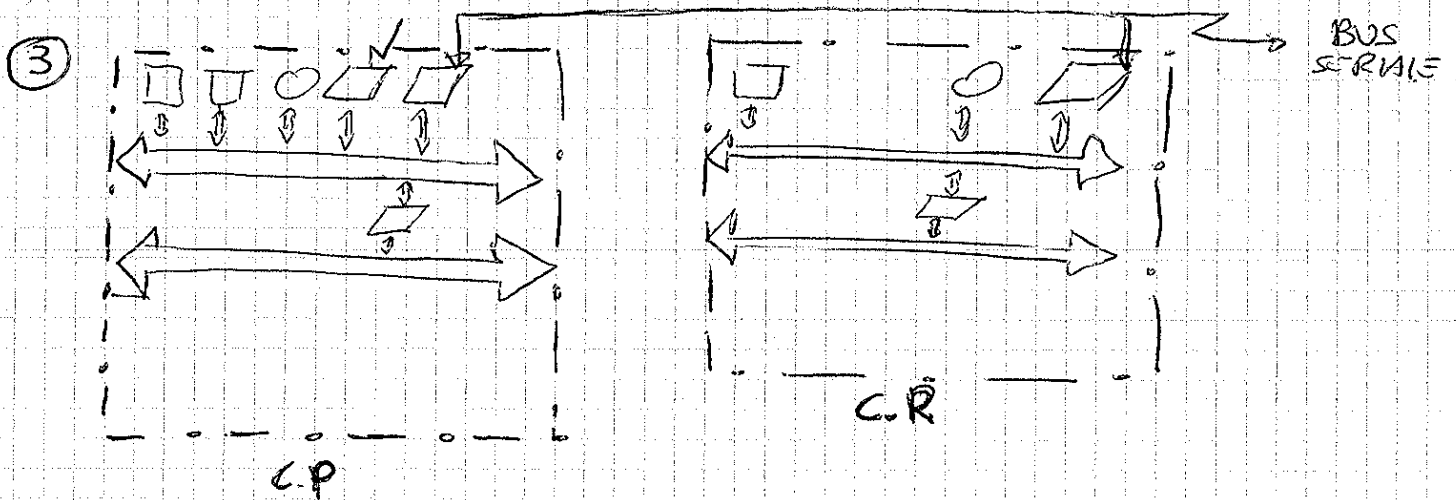
②



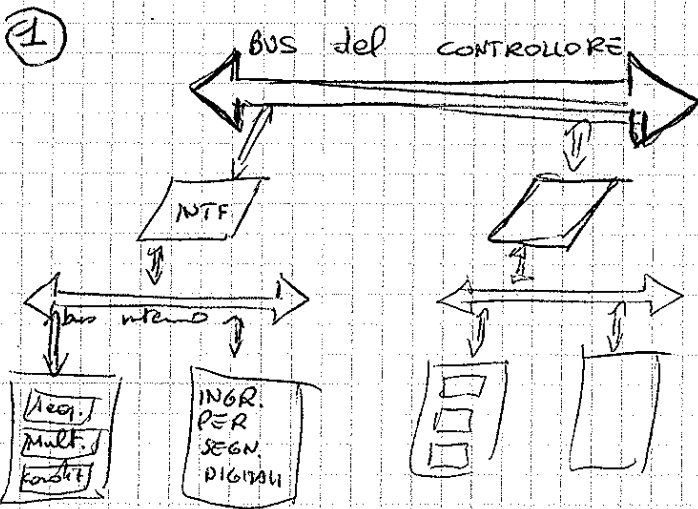
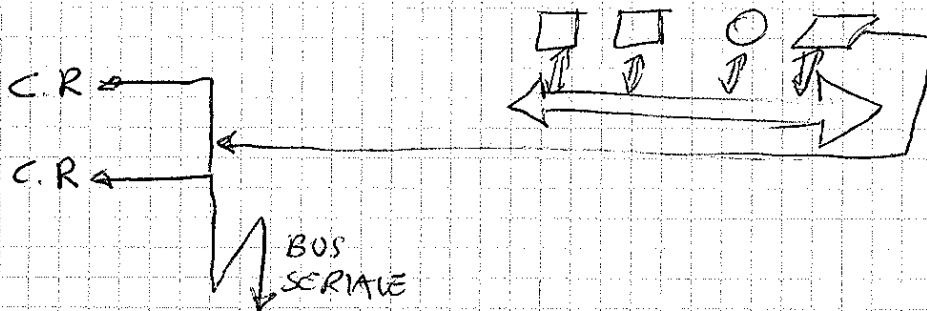
bus analogico deve rispondere a specifiche molto restrittive.

