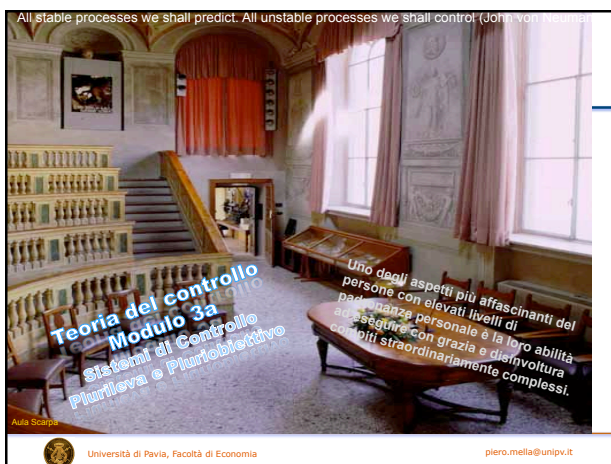




Finalità del Modulo 3

- Nel precedente **Modulo 2** ho presentato la logica del controllo ed i Sistemi di Controllo più semplici: monoleva e monoobiettivo.
- In questo **Modulo 3** si amplia la visione dei Sistemi di Controllo, introducendo due importanti generalizzazioni:
 - i Sistemi di Controllo **multileva**, con leve indipendenti o dipendenti l'una dall'altra;
 - i Sistemi di Controllo **multiobiettivo**;
 - sistemi con particolari caratteristiche.
- Il Modulo comprende il **Cap. 3**.

piero.mella@unipv.it 2

Due semplici definizioni

- Possiamo abbandonare la limitazione – introdotta nel **Modulo 1** – di Sistemi di Controllo a una sola leva e con un solo obiettivo.
- **Definizioni**
 - Se la variabile $\mathbf{X}_t$, definita **leva di controllo**, è un **vettore** $[\mathbf{X}]$ composto da $\mathbf{N}$ variabili d'azione $[\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_N]$, il sistema viene denominato Sistema di Controllo **multileva** (multi-lever control system).
 - Se la variabile $\mathbf{Y}_t$, definita **variabile obiettivo**, è un **vettore** $[\mathbf{Y}]$ composto da $\mathbf{M}$ variabili d'azione $[\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2, \dots, \mathbf{Y}_M]$ il sistema viene denominato Sistema di Controllo **multiobiettivo** (multi-objective control system).
- **Ogni sistema multiobiettivo è anche multileva.**

piero.mella@unipv.it 3

Pag. 125

Due tipi di Sistemi multileva

- Iniziamo dai sistemi più semplici, con due sole leve: X_1 e X_2 .
- Possono distinguersi due tipi.
 - Le **leve** sono **indipendenti**, quando il manager può decidere se modificare solo la prima, o solo la seconda, o entrambe.
 - Questo controllo si definisce a **variabili libere**.
 - Le **leve** sono **dipendenti l'una dall'altra**, se una variazione nella X_1 implica una variazione opposta, di senso "o" oppure "s", nella X_2 , anche se tali variazioni possono avere misura o intensità diversa.
 - Questo controllo si definisce a **variabili vincolate**.

piero.mella@unipv.it

4

Pag. 126

Modello a due leve indipendenti La doccia

- La doccia con due rubinetti è il più semplice esempio di Sistema di Controllo con due leve manovrabili liberamente.

