

Esercizi di impianti industriali del 14 novembre 2005 (ingegneria gestionale 13)

numero lettore del ramo = N

esercizio 1) I componenti principali di una pompa di potenzialità pari a $10 \cdot N$ (l/sec) (componenti idraulici = CI, motore di comando = M, interruttore di protezione = IP) sono caratterizzati da valori attesi dei tempi di guasto e di riparazione pari rispettivamente a: $MTBF_{CI} = 200 \cdot N$ (h); $MTBF_M = 500 \cdot N$ (h); $MTBF_{IP} = 1000 \cdot N$ (h);

$$MTTR_{CI} = 5 \cdot N \text{ (h)}; \quad MTTR_M = 4 \cdot N \text{ (h)}; \quad MTTR_{IP} = N \text{ (h)}.$$

- Si valuti la disponibilità intrinseca della pompa.
- Si valuti la disponibilità del sistema costituito da 3 pompe identiche ed installate in parallelo nel caso in cui la portata richiesta sia pari a $20 \cdot N$ (l/sec).
- Si valuti se risulti conveniente, nelle stesse condizioni di richiesta da parte dell'utenza operante in continuo durante tutto l'anno, installare un'ulteriore pompa delle medesime caratteristiche. I costi d'impianto di una pompa sono pari a $2000 \cdot N$ (euro); i costi di mancanza del servizio sono pari a $30 \cdot N$ (euro/h) e la vita prevista dell'impianto è di 10 anni, con valore atteso del tasco di attualizzazione del 10%.

esercizio 2) Si vuole effettuare lo studio del layout di un impianto di produzione organizzato per reparti. Di ciascun prodotto sono note le produzioni effettive orarie, i cicli di lavorazione, nonché i tempi di lavorazione su ciascuna unità operativa:

prodotto	prod. effettiva (pz./ora)	cicli di lavorazione				
w	90	A	C	A	E	D
x	115	E	D	E	-	-
y	85	A	B	C	E	D
z	110	C	B	E	B	-

	w	x	y	z
A	5		1,2	
B			0,8	1
C	1,5		1	1,2
D	1,5	1	1	
E	1,1	1,5	2	2

tempi di lavoraz. (min/pz)

- Si rappresentino i cicli di lavorazione mediante "multi product process chart".
- Si effettui il calcolo del numero di unità operative per ciascun reparto.
- Si determini il flusso di materiali tra i reparti utilizzando il "metodo dell'intensità di traffico". (vedi slide "layout & processo")

questionario:

- Si definisca il tasso di utilizzazione medio della linea di produzione; se ne mostri l'andamento in funzione del volume di produzione. (vedi slide "analisi")
- Si illustri la legge di variazione dei costi d'impianto in funzione della potenzialità. (vedi slide "costi d'impianto")
- Si effettui la classificazione delle politiche di manutenzione. (vedi slide "manutenzione")

esame di impianti industriali del 20 settembre 2005 (ingegneria gestionale 19)

numero lettere del nome = N

(questa è la traccia "B")

esercizio 1) Si valuti la potenzialità della centrale di generazione del servizio elettrico nelle seguenti ipotesi:

10 utenze stocasticamente indipendenti con domanda costante di 5 (KW) durante il ciclo di funzionamento, e un picco di 10 (KW) di durata pari al 10% del ciclo; livello del servizio pari al 97%; centralizzazione della centrale di generazione.

esercizio 2) In un impianto si realizzano 2 distinti prodotti, per i quali l'utile unitario è, rispettivamente: $u_1 = 60$ (euro/unità), $u_2 = 90$ (euro/unità).

La disponibilità dei fattori di produzione è limitata: sono disponibili 2100 (Kg/g) di materia prima e 100 (ore/giorno) di manodopera. I prodotti 1 e 2 hanno un tasso d'assorbimento di materia prima pari rispettivamente a 30 (Kg/unità) e 20 (Kg/unità). Il tempo necessario alla loro produzione è identico, e pari a 1 (ora/unità).

Inoltre, per il prodotto 2 è noto che la domanda di mercato non supererà le 60 (un/g). Determinare:

- il mix produttivo giornaliero (Q_1 e Q_2) che rende massimo il profitto d'impresa;
- il profitto in corrispondenza di tale mix;
- la riduzione massima della disponibilità di manodopera per cui la soluzione non si altera.

esercizio 3) Un processo produttivo prevede 6 fasi tecnologiche realizzate in altrettante stazioni operative; i tempi di lavorazione t_i di ciascuna fase sono i seguenti:

stazione	t_i (minuti/pezzo)	CP $\frac{C_i}{n}$
1	0,6	100
2	1,5	40
3	0,75	20
4	0,7	10
5	0,6	100
6	0,5	110

calcolare:

- il tasso d'utilizzazione della stazione 1 per un volume di produzione di 35 (pezzi)
- il tasso d'utilizzazione medio della linea per un volume di produzione di 82 (pz/)

questionario:

- Si indichino sul diagramma di redditività relativo alle grandezze unitarie:
il punto di massimo utile totale;
il punto di massimo utile unitario;
il punto di pareggio.

Si dimostri la condizione che individua il punto di pareggio.

- Si effettui la classificazione degli impianti di servizio.

- Si illustri la legge di variazione dei costi d'impianto in funzione della potenzialità.

numero lettere del nome = N

esercizio 1) I componenti principali di una pompa di potenzialità pari a $10 \cdot N$ (componenti idraulici = CI, motore di comando = M, interruttore di protezione = IP) sono caratterizzati da valori attesi dei tempi di guasto e di riparazione rispettivamente a: $MTBF_{CI} = 200 \cdot N$ (h); $MTBF_M = 500 \cdot N$ (h); $MTBF_{IP} = 1000 \cdot N$ (h);

$$MTTR_{CI} = 5 \cdot N \text{ (h)}; \quad MTTR_M = 4 \cdot N \text{ (h)}; \quad MTTR_{IP} = N \text{ (h)}.$$

- Si valuti la disponibilità intrinseca della pompa.
- Si valuti la disponibilità del sistema costituito da 3 pompe identiche ed installate in parallelo nel caso in cui la portata richiesta sia pari a $20 \cdot N$ (l/se).
- Si valuti se risulti conveniente, nelle stesse condizioni di richiesta da parte dell'utenza operante in continuo durante tutto l'anno, installare un'ulteriore pompa delle medesime caratteristiche. I costi d'impianto di una pompa sono pari a $2000 \cdot N$ (euro); i costi di mancanza del servizio sono pari a $30 \cdot N$ (euro/h) la vita prevista dell'impianto è di 10 anni, con valore atteso del tasso di attualizzazione del 10%.

► esercizio 2) Data una linea di produzione con le seguenti caratteristiche: produzione pari a $120 \cdot N$ (unità/giorno); turni giornalieri di lavoro pari a 2, con 8 ore per turno; sulla base delle informazioni illustrate e dei dati in tabella si calcolino:

a) Tempo ciclo.	elemento	precedenze	durata (sec)
b) numero minimo di stazioni di lavoro.	a	---	240/N
	b	a	520/N
c) efficienza massima ed efficienza reale.	c	---	240/N
	d	b, c	240/N
	e	---	180/N
	f	d	300/N
	g	e	240/N
	h	f, g	420/N
	i	h	180/N

Inoltre, si determini la configurazione ottimale delle stazioni di lavoro mediante la tecnica euristica Ranked Positional Weight Technique, e l'utilizzazione media della linea.

nota: le durate dei singoli elementi di lavoro vanno arrotondate al 1° intero.

questionario:

- Si definisca il tasso di utilizzazione medio della linea di produzione; se ne mostri l'andamento in funzione del volume di produzione. (pag. 210 del libro)
- Si valuti la dimensione minima di un accumulatore nel caso in cui l'utenza richieda una quantità di servizio $q(t)$ variabile durante un ciclo di funzionamento si ipotizzi che il generatore del servizio abbia la minore potenzialità necessaria a soddisfare le richieste dell'utenza durante il ciclo. (pag. 22 del libro)
- Si effettui la classificazione delle politiche di manutenzione. (vedi slide "...

APPELLO 17/12/04

(MYP)

2. In un impianto si realizzano due produzioni per i quali l'utile unitario vale $u_1=100$ [€/unità]; $u_2=60$ [€/unità]. I fattori di produzione sono limitati ed in particolare sono disponibili 2100[kg/giorno] di materia prima pari rispettivamente a 100[h/giorno] di manodopera. I prodotti 1 e 2 hanno tasso di assorbimento di materie prime pari rispettivamente a 30[kg/unità] e 15[kg/unità] e ~~2100 kg/giorno~~. Il tempo necessario alla loro produzione è identico e pari a 1[h/unità]. Inoltre per il prodotto 2 è noto che la domanda di mercato non supera le 80[unità/giorno]. Si determini:

- il mix produttivo giornaliero (q_1, q_2) che rende massimo il profitto dell'impresa.
- il profitto in corrispondenza di tale mix.
- Si imposti inoltre correttamente il problema in forma completa, valutando quali fattori di produzione siano completamente assorbiti e quali sia la massima riduzione di manodopera ammissibile per cui la soluzione ottima non si altera.

2. Un impianto industriale è organizzato in due reparti. Nel primo reparto sono presenti 5 utenze che richiedono costantemente una portata di base P_b di $2 \cdot N$ [m³/h] di acqua refrigerata con picchi di richiesta (P_{max}) di $3 \cdot N$ [m³/h] per un tempo (T_{max}) pari a (5N)% del tempo totale di produzione T con una dinamica del tutto aleatoria; nel reparto 2 si hanno 8 utenze che richiedono costantemente una portata di base (P_b) di N [m³/h] di acqua refrigerata con picchi di richiesta P_{max} di $2 \cdot N$ [m³/h] per un tempo T_{max} pari a N% di T anch'essi con una dinamica del tutto aleatoria.

Si valuti la potenzialità totale da installare nel sito nell'ipotesi di completa decentralizzazione dell'impianto di generazione per il reparto 1 (si deve garantire un livello di servizio del 100%) e nell'ipotesi di completa centralizzazione del reparto 2 (garantendo un livello di servizio pari al 97%). Si assuma una disponibilità d'impianto del 100%.

3. Per soddisfare le esigenze del reparto 2 si è deciso di frazionare la potenzialità precedentemente calcolata [nel caso si può assumere una potenzialità richiesta del reparto 2 pari a $10 \cdot N$ [m³/h]] in due unità di produzione identiche e di installare una unità di riserva in grado di soddisfare metà delle richieste delle utenze.

Si valuti l'entità dei costi di impianto del reparto sapendo che un generatore dello stesso tipo (fattore di scala pari a 0.7) e di potenzialità pari a $4 \cdot N$ [m³/h] ha un costo di impianto di 10000€.

