INGEGNERIA E TECNOLOGIE DEI SISTEMI DI CONTROLLO

DOMANDE D’ESAME

# Immagine che contiene testo, schermata, linea, Carattere Descrizione generata automaticamenteChe cos’è la piramide dell’automazione e quali sono i livelli?

Risposta

La piramide dell’automazione è un’astrazione che permette un’organizzazione modulare e gerarchica dei sistemi di controllo. I tre livelli della piramide sono: gestione, supervisione e controllo. (Il grado di automazione è diverso ad ogni livello e il flusso di informazioni tipicamente verticale)

Abbiamo 2 tipi di controllo:

* + controllo diretto di variabili temporali R(z)
  + controllo Logico, di sequenze (eventi discreti)

# Immagine che contiene testo, diagramma, linea, Parallelo Descrizione generata automaticamenteQuali sono i vincoli gerarchici nella piramide dell’automazione? / Nell’architettura funzionale normalmente utilizzata per descrivere il livello “dei controlli” della “piramide dell’automazione” quali sono i vincoli gerarchici tipici?

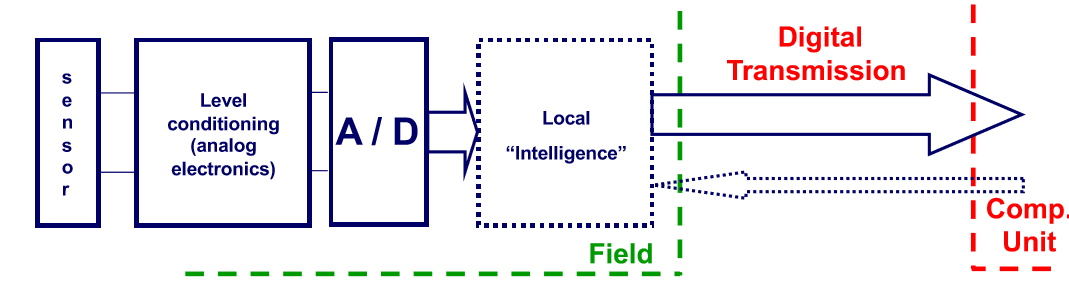
Risposta

* Abbiamo 2 tipi di controllo:
  + Controllo logico
  + Controllo R(z)
* I vincoli sono
  + un controllo logico non può essere comandato da R(z)
  + un controllore non può essere comandato da più di un controllore, può avere un solo Master.

1. Computing units communication system: sono digitali e possono essere

* Punto a punto, mimando spesso gli schemi funzionali, sta prendendo sempre più piede perché aiuta a semplificare il cablaggio, ma hanno un bus condiviso dove si può congestionare dato che si può avviare solo una comunicazione alla volta
* Bus dove vi è un unico sistema di interconnessione a contatto con tutti i vari componenti (anche detti NET, sono infrastrutture di rete). I punto a punto sono realizzate ad hoc, invece tra i sistemi di comunicazione standardizzati i bus sono predominanti. Si possono avviare più connessioni alla volta

1. Definizione di sensore: Il sensore è un trasduttore di segnale che ha lo scopo di misurare una grandezza di interesse di un sistema. In uscita si ha una grandezza nel dominio della unità di controllo (tipicamente elettrico).



1. Definizione di attuatore: convertono segnali di controllo verso azioni fisiche sull’impianto
2. Definizione di trasduttore: dispositivo fisico realizzato per correlare tra loro variabili, grandezze che appartengono a domini fisici distiniti (differenti in tipo e/o livello di potenza):

si dividono in:

* Potenza: dove la conversione è focalizzata in conversione di potenza con una certa efficienza (tendente a 1) in tale caso ingresso e alimentazione cooincidono
* Segnale dove il focus è il trasferimento di un contenuto informativo tra le due grandezze. Alimentazione e ingresso possono essere più o meno separati. Il contenuto informativo è rappresentato dall’andamento nel tempo della grandezza.
* Sensore è trasduttore di segnale che ha lo scopo di misurare una grandezza di interesse di un sistema. In uscita si ha grandezza nel dominio dell’unità di controllo
* Attuatore è trasduttore che ha lo scopo di tradurre un segnale di comando (tipicamente bassa potenza) in un'azione imposta sul sistema da controllare (alta potenza). Quindi in ingresso si ha segnale di comando (alias di controllo) nel dominio fisica dell'unità di controllo, mentre in uscita si ha l’opportuna azione sull’impianto

1. Classificazione dei sensori: i sensori si dividono in:

* Analogici: trasferiscono verso il dominio in uscita per intero il contenuto informativo ottenuto in ingresso (con variazione di tipo o a scala)
* Logici: in uscita è trasferita solo una porzione del pieno contenuto informativo (quantizzando e campionando)

Si possono dividere ulteriormente in:

* Autoeccitanti: non hanno alimentazione isolata e si alimentano perturbando l’ingresso stesso
* Modulanti: è presente alimentazione esterna. La variabile misurata modula l’alimentazione verso l’uscita

1. **Fornire una definizione succinta di *errore sistematico***.

Risposta:

L’errore sistematico, a parità di condizioni, si ripresenta sempre uguale. Può essere descritto in termini deterministici. Tipicamente l’errore sistematico è costante nel tempo oppure funzione di particolari grandezze come la temperatura. Gli errori sistematici possono essere:

* + **parametrici** (errore di offset, errore di guadagno) ovvero mantengono la forma della caratteristica ingresso-uscita.
  + **non parametrici** ovvero non mantengono la forma della caratteristica ingresso-uscita.

1. **Fornire una definizione succinta di *errore aleatorio***. Risposta

L’errore aleatorio (randomico), a parità di condizioni, **non** si ripresenta sempre uguale. Può essere descritto in termini probabilistici. Un esempio è il rumore termico dei circuiti. Si esprime in % sul fondo scala. Può essere filtrato.