piero.mella@unipv.it

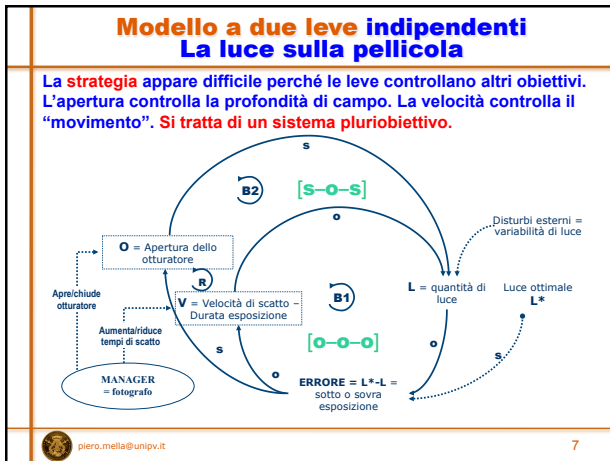
5

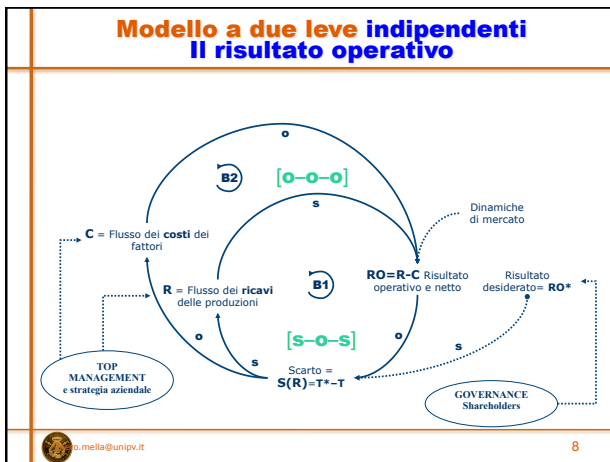
La strategia di azione delle leve

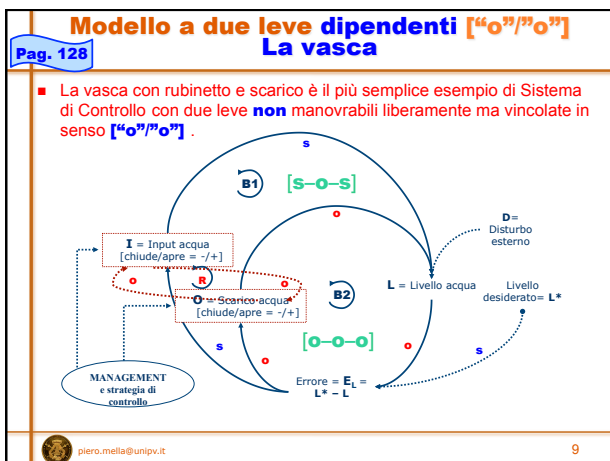
- Il controllo con due variabili, implica che il manager definisca un **ordine di priorità** per la **manovra delle leve** di controllo.
 - L'**esperienza** consentirà al manager di conseguire l'obiettivo manovrando le leve nell'ordine che ritiene più efficiente.
- Si definisce **strategia** l'esperienza formalizzata circa le priorità di manovra delle leve di controllo.
 - La **strategia** non dipende solo dalla struttura del Sistema di Controllo ma anche dalle conoscenze e dalle attitudini del **manager**.
 - La **strategia** caratterizza tutti i sistemi **multileva** anche se appare più importante per i sistemi con **leve indipendenti**.

