

LEZIONI DI SISTEMI di DIEGO DELUCCA

INTRODUZIONE

Il concetto di Sistema viene impiegato in tutte le branche della scienza, ed anche in settori completamente diversi tra loro. Si può dire che essa è una parola di uso comune; con essa si intende “tutto” o “niente”.

E' meglio chiarirsi su cosa si intende.

Diciamo che il concetto di Sistema dipende dagli scopi che ci si prefigge, ad esempio: SISTEMA DI EQUAZIONI; il cui impiego è di carattere matematico.

SISTEMA TERMODINAMICO; il cui impiego è fisico.

SISTEMA METRICO; che è legato al sistema con cui misuriamo le quantità sia fisiche che matematiche.

SISTEMA FINANZIARIO; legato all'economia o ragioneria.

SISTEMA CIRCOLATORIO; legato all'anatomia umana.

ECC, ECC.

Per noi un Sistema rappresenta un insieme di dispositivi elettronici, elettromeccanici, che collegati insieme danno luogo, od originano, un apparecchio più complesso, atto a certe funzioni specifiche. Pertanto per realizzare un Sistema, secondo il nostro punto di vista, occorrono almeno due dispositivi, la cui interconnessione produca un oggetto più complesso, dal punto di vista funzionale. Sono per noi sistemi gli esempi di : DISTRIBUTORE DI LATTINE, DISTRIBUTORE DI CAFFE', ELABORATORE ELETTRONICO, DISTRIBUTORE di BENZINA, ecc, ecc.

In tutti questi esempi il Sistema è caratterizzato da ELEMENTI, il cui comportamento corale caratterizza il funzionamento complessivo del Sistema stesso. Ciò che ci importa, di questi elementi è ciò che fanno, cioè la loro funzione all'interno del Sistema.

Inoltre è importante l'obiettivo che si vuole raggiungere, in altri termini il motivo per il quale queste parti o elementi agiscono.

Pertanto questi elementi, costituenti il Sistema, risponderanno a certi requisiti e nel loro insieme risponderanno a delle REGOLE.

CONCLUSIONE: chiameremo SISTEMA un insieme di elementi in relazione tra loro, secondo delle LEGGI ben precise, e che, concorrono al raggiungimento di un OBIETTIVO COMUNE.

E' possibile a questo punto dare una prima classificazione dei SISTEMI.
I SISTEMI per i momento li possiamo distinguere in tre grandi categorie:

- 1) NATURALI,
- 2) ARTIFICIALI,
- 3) MISTI.

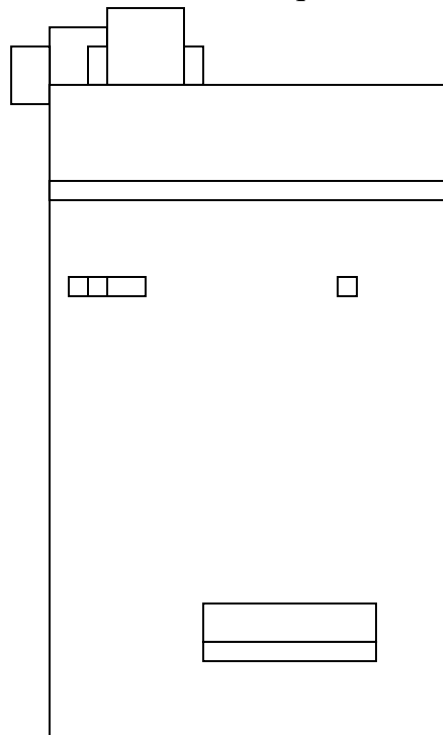
I SISTEMI NATURALI sono i sistemi già esistenti in natura, su cui l'uomo nulla può fare, come il sistema cardio vascolare, polmonare, il sistema planetario, il sistema atomico, ecc.

I SISTEMI ARTIFICIALI sono quei sistemi costruiti interamente dall'uomo, come ad esempio l'ascensore, il distributore di benzina, ecc.

I SISTEMI MISTI sono sistemi, invece, costruiti dall'uomo, ma che prevedono l'intervento attivo della NATURA, come ad esempio, le centrali IDROELETTRICHE.

IDENTIFICAZIONE di un SISTEMA

Parliamo di un esempio vicino alla nostra vita quotidiana.



Parliamo di un distributore automatico delle bibite; per ottenere una lattina di bibita, occorre introdurre in un'apposita feritoia 600£. Le monete da impiegare sono quelle da £: 50, 100,200,500.

Un visore a display può essere nelle seguenti condizioni:

- se la macchina è a riposo, cioè nessuno la sta utilizzando, il visore riporta la scritta, 0,55 € , (spia verde accesa);

- se la macchina non è funzionante, il visore è spento, oppure appare la scritta OUT;
- durante l'inserimento delle monete il visore riporta sempre la somma mancante.

Questo dispositivo è per noi una scatola chiusa , di cui non ci interessa il suo funzionamento, ci interessa solo l'effetto, cioè una volta corrisposta l'intera somma, noi preleviamo la bibita fresca. Questo sistema comunque è un **sistema artificiale**.

Ipotizzando che la macchina sia funzionante, è possibile porsi le seguenti domande:

- a) Cosa dobbiamo fare per far funzionare la macchina?
- b) Cosa dobbiamo aspettarci come risultato?
- c) Come facciamo a sapere in quale stato si trova la macchina?

La risposta alla prima domanda è banale: bisogna inserire le monete.

In particolare è necessario far sì che la macchina abbia delle informazioni, in modo tale che essa possa reagire opportunamente ,ossia produca un risultato.

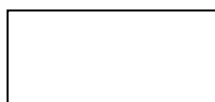
(CONCETTO di AZIONE e REAZIONE).

Ricapitoliamo quella che potrebbe essere una sequenza operativa del SISTEMA:

- 1) Il sistema è a riposo, il display visualizza 000;
- 2) Inserisco una moneta da 0,20 €;
- 3) Il visore ora riporta la cifra 020;
- 4) Inserisco un'ulteriore moneta da 0,20 €;
- 5) Il visore ora riporta 040;
- 6) Inserisco ora una moneta da 0,10 €;
- 7) Il visore riporta 050 €;
- 8) Inserisco un'ulteriore moneta da 0,05 €;
- 9) Il visore riporta la cifra 000 ed esce la lattina;
- 10) **Il sistema è di nuovo a riposo ed il visore visualizza 000.**

Questa sequenza di operazioni o di corrispondenti AZIONI e REAZIONI, si può sintetizzare in questo modo, ossia le informazioni in entrata o di partenza sono per noi gli INGRESSI, e le corrispondenti reazioni del dispositivo sono per noi le USCITE.

Il sistema lo si può vedere come una scatola:





i = input = ingressi o comandi,

u = output = uscite.

Il sistema, come si può capire dalla sequenza indicata, può trovarsi internamente in più condizioni diverse tra loro. Se non abbiamo inserita alcuna moneta, la macchina si trova in attesa; se abbiamo inserito anche una sola moneta da 100 £, essa deve ricordarsi di avere ricevuto una certa quantità di moneta e sarà ancora in attesa, (ed ovvio che essa non si troverà nello stato di attesa di riposo, è in un nuovo STATO), e quando la macchina avrà ricevuto l'intera somma, rilascerà la lattina.

Si capisce allora, che al suo interno, in ogni istante, in base agli ingressi forniti a quel momento, la macchina si troverà in un ben preciso STATO o SITUAZIONE.

CHE COS'E' LO STATO DEL SISTEMA?

Lo STATO del SISTEMA è una FOTOGRAFIA del SISTEMA, ed esprime in quel momento in quale fase operativa, si trova la macchina.

In definitiva, quando viene costruito un SISTEMA è inizialmente necessario, stabilire gli INGRESSI, le USCITE e possibilmente gli STATI del SISTEMA.

A questo punto è necessario introdurre delle definizioni:

Si chiamano VARIABILI D'INGRESSO di un SISTEMA, tutte quelle grandezze che devono essere fornite al sistema come sollecitazione o comando.

Si chiamano VALORI DEGLI INGRESSI di un SISTEMA, tutti i valori che possono assumere ciascuna delle variabili di INGRESSO.

Si chiamano VARIABILI DI USCITA di un SISTEMA le grandezze ottenute come RISPOSTA ai valori proposti in INGRESSO.

Si chiamano VALORI DELLE USCITE di un SISTEMA, tutti i valori che può assumere ciascuna delle variabili d'USCITA.

Si chiama STATO del SISTEMA, l'insieme di quelle informazioni sufficienti a fornire un quadro completo della situazione interna del sistema, ad ogni ISTANTE di TEMPO t .

In conclusione, il primo passo nell'analisi di un SISTEMA, consiste nel definire, completamente, i seguenti INSIEMI:

I = Insieme delle VARIABILI degli INGRESSI;
VI = Insieme dei valori che possono essere assunti dalle variabili di ingresso.

U = Insieme delle variabili di USCITA;
VU = Insieme dei valori che possono assumere le variabili di uscita.

Inoltre introduciamo anche i SISTEMI seguenti, molto utili nel nostro studio:

S = Insieme degli STATI;
T = Insieme dei TEMPI in cui avviene l'osservazione del SISTEMA.

FORMALIZZAZIONE MATEMATICA

Ora vogliamo rendere universale il nostro discorso relativo all'analisi di un SISTEMA.

Il primo passo è dunque definire gli INSIEMI di BASE, per mezzo di un formalismo matematico. (La matematica è il mezzo per rendere universale uno STUDIO qualsivoglia).

Sia perciò:

$I = i_1, i_2, \dots, i_N$; ossia N- variabili di ingresso.

$VI = (Vi_{1,1}; Vi_{2,1}; \dots; Vi_{N,1}), \dots, (Vi_{1,M}; Vi_{2,M}, \dots, Vi_{N,M})$, ossia M gruppi ordinati di N variabili di INGRESSO.

$U = u_1, u_2, \dots, u_R$; ossia esso ci rappresenta R variabili di USCITA;

$VU = (Vu_{1,1}; Vu_{2,1}; \dots; Vu_{R,1}), \dots, (Vu_{1,S}; Vu_{2,S}; \dots; Vu_{R,S})$, ossia si possono ritenere S gruppi ordinati di R valori di USCITA.

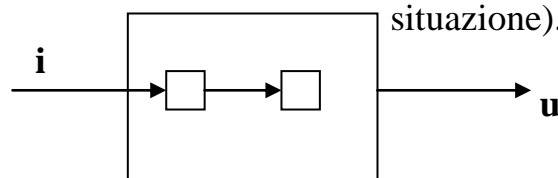
$S = s_1, s_2, \dots, s_Q$, ossia Q variabili di STATO,

$T = t_1, t_2, \dots, t_T$, ossia T istanti di tempo, in cui viene analizzato il SISTEMA.

Vogliamo capire ora il legame che intercorre tra le variabili di INGRESSO, di USCITA e di STATO. Una possibile spiegazione può essere introdotta, per mezzo di un esempio grafico:

La prima scatola riceve gli ingressi del sistema, e agisce sullo stato del sistema stesso. (Creo una nuova situazione).

La seconda scatola riceve in entrata il nuovo stato del Sistema, (ossia la nuova situazione).



La nuova situazione creatasi o meglio dire il NUOVO STATO del SISTEMA, produce la definizione dei valori di uscita.

Ciò che verrà prodotto globalmente dal sistema è proprio l'uscita di questa seconda scatola.

Nell'esempio del DISTRIBUTORE DELLE BIBITE, la prima scatola riceve la moneta, ed agisce sul visore del display, mentre la seconda scatola, in base alla situazione creata sul visore, rilascerà o meno la lattina fresca.

Le due relazioni "f" e "g" sono di tipo funzionale e ne daremo una definizione.

Chiameremo funzione di trasferimento f degli stati, la funzione che, dato un istante iniziale, ed un insieme N di valori di ingresso, causa una variazione dello STATO interno del sistema.

Matematicamente esprimeremo quanto detto nel modo seguente:

$$S(t_2) = f(t_2, t_1, S(t_1), V_{In}(t_1))$$

Dove con t_2 , intendiamo un istante di tempo successivo a quello iniziale, nel quale vengono inviati i segnali di ingresso;

$V_{In}(t_1)$ viene invece, inteso come un insieme di n valori di ingresso all'istante t_1 , che fungono da comando per il sistema stesso.

Chiameremo funzione g di trasformazione delle uscite, la funzione che riceve in entrata lo stato del sistema, in un certo istante di tempo, e produce un insieme R di valori di USCITA

Matematicamente esprimeremo quanto affermato nel modo seguente:

$$V_{Ur}(t_2) = g(t_2, t_1, S(t_1))$$

Dove con V_{Ur} intendiamo un insieme R di valori di uscita.

CLASSIFICAZIONE DEI SISTEMI

Si può da ora fornire una definizione più dettagliata dei SISTEMI.

Ogni sistema è individuato da opportune caratteristiche

Dette caratteristiche risulteranno fondamentali per il funzionamento dei sistemi stessi.

Inoltre in base alle caratteristiche che influenzano il sistema, è possibile far appartenere il sistema, in questione, ad una delle seguenti CLASSI.

Definiamo le CLASSI di appartenenza di un SISTEMA:

SISTEMA APERTO; un sistema è aperto se scambia qualcosa con l'ambiente esterno.

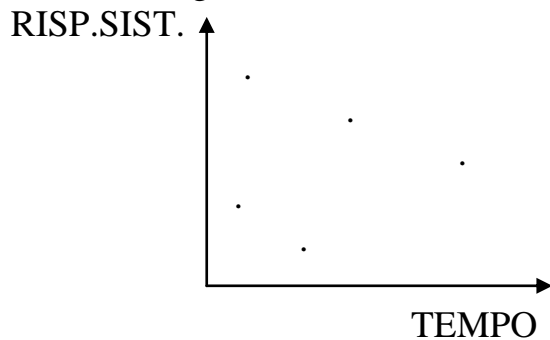
SISTEMA CHIUSO; è un sistema che non ha interazioni con l'ambiente circostante.

Per chiarire un sistema aperto avrà degli ingressi, mentre un sistema chiuso NO.

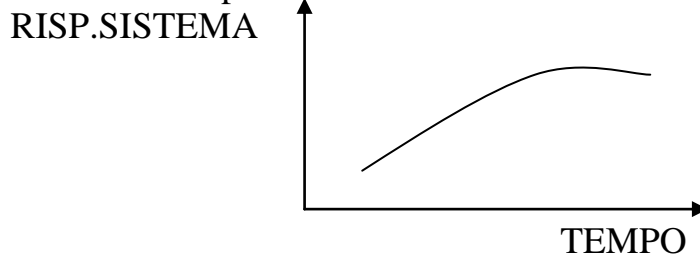
SISTEMA DISCRETO; un sistema si dice discreto se può assumere solo dei valori ISOLATI. In poche parole, durante il funzionamento, passa da un valore all'altro in modo istantaneo.

SISTEMA CONTINUO; un sistema continuo, invece, durante il suo funzionamento, passa da un valore ad un altro con CONTINUITA cioè assume tutti i valori fra due punti estremi.

Dal punto di vista grafico un sistema DISCRETO, lo si può così rappresentare:



Un sistema CONTINUO può essere schematizzato nel modo seguente:



ESEMPI Un esempio di sistema DISCRETO è la lampadina; infatti essa può avere solo due funzionamenti possibili: ACCESA o SPENTA.
Un esempio, invece, di sistema CONTINUO è costituito dal forno da Cucina; infatti esso passa con continuità dal valore di partenza della temperatura, al valore di temperatura finale, da noi impostato per cuocere un cibo. In altri termini il forno dalla temperatura di partenza raggiungerà la temperatura finale, assumendo tutte le temperature intermedie.

SISTEMI PROBABILISTICI; un sistema si dice probabilistico se, a parità, di certe condizioni, si ha una qualche probabilità di avere una certa RISPOSTA.

SISTEMA DETERMINISTICO; un sistema si dice deterministico se un certo valore dato in ingresso, fornisce un determinato valore in USCITA, indipendentemente dall'istante in cui è stato fornito l'INGRESSO.

SISTEMA COMBINATORIO; un sistema si dice combinatorio, se la sua RISPOSTA ad una sollecitazione, dipende solo dall'ultimo ingresso fornitogli. ESEMPIO di un sistema combinatorio è il TELEFONO; infatti esso squilla indipendentemente, dai dai numeri fatti precedentemente. Questi tipi di sistemi si dicono anche SENZA MEMORIA.

SISTEMA SEQUENZIALE; un sistema si dice sequenziale se la RISPOSTA del sistema stesso dipende sia dall'ULTIMO INGRESSO, che dallo STATO in quell'istante Assunto da esso, quindi dipenderà anche dagli INGRESSI forniti sino a quel momento. Questi tipo di sistemi si dicono CON MEMORIA. Un esempio di sistema sequenziale è il nostro esempio, relativo al distributore di bibite; infatti la macchina rilascerà la lattina ,o meno a seconda della somma inserita sino a quel momento

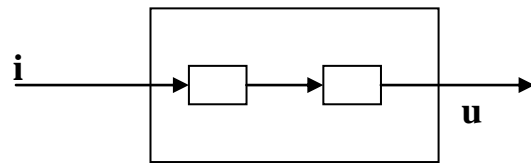
SISTEMA VARIANTE e INVARIANTE; un sistema è variante se modifica le proprie prestazioni al passare del tempo, se no, esso, è un sistema invariante, ossia non modifica o non deteriora le proprie prestazioni al variare del tempo.

SISTEMA PROPRIO E IMPROPRIO

Per poterli definire ricorriamo alla FUNZIONE “ g ”, cioè alla funzione di TRASFORMAZIONE delle USCITE. Ricorriamo anche all’aiuto di due schemi grafici:

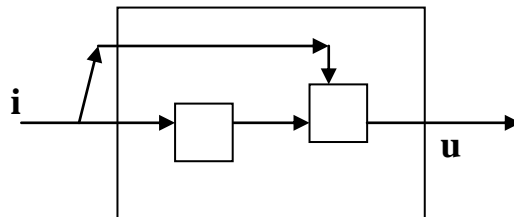
è l’esempio di un **sistema proprio**,
in cui la funzione di trasferimento
delle USCITE, si può così definire,

$$V_{Ur}(t_2) = g(t_2, t_1, s(t_1))$$



Questo secondo schema ci rappresenta un **sistema improprio**, la cui
funzione di TRASFORMAZIONE delle USCITE, si può così definire:

$$V_{Ur}(t_2) = g(t_2, t_1, s(t_1), i(t_1))$$



I MODELLI

Nel caso reale, quando si vuole studiare un SISTEMA, si ricorre ad un'entità che, verosimilmente, abbia il medesimo comportamento. In altri termini si ricorre a dei MODELLI, che si possono ritenere dei SISTEMI ANALOGHI al SISTEMA REALE.

Esempio: i circuiti elettrici e i circuiti idraulici sono fortemente analoghi.

Anche i MODELLI risultano CLASSIFICATI in modo opportuno.

DEFINIZIONE. Si chiama MODELLO di un SISTEMA una rappresentazione del SISTEMA stesso che, pur avendone NATURA e FORMA diversa, ne conserva e ne evidenzia in modo ANALOGICO, alcune caratteristiche particolarmente significative, per la sua ANALISI.

I MODELLI vengono così classificati in:

MODELLI MATEMATICI; un modello matematico è un'espressione matematica, contenente delle variabili e dei simboli per identificare le caratteristiche del SISTEMA.

MODELLI ICONICI; un modello iconico di un riproduce in modo proporzionale le caratteristiche fisiche del SISTEMA.

ESEMPIO: plastico in scala.

MODELLI SIMBOLICI; un modello simbolico rappresenta un SISTEMA attraverso simboli grafici convenzionali.

MODELLI LOGICI; un modello logico, o ALGORITMO, rappresenta il comportamento del SISTEMA, senza fornire indicazioni sul suo aspetto fisico.

MODELLO TRASDUTTORE; un modello trasduttore rappresenta il SISTEMA evidenziandone il suo comportamento anche se per il tramite grandezze fisiche, aventi natura completamente diverse da quelle ORIGINALI.

LA SIMULAZIONE

Adesso cominciamo ad utilizzare i MODELLI, infatti noi non lavoreremo mai sul SISTEMA REALE, ma su di UNA SUA RIPRODUZIONE. E' altresì vero che non è possibile applicare i VALORI REALI di INGRESSO , su di una riproduzione, ma non potremo far altro che SIMULARE gli EVENTI o le varie situazioni, che si possono presentare sul SISTEMA VERO.

Detta SIMULAZIONE consente di capire le REAZIONI, e riferirle poi alla situazione REALE.

Va da sé che la SIMULAZIONE, è un po' la prova del "nove", del lavoro svolto, nella trasformazione del SISTEMA REALE, in uno FITTIZIO, cioè in un MODELLO, anche perché le ipotesi fatte possono non essere rispondenti a verità, oppure possono dare dei risultati importanti, perciò risulta necessario eseguire continue verifiche, e se necessario tornare indietro e formulare ipotesi più consone, in modo tale che il MODELLO sia il più aderente possibile alla situazione REALE.

Molto spesso ciò comporta la sostituzione del MODELLO.

A questo punto è necessario introdurre le FASI salienti di una SIMULAZIONE, che rendono comunque possibile l'ANALISI di un SISTEMA REALE:

FASE 1): DEFINIZIONE DELL'OBIETTIVO, si deve definire l'effettivo motivo per cui si vuole osservare il comportamento di un certo SISTEMA REALE.

FASE 2): IDENTIFICAZIONE DEL SISTEMA, in questa fase è necessario stabilire le caratteristiche, le parti del SISTEMA che realmente interessano per il raggiungimento degli obiettivi, che ci si è prefisso. pertanto sarà necessario stabilire gli INGRESSI, le USCITE e gli STATI con i relativi valori.

FASE 3) DEFINIZIONE DEI VINCOLI, tenendo sempre presente gli obiettivi principali, dobbiamo definire i VINCOLI a cui deve sottostare il MODELLO. (Questo perché il MODELLO è una forzata riproduzione del SISTEMA REALE).

FASE 4) GENERAZIONE DI UN MODELLO DI MASSIMA, ciò per poter effettuare le prime prove e verificare i passi compiuti, sino a quel momento, si definisce un MODELLO di MASSIMA, nel quale sono presenti le caratteristiche più importanti del SISTEMA, ciò semplicemente per appurare che NON CI SFUGGA QUALCOSA DI FONDAMENTALE. Se si rilevano delle eccessive imprecisioni, bisogna tornare da capo, e modificare ciò che risulta difettoso.
(PROCESSO ITERATIVO)

FASE 5) FORMALIZZAZIONE COMPLETA DEL SISTEMA.

Dopo alcune eventuali ITERAZIONI, viene superata la fase precedente, si passa così a questa fase, che consiste nel definire in modo rigoroso e completo il MODELLO. Anche in questo caso, se si rilevano delle inesattezze o delle imprecisioni, bisogna avere il coraggio di ritornare da capo, o , indietro. (Si apportano le correzioni necessarie)

FASE 6 SIMULAZIONE. Alla fine di tutto quanto detto, si procede, finalmente alla SIMULAZIONE, sul MODELLO, fornendo le opportune sollecitazioni e annotando le reazioni. In base a quanto osservato, in questa fase, i risultati e le conclusioni saranno estese al SISTEMA FISICO REALE.

PARAMETRI E DISTURBI

Introdurremo questi due concetti con un esempio.

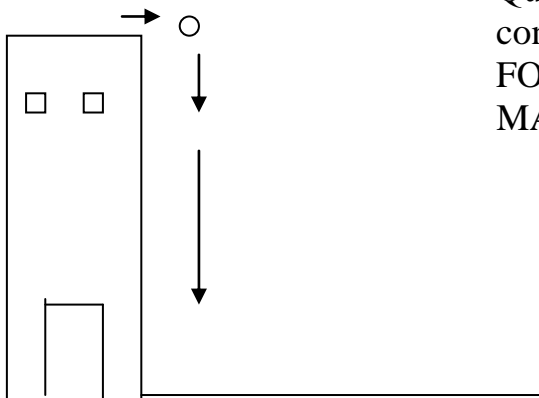
Supponiamo di voler studiare la caduta di un grave dall'alto di una torre o montagna. Per far ciò ci dotiamo della formula espressa da NEWTON, (FORMULA ADATTA ALLO SCOPO). La legge si esprime nel modo seguente:

Peso = Massa . Accelerazione

o in formule:

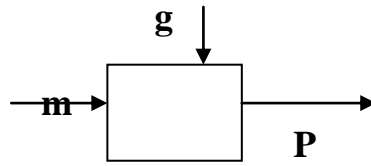
$P = M \cdot g$, dove **g** ci rappresenta l'accelerazione di GRAVITA'.