***SENSORI DI TEMPERATURA***

# Le termoresistenze sono sensorie autoeccitanti?

Risposta

**NO**, Questi sensori basano il loro funzionamento sull’effetto termoresistivo ovvero variazione della resistività di un materiale causata dalla variazione di temperatura. I materiali usati sono i metalli. Le termoresistenze **RTD (Resistance Temperature Detector)** non sono autoeccitanti perché richiedono una sorgente di energia aggiuntiva, ovvero richiedono un circuito per la trasformazione della resistenza in tensione.

|  |  |
| --- | --- |
| Pro: | Contro: |
| – linearità caratteristica statica | – elevato costo |
| – elevata stabilità ed accuratezza | – autoriscaldamento |
| – errore sistematico piccolo | – bassa sensibilità |

1. **Su quale tipo di principio fisico si basa il funzionamento delle *termocoppie***? Risposta

Le **termocoppie** si basano sull’effetto Seebeck (effetto termoelettrico) nel quale una forza elettromotrice *E* è generata dalla differenza di temperatura di una coppia di metalli diversi saldati alle due estremità (giunzione calda, giunzione fredda). La termocoppia può avere:

giunzione esposta, giunzione protetta a terra, giunzione protetta isolata →è un sensore auto-eccitante.

|  |  |
| --- | --- |
| Pro: | Contro: |
| – robusti | – caratteristica non lineare |
| – poco costosi | – segnali bassi |
| – elevati range di temperatura | – bassa sensibilità |

# Nelle misure di temperatura tramite termocoppia è necessario tenere conto della temperatura ambiente? Perché?

Risposta

Nelle termocoppie, sfruttando l’effetto Seebeck, abbiamo bisogno di due temperature: quella del giunto caldo (che vogliamo misurare) e quella del giunto freddo. Non conosciamo però il valore effettivo di quest’ultima. Dal punto di vista ideale vorremmo che la temperatura del giunto freddo fosse 0, in tal modo la misura che si effettua e la differenza tra 0° e la temperatura che misuro. In realtà questa temperatura è la temperatura ambiente. Si va ad aggiungere un secondo sensore che va a misurare questa temperatura e in base a questa si fa la compensazione. Occorre tenere conto della temperatura ambiente per l’effetto Seebeck che dà una differenza di potenziale, proporzionale non linearmente alla differenza di temperatura fra la giunzione calda e quella fredda.

N.B. vedi anche **problema giunzioni parassite**. Devo avere fili conduttori dello stesso materiale di quello dei metalli della termocoppia e temperature degli estremi di collegamento uguali. Se voglio avere fili conduttori più lunghi dovrò avere invece due metalli M1 e M2 diversi con un basso effetto seebech per avere perdite trascurabili. (altra info generale: cavi twistati per ridurre effetto di campi Magnetici variabili, schermatura contro campi Elettrici variabili)

**Termoresistenze (RTD)**

Car lineare R(T) = R0\*(1 + αT) con un range di T calcolo una certa ΔR e di conseguenza calcolo la mia ΔV (necessario un circuito per convertire ΔR in ΔV), problema errore grande per bassa sensitività con conseguente spostamento della misura di Vm lontano da Iref (generatore).

* Metodo Volt- amperometrico, problema regolazione di elevato Offset risolubile con Catena di Amplificazione furba oppure
* utilizzando il ponte di Wheatstone (soluzione a basso costo conveniente solo talvolta dato che potrebbe sì togliere l’offset ma deteriorare la caratteristica lineare approssimandola troppo), non lineare dato che la differenza di temperatura è al denominatore, vantaggi: assenza di un offset, è più facile fare i riferimenti in tensione. Contro: relazione lineare solo quando la variazione di resistenza è molto piccola rispetto al valore nominale di resistenza Contro>Vantaggi.

Immagine che contiene diagramma, linea, Piano, Diagramma

Descrizione generata automaticamenteImmagine che contiene schermata, testo, diagramma, linea

Descrizione generata automaticamentePosso utilizzare un cavo in più in modo da distribuire al meglio le resistenze parassite.

# 13)

# Ho un Opamp che satura a +/- …Volt. Riusciamo ad operare in tutte le condizioni che abbiamo sulla Rv garantendo una Iref di …mA?

NO Se tale condizione è verificata, perché andremmo in saturazione: (Rvmax+Rref) Iref > Vsat

## SENSORI DI CORRENTE

* A shunt resistivo → autoeccitanti (non ho bisogno di un’alimentazione ulteriore per generare la tensione), no isolamento galvanico →usati in inverter a basso costo dove questo non è richiesto.
* Ad effetto hall (i sensori di corrente ad effetto hall sfruttano tale effetto non per rilevare un campo, ma per rilevare una corrente attraverso una misura di campo.) → modulanti, possono misurare correnti continue.

I sensori ad effetto hall possono essere realizzati in catena aperta o in catena chiusa, misurando la corrente in due modi diversi. Nel primo caso si ha come grandezza d’uscita una tensione isolata mentre nel secondo caso si ha una corrente di minore intensità ed isolato. N.B in catena chiusa, a differenza che nell’aperta, non ho la dipendenza diretta dalla Iref.

* A trasformatore amperometrico (TA)

Il trasformatore amperometrico non può misurare correnti continue perché ha una struttura a trasformatore quindi funzionano solo con una variazione di flusso che si ottiene solo con una corrente variabile nel tempo (sinusoidale). Con il rapporto N2/N1 si può modificare la dissipazione sulla resistenza a valle. Maggiore è il rapporto, minore è la corrente sul secondario e quindi minore la dispersione sulla resistenza.

Effetto positivo: Isolamento Galvanico.

1. **È possibile misurare *correnti continue* con un sensore di corrente a effetto HALL realizzato in open-loop**? **SI’**.
2. **È possibile misurare *correnti continue* con un sensore di corrente a effetto HALL realizzato in close-loop**?

**SI’**.

1. **È possibile misurare *correnti continue* con un sensore di corrente TA (a trasformatore amperometrico)? NO**.

