

## IMPIANTI INDUSTRIALI ED ORGANIZZAZIONE DI IMPRESA

A.A. 2011/2012 – Quinto Appello 6-2-2013 – Parte di Impianti

Cognome \_\_\_\_\_ Nome \_\_\_\_\_ Matricola \_\_\_\_\_

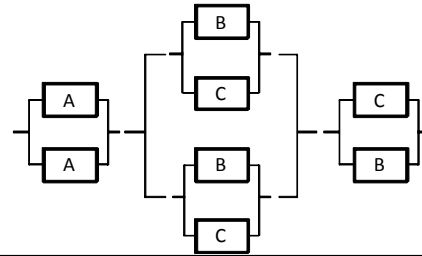
### Quesito numerico 1 (3 punti)

Si valuti l'affidabilità del sistema a 10.000 ore di funzionamento, sapendo che

$$\lambda_A = 1,7 \cdot 10^{-3} \text{ guasti/ora}$$

$$MTTF_B = 62.600 \text{ ore e } MTTR_B = 136 \text{ ore}$$

$$\mu_C = 6,67 \cdot 10^{-3} \text{ rip./ora e } MTBF_C = 18330 \text{ ore}$$



### Soluzione

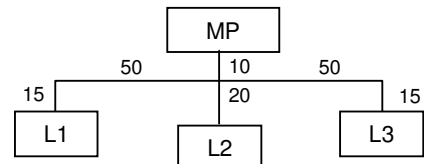
Componente	A	B	C	
$\lambda$	1,70E-03	1,60E-05	5,50E-05	guasti/ora
$\mu$			6,67E-03	riparazioni/ora
MTTF		62500,00		ore
MTTR		136		ore
MTBF			18330,00	ore
<b>R(10000)</b>	<b>4,14E-08</b>	<b>0,852</b>	<b>0,577</b>	

$$R_{\text{sistema}} = [1 - (1 - R_A)^2] \times [1 - (1 - (1 - R_B)(1 - R_C))^2] \times [1 - (1 - R_B)(1 - R_C)]$$

essendo però  $R_A \ll R_B$  e  $R_C \rightarrow R_{\text{sistema}} < 1 - (1 - R_A)^2$

### Quesito numerico 2 (4 punti)

Tre linee di produzione di bulloni (L1, L2 e L3) devono essere alimentate con materia prima stoccata nel magazzino MP; in figura è riportato il layout del reparto (distanze espresse in metri). Le tre linee sono di eguale potenzialità pari a 10 ton/ora di grezzi lavorati. Attraverso carrelli a forche la MP è trasportata in cassoni metallici che contengono 0,2 ton di materiale.



Per dimensionare la flotta di carrelli si possono acquistare due modelli alternativi: un modello Base (costo acquisto = 20.000 €, costo manutenzione 1000 € ogni 2000 ore di lavoro, vita utile 30.000 h di lavoro, velocità media orizz. = 2m/sec), ed un modello Power (costo acquisto = 35.000 €, manutenzione = 2000 € ogni 2000 ore di lavoro, stessa vita utile, velocità media orizz. = 3 m/sec). Per entrambi i modelli i tempi fissi ammontano a 30 secondi per ogni ciclo semplice (trascurare le curve). Si definisca quanto vale il costo orario del guidatore che rende indifferente le due alternative (FU = 0,9; si trascuri l'effetto di attualizzazione).

### Soluzione

$$\text{Percorso medio ciclo semplice} = [2 \cdot (2 \cdot (10 + 50 + 15)) + 2 \cdot (10 + 20)] / 3 = 120 \text{ m};$$

**Carrello Base:** Tempo corsa semplice =  $30 + 120 / 2 = 90 \text{ sec/cs medio}$

**Carrello Power:** Tempo corsa semplice =  $30 + 120 / 3 = 70 \text{ sec/cs medio}$

$$\text{Potenzialità di movimentazione necessaria} = 3 \cdot 10 / 0,2 = 150 \text{ udc/ora}$$

Perché le due alternative siano indifferenti, devono movimentare le stesse udc allo stesso costo.

$$\text{Base} \rightarrow 3600 / 90 \cdot 0,9 = 36 \text{ cicli/h} \quad \text{per fare } 150 \text{ udc/h} \rightarrow 4,16 \text{ carrelli} \rightarrow 5$$

$$\text{Power} \rightarrow 3600 / 70 \cdot 0,9 = 46 \text{ cicli/h} \quad \text{per fare } 150 \text{ udc/h} \rightarrow 3,20 \text{ carrelli} \rightarrow 4$$

Pertanto, calcolando sulla durata della vita utile (espressa in ore di lavoro), il costo di indifferenza  $x$  [€/h] di manodopera di guida del muletto, vale:

$$(20000 + (30000 / 2000) \cdot 1000) \cdot 5 + 5 \cdot x \cdot 30000 = (35000 + (30000 / 2000) \cdot 2000) \cdot 4 + 4 \cdot x \cdot 30000$$

$$85.000 + 150.000 x = 260.000 + 120.000 x$$

$$x = 5,83 \text{ €/h.}$$

Essendo il costo orario reale dei guidatori sensibilmente superiore, conviene acquistare muletti Power.