Il valore di detta accelerazione si ritiene praticamente costante, e per essa viene assunto il valore di: **9,81 m/s²**.



Quest'espressione è importante, perché ci consente di calcolare il valore della FORZA PESO **P** al variare della MASSA **m**.

Possiamo provare ad identificare il SISTEMA rappresentato nella figura:



E' lo schema del nostro sistema.

Possiamo così identificarlo:

$$\left\{ \begin{array}{l} \mathbf{I = m;} \\ \mathbf{VI = qualsiasi\ valore\ reale\ positivo;} \\ \mathbf{U = P;} \\ \mathbf{VU = qualsiasi\ valore\ reale\ positivo.} \end{array} \right.$$

E' sufficiente fornire alla nostra legge il valore della massa \mathbf{m} per poter definire il valore del PESO, o meglio della FORZA PESO \mathbf{P} :
abbiamo così determinato il nostro MODELLO.

Supponiamo ora di voler studiare l'effetto gravitazionale su MARTE: la sola modifica, da apportare al nostro MODELLO, riguarda la COSTANTE \mathbf{g} .

Infatti per i sassi lanciati sul pianeta marziano, non possiamo utilizzare il valore di \mathbf{g} terrestre, ma un valore costante differente, dipendente dal modo con cui il nuovo pianeta attira gli oggetti. Tutto questo ci permette di affermare che la COSTANTE \mathbf{g} è un **PARAMETRO**.

DEFINIZIONE. Si chiama parametro una grandezza fornita in ingresso al SISTEMA , che può variare di caso in caso, ma che resta COSTANTE e NON MODIFICABILE nell'ambito della stessa sperimentazione.

Nel nostro esempio la grandezza \mathbf{g} è COSTANTE, per i sassi lanciati sulla terra , sarà COSTANTE anche per i sassi lanciati su marte, pur avendone un valore differente.

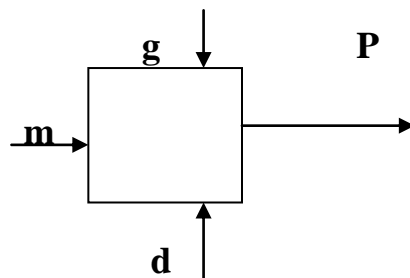
Supponiamo ora che, il nostro sasso o grave, sia lanciato da una rupe, e per ipotesi, esso urti uno spuntone di roccia. Questo evento, del tutto imprevedibile ed imprevisto, produrrà sicuramente un effetto sul moto del sasso. In tal caso l'urto modifica il moto naturale del sasso, e perciò in questo caso il **COMPORTAMENTO DEL SISTEMA** ha subito un **DISTURBO**.

DEFINIZIONE: un **DISTURBO** è un fattore che si inserisce nel **SISTEMA**, in modo **ASINCRONO**, e non prevedibile, causando una **variazione del comportamento del SISTEMA** stesso.

Un evento si dice **ASINCRONO** se non è detto si verifichi ogni volta che il **SISTEMA** si trovi in situazioni analoghe.

Pertanto un **DISTURBO** è un evento asincrono che risulta imprevedibile, e slegato dalle normali operazioni compiute dal **SISTEMA**.

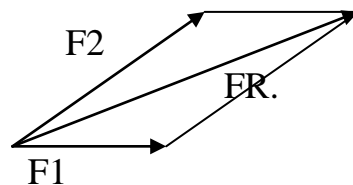
Con quanto detto lo schema del **SISTEMA**, precedentemente, rappresentato, può essere così modificato:



ALTRI ESEMPI IMPORTANTI

Vogliamo caratterizzare dei **SISTEMI MODELLO** in alcuni casi importanti.

Supponiamo di volere calcolare l'intensità della **RISULTANTE** di due forze **CONCORRENTI**, fornendo in **ingresso** le loro **intensità** e l'**angolo** tra esse compreso. Si indicherà con F_1 e F_2 l'intensità delle due **FORZE** e sia \varnothing l'angolo fra esse compreso. Indicheremo inoltre con F_R la **FORZA RISULTANTE**.



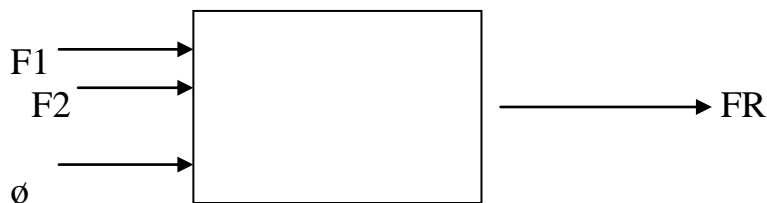
Il **RISULTATO VETTORIALE** si ottiene mediante la regola del **PARALLELOGRAMMA**. Tutte queste **VARIABILI** possono assumere un valore reale, e \varnothing si misura in **GRADI SESSAGESIMALI**. Possiamo così identificare il **SISTEMA**:

$$\left\{ \begin{array}{l} \mathbf{I} = \mathbf{F}_1, \mathbf{F}_2, \varnothing. \\ \mathbf{VI} = (\mathbf{f}_1, \mathbf{f}_2, \varnothing), \text{ con } \mathbf{f}_1, \mathbf{f}_2 \text{ di valore REALE.} \\ \mathbf{U} = \mathbf{FR}. \\ \mathbf{VU} = \mathbf{fr}, \text{ con } \mathbf{fr} \text{ di valore REALE.} \end{array} \right.$$

Il nostro MODELLO utilizzerà la LEGGE di CARNOT o dei COSENI:

$$\sqrt{FR = F1^2 + F2^2 - 2.F1.F2 \cos(180 - \phi)}$$

Perciò il nostro MODELLO sarà questo, e potremo anche così schematizzarlo:



Consideriamo la seguente tabella, che esprime degli esempi numerici del nostro MODELLO:

F1 in N	F2 in N.	Ø in GR.SES.	FR in Newton
30	10	30	~ 39
60	20	45	~ 75
90	15	60	~ 98,4

Consideriamo ora il PRIMO PRINCIPIO della TERMODINAMICA, ossia sfrutteremo detto principio per il CALCOLO del LAVORO **L**, noto il CALORE **Q**, e La variazione di ENERGIA INTERNA, $U_f - U_i = \Delta U$.
La relazione che lega queste grandezze è la seguente:

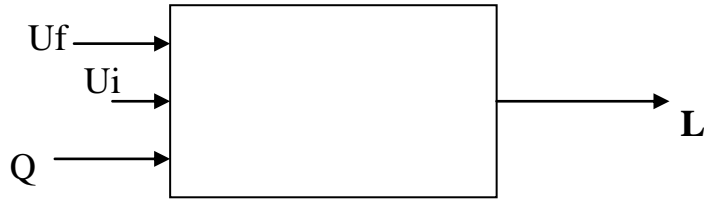
$$\Delta U = Q + L \Rightarrow$$

$$L = \Delta U - Q = (U_f - U_i) - Q.$$

Identifichiamo il nostro SISTEMA MODELLO:

$$\left\{ \begin{array}{l} \mathbf{I} = U_f, U_i, Q. \\ \mathbf{VI} = (u_f, u_i, q). \quad \text{valori reali} \\ \mathbf{U} = L \\ \mathbf{VU} = l \quad \text{valore reale.} \end{array} \right.$$

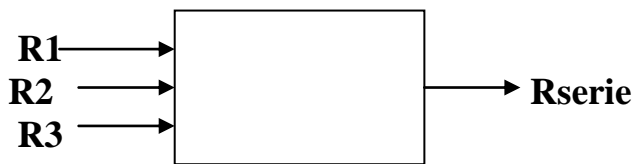
Il nostro MODELLO sarà possibile così schematizzarlo:



L'esempio fornito può essere schematizzato secondo questa tabella:

Ui	Uf	Q	L
200	160	30	-70
160	100	20	-80
100	95	7	-12
100	300	50	150
200	550	100	250

Crea tu l'esempio di un SISTEMA MODELLO, di resistenze in serie ed in parallelo.



Identificazione del MODELLO proposto:

$$I = R1, R2, R3.$$

$$VI = (r1, r2, r3), \quad \text{valori reali positivi.}$$

$$U = Rt \quad \text{resistenza totale o serie o parallelo.}$$

$$VU = rt \quad \text{valore reale positivo.}$$

I PROCESSI

Fino ad ora abbiamo visto come caratterizzare, identificare, riprodurre ed analizzare un SISTEMA.

A questo punto è necessario introdurre un altro FATTORE importante, ossia il FATTORE TEMPO.

Introdurre il tempo significa avere la possibilità di capire come EVOLVE un SISTEMA, ossia come esso passi da uno STATO INTERNO ad un ALTRO.

Vogliamo definire un metodo per rappresentare tutto questo, utilizzando SCHEMI GRAFICI.

DEFINIZIONE. Chiamiamo **PROCESSO** la sequenza di STATI, ordinati rispetto al tempo attraverso i quali il SISTEMA passa, sollecitato da un qualsiasi insieme di valori di INGRESSO.

Si capisce allora, che attraverso questo passaggio, noi passiamo da un'ANALISI STATICA del SISTEMA ad un'ANALISI DINAMICA.

Per studiare il comportamento DINAMICO del SISTEMA utilizzeremo degli strumenti grafici; infatti allo scopo introdurremo due TABELLE:

- a) TABELLA di TRANSIZIONE degli STATI,
- b) TABELLA di TRASFORMAZIONE delle USCITE.

La tabella di TRANSIZIONE degli STATI è caratterizzata da due entrate, dove in ogni colonna viene indicato lo STATO del SISTEMA, ed in ogni riga viene indicato il corrispondente VALORE di INGRESSO:

S / VI	I1	I2	I3
S1	S3	S1	S2
S2	S2	S3	S1
S3	S2	S1	S1

In definitiva i nostri insiemi di STATO e di INGRESSO si possono così identificare:

$$\mathbf{VI} = \mathbf{i1, i2, i3.}$$

$$\mathbf{S} = \mathbf{S1, S2, S3.}$$

Ora supponiamo che il SISTEMA si trovi nello STATO S1, e che gli venga fornito l'ingresso di valore i3, allora esso reagisce portandosi nello STATO S2. Allo stesso modo, se ora propongo un nuovo valore di ingresso, ad esempio i2, il SISTEMA reagisce portandosi in nuovo STATO, ossia nello STATO, S3, mentre se avessi applicato l'ingresso i1, esso avrebbe reagito in modo diverso, cioè sarebbe rimasto nello STATO S2.

La tabella introdotta mette in relazione tutti gli STATI con gli INGRESSI e con la variabile TEMPO; tuttavia NON abbiamo alcuna indicazione sulle USCITE. A questo punto occorre introdurre una seconda TABELLA, cioè la TABELLA di TRASFORMAZIONE delle USCITE. In questo caso la relazione definita è proprio lineare, in altri termini il legame STATO e USCITA ha carattere lineare. Indichiamo i possibili valori di USCITA:

$$\mathbf{VU = u1,u2,u3.}$$

Da ciò posso utilizzare la seguente TABELLA di legame:

S	VU
S1	U1
S2	U2
S3	U3

Chiudiamo il ciclo di funzionamento di questo nostro SISTEMA, facendo delle ipotesi. Supponiamo che, il SISTEMA, si trovi nello STATO S1 e gli venga fornito l'ingresso i1, allora il SISTEMA stesso reagirà portandosi nello STATO S3, fornendo così l'USCITA u3.

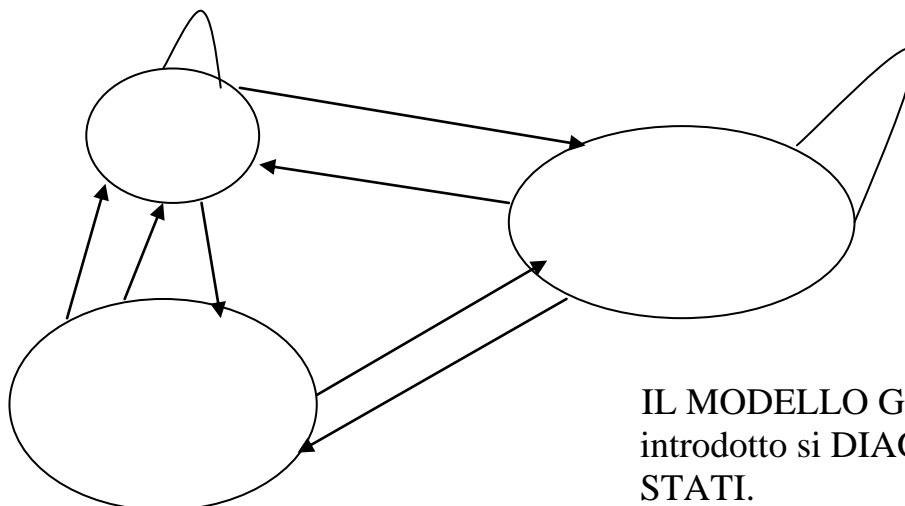
Se adesso diamo in ingresso, ancora, il valore i1, allora esso reagisce portandosi nello STATO S2, fornendo così in USCITA la RISPOSTA, di valore u2.

Infine, a questo punto, è possibile crearsi un metodo grafico, che ci consenta di rappresentare i PROCESSI, impiegando le informazioni contenute nelle due TABELLE precedenti.

I simboli adottati sono:

- ◆ **CERCHI**, che contengono nella parte alta, lo STATO e, nella parte bassa, la relativa USCITA.
- ◆ **FRECCE**, che entrano ed escono dai cerchi, che contengono i valori degli ingressi

In particolare avremo tanti CERCHI quanti sono i valori dello STATO, e da ogni cerchio usciranno tante FRECCE quanti sono i valori di INGRESSO.(V. SCHEMA)



IL MODELLO GRAFICO ora
introdotta si DIAGRAMMA degli
STATI.

SCHEMATIZZAZIONE E CONTROLLO

Ora, vogliamo introdurre l'ALGEBRA degli SCHEMI a BLOCCHI.

In altri termini NOI, schematizziamo, brutalmente un SISTEMA, COME una SCATOLA, ma in realtà la scatola è un elaboratore, che lavora UNO o PIU' ingressi e li trasforma in UNO o PIU' segnali di uscita.

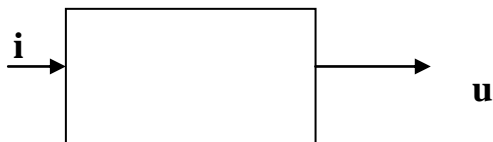
E' ovvio che fra i segnali di ingresso e di uscita deve esservi un legame, di TIPO, certamente, MATEMATICO.

Pertanto, il modo in cui queste "scatole" sono composte, risultano governate da opportune REGOLE.

In pratica dobbiamo definire :

- ◆ **gli OGGETTI**, cioè i simboli grafici con cui avremo a che fare;
- ◆ **le REGOLE**, cioè le operazioni possibili, per poter individuare
- ◆ **la relazione fra INGRESSI e USCITE.**

Cominciamo ad esaminare le varie situazioni che si possono presentare, anche se NOI, tenderemo sempre di ricondurci ad una semplice situazione, come quella rappresentata in figura:



E' il caso più semplice in assoluto, in cui l'uscita **u** è proporzionale, mediante la costante **K** all'ingresso **i**. Il modello matematico è allora:

$$U = K.i$$

Dove si evidenzia che il segnale di uscita, è esprimibile come prodotto della COSTANTE **K**, per il segnale inviato in ingresso.

GLI OGGETTI A seconda della complessità del SISTEMA da rappresentare, all'interno del blocco principale ,potremmo avere altri blocchi ed alcuni simboli grafici. Il nostro scopo è quello di ricondurre, questi blocchi complessi ad una schematizzazione elementare, conne quella disegnata nella parte superiore del foglio.

Gli OGGETTI con cui avremo a che fare sono i seguenti:

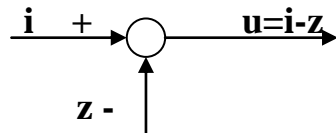
- 1) BLOCCO,
- 2) LINEA ORIENTATA,
- 3) NODO SOMMATORE,
- 4) NODO DERIVATORE.

Il BLOCCO consente l'operazione di moltiplicazione tra la **costante** ed il valore, riportato **all'ingresso**. Quanto ottenuto rappresenta il valore di **uscita**.

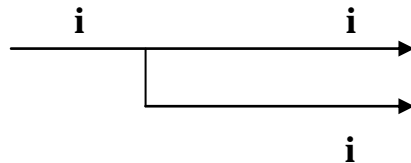
La LINEA ORIENTATA indicata che, lungo tutta la linea ed il verso indicati, è presente il valore indicato.



Il NODO SOMMATORE esegue l'operazione di SOMMA ALGEBRICA tra le grandezze indicate in entrata nel cerchio; ovviamente se in vicinanza della freccia è indicato + la grandezza va sommata, se è indicato - la grandezza va sottratta.



Il NODO DERIVATORE consente di TRASFERIRE lo stesso segnale, verso parti distinte del SISTEMA, in modo invariato.



Tutti gli OGGETTI descritti possono essere composti secondo le REGOLE che introdurremo fra poco. Tutto questo insieme di SIMBOLI e di REGOLE costituisce L'ALGEBRA degli SCHEMI a BLOCCHI.

Vediamo ora le REGOLE Più IMPORTANTI. Esse verranno utilizzate per l'ANALISI e la SINTESI dei SISTEMI. Queste stesse regole di semplificazione, si fondano sul PRINCIPIO di SOVRAPPOSIZIONE degli EFFETTI.

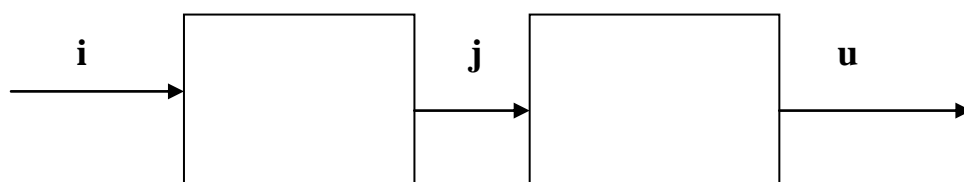
Questo principio lo si può così introdurre:

se i valori di ingresso X1 e X2 applicati contemporaneamente al SISTEMA producono l'uscita Y, e se applicandoli separatamente essi produrranno le due uscite Y1 ed Y2, allora è vera la seguente condizione:

$$Y = Y1 + Y2.$$

1) BLOCCHI IN CASCATA

Due blocchi sono in CASCATA o SERIE quando l'uscita del primo diviene l'ingresso del secondo:

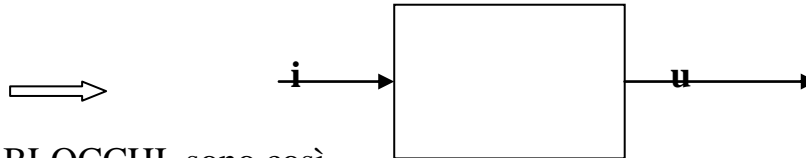


MATEMATICAMENTE potremo scrivere:

$$\begin{cases} \mathbf{j} = \mathbf{A} \cdot \mathbf{i} \\ \mathbf{u} = \mathbf{B} \cdot \mathbf{j} \end{cases}$$

ossia potremo scrivere:

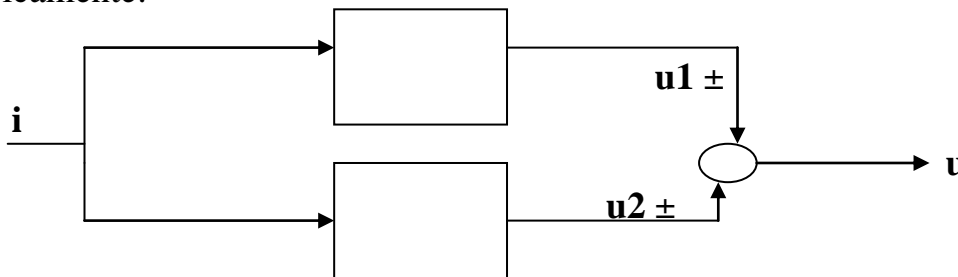
$$\mathbf{u} = \mathbf{A} \cdot \mathbf{B} \cdot \mathbf{i} \quad \Rightarrow$$



I due schemi a BLOCCHI, sono così equivalenti.

2) BLOCCHI IN PARALLELO

Due blocchi si dicono in PARALLELO, quando hanno lo stesso segnale di INGRESSO ed i rispettivi segnali in USCITA, si sommano o si sottraggono, algebricamente:

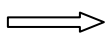


Applicando il PRINCIPIO di SOVRAPPOSIZIONE degli EFFETTI potremo scrivere:

$$\begin{cases} \mathbf{u1} = \mathbf{A} \cdot \mathbf{i} \\ \mathbf{u2} = \mathbf{B} \cdot \mathbf{i} \end{cases}$$

ma noi sappiamo che :

$$\mathbf{u} = \mathbf{u1} + \mathbf{u2} \quad \Rightarrow$$



$$\mathbf{u} = \mathbf{A} \cdot \mathbf{i} + \mathbf{B} \cdot \mathbf{i} = (\mathbf{A} + \mathbf{B}) \cdot \mathbf{i}$$

Tutto ciò equivale a porre:

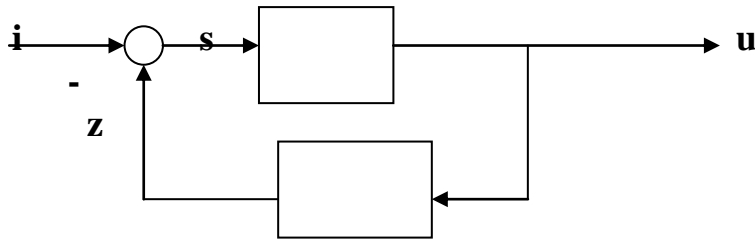


3) BLOCCHI IN RETROAZIONE

Due blocchi si dicono in RETROAZIONE, positiva o negativa, se il segnale di uscita da un blocco, (eventualmente sommato o sottratto da un altro, presente nel SISTEMA.), costituisce l'INGRESSO dell'ALTRO BLOCCO.

Si ricorda che, nel nostro schema il BLOCCO **A**, si chiama **SISTEMA CONTROLLATO**, mentre il BLOCCO **B**, si chiama **SISTEMA CONTROLORE**.

Consideriamo dunque, il seguente BLOCCO in RETROAZIONE **negativa**:



Ragioniamo ora matematicamente, per vedere se è possibile, ricavare un BLOCCO più semplice, ma equivalente al dato:

$$\begin{cases} s=i - z \\ u=A \cdot s \end{cases}, \text{ ma è altresì vero che, } \implies$$

$$\implies \begin{cases} z=B \cdot u \end{cases}$$

Posso scrivere allora, $\implies u = A \cdot (i - z) = A \cdot i - A \cdot z$, ma $z = B \cdot u$ e \implies
 $\implies u = A \cdot i - A \cdot B \cdot u$.