Domande orali:

1. Si effettui la classificazione dei costi industriali in base al tempo.

- Si imposti sinteticamente un problema di ubicazione degli impianti utilizzando il modello di minimizzazione dei costi di trasporto esterni.
- Si illustrino anche con esempi le possibili metriche

2. Si effettui la classificazione delle politiche di manutenzione.



PROVA DI IMPIANTI INDUSTRIALI DEL 22 OTTOBRE 2003

Nome:

Cognome:

Matricola:

N = numero lettere del nome =

C = numero lettere del cognome =

1)

Si indichi la migliore ubicazione per l'insediamento dello stabilimento produttivo destinato alla realizzazione di un nuovo prodotto effettuando la valutazione in base ai costi totali; si supponga che la domanda attesa di prodotti sia pari a 25000 [unità/anno].

Sito	Costi fissi [10^3 €/anno]	Costi variabili [€/unità]
Cina	200	50
Giappone	400	30
Corea	800	10

Si valuti per quali livelli di produzione risulti preferibile localizzare l'impianto in Giappone.

2+1 32,5

Si valuti la potenzialità della centrale di generazione (nonché numero e taglia delle singole unità) del servizio elettrico nelle seguenti ipotesi:

- 10 utenze stocasticamente indipendenti caratterizzate da una domanda costante di 5 [kW] durante il ciclo di funzionamento e da un picco di potenzialità 10 [kW] di durata pari al 10% del ciclo;
- livello di servizio pari al 97%;
- centralizzazione della centrale di generazione;
- frazionamento in due unità di pari potenzialità;
- installazione di una unità in riserva in grado di garantire il 50% del servizio.

Si vuole effettuare lo studio del layout di un impianto di produzione organizzato per reparti. Di ciascun prodotto sono note i cicli di lavorazione, le produzioni orarie richieste, nonché le potenzialità produttive orarie [CP] relative a ciascuna unità operativa.

PRODOTTO	Prod. Richiesta [pz/ora]	V_f [cm ³]	Cicli di lavorazione				
α	90	20	A	C	A	E	D
β	115	1	E	D	E	/	/
γ	85	30	A	B	C	E	D
δ	110	2,5	C	B	E	B	/

	α	β	γ	δ
A	20		50	
B			90	60
C	40		60	50
D	40	60	60	
E	55	40	35	35

devo fissare gli scarti 5%

Capacità produttiva [pz/ora]

- Si rappresentino opportunamente i cicli di lavorazione e trasporto mediante "multi product process chart".
- Si effettui il calcolo del numero di unità operative per ciascun reparto.
- Si valuti l'utilizzazione media del sistema.

4) Si indichi in quale fase dello studio di fattibilità e per quale motivo si utilizzano le "cifre indice".

$$u = 2 + 1 = 3$$

P_{ins}



PROVA DI IMPIANTI INDUSTRIALI DEL 14 LUGLIO 2003 (IMP)

Nome: Rosengau

Cognome: Rodolfo

Matricola: 51498

N = numero lettere del nome =

C = numero lettere del cognome =

CHIEDERE

La società Jonio deve realizzare un impianto per la produzione di motociclette di lusso (prezzo di vendita = 10 [k€/unità]) scegliendo tra due tecnologie caratterizzate da differenti strutture di costo:

- tecnologia A: costi fissi annui = 9000 [k€/anno]; costi variabili unitari = 5 [k€/unità];
- tecnologia B: costi fissi annui = 12000 [k€/anno]; costi variabili unitari = 4 [k€/unità].

Si valuti:

- ☒ quale tra le due tecnologie è caratterizzata da un più alto livello di automazione; A ☐ B ☒
- ☒ il punto di pareggio per le due tecnologie;
- ☒ il volume di produzione al di sopra del quale la tecnologia B è preferibile alla tecnologia A;
- ☒ il margine di contribuzione totale per un volume stimato di vendite $q = 4000$ [unità/anno].

In un terminal aeroportuale si vuole ubicare un banco informazioni a servizio dei punti di sbarco passeggeri di 4 distinte compagnie posizionati rispettivamente nei punti di coordinate:

A(40,20), B(80,50), C(110,80), D(130,20) (esprese in [m]).

Sapendo che il numero di transiti orari è pari rispettivamente a 300, 600, 600 e 300 [passegg./ora] e che nessuna delle compagnie debba essere favorita rispetto alle altre, si risolva il problema ubicazionale (illustrandolo su di una una planimetria) supponendo i costi del trasporto proporzionali a:

- ☒ distanza rettangolare;
- ☒ distanza euclidea al quadrato.

D - Si illustri il modello di manutenzione preventiva secondo condizione.

E - Si indichi in quale fase dello studio di fattibilità e per quale motivo si utilizzano le "cifre indice".



PROVA DI IMPIANTI INDUSTRIALI DEL 16 GIUGNO 2003 (HMP)

Nome:

Cognome:

Matricola:

N = numero lettere del nome = 7

C = numero lettere del cognome = 4



1a. Si effettui il bilanciamento della linea di assemblaggio monoprodotta operante su due turni di lavoro.

1b. Si suggerisca una possibile configurazione planimetrica delle stazioni di lavoro.

1c. Si valutino l'efficienza teorica e l'efficienza reale della linea.

- Volume di produzione = $20 \cdot N \cdot C$ [unità/settimana];
- Precedenze e durate degli elementi di lavoro:

Elemento di lavoro	Tempo richiesto [min]	Precedenza
A	3	-
B	2.5	A
C	2.5	A
D	1.5	C
E	2.5	B, D
F	1	E

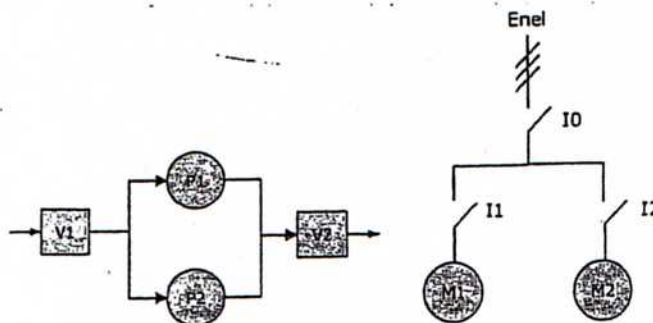
- Si assumano tutti i dati ritenuti necessari.



In figura è rappresentato lo schema d'impianto di una centrale di pompaggio. Le pompe P1 e P2 processano ciascuna una portata $Q = 100$ [l/s]. In tabella sono riportati i valori di affidabilità a 10000 ore dei componenti dell'impianto.

Si valuti l'affidabilità di funzionamento del sistema a 10000 ore nel caso in cui la portata richiesta dall'utenza sia pari rispettivamente a:

- a) $Q_u = 100$ [l/s] e b) $Q_u = 200$ [l/s].

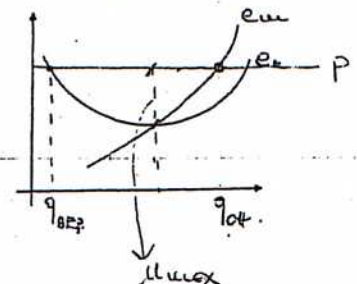


Componente	Affidabilità
V1 Valvola aspirazione	0,998
V2 Valvola mandata	0,998
P1 Pompa 1	$0,8 + 0,01 \cdot N$
P2 Pompa 2	$0,8 + 0,01 \cdot N$
M1 Motore comando P1	$0,9 + 0,01 \cdot N$
M2 Motore comando P2	$0,9 + 0,01 \cdot N$
I0 Int. generale potenza	0,995
I1 Int. protezione M1	0,998
I2 Int. protezione M2	0,998



3. Con riferimento alle grandezze unitarie si indichino sul diagramma di redditività:

- le curve di costo marginale e di costo unitario;
- il punto di ottimo o massimo utile totale;
- il punto di pareggio;
- il punto di massimo utile unitario.



4. Si fornisca la definizione di MAG.

2 di pag 177 Pondera

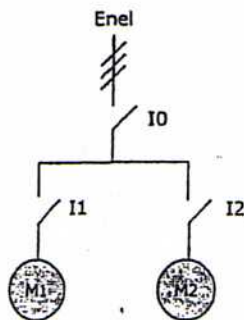
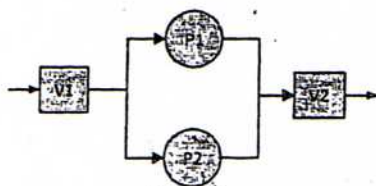


Matricola: 517989

C = numero lettere del cognome = 9

- | Elemento di lavoro | Tempo richiesto [min] | Precedenza |
|--------------------|-----------------------|------------|
| A | 1.5 | - |
| B | 2.5 | A |
| C | 2.5 | A |
| D | 3 | B-C |
| E | 1.5 | D |

5. Que el Estado se
dote a sí mismo!



Componente	Affidabilità
V1 Valvola aspirazione	0,999
V2 Valvola mandata	0,998
P1 Pompa 1	0,85
P2 Pompa 2	0,85
M1 Motore comando P1	0,9
M2 Motore comando P2	0,95
I0 Int. generale potenza	0,998
I1 Int. protezione M1	0,999
I2 Int. protezione M2	0,997

3. Si illustrino schematicamente le fasi di uno studio di fattibilità di un impianto industriale.

geg. (-10) | 1. var. (Poisson)

14.11.2005

puntuo 1 (con $N=4$)

$$A_1 = \frac{800}{820} = 0,9756 \quad A_2 = \frac{2000}{2016} = 0,9921 \quad A_3 = \frac{4000}{4004} = 0,9990$$

$$A_{\text{pompe}} = A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 = \boxed{0,9669} \text{ (1 pompe)}$$

$$Q_{\text{riduzione}} = 80 \frac{\text{e}}{\text{sec}} \quad Q_{\text{pompe}} = 140 \frac{\text{e}}{\text{sec}} \rightarrow \text{quindi servono 2 pompe}$$

$$A_{\text{systema}} = \sum_{j=r}^m \binom{m}{j} A^j (1-A)^{m-j} \text{ pompe in parallelo con ridondanza parziale}$$