## SENSORI PER GRANDEZZE MECCANICHE

1. **Caratteristiche *POTENZIOMETRO e TRASFROMATORE DIFFERENZIALE LINEARE (LVDT)***

Il **potenziometro** è un sensore di posizione in cui la grandezza che viene misurata è una rotazione o trasformazione lineare. La grandezza d’uscita è una tensione che viene ottenuta da un riferimento fisso (sensore modulante) la cui precisione va a influenzare quella della misura.

**LVDT**: sensore di posizione in cui la grandezza misurata è uno spostamento lineare di una parte mobile. Essa si muove per il principio di induzione elettromagnetica Errore Dinamico come nei resolver (Quadratura segnale spurio riduzione; Demodulazione coerente  eliminazione)

È fornita una tensione sinusoidale in ingresso. La grandezza d’uscita è una tensione modulata. Per non avere un motore lineare dovremo garantire le seguenti condizioni:

* Sensore modulante
* NO correnti su S1 e S2 (sono sulla parte fissa)
* Parte mobile con il complessivo delle riluttanze costante

1. **Cos’è un *RESOLVER***?

Il resolver è un sensore di velocità e di posizione di tipo modulante che ha come grandezza d’ingresso una rotazione mentre in uscita segnale analogico modulato. Sfrutta il principio di induzione elettromagnetica  la rotazione genera tensioni addizionali compromettendo la misura **errore dinamico** ridotto con un’alta frequenza d’eccitazione e una demodulazione coerente, che sfrutta le caratteristiche della portante.

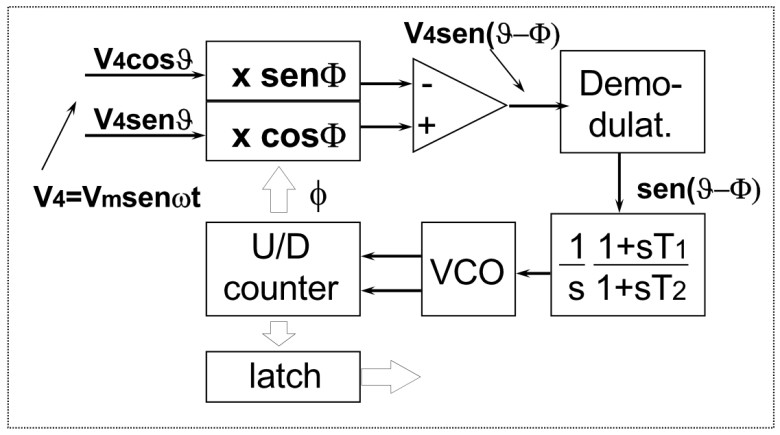
Principio di funzionamento: Si hanno 2 avvolgimenti fissi che generano il campo magnetico che si concatena con altri 2 avvolgimenti che fungono da sensore. Abbiamo che il campo è generato da due avvolgimenti e abbiamo 2 sensori.

Il resolver misura una posizione angolare, è un sensore modulante analogico (una sinusoide è modulata e restituita in uscita) basato sul principio di induzione. Questo sensore è implementato come trasformatore rotante, dove l’accoppiamento magnetico tra primario e secondario dipende dalla posizione angolare tra i due. Primario e secondario si possono descrivere come due bobine (una fissata e una mobile) dove θ è l’angolo tra i loro due assi magnetici (ortogonali alle aree delle due bobine, le due spire).

Nota bene: Non può lavorare con tensioni di generazione Vg continue perché, come nel trasformatore, abbiamo bisogno di tensioni con andamento sinusoidale altrimenti si avrebbe un flusso magnetico tendente all’infinito ovvero dovrei dare una potenza infinita per lavorare a Vg continue. (va bene per richieste di medie prestazioni)

|  |  |
| --- | --- |
| Pro: | Contro: |
| – sensore assoluto nel giro | – richiede una tensione di riferimento sinusoidale |
| * buon funzionamento in ambienti ostili * costo contenuto | * l’uscita è una funzione non lineare della posizione * è richiesta demodulazione * presenza di spazzole |

1. **Cos’è un *RESOLVER DIGITALE*?**



Il resolver DIGITALE è un dispositivo in retroazione che genera una stima dell’angolo direttamente in digitale. Con esso mantengo il segnale utile eliminando quello spurio con una demodulazione coerente.

La rete 𝟏 ∗ 𝟏+𝐬 𝐓𝟏 è un **regolatore per stabilizzare** il sistema ovvero è una **rete d’anticipo** che serve per

𝐬 𝟏+𝐬 𝐓𝟐

recuperare fase, per riuscire ad avere un margine di fase positivo.

# Nel Resolver to Digital Converter l’uscita è digitale o analogica? Digitale

1. **Cos’è un *ENCODER***?

È un sensore di velocità e posizione che ha come grandezza d’ingresso una rotazione o uno spostamento lineare. La grandezza d’uscita è un segnale logico o un numero digitale rappresentativo della misura. È un sensore modulante e si basa sull’effetto fotoelettrico.

**Encoder Rotativo Assoluto:** misura la posizione assoluta in un giro, valore digitale a n bit.

|  |  |
| --- | --- |
| Pro: | Contro: |
| * uscita digitale direttamente utilizzabile dall’unità di elaborazione * sensore assoluto nel giro | – costo elevato, crescente con la risoluzione |
| – non necessita di azzeramento |
| * mantiene l’informazione anche in assenza di alimentazione * più precisi del resolver |

**Encoder Rotativo Incrementale**: ha come uscita una sequenza di impulsi che fornisce una misura di rotazione incrementale. È molto comune nei motori elettrici. Possiede 3 forcelle ottiche: 2 forcelle A e B sfasate e una forcella che legge la tacca di zero. Per discriminare il verso di rotazione vado a vedere le fasi.