Porto a primo membro l'espressione in **u**, ottenendo: \implies
 $\implies u + A \cdot B \cdot u = A \cdot i$, ora raccoglio **u**, il nostro segnale di uscita, ottenendo la relazione seguente:

$$u \cdot (1 + A \cdot B) = A \cdot i, \text{ e perciò, l'espressione finale, sarà}$$

del tipo seguente,

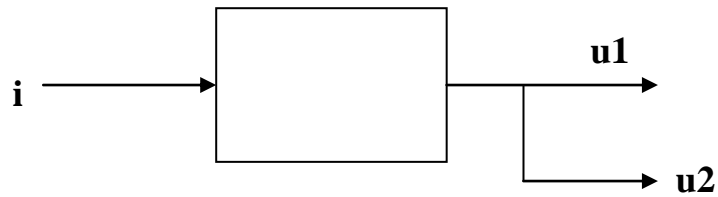
$$u = \frac{A \cdot B \cdot i}{1 + A \cdot B}$$

Il BLOCCO iniziale si può equivalentemente portare alla forma:



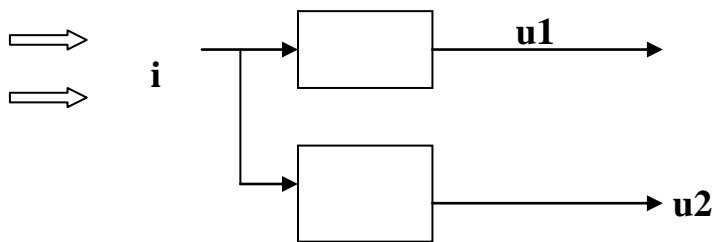
4) SPOSTAMENTO DI UN BLOCCO DOPO UN NODO DERIVATORE

In altri termini, dal punto di vista schematico, siamo in questa situazione:



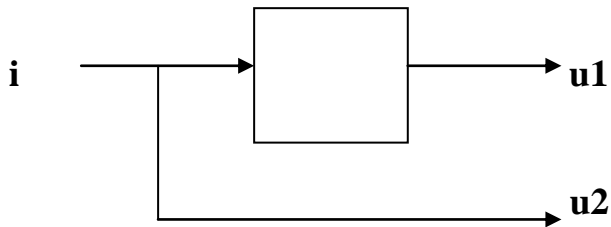
In modo perfettamente equivalente potremo, anche, fare così:

$$\begin{cases} u1 = A.i \\ u2 = A.i \end{cases} \Rightarrow$$



5) SPOSTAMENTO DI UN BLOCCO PRIMA DI UN NODO DERIVATORE

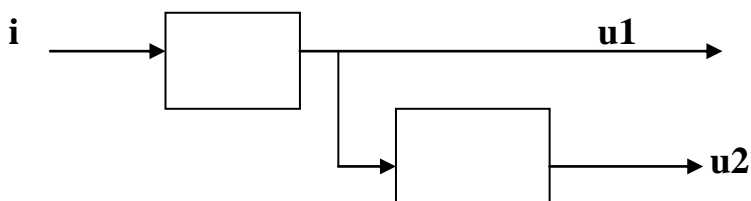
La situazione grafica è questa:



In questo caso risulta, dal punto di vista matematico:

$$\begin{cases} u1 = A.i \\ u2 = i \end{cases}$$

Il caso grafico equivalente al precedente è questo:



Si può commentare matematicamente il grafico della pagina precedente, nel modo seguente:

$$u1 = A \cdot i$$

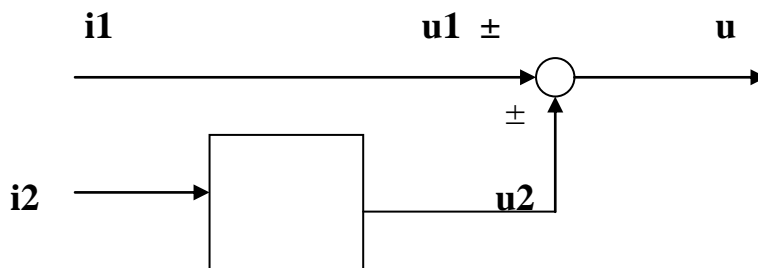
$$u2 = u1 \cdot (1/A), \text{ ma } u1 = A \cdot i \implies$$



$$u2 = u1 \cdot (1/A) = A \cdot (1/A) \cdot i = i$$

6 SPOSTAMENTO DI UN BLOCCO DOPO UN NODO SOMMATTORE

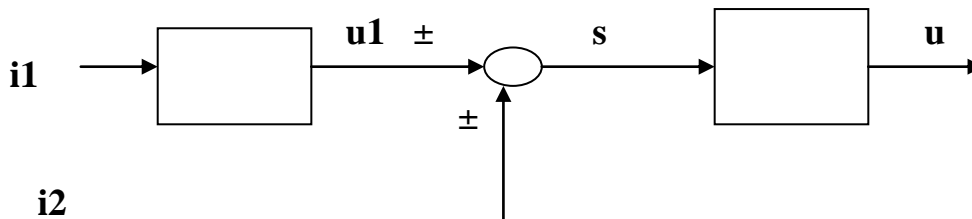
Consideriamo il seguente blocco, di figura, ed anche in questo caso cerchiamo di ridurlo ad una forma equivalente, più semplice di quella indicata:



Matematicamente si deduce che:

$$\begin{cases} u1 = i1, & u2 = A \cdot i2 \\ u = u1 + u2 = i1 + A \cdot i2 \end{cases}$$

Equivalente a questo blocco è il blocco seguente:



Infatti potremo scrivere :

$$u1 = (1/A) \cdot i1, \quad s = u1 + i2$$

$$s = (1/A) \cdot i1 + i2, \text{ e da ciò si rileva che:}$$

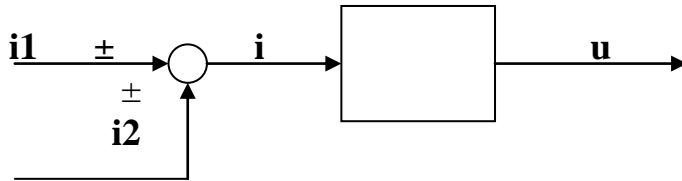
$$u = A \cdot s = A \cdot ((1/A) \cdot i1 + i2) =$$

$$u = A \cdot (1/A) \cdot i1 + A \cdot i2 \text{ e ciò equivale a:}$$

$$u = i1 + A \cdot i2$$

7) SPOSTAMENTO DI UN BLOCCO PRIMA DI UN NODO SOMMATTORE

In questo caso il blocco da rendere equivalente assume la seguente forma, schematica:

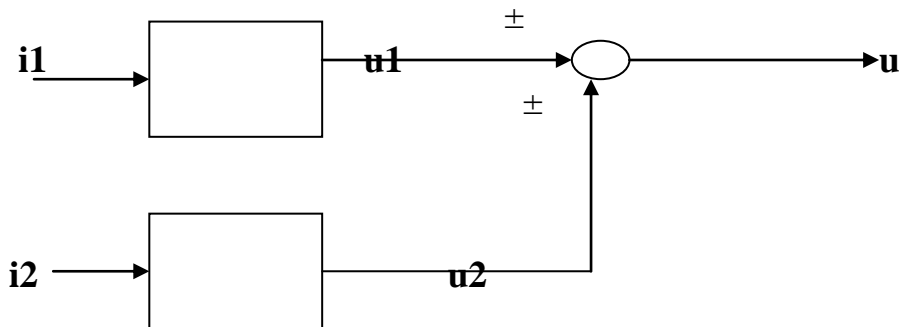


Matematicamente potremo scrivere: $i = i_1 + i_2$, e ne risulta che,

$$u = A \cdot i = A \cdot (i_1 + i_2) \quad \Rightarrow$$

$$u = A \cdot i_1 + A \cdot i_2$$

Il sistema equivalente al precedente è dunque:



Infatti, matematicamente potremo scrivere:

$$u_1 = A \cdot i_1$$

$$u_2 = A \cdot i_2$$

dove $u = u_1 + u_2$ ossia \Rightarrow

$$u = A \cdot i_1 + A \cdot i_2 = A \cdot (i_1 + i_2).$$

Perciò si può anche scrivere

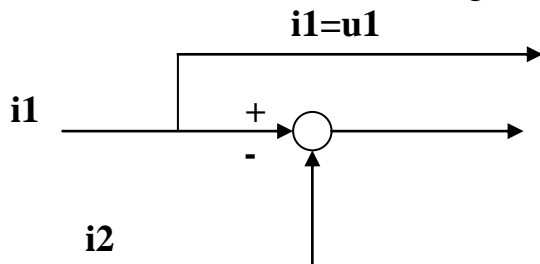
$$u = A \cdot i$$

con l'ipotesi che

$$i = i_1 + i_2$$

8) SPOSTAMENTO DI UN NODO DERIVATORE DOPO UN NODO SOMMATTORE

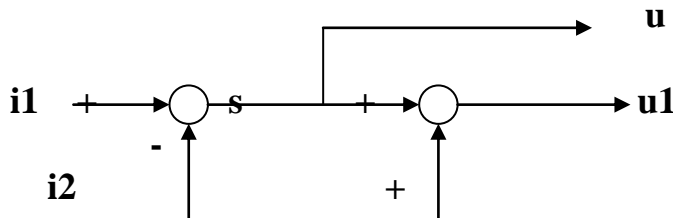
Prendiamo in considerazione il seguente blocco:



Per esso potremo scrivere:

$$\begin{aligned} i1 &= u1 = i \\ u &= i1 - i2, \end{aligned}$$

in modo equivalente il blocco precedente si può ricondurre al seguente blocco:



$$s = i1 - i2$$

$$s = u = i1 - i2$$

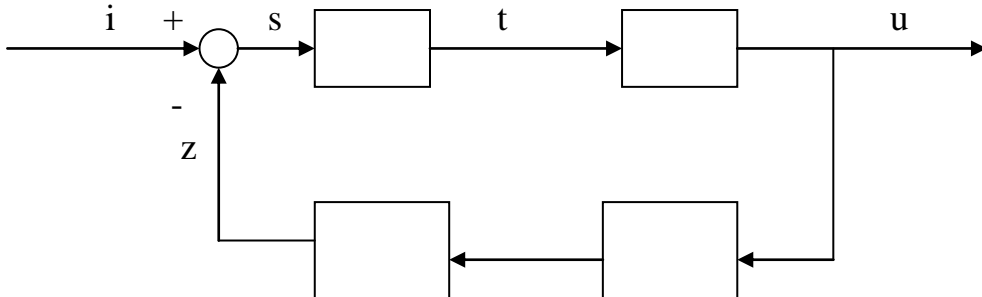
$$u1 = s + i2 = i1 - \cancel{i2} + \cancel{i2} \Rightarrow u1 = i1 = i$$

Con le regole introdotte è possibile, attraverso passi successivi, operare su SISTEMI A BLOCCO complessi e ridurli a BLOCCHI più semplici. Ricordando che la massima aspirazione, nella riduzione, è di legare l'uscita e l'ingresso mediante una costante, ossia esprimere matematicamente l'uscita e l'ingresso nel modo seguente: $u = K \cdot i$

Comunque, ridurre un SISTEMA A BLOCCHI complesso, in una forma più compatta e semplice ne facilita lo studio e l'analisi.

ESEMPIO 1

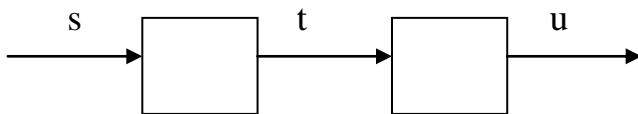
Si riduca in una FORMA più semplice il seguente SISTEMA a BLOCCHI:



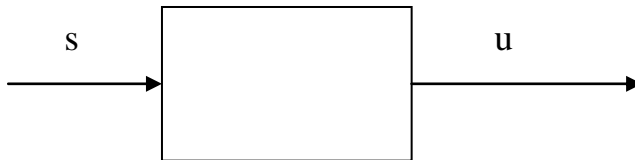
Matematicamente posso scrivere così:

$$\begin{aligned} s &= i - z, & t &= A.s, & \text{ma} & u &= t.B \\ \Rightarrow u &= B.t = B.A.s, & & & & & \Rightarrow \end{aligned}$$

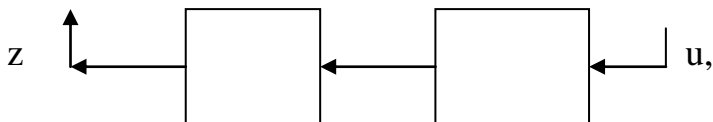
pertanto il gruppo,



rappresentato dalla serie o cascata di due blocchi li posso sostituire, in modo equivalente con il seguente blocco unico:



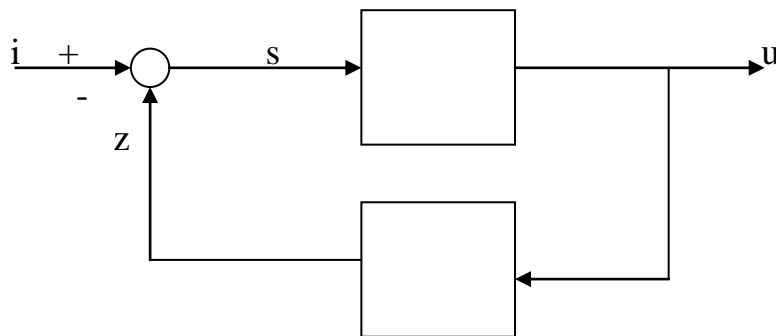
Con ragionamento perfettamente analogo, posso sostituire equivalentemente, al blocco in serie:



con il gruppo o blocco unico, seguente:



In definitiva il nostro blocco iniziale si è trasformato in un blocco più semplice, grazie alle nostre riduzioni, ottenute, applicando le regole introdotte. Pertanto il circuito ora si vede nel modo seguente:

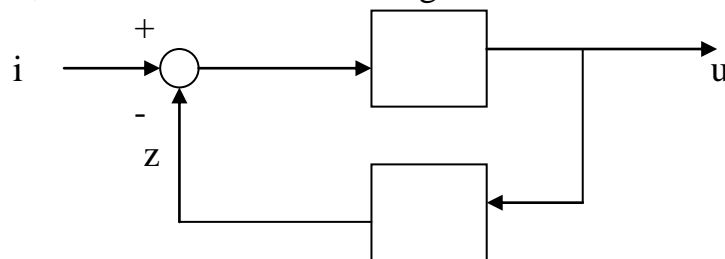


Pongo ora per semplicità:

$$A.B=C$$

e $R.S=T$, che il nostro SISTEMA lo posso vedere, in

modo ancora più semplice, e riscriverlo nel modo seguente:



Pertanto potrò scrivere:

$$s = i - z,$$

$$u = C.s = C.(i - z), \text{ ma } z = T.u$$

ed allora potrò scrivere,

$$u = C.(i - z) = C.i - C.z = C.i - C.T.u, \text{ porto al primo}$$

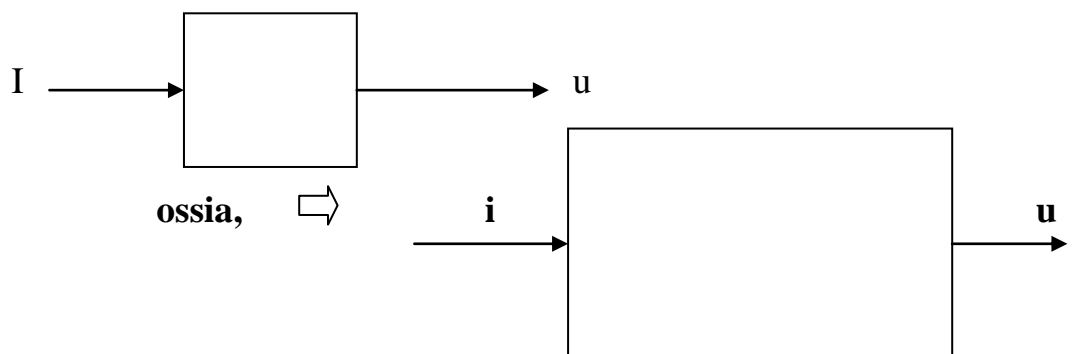
membro il termine contenente il segnale di uscita, ottenendo:

$$u + C.T.u = C.i, \text{ e così si ottiene}$$

$$u(1 + C.T) = C.i \text{ ed in definitiva risulterà:}$$

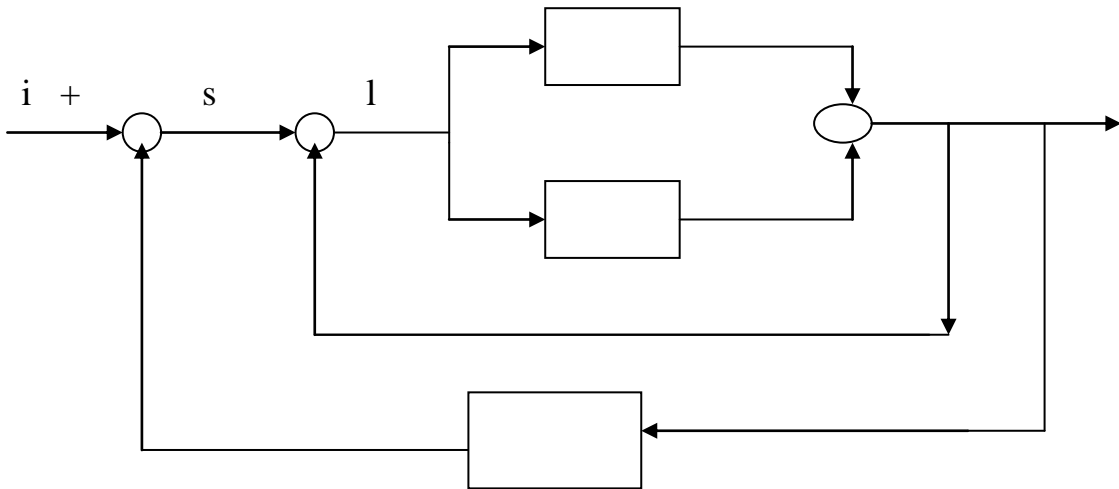
$$u = \frac{C.i}{1 + C.T}$$

Pertanto il BLOCCO dato si può RIDURRE EQUIVALENTEMENTE alla forma seguente:

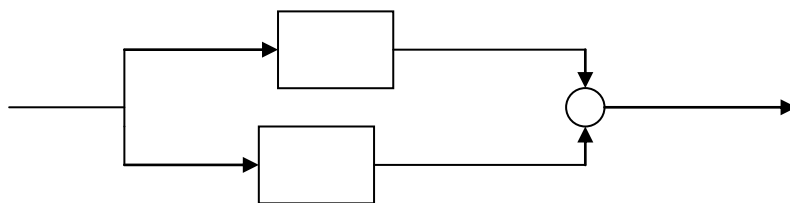


ESEMPIO.2

Si voglia ridurre il seguente sistema a blocchi:



La prima riduzione da effettuare, la si ottiene riducendo la parte più interna, ossia:



Essa è equivalente al SISTEMA che otteniamo, inizialmente, per via matematica:

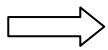
$$u_1 = A.t$$

$$u_2 = B.t, \quad \text{con} \quad u_1 + u_2 = u$$

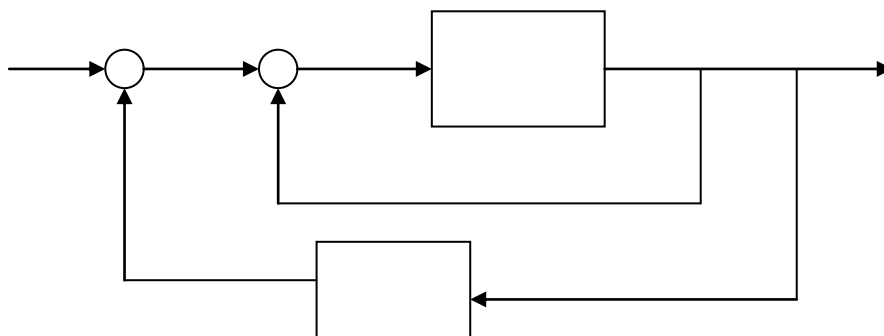
pertanto,

$$u = A.t + B.t = (A + B).t \quad \Rightarrow$$

Perciò il sistema iniziale, lo posso ridurre alla



forma seguente:



Adesso cerchiamo di ridurre la retroazione positiva:

$$\begin{aligned} d &= s + u; & u &= (A + B) \cdot t \\ \Rightarrow & & & \\ u &= (A + B) \cdot (s + u) = (A + B) \cdot s + (A + B) \cdot u \end{aligned}$$

Porto a primo membro il termine contenente il segnale di USCITA, ottenendo così:

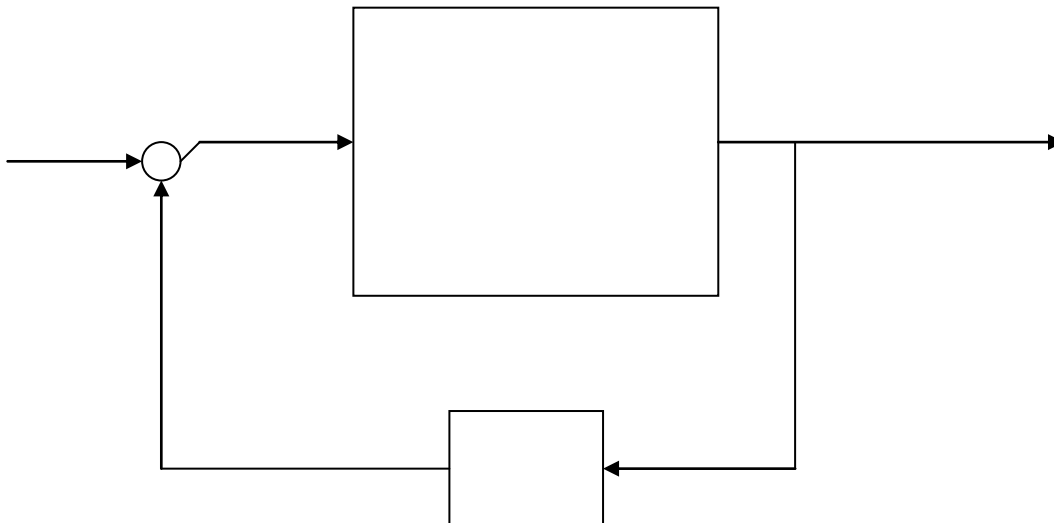
$$u - (A + B) \cdot u = (A + B) \cdot s \quad \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \quad u(1 - (A + B)) = (A + B) \cdot s$$

ossia,

$$u = \frac{(A + B) \cdot s}{1 - (A + B)}$$

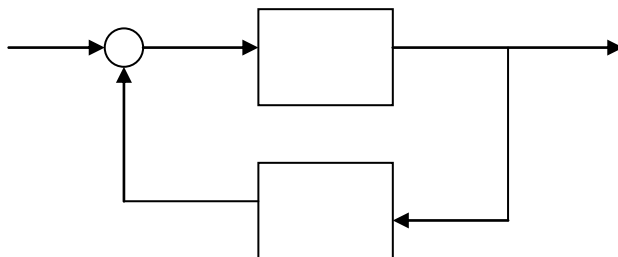
Pertanto il sistema lo posso, infine così ridurre:



Procediamo, ora, nel ridurre la retroazione negativa:

per comodità chiamo $(A + B) / 1 - (A + B)$, con D .

E' come se studiassi il sistema seguente:



Da cui si deduce che :

$$s = i - z$$

$$u = D.s = D.i - D.z, \text{ ma è anche vero che:}$$

$$z = C.u \text{ e questo implica che,}$$

$$u = D.i - D.z = D.i - D.C.u,$$

porto a primo membro il termine che contiene il segnale di USCITA u , ottenendo così,

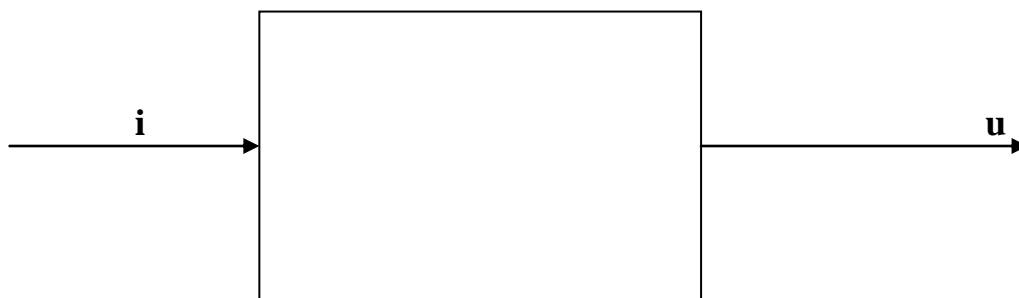
$$u \cdot (1 + D.C) = D.i \text{ e ciò implica che,}$$

$$u = D.i / (1 + D.C)$$

Ricordando che si è posto con

$$D = (A + B) / 1 - (A + B)$$

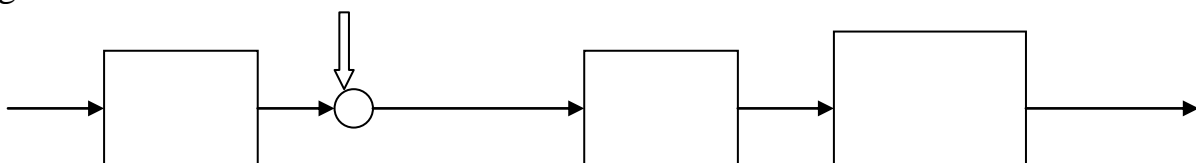
Perciò il sistema iniziale si può ricondurre al sistema equivalente di figura:



I DISTURBI NEGLI SCHEMI A BLOCCHI

In molti casi, quando si deve studiare un sistema si può avere a che fare con degli eventi imprevedibili o imprevisti, ossia con dei DISTURBI. Nei nostri casi l'inserimento di un disturbo avverrà per mezzo di un nodo sommatore, il segno "+", rappresenterà un disturbo con carattere ADDITIVO, mentre il segno "-", rappresenterà un disturbo con carattere RIDUTTIVO.