Sul bus inteso come informazione di tipo informatico (sono tante, la freq è elevata, i tempi non sono critici), e di tipo mistico (dati a freq. più lente, ma sono critici come tempi). Se utilizzati dei dot

in modo massiccio i dati devono essere mandati contemporaneamente.  
 Possiamo adoppiare le due bus in 2 parti: BUS CPU e BUS DATA.  
 In quest'ultimo si soddisfano le esigenze delle schede di acquisizione dati.



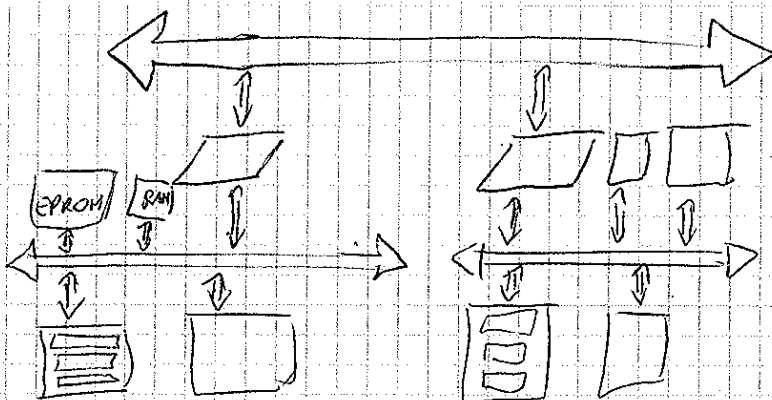
④ il concentratore primario diventa oggetto informatico



Talvolta, anzi molto spesso, il condizionatore va verso l'esterno.

Questo tipo di scheda non ha intelligenza. È una scheda senza CPU.

Schede con CPU



ti costano, ma si sommano e l'intelligenza del controller è quella del  $\mu P.$  e delle schede.

le architetture sono combinate dagli elementi.

## SOFTWARE APPLICATIVO

In un sistema di acq. dati si hanno 2 tipologie di software:

- Il software di base (Sistema Operativo) - Bisogna scegliere un OS che garantisca la temporizzazione di un certo numero di operazioni (dove serve REAL TIME). Tipi: Windows, Linux non sono in real time. Di solito si prende Windows e si finisce il Kernel in modo tale che un certo numero di operazioni non passano per Windows.

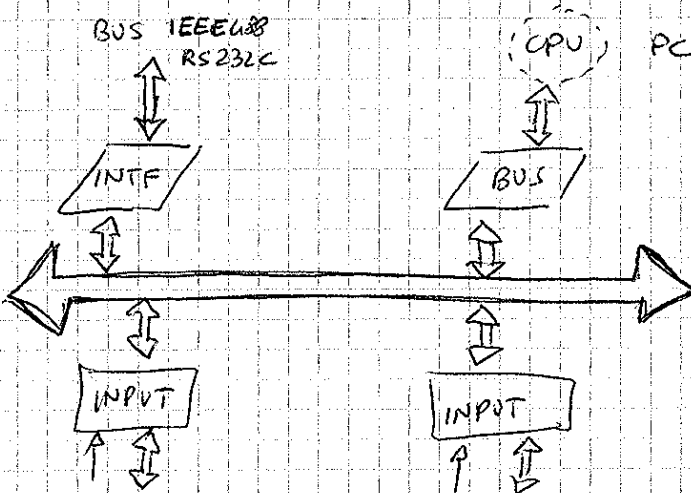
- software applicativo:

- o 1<sup>a</sup> generazione: Dava drivers con vari linguaggi, librerie. "Lab Driver"
- o 2<sup>a</sup> generazione: - shell per la generazione di programmi di acquisizione attraverso menu: Linguaggio C, Quick Basic "Lab Windows"
  - Acquisizione ed immissione dati nelle tabelle elettroniche: "Messure"
  - Procedimenti di acquisizione ed elaborazione comandati da menu: "labtech", "Notebook", "Asyst", "Postsp".
- o 3<sup>a</sup> generazione: creazione dello STRUMENTO VIRTUALE con menu, interfaccia, icone, ecc... "Lab VIEW".

## Esempi di strutture architetture

### 1) DATA LOGGER

1 cassetto



Tensioni analogiche, temperature, rotari a passo, encoder, ecc.