**N**.B **Encoder lineari**: Usano lo stesso principio. 1^ caso A prima di B, quando occorre un fronte di salita B è sempre 0. 2^ caso A dopo B, quando occorre un fronte di salita B è sempre 1. Risoluzione: il quarto di passo. Per evitare problemi come le vibrazioni è sempre meglio contare tutti i fronti, sia discesa che salita.

|  |  |
| --- | --- |
| Pro: | Contro: |
| * costo contenuto * Incremento di costo limitato con aumento della risoluzione | * sensore incrementale * perde l’informazione di posizione in assenza di alimentazione * necessita di azzeramento, perdita d’informazione quando è spento |

Come seleziono un encoder? Frequenza limite di lettura per avere slew rate limitati.

Rumorosità data da errori aleatori di quantizzazione. Misura Δωse riduco il tempo di campionamento aumento le incertezze! (dirett prop al passo, inversamente al Ts)

**Encoder Seno/Coseno**: ha come uscita un valore digitale ad n bit + una coppia di segnali analogici seno/coseno; è una misura di posizione assoluta in un giro. Riduco ulteriormente il passo dell’encoder. Il grado di opacità delle due forcelle ottiche sfasate di ¼ di passo varia sinusoidalmente (per questo più costosi).

|  |  |
| --- | --- |
| Pro: | Contro: |
| – elevatissima risoluzione | – costo elevato |
| – sofisticata elettronica di acquisizione |

# Nell’ encoder sin/cos’ è necessario ricostruire informazioni usando dei segnali seno/coseno? SI

**È presente errore dinamico?** NO, non dobbiamo fare nessuna demodulazione.

**ESTENSIMETRO:** Sensore che misura la deformazione (Relativa rispetto ad una lunghezza nominale: ε = ΔL/L) che riceve in ingresso e fornisce in uscita una variazione di Resistenza. Può essere a film metallico o a semiconduttore. Il secondo è più sensibile alle deformazioni ma ha più errore di guadagno.

* Ponte intero di Wheatstone con 4 estensimetri matchati per avere una relazione lineare e reiezione degli effetti di temperatura.
* Gage factor GF = ΔR/R / ΔL/L = ΔR/R / ε ; Vout = Vref \* GF\* ε  Vout = Vref \* ΔR/R

1. **Qual è lo scopo della *catena di acquisizione***?

La catena di acquisizione è una catena di amplificazione, tipicamente differenziale, che ha lo scopo di convertire il segnale ottenuto dal sensore in un segnale di tensione compatibile con il range dell’ADC. Lo scopo funzionale principale è la realizzazione del guadagno A e della tensione di offset. (mappatura).

𝐕𝟎 = 𝐀𝐗𝐢 + 𝐕𝐨𝐟𝐟

# Altre funzioni:

* campionamento
* filtraggio
* multiplexing

# Struttura di massima di una catena d’acquisizione:

1. **segnali single ended e differenziali:**

i segnali single ended: le tensioni di tutti i punti notevoli del circuito sono riferite a un riferimento comune COM (non necessariamente il GND terrestre)

I segnali differenziali: il contenuto informativo è contenuto in tensioni NON riferite al comune. In tal caso si differenziano le componenti:

Valgono per completezza:

ATTENZIONE: è vero come l'elaborazione del circuito insensibile a Vcm e con Vout=f(Vd), dove è Vd a contenere il contenuto informativo, è possibile (oltre che necessario) solo fino a quando Vcm è entro un certo range di gestibilità.

AD ESEMPIO: gli OPAMP (con CMMR non ideale) in ingresso non possono avere una qualsiasi tensione di modo comune, pena anche la rottura

|  |  |
| --- | --- |
| **Caratteristiche MUX** | **Caratteristiche CONVERTITORE A/D** |
| È costituito da n ingressi,1 sola uscita (single ended o differenziali). Consente l’uso di un  solo ADC | Converte la tensione che arriva V0 in una parola digitale a n bit |

Caratteristiche generali elettronica di condizionamento:

Attenzione alle impedenze di uscita di S1 e di ingresso di S2, alle saturazioni, a non avere bande passanti troppo larghe. Problematiche di amplificazione differenziale ( no resistenze con stesso coeff. termico, effetti parassiti )

 difficile abbinare elevato CMMR con elevato Gai, introduzione I.A. composto da due parti:

* + Front – End che amplifica e dà un’impedenza elevata (amplifico)
  + Amplificatore Differenziale per alto CMMR avendo R tutte uguali, matchate tra loro

N.B. Per non avere problemi non introdurre Rg esterna per cambiare Gain, perderei le proprietà di matching. Se la Vcm del primo stadio è troppo elevata potrei non riuscire a reiettarla, ricordati di guardarla a valle del Front – End per non andare in SAT! Le correnti di Bias dovranno chiudersi verso il RIF comune dell’alimentazione. Il ramo di retroazione è lasciato aperto dal costruttore e integrato con nome di Sens, negli esercizi lo dovrai sempre chiudere. Solitamente per il mapping prima amplifico, poi tolgo/aggiungo l’offset. Uso un unico ADC se ho un MUX.

* + Campionatore: dispositivo elettronico per mantenere una tensione fissa quando farò la conversione A/D.
    - Interruttore aperto  l’uscita mantiene l’ultimo valore di tensione che era stato caricato
    - Interruttore chiuso  mi riaggancio all’ingresso con Vin.

# È consigliabile inserire un filtro analogico a valle di un multiplexer analogico? Perché?

Risposta

L’utilizzo dei filtri è indispensabile per la limitazione della banda passante, in particolare sono necessari per eliminare il rumore ad alta frequenza e per contrastare il fenomeno dell’aliasing. Tali filtri vanno posizionati SEMPRE A MONTE del MUX in quanto, in caso contrario darebbero luogo a costanti di tempo molto superiori ai tempi di acquisizione dell’ADC che comprometterebbero le prestazioni temporali di conversione.