Il disturbo ADDITIVO si può ritenere come un disturbo che tende esaltare la RISPOSTA del SISTEMA, mentre quello RIDUTTIVO tenderà ad attenuare detta RISPOSTA. Lo schema di un sistema in cui è presente un DISTURBO, può essere il seguente:

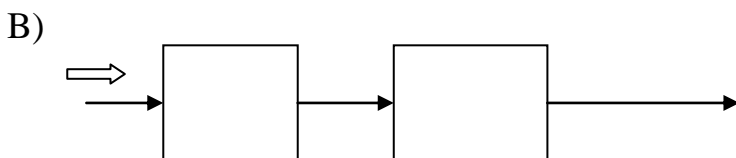
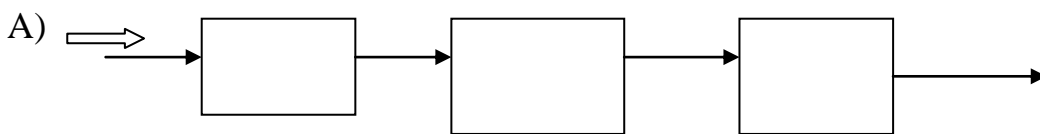


Come si vede si presenta un DISTURBO avente carattere ESALTATIVO o ADDITIVO. Quando è presente un disturbo occorre effettuare una scomposizione, avvalendosi del PRINCIPIO di SOVRAPPOSIZIONE degli EFFETTI:

un primo schema conterrà tutta la struttura, trascurando la presenza del disturbo,

un secondo schema conterrà, come ingresso, il disturbo, considerando tutti i blocchi che seguono il nodo sommatore, in altri termini è come se si considerasse il sistema iniziale prescindendo dal segnale di INGRESSO.

Riportiamo i due schemi indicati, il cui studio separato ci consente di ricavare lo schema equivalente allo schema iniziale.



La composizione dei due schemi avviene semplicemente eseguendo una SOMMA ALGEBRICA delle USCITE, ossia l'USCITA TOTALE **u** sarà somma delle due uscite parziali:

$$\mathbf{u} = \mathbf{u_i} + \mathbf{u_d}$$

Calcoliamo il modello matematico di questa scomposizione,

$$\begin{cases} \mathbf{u_i} = \mathbf{A.B.C.i} \\ \mathbf{u_d} = \mathbf{B.C.d} \end{cases}$$

Quindi il modello matematico globale è :

$$\mathbf{u} = \mathbf{u_i} + \mathbf{u_d} = \mathbf{A.B.C.i} + \mathbf{B.C.d}$$

Calcoliamo, ora, il rapporto tra la **u_i** e la **u_d**, per poter avere un'indicazione sull'incidenza del DISTURBO, sul comportamento del SISTEMA:

$$\mathbf{u_i/u_d} = \mathbf{A.B.C.i / B.C.d} =$$

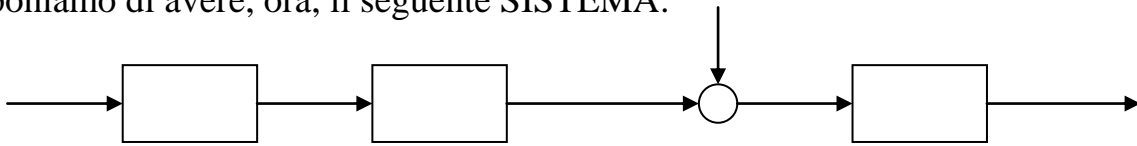
$$u_i/u_d = \frac{A \cdot \cancel{B} \cdot \cancel{C} \cdot i}{\cancel{B} \cdot \cancel{C} \cdot d}$$

ottenendo così,

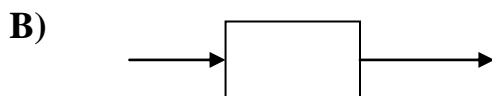
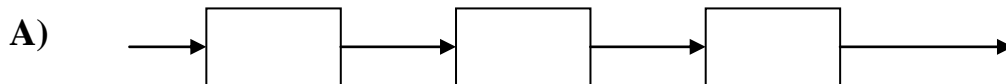
$$u_i/u_d = A \cdot i/d$$

Da quest'ultima equazione si può osservare che l'ingresso **i** viene AMPLIFICATO dal solo BLOCCO A, (che è l'unico blocco situato nella catena, prima del disturbo), mentre il disturbo **d** resta invariato.

Supponiamo di avere, ora, il seguente SISTEMA:



che risulterà equivalente, ai due sistemi seguenti,



Vediamo ora cosa succede, se un DISTURBO, viene ad agire su un SISTEMA in RETROAZIONE.

LA STABILITA'

Una delle proprietà fondamentali che deve essere garantita da un SISTEMA è la **STABILITA'**.

DEFINIZIONE: un sistema si dice stabile se in corrispondenza di piccole variazioni dei valori di ingresso, si riscontrano piccole variazioni in uscita.

DEFINIZIONE: un sistema si dice instabile se a piccole variazioni in ingresso, si riscontrano grandi variazioni in uscita.

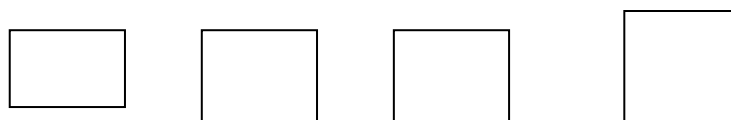
LA RETROAZIONE ED IL CONTROLLO

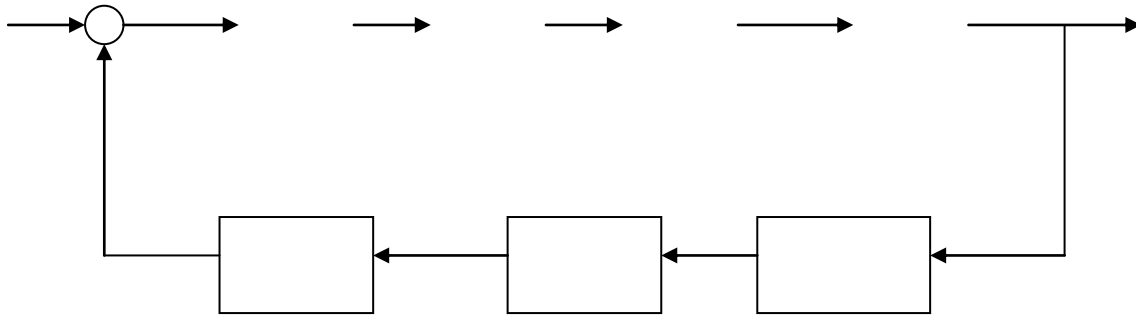
Abbiamo già visto in precedenza che, i blocchi fondamentali di un sistema retroazionato, si chiamano SISTEMA CONTROLLORE, e SISTEMA CONTROLLATO.

E' necessario ora chiarire meglio questi concetti,

- il concetto di retroazione è strettamente legato al controllo.
- Facciamo un esempio per chiarirsi le idee:
- Consideriamo il sistema di riscaldamento di un appartamento, che ha il termostato regolato su 22°C, quando l'ambiente ha superato la temperatura prestabilita di 2°C la caldaia si spegne automaticamente, e quando la temperatura, dopo un certo tempo, scende di 2°C sotto il valore stabilito, la caldaia si riaccende.
- Se la temperatura resta all'interno di questi 4°C, la caldaia rimane accesa.
- Si capisce allora, che deve esserci un meccanismo che rileva il valore della temperatura, (l'uscita del sistema), ed in base a questo prende una decisione e agisce sul sistema "caldaia".
- In definitiva, la caldaia sarà il nostro sistema CONTROLLATO, mentre il termostato, che agisce sul flusso di gas, sarà il nostro sistema CONTROLLORE.
- La RETROAZIONE del sistema nel suo complesso in questo caso è negativa, poiché per prendere una decisione, è necessario calcolare lo scarto fra la temperatura attuale, (rilevato dal termostato), e la temperatura desiderata, (22°C).
- Lo schema di controllo dal punto di vista generale è il seguente:

(VEDI PAGINA SUCCESSIVA)





Vediamo il significato dei vari BLOCCI:

TRASDUTTORE:

molto spesso i sistemi controllori possono lavorare solo su grandezze di tipo elettrico, Mentre il sistema controllato è legato a grandezza di natura diversa, (calore, pressione, energia meccanica, forza, ecc.).Perciò, la prima operazione da farsi è quella di tradurre il messaggio o segnale del sistema controllato, in una forma comprensibile per il sistema controllore, cioè, tradurla nella stessa “lingua”. Questo compito, viene proprio assolto dal trasduttore.(Il TRASDUTTORE è perciò un dispositivo capace di trasformare un segnale dato, in un segnale di qualsiasi altra natura).

L'AMPLIFICATORE:

l'amplificatore, ha lo scopo di adattare la Grandezza elettrica ai sistemi a disposizione. E' possibile cioè, che il segnale elettrico, presenti Dei disturbi, oppure NON SUPERI un CERTO VALORE di SOGLIA, per cui non è immediatamente leggibile dal sistema controllore, perciò l'amplificatore ripulisce il segnale, lo aumenta in modo proporzionale, senza modificarne l'andamento e perciò esso lo si deve scegliere in base al sistema controllore assunto.

IL FILTRO:

Anche questo dispositivo lavora per l'attenuazione dei disturbi, ossia ripulisce il segnale elettrico e permette il passaggio del segnale elettrico solo entro la gamma di frequenza che interessa o fissata precedentemente.

IL CONTROLLORE

E' il blocco che riceve il segnale depurato dal Sistema controllato, e dovrà fare delle valutazioni e prendere delle decisioni. Una volta presa la decisione, esso dovrà trasmetterla al nodo di controllo.

L'ATTUATORE:

E' il dispositivo che APPLICA o ATTUA le decisioni prese dal sistema controllore.

ANALISI QUALITATIVA DEI SISTEMI

Gli ingressi che interessano i nostri SISTEMI possono essere del tipo seguente:

- a) A GRADINO;
- b) A RAMPA LINEARE;
- c) A RAMPA PARABOLICA.

Le RISPOSTE ad un segnale a GRADINO, ad esempio, possono essere:

- 1) ESPONENZIALE;
- 2) OSCILLATORIO;
- 3) OSCILLATORIO SMORZATO.

Un modo semplice per valutare la PRECISIONE, di un sistema è quello di calcolare il suo **errore assoluto**, ma soprattutto **l'errore relativo compiuto nelle rilevazioni**. Indichiamo con errore ASSOLUTO, l'espressione seguente:

$$ea = |ur - ue|$$

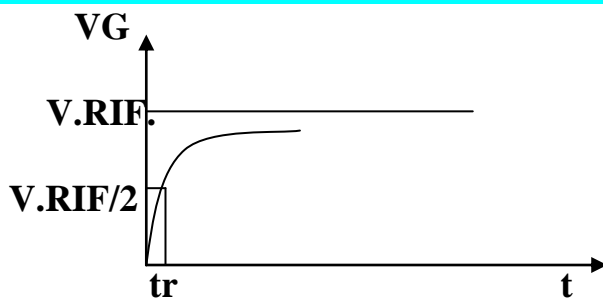
dove con
ur si indica l'uscita di
riferimento, e con
ue l'uscita rilevata o misurata.

L'errore **relativo** si definisce allora come: $er = ea/ur$, ossia
er= errore assoluto, diviso uscita di riferimento.

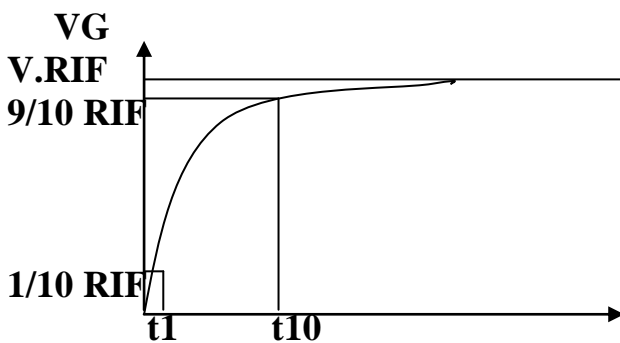
I TEMPI DI RISPOSTA

Altri indicatori importanti sulle prestazioni di un sistema sono i TEMPI di RISPOSTA, ossia il tempo impiegato dal sistema a reagire ad una sollecitazione, e poi, avvicinarsi al valore di riferimento. I tempi più significativi sono:

- A) TEMPO DI RITARDO;
- B) TEMPO DI SALITA;
- C) TEMPO DI ASSESTAMENTO.

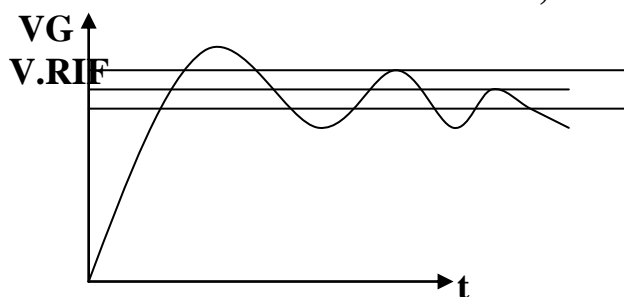


Il tempo di ritardo t_r è l'intervallo di tempo impiegato dal sistema a raggiungere la metà del valore di riferimento.

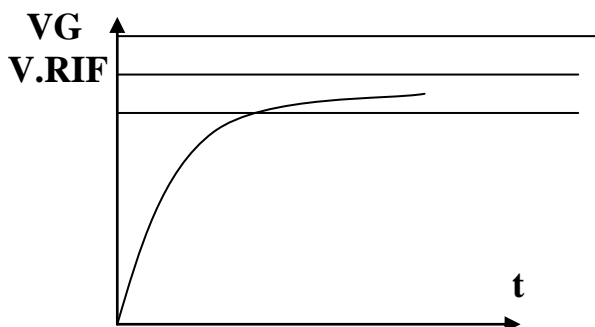


Il tempo di salita t_s è l'intervallo di tempo, che il sistema impiega per passare da $1/10$ ai $9/10$ del valore di riferimento.

Il tempo di **assestamento** è l'intervallo di tempo necessario al sistema, per stabilizzarsi entro uno scarto del **2%**, del **valore di riferimento**.



Se l'andamento è OSCILLATORIO, SMORZATO.



Se l'andamento ha carattere esponenziale.

FONDAMENTI DELLA COMUNICAZIONE

Nella vita quotidiana il concetto di COMUNICAZIONE è fondamentale. Esistono molte forme di comunicazione, come il leggere un libro, un giornale, andare al cinema o a teatro, ecc. E' comunicazione anche parlare con l'amico o con la fidanzata, seguire un corso, guardare un quadro, ecc.

Noi ci interessiamo ad un campo specifico della comunicazione, ossia tratteremo più specificatamente della COMUNICAZIONE dei DATI.

Valutiamo ora, quali sono gli ELEMENTI della COMUNICAZIONE.

IL MESSAGGIO-

La comunicazione ha lo scopo di trasferire informazioni ,(indipendentemente dalla loro natura.), da un punto all'altro. Si è così definito il primo elemento comune fra le varie forme di comunicazione. **L'informazione da trasferire la chiameremo, d'ora innanzi MESSAGGIO.**

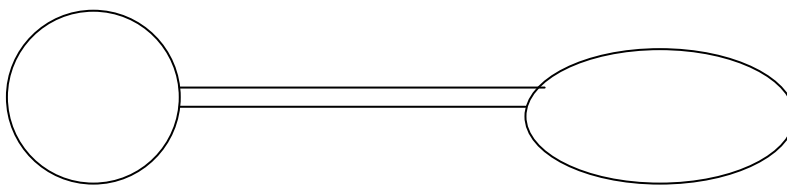
Affinché un MESSAGGIO possa essere trasmesso, nel processo di comunicazione , devono essere presenti tre entità distinte:

una sorgente, un canale , ed un destinatario.

La SORGENTE è un sistema che genera il MESSAGGIO, e che lo trasmette, per mezzo di un opportuno CANALE, ad un DESTINATARIO.

Il DESTINATARIO è dunque l'entità a cui è indirizzato il MESSAGGIO.

Il CANALE ci rappresenta, invece, il MEZZO attraverso cui il MESSAGGIO viaggia dalla SORGENTE al DESTINATARIO. Pertanto esso è il nostro mezzo trasmissivo.

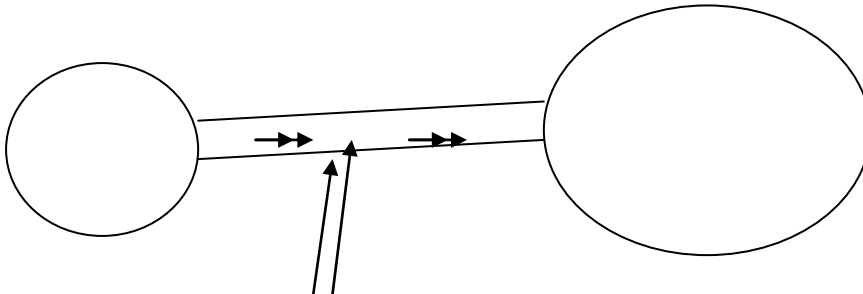


Pertanto in un qualsiasi processo di COMUNICAZIONE, dovremo identificare.

- a) **un messaggio;**
- b) **una sorgente, che genera il messaggio e lo colloca sul canale;**
- c) **un canale sul quale il messaggio viene trasportato;**
- d) **un destinatario che riceve il messaggio.**

L'ultima questione è questa, bisogna prevedere che in un processo di comunicazione possano verificarsi delle interferenze, tali da impedire la trasmissione del messaggio, o comunque darne una forma distorta, mal interpretabile.

Questi disturbi sono degli eventi indesiderati, che vengono indicati con il nome di RUMORE o DISTURBI.



Sarà il CANALE ad essere colpito dai fenomeni di DISTURBO o di RUMORE. Perciò potremo concludere che:

1)- **le prestazioni di un sistema di comunicazione dipendono strettamente dalle caratteristiche della sorgente, del canale e del destinatario.**

2) **affinché la comunicazione avvenga correttamente, è indispensabile che il messaggio sia posto in una forma comprensibile ai vari elementi o componenti.**

COMUNICAZIONE DEI DATI

Il nostro scopo è quello di trattare della COMUNICAZIONE dei DATI..

Infatti , noi trattiamo di comunicazione dei dati, ossia i DATI sono ciò che costituiscono il messaggio,(ossia l'insieme delle **informazioni** da trasmettere).

Secondo il nostro scopo, la comunicazione o l'intersambio di dati avvengono fra un OPERATORE ed un ELABORATORE.(**Il riferimento primario è allora l'elaboratore**).Infine per noi un DATO è una sequenza ORDINATA di BIT,(**BIT = BINARY DIGIT**),ed esso è legato alle due UNITA' LOGICHE "0"e "1".

In definitiva una sequenza logica è una sequenza del tipo " 1011001 ".

1	APERTO	ALTO	VERO	ON	SATURO	SI	CORRENTE
0	CHIUSO	BASSO	FALSO	OFF	INTERDETTO	NO	NO CORRENTE

SENSORI E TRASDUTTORI

Nella tecnologia attuale la differenza fra sensore e trasduttore, è difficilmente individuabile, perché le loro funzioni tendono ad equivalersi.

Possiamo dire che i sensori sono le terminazioni nervose che, **percepiscono le varie grandezze fisiche presenti nel sistema da controllare, inteso come processo o macchinario.**

I sensori poi, devono necessariamente convertire la grandezza fisica, a cui sono sensibili, in uno stato elettrico, agendo secondo due modalità:

- 1) **DIGITALE**, se la grandezza viene convertita in uno stato elettrico di contatto aperto o chiuso, (on – off), oppure in un segnale discreto , (livello 0 – 1);
- 2) **ANALOGICA**, se la grandezza fisica viene convertita in uno stato elettrico, (segnale), ad essa proporzionale che, varia in modo continuo, seguendo le variazioni della grandezza fisica.

Osservazione: Le informazioni che vengono trattate da dispositivi e attrezzature possono essere analogiche o digitali. I segnali **analogici** sono variabili con continuità, come si osserva dalla figura sotto riportata, e sono caratterizzati dai seguenti parametri: FORMA, AMPIEZZA, PERIODO, FREQUENZA.

Il sensore che opera secondo le modalità analogica viene denominato **TRASDUTTORE**.

Il **trasduttore** è in grado di trasformare una grandezza fisica, velocità, pressione, temperatura, lunghezza, peso, intensità luminosa, posizione, ecc., in un segnale elettrico.

Lo schema a blocchi di un trasduttore è rappresentato in figura:

Il trasduttore impiegato nella tecnologia attuale è costituito da più **sottosistemi**:

- ❖ Il **sensore**, che è il dispositivo che possiede un parametro in grado di variare la grandezza fisica da trasdurre;
- ❖ La **parte** che ha la **funzione di elaborazione, di amplificazione e di generazione** del segnale elettrico uscente sulla base delle variazioni percepite dal sensore;
- ❖ La **sezione di alimentazione** che fornisce l'energia elettrica necessaria per il funzionamento dell'intero dispositivo.

La classificazione dei trasduttori può essere fatta in vari modi, privilegiando le caratteristiche costruttive, i principi di funzionamento, la grandezza fisica a cui sono sensibili ed altre proprietà ancora.

Una possibile suddivisione è quella che si basa sul principio di conversione della grandezza fisica da misurare, in grandezza elettrica.

Vediamo i tipi più significativi di TRASDUZIONE:

- **TRASDUZIONE ELETTROMAGNETICA**. La grandezza fisica è convertita nella tensione indotta in un conduttore, che si muove in un campo magnetico.
- **TRASDUZIONE INDUTTIVA**. La grandezza fisica è convertita nella variazione di induttanza di un avvolgimento, dovuta al movimento del nucleo di materiale ferromagnetico.
- **TRASDUZIONE CAPACITIVA**. La grandezza fisica è convertita nella variazione di capacità, dovuta al movimento di un'armatura o del dielettrico di un condensatore.
- **TRASDUZIONE RESISTIVA**. La grandezza fisica è convertita nella variazione della resistenza di un conduttore.
- **TRASDUZIONE PIEZOELETTRICA**. La grandezza fisica è convertita nella variazione di tensione dovuta alla sollecitazione meccanica di un cristallo.
- **TRASDUZIONE FOTOVOLTAICA**. La grandezza fisica è convertita nella variazione di tensione che, nasce in una giunzione di un semiconduttore, investita da un'onda luminosa di intensità variabile.
- **TRASDUZIONE TERMOELETTRICA**. La grandezza fisica è convertita nella tensione, che nasce nella giunzione di due metalli di diversa natura, mantenuti a temperatura diversa, (effetto SEEBACK).
- **TRASDUZIONE ad effetto HALL**. La grandezza fisica è convertita nella tensione provocata dall'effetto HALL, che nasce in una lastrina di un semiconduttore, percorsa da una corrente I ed immersa in un campo magnetico, con B perpendicolare alla lastrina stessa; la differenza di potenziale generata è proporzionale ai valori di B e di I .