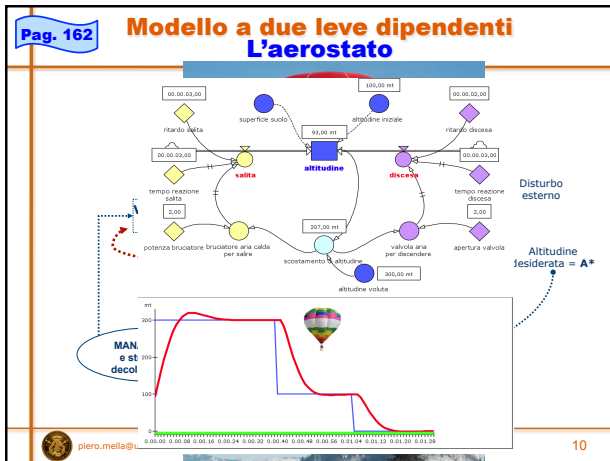
piero.mella@unipv.it

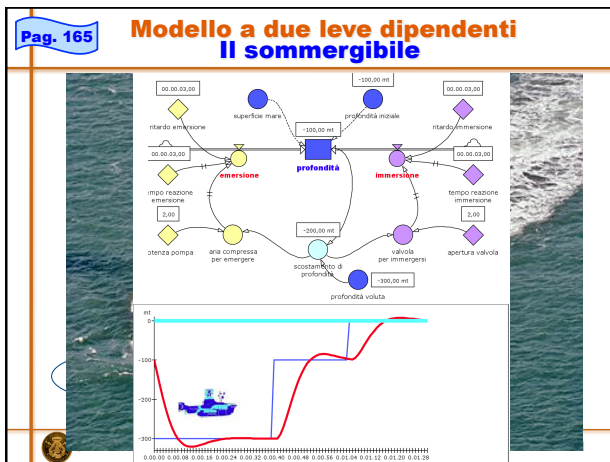
6

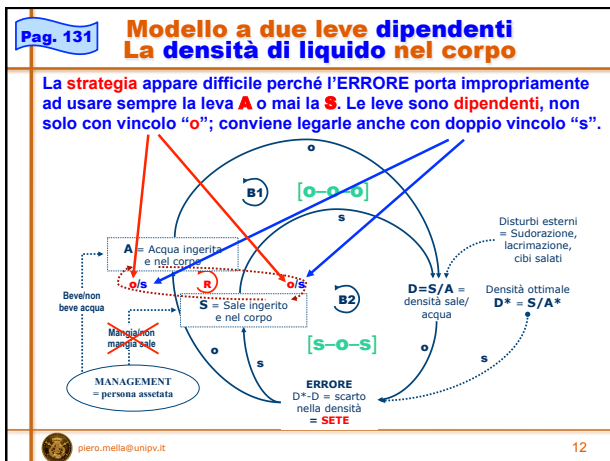












Par. 3.6

Potenziamento del sistema di controllo

- Definizione**
 - Si definisce **sottodimensionato** rispetto all'obiettivo un Sistema di Controllo che **non** consente di raggiungere l'obiettivo Y^* in un dato intervallo T^* , a motivo dell'**insufficiente azione delle sue leve** (e non solo per i disturbi),
 - Se il sistema è **sottodimensionato** rispetto all'obiettivo l'obiettivo è **sovradimensionato** per il sistema.
- Definizione**
 - Potenziamento del sistema** è ogni intervento strutturale per:
 - ampliare la portata** delle leve di controllo,
 - con un **potenziamento interno**;
 - o, anche, per **aumentare il numero** delle leve,
 - con un **potenziamento esterno**.

piero.mella@unipv.it

13

Tasso d'azione, portata, sezione e velocità

- Nei Sistemi di Controllo (monoleva o plurileva), alcune leve X sono caratterizzate da un **tasso d'azione** – gX – che, direttamente o indirettamente, assume il significato di **portata**.
- Tale tasso d'azione può pensarsi composto da due elementi:
 - la **sezione** sX della leva (diametro, superficie, capacità, ecc.),
 - la **velocità** vX del flusso nella leva,
- così che si possa scrivere **portata** = $gX = sX \times vX$.

piero.mella@unipv.it

14

Potenziamento delle leve di controllo

- Il **potenziamento di una leva** di controllo può essere attuato incrementando la sua **portata** mediante due interventi, **interni**, singoli o congiunti:
 - intervento amplificatore**, se agisce su sX , producendo un aumento della sezione della leva (secondo il significato da specificare di volta in volta);
 - intervento acceleratore**, o **turbo**, se agisce su vX , incrementando la velocità del flusso.
- Amplificatore e turbo possono essere dimensionati
 - sia alla variabile da controllare, Y ,
 - sia dallo scostamento, E .
- Gli apparati che producono tali effetti sono **servomeccanismi** interni e possono produrre dinamiche lineari, se i loro effetti dipendono da Y , oppure non-lineari se, in qualche forma, sono funzioni di E .

piero.mella@unipv.it

15

Nuove leve

- Si può migliorare ulteriormente l'efficacia di un sistema di controllo affiancando a X una **nuova leva** di controllo, poniamo V ,
 - che produca un **ulteriore flusso**, in aggiunta a quello di X .
- Tale leva V si può denominare:
 - leva ausiliaria interna** alla struttura se i suoi valori dipendono dallo scostamento E ,
 - servomeccanismo esterno**, o di **controllo ambientale**, se V non appare regolata da E ma da D .
- Il **controllo ambientale** è, per definizione, esterno al Sistema di Controllo.
- Esso, tuttavia, potrebbe essere considerato, nel suo complesso, con tutte le sue leve particolari, come una **leva strutturale**, di secondo o terzo livello del Sistema di Controllo principale (si veda il par. 3.5 che esamineremo tra breve).

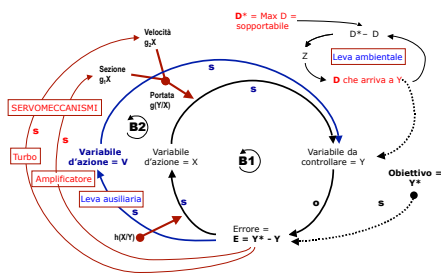


piero.mella@unipv.it

16

Pag. 150

Sistema di Controllo con interventi di potenziamento



piero.mella@unipv.it

17

Par. 3.3

Sistemi per impulsi

- Definizione**
- Un sistema a **due leve** opera **per impulsi** quando:
 - la **prima variabile** di controllo, X_1 , assume un valore non nullo fino a quando la Y (oppure lo scarto, E) non raggiunga un dato livello Y^* – precedentemente definito come obiettivo –, mantenendo, invece, il **valore 0** per il livello della $Y = Y^*$;
 - la **seconda variabile** di controllo X_2 assume, invece i valori:
 - $X_2 = 0$ se $X_1 \neq 0$,
 - $X_2 = -Y^*$ quando la $X_1 = 0$, cioè quando $Y = Y^*$.
- Questo comportamento delle leve produce quale effetto una variazione periodica della Y da 0 a Y^* .
- I sistemi per impulsi rappresentano adeguatamente la dinamica di “magazzini” (stock, livelli, masse, ecc.) di qualsivoglia natura.**