Con 3 pompe: $A_{\{3\}} = \frac{3!}{2!(3-2)!} \cdot 0,9669^2 \cdot 0,0331^1 + \frac{3!}{3!(3-3)!} \cdot 0,9669^3 \cdot 0,0331^0 = \boxed{0,9968} \text{ (3 pompe)}$
(una in riserva)

con 4 pompe: (due in riserva)

$$A_{\{4\}} = \frac{4!}{2!(4-2)!} \cdot 0,9669^2 \cdot 0,0331^2 + \frac{4!}{3!(4-3)!} \cdot 0,9669^3 \cdot 0,0331^1 + \frac{4!}{4!(4-4)!} \cdot 0,9669^4 \cdot 0,0331^0 = \boxed{0,9998} \text{ (4 pompe)}$$

$$C_I = 8000 \text{ €}$$

$$C_m = 120 \frac{\text{€}}{\text{h}}$$

$$N = 10 \text{ anni}$$

$$\lambda = 0,1$$

$$H = 24 \cdot 365 = 8760 \text{ ore}$$

$$\min_{\{m\}} C = m \cdot C_I + (1 - A(m)) \cdot C_m \cdot H \cdot \frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)^N}$$

$$\min_{\{3\}} C = 3 \cdot 8000 + (1 - 0,9968) \cdot 8760 \cdot 120 \cdot \frac{1,1^{10} - 1}{0,1 \cdot 1,1^{10}} = \boxed{44669,34 \text{ €}}$$

$$\min_{\{4\}} C = 4 \cdot 8000 + (1 - 0,9998) \cdot 8760 \cdot 120 \cdot \frac{1,1^{10} - 1}{0,1 \cdot 1,1^{10}} = \boxed{33291,83 \text{ €}} !!$$

è meno caro con 4 pompe (25,47% in meno)

14.11.2005

quesito 2 :

(layout x processo)

suo dati : tempi di lavorazione ma ci servono le capacità produttive

	w	x	y	z
A	3		1,2	
B			0,8	1
C	1,5		1	1,2
D	1,5	1	1	
E	1,1	1,5	2	2

Tempi di lavorazione
[minuti]
[pezzo]

$\frac{60}{t_i} = CP$ [pezzi/ore]
 $\frac{60}{3} = 20$
 $\frac{60}{1,5} = 40$

	w	x	y	z
A	20		50	
B			75	60
C	40		60	50
D	40	60	60	
E	55	40	30	30

CP [pezzi/ore]

"Multi product process Chart"

	prodotto w	prodotto x	prodotto y	prodotto z
Unità operative	CP	CP	CP	CP
A	●○ 20		●○ 50	
B	○●		○● 75	●▼ 60
C	○● 40		○● 60	●▼ 50
D	▼● 40	○● 60	○● 60	○● 30
E	○● 55	●▼ 40	○● 30	○● 30
produzione pezzi/giorno	1440	1840	1360	1760
produzione pezzi/mese	43200	55200	40800	52800
produzione contenitori	2240	8820	1835	18000
contenitori di mese	20	10	25	3

queste vanno nella "chart"

→ ottenuti moltiplicando la prod. effettiva (vedi traccia) per 16 ore/giorno (2 turni da 8 ore)

→ pezzi/giorno · 30 giorni

ho ipotizzato la capacità dei contenitori (i valori sono presi dalla slide "layout x proc.")

calcolo ora il m° di unità operative x ogni reparto.

	w	x	y	z	Σ	Intero sup.
A	9		1,70		10,72	11 (A)
B			1,13	3,67	4,80	5 (B)
C	2,25		1,42	2,20	5,85	6 (C)
D	2,25	1,42	1,42		5,09	6 (D)
E	1,64	5,75	2,83	3,67	13,89	14 (E)
					1,2	(tot.)

$$U_i = \sum_j \frac{q_j}{CP_{ij}} \quad (\text{dove } q_j \text{ pezzo posto 2 volte, moltiplica } \times 2)$$

le q_j sono "produzione effettiva oraria" (sta sulla traccia)

guardando i percorsi nella "chart" e considerando i contenitori al mese indicati, costruisco la tabella → dell'intensità di traffico tra i reparti. Ad es, tra A e C ho $20 + 20 = 40$ contenitori/mese, tra B e E magazzino dei prodotti finiti ho 3 cont./mese (vedo da "chart")

	prodotti finiti	E	D	C	B	A	prodotti finiti
pezzi	●	10		3		45	58
A				40	25	110	
B	3	6		28	62		
C			25	96			
D	45	65	110				
E	10	116					
	58						●

poi sommo tutto il traffico

20.09.2005

questo 1:

10 utenze

$P_{base} = 5 \text{ kW}$

"Livello servizio"

$LS = 0,97 \text{ (97\%)}$

Soluz
centralizzata

$P_{max} = 10 \text{ kW (picco)}$

durata picco: 5% del ciclo

quindi $T_{max} = 0,05 T$

$$p = \frac{T_{max}}{T} = 0,05$$

probab.
di richiesta
di punta

$$p_m = \binom{N}{m} p^m (1-p)^{N-m} \quad (N \text{ sono le 10 utenze})$$

$$p_{10} = \binom{10}{10} p^{10} (1-p)^0 = \frac{10!}{10!(10-10)!} \cdot 0,05^{10} (1-0,05)^0 = 9,7656 \cdot 10^{-14}$$

$$p_9 = \binom{10}{9} p^9 (1-p)^1 = \frac{10!}{9!(10-9)!} \cdot 0,05^9 (1-0,05)^1 = 1,8555 \cdot 10^{-11}$$

$$p_8 = \frac{10!}{8!(10-8)!} \cdot 0,05^8 \cdot 0,95^2 = 1,5864 \cdot 10^{-9}$$

$$p_7 = \frac{10!}{7!(10-7)!} \cdot 0,05^7 \cdot 0,95^3 = 8,0374 \cdot 10^{-8}$$

$$p_6 = \frac{10!}{6!(10-6)!} \cdot 0,05^6 \cdot 0,95^4 = 2,6726 \cdot 10^{-6}$$

$$p_5 = \frac{10!}{5!(10-5)!} \cdot 0,05^5 \cdot 0,95^5 = 6,0935 \cdot 10^{-5}$$

$$p_4 = \frac{10!}{4!(10-4)!} \cdot 0,05^4 \cdot 0,95^6 = 9,6481 \cdot 10^{-4}$$

$$p_3 = \frac{10!}{3!(10-3)!} \cdot 0,05^3 \cdot 0,95^7 = 1,0475 \cdot 10^{-2}$$

$$p_2 = \frac{10!}{2!(10-2)!} \cdot 0,05^2 \cdot 0,95^8 = 7,6635 \cdot 10^{-2}$$

$$p_1 = \frac{10!}{1!(10-1)!} \cdot 0,05^1 \cdot 0,95^9 = 3,1512 \cdot 10^{-1}$$

tabella:

m	p_m	$\sum_{k=m}^N p_k$
10	$9,7656 \cdot 10^{-14}$	$9,7656 \cdot 10^{-14}$
9	$1,8555 \cdot 10^{-11}$	$1,8653 \cdot 10^{-11}$
8	$1,5864 \cdot 10^{-9}$	$1,6051 \cdot 10^{-9}$
7	$8,0374 \cdot 10^{-8}$	$8,1984 \cdot 10^{-8}$
6	$2,6726 \cdot 10^{-6}$	$2,7546 \cdot 10^{-6}$
5	$6,0935 \cdot 10^{-5}$	$6,3689 \cdot 10^{-5}$
4	$9,6481 \cdot 10^{-4}$	$1,0285 \cdot 10^{-3}$
3	$1,0475 \cdot 10^{-2}$	$1,1503 \cdot 10^{-2}$
2	$7,6635 \cdot 10^{-2}$	$8,6138 \cdot 10^{-2}$
1	$3,1512 \cdot 10^{-1}$	$4,0126 \cdot 10^{-1}$

$$R_S = \frac{LS}{A} = \frac{0,97}{1} = 0,97$$

(assumo $A=1$)

$$(1-R_S) = 0,03 = 3 \cdot 10^{-2}$$

rischio di
non soddisfacimento
della domanda
in presenza di m punti
contemporaneamente presenti

lo confronto

prendo $m=2$, in corrispondenza del quale ho il
valore immediatamente superiore a $(1-R_S)$

$m=2$ significa che la centrale (soluz. centralizzata) dovrà
essere dimensionata x soddisfare 2 richieste di punta contem-
poranee, mentre le restanti utenze (che sono 8) dovranno
usufruire della P_{base} .

Calcolo la potenzialità
della centrale:

$$P_{inst.} = m \cdot P_{max} + (N-m) \cdot P_{base} =$$

(installata)

(2)

$$= 2 \cdot 10 + 8 \cdot 5 = 60 \text{ kW}$$

20.09.2005

quesito 2:

2 prodotti $\begin{cases} U_1 = 80 \text{ €/unità} \\ U_2 = 90 \text{ €/unità} \end{cases}$ } utile unitario per ognuno dei 2.

mat. prime: 2100 kg/giorno $\rightarrow \begin{cases} X_1 = 30 \text{ kg/unità} \\ X_2 = 20 \text{ kg/unità} \end{cases}$

manodopera: 100 ore/giorno

T produzione: 1 ora/unità (sia per il prodotto 1 che per il 2)

$Q_2 \leq 60$ unità/giorno

la funz. obiettivo sarà:

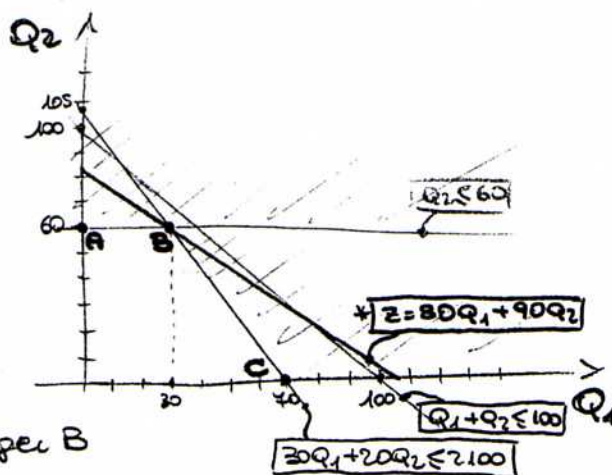
$$Z = 80Q_1 + 90Q_2 \quad \text{con } Z \text{ profitto totale giornaliero}$$

vincoli: $Q_2 \leq 60$ (domanda di mercato)

$$\begin{aligned} Q_1 \cdot 30 + Q_2 \cdot 20 &\leq 2100 && \text{(disponibilità mat. prime)} && Q_1=0 \rightarrow Q_2=105 \\ Q_1 \cdot 1 + Q_2 \cdot 1 &\leq 100 && \text{(disponibilità manodopera)} && Q_2=0 \rightarrow Q_1=100 \\ Q_2 &\leq 60 && \text{(domanda di mercato)} && Q_1=0 \rightarrow Q_2=60 \\ &&& && Q_2=0 \rightarrow Q_1=100 \end{aligned}$$

* ricavo $Q_2 = -0,888Q_1 + \frac{Z}{90}$
(coeff. angolare) $\rightarrow \text{angolo } (-0,888) = -41,6^\circ$

l'angolo mi serve per rappresentare la * sul disegno



Il max di Z si ha per la retta passante per B (soluzione ottima)

$$(Q_1, Q_2)_{\text{opt}} = \begin{cases} (Q_1)_B = 30 \text{ unità/giorno} \\ (Q_2)_B = 60 \text{ unità/giorno} \end{cases} \quad \text{(quesito "a")}$$

con questo mix produttivo ho il max profitto!