Vediamo, ora, i tipi di trasduttori suddivisi per **GRANDEZZA FISICA** da rilevare:

<u>Grandezza fisica</u>	<u>Tipo di trasduttore</u>
Posizione rettilinea	<ul style="list-style-type: none"> • Potenzenziometro rettilineo • Trasduttore a ultrasuoni
Posizione angolare	<ul style="list-style-type: none"> • Potenzenziometro rotativo • Trasduttore synchro • Trasduttore resolver • Trasduttore capacità • Encoder ottico
Velocità angolare	<ul style="list-style-type: none"> • Dinamo tachimetrica • Encoder ottico incrementale
Pressione	<ul style="list-style-type: none"> • Trasduttore capacitivo • Trasduttore induttivo • Trasduttore estensimetrico
Temperatura	<ul style="list-style-type: none"> • Termistore • Termocoppia • Trasduttore a raggi infrarossi
Umidità	<ul style="list-style-type: none"> • Trasduttore a cella elettrolitica • Trasduttore capacitivo

TRASDUTTORI DI POSIZIONE

Potenzimetri Sono dispositivi che non raggiungono precisioni molto elevate, ma

il loro uso è molto diffuso, per la loro semplicità di costruzione. I potenziometri trasducono sia la **posizione lineare** che **angolare** nella **grandezza elettrica tensione**.

Si vedano le due figure, A e B, di riferimento:

In riferimento a dette figure, applicando la tensione di ingresso V_i ai capi dell'elemento resistivo R , chiamando r la resistenza variabile tra il cursore ed il morsetto U , si ha una tensione di uscita V_u , che si ricava dalla seguente relazione:

$$V_u = V_i \cdot r / R, \text{ dove } V_i/R = I \text{ si ricava dalla legge di OHM.}$$

Se l'elemento resistivo è OMOGENEO, la relazione che lega la resistenza alla posizione del cursore è di tipo lineare, ed è espressa dalla formula:

$$R = \rho L / S,$$

dove ρ è la resistività del materiale, L è la sua lunghezza ed S la sua sezione.

Trasduttore Rettilineo a **Il trasduttore a ultrasuoni è costituito da una parte fissa (tubo in acciaio con all'interno un tubo in ferro-nichel),**

Ultrasuoni.

e da una parte mobile, (anello scorrevole sul tubo, entro cui si trovano 4 magneti permanenti). Il campo magnetico assiale provocato dai 4 magneti permanenti si sovrappone a quello magnetico circolare, generato da un impulso di corrente, inviato attraverso il tubo interno. Si ottiene, quindi, nella zona dell'indicatore di posizione, (anello), un campo magnetico **RISULTANTE**. Per effetto del fenomeno di magnetostrizione, viene a crearsi lungo il tubo in ferro e nichel un impulso ad ultrasuoni che si propaga ad una velocità di

circa 2 800 m/s; l'onda si propaga verso la parte iniziale del tubo, viene recepita da un sensore che la trasforma, tramite un circuito elettronico, in segnale elettrico. Il tempo che intercorre tra la generazione dell'impulso a ultrasuoni e la ricezione da parte del sensore, è direttamente proporzionale alla distanza tra anello, (indicatore di posizione), ed il punto dove è situato il sensore. La struttura del trasduttore rettilineo a ultrasuoni è molto robusta, e quindi si adatta a impieghi molto gravosi, quali laminatoi, presse Tranciatrici, impianti di fonderia, ecc. Inoltre la sua tecnologia Consente di impiegarli, anche per distanze superiori ai tre metri.

Trasduttore Funzionano secondo il trasformatore di tensione; variando la Synchro e Trasduttore Resolver posizione angolare del rotore rispetto allo statore varia il flusso magnetico e quindi variano le tensioni indotte.

Trasduttore Angolare a Capacità Trova applicazione quando è richiesta una soluzione costruttiva particolarmente robusta. Si basa sulla variazione di capacità prodotte da un rotore a forma di placchette, solidale con l'albero di cui si vuole rilevare la posizione, che si muove rispetto a due superfici fisse, che costituiscono gli statori.

Encoder ottico Questo dispositivo basa il suo funzionamento sull'interruzione del fascio luminoso, prodotta da un corpo che lo intercetta. Un disco dotato di fori, viene collegato alla parte che di cui si vuole conoscere la posizione, in modo che il movimento rotatorio del disco e della parte, siano solidali tra loro. La sorgente luminosa è costituita generalmente da un LED; il ricevitore, eccitato dalla luce, passata attraverso il foro del disco, invia il segnale ad un contatore bidirezionale, in grado di rilevare il verso di rotazione del corpo, che conta gli impulsi che intercorrono fra la posizione iniziale e la posizione da rilevare. **Il grado di risoluzione** è in relazione al numero di fori del disco. Per ottenere maggiore precisione si adotta la soluzione di collegare l'albero in movimento, al disco forato, tramite un moltiplicatore di giri.

CHIARIMENTI SUL DIODO LED

Il diodo LED; (Light Emitting Diode), è un diodo emettitore di Luce. Appartiene alla categoria dei diodi a giunzione, realizzato con fosforo di arseniuro di gallio. La caratteristica di questo composto è quella di emettere luce rossa, gialla o verde a seconda della composizione, quando la giunzione è polarizzata direttamente e di non effettuare alcuna emissione luminosa se polarizzata inversamente. Va ricordato che in un diodo a giunzione polarizzato direttamente gli elettroni passano dalla zona N alla zona P e qui si ricombinano con le lacune vicino alla giunzione; lo stesso processo avviene per le lacune che si muovono nella direzione opposta. Ad ogni ricombinazione si sviluppa energia, che generalmente si manifesta con l'aumento della temperatura. Nel fosforo di arseniuro di gallio parte dell'energia liberata si manifesta sotto forma di luce, che viene emessa dal LED.

TRASDUTTORI DI VELOCITA' ANGOLARE

Dinamo **Viene installata, in modo coassiale all'asse di cui si vuole rilevare**
Tachimetrica la velocità; “ tachimetrica ” significa, infatti, misuratrice di velocità. La dinamo è una macchina elettrica in grado di generare, una forza elettromotrice continua, proporzionale alla velocità del rotore, secondo la relazione: $E = Kd \cdot N$, dove N esprime il numero di giri al minuto effettuati dall'asse. La relazione sopra riportata esprime la trasformazione della **grandezza velocità angolare** dell'asse, nel segnale elettrico E . La precisione del valore di E e quindi dell'intero dispositivo Trasduttore, dipende dalla variazione subite da Kd per effetto della temperatura. Quando la dinamo, poi, è attiva avviene l'erogazione della corrente I , come evidenziato dallo schema di figura:

La tensione V_u ai suoi morsetti diventa: $V_u = E - R_a \cdot I$, e presenta una certa ondulazione. Per renderla continua si introduce nel circuito un filtro opportuno.

CHIARIMENTI SULLA DINAMO

La **dinamo** è una macchina elettrica rotante in grado di produrre corrente continua. Il suo funzionamento si basa sul principio dell'induzione elettromagnetica, cioè sulla forza elettromotrice che si manifesta ai capi di una spira metallica, posta in rotazione all'interno di un campo magnetico.

La dinamo è costituita essenzialmente da un magnete, (**induttore**), che genera il campo magnetico, con le sue espansioni polari opportunamente sagomate, in mezzo alle quali ruota un corpo cilindrico, costituito da lamierini di acciaio, sui quali è avvolto un circuito, (**indotto**), costituito da spire opportunamente collegate fra loro. Quando l'indotto è posto in rotazione, ogni spira è attraversata da un flusso magnetico variabile e quindi diventa sede di una forza elettromotrice indotta. Il flusso magnetico è prodotto dagli avvolgimenti di eccitazione disposti nelle espansioni polari, (**poli**). La corrente di eccitazione può essere fornita da una sorgente esterna, di corrente continua, nel qual caso si ha il funzionamento **ad eccitazione indipendente** oppure dallo stesso indotto e si ha quindi il caso di **auto eccitazione**.

Encoder ottico E' **analogo alla dinamo tachimetrica con la differenza che in incrementale questo caso, l'apparecchiatura di controllo, conta gli impulsi**

per un determinato periodo, e divide il risultato ottenuto per il numero di tacche presenti sul disco dell'encoder, ottenendo il valore della velocità di rotazione del disco e quindi dell'albero in giri al minuto. Si chiama **incrementale**, perché il metodo di riferimento non si basa su un punto fisso, invariabile, ma sul punto definito dall'ultima rilevazione effettuata.

TRASDUTTORI DI PRESSIONE

Tutti i dispositivi di questo tipo contengono un elemento elastico in grado di rilevare una forza per unità di superficie, (pressione).

Questo elemento elastico, nel caso dei **trasduttori di pressione capacitivi**, è una delle due armature del condensatore; i **trasduttori di pressione induttivi**, invece, si basano sulla variazione della riluttanza magnetica che, si ottiene collegando il centro dell'elemento elastico, con il nucleo mobile di una bobina.

I **trasduttori di pressione estensimetrici** sono i più usati e si basano su tecnologie a semiconduttore, che garantiscono notevole sensibilità ed elevata precisione.

TRASDUTTORI DI TEMPERATURA

Termistori Derivano da **thermic resistor**; (resistore termico), e sono dispositivi a semiconduttore, la cui resistenza varia notevolmente con la temperatura. Vengono utilizzati per il rilievo della temperatura in varie situazioni, perché possono essere riscaldati sia dall'ambiente esterno che internamente dalla corrente che li attraversa.

Il tipo **NTC** (**Negative Temperature Coefficient**), a coefficiente termico negativo è quello più utilizzato. La resistenza diminuisce con l'aumentare della temperatura, come si osserva dalla figura:

Vengono realizzati con ossidi di nichel, manganese ed altri elementi che assumono, dopo i vari trattamenti, un aspetto ceramico. Il suo funzionamento si può illustrare con il circuito di figura, che è un semplice circuito di un termometro elettronico che, impiega un termistore:

Nella figura stessa E indica un alimentatore in continua e T indica un termistore.

Le variazioni di temperatura producono variazioni della resistenza del termistore, e quindi, della corrente che lo attraversa. Queste variazioni di corrente sono segnalate dal milliamperometro. E' sufficiente tarare lo strumento in temperatura, per ottenere la misurazione della temperatura dell'ambiente.

Nel tipo **PTC**, (**Positive Temperature Coefficient**), a coefficiente termico positivo, la resistenza aumenta rapidamente, superato un dato valore di temperatura.

Proprio per questa ragione essi vengono quasi esclusivamente impiegati a protezione di quei circuiti o dispositivi, che se attraversati da correnti estremamente elevate li possono danneggiare irrimediabilmente.

TERMOCOPPIA Se due conduttori metallici, diversi fra loro, vengono saldati ad una estremità, che costituisce il cosiddetto **giunto caldo**, agli altri due capi liberi, che costituiscono il **giunto freddo**, vi è la presenza di una differenza di potenziale. Il valore di questa differenza di potenziale è dell'ordine dei millivolt e dipende sia dai tipi di metallo posti a contatto, sia dalla differenza di temperatura tra le giunzioni. Con le termocoppie si può misurare la temperatura di un punto rispetto all'altro, ponendo il giunto caldo in un punto T_n ed il giunto freddo in un punto di riferimento T_a . Per ottenere un valore di misura attendibile è necessario che, la temperatura del giunto freddo T_a resti costante, proprio per questo il giunto freddo viene inserito in un ambiente controllato da un termostato.

TRASDUTTORI A RAGGI INFRAROSSI Tutti i corpi a temperatura superiore allo zero assoluto, emettono delle radiazioni nel campo della frequenza dell'infrarosso, e quindi energia. Per misurare detta energia si usa il **termometro a radiazione**, che è un dispositivo elettronico in grado di trasformare i **fotoni**, (ossia le particelle elementari della luce), emessi da un corpo caldo in un segnale elettrico.

TRASDUTTORI DI UMIDITA' I dispositivi classici per misurare l'umidità dell'aria, utilizzavano come elemento sensibile un piccolo fascio di capelli. Attualmente vengono usati igrometri di tipo elettronico che si basano sulla variazione di una resistenza o di una capacità. Ricordiamo che le misure igrometriche da misurare sono:

- l'**umidità assoluta**, che è definita dal numero di grammi di vapore acqueo per metro cubo d'aria;
- l'**umidità relativa**, che è definita dal rapporto tra la quantità di vapore acqueo contenuto in una data massa d'aria e la quantità necessaria per raggiungere la saturazione.

Trasduttore a cella ELETTRolitica:

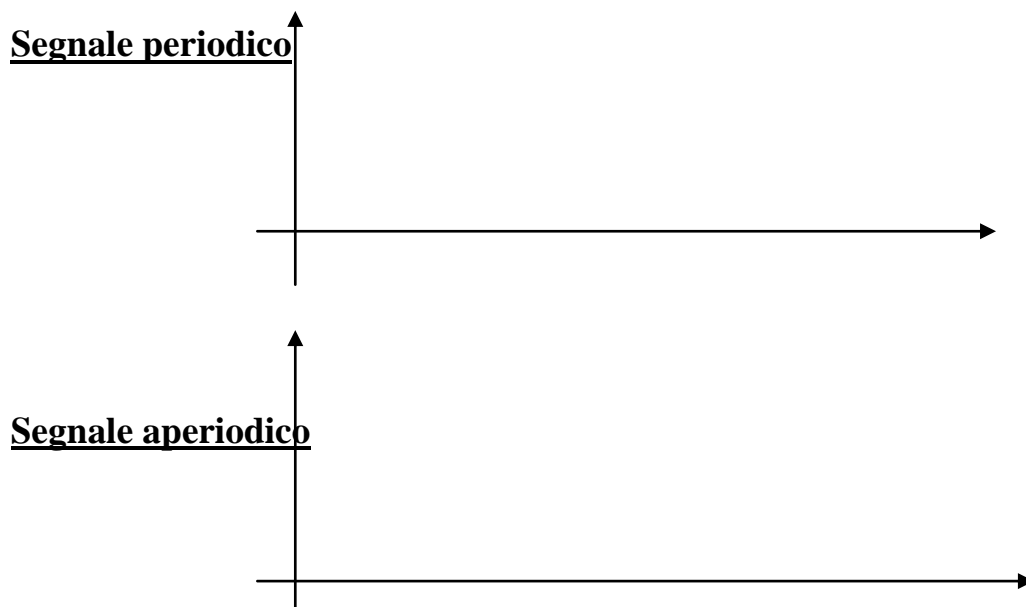
E' di tipo resistivo ed è costituito da una cella **elettrolitica** collegata a due avvolgimenti di metallo nobile, ricoperti da una pellicola igroscopica, cioè capace di assorbire l'umidità dell'aria. In questa cella, piccole variazioni del valore di umidità relativa, vengono tradotte in altrettante variazioni della resistenza elettrica. La precisione di questo trasduttore è dell'ordine del $\pm 1,5 \%$ ed il tempo di risposta è di qualche secondo.

Trasduttore CAPACITIVO. E' in grado di rilevare la variazione della costante dielettrica di un materiale igroscopico, compreso fra due elettrodi, in genere di oro. E' quindi possibile correlare la variazione di umidità con la variazione di capacità.

I SEGNALI

Per **segnale** si intende in linea di massima una grandezza fisica le cui variazioni nel tempo risultano significative ai fini della comunicazione di un'informazione.

Per noi risultano particolarmente importanti i **segnali elettrici periodici**.



Si dice **PERIODICO** un segnale che dopo un certo intervallo di tempo, (detto appunto **periodo**), torna ripetersi ancora uguale.

Il periodo si indica con **T** e si misura in **s**.

Il numero di periodi che si ripetono nell'unità di tempo si dice frequenza **s**, e si dice Hertz.

Matematicamente un segnale periodico è una funzione del tempo del tipo:

$$v = v(t) = v(t + nT), \text{ con } n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

Questa relazione afferma che il segnale **v(t)** all'istante **t** presenta un valore identico all'istante **t + nT**.

I segnali privi di periodicità prendono il nome di **segnali aperiodici**; questi si possono ritenere periodici con **periodo T infinito**.

Il segnale trasmesso dalle emittenti radiofoniche in FM, consiste in un segnale sinusoidale in alta frequenza **MODULATO** in **FREQUENZA** del segnale audio. Questa modulazione consiste nel far variare la frequenza della **SINUSOIDE** in alta frequenza, detta **PORTANTE** del segnale audio, in modo direttamente proporzionale all'**AMPIEZZA** del segnale audio stesso, (detto segnale **MODULANTE**).

In ricezione è possibile recuperare l'informazione del segnale audio, contenuto nella sua **AMPIEZZA**, dalla variazione della frequenza della sinusoide **PORTANTE**. L'informazione contenuta nella **PORTANTE** non è quindi nella sua legge di periodicità, ma nella variazione della sua frequenza.

Anche le grandezze **COSTANTI**, (spesso impropriamente dette **CONTINUE**), si ritengono dei segnali, anche se per definizione **NON** presentando **VARIAZIONI** nel **TEMPO**, non potrebbero essere considerate come tali.

A giustificazione di quanto detto è possibile effettuare queste considerazioni:

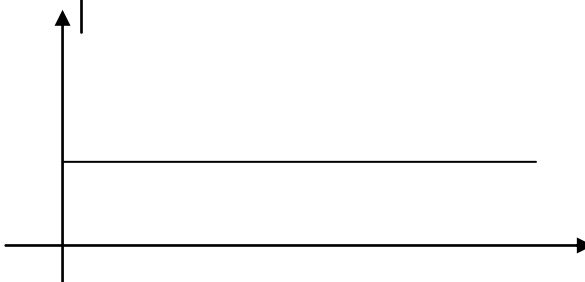
- a) **si considera normalmente CONTINUA una grandezza che subisce delle variazioni molto lente nel tempo;**
- b) **ai fini dell'analisi del funzionamento di un circuito, si procede spesso alla misura dei parametri delle grandezze elettriche presenti, anche una grandezza continua, se assume un valore diverso dal previsto, può quindi contenere un'informazione utile.**

Indipendentemente dalla periodicità o meno di un segnale, esso può essere UNIDIREZIONALE o BIDIREZIONALE, in relazione al segno che, la grandezza fisica, assume al variare del tempo.

Segnale bidirezionale



Segnale unidirezionale



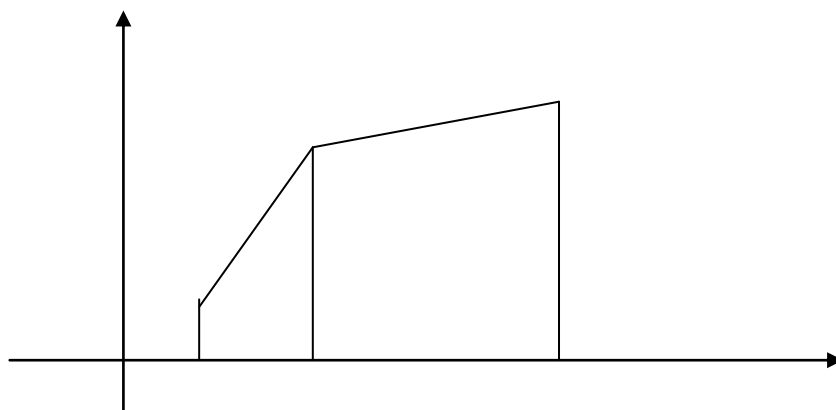
E' interessante ricordare che se ad un segnale BIDIREZIONALE si aggiunge un segnale CONTINUO, di valore opportuno, si ottiene un SEGNALE UNIDIREZIONALE.

II VALORE MEDIO

Si consideri una grandezza variabile nel tempo $v = v(t)$. Nell'intervallo $[t_1, t_2]$, stante l'andamento lineare della $v = v(t)$, si veda la figura sotto riportata, il VALOR MEDIO è pari a V_{m1} che si trova a metà dei valori V_a e V_b . Si noti che le due aree tratteggiate sono uguali, e pertanto, il rettangolo di base $t_2 - t_1$ ed altezza V_{m1} presenta la medesima area del quadrilatero Abt_2t_1 .

Analogo discorso si può effettuare per l'altro tratto:

area rettangolo di altezza V_{m2} , per la base $t_3 - t_2$, uguale area del quadrilatero $BC(t_3 - t_2)$.



Estendendo il ragionamento a tutto l'intervallo $[t_1, t_3]$, si può quindi dire che il valore medio di $v = v(t)$ è pari a V_m , altezza del rettangolo, con base $t_3 - t_1$, ed è uguale all'area del pentagono $ABCt_3t_1$.

Per una generica funzione $v = v(t)$, variabile nel tempo, si può generalizzare il concetto di VALORE MEDIO, ossia:

il valore medio di $v = v(t)$ in un dato intervallo è pari all'altezza del rettangolo di base pari all'intervallo di tempo considerato ed area uguale a quella sottesa dalla funzione nello stesso intervallo.

VALORE MEDIO di una curva BIDIREZIONALE:



Nel caso di un segnale **BIDIREZIONALE**, il valore medio si ottiene calcolando l'area sottesa della curva come **SOMMA ALGEBRICA** delle aree sottese dalla curva superiormente ed inferiormente all'asse x.

Potremo allora ammettere che:

$$V_m = (A_1 + A_3 + A_5 - A_2 - A_4 - A_6) / (t_2 - t_1).$$

L'eventuale componente continua di un segnale coincide con il suo **VALORE MEDIO**.

In definitiva un segnale a VALORE MEDIO NULLO è privo di componente continua.

SEGNALI ALTERNATI

Si definisce segnale **ALTERNATO** un segnale periodico a **VALORE MEDIO NULLO**.

Il segnale più importante di questo tipo è il segnale SINUSOIDALE, la cui equazione è del tipo: $v = v(t) = V_M \sin(\omega t + \varphi)$, dove ω è la pulsazione, e φ è la fase del segnale. Inoltre la pulsazione e la frequenza sono legate dalla relazione seguente:

$$\omega = 2\pi f \text{ e dove } f = \omega / 2\pi, \text{ e questo implica che}$$
$$T = 2\pi / \omega.$$

VALORE EFFICACE – RMS = ROOT MEAN SQUARE.

Si definisce valore efficace di una corrente alternata il valore **CONTINUO** che, attraversando una resistenza provocherebbe, in un **PERIODO**, lo stesso effetto termico della corrente alternata effettivamente presente nella resistenza.

ESEMPIO: se si dice che una lampadina alimentata in alternata con tensione

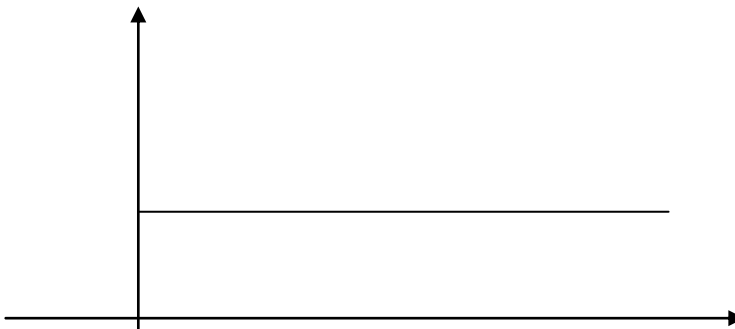
220 V_{eff}. presenta una potenza di 60 W, equivale a dire che la stessa lampadina alimentata con una tensione continua di 220 V produrrebbe una potenza di 60 W.

Se un segnale è costituito da due livelli, e se i due livelli hanno una durata diversa, allora si parla di SEGNALI IMPULSIVI.

Un parametro importante per i segnali a due livelli, in special modo per quelli impulsivi, è il DUTY CYCLE (CICLO UTILE), definito come

Il rapporto tra il tempo di durata del livello alto,(basso), ed il tempo di Ripetizione, $D = t_d / T$.