piero.mella@unipv.it

18

Sistema per impulsi CI-PO, continuous input/point output

- Ci sono **due modi** di funzionamento del sistema per impulsi.
 - Il **primo modo**, è definito sistema **CI-PO**.
- Supponiamo, che uno **stock** parta a t_0 da un livello pari a Y_0 e venga **incrementato gradualmente** fino a quando non raggiunga l'obiettivo, $Y^* = Y^{\max}$ denominato **livello di saturazione**.
- Raggiunto il livello Y^* , lo stock viene poi **scaricato** in una sola volta, per un volume pari esattamente a $Y = -(Y^{\max} - Y_0)$.
- Lo stock assume, allora, il livello $Y = Y_0$.
- Comincia poi, di nuovo, a incrementarsi **gradualmente** fino a quando non raggiunga di nuovo il livello di saturazione Y^* .
- Il ciclo si ripete fino a quando il periodo T non sia completato.



piero.mella@unipv.it

19

Pag. 133 Sistema per impulsi CI-PO, continuous input/point output

		tempo trascorso		1		liv. Iniz. $Y_0 = 0$	
OUT	potenza di X_t	10	potenza di X_t	10	potenza di X_t	10	scarico $Y^* = 100$
IN	potenza di X_t	2	potenza di X_t	10	potenza di X_t	1	toleranza $Y^* = 1$
		tempo trascorso		1		1	
t	valore di X_t	valore di X_t	valore di X_t	valore di X_t	valore di X_t	valore di X_t	valore di X_t
0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	100.0
1	0.0	20.0	20.0	100.0	0.0	0.0	80.0
2	0.0	20.0	40.0	100.0	0.0	0.0	60.0
3	0.0	20.0	60.0	100.0	0.0	0.0	40.0
4	0.0	20.0	80.0	100.0	0.0	0.0	20.0
5	0.0	20.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0
6	-100.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	100.0
7	0.0	20.0	20.0	100.0	0.0	0.0	80.0
8	0.0	20.0	40.0	100.0	0.0	0.0	60.0
9	0.0	20.0	60.0	100.0	0.0	0.0	40.0
10	0.0	20.0	80.0	100.0	0.0	0.0	20.0
11	0.0	20.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0
12	-100.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	100.0
13	0.0	20.0	20.0	100.0	0.0	0.0	80.0
14	0.0	20.0	40.0	100.0	0.0	0.0	60.0
15	0.0	20.0	60.0	100.0	0.0	0.0	40.0



piero.mella@unipv.it

20

Pag. 134 Sistema per impulsi CI-PO, continuous input/point output

		tempo trascorso		1		liv. Iniz. $Y_0 = 0$	
OUT	potenza di X_t	10	potenza di X_t	10	potenza di X_t	10	scarico $Y^* = 100$
IN	potenza di X_t	2	potenza di X_t	10	potenza di X_t	1	toleranza $Y^* = 1$
		tempo trascorso		1		1	
t	valore di X_t	valore di X_t	valore di X_t	valore di X_t	valore di X_t	valore di X_t	valore di X_t
0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	100.0
1	0.0	20.0	20.0	100.0	0.0	0.0	80.0
2	0.0	20.0	40.0	100.0	0.0	0.0	60.0
3	0.0	20.0	60.0	100.0	0.0	0.0	40.0
4	0.0	20.0	80.0	100.0	0.0	0.0	20.0
5	0.0	20.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0
6	-100.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	100.0
7	0.0	20.0	20.0	100.0	0.0	0.0	80.0
8	0.0	20.0	40.0	100.0	0.0	0.0	60.0
9	0.0	20.0	60.0	100.0	0.0	0.0	40.0
10	0.0	20.0	80.0	100.0	0.0	0.0	20.0
11	0.0	20.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0
12	-100.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	100.0
13	0.0	20.0	20.0	100.0	0.0	0.0	80.0
14	0.0	20.0	40.0	100.0	0.0	0.0	60.0
15	0.0	20.0	60.0	100.0	0.0	0.0	40.0
16	0.0	20.0	80.0	100.0	0.0	0.0	20.0
17	0.0	20.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0
18	-100.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	100.0
19	0.0	20.0	20.0	100.0	0.0	0.0	80.0
20	0.0	20.0	40.0	100.0	0.0	0.0	60.0
21	0.0	20.0	60.0	100.0	0.0	0.0	40.0
22	0.0	20.0	80.0	100.0	0.0	0.0	20.0
23	0.0	20.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0
24	-100.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	100.0
25	0.0	20.0	20.0	100.0	0.0	0.0	80.0
26	0.0	20.0	40.0	100.0	0.0	0.0	60.0
27	0.0	20.0	60.0	100.0	0.0	0.0	40.0
28	0.0	20.0	80.0	100.0	0.0	0.0	20.0
29	0.0	20.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0
30	-100.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	100.0
31	0.0	20.0	20.0	100.0	0.0	0.0	80.0