Calcolo ora questo profitto:

$$Z = 80 \cdot 30 + 90 \cdot 60 = 7800 \text{ €/giorno} \quad \text{(quesito "b")}$$

riduz. massima della disponibilità di manodop. x cui non si altera la soluzione: mendo la parallela alla $Q_1 + Q_2 \leq 100$, fino a toccare B(30,60)

$$Q_1 + Q_2 = 30 + 60 = 90 (\leq 100)$$

90 è il minimo valore di manodop. che rende inalterata la soluz.
Quindi la max riduzione è del 10% \rightarrow (quesito "c")

20.04.2005

quesito 3:

Stazione	t_i (min/pezzo)
1	0,6
2	1,5
3	0,75
4	0,7
5	0,6
6	0,5

$$\sum t_i = 4,65 \text{ [min/pezzo]}$$

per $Q = 35$ pezzi/ora

U_1 (tasso d'utilizzazione della staz. 1):

$$U_1 = \frac{Q \cdot t_1}{60 \cdot n \cdot m_1} = \frac{35 \left[\frac{\text{pezzi}}{\text{ora}} \right] \cdot 0,6 \left[\frac{\text{min}}{\text{pezzo}} \right]}{60 \left[\frac{\text{min}}{\text{ora}} \right] \cdot 1} = 0,35 \quad \left(\frac{35\%}{\text{quesito "d"}} \right)$$

↓
una macchina operativa

U (tasso d'utilizzazione medio della linea):

per $Q = 82$ pezzi/ora

$$U = \frac{Q \cdot \sum_{i=1}^N t_i}{60 \cdot \sum_{i=1}^N m_i}$$

n° macchine operative in totale

dato calcolerò la $Q_{i \text{ sat.}} = \frac{60}{t_i}$

↓
"di saturazione"

$$Q_{1s} = \frac{60}{0,6} = 100 \left[\frac{\text{pezzi}}{\text{ora}} \right]$$

$$Q_{2s} = \frac{60}{1,5} = 40 \rightarrow \text{per prima si satura la staz. 2}$$

$$Q_{3s} = \frac{60}{0,75} = 80$$

$$Q_{4s} = \frac{60}{0,7} = 86$$

$$Q_{5s} = \frac{60}{0,6} = 100$$

$$Q_{6s} = \frac{60}{0,5} = 120$$

$$U = \frac{40 \cdot 4,65}{60 \cdot 6} = 0,5166 = 51,66\%$$

↓
una macchina per ogni stazione (fino ad ora!)

aggiungo una macchina alla staz. 2:

$$U = \frac{40 \cdot 4,65}{60 \cdot 7} = 0,4428 = 44,28\%$$

↓
(in totale)

per $Q = 80$ si satura sta. la staz. 3, sia la 2 (alla quale avevo già aggiunto una macchina!)

$$U = \frac{80 \cdot 4,65}{60 \cdot 7} = 0,8857 = 88,57\%$$

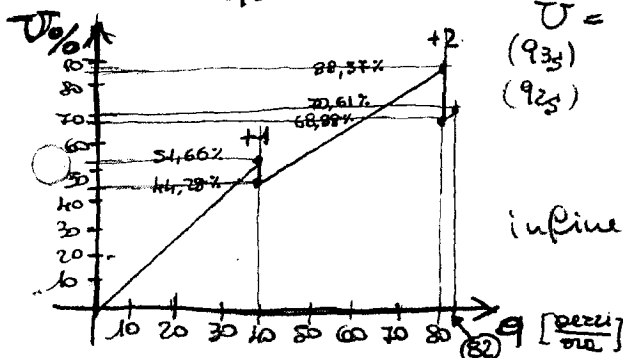
(93%)
(92%)

aggiungo 2 macchine (una alla staz. 3 e una alla 2)

$$U = \frac{80 \cdot 4,65}{60 \cdot 9} = 0,6888 = 68,88\%$$

infine, per $Q = 82$ ho: $U = \frac{82 \cdot 4,65}{60 \cdot 9} = 0,7061$

(quesito "e") = 70,61%



05.09.2005

questo 1:

$$q_{pompa} = 10 \cdot 9 = 90 \text{ e/sec}$$

$$C_1 \begin{cases} \text{MTBF} = 1800 \text{ h} \\ \text{MTTR} = 45 \text{ h} \end{cases}$$

$$M \begin{cases} \text{MTBF} = 4500 \text{ h} \\ \text{MTTR} = 36 \text{ h} \end{cases}$$

$$IP \begin{cases} \text{MTBF} = 9000 \text{ h} \\ \text{MTTR} = 9 \text{ h} \end{cases}$$

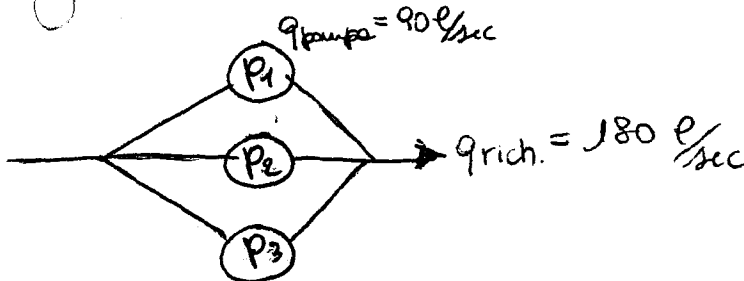
$$A_{C1} = \frac{1800}{1845} = 0,976$$

$$A_M = \frac{4500}{4536} = 0,992$$

$$A_{IP} = \frac{9000}{9009} = 0,999$$

$$A_{pompa} = A_{C1} \cdot A_M \cdot A_{IP} = \boxed{0,967} \quad (\text{questo "a"})$$

questo "b": 3 pompe in parallelo:



applico la formula x il sist.
"parallelo con ridondanza parziale"

$$A_S = \sum_{j=0}^m \binom{m}{j} A^j (1-A)^{m-j} =$$

m° di componenti che assicurano
il funzionamento (2 pompe)

$$= \sum_{j=2}^3 \binom{3}{j} A^j (1-A)^{3-j} = \frac{3!}{2!(3-2)!} \cdot A^2 (1-A)^1 + \frac{3!}{3!(3-3)!} \cdot A^3 (1-A)^0 =$$

$$= 3 \cdot 0,967^2 (1-0,967) + 1 \cdot 0,967^3 \cdot 1 = \boxed{0,9968} = A_S \quad (\text{questo "b"})$$

questo "c": costo di 3 pompe:

$$\min C = \underbrace{m}_{\{m\}} \cdot \underbrace{C_I}_{\text{m° pompa (3)}} + [1 - A_S(m)] \cdot \underbrace{H}_{\text{costi d'impiego (18000)}} \cdot \underbrace{C_{cm}}_{\text{costo di manutenzione (270)}} \cdot \underbrace{\left(\sum_{k=1}^N \frac{1}{(1+i)^k} \right)}_{\text{fattore di attualizzazione}} = \boxed{6,14}$$

$$C_I = 2000 \cdot 9 = 18000 \text{ €}$$

$$C_{cm} = 270 \text{ €/h}$$

$$10 \text{ ann (N)}$$

$$i = 0,1 (10\%)$$

$$H = 24 \cdot 365 = 8760$$

calcolo

$$\min C = 3 \cdot 18000 + (1 - 0,9968) \cdot 8760 \cdot 270 \cdot 6,14 = \boxed{100471 \text{ €}}$$

$$\text{se una 4° pompa: } A_S = \sum_{j=2}^4 \binom{4}{j} A^j (1-A)^{4-j} = \frac{4!}{2!(4-2)!} \cdot A^2 (1-A)^2 + \frac{4!}{3!(4-3)!} \cdot A^3 (1-A)^1 +$$

$$+ \frac{4!}{4!(4-4)!} \cdot A^4 (1-A)^0 = 6 \cdot 0,967^2 (1-0,967)^2 + 4 \cdot 0,967^3 (1-0,967) + 0,967^4 = \boxed{0,9998}$$

$$\min C = 4 \cdot 18000 + (1 - 0,9998) \cdot 8760 \cdot 270 \cdot 6,14 = \boxed{74904 \text{ €}} \leftarrow \min C$$

(circa il 25% in meno) quindi conviene la 4° pompa!

05.09.2005

quento 2:

prod. di 120-N = 1080 $\frac{\text{unità}}{\text{giorno}}$
2 turni di 8 ore = 16 $\frac{\text{h}}{\text{giorno}}$

$$T_c = \frac{16 \cdot 3600 \frac{\text{sec}}{\text{giorno}}}{1080 \frac{\text{unità}}{\text{giorno}}} = 53,33 \frac{\text{sec}}{\text{unità}}$$

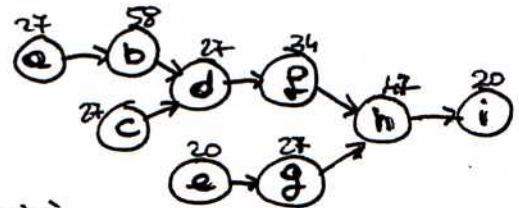
con 57600 $\frac{\text{sec}}{\text{giorno}}$

$$m = \frac{\sum t_i}{T_c} = \frac{287 \text{ [sec]}}{53,33 \frac{\text{sec}}{\text{unità}}} = 5,38 \rightarrow \boxed{6} \text{ (m*)}$$

$$e_{\max} = \frac{5,38}{6} = \boxed{0,897}$$

- a: 27 sec
- b: 58 "
- c: 27 "
- d: 27 "
- e: 20 "
- f: 34 "
- g: 27 "
- h: 47 "
- i: 20 "

$$\sum t_i = 287 \text{ sec}$$



elemento:	a	b	b	c	d	e	f	g	h	i
Ti:	27	28	28	27	27	20	34	27	47	20
PW:	213	186	186	155	128	114	101	94	67	20

in base al PW, vanno bene nell'ordine in cui già si trovavano. b è stato scisso in 2 parti che superava le Tc del

assegnazione stazioni;

Stazioni:	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
elementi:	a, e	b	b	c	d	f	g	h	i
tempi:	47	29	29	27	27	34	27	47	20
t. residuo:	6,33	24,33	24,33	26,33	26,33	19,33	26,33	6,33	33,33

- S1: { a (t_{res.} = 53,33 - 27 = 26,33)
e (26,33 - 20 = 6,33)
- S4: c (t_{res.} = 53,33 - 27 = 26,33)
- S6: f (t_{res.} = 53,33 - 34 = 19,33)
- S8: h (t_{res.} = 53,33 - 47 = 6,33)

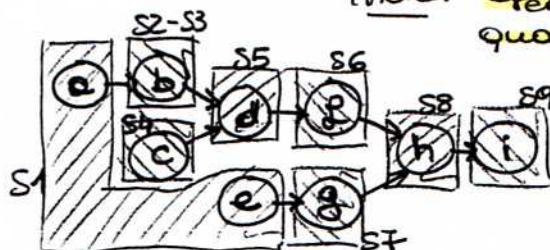
- S2: b (t_{res.} = 53,33 - 29 = 24,33)
- S3: b (t_{res.} = 53,33 - 28 = 24,33)
- S5: d (t_{res.} = 53,33 - 27 = 26,33)
- S7: g (t_{res.} = 53,33 - 27 = 26,33)

$$\boxed{m=9} \quad e_{\text{red}} = \frac{5,38}{9} = \boxed{0,598}$$

$$U = \frac{1080 \cdot 287}{(16 \cdot 3600) \cdot 9} = \boxed{0,598}$$

Utilizzazione media della linea

nota: e_{red} e U sono uguali quando abbiamo una "linea"!