Segnale impulsivo



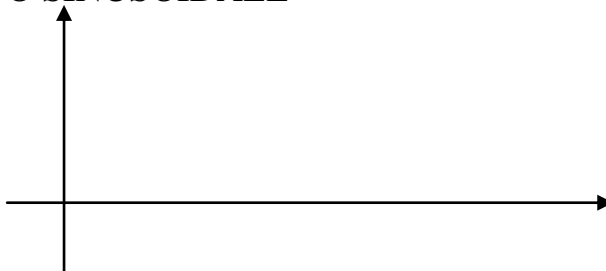
Vi faccio ora un cenno su un teorema importante, ossia il TEOREMA di FOURIER, esso afferma che, (questo teorema è inoltre effettivamente dimostrabile):

Una qualsiasi grandezza periodica è sempre scomponibile in infiniti termini sinusoidali.

Il termine di frequenza eguale a quella del SEGNALE è detto ARMONICA FONDAMENTALE o si parla di frequenza principale, mentre tutte le altre frequenze multiple di quella fondamentale, si dicono ARMONICHE SECONDARIE, ed esse hanno ampiezza decrescente all'aumentare della frequenza stessa.

SI INSERISCONO ALCUNI ESEMPI DI SEGNALI TIPICI

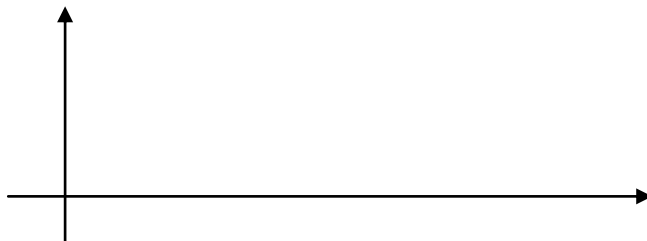
SEGNALE ALTERNATIVO SINUSOIDALE



SEGNALE RADDRIZZATO A SEMIONDA



SEGNALE RADDRIZZATO A DOPPIA SEMIONDA



SEGNALE TRIANGOLARE ALTERNATO



SISTEMI QUARTO ANNO

Ulteriori considerazioni su quanto detto

Come abbiamo già detto si definisce SISTEMA, un insieme di elementi interconnessi gli uni con gli altri, da relazioni. I legami rispondono ad opportune leggi, e gli elementi connessi interagiscono in modo tale da raggiungere uno scopo comune, NON RAGGIUNGIBILE da ogni singolo elemento.

Inoltre, si indica con il termine di VARIABILE quella grandezza o quelle grandezze che, all'interno del sistema è soggetto a VARIAZIONE, (o sono soggette a VARIAZIONI), nel tempo. Le funzioni che rappresentano l'andamento nel tempo di queste VARIABILI prendono il nome di SEGNALI.

Lo studio di un sistema può avvenire secondo le seguenti modalità:

- Noto l'ingresso \mathbf{i} e le caratteristiche del sistema S , (è noto cioè il suo modello matematico), si suole determinare la risposta \mathbf{u} del sistema. In questo caso si parla di CALCOLO della RISPOSTA, o dell'USCITA, o PROBLEMA della PREVISIONE.
- Nota l'uscita \mathbf{u} e le caratteristiche del sistema S , (suo modello matematico), vogliamo conoscere l'ingresso, \mathbf{i} . Più precisamente vogliamo sapere quale deve essere l'ingresso da applicare al sistema, per ottenere DATE USCITE. Questo tipo di problema si dice PROBLEMA del CONTROLLO, ed è argomento della teoria del CONTROLLO AUTOMATICO.
- Noto l'ingresso \mathbf{i} e l'uscita \mathbf{u} si vuole determinare o conoscere il sistema S . In questo caso si ha la conoscenza di alcune coppie, (ingresso – uscita), magari ottenute per via sperimentale. Questo tipo di problema è detto PROBLEMA di COSTRUZIONE del modello matematico, oppure PROBLEMA di IDENTIFICAZIONE, ciò è anche detto TECNICA del CONTROLLO AUTOMATICO.

Infine si osserva che un SISTEMA è FISICO quando tutte le grandezze che, lo caratterizzano, sono **misurabili**; in altro caso il sistema si dice ASTRATTO.

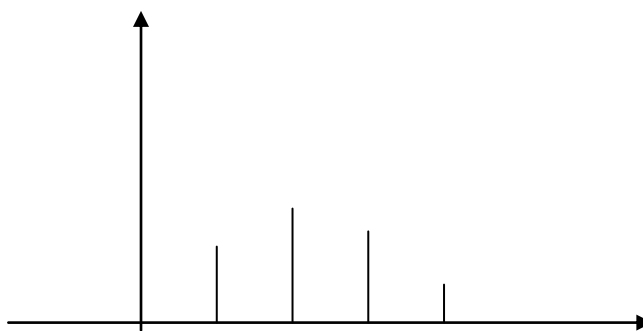
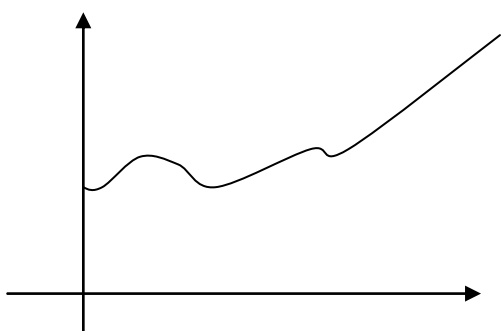
Un altro parametro che caratterizza un SISTEMA è la **ripetitività della sua risposta**. Nel caso di medesime o uguali sollecitazioni, con le stesse condizioni iniziali, se il sistema risponde sempre allo stesso modo, allora il sistema si dice DETERMINISTICO. In pratica, in questi sistemi esistono delle relazioni matematiche, tra variabili di ingresso e di uscita, che permettono di predeterminare l'andamento della risposta. Nel campo tecnico a noi occorrono proprio questi tipi di sistemi, ad esempio un circuito elettrico rientra in questa categoria; infatti se ad una resistenza di valore R applichiamo una tensione V , la corrente in essa circolante è sempre la stessa e vale, per la legge di OHM, $I = V / R$.

C'è anche da osservare che un sistema è CONTINUO, se tutte le variabili che lo caratterizzano sono CONTINUE, se almeno una grandezza del sistema è DISCRETA allora il sistema è DISCRETO.

Ovviamente, tutti i sistemi, nei quali tutti i fenomeni che vi hanno luogo, possono essere descritti da grandezze che variano con continuità, vengono definiti a TEMPO CONTINUO.

Quando il trascorrere del tempo non viene studiato mediante una successione continua di istanti, ma il tempo stesso si considera come una successione di istanti a intervalli regolari, i sistemi stessi si dicono a TEMPO DISCRETO.

ESEMPI GRAFICI:



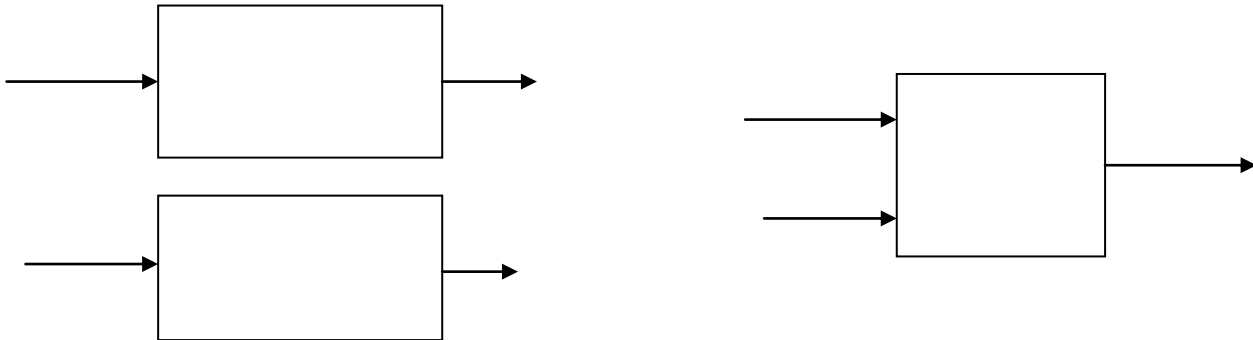
La tabella seguente riassume i casi possibili separando la variabile tempo dalle altre grandezze che caratterizzano il sistema:

Tipo di SISTEMA	Variabile tempo	Altre variabili	ESEMPI
Sistema continuo Tempo continuo	CONTINUA	TUTTE CONTINUE	Termometro a mercurio: la temperatura viene misurata con continuità; i valori assunti sono di tipo continuo.
Sistema continuo Tempo discreta	DISCRETA	TUTTE CONTINUE	Termometro: se la temperatura è misurata soltanto in determinati istanti.
Sistema discreto Tempo discreto	DISCRETA	ALMENO UNA DISCRETA	Flip – Flop: l'uscita vale 0 o 1 ed il tempo è scandito dagli impulsi di clock.
Sistema discreto Tempo continuo	CONTINUA	ALMENO UNA DISCRETA	Latch: l'uscita può valere 0 o 1, ma può variare in continuazione; non c'è più il clock a scandire il tempo.

LINEARITA'

La linearità dei sistemi è una caratteristica fondamentale dei sistemi.

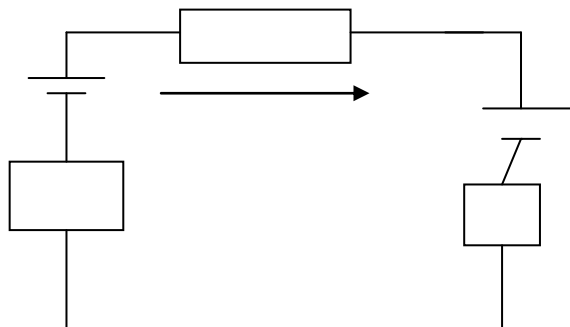
Come già si è detto un SISTEMA è LINEARE se risponde alla sovrapposizione degli effetti.



Per un sistema lineare gli EFFETTI dovuti a più cause sono la RISULTANTE, somma algebrica, degli EFFETTI prodotti da OGNI CAUSA, APPLICATA SINGOLARMENTE.

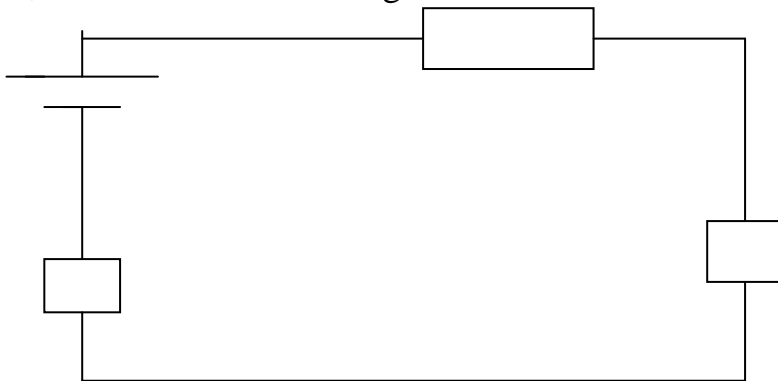
Un esempio di applicazione del principio di sovrapposizione, si può ottenere considerando il seguente circuito elettrico: I circuiti elettrici sono lineari.

Si vuole ad esempio calcolare la corrente I che percorre il seguente circuito:



Dove $E_1 = 18 \text{ V}$; $R_1 = 10 \text{ } \Omega$; $E_2 = 6 \text{ V}$; $R_2 = 10 \text{ } \Omega$; $R = 100 \text{ } \Omega$.

Applicando il principio degli effetti, si considera l'effetto dovuto alla sola sorgente E_1 , cortocircuitando la sorgente E_2 :



In base a ciò si ricava che I_1 è dato come:

$$I_1 = E_1 / (R_1 + R_2 + R) = 18 / 120 = 0,15 \text{ A.}$$

Quando l'unica sollecitazione è E2, (ritenendo E1 in corto circuito), l'effetto prodotto è la corrente I2, data da: $I_2 = E_2 / (R_1 + R_2 + R) = 6 / 120 = 0,05$ A.

Ritenendo positive le correnti che abbiano verso orario si, desume che:

$I = I_1 - I_2 = 0,15 - 0,05 = 0,1$ A, (l'effetto risultante è la somma algebrica degli effetti risultanti).

In definitiva la corrente che fluisce nella resistenza R è corrispondente a 0,1 A.

L'esempio proposto è molto semplice, ma la sovrapposizione degli effetti è un metodo molto efficace, per la risoluzione di circuiti molto complessi, in cui possono essere presenti, sia generatori di tensione, che di corrente, o generatori in alternata con frequenze diverse.

OMOGENEITA'

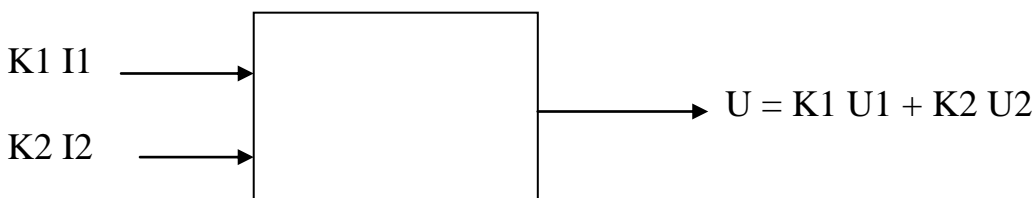
Un altro concetto utile per caratterizzare un sistema è il concetto di omogeneità.

Si consideri un dispositivo o un sistema che fornisca l'uscita U1, se sollecitato dall'ingresso I1. Ci si può porre la seguente domanda: Che cosa succede se si raddoppia l'ingresso a 2 I1?

Per un sistema lineare la risposta è ovvia, perché se un sistema all'ingresso I1 fornisce la risposta U1, all'ingresso 2 I1, che si può pensare come somma dei due ingressi I1 e I1, ossia $2 I_1 = I_1 + I_1$ all'ora l'uscita a questo ingresso vale:

$U_1 + U_1 = U$. Pertanto il sistema si dice anche OMOGENEO.

In generale se l'ingresso è esprimibile come $K_1 I_1$, allora la risposta sarà espressa come $K_1 U_1$. Nel caso di sistemi con più ingressi I1 e I2, è possibile applicare quanto detto ad entrambe, se il sistema è omogeneo e lineare, ossia:



FUNZIONE DI TRASFERIMENTO

Il comportamento di un sistema è in generale, descritto dal suo modello matematico; nel caso di sistema lineare ed invariante, la sua descrizione avviene attraverso una funzione, che lega l'ingresso con l'uscita, denominata FUNZIONE DI TRASFERIMENTO.

Si definisce funzione di trasferimento di un sistema il rapporto tra uscita e ingresso:

$$F = U / I$$

Vedremo, nel corso di SISTEMI di 5° anno, che spesso, per i sistemi, l'uscita non si determina effettuando semplicemente il prodotto tra l'ingresso e la costante di proporzionalità F, indipendente dal tempo e dalla frequenza. Infatti la definizione della funzione di trasferimento è più complessa. Nei nostri esempi, per il momento è:

$$U/I = K.$$

PARTE DI ECONOMIA ED ORGANIZZAZIONE AZIENDALE

SCELTA ECONOMICA

Le circostanze in cui un tecnico deve effettuare delle considerazioni di carattere economico, si possono ricondurre alla seguenti:

- 1) valutazione della convenienza economica in una determinata situazione tecnica; (spesso è possibile tradurre, la valutazione tecnica in un'espressione di carattere monetaria).
- 2) Valutazione della convenienza economica relativa a due o più situazioni tecniche, simili nella destinazione, ma con diverse caratteristiche.

ESEMPI:

VALUTAZIONE ECONOMICA DI UNA SITUAZIONE TECNICA DEFINITA

Questo problema acquista carattere diverso a seconda che:

- a) La situazione è già trascorsa o sta trascorrendo e gli elementi per la valutazione sono tutti accertati;
- b) La situazione esiste solo sotto forma di progetto e pur essendo in corso o trascorsa, tutti gli elementi per la valutazione sono largamente indeterminati.

Occorre tenere presente, però, dell'influenza degli errori:

ad esempio lo spostamento di un TASSO di INTERESSE, lo spostamento di una DURATA, ecc. Tutto questo può portare a cambiamenti radicali sui risultati.

In definitiva in una valutazione di carattere economico, è sempre meglio porsi in diverse situazioni o condizioni, ossia nella condizione **più ottimistica**, quella **peggiore** e quella **disastrosa**.

CONFRONTO ECONOMICO DI PIU' SITUAZIONI TECNICHE

Questo problema ha senso solo quando è possibile ricondurre le diversità tecniche a diversità misurabili, ad esempio per mezzo di espressioni di carattere monetario.

IL PROBLEMA DELLA SCELTA

I problemi introdotti, normalmente si riconducono ad UNO, cioè al confronto di due o più situazioni diverse. Anche il primo problema, cioè valutazione economica di una sola situazione tecnica, è sempre l'insieme di due possibilità, RELATIVA a QUELLA SITUAZIONE e NESSUNA.

Spesso dal punto di vista economico, fra tutte le alternative si considera anche, quella del NON FARE NULLA.

ESEMPIO: **Gli introiti di un cinematografo, nei tre mesi estivi, negli ultimi anni ammontano a £ 6.000.000. Compaiono i condizionatori, che risultano suscettibili a modificare o a influenzare gli orientamenti del pubblico. Se ci si limita a prevedere che l'impianto di condizionamento, produca una spesa di £ 1.000.000 ANNUI e che porterebbero ad un aumento**

degli introiti, le alternative sono:

a) eseguire l'impianto di condizionamento, introitare £ 6.900.000 ANNUI e spendere £ 1.000.000 per la manutenzione, e quindi per avere un incasso complessivo ANNUO di £ 6.900.000 – 1.000.000 = 5.900.000;

b) non realizzare l'impianto e incassare £ 6.000.000 ANNUI.

IN QUESTO CASO, CON QUESTE CONDIZIONI NON CONVIENE ESEGUIRE L'IMPIANTO DI CONDIZIONAMENTO.

Se invece, si prevede che la NON REALIZZAZIONE dell'impianto produca una diminuzione degli incassi del 10%, le alternative divengono:

a) NON REALIZZARE L'IMPIANTO e introitare £ 5.400.000 ANNUI.

c) ESEGUIRE L'IMPIANTO di condizionamento, ed incassare £ 6.900.000 ANNUI, spendendo £ 1.000.000, ricavando o introitando complessivamente, £ 6.900.000 – 1.000.000 = 5.900.000.

IN QUESTO CASO CONVIENE REALIZZARE L'IMPIANTO.

E' ovvio che possono essere inserite altre situazioni o esempi, che mettono in luce come la convenienza economica di una certa situazione dipenda da molti fattori e circostanze.

IRRILEVANZA DELLA SITUAZIONE GIÀ TRASCORSA AI FINI DELLA SCELTA

Si rammenta che QUALUNQUE ESBORSO o INTROITO, avvenuto nel passato non può avere INFLUENZA su una scelta che AVVENGA NEL PRESENTE.

Ciò perché quanto fatto nel passato non può modificare introiti o esborsi che avverranno in futuro.

PROBLEMI DI SCELTA CHE SI ESAURISCONO NEL PRESENTE

Una situazione tecnica può divenire oggetto di valutazione monetaria, quando i suoi diversi elementi sono riconducibili ad una serie di ESBORSI ed INTROITI. Nel caso più generale gli ESBORSI e gli INTROITI avvengono in tempi diversi, in modo tale che il loro confronto si può eseguire soltanto attraverso CALCOLI FINANZIARI. Talvolta invece, gli INTROITI e gli ESBORSI avvengono in tempi così poco diversi fra loro, che dal punto di vista finanziario si possono ritenere contemporanei. In questo caso tutte le somme monetarie che intervengono, nei calcoli sono **finanziariamente omogenee** e non si effettuano **calcoli di interesse**.

ESEMPIO. Per chiarire i concetti introdotti supponiamo che, un progettista, possa proporre per una carcassa di una macchina elettrica, o una carcassa in ghisa o una in alluminio. La prima soluzione comporta un PESO MAGGIORE, ma una SPESA INFERIORE del 20%. Se entrambe le soluzioni sono tecnicamente equivalenti e la macchina in oggetto, è una macchina per installazione fissa, il problema si esaurisce nel tempo PRESENTE; infatti nel tempo presente vi è solo una differenza di costo, perché introiti e spese future saranno identici.

Se però la macchina è destinata ad un AEREOPLANO, il problema di scelta NON SI ESAURISCE NEL TEMPO PRESENTE; infatti è necessario tenere presente che, il maggiore peso, comporta un consumo maggiore di carburante, da parte dell'aereo; costo quindi sempre più elevato al passare del tempo. Pertanto la seconda soluzione NON SI ESAURISCE NEL TEMPO PRESENTE; infatti la seconda soluzione comporta un costo maggiore inizialmente, ma essa viene ammortizzata nel tempo dal MINORE CONSUMO di carburante dell'aereo.

ALTRO ESEMPIO Per la costruzione di una diga occorrono 100.000 m³ di sabbia, per la quale sono disponibili due fonti, una cava A in funzione a 15 Km di distanza, una cava B da attivare a 3 Km di distanza.

Quantificazione di qualche spesa di cava	CAVA A	CAVA B
Distanza della Cava dal cantiere	Km 15	Km 3
Prezzo di vendita della sabbia	500 £ / m ³	.....
Prezzo di diritto di CAVA	.....	.....
Spesa di attivamento della strada	.....	£ 4.000.000
Sbancamento per ragg.re materiale adatto	.....	25.000 m ³
Costo dello scavo	.....	350 £ / m ³
Costo del trasporto	25 £ /m ³ Km	25 £ /m ³ Km

L'analisi dei costi è la seguente:

TIPOLOGIA della SPESA	CAVA A	CAVA B
Spesa acquisto sabbia	500 x 100.000 = 50.000.000 £	.....
Spesa acquisto diritti di cava	.....	3.000.000 £
Spesa attivamento strada	.....	4.000.000 £
Spese di sbancamento o di scavo	.....	25.000 x 350 = 8.750.000 £
Spesa di sbancamento per raggiungere materiale adatto	.....	350 x 100.000 = 35.000.000 £
Spese di trasporto	25 x 100.000 x 15 = 37.500.000 £	25 x 100.000 x 3 = 7.500.000 £

SPESA TOTALE delle due cave	CAVA A = 87.500.000 £	Cava B = 58.250.000 £
------------------------------------	----------------------------------	----------------------------------

Sicuramente è una situazione che si esaurisce nel tempo PRESENTE, perciò il ragionamento è indipendente dal tasso di interesse sulle varie somme considerate, è perciò conveniente ATTIVARE la cava B, in quanto comporta un risparmio netto di:

$$\text{RISPARMIO in } \pounds = (87.500.000 - 58.250.000) = 29.250.000 \pounds.$$

MATEMATICA FINANZIARIA

L'INTERESSE ED IL SUO TASSO

Il reddito lordo del CAPITALE può distinguersi in tre parti, che sono rispettivamente la remunerazione per il RISCHIO, per la FATICA e per il CAPITALE stesso, e che possono anche chiamarsi, ASSICURAZIONE, COMPENSO di AMMINISTRAZIONE ed INTERESSE.

JOHN STUART MILL.

TASSO DI INTERESSE EFFETTIVO

Il tasso di interesse effettivo è l'interesse di un capitale unitario per un tempo unitario.

Normalmente il tempo UNITARIO è l'ANNO, ed il TASSO di INTERESSE è quello ANNUO, ed esso si indica con i . Al termine di un ANNO il capitale unitario fornisce un MONTANTE pari a $1 + i$; (ossia capitale iniziale, che è pari a 1, più interesse maturato nell'anno, che è i). In genere il termine $(1 + i)$ viene indicato con r e chiamato FATTORE di CAPITALIZZAZIONE.

Al termine del primo, secondo, terzo, ..., n-mo anno il MONTANTE, diviene:

$$1 + i = r; \quad (1 + i)^2 = r^2; \quad (1 + i)^3 = r^3; \dots; (1 + i)^n = r^n :$$

VERIFICA:

supponiamo che si depositi 1.000.000 di \pounds , e che ci venga attribuito un tasso annuo di interesse del 5%; dopo due anni quale sarà il MONTANTE?

$$\text{ANNO 1: } M1 = 1.000.000 + \text{interessi} = 1.000.000 + 50.000 = 1.050.000 \pounds ;$$

$$\text{ANNO 2: } M2 = M1 + \text{interessi} = 1.050.000 + 52.500 = 1.102.500 \pounds ;$$

OPPURE

si può applicare il FATTORE di CAPITALIZZAZIONE r , ossia eseguire il seguente prodotto: $r^2 = 1.000.000 \times (1 + 0,05)^2 = 1.000.000 \times (1,1025) = 1.102.500 \pounds$.