# Qual è lo scopo del convertitore? Quali sono i problemi a cui è legato? Risposta

Il convertitore converte i segnali analogici in ingresso in una parola ad n bit: si dovrà attuare un’operazione di troncamento dei numeri interi:

𝐭𝐫𝐮𝐧𝐜 ( 𝐕 – 𝐕𝐦𝐢𝐧 ∗ 𝟐𝐧) − 𝐨𝐟𝐟𝐬𝐞𝒕

𝐕𝐦𝐚𝐱 – 𝐕𝐦𝐢𝐧

Una parola digitale corrisponde alla rappresentazione in base 2 del numero intero. I problemi sono relativi alla quantizzazione in ampiezza che è inevitabile nel passaggio da analogico a digitale e ciò comporta perdita di informazioni (errore di quantizzazione che è tanto minore tanto più elevata è la risoluzione del convertitore)

1. **Cosa accade se eliminiamo il *campionatore (Sample and Hold)* dalla catena di acquisizione? Se invece aggiungiamo un Sample and Hold per ogni canale?**

Risposta

Se eliminiamo il Sample and Hold avremo delle dinamiche lente.

Se aggiungiamo il Sample and Hold per ogni canale avremo un campionamento sincrono.

# MicroControllori e DSP

Risposta

𝝁𝑪: sono speciali microprocessori per il controllo digitale ottimizzato, in essi ci sono unità HW aggiuntive che Danno vantaggi in ordine di costo e ingombro. Sono costituiti da: memoria (ROM, EPROM, RAM); convertitore D/A; convertitore A/D; gestione di eventi (timers); porte di I/O. L’interfaccia di comunicazione presente è seriale (SPI o SCI)

**DSP**: particolare tipo di processore progettato per minimizzare i costi dell’elaborazione dei segnali digitali. Sono adatti alle soluzioni di controllo dipendenti dal tempo R(z), NON per il controllo logico.

# Quale è la differenza principale tra i microcontrollori e i microprocessori general-purpose?

Risposta

I microcontrollori hanno anche dell’HW aggiuntivo al loro interno: memorie, interfaccia input/output, convertitore A/D, convertitore D/A → si usano nei sistemi embedded

I microprocessori invece, si usano nei general-purpose, e fanno solo l’elaborazione. Vanno quindi aggiunte tutte le periferiche.

1. **Il DSP è adatto a supportare il controllo logico?** NO**. controllo R(z)?** SI, è infatti specializzato in questo e per questo usato nei controlli più onerosi.

## Cos’è un SISTEMA DI ELABORAZIONE DIGITALE REAL TIME?

Risposta

Un sistema per la manipolazione dell’informazione che debba fornire risultati/risposte entro certi tempi, per cui devono essere garantite due tipologie di correttezza:

* correttezza logica: i risultati/le risposte sono quelli previsti;
* correttezza temporale: i risultati devono essere prodotti entro certi limiti temporali. Esistono 2 tipi di sistemi:
* Sistemi **hard real time**: il non rispetto delle deadlines non è ammissibile
* Sistemi **soft real time**: il non rispetto delle deadlines è ammissibile (accettabile degrado performance). In generale i sistemi real time complessi saranno ibridi hard/soft. (stretto/largo diverso da hard/soft)
* Vi saranno deadline inderogabili
* Mentre altre non saranno stringenti

# Quali sono le due principali tipologie di attività che generalmente sono implementate nei sistemi real-time?

Risposta

* Attività di tipo **trasformazionale** (l’attività è avviata quando accade un certo evento, le risposte vengono fornite al termine dell’applicazione). Sono attività caratterizzate dall’assenza di interazione tra ambiente e applicazione.
* Attività di **tipo reattivo** (l’applicazione riceve eventi e produce risposte durate tutto il corso dell’esecuzione).

Sono attività caratterizzate dalla continua interazione tra ambiente e applicazione.

**SISTEMI REAL TIME**

I sistemi real time possono dover eseguire più attività in parallelo. In questo caso il time scope ovvero l’intervallo di tempo tra il momento in cui è richiesto il servizio e quello in cui deve essere fornito, di più attività si sovrappone. L’esecuzione parallela dipende dall’architettura HW utilizzata: - monoprocessore (parallelismo logico ma non reale) - multiprocessore (parallelismo logico e reale).

# Qual è l’obiettivo della programmazione concorrente? Quando è necessaria?

Risposta

L’obiettivo è dare una infrastruttura che maneggi un parallelismo logico senza un esplicito management dentro i task. Il parallelismo logico è gestito con la programmazione concorrente (necessaria se il numero di task è maggiore (>) del numero delle CPU o se le diverse attività agiscono su risorse condivise come memoria e periferiche).

1. **Cosa si intende per *algoritmo di scheduling***? Risposta

Elemento centrale della programmazione concorrente sono gli ALGORITMI DI SCHEDULING che decidono quali task eseguire quando ce ne sono vari attivi. Gli ALGORITMI DI SCHEDULING influenzano pesantemente il rispetto delle DEADLINE

# L’algoritmo di schedulazione di tipo real time denominato “Timeline Scheduling” è di tipo off-line, preemptive? Se la risposta è negativa, di che tipo è l’algoritmo suddetto?

Risposta

L’algoritmo di schedulazione denominato timeline scheduling è di tipo offline non preemptive. Si basa sulla divisione del tempo in time slices assegnate in modo fisso ai task.

# In che condizioni usando l’algoritmo di schedulazione RMPO si possono ottenere gli stessi risultati

**dell’algoritmo EDF? Per quale motivo potrebbe essere preferibile usare, quindi, l’RMPO invece dell’EDF?**

Risposta

L’algoritmo RMPO per task con Ti armonici porta alla stessa schedulazione di EDF. Tramite i task armonici allora si può abbinare efficacia ed efficienza. (L’RMPO è computazionalmente più efficiente di EDF ma può risultare in pratica meno efficace.)

# Per cosa vengono usate le 2 attività Real Time?

Risposta

1. **Relazioni tra i *Sistemi di Controllo*** *e i* ***Sistemi Real Time***. Risposta

I sistemi di controllo svolgono 2 attività:

* controllo diretto di variabili temporali (controllo time-driven: controllo digitale in retroazione di sistemi dinamici tempo-continui)
* controllo di sequenze: supervisione e gestione delle varie fasi di funzionamento dell’impianto da controllare. In generale, i controllori diretti di variabili temporali (R(z)) sono di tipo hard real time. Dead Line = Istante di campionamento successivo Time scope = tempo di campionamento I controlli di sequenze sono tipicamente applicazioni di tipo soft real time.