**Quesito progettuale (8 punti)**

Un impianto di servizio deve rendere disponibile al processo primario un fluido refrigerante, di caratteristiche note, assicurando il seguente profilo di fornitura nel tempo.

Ore	mc/h
1-4	190
5-6	220
7-10	130
11-14	270
15-16	200

Sono possibili diverse configurazioni. Una prima soluzione prevede un unico impianto centrale, non bufferizzato, caratterizzato da una legge di costo  $C=300.000*(P/230)^{0,8}$ , costo di produzione unitario pari a 1 €/mc, maggiorato del 20% se si produce sotto al 20% della potenza nominale (aggravio da applicare a tutte le unità prodotte). Questo generatore può marciare solo in corrispondenza dell'orario di apertura impianto (cfr. tabella) e presenta una disponibilità del 97%, sui 300 gg/anno di funzionamento, con MDT medio molto breve (1h max) e costo di mancata erogazione del servizio di 3 €/mc. Una seconda soluzione prevede in aggiunta l'impiego di un buffer, di capacità pari a 400 mc e installato su linea di bypass, che tuttavia comporta un costo di trattamento pari a 0,5€ per ogni mc che vi transiti (il buffer viene gestito con una logica first in first out). Si determini la soluzione migliore, supponendo che il buffer abbia costo di acquisto pari a 600.000 €, e che tutto l'investimento vada valutato su 5 anni, con un tasso di attualizzazione dell'8% (PVA = 3,992).

**Soluzione.**

Nel primo caso, il generatore va dimensionato su 270, con costo acquisto ≈ 340.000 €. Il 20% della potenza nominale è 54, quindi non si pagano mai costi extra.

Essendo Rmed = 200, il costo di mancata produzione vale  $200*300*16*0,03*3 \approx 86.000$  €/anno

Con un PVA di 3,99, il costo totale attualizzato dell'Alternativa 1 è pari a  $340.000 + 3,99*86.000 \approx 684.000$  €

Nel secondo caso, il generatore si può ridurre a  $200/0,97 \rightarrow 210$  (poiché non si può lavorare fuori orario, e ponendosi nell'ipotesi di voler recuperare la pause affidabilistiche con il buffer), quindi con un costo di  $300.000*(210/230)^{0,8} \approx 280.000$  €, cui va aggiunto il costo di 600.000 del buffer, per un totale di 880.000 €.

Anche in questo caso l'extra costo di produzione si azzerava.

Dall'analisi del punto di disaccoppiamento, servirebbe un buffer di soli 280 mc, sempre utilizzato per ospitare un eccesso della produzione rispetto alla domanda nell'arco della giornata. Riempiendolo dunque a 400, al massimo della sua capacità, si è certamente in grado di coprire le fermate affidabilistiche (max 1h), azzerando anche i costi di disservizio.

Come contraltare, tuttavia, 280 unità ogni giorno entrerebbero nel buffer, oltre a quelle che vi permarrrebbero per tenerlo pieno e quindi recuperare i frequenti fermi affidabilistici (MDT = 1 → MTTF = 32 circa). Prudentemente, si può stimare che 280 (ciclo normale) +  $16/32 * 200$  (mc che mediamente vi transitano per tenerlo pieno) circa 380 mc/gg vi transitino, per un costo extra di refrigerazione di  $380*300*0,5€ \approx 57.000$  €/anno.

Il costo totale attualizzato dell'Alternativa 2 è dunque pari a  $880.000 + 3,99*57.000 \approx 1107.000$  €, costo ampiamente superiore all'Alternativa1, che è quindi preferibile.

	Rcum	Pcum	V(t)			
1	190	190	200	10		0.08
2	190	380	400	20	PVA	1 0.925926
3	190	570	600	30		2 0.857339
4	190	760	800	40		3 0.793832
5	220	980	1000	20		4 0.73503
6	220	1200	1200	0		5 0.680583
7	130	1330	1400	70		3.99271
8	130	1460	1600	140		
9	130	1590	1800	210		
10	130	1720	2000	280		
11	270	1990	2200	210		
12	270	2260	2400	140		
13	270	2530	2600	70		
14	270	2800	2800	0		
15	200	3000	3000	0		
16	200	3200	3200	0		
Tot	3200			Dmax = 280		
Rmed	200					