Il tasso di interesse annuale i si indica in PERCENTO, ad esempio: 3% ; 5,25 %, ecc.

Il tasso effettivo di interesse, relativo ad una frazione $1 / m$ di anno, si indica con im , ossia: i_2 = tasso mensile; i_3 = tasso quadrimestrale; i_4 = tasso trimestrale; i_2 = tasso semestrale, ecc.

Risulta ovviamente che: $i = (1 + im)^{12} - 1$, e da ciò risulta che, $im = (1 + i)^{1/12} - 1$.

ESEMPIO: il tasso di interesse mensile dell'1% , equivale ad un tasso annuale effettivo di: $i = (1 + 0,01)^{12} - 1 = (1,01)^{12} - 1 = 0,127 = 12,7 \%$.

Un tasso annuale del 9% corrisponde ad un tasso trimestrale di:

$$i_4 = (1 + 0,09)^{1/4} - 1 = 0,022 = 2,2 \%$$

E' altresì vero che il TASSO GIORNALIERO, sarà equivalente ad un tasso annuale, dato dalla seguente relazione: $i = (1 + ig)^{365} - 1$ ed è ovvio che,

$$ig = (1 + i)^{1/365} - 1.$$

TASSO DI INTERESSE NOMINALE

Nei prestiti di STATO, in quelli OBBLIGAZIONARI INDUSTRIALI ed in molti altri casi, è frequente il pagamento SEMESTRALE degli INTERESSI.

ESEMPIO: se un certo TITOLO di STATO ha un tasso annuo del 6% , ogni semestre viene liquidato il 3% degli INTERESSI. Ovviamente, ciò comporta un TASSO ANNO EFFETTIVO leggermente superiore al 6% ; infatti se si applica la formula indicata si ottiene:

$$i = (1 + 0,06 / 2)^2 - 1 = (1 + 0,03)^2 - 1 = 0,0609 = 6,09 \%$$

Proprio per questa ragione il tasso indicato sul TITOLO si dice TASSO di INTERESSE NOMINALE, in quanto con il pagamento semestrale degli interessi, il TASSO ANNUO EFFETTIVO è leggermente superiore al TASSO NOMINALE.

Più in generale, quando la capitalizzazione avviene $m - volte$ in un anno, si parla di TASSO ANNUO NOMINALE J_m , intendendo come prodotto di $m - volte$ il tasso relativo al periodo $1 / m$, cioè: $J_m = m \cdot im$.

Il tasso di interesse effettivo annuo i e quello nominale J_m sono legati dalle relazioni seguenti:

$$i = (1 + J_m / m)^m - 1 \quad \text{ed}$$

$$J_m = m \left((1 + i)^{1/m} - 1 \right).$$

ESEMPIO: Il tasso di interesse nominale dei BUONI del TESORO ITALIANO è il 5% con pagamento semestrale degli interessi. Il tasso annuo effettivo di interesse sarà allora dato da:

$$i = (1 + 0,05 / 2)^2 - 1 = (1 + 0,025)^2 - 1 = 0,0506 = 5,06 \% .$$

Si ricordi che, spesso con:

e con C0 si intende un capitale iniziale o un VALORE ATTUALE;
Cn si intende un MONTANTE o un VALORE FINALE, dopo n anni.

IL PROBLEMA DELLA CAPITALIZZAZIONE O DI COSTITUZIONE DI UN MONTANTE

Affronteremo questa situazione mediante un esempio.

Siano investiti i seguenti capitali alle date indicate:

3.000.000 £ al 01 / 01 / 1980;

1.350.000 £ al 15 / 04 / 1988;

1.750.000 £ al 01 / 09 / 1992,

con un tasso annuo concordato del 6% . Si richiede il MONTANTE al 31 / 12 / 2000.

OSSERVAZIONI:

- 1) I primi tre milioni sono investiti per 20 anni;
- 2) Il milionetrecentocinquantamila sono investiti per 11 anni e 8,5 / 12 di anno;
- 3) Il milionesettecentocinquantamila sono investiti per 7 anni più 4 / 12 di anno.

La formula da applicare è la seguente:

$$C_n = 3 \times (1,06)^{20} + 1,35 \times (1,06)^{11,5} + 1,75 \times (1,06)^{7,4} \quad \text{in M£} =$$

$$C_n = (9,62 + 2,67 + 2,68) \text{ M£} = 14,97 \text{ M£}.$$

In altri termini il Cn o il montante finale richiesto al 31 / 12 / 2000, risulta eguale a circa 14 970.000 £.

DISTINZIONE FRA INVESTIMENTO E FINANZIAMENTO

E' possibile valutare economicamente le operazioni tecniche se e solo se esse possono essere ricondotte ad un FLUSSO FINANZIARIO , ossia ad una serie di ESBORSI ed INTROITI certi.

Tale metodologia finanziaria impone la classificazione delle operazioni finanziarie o economiche in due grandi categorie:

INVESTIMENTO

e

FINANZIAMENTO.

Si chiama **INVESTIMENTO** un'operazione finanziaria il cui **FLUSSO FINANZIARIO** è costituito , essenzialmente, da **ESBORSI INIZIALI** ed **INTROITI SUCCESSIVI**.

Si chiama **FINANZIAMENTO** un'operazione finanziaria il cui **FLUSSO** è essenzialmente caratterizzato da **INTROITI INIZIALI** e **SUCCESSIVI ESBORSI**.

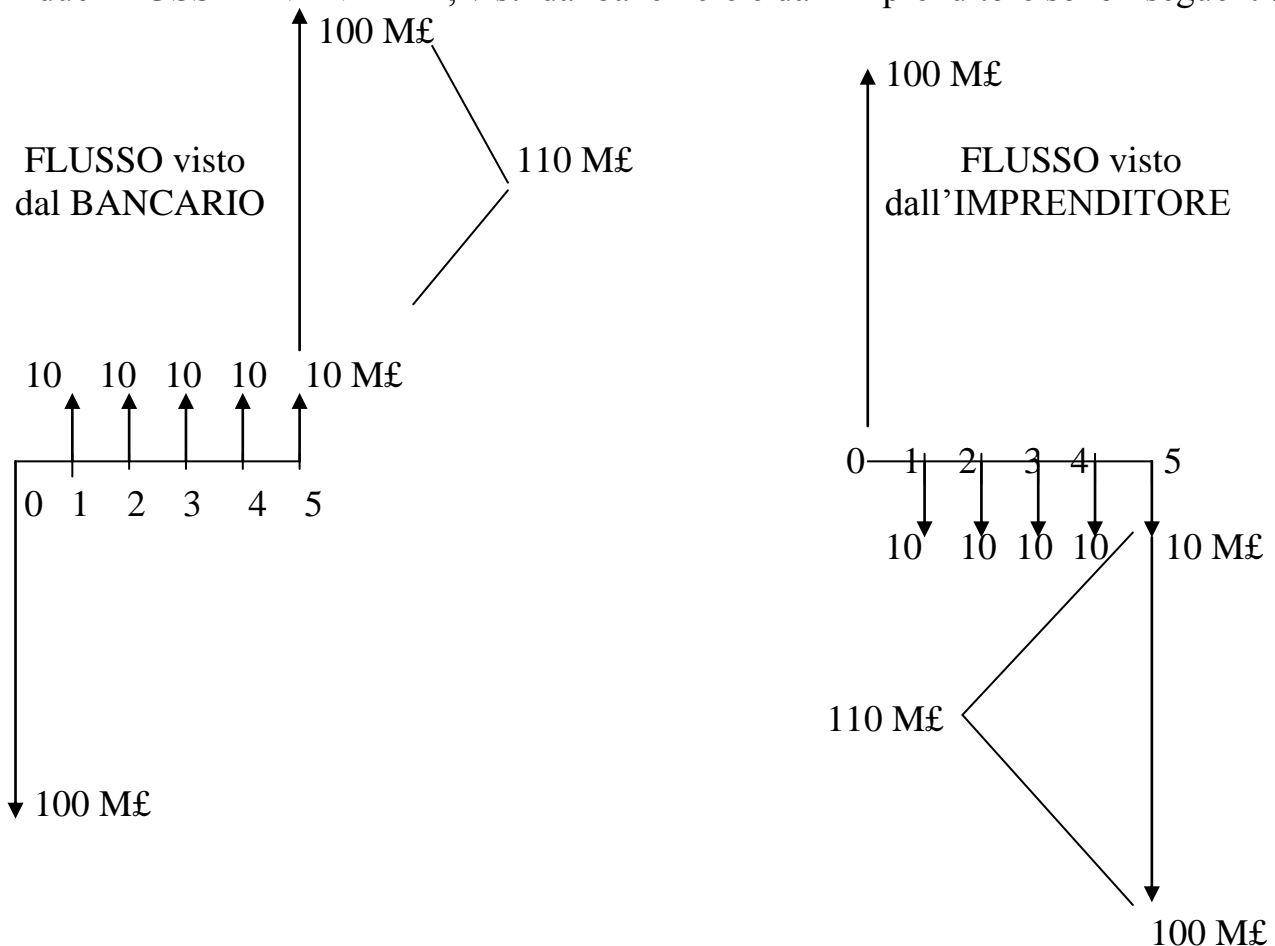
Per gli **INVESTIMENTI** si parlerà di **TASSO di REDDITO**; mentre per i **FINANZIAMENTI** si parlerà di **TASSO di INTERESSE**.

CRITERIO DI CONVENIENZA DI UN'OPERAZIONE ECONOMICA

Chiariremo i concetti appena introdotti , attraverso un esempio. Si ipotizzi che un banchiere conceda un prestito di 100 M€, ad un imprenditore, al **TASSO** del 10% . Le condizioni stabilite sono le seguenti:

- il prestito ha durata di 5 anni;
- l'imprenditore ogni anno deve versare gli interessi sul capitale iniziale;
- l'ultimo anno si impegna a restituire il capitale più la quota interessi.

I due **FLUSSI FINANZIARI**, visti dal banchiere e dall'imprenditore sono i seguenti:



COSTO ED ORGANIZZAZIONE DELLA PRODUZIONE

Gli economisti definiscono la PRODUZIONE, come l'attività che trasforma determinati beni in altri, aventi utilità complessiva maggiore, ossia CREAZIONE di UTILITA'.

In questo senso il termine di PRODUZIONE ha un significato più ampio di quanto abbia nel linguaggio comune: è produzione non soltanto la trasformazione tecnica di un bene in un altro, (per esempio acqua o gas in energia elettrica), ma qualsiasi trasformazione che abbia per risultato un bene più utile di quello di partenza.

Gli stessi economisti distinguono vari FATTORI di PRODUZIONE, il cui concorso contemporaneo e coordinato condiziona la PRODUZIONE, ma i cosiddetti FATTORI DIRETTI più importanti sono:

- a) I beni naturali;**
- b) Il capitale;**
- c) Il lavoro;**
- d) L'organizzazione o l'impresa;**
- e) Lo STATO.**

Beni naturali.

Si usa chiamare così quei mezzi preesistenti all'opera umana, come ad esempio il terreno, l'acqua di mare, il vento, i minerali, ecc.

Capitale.

Affronteremo questo discorso dal punto di vista FINANZIARIO – AZIENDALE, (ossia il cosiddetto mondo degli affari). Pertanto il CAPITALE è costituito dal complesso di valori, rappresentanti una MISURA FINANZIARIA SINTETICA di tutti i beni investiti nell'impresa ed impiegati per conseguire REDDITI o PROFITTI monetari.

Si aggiunge che il CAPITALE, segue regole contabili precise, e ciò è rivolto all'acquisizione di un REDDITO, attraverso la PRODUZIONE stessa.

Questo reddito può assumere nomi diversi a seconda della natura del BENE CAPITALE:

- PIGIONE o AFFITTO, per i beni immobili;
- NOLO, per i beni mobili;
- INTERESSE, RIPORTO e SCONTO, per i beni monetari;
- DIVIDENDO, per i capitali societari. In senso più ristretto si può Interpretare come il COMPENSO, per il semplice utilizzo del CAPITALE, ossia l'INTERESSE.

Il **CAPITALE** si può distinguere in diverse categorie, che per i nostri scopi può essere il seguente:

CAPITALI FISSI, la cui efficienza non si esaurisce in un solo impiego, in questa categoria rientrano sia i capitali a logorio nullo, sia quelli a logorio parziali, quali i fabbricati, gli impianti, le macchine utensili, ecc.

CAPITALI CIRCOLANTI, la cui efficienza si esaurisce in un solo impiego; in questa categoria rientrano ad esempio, tutte le materie prime e semilavorate, che rientrano effettivamente nella produzione o realizzazione del prodotto, come ad esempio, i combustibili, i grassi, le vernici, le viterie, ecc.

LAVORO. Anche questo è un altro termine controverso, però può bastare la seguente definizione:
il LAVORO E' L'ATTIVITA' DIRETTA AL CONSEGUIMENTO DI UN'UTILITA'. Il suo compenso si indica con il nome di STIPENDIO o SALARIO.

ORGANIZZAZIONE o IMPRESA. Si può definire come l'azione diretta al coordinamento complessivo dei fattori di produzione. Colui o Coei che esplica tale attività si chiama **IMPRENDITORE**. Il compenso dell'imprenditore è costituito dall'**UTILE** o dal **PROFITTO d'IMPRESA**.

STATO. Come elemento della produzione, per **STATO**, si intende, gli **ORGANI** o **ENTI** creati dalla **COLLETTIVITA'**, per la soddisfazione dei bisogni comuni o collettivi, (i cosiddetti servizi sociali). A fronte di tali servizi si corrispondono le **IMPOSTE** e Le **TASSE**.

IL COSTO DELLA PRODUZIONE ED I SUOI ELEMENTI

Ogni operazione economica comporta, in quanto tale, l'IMPIEGO di determinati beni, per il raggiungimento di certi fini o scopi, con ciò si perde la possibilità, con gli stessi beni, di raggiungere altri fini o scopi. Tale perdita si definisce COSTO dell'OPERAZIONE. Ciò comporta sempre e comunque in RISCHIO, ed è il RISCHIO dell'imprenditore.

DEFINIAMO, COSTO della PRODUZIONE il costo dell'operazione economica, che si è indicata con il nome di PRODUZIONE.

Per un bene prodotto, esso può pensarsi come la PERDITA dovute alle risorse utilizzate, necessario per poterlo produrre; PERDITA che è possibile calcolare misurando il valore monetario dei beni impiegati nella produzione, ossia VALUTANDO le SPESE.

ANALISI DEL COSTO DELLA PRODUZIONE

Un'analisi del costo di produzione, ottenute classificando i beni nel modo precedentemente indicato, permette l'individuazione di alcuni elementi del costo stesso. Secondo il punto di vista classico degli economisti, detti elementi, si distinguono in:

- A. **REINTEGRAZIONI dei CAPITALI CIRCOLANTI**, nella loro totalità, ossia sostanzialmente ci rappresentano le spese per l'ACQUISTO dei MATERIALI destinati al consumo o alle trasformazioni;
- B. **REINTEGRAZIONI dei CAPITALI FISSI**, per quote corrispondenti al loro logorio, ossia le cosiddette QUOTE di DEPERIMENTO;
- C. **RETRIBUZIONI:** **al proprietario dei beni naturali**, ossia rendite, canoni o affitti; **al proprietario del CAPITALE**, ossia gli INTERESSI; **al prestatore di lavoro o mano d'opera**, ossia STIPENDI o SALARI; **allo STATO** sotto forma di IMPOSTE o TASSE.

La retribuzione dell'imprenditore può considerarsi o **distinta** dal COSTO di PRODUZIONE o **parte integrante** di esso.

Nello stimare il **COSTO della PRODUZIONE** risulta più facile valutare gli elementi che intervengono DIRETTAMENTE nella produzione, che NON quelli che vi intervengono ACCESSORIAMENTE o INDIRETTAMENTE.

E' frequente indicare la somma dei primi con il nome di **COSTO TECNICO** o **COSTO BASE**, e tutti gli altri si raccolgono nella voce di **SPESE GENERALI**.

Secondo il punto di vista aziendale o industriale, il costo della produzione è allora caratterizzato da due elementi: **costo base e spese generali**.

COSTO TECNICO

Nella pratica industriale è frequente limitare il costo tecnico alle sole due voci:
mano d'opera e **materiali**.

Per MANO d'OPERA si intende allora il lavoro dei prestatori d'opera, operai ed impiegati.

Nell'operazione che stiamo considerando, si possono effettuare diverse considerazioni, ad esempio si può ritenere che l'ingegneria progettista, il capo reparto e l'operaio specializzato si possono inserire o considerare come **mano d'opera produttiva**, e rientrare nel **COSTO TECNICO**, oppure nell'ambito della **mano d'opera improduttiva** ed essere così inclusi nelle **SPESE GENERALI**.

E' in genere **escluso** dal **COSTO TECNICO**, il personale addetto all'amministrazione, agli acquisti, alle vendite, al magazzino, alla custodia ed alla manutenzione.

Per **MATERIALI** si intendono ancora quelli effettivamente impiegati nell'operazione di produzione, e ci si può limitare ai principali o includere anche quelli accessori, come per esempio lo stagno o l'acetilene per le saldature, i lubrificanti per le macchine operatrici, gli stracci, i solventi, ecc.

SPESE GENERALI

Per **SPESE GENERALI** si intendono propriamente quegli elementi del costo di produzione che non possono essere attribuiti ad una particolare parte del prodotto della produzione.

Normalmente non è giustificabile un'analisi troppo dettagliata, oltre che non essere neppure possibile. Pertanto, si tende ad esprimere le **SPESE GENERALI in proporzione** alle altre.

I metodi più frequentemente impiegati sono quelli di imputare le SPESE GENERALI:

1) in proporzione ai COSTI: della MANO D'OPERA DIRETTA;
dei SOLI MATERIALI DIRETTI;
dell'intero COSTO TECNICO.

2) in proporzione ad altre quantità:

il numero di ore della MANO d'OPERA DIRETTA;
la QUANTITA' di ALCUNI MATERIALI impiegati;
il NUMERO di ORE MACCHINA.

IL PROFITTO DI IMPRESA

Il compenso di un imprenditore, comunque rappresenta il PROFITTO di IMPRESA, ed è dato dalla differenza fra RICAVO, (quantità di bene prodotto, per il suo prezzo unitario di vendita), e COSTO della PRODUZIONE. Poiché il prezzo di vendita può essere maggiore, minore o uguale al costo di produzione, il PROFITTO può essere allora POSITIVO, NEGATIVO o NULLO. Quando è negativo allora si ha una PERDITA. Questa possibilità costituisce per l'imprenditore un RISCHIO, e ciò definisce di fronte alla LEGGE la figura dell'IMPRENDITORE, sia come FIGURA FISICA, sia come FIGURA GIURIDICA.

Un'analisi più profonda del COSTO di PRODUZIONE, porterebbe ad ammettere che il costo della produzione si possa distinguere in due parti una **fissa** ed una **variabile**.

La parte FISSA è imputabile agli elementi produttivi impiegati in quantità COSTANTE.

La parte VARIABILE è imputabile agli elementi impiegati che variano, in quantità, al variare della produzione.

In definitiva il **COSTO COMPLESSIVO di PRODUZIONE** risulterà dalla **somma del COSTO FISSO e del COSTO VARIABILE**.

DEPERIMENTO, AMMORTAMENTO E RINNOVO DEGLI IMPIANTI

L'impiego sia pure corretto, ed anche, il semplice trascorrere del tempo, indipendentemente dall'impiego, riducono il valore di ogni impianto o macchina industriale, ecc. Non ci occorre a questo punto dare una definizione di VALORE; infatti noi diciamo soltanto che al variare del tempo un impianto o una macchina operatrice **si deprezza o deperisce**.

E' utile però distinguere le varie forme di deperimento.

- (a) Vi è un DEPERIMENTO ORGANICO o LOGORIO FISICO in quanto le singole parti o il tutto assolvono meno bene o con maggior dispendio o con minore produzione la loro funzione. Il deperimento organico può avvenire d'un tratto, (per es. rottura di un filamento di una lampadina, corto circuito, ecc.), oppure può essere lento, progressivo o irregolare. Esso comunque dipende da diversi fattori.
- (b) Vi è un DEPERIMENTO FUNZIONALE, detto spesso OBSOLESCENZA, in quanto un impianto, pur essendo in buone condizioni di funzionamento od addirittura nuovo, può essere superato da altri di più recente realizzazione, (superato ad esempio in capacità produttiva, nella realizzazione temporale del prodotto, estetica, economicità di manutenzione, in rapidità di esecuzione delle diverse operazioni, ecc.)
- (c) Si ha l'INADEGUATEZZA, quando un impianto non è più adeguato ai bisogni, perché questi sono cambiati o aumentati.

AMMORTAMENTO E SISTEMI PER PROVVEDERVI

Il deperimento di un impianto o di una macchina utensile è una PERDITA, una spesa come tutte le altre, ed appunto come tale che essa deve essere considerata nella valutazione del COSTO della PRODUZIONE.

Le operazioni contabili con le quali si tiene conto del deperimento, vengono indicate con il nome di **AMMORTAMENTO**.

Inoltre per precisare nella tecnica contabile industriale, spesso, si chiama **AMMORTAMENTO**, la valutazione della quota di **DEPERIMENTO**, sostenuta da ogni macchina operatrice o impianto, ed accessoriamente si indica con lo stesso termine la **COSTITUZIONE** di un **CAPITALE** o di un **BENE MATERIALE**, detto anche **FONDO** di **AMMORTAMENTO**, che raggiunga al termine della durata prevista dell'impianto o della macchina utensile, un **MONTANTE** uguale al costo iniziale dello stesso.

Inoltre c'è da dire che esistono vari tipi di **AMMORTAMENTO**, di carattere finanziario che dipendono dalla:

disponibilità finanziaria dell'impresa;
produzione;
possibilità concessa dal FISCO.

DIMENSIONE DELLE IMPRESE

La realizzazione e l'esercizio di un'impresa richiede la disponibilità di un **CAPITALE**: il **FONDO FINANZIARIO** può essere già posseduto dall'imprenditore, ma questa non è una regola, soprattutto nel caso delle grandi **IMPRESE MANUFATTURIERE**.

In effetti il **CAPITALE** occorrente per tali imprese è sempre troppo ingente, rispetto alla disponibilità finanziaria di un singolo individuo, ed anche rispetto a quella di pochi individui.

Ricordiamo che per **SOCIETA'** si intende:

il contratto con cui due o più persone conferiscono beni o servizi per l'ESERCIZIO in COMUNE di un'attività economica, allo scopo di dividerne gli UTILI.

Le società indicate in **ITALIA**, o meglio secondo la Legge Italiana si distinguono in una delle seguenti tipologie:

- ◆ Società a nome collettivo o **S.n.c**;
- ◆ Società in accomandita semplice o **S.a.s**;
- ◆ Società a responsabilità limitata o **S.r.l**;
- ◆ Società per azioni o **S.P.A**;
- ◆ Società in accomandita per azioni o **S.a.a**;
- ◆ Singolo socio a carattere artigianale.

Nella società a nome collettivo tutti i soci rispondono solidamente ed illimitatamente alle obbligazioni sociali.

Nella società in accomandita uno o più **soci accomandatari** rispondono per le obbligazioni sociali, mentre gli **altri soci, quelli accomandanti** rispondono limitatamente alle quote conferite. In detta società le quote risultano ascritte sul **LIBRO** dei **SOCI**.

Nella società a responsabilità limitata ed in quelle per azioni, per le obbligazioni sociali risponde solo la società con tutto il suo patrimonio, le quote di partecipazione dei soci, nella prima risultano da scritture sui **LIBRI** dei **SOCI**, nella seconda sono rappresentate, per l'appunto dalle **AZIONI**.

La società in accomandita per azioni è una società in accomandita, nella quale le quote conferite dai soci **ACCOMANDANTI** sono rappresentate anch'esse da **AZIONI**.