# Qual è l’obiettivo dei sistemi operativi Real Time?

Risposta

Il sistema operativo è l’elemento fondamentale per l’implementazione dei sistemi real time. L’obiettivo principale è il rilevamento degli eventi, la schedulazione dei task e la verifica del rispetto delle deadlines. Inoltre il sistema operativo effettua la gestione dei tempi: infatti i task lavorano senza coscienza diretta del tempo

1. **Cosa si intende per *modello di esecuzione***? Risposta

Il modello di esecuzione è ≠ da schedulazione. Si intende la rappresentazione dell’effettivo svolgimento nel tempo dell’esecuzione delle attività Real Time. Devo esplicitare tutti i tempi legati al sistema operativo, ecco perché non è una schedulazione. È l’unione di:

* eventi Real Time
* unità di elaborazione
* S. O real time.

# Quali sono le 2 tipologie di approcci a livello di SISTEMA OPERATIVO per rilevare gli eventi e schedulare i task nei SISTEMI REAL TIME?

Risposta

Ci sono due tipi di approcci:

– **TIME DRIVEN**:

Il Sistema Operativo non reagisce all’occorrere del singolo evento, ma è richiamato a intervalli periodici (detti tempo di scansione) dove tutti i dati/variabili di interesse sono campionati per poi individuare eventuali nuovi eventi.

|  |  |
| --- | --- |
| Pro: | Contro: |
| – Gestione a polling: HW più semplice | – Mancanza di flessibilità |
| – predicibilità |

# – EVENT DRIVEN:

Questo è l’approccio più intuitivo e flessibile, dove il Sistema Operativo reagisce solo all’occorrere degli event

|  |  |
| --- | --- |
| Pro: | Contro: |
| – prestazioni migliori: maggiori gradi di libertà | – complessità aumentata |

1. **Cosa si intende per *approccio EVENT DRIVEN***? Risposta

Con tale approccio ad ogni evento:

* S. O prende il controllo della CPU
* S. O analizza l’evento e decide quali task attivare
* S. O esegue l’algoritmo di scheduling
* S.O manda in esecuzione il task scelto

→ hardware complesso

1. **Cosa si intende per *approccio TIME DRIVEN***? Risposta

Con tale approccio non si reagisce al singolo evento ma il S. O è richiamato ad intervalli regolari di tempo per campionare la condizione di tutte le grandezze di interesse. Avremo un tempo di scansione definito come il tempo che intercorre tra due campionamenti successivi.

# Quali sono i requisiti per evitare perdita di eventi negli approcci TIME DRIVEN?

Risposta

1. – Frequenza di scansione 𝐟𝐬 = 𝟏

𝐓𝐬

> 𝐟𝐦𝐚𝐱

di evento

1. – Hardware necessario per memorizzare l’accadimento di un evento fino al campionamento più prossimo

# Qual è il tempo di risposta massima per TIME DRIVEN MONOTASK? Risposta

Il tempo di risposta massima rispetto ad eventi asincroni è 2Ts

# Come si sceglie il Ts per TIME DRIVEN MONOTASK?

Risposta

Nel caso di attività trasformazionali cicliche il Ts coincide con il periodo di ripetizione dell’evento d’innesco. Nel caso di applicazione reattiva le specifiche sono:

1 – 𝟐 ∗ 𝐓𝐬 ≤ 𝐓𝐢𝐦𝐞 𝐬𝐜𝐨𝐩𝐞 𝐦𝐢𝐧𝐢𝐦𝐨

1. – 𝐓𝐬 ≥ 𝐂𝐦𝐚𝐱 con 𝐂𝐦𝐚𝐱 : massimo tempo di calcolo
2. – 𝐓𝐬 ≤ 𝐝𝐢𝐬𝐭𝐚𝐧𝐳𝐚 𝐦𝐢𝐧𝐢𝐦𝐚 𝐭𝐫𝐚 𝐝𝐮𝐞 𝐞𝐯𝐞𝐧𝐭𝐢 𝐝𝐚 𝐬𝐞𝐫𝐯𝐢𝐫𝐞 𝐢𝐧 𝐬𝐞𝐪𝐮𝐞𝐧𝐳𝐚
3. ***ELABORATORI* DIGITALI *PER IL CONTROLLO (CONTROLLORI REAL TIME)***

# Quali sono le differenze principali tra i controllori embedded e controllori industriali?

Risposta

Esistono 2 tipologie di controllori real time:

1. – CONTROLLORI EMBEDDED

ovvero sistemi di controllo dedicati ad una particolare applicazione (o ad una classe ristretta). Possono essere time driven, event driven o ibridi. Prevalgono le attività hard real time (ad esempio regolatori standard PID).

1. – CONTROLLORI INDUSTRIALI

realizzati per coprire una vasta gamma di applicazioni di controllo (General Purpose) (esempio PLC, soft- PLC, DCS).

* + Tipicamente con architettura modulare a bus (detta a Rack)
  + Tipicamente le CPU utilizzate sono μP particolari e DSP
  + Tipicamente sono TIME DRIVEN (soprattutto nei PLC)
  + sono caratterizzati da configurabilità e modularità - elevate prestazioni e performance

Nota:

I controllori embedded sono dentro ai prodotti finali (che necessitano il controllo) I controllori industriali servono per controllare i sistemi di produzione.

I controllori embedded sono realizzati da costruttori/realizzatori di sistemi di controllo con HW, SO e Ambiente di sviluppo gestito dalla stessa azienda. L’ambito è l’automotive o azionamenti elettrici.