piero.mella@unipv.it

21

Sistema per impulsi PI-CO, point input/continuous output

- Ci sono **due modi** di funzionamento del sistema per impulsi.
 - Il **secondo modo**, è definito sistema **PI-CO**.
- Supponiamo, che uno **stock** parta a t_0 da un livello pari a Y e venga **decrementato gradualmente** fino a quando non raggiunga un valore minimo $Y^* = Y_{\min}$ posto come obiettivo, denominato **livello di sicurezza** [che indichiamo con Y_0 se $Y_{\min} = 0$].
- Raggiunto il livello Y^* , lo stock viene poi **caricato** in una sola volta, per un volume pari a ΔY denominato **livello di riordino**.
- Lo stock assume, allora, il livello $Y^{\max} = Y_{\min} + \Delta Y$.
- Comincia poi a **decrementarsi gradualmente** fino a quando non raggiunga, di nuovo, il livello di sicurezza, $Y^* = Y_{\min}$.
- Il ciclo si ripete fino a quando il periodo T non sia completato.

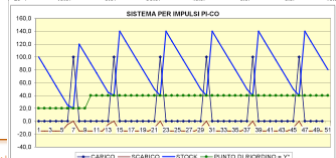


piro.mella@unipv.it

22

Pag. 136 Sistema per impulsi PI-CO, point input/continuous output

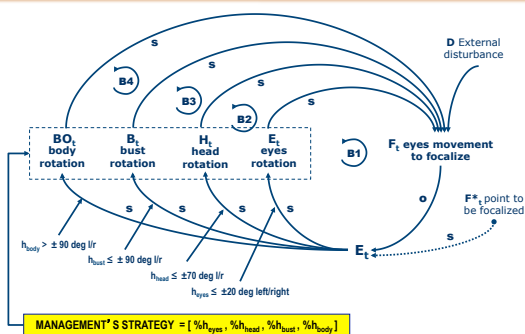
data	velocità di X_1	3	param. rel. X_1	5	riordino Y_0	100
da	velocità di X_2	10	param. rel. X_2	10	liv. sic. Y^*	20
1	0.0	0.0	100.0	20.0	0.0	-40.0
2	-10.0	0.0	80.0	20.0	0.0	-60.0
3	-10.0	0.0	70.0	20.0	0.0	-80.0
4	-10.0	0.0	60.0	20.0	0.0	-100.0
5	-10.0	0.0	40.0	20.0	0.0	-120.0
6	-10.0	0.0	20.0	20.0	0.0	-140.0
7	-10.0	0.0	0.0	20.0	0.0	-160.0
8	-10.0	0.0	20.0	20.0	0.0	-140.0
9	-10.0	0.0	40.0	20.0	0.0	-120.0
10	-10.0	0.0	60.0	20.0	0.0	-100.0
11	-10.0	0.0	80.0	20.0	0.0	-80.0
12	-10.0	0.0	100.0	20.0	0.0	-60.0
13	-10.0	0.0	80.0	20.0	0.0	-40.0
14	-10.0	0.0	60.0	20.0	0.0	-20.0
15	-10.0	0.0	40.0	20.0	0.0	0.0
16	-10.0	0.0	20.0	20.0	0.0	20.0
17	-10.0	0.0	0.0	20.0	0.0	40.0
18	-10.0	0.0	20.0	20.0	0.0	60.0
19	-10.0	0.0	40.0	20.0	0.0	80.0
20	-10.0	0.0	60.0	20.0	0.0	100.0