15.07.2005

Centrale servizio centralizzato

Livello servizio (LS) = 97%

A = 1 (100%)

N = 5 utenze

Domanda costante = 10 [kW] (= P_{base})

Picco potenzialità = 20 [kW] (= P_{max})

T_{max} = 10% T = 0,1 · T

Soluz. centralizzata:

$$\text{Sut. } p = \frac{T_{\max}}{T} = \boxed{0,1}$$

$$p_m = \binom{N}{m} p^m (1-p)^{N-m}$$

m	p _m	$\sum_{k=m}^N p_k$
5	1 · 10 ⁻⁵	1 · 10 ⁻⁵
4	4,5 · 10 ⁻⁶	4,6 · 10 ⁻⁶
3	8,1 · 10 ⁻³	8,56 · 10 ⁻³
②	7,29 · 10 ⁻²	8,146 · 10 ⁻²
1	3,2805 · 10 ⁻¹	4,0951 · 10 ⁻¹

$$R_s = \frac{LS}{A} = \frac{0,97}{1} = 97\%$$

$$p_5 = \frac{5!}{5!(5-5)!} \cdot 0,1^5 (1-0,1)^0 = 1 \cdot 10^{-5}$$

$$p_4 = \frac{5!}{4!(5-4)!} \cdot 0,1^4 (1-0,1)^1 = 4,5 \cdot 10^{-6}$$

$$p_3 = \frac{5!}{3!(5-3)!} \cdot 0,1^3 (1-0,1)^2 = 8,1 \cdot 10^{-3}$$

$$p_2 = \frac{5!}{2!(5-2)!} \cdot 0,1^2 (1-0,1)^3 = 7,29 \cdot 10^{-2}$$

$$p_1 = \frac{5!}{1!(5-1)!} \cdot 0,1^1 (1-0,1)^4 = 3,2805 \cdot 10^{-1}$$

$$(1 - R_s) = \boxed{0,03} = \boxed{3 \cdot 10^{-2}}$$

lo confronto
(vedi dove si colloca)

→ quindi la centrale va dimensionata a soddisfare 2 richieste contemporanee di picco
ora calcoliamo la P da installare:

$$P_{\text{inst}} = m \cdot P_{\text{max}} + (N-m) \cdot P_{\text{base}} = 2 \cdot 20 + 3 \cdot 10 = \boxed{70 \text{ kW}}$$

Soluz. completamente decentralizzata:

$$A=1 \quad \underbrace{P'_{\text{max}}}_{\text{potenzialità della singola centrale}} = P_{\text{max}} \cdot \underbrace{\left(\frac{LS}{A_i}\right)}_{R_s} = 20 \cdot 0,97 = \boxed{19,4 \text{ kW}}$$

moltiplica
x le utenze: $19,4 \cdot 5 = \boxed{97 \text{ kW}}$
= P_{inst.}

P_{media pesata} = $\frac{P_{\text{max}} \cdot 1 + P_{\text{base}} \cdot 9}{10} = \frac{20 + 9 \cdot 10}{10} = 11 \text{ kW}$
(serve a calc. l'utilizzazione)

utilizzazione $U = \frac{5 \cdot 11}{97} = \boxed{0,56}$
P_{media} P_{inst.}

17.02.2004

questo 1:

2 produzioni

$$\begin{aligned} U_1 &= 100 \frac{\text{€}}{\text{unità}} \\ U_2 &= 60 \frac{\text{€}}{\text{unità}} \end{aligned}$$

} utili unitari

mat. prime: 2100 $\frac{\text{kg}}{\text{giorno}}$

$$\rightarrow \begin{cases} x_1 = 30 \frac{\text{kg}}{\text{unità}} \\ x_2 = 15 \frac{\text{kg}}{\text{unità}} \end{cases}$$

manodopera: 100 $\frac{\text{ore}}{\text{giorno}}$

tempo di produzione: $t_1 = 1 \frac{\text{ora}}{\text{unità}}$
 $t_2 = 1 \frac{\text{ora}}{\text{unità}}$

$$Q_2 \leq 60 \frac{\text{unità}}{\text{giorno}}$$

la funzione obiettivo sarà:

$$Z = 100 \cdot Q_1 + 60 \cdot Q_2$$

(utili giornalieri)

ricordiamo i vincoli:

$$Q_2 \leq 60$$

(vincolo sulla domanda di mercato per Q_2)

$$30 \cdot Q_1 + 15 \cdot Q_2 \leq 2100$$

(vincolo sulla disponib. materie prime)

$$\begin{aligned} Q_1 = 0 &\rightarrow Q_2 = 140 \\ Q_2 = 0 &\rightarrow Q_1 = 70 \end{aligned}$$

$$1 \cdot Q_1 + 1 \cdot Q_2 \leq 100$$

(vincolo sulla disponib. di manodopera)

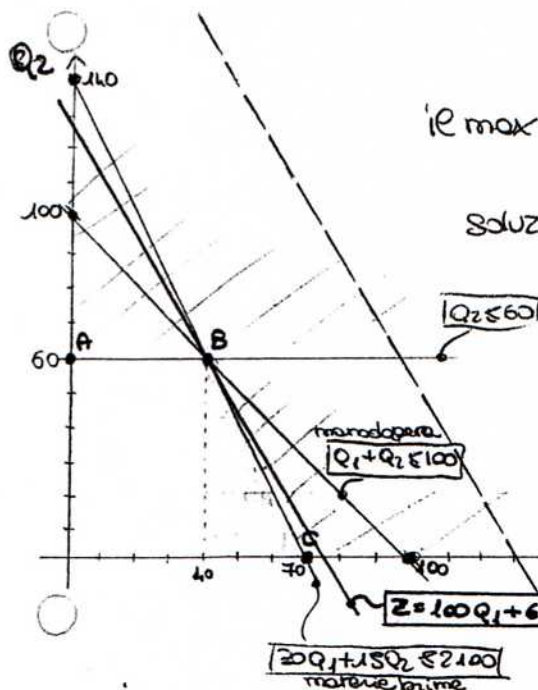
$$\begin{aligned} Q_1 = 0 &\rightarrow Q_2 = 100 \\ Q_2 = 0 &\rightarrow Q_1 = 100 \end{aligned}$$

dalla funz. obiettivo, esplicito

$$Q_2 = -\frac{100}{60} Q_1 + \frac{Z}{60}$$

-1,666 coeff. angolare

ang $(-1,666) = -59^\circ \rightarrow$ posso rappresentare la retta



il max di Z lo si ha quando la retta passa per B (40,60) (tarda il dominio evidenziato)

$$\text{soluz. ottima: } (Q_1, Q_2)_{\text{opt}} = \begin{cases} (Q_1)_B = 40 \frac{\text{unità}}{\text{giorno}} \\ (Q_2)_B = 60 \frac{\text{unità}}{\text{giorno}} \end{cases} \quad (\text{questo "a"})$$

con questo mix produttivo ho il max profitto.

$$\text{lo calcolo: } Z = 100 \cdot 40 + 60 \cdot 60 = 7600 \frac{\text{€}}{\text{giorno}} \quad (\text{questo "b"})$$

dal grafico vedo che non è possibile ridurre ulteriormente la manodopera senza alterare la soluz. ottima.

Inoltre, sostituendo i valori di $(Q_1, Q_2)_{\text{opt}}$ nei vincoli su disponibilità mat. prime e manodopera, mi accorgo che tutti i fattori di prod. sono completamente esauriti.

17.12.2006!

impianto industriale con 2 reparti

quesito 2:

$$A = 100\% = 1$$

in entrambi i reparti

Reparto 1 (5 utenze)	Reparto 2 (8 utenze)
$P_{base(1)} = 10 \frac{m^3}{h}$	$P_{base(2)} = 5 \frac{m^3}{h}$
$P_{max(1)} = 15 \frac{m^3}{h}$	$P_{max(2)} = 10 \frac{m^3}{h}$
$T_{max(1)} = 0,25 T_{(1)}$	$T_{max(2)} = 0,05 T_{(2)}$
$LS_{(1)} = 100\% = 1$	$LS_{(2)} = 97\% = 0,97$

completa decentralizzazione nel rep. 1, completa centralizzazione nel 2

Rep. 1: $P'_{max} = \frac{LS_{(1)}}{A} \cdot P_{max(1)} = 1 \cdot 15 = 15 \frac{m^3}{h}$ → uno su ogni utenza (decentralizzazione)

$P_{install(1)} = 5 \cdot P'_{max} = 5 \cdot 15 = 75 \frac{m^3}{h}$ → nel reparto 1.
5: utenze rep. 1

Rep 2: $p = \frac{T_{max(2)}}{T_{(2)}} = 0,05$
probabilità di richiesta di picco

$p_m = \binom{8}{m} \cdot p^m \cdot (1-p)^{8-m}$
probabilità di m richieste di picco

n	p_m	$\sum_{k=m}^8 p_k$
8	$3,9 \cdot 10^{-11}$	$3,9 \cdot 10^{-11}$
7	$5,9 \cdot 10^{-9}$	$5,97 \cdot 10^{-9}$
6	$3,9 \cdot 10^{-7}$	$4,01 \cdot 10^{-7}$
5	$1,5 \cdot 10^{-5}$	$1,56 \cdot 10^{-5}$
4	$3,56 \cdot 10^{-4}$	$3,72 \cdot 10^{-4}$
3	$5,42 \cdot 10^{-3}$	$5,788 \cdot 10^{-3}$
2	$5,14 \cdot 10^{-2}$	$5,724 \cdot 10^{-2}$
1	$2,79 \cdot 10^{-1}$	$3,766 \cdot 10^{-1}$

$$p_8 = \frac{8!}{8!(8-8)!} \cdot 0,05^8 \cdot 0,95^0 = 3,90625 \cdot 10^{-11}$$

$$p_7 = \frac{8!}{7!(8-7)!} \cdot 0,05^7 \cdot 0,95^1 = 5,9375 \cdot 10^{-9}$$

$$p_6 = \frac{8!}{6!(8-6)!} \cdot 0,05^6 \cdot 0,95^2 = 3,9484 \cdot 10^{-7}$$

$$p_5 = \frac{8!}{5!(8-5)!} \cdot 0,05^5 \cdot 0,95^3 = 1,5004 \cdot 10^{-5}$$

$$p_4 = \frac{8!}{4!(8-4)!} \cdot 0,05^4 \cdot 0,95^4 = 3,8635 \cdot 10^{-4}$$

$$p_3 = \frac{8!}{3!(8-3)!} \cdot 0,05^3 \cdot 0,95^5 = 5,4165 \cdot 10^{-3}$$

$$p_2 = \frac{8!}{2!(8-2)!} \cdot 0,05^2 \cdot 0,95^6 = 5,1456 \cdot 10^{-2}$$

$$p_1 = \frac{8!}{1!(8-1)!} \cdot 0,05^1 \cdot 0,95^7 = 2,7933 \cdot 10^{-1}$$

$$R_5 = \frac{LS_{(2)}}{A} = \frac{0,97}{1} = 0,97$$

$$(1 - R_5) = 0,03 = 3 \cdot 10^{-2}$$

lo confronto

il generatore centralizzato del rep. 2 dovrà poter soddisfare contemporaneamente 2 richieste di picco!