I controllori industriali sono realizzati da costruttori di controllori con HW, SO e ambiente di sviluppo fatto dal costruttore di controllori. L’ambito è quello dell’industria del processo

# CONTROLLORI INDUSTRIALI

Risposta

|  |  |
| --- | --- |
| PLC (programmable logic controller): | DCS: |
| – soprattutto controllo di sequenza | – soprattutto controllo digitale (STANDARD (PID) ) |
| – Soft real time | – Hard real time |
| – utilizzati più nell’industria manifatturiera | – utilizzati più nell’industria di processo |

# Cos’è un PLC?

Risposta

È un controllore industriale general purpose (nell’industria manifatturiera). È un dispositivo o sistema digitale programmabile di tipo REAL TIME con un set di istruzioni atte ad implementare funzioni quali:

* logica combinatoria
* logica sequenziale
* 0temporizzazioni e conteggi
* calcoli aritmetici

# Cosa sono i *REALIS* e perché sono fondamentali?

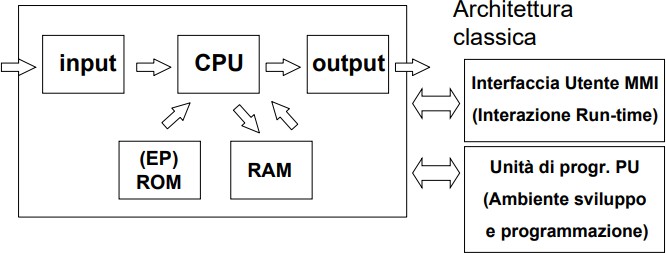
Risposta

Il relais è l’elemento principe per la realizzazione di funzioni logiche con contatti. È l’insieme di una bobina elettrica e un contatto elettrico accoppiati magneticamente: quando la bobina è alimentata, genera una forza che cambia lo stato. I relais vengono progettati per avere più contatti → **interruttori**.

I relais sono fondamentali per:

* motivi elettrici: isolamento galvanico tra ingresso e uscita (separazione tra mondo di segnale e di potenza).
* motivi funzionali: si ha un ingresso e più uscite, consente di realizzare funzioni di logica sequenziale. Il relais è un dispositivo MONOSTABILE, mentre gli interruttori sono **bistabili**

# Architettura interna e caratteristiche Hardware di un PLC.

Risposta

**CPU**:

* realizzazioni “custom” con processore ad 1 bit: grande efficienza, scarsa flessibilità
* uso di microprocessori standard: set di istruzioni più ampio

# SET ingresso/uscita:

* possibilità di acquisire segnali analogici

**MMI**:

* ha lo scopo di visualizzare lo stato dell’impianto e ricevere input run - time.
* non sempre presente.

# Differenze tra un PLC e un sistema a µp “classico

Risposta

* realizzazione delle parti
* parallelismo e struttura interna
* linguaggio “naturale” e S.O. Real time
* Man Machine Interface e Progr. Unit dedicate

1. **Cos’ è un *SOFT PLC***?

Risposta

È un PLC realizzato tramite architettura standard PC (industriale) con espansione degli i/o. Si ha una integrazione di **program unit** e **HMI** sullo stesso PLC. Il sistema operativo è misto: gestisce applicazioni real time e non.

# Il sistema operativo real-time di un PLC e' di tipo event-driven o di tipo time-driven?

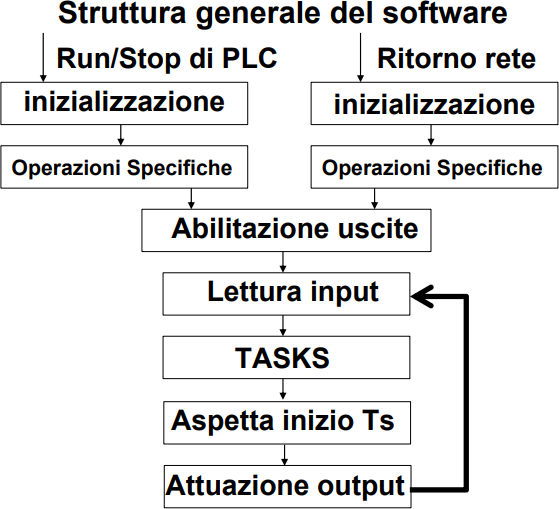
Risposta

È di tipo **TIME DRIVEN** anche multitasking con un tempo di scansione generalmente singolo

# Descrivere brevemente il modello di esecuzione di un PLC

Risposta

Il modello di esecuzione si basa sulla seguente struttura generale del software:



# Che cos’è il controllo logico?

Risposta

# Il Controllo Logico è uno dei due controlli presenti al livello dei controlli della Piramide dell’Automazione (dove il secondo è il Controllo in Variabile Temporale). È controllo che, in generale, acquisiti certi ingressi (logici o analogici) li elabora per produrre un risultato sulla base di una logica predefinita. Ha una organizzazione in sequenza

# Cos’è lo standard IEC 61131-3?

Risposta

È una norma che ha lo scopo di definire i linguaggi standard per la programmazione di PLC

per avere linguaggi il più possibile standardizzati e normalizzati dal punto di vista della sintassi. In tal modo si semplifica la migrazione da un PLC ad un altro.

(*rappresenta il primo vero tentativo di standardizzare i linguaggi di programmazione nell’automazione industriale.)*

# Elencare i linguaggi previsti dalla normativa IEC 61131-3 per la programmazione dei PLC. Quale è, tra questi, il più adatto per il progetto di controllo logico per l’automazione?

Risposta

5 linguaggi proposti:

* grafici: SFC, LD, FBD
* testuali: ST, IL

Sono linguaggi molto diversi tra di loro, ma uno di loro (SFC) presenta:

* elevata potenza espressiva
* elevata semplicità e leggibilità
* alto grado di astrazione
* scarso legame con l’implementazione (nessuna tecnologia di riferimento) Quindi è il più adatto per la rappresentazione funzionale del controllo logico.

L’ ST, LD e il FBD poco adatti alla rappresentazione funzionale del controllo logico.