piro.mella@unipv.it

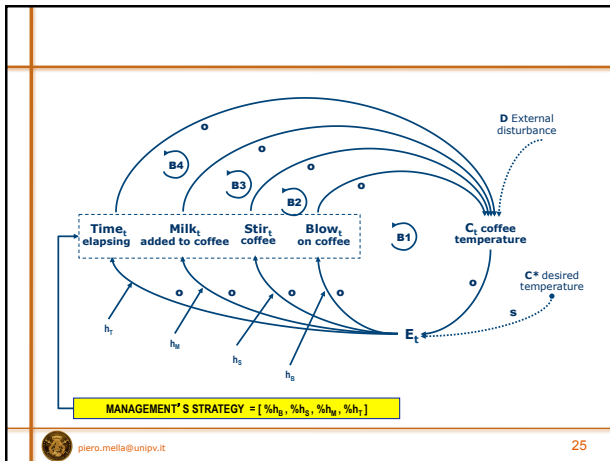
23

Sistemi multi-lever, mono livello



piro.mella@unipv.it

24



Sistemi multi-layer Tipologia di leve

- Dobbiamo ora introdurre tre nuove nozioni:
 - **livello delle deviazioni**
 - **ordine delle leve**
 - **tipologia dei controlli.**

Nota - Anche nei sistemi plurileva si riscontra l'ampia tipologia di leve che abbiamo esaminato al Modulo 2.

- » Leve **graduali** e **istantanee**
- » Leve **continue** e **discrete**
- » Leve **on/off** e **I/O**.

26

Sistemi multi-layer - Livello delle deviazioni Ordine delle leve

Par. 3.5

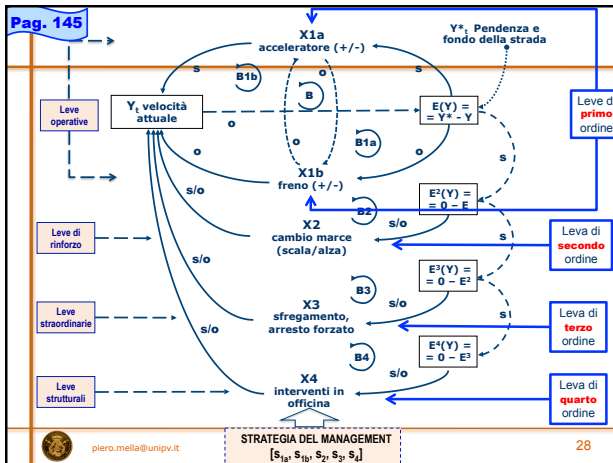
- **Definizioni**
- Si definisce **deviazione di primo livello** l'errore iniziale:

$$E(Y) = \Delta(Y) = Y^* - Y.$$
 - Si definiscono **Leve di primo ordine** quelle con le quali il manager cerca di annullare $\Delta(Y)$.
- Si definisce **deviazione di secondo livello** l'errore sull'errore:

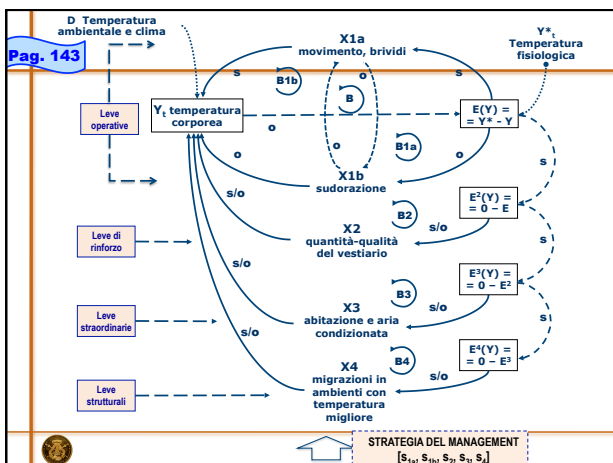
$$EE(Y) = \Delta(\Delta(Y)) = 0 - \Delta(Y).$$
 - Si definiscono **Leve di secondo ordine** quelle con le quali il manager cerca di annullare $\Delta(\Delta(Y))$.
- Si definisce **deviazione di livello N** l'errore sull'errore:

$$E^N(Y) = \Delta^N(Y) = 0 - \Delta^{N-1}(Y).$$
 - Si definiscono **Leve di ordine N** quelle con le quali il manager cerca di annullare $\Delta^N(Y)$.