$P_{install(2)} = 2 \cdot P_{max(2)} + (8-2) \cdot P_{base(2)} = 2 \cdot 10 + 6 \cdot 5 = 50 \frac{m^3}{h}$ nel rep. 2.
2: picchi

Pot. totale da installare nel sito: $P_{Tot. install.} = 75 + 50 = 125 \frac{m^3}{h}$

17.12.2004

quesito 3:

reparto 2 (con riferimento al quesito 2) viene realizzato con frazionamento della potenza richiesta ($P_{inst} = 50 \frac{m^3}{h}$) in 2 unità da $25 \frac{m^3}{h}$ che congiuntamente soddisfanno l'intera richiesta, + 1 unità sempre da $25 \frac{m^3}{h}$ come riserva. (quindi l'impianto è fatto da 3 unità da $25 \frac{m^3}{h}$)

$$P_0 = 25 \frac{m^3}{h}$$

$$C_0 = 10000 \text{ €}$$

dati del generatore di riferimento

$$m = 0,7$$

↓
fattore di scala

Costi d'impianto: $\frac{C}{C_0} = \left(\frac{P}{P_0}\right)^m$

$$\rightarrow C = C_0 \cdot \left(\frac{P}{P_0}\right)^m = 10000 \left(\frac{25}{20}\right)^{0,7} = 11690,60 \text{ €}$$

Costo di
1 generatore
da $25 \frac{m^3}{h}$

Costo di
1 gen.
da $20 \frac{m^3}{h}$

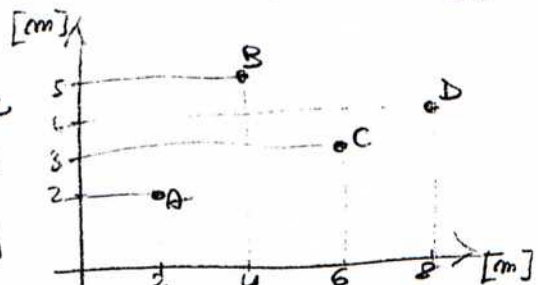
$$C_{\text{impianto}} = 3 \cdot 11690,60 = \underline{35071,80 \text{ €}}$$

(rep. 2)

domanda orale n°2

Ad esempio, ho 4 autofficine e devo ubicare il magazzino ricambi (X) in modo da minimizzare i costi dei trasporti tra X e le officine: A(2,2) B(4,5) C(6,3) D(8,4)

$$w_i \text{ (pesi)}: \rightarrow 3 \quad 5 \quad 2 \quad 8$$



$$\frac{1}{2} \sum_{i=1}^4 w_i = \frac{1}{2} (3+5+2+8) = 9$$

Utile in base alle distanze rettilinee:

autofficina	x=a _i	z=w _i	$\sum_{j=1}^4 C_j$
A	2	3	3 < 9
B	4	5	8 < 9
C	6	2	10 > 9
D	8	8	18
$X^* = 6 \text{ [m]}$			

autofficina	y=b _i	z=w _i	$\sum_{i=1}^4 D_i$
A	2	3	3 < 9
C	3	2	5 < 9
D	4	8	13 > 9
B	5	5	18
$Y^* = 4 \text{ [m]}$			

Utile in base alla dist. euclidea al quadrato:

$$X^* = \frac{\sum_{i=1}^4 w_i \cdot a_i}{\sum_{i=1}^4 w_i} = \frac{3 \cdot 2 + 5 \cdot 4 + 2 \cdot 6 + 8 \cdot 8}{18} = 5,66 \text{ [m]}$$

$$Y^* = \frac{\sum_{i=1}^4 w_i \cdot b_i}{\sum_{i=1}^4 w_i} = \frac{3 \cdot 2 + 5 \cdot 5 + 2 \cdot 3 + 8 \cdot 4}{18} = 3,83 \text{ [m]}$$

(ho ottenuto valori leggermente diversi)

22.10.2003

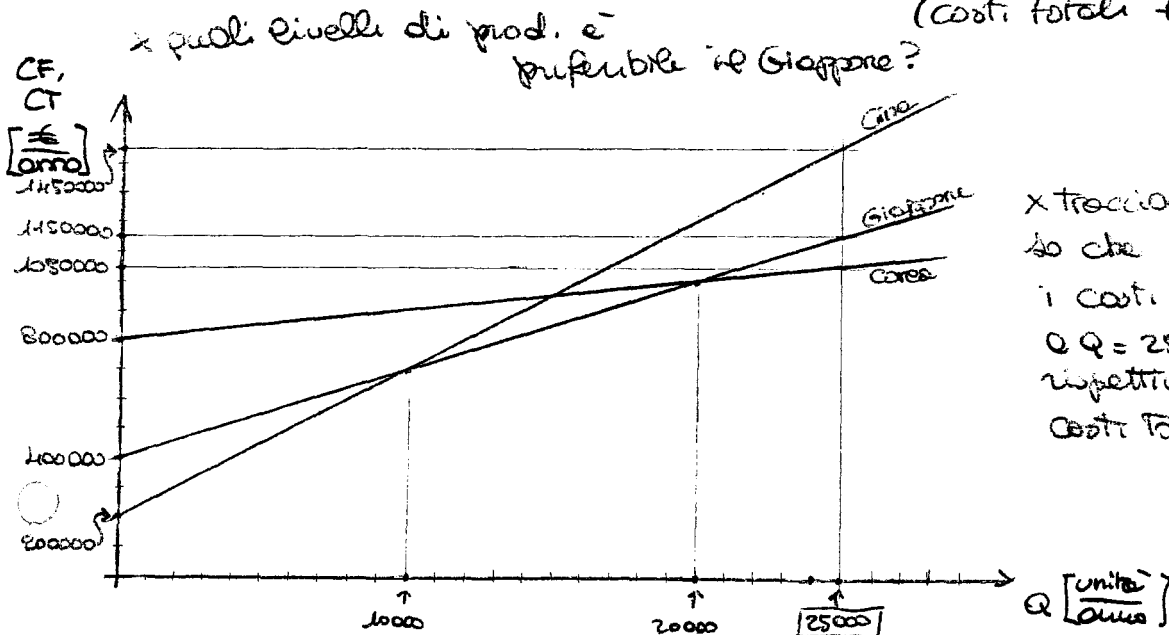
questo 1:

ubicazione in base ai costi totali

$$Q = 25000 \frac{\text{unità}}{\text{anno}}$$

SITO	CF [€ anno]	CV unitari [€ unità]	CT [€ anno]
Cina	200000	50	$200000 + (25000 \cdot 50) = 1450000$ €
Giappone	400000	30	$400000 + (25000 \cdot 30) = 1150000$ €
Corea	800000	10	$800000 + (25000 \cdot 10) = 1050000$ €

l'ubicazione + conveniente
per $Q = 25000 \frac{\text{unità}}{\text{anno}}$ è la Corea
(costi totali + bassi di tutti)



* traccia il grafico
so che a $Q=0$ ho solo
i costi fissi;
a $Q=25000$ ho i
rispettivi valori dei
costi totali (calcolati
sopra)

già dal grafico si vede che nel tratto centrale i costi + bassi sono
quelli del Giappone (però già ricavare Q graficamente);
considero le funzioni di costo totale:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Cina: } 200000 + 50 \cdot Q \\ \text{Giappone: } 400000 + 30 \cdot Q \\ \text{Corea: } 800000 + 10 \cdot Q \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Tra Cina e Giappone eguaglio il CT:} \\ 200000 + 50 \cdot Q = 400000 + 30 \cdot Q \rightarrow \\ \rightarrow Q = \frac{400000 - 200000}{20} = 10000 \frac{\text{unità}}{\text{anno}} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Tra Giappone e Corea: } 400000 + 30 \cdot Q = 800000 + 10 \cdot Q \rightarrow Q = \frac{800000 - 400000}{20} = \\ = 20000 \frac{\text{unità}}{\text{anno}} \end{array}$$

Il Giappone (vedi figura) è l'ubicazione preferibile

x un vol. di produzione compreso tra 10000 e 20000 $\frac{\text{unità}}{\text{anno}}$

22.10.2003

quesito 2:

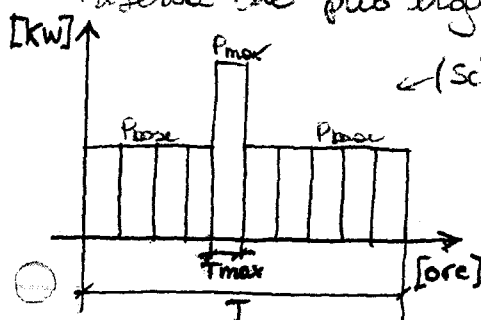
centralità centrale di generazione

servizio elettrico \rightarrow (quindi serve accumulo)

$N = 10$ utenze $P_{base} = 5 \text{ kW}$ $P_{max} = 10 \text{ kW}$ $T_{max} = 0,1 \text{ T}$

LS (livello di servizio) $= 97\% = 0,97$

generatore centralizzato, frazionato in 2 unità uguali, + 1 unità in riserva che può erogare il 50% del servizio.