# Caratteristiche SFC

Risposta Concetti base:

* STEP: rappresenta una condizione operativa della macchina.
* TRANSIZIONI: mediante le transizioni si realizza il controllo logico tra uno step e quello successivo. Quando è verificata una condizione logica di transizione avviene il passaggio allo step successivo.

ALTRI LINGUAGGI: APPUNTI

LD: operazioni booleane con schemi a relè evoluti in cui gli operandi sono rappresentati da contatti.

Esecuzione dall’alto verso il basso, no esecuzione in parallelo. Rete sincrona. Il risultato è dato da una bobina.

FBD: esecuzione dall’alto verso il basso, riprende le reti logiche cablate. Un blocco rappresenta una funzione o un function block. Rete sincrona.

# Com’è organizzato il software del PLC?

Risposta Attraverso:

* FUNCTIONS: procedure prive di memoria che dati certi INGRESSI producono un OUT.
* FUNCTION BLOCKS: procedure con memoria che dati certi INGRESSI e lo STATO producono più OUT.
* PROGRAMS: insieme di unità e/o più istruzioni che costituiscono l’implementazione del controllo di sequenze di un impianto (o macchina) o parte di esso.

# In un SFC ci possono essere più stati (step?!) attivi contemporaneamente?

Risposta

**Sì**, si possono avere più **step** attivi contemporaneamente.

# Quali sono le principali caratteristiche di una rete informatica?

I tre macroelementi presenti in una rete sono Topologia, Dimensione e gli Elementi HW/SW adottati; Ho 2 topologie principali:

* Broadcast: rete nella quale c’è un singolo canale fisico di comunicazione condiviso da tutti i nodi, il messaggio imposto da un nodo è visto da tutti gli altri nodi. Possono essere a Bus o ad anello.
* Canali punto a punto: ci sono connessioni dedicate tra coppie di nodi e quindi sono presenti più percorsi e più nodi possono trasmettere contemporaneamente. Possono essere a Stella, punto-multipunto o Mesh

Organizzazione HW/SW a stack nella quale ho moduli SW in alto e HW in basso per gestire diverse funzioni (vantaggi in termini di astrazione, interoperabilità, rimpiazzabilità, bisogna stare attenti alla qualità del servizio, alla velocità)

# Quali sono le metodologie di allocazione/gestione dell’accesso al mezzo? descrivi CSMA-CD, CSMA-CR

I Metodi di gestione d’accesso al mezzo/ allocazioni (nelle broadcast) possono essere:

* Statica
* Dinamica: Centralizzata o Decentralizzata, in quest’ultima in particolare con metodo per collisione CSMA-CD tutte le comunicazioni tra nodi sono interrotte per un tempo randomico quando è verificata una collisione, oppure con metodo CSMA-CR nel quale in caso di collisione vengono interrotte tutte le comunicazioni eccetto quella di un nodo che vince e porta a termine la trasmissione.

# Quali sono le specifiche principali che devono soddisfare i fieldbus? (def succinta delle car dei fieldbus)

Le car delle reti di controllo a basso livello devono avere le seguenti caratteristiche per scambiare pochi Byte ma molto frequentemente. Le caratteristiche che devono avere i fieldbus sono:

1. – robustezza meccanica
2. – robustezza elettromagnetica
3. – vincoli di tipo real- time
   * Basso ritardo di trasmissione  no ritardi aggiuntivi → elevata efficienza della rete
   * **determinismo**: i dati devono essere consegnati entro un certo tempo fissato, il t max di trasmissione deve essere conosciuto
   * possibilità di sincronizzare i nodi

# Cosa si intende per reti deterministiche ad alto determinismo?

Risposta

Si intende una rete deterministica a basso jitter, ovvero con piccola differenza tra il caso medio e il caso peggiore di trasmissione.

# Quanti sono i livelli del modello ISO-OSI per le reti informatiche? Risposta (7)

(particolare modello stack HW/SW usato come riferimento per confrontare le diverse reti)

1. – livello fisico
2. – livello datalink
3. – livello rete
4. – livello trasporto
5. – livello sessione
6. – livello presentazione
7. – livello applicazione

Quanti e quali sono i livelli dell’ISO-OSI usualmente utilizzati nei Fieldbus? Risposta **(3)**

1. – livello fisico
2. – livello datalink

7 – livello applicazione

# Qual è la differenza tra l’ethernet classico e quello industriale?

L’ethernet classico è una rete di comunicazione che presenta livello 1 e 2 dell’ISO-OSI ed è molto usata nelle LAN, nell’Ethernet industriale è invece modificato il Datalink per avere una gestione priva di collisioni ed orientarsi verso un elevato determinismo e un’alta robustezza meccanica e EMC.

# Quali sono gli elementi fondamentali del PLC Open?

* L’automa a stati che definisce il comportamento astratto di ciascun asse (con 3 tipi di moto fondamentali)
* Insieme di strumenti SW definiti allo scopo di far evolvere un azionamento tra i diversi stati.
* Particolarità del PLC open, ho tanti FB diversi a disposizione del progettista per ogni comando, bisogna stare attenti che ad un’asse non vengano dati due comandi nello stesso momento perché altrimenti andrebbero in conflitto.

# MOTION CONTROL:

Risposta

|  |  |
| --- | --- |
| Quali sono le tipologie di moto? | Quali sono le tipologie di commutazione? |
| – Continuo | – sincrone |
| – discreto | – asincrone |
| – sincronizzato (master/slave) | – no commutazione (no product no bag) |

Importanti considerazioni sulla sovrapposizione:

1. Quando è necessaria una parallelizzazione senza esatti requisiti sulla sincronizzazione I MOTI DISCRETI e la PARALLELIZZAZIONE potrebbe essere sufficiente;
2. Quando è necessaria una parallelizzazione con esatti requisiti sulla sincronizzazione I MOTI DISCRETI e la PARALLELIZZAZIONE non sono sufficienti.

I fieldbus dovranno garantire la sincronizzazione dei nodi. Correttezza logica  automa

Correttezza temporale  scelta del Ts. Le prestazioni dipendono solo dall’HW solo se il livello astratto è fatto bene.