27







Pag. 142

Contenuto della strategia

- La **strategia di controllo** deve decidere
 - non solo l'**ordine di manovra delle leve**
 - ma anche il **tipo di controllo da effettuare**,
 - in base al tempo di reazione e all'entità dello scostamento.
 - come colmare il mancato controllo di una leva ricorrendo alle leve successive.



piero.mella@unipv.it

31

Par. 3.7
Pag. 156

Sistemi pluriobiettivo in senso proprio

- Definizione**
- Un sistema si definisce **pluriobiettivo**, o **multiobiettivo**, in **senso proprio**,
 - se è caratterizzato da una molteplicità di **variabili obiettivo**: $Y_1, Y_2, \dots, Y_M$, con $M \geq 2$,
 - che il manager deve controllare **contemporaneamente** per raggiungere altrettanti **obiettivi**, $Y^*_1, Y^*_2, \dots, Y^*_M$,
 - impiegando un **adeguato numero di leve** con varie caratteristiche,
 - alla condizione che le M variabili obiettivo siano interdipendenti.**



piero.mella@unipv.it

32

Pag. 156

Condizione perché un sistema sia pluriobiettivo in senso proprio

- Ciò che rende un sistema tipicamente multiobiettivo **in senso proprio** è la condizione di **interdipendenza** tra le **M** variabili da controllare.
- Tale condizione si manifesta quando **una leva che controlla una variabile obiettivo inevitabilmente finisce con il controllarne anche un'altra**, non importa se con senso [s], oppure [o].
- Se, rispetto a una **stessa leva di controllo**, gli obiettivi variano **entrambi**:
 - con senso [s], allora tali obiettivi sono **cumulativi**, o **complementari**;
 - con senso [o], allora tali obiettivi sono **concorrenti**, o **antagonisti**.



piero.mella@unipv.it

33

Pag. 153

Sistemi pluriobiettivo apparenti da congiunzione operativa

Definizione

Un sistema **pluriobiettivo** si definisce **apparente** se

è caratterizzato da **M** variabili **obiettivo**,

ma queste risultano tra loro **indipendenti**, ai fini del controllo.

Un sistema **pluriobiettivo apparente** rappresenta la **unione operativa** di **M** sistemi **mono obiettivo**.

Esempio: flusso e temperatura nella doccia.

piero.mella@unipv.it

34

Pag. 154

Sistemi pluriobiettivo impropri da interferenza

Definizione

Un sistema **pluriobiettivo** si definisce **improprio** se

è caratterizzato da **M** variabili **obiettivo**,

ma queste risultano tra loro **interferenti**, ai fini del controllo.

Un sistema **pluriobiettivo improprio** rappresenta la **congiunzione operativa** di **M** sistemi **mono obiettivo**.

Esempio: obiettivi di volo di un aereo; altitudine, rotta, velocità, consumo di carburante sono obiettivi interferenti. Militari che sfilano in parata; ogni militare ha tre obiettivi: tenere l'allineamento, l'incolonnamento e il passo cadenzato.

piero.mella@unipv.it

35

Pag. 155

Esempio di sistemi pluriobiettivo impropri da interferenza

The diagram illustrates the interference between multiple objectives in a multi-objective system. It shows three sets of objectives (Scarto, V*, Vmin, A*) and their corresponding control actions (Pedaliera, Cloche orizz., Manetta, Cloche vert.). The diagram highlights the interdependencies and conflicts (interferenze) between these objectives and actions.

piero.mella@unipv.it

36

12

Par. 3.8

La politica di controllo degli obiettivi

- Tutti i sistemi pluriobiettivo, da quelli con obiettivi indipendenti (doccia), a quelli con obiettivi semplicemente interferenti (aereo), fino a quelli con obiettivi interdipendenti (sedile), richiedono che il manager decida **in quale ordine gli obiettivi debbano essere conseguiti**.
- Si forma, così, l'**esperienza** che gli consentirà di conseguire tutti gli obiettivi secondo l'ordine che consenta la massima efficienza di manovra delle leve che agiscono congiuntamente.
- Si definisce **politica** l'**esperienza formalizzata circa le priorità conseguimento degli obiettivi**.
- La **politica** non dipende solo dalla struttura del Sistema di Controllo ma anche dalla conoscenza e dalle attitudini del **manager**.
- La **politica** caratterizza tutti i sistemi **multi obiettivo** anche se appare più importante per i sistemi **in senso proprio**.