(schematizzo la domanda in questo grafico)

$p = \frac{T_{max}}{T} = 0,1$
probabilità di richiesta di punta

$p_m = \binom{N}{m} p^m (1-p)^{N-m}$
probabilità di m richieste di punta

m	p_m	$\sum_{k=m}^N p_k$
10	$1 \cdot 10^{-10}$	$1 \cdot 10^{-10}$
9	$9 \cdot 10^{-9}$	$9,1 \cdot 10^{-9}$
8	$3,645 \cdot 10^{-7}$	$3,736 \cdot 10^{-7}$
7	$8,742 \cdot 10^{-6}$	$9,1246 \cdot 10^{-6}$
6	$1,377 \cdot 10^{-4}$	$1,4692 \cdot 10^{-4}$
5	$1,488 \cdot 10^{-3}$	$1,4880 \cdot 10^{-3}$
4	$1,116 \cdot 10^{-2}$	$1,2785 \cdot 10^{-2}$
3	$5,739 \cdot 10^{-2}$	$7,0191 \cdot 10^{-2}$
2	$1,937 \cdot 10^{-1}$	$2,6380 \cdot 10^{-1}$
1	$3,876 \cdot 10^{-1}$	$6,5132 \cdot 10^{-1}$

$p_{10} = \frac{10!}{10!(10-10)!} \cdot 0,1^{10} \cdot 0,9^0 = 1 \cdot 10^{-10}$

$p_9 = \frac{10!}{9!(10-9)!} \cdot 0,1^9 \cdot 0,9^1 = 9 \cdot 10^{-9}$

$p_8 = \frac{10!}{8!(10-8)!} \cdot 0,1^8 \cdot 0,9^2 = 3,645 \cdot 10^{-7}$

$p_7 = \frac{10!}{7!(10-7)!} \cdot 0,1^7 \cdot 0,9^3 = 8,742 \cdot 10^{-6}$

$p_6 = \frac{10!}{6!(10-6)!} \cdot 0,1^6 \cdot 0,9^4 = 1,37781 \cdot 10^{-4}$

$p_5 = \frac{10!}{5!(10-5)!} \cdot 0,1^5 \cdot 0,9^5 = 1,48803 \cdot 10^{-3}$

$p_4 = \frac{10!}{4!(10-4)!} \cdot 0,1^4 \cdot 0,9^6 = 1,11602 \cdot 10^{-2}$

$p_3 = \frac{10!}{3!(10-3)!} \cdot 0,1^3 \cdot 0,9^7 = 5,73956 \cdot 10^{-2}$

$p_2 = \frac{10!}{2!(10-2)!} \cdot 0,1^2 \cdot 0,9^8 = 1,9371 \cdot 10^{-1}$

$p_1 = \frac{10!}{1!(10-1)!} \cdot 0,1^1 \cdot 0,9^9 = 3,8762 \cdot 10^{-1}$

$R_S = \frac{LS}{A} = \frac{0,97}{1} = 0,97$

$(1-R_S) = 0,03 = 3 \cdot 10^{-2}$ coefficiente

rischio di non soddisfacimento delle richieste di punta

$\rightarrow m=3$ cioè le centrali dovrà essere dimensionate x soddisfare 3 richieste di punta contemporaneamente (tra le 10 utenze).

Calcolo la potenza installata: $P_{inst} = m \cdot P_{max} + (N-m) \cdot P_{base} =$
(installata)

$= 3 \cdot 10 + 7 \cdot 5 = 65 \text{ kW}$

Quindi installo 2 unità da 32,5 kW l'una (Tot 65 kW) che congiuntamente forniscono l'intero servizio; in più, una 3ª unità anch'essa da 32,5 kW (come unità di riserva) che (all'occorrenza) può erogare il 50% del servizio richiesto.

22.10.2003

esercizio 3: (Layout x process)

Multi-product process chart:

	prodotto	prodotto	prodotto	prodotto
↓ Unità op. ↓	α	β	γ	δ
A	●○	20	●	50
B	○		○	90
C	○	40	○	60
D	▽	40	○	60
E	○	55	○	35
produzione (pezzi/giorno)	1440	1840	1360	1760
produzione (pezzi/mese)	43200	55200	40800	52800
prod. contenit.	30	600	20	240
contenitori al mese	1440	92	2040	220

Considero 16 ore/giorno

(sono 2 turni)

moltiplico x 16 e produzione oraria e ottengo i pezzi/giorno

Moltiplico x 30 e ottengo i pezzi/mese.

X calcolo il n° di unità operative x ogni reparto, Considero la "produzione effettiva":
(prod. richiesta) + 5% (scarti)

* ho ipotizzato dei contenitori da 600 cm³ (che è il m.c.m. tra i volumi finali, dati nella traccia); poi ho diviso 600 per i vari volumi finali ottenendo la prod./contenitore.

Unità operative:	prodotto α	prodotto β	prodotto γ	prodotto δ	Σ
A	9,450		1,785		11,235
B			0,992	3,850	4,842
C	2,363		1,488	2,310	6,161
D	2,363	2,013	1,488		5,864
E	1,718	6,038	2,550	3,300	13,606

α : 94,5
β : 120,75
γ : 89,25
δ : 145,5

sono i valori q_j

n° di unità operative

TOT: 41,708

queste U_i sono state calcolate

con la formula $U_i = \sum_j \frac{q_j}{CP_{ij}}$

attenzione: dove il pezzo entra 2 volte, moltiplico per 2 !!!

(la CP si trova sulla tabella di sopra)

adesso posso calcolare

l'utilizzazione media del sistema:

$$U_{media} = \frac{41,708}{44} = 0,948 \quad (94,8\%)$$

14.07.2003

questo A: (costi industriali)

prezzo unitario: $p = 10000 \frac{\text{€}}{\text{unità}}$

	tecnologia A	tecnologia B
$CF \left[\frac{\text{€}}{\text{anno}} \right]$	9.000.000	12.000.000
$CV \left[\frac{\text{€}}{\text{unità}} \right]$	5000	4000

La tecnologia B è caratterizzata da un alto livello d'automazione che ha CF + alti (investimenti in attrezzature) e CV + bassi (quindi meno manodopera).

Calcolo di $q_{\text{Break Even}}$ (pungolo) = $\frac{CF}{p - CV}$:

(A) $q_{BE} = \frac{CF_A}{p - CV_A} = \frac{9.000.000}{10.000 - 5.000} = 1800 \frac{\text{unità}}{\text{anno}}$

(B) $q_{BE} = \frac{CF_B}{p - CV_B} = \frac{12.000.000}{10.000 - 4.000} = 2000 \frac{\text{unità}}{\text{anno}}$

in corrispondenza di queste q_{BE} sono anche calcolati i rispettivi ricavi:

$R_A (= CT_A) = 1800 \cdot 10.000 = 18.000.000 \frac{\text{€}}{\text{anno}}$ e $R_B (= CT_B) = 2000 \cdot 10.000 = 20.000.000 \frac{\text{€}}{\text{anno}}$

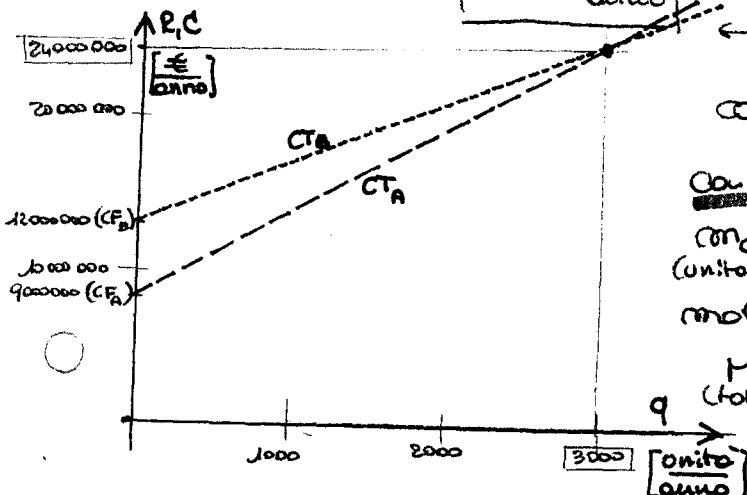
(i ricavi eguagliano i costi totali!)

x calcolare ora il vol. di prod. al di sopra del quale è preferibile la tecnologia B, eguaglio le espressioni dei costi totali per le 2 tecnologie, ottenendo il $q_{A,B}$ per il quale le 2 tecnologie hanno uguale costo totale:

$CF_A + (CV_A \cdot q_{A,B}) = CF_B + (CV_B \cdot q_{A,B}) \rightarrow q_{A,B} = \frac{CF_B - CF_A}{CV_A - CV_B} =$

$= \frac{12.000.000 - 9.000.000}{5000 - 4000} = 3000 \frac{\text{unità}}{\text{anno}}$

al di sotto di 3000 conviene la A, oltre 3000 conviene la B (vedi figura, dipende da quale tratto è + basso).



calcolo del M_C per $q = 4000 \frac{\text{unità}}{\text{anno}}$:

con tecnologia B ho $m_C = p - CV_B = 10.000 - 4.000 = 6000 \frac{\text{€}}{\text{unità}}$ (unitario)

moltiplico per $q = 4000$:

$M_C (\text{totale}) = 6000 \cdot 4000 = 24.000.000 \frac{\text{€}}{\text{anno}}$

nota: con tecnologia A, avrei un M_C + basso!

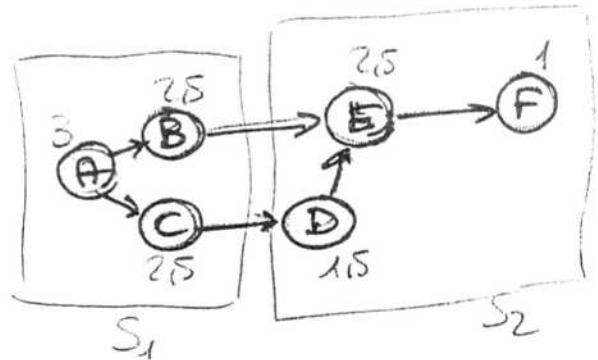
16.06.2003

esercizio 1: (Layout x prodotto)

Fore 2 turni $\rightarrow 14 \text{ h/giorno}$ $Q = 500 \frac{\text{unita}}{\text{settimana}}$

elemento	precedenza	t_i (min)
A	-	3
B	A	2,5
C	A	2,5
D	C	1,5
E	B, D	2,5
F	E	1

$\sum t_i = 13 \text{ min}$



$$14 \frac{\text{h}}{\text{giorno}} \cdot 5 \frac{\text{giorno}}{\text{sett.}} \cdot 60 \frac{\text{min}}{\text{h}} = 4200 \frac{\text{min}}{\text{sett.}}$$

$$T_C = \frac{4200}{500} = 8,4 \frac{\text{min}}{\text{unita}}$$

$$m = \frac{13}{8,4} = 1,5476$$

quindi $m^* = 2$

$$e_{\text{max}} = \frac{m}{m^*} = \frac{1,5476}{2} = 0,7738 \text{ (77,38\%)}$$

elem:	A	B	C	D	E	F
PW:	13	6	7,5	5	3,5	1

ordinio in base al PW.