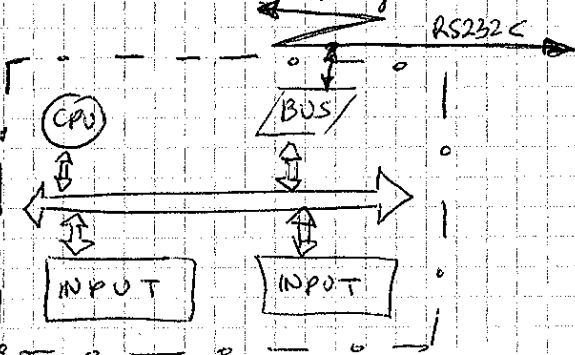
### 2) MICROMAC

8-16 cluster

inventato dalla ANALOG DEVICES

è diviso in concentratori collegati tra loro con BUS SERIALE RS232C a 19200 bit/s.

600 comandi analogici  
512 " " digitali



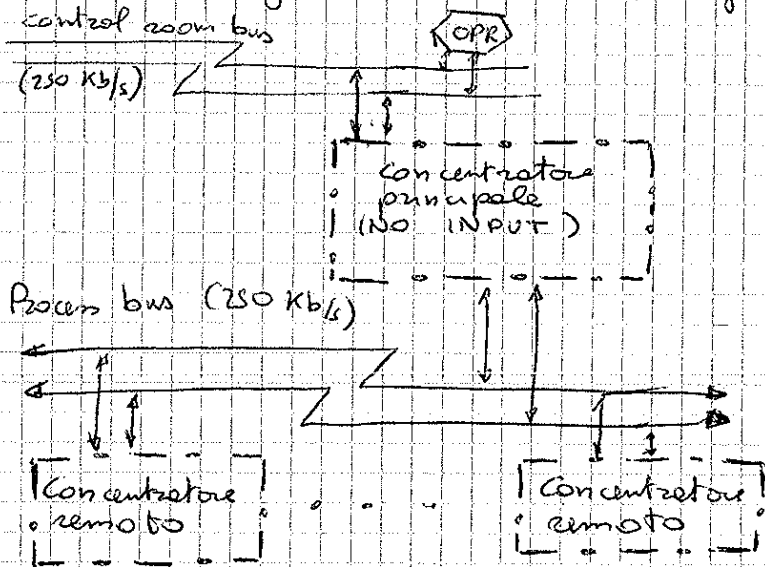
convertitori A/D a integrazione  
condizionatori e piggy back

Schede ben protette dalle intrusioni esterne e livello di talco.

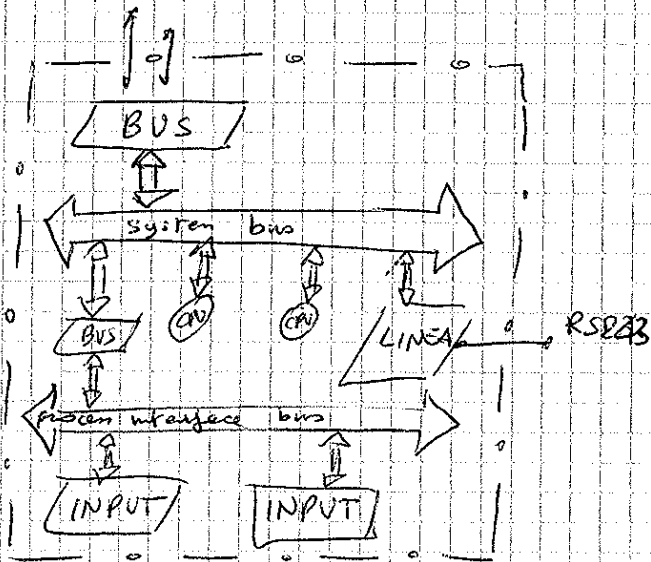
La CPU è programmabile.

### 3) DAMATIC migliaia di canali analogici e digitali.

2 BUS in back up caldo

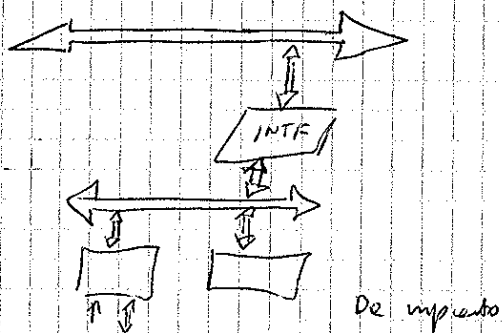


Il concentratore remoto è fatto così:



Se un concentratore viene sostituito e uno deve rimanere ed i 2 devono comunicare ~~per~~ hanno a disposizione una linea diretta con BUS seriale RS232.

### 4) NATIONAL INSTRUMENTS



Schede:

- MIO per segnali analogici
  - 12/16 bit - 8/16 canali
  - $f_{max}$ : 100 KHz - 1 MHz
  - tensione:  $\pm 10$  V
- DIO segnali digitali TTL...