piero.mella@unipv.it

37

Par. 3.9

Strategia ottimale

- La **strategia ottimale** è quella che ottimizza il rapporto:

$$\frac{\text{(entità dello scostamento} \times \text{importanza obiettivo)}}{\text{costo delle leve}}$$
- Il concetto di strategia ottimale è, pertanto, relativo e dipende dal tipo di obiettivo e dai vantaggi che si conseguono, dall'entità dello scostamento e dal costo associato alle diverse leve.
- La definizione della strategia ottimale si può affrontare con un'analisi costi benefici (Cost Benefits Analysis, o CBA), valutando tutti gli elementi di costo associati alle leve (tenendo conto di costi diretti e di danni indiretti) e tutti i benefici, in termini di vantaggi, connessi alla riduzione dello scostamento e al conseguimento dell'obiettivo.
- La CBA incontra, in molti casi, notevoli difficoltà perché, nella valutazione delle diverse leve di controllo, il manager tiene conto di elementi non quantificabili monetariamente, ma di origine psicologica, o emotiva, o legati alla cultura e, talvolta, anche ai pregiudizi.



piero.mella@unipv.it

38

Politica ottimale

- La scelta dell'ordine di conseguimento dei diversi obiettivi dipende,
 - dai **costi/benefici** abbinati alle diverse leve disponibili
 - dall'**importanza** e dall'**urgenza** degli obiettivi che il sistema deve raggiungere.
- Solitamente, l'obiettivo **primo** da conseguire dovrebbe essere quello ritenuto più **urgente** e/o più **importante**, essendo ad esso associato un alto beneficio (se viene conseguito), o un elevato danno (se non si consegue).
- Per la definizione della politica ottimale si possono applicare le **tecniche di ordinamento degli obiettivi su scale cardinali**, così che la scelta della politica possa essere effettuata secondo metodologie quantitative.



piero.mella@unipv.it

39

Cap. 6

PRIMA CONGETTURA
di evoluzione dei Sistemi di Controllo

- Anche se i Sistemi di Controllo a feedforward ancora pervadono la nostra esistenza, l'uomo ha sempre cercato di migliorare i propri attrezzi e di controllare il proprio ambiente introducendo forme di controllo a feedback.
- Questa tendenza evolutiva appare anche negli animali singoli e nelle "collettività" di animali.
- Possiamo, pertanto, avanzare la seguente:
 - PRIMA CONGETTURA**
 - I Sistemi di Controllo a feedforward tendono ad evolvere in in Sistemi di Controllo a feedback.**



piero.mella@unipv.it

40

Cap. 6

SECONDA CONGETTURA
di evoluzione dei Sistemi di Controllo

- Molti sistemi a più leve rappresentano uno sviluppo **naturale** dei sistemi monoleva.
- Spesso i sistemi plurileva derivano da esigenze **artificiali** di potenziamento dei sistemi monoleva.
- Altre volte i sistemi plurileva si osservano zoomando verso il grande.
- Si delinea una seconda tendenza evolutiva formalizzabile come segue:
 - SECONDA CONGETTURA**
 - più zoomiamo verso il piccolo, più osserviamo sistemi monoleva;**
 - più zoomiamo verso il grande, più osserviamo sistemi plurileva.**



piero.mella@unipv.it

41

Cap. 6

TERZA CONGETTURA
di evoluzione dei Sistemi di Controllo

- I sistemi naturali, a livello basso, sono solitamente mono obiettivo.
- La progettazione umana tende a controllare contemporaneamente diversi obiettivi mediante Sistemi di Controllo pluriobiettivo.
- Si delinea una terza tendenza evolutiva formalizzabile come segue:
 - TERZA CONGETTURA**
 - più zoomiamo verso il piccolo, più osserviamo sistemi mono obiettivo;**
 - più zoomiamo verso il grande, considerando sistemi progettati dall'uomo, più osserviamo sistemi pluriobiettivo e, pertanto plurileva.**



piero.mella@unipv.it

42

Sistemi di Controllo ad azione variante

- Le **caratteristiche strutturali** del Sistema di Controllo reale sono rappresentate da due **funzioni di trasformazione**:
 - il tasso di azione, $g(Y/X)$, che trasforma X_t in Y_t ;
 - il tasso di reazione, $h(X/Y)$, che trasforma Y_t in X_t tramite E_t .
- **Definizione**
 - sono Sistemi di Controllo ad **azione (o struttura) invariante** quelli nei quali le $g(Y/X)$ e $h(X/Y)$ si mantengono invariate nel tempo, così che il controllo si attua "manovrando la leva".
- **Definizione**
 - Sono sistemi Sistemi di Controllo ad **azione (o struttura) variante** quelli nei quali il controllo si realizza modificando le funzioni di trasformazione.
 - Lo scarto, $\Delta(Y) = Y^* - Y_t$, anziché incidere sulle X_t , a modifica le funzioni "g" e "h", mantenendo gli originari valori delle X_t .



piero.mella@unipv.it

Fare solo la definizione

43