INTRODUCIAMO ALCUNI TERMINI IMPORTANTI DAL PUNTO DI VISTA ECONOMICO

INFLAZIONE: è la diminuzione del potere di acquisto della MONETA in relazione ai valori dei beni. E' un fenomeno legato a parametri INTERNI al Paese.

POTERE DI ACQUISTO: è la quantità di beni e di servizi che posso acquistare con la MONETA.

Per **SVALUTAZIONE** (o inflazione esterna), si intende la diminuzione del VALORE della MONETA nei confronti di altre monete o divise estere.

Questa SVALUTAZIONE non è immediata, perché avviene per confronto con parametri esterni al PAESE.

Inoltre esistono delle TABELLE che illustrano il COSTO della VITA, e che ci permettono di CAPIRE quanti soldi si dovrebbero avere OGGI, per avere, a parità di quantità di moneta, lo stesso potere di acquisto che si aveva nel 1960.

CAUSE DELL'INFLAZIONE

- **ECCESSO** di domanda dei beni all'INTERNO della NAZIONE, rispetto alla capacità produttiva. Questo eccesso di domanda comporta aumento dei prezzi; infatti per sopperire alla maggiore richiesta devo comprare il bene all'estero, che ha un costo superiore. Pertanto pagando di più il bene devo rivenderlo ad un prezzo superiore. Tutto questo prende il nome di INFLAZIONE da DOMANDA.
- **AUMENTO DEL COSTO** della PRODUZIONE, (senza aumento della richiesta o della domanda), ossia scioperi di categoria per il rinnovo contrattuale con richiesta di incremento del salario, aumento della pressione fiscale, costo superiore per l'imprenditore e ciò ricade su un aumento del prezzo di vendita dei beni o dei prodotti. Tutto questo si dice INFLAZIONE da AUMENTO dei COSTI.

CONSEGUENZE DELL'INFLAZIONE

- ❖ Aumento generale dei prezzi, per effetto del TRASCINAMENTO; tendenza al RIALZO dei CAMBI con l'ESTERO. Vantaggio dei debitori nei confronti dei creditori; infatti le banche aggiornano i tassi.
- ❖ A seconda delle velocità dell'INFLAZIONE, si distinguono tre fasi o strati:
 - INFLAZIONE STRISCIANTE O LENTA, se l'inflazione è contenuta all'interno dell'1 % al 6 % ;
 - INFLAZIONE VIVACE, se l'inflazione è contenuta tra il 6,01 % al 20 %;
 - INFLAZIONE GALOPPANTE, se è oltre il 20 %; (1979 / 1980).

CONSEGUENZE DELLA SVALUTAZIONE

La SVALUTAZIONE porta ad uno SQUILIBRIO della BILANCIA dei PAGAMENTI, ossia, ad esempio, ho impossibilità di far fronte al pagamento delle auto BMW che IMPORTO, con le auto FIAT che ESPORTO; in altri termini la mia moneta perde di potere d'acquisto o valore rispetto alla moneta tedesca.

In definitiva la SVALUTAZIONE comporta un MAGGIORE COSTO nello scambio di competitività dei miei PRODOTTI INTERNI.

Il **TASSO UFFICIALE di SCONTO** è il TASSO BASE di interesse applicato dalla BANCA d'ITALIA sui finanziamenti concessi alle banche nazionali.

LIRA INTERBANCA: è il TASSO che viene praticato fra banca e banca, o fra una banca e l'altra.

Il **PRIME RATE** A.B.I (Associazione Bancaria Italiana), è il TASSO di INTERESSE bancario concessa da queste banche ai loro migliori clienti.

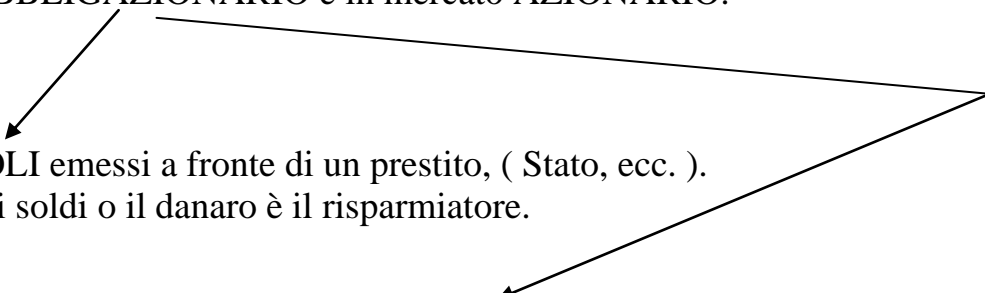
Il **TOP RATE** è una FICTION, comunque si può pensare come il MASSIMO TASSO APPLICATO dalle banche ai vari clienti non privilegiati, ma non è un tasso ufficialmente riconosciuto. Anche se oggi esistono le tabelle di riferimento indicate dall'ABI, che esprimono le varie condizioni applicate dalla BANCA, presso cui ci serviamo.

Si ricorda che è molto importante nei vari INVESTIMENTI DIVERSIFICARE il più POSSIBILE.

Comunque il MERCATO FINANZIARIO si divide in.

MERCATO IMMOBILIARE o **MERCATO MOBILIARE** (o MERCATO dei TITOLI).

Il mercato MOBILIARE o dei TITOLI si distingue in: mercato OBBLIGAZIONARIO e in mercato AZIONARIO.

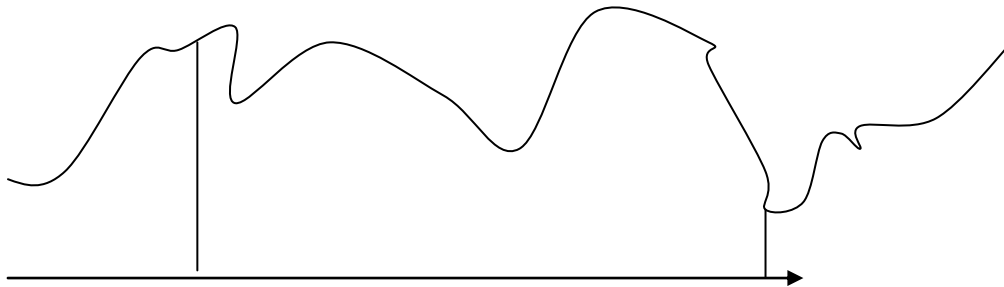


Sono TITOLI emessi a fronte di un prestito, (Stato, ecc.).
Chi presta i soldi o il danaro è il risparmiatore.

Quando le grandi imprese hanno necessità di rastrellare danaro, ricorrono alle emissioni delle AZIONI. Chi ha la percentuale delle azioni maggiore è di fatto il dirigente della società, tutti gli altri sono comproprietari. Se ci sono UTILI si ha il DIVIDENDO se no ho perdita come tutti gli imprenditori.

Il MERCATO FINANZIARIO è sempre fatto da CHI VENDE i diversi TITOLI ed AZIONI, e CHI le ACQUISTA. Ogni prezzo dei TITOLI ed AZIONI, nei mercati finanziari, sono fissati quotidianamente.

ESEMPIO:



E' importante scegliere il momento giusto fra comprare e vendere un TITOLO. QUANDO si comprano dei TITOLI AZIONARI è sempre meglio impegnare solo una parte del proprio CAPITALE; (infatti è sempre meglio avere a disposizione una certa LIQUIDITA'). In definitiva all'atto dell'acquisto di un qualsiasi TITOLO è necessario sapere che il GUADAGNO si può avere solo con il TEMPO.

QUALI sono i TITOLI di STATO in circolazione?

Essi possono essere:

i BOT	Buoni Ordinari del Tesoro;
CCT	Certificato di Credito del Tesoro;
BTP	Buoni Poliennali del Tesoro;
BTE	Buoni del Tesoro in EURO;
CTE	Certificati del Tesoro in EURO;
CTO	Certificati del Tesoro ad Opzione;
CTS	Certificati del Tesoro a Sconto;
CTR	Certificati del Tesoro ad indicizzazione Reale.

Fino a qualche anno fa i TITOLI più appetiti dal risparmiatore italiano erano i BOT e i CCT.

I BOT sono titoli al portatore senza cedola, ossia i cosiddetti titoli ZERO COUPON BOND. A differenza dei CCT che sono quotati in BORSA, essi non sono quotati.

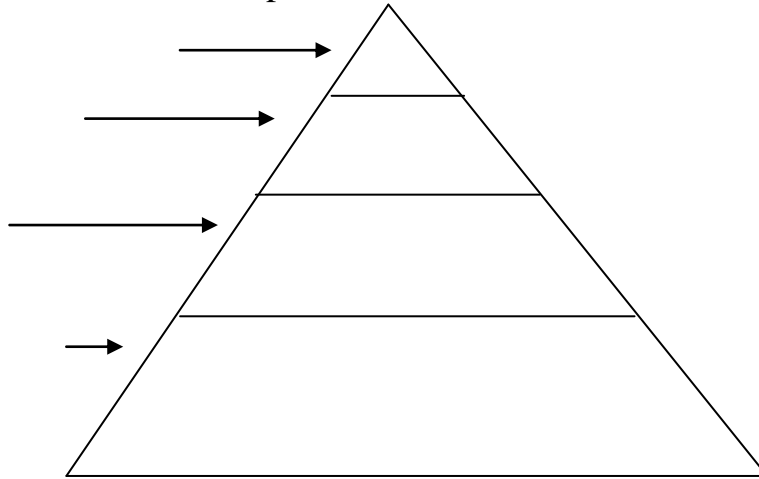
I BOT sono nati per riallineare i DEBITI dello STATO, ed è così diventata un'abitudine. I BOT sono emessi, dal ministero del Tesoro, ogni 15 giorni per decreto ministeriale, e sono titoli a breve ossia la loro scadenza è a 3, 6, 12 mesi.

Il taglio minimo dei BOT è 5 milioni ed il taglio massimo è 50 Miliardi.

I CCT sono uno strumento di medio e lungo termine. Esso è un titolo con cedola, ed è un titolo indicizzato. La durata MINIMA di un CCT è di due anni, mentre la MASSIMA è dodici anni. Il taglio minimo dei CCT è di 5 milioni, il massimo è di 10 miliardi. Il rimborso avviene in un'unica soluzione e gli interessi vengono liquidati semestralmente. Inoltre i CCT sono quotati in borsa. Questi titoli, infine, sono esenti dalle tasse di successione e vengono accettati come titoli a deposito cauzionale.

MECCANISMO DELLA DIVERSIFICAZIONE: LA PIRAMIDE DELLA TRANQUILLITA'

Essa è dovuta ad una indagine di ROCKFELLER: più propriamente l'indagine fu svolta sulle varie dinastie finanziarie che, nell'arco del tempo o secoli, avevano perduto o mantenuto i loro patrimoni.



Non investo solo in progetti di LUNGO TERMINE, anche se i rendimenti sono migliori, per il problema legato alla liquidità e per il fatto che nessuno mi garantisce il ritorno dei CAPITALI. Proprio per questo devo diversificare gli investimenti.

APPENDICE

Ulteriori considerazioni su quanto detto

Come abbiamo già detto si definisce SISTEMA, un insieme di elementi interconnessi gli uni con gli altri, da relazioni. I legami rispondono ad opportune leggi, e gli elementi connessi interagiscono in modo tale da raggiungere uno scopo comune, NON RAGGIUNGIBILE da ogni singolo elemento.

Inoltre, si indica con il termine di VARIABILE quella grandezza o quelle grandezze che, all'interno del sistema è soggetto a VARIAZIONE, (o sono soggette a VARIAZIONI), nel tempo. Le funzioni che rappresentano l'andamento nel tempo di queste VARIABILI prendono il nome di SEGNALI.

Lo studio di un sistema può avvenire secondo le seguenti modalità:

- Noto l'ingresso \mathbf{i} e le caratteristiche del sistema S , (è noto cioè il suo modello matematico), si suole determinare la risposta \mathbf{u} del sistema. In questo caso si parla di CALCOLO della RISPOSTA, o dell'USCITA, o PROBLEMA della PREVISIONE.
- Nota l'uscita \mathbf{u} e le caratteristiche del sistema S , (suo modello matematico), vogliamo conoscere l'ingresso, \mathbf{i} . Più precisamente vogliamo sapere quale deve essere l'ingresso da applicare al sistema, per ottenere DATE USCITE. Questo tipo di problema si dice PROBLEMA del CONTROLLO, ed è argomento della teoria del CONTROLLO AUTOMATICO.
- Noto l'ingresso \mathbf{i} e l'uscita \mathbf{u} si vuole determinare o conoscere il sistema S . In questo caso si ha la conoscenza di alcune coppie, (ingresso – uscita), magari ottenute per via sperimentale. Questo tipo di problema è detto PROBLEMA di COSTRUZIONE del modello matematico, oppure PROBLEMA di IDENTIFICAZIONE, ciò è anche detto TECNICA del CONTROLLO AUTOMATICO.

Infine si osserva che un SISTEMA è FISICO quando tutte le grandezze che, lo caratterizzano, sono **misurabili**; in altro caso il sistema si dice ASTRATTO.

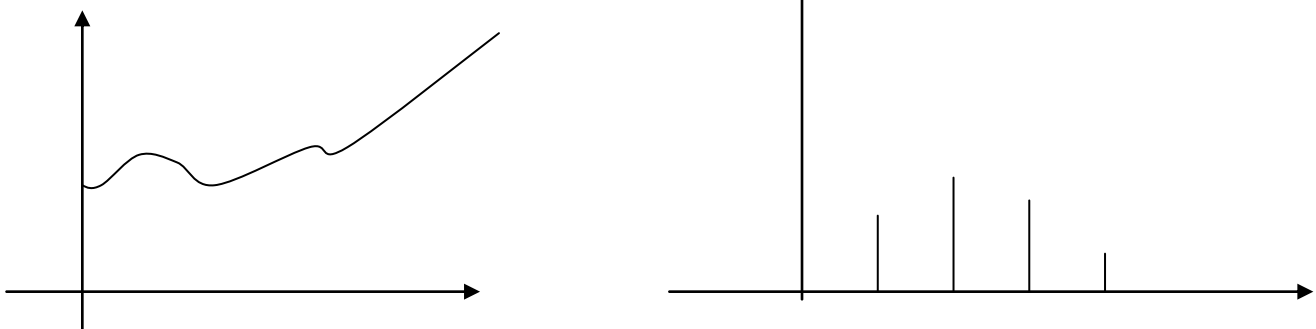
Un altro parametro che caratterizza un SISTEMA è la **ripetitività della sua risposta**. Nel caso di medesime o uguali sollecitazioni, con le stesse condizioni iniziali, se il sistema risponde sempre allo stesso modo, allora il sistema si dice DETERMINISTICO. In pratica, in questi sistemi esistono delle relazioni matematiche, tra variabili di ingresso e di uscita, che permettono di predeterminare l'andamento della risposta. Nel campo tecnico a noi occorrono proprio questi tipi di sistemi, ad esempio un circuito elettrico rientra in questa categoria; infatti se ad una resistenza di valore R applichiamo una tensione V , la corrente in essa circolante è sempre la stessa e vale, per la legge di OHM, $I = V / R$.

C'è anche da osservare che un sistema è CONTINUO, se tutte le variabili che lo caratterizzano sono CONTINUE, se almeno una grandezza del sistema è DISCRETA allora il sistema è DISCRETO.

Ovviamente, tutti i sistemi, nei quali tutti i fenomeni che vi hanno luogo, possono essere descritti da grandezze che variano con continuità, vengono definiti a TEMPO CONTINUO.

Quando il trascorrere del tempo non viene studiato mediante una successione continua di istanti, ma il tempo stesso si considera come una successione di istanti a intervalli regolari, i sistemi stessi si dicono a TEMPO DISCRETO.

ESEMPI GRAFICI:



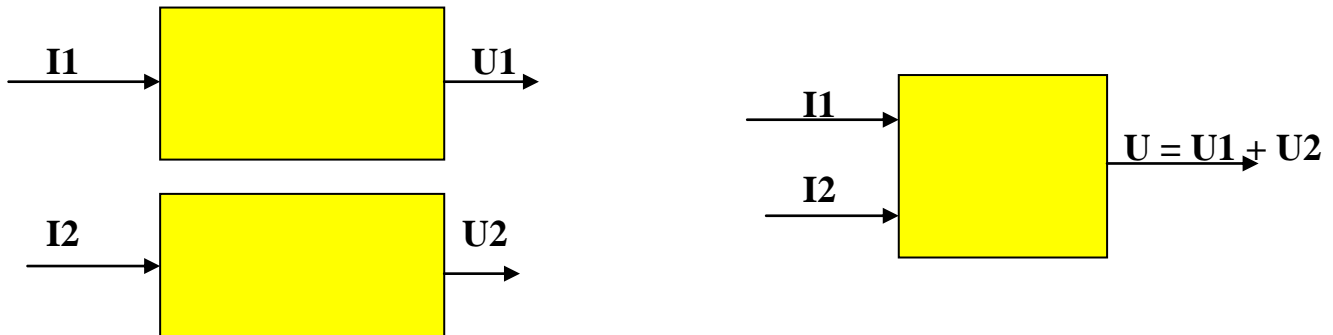
La tabella seguente riassume i casi possibili separando la variabile tempo dalla altre grandezze che caratterizzano il sistema:

Tipo di SISTEMA	Variabile tempo	Altre variabili	ESEMPI
Sistema continuo Tempo continuo	CONTINUA	TUTTE CONTINUE	Termometro a mercurio: la temperatura viene misurata con continuità; i valori assunti sono di tipo continuo.
Sistema continuo Tempo discreta	DISCRETA	TUTTE CONTINUE	Termometro: se la temperatura è misurata soltanto in determinati istanti.
Sistema discreto Tempo discreto	DISCRETA	ALMENO UNA DISCRETA	Flip – Flop: l'uscita vale 0 o 1 ed il tempo è scandito dagli impulsi di clock.
Sistema discreto Tempo continuo	CONTINUA	ALMENO UNA DISCRETA	Latch: l'uscita può valere 0 o 1, ma può variare in continuazione; non c'è più il clock a scandire il tempo.

LINEARITA'

La linearità dei sistemi è una caratteristica fondamentale dei sistemi.

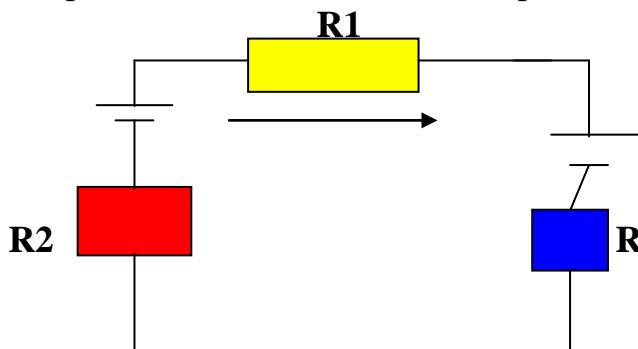
Come già si è detto un SISTEMA è LINEARE se risponde alla sovrapposizione degli effetti.



Per un sistema lineare gli EFFETTI dovuti a più cause sono la RISULTANTE, somma algebrica, degli EFFETTI prodotti da OGNI CAUSA, APPLICATA SINGOLARMENTE.

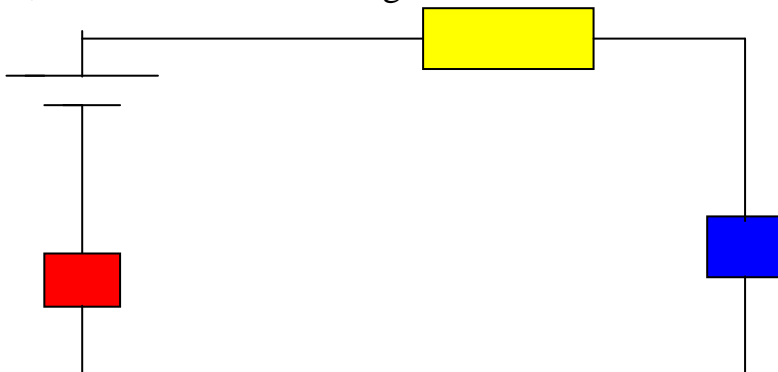
Un esempio di applicazione del principio di sovrapposizione, si può ottenere considerando il seguente circuito elettrico: I circuiti elettrici sono lineari.

Si vuole ad esempio calcolare la corrente I che percorre il seguente circuito:



Dove $E_1 = 18 \text{ V}$; $R_1 = 10 \text{ } \Omega$; $E_2 = 6 \text{ V}$; $R_2 = 10 \text{ } \Omega$; $R = 100 \text{ } \Omega$.

Applicando il principio degli effetti, si considera l'effetto dovuto alla sola sorgente E_1 , cortocircuitando la sorgente E_2 :



In base a ciò si ricava che I_1 è dato come:

$$I_1 = E_1 / (R_1 + R_2 + R) = 18 / 120 = 0,15 \text{ A.}$$

Quando l'unica sollecitazione è E_2 , (ritenendo E_1 in corto circuito), l'effetto prodotto è la corrente I_2 , data da: $I_2 = E_2 / (R_1 + R_2 + R) = 6 / 120 = 0,05$ A.

Ritenendo positive le correnti che abbiano verso orario si, desume che:

$I = I_1 - I_2 = 0,15 - 0,05 = 0,1$ A, (l'effetto risultante è la somma algebrica degli effetti risultanti).

In definitiva la corrente che fluisce nella resistenza R è corrispondente a $0,1$ A.

L'esempio proposto è molto semplice, ma la sovrapposizione degli effetti è un metodo molto efficace, per la risoluzione di circuiti molto complessi, in cui possono essere presenti, sia generatori di tensione, che di corrente, o generatori in alternata con frequenze diverse.

OMOGENEITA'

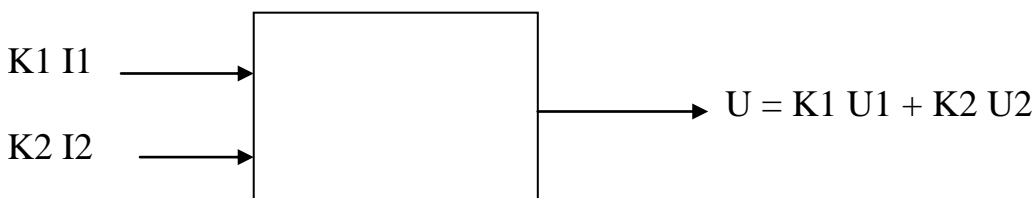
Un altro concetto utile per caratterizzare un sistema è il concetto di omogeneità.

Si consideri un dispositivo o un sistema che fornisca l'uscita U_1 , se sollecitato dall'ingresso I_1 . Ci si può porre la seguente domanda: Che cosa succede se si raddoppia l'ingresso a $2 I_1$?

Per un sistema lineare la risposta è ovvia, perché se un sistema all'ingresso I_1 fornisce la risposta U_1 , all'ingresso $2 I_1$, che si può pensare come somma dei due ingressi I_1 e I_1 , ossia $2 I_1 = I_1 + I_1$ all'ora l'uscita a questo ingresso vale:

$U_1 + U_1 = U$. Pertanto il sistema si dice anche OMOGENEO.

In generale se l'ingresso è esprimibile come $K_1 I_1$, allora la risposta sarà espressa come $K_1 U_1$. Nel caso di sistemi con più ingressi I_1 e I_2 , è possibile applicare quanto detto ad entrambe, se il sistema è omogeneo e lineare, ossia:



FUNZIONE DI TRASFERIMENTO

Il comportamento di un sistema è in generale, descritto dal suo modello matematico; nel caso di sistema lineare ed invariante, la sua descrizione avviene attraverso una funzione, che lega l'ingresso con l'uscita, denominata FUNZIONE DI TRASFERIMENTO.

Si definisce funzione di trasferimento di un sistema il rapporto tra uscita e ingresso:

$$F = U / I$$

Vedremo, nel corso di SISTEMI di 5° anno, che spesso, per i sistemi, l'uscita non si determina effettuando semplicemente il prodotto tra l'ingresso e la costante di proporzionalità F , indipendente dal tempo e dalla frequenza. Infatti la definizione della funzione di trasferimento è più complessa. Nei nostri esempi, per il momento è:

$$U/I = K.$$