	(A)	(C)	(B)	(D)	(E)	(F)
PW	13	7,5	6	5	3,5	1
t_i	3	2,5	2,5	1,5	2,5	1

S1	S2
A C B	D E F
$m = 2$	

(S1) $t_{\text{res}} = 8,4 - 3 = 5,4$
 $5,4 - 2,5 = 2,9$
 $2,9 - 2,5 = 0,4$

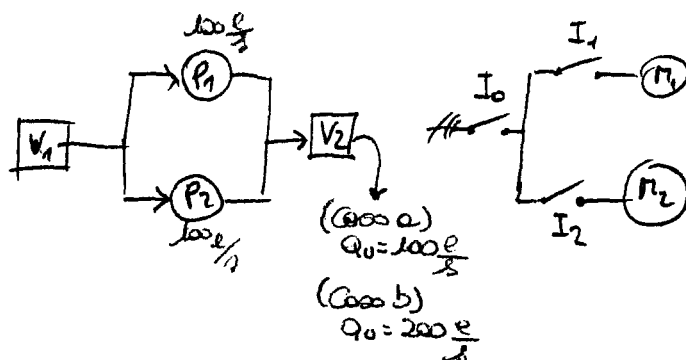
(S2) $t_{\text{res}} = 8,4 - 1,5 = 6,9$
 $6,9 - 2,5 = 4,4$
 $4,4 - 1 = 3,4$

$$e_{\text{ude}} = \frac{m}{m^*} = \frac{1,5476}{2} = 0,7738 \text{ (77,38\%)}$$

16.02.2003

Querito 2:

(N=5)



$$A_{V1} = 0,998$$

$$A_{V2} = 0,998$$

$$A_{P1} = 0,85$$

$$A_{P2} = 0,85$$

$$A_{I1} = 0,95$$

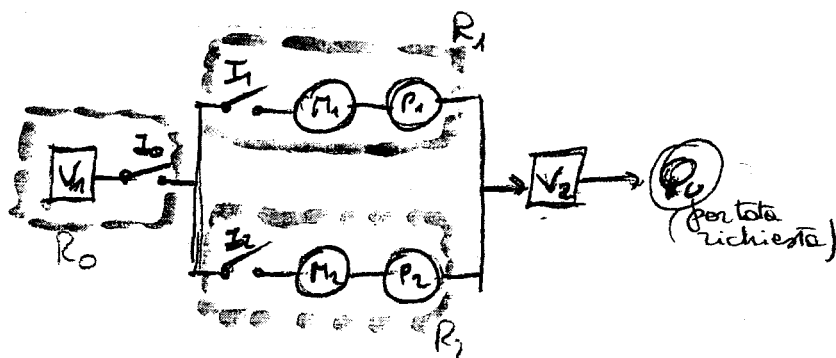
$$A_{I2} = 0,95$$

$$A_{I0} = 0,995$$

$$A_{I1} = 0,998$$

$$A_{I2} = 0,998$$

La rete equivalente è:



$$A_{R1} = A_{I1} \cdot A_{I2} \cdot A_{P1} = 0,998 \cdot 0,95 \cdot 0,85 = \boxed{0,8059} = A_{R2} \text{ (sono uguali)}$$

$$A_{R0} = A_{V1} \cdot A_{I0} = 0,998 \cdot 0,995 = \boxed{0,9930}$$

(Caso a) → basta 1 ramo a garantire la potenza Q_0 , quindi la configurazione equivalente è un "parallelo" tra R_1 e R_2 :

$$A_{\text{sistema}} = A_{R0} \cdot \underbrace{[1 - (1 - A_{R1})^2]}_{\text{parallelo}} \cdot A_{V2} = 0,9930 \cdot [1 - (1 - 0,8059)^2] \cdot 0,998 = \boxed{0,9537} \text{ con } Q_0 = 100 \frac{\text{W}}{\text{sec}}$$

(Caso b) → occorrono entrambi i rami funzionanti, quindi la configurazione equivalente è una "serie" tra R_1 e R_2 :

$$A_{\text{sistema}} = A_{R0} \cdot A_{R1} \cdot A_{R2} \cdot A_{V2} = 0,9930 \cdot 0,8059^2 \cdot 0,998 = \boxed{0,6436}$$

con $Q_0 = 200 \frac{\text{W}}{\text{sec}}$

04.02.2003

punto 1:

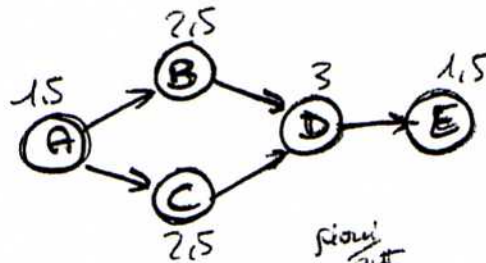
1000 unità/settimana

2 turni

"Layout x prodotti"

elemento	T_i (min.)	precedenza
A	1,5	-
B	2,5	A
C	2,5	A
D	3	B-C
E	1,5	D

$$\sum t_i = 11 \text{ min}$$



$$TC = \frac{\text{disp. reale}}{\text{prod. rich.}} = \frac{7 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 60}{1000} = 4,2 \text{ min}$$

\uparrow ore
 \uparrow turni
 \uparrow giorni/sett.
 \downarrow unità/sett.

$$m = \frac{11}{4,2} = 2,62 \rightarrow m^* = 3$$

$$e_{\max} = \frac{m}{m^*} = 0,873 \quad (87,3\%)$$

	A	B	C	D	E
t_i	1,5	2,5	2,5	3	1,5
PW:	11	7	7	4,5	1,5

S1	S2	S3	S4
A, B	C	D	E

(S1) (A) $t_r = 4,2 - 1,5 = 2,7$
 (B) $t_r = 2,7 - 2,5 = 0,2$

(S2) (C) $t_r = 4,2 - 2,5 = 1,7$

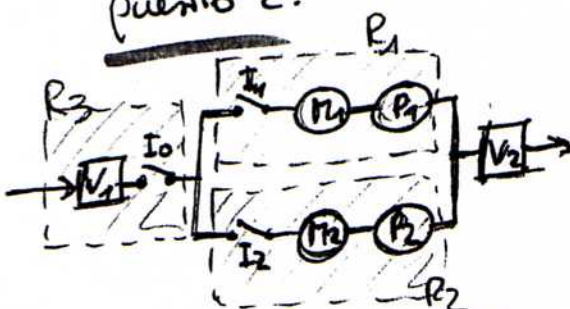
(S3) (D) $t_r = 4,2 - 3 = 1,2$

(S4)

$m=4$

$$e_{\text{uale}} = \frac{2,62}{4} = 0,655 \quad (65,5\%)$$

punto 2:



$$R_1 = R_{I_1} \cdot R_{M_1} \cdot R_{P_1} = 0,7642$$

$$R_2 = R_{I_2} \cdot R_{M_2} \cdot R_{P_2} = 0,8051$$

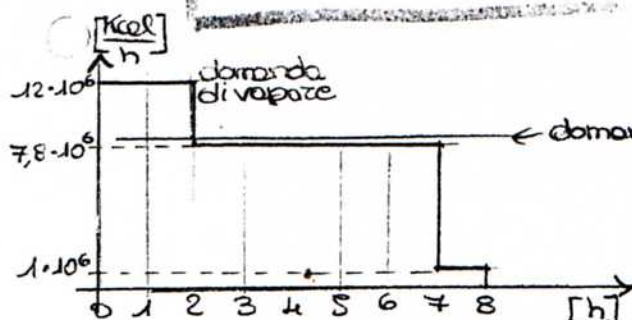
$$R_3 = R_{I_3} \cdot R_{I_0} = 0,9970$$

$$\text{con portata } Q: R_3 \cdot [1 - (1 - R_1)(1 - R_2)] \cdot R_{V_2} = R_3 \cdot 0,9540 \cdot R_{V_2} = 0,9493 \quad (94,93\%)$$

$$\text{con portata } 2Q: R_3 \cdot R_1 \cdot R_2 \cdot R_{V_2} = 0,6121 \quad (61,21\%)$$

Dimensionamento di 1 accumulatore di vapore

esercizio della dispenda



domanda media: $q_m = \frac{64}{8} = 8 \cdot 10^6 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$

devo calcolare V_a (volume dell'accumulo)

ore	domanda [10^6kcal]	consumo accumulato	energia erog. cum.	energia accumulata (differenza tra le ultime 2 colonne)
1	12	12	8	-4
2	12	24	16	-8
3	7.8	31.8	24	-7.8
4	7.8	39.6	32	-7.6
5	7.8	47.4	40	-7.4
6	7.8	55.2	48	-7.2
7	7.8	63	56	-7
8	1	64	64	0

$Q_{\text{accumulo}} = 0 + |-8| = 8 \cdot 10^6 \text{ kcal}$ (valore che userei tra poco)

Adesso mi tocca fare un bilancio di energia:

$Q_{\text{max carica}} = Q_{\text{max scarica}} + Q_{\text{accumulo}} \text{ [kcal]} \text{ che diventa:}$

$V_a \cdot r_g \cdot h_g = V_a \cdot r_u \cdot h_u + Q_{\text{accumulo}} \leftarrow \text{[tutto in kcal]}$

ricavo $V_a = \frac{Q_{\text{acc.}}}{\eta \cdot (r_g \cdot h_g - r_u \cdot h_u)}$

0.85

entalpie $\begin{cases} h_g = 190 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \\ h_u = 133 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \end{cases}$

densità $\begin{cases} r_g = 879 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \\ r_u = 923 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \end{cases}$

ottenuto $V_a = \frac{8 \cdot 10^6}{0.85 (190 \cdot 879 - 133 \cdot 923)} = 2.13 \text{ m}^3$

divido per 0.9 (l'acqua non occupa tutto l'accumulatore) $\rightarrow V_{\text{acc.}} = 2.40 \text{ m}^3$ (per eccesso)

devo scegliere tra 3 alternative di accumulatori:

$P_A = 10 \text{ ata}$ $P_B = 15 \text{ ata}$ $P_C = 13 \text{ ata}$

da confrontare con l'accumulatore di "riferimento":

note: scarto già quello da 10 ata, che non rispetta la minima pressione di 12 ata (P_0).

$V_0 = 200 \text{ m}^3$ $m_v = 0.7$
 $P_0 = 12 \text{ ata}$ $m_p = 0.8$
 $C_0 = 40000 \text{ €}$

rimangono in gioco le "B" e le "C", di cui analizzo i costi:

$C_{\text{impianto}} = C_0 \left(\frac{V}{V_0} \right)^{m_v} \cdot \left(\frac{P}{P_0} \right)^{m_p} \text{ [€]}$

$C_{\text{esercizio}} = \frac{1200}{P - P_0} \cdot \frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)^N}$ $\begin{cases} N = 10 \text{ anni} \\ i = 0.1 \\ (10\%) \end{cases}$

$C_{\text{tot "B"}} = 40000 \left(\frac{240}{200} \right)^{0.7} \cdot \left(\frac{15}{12} \right)^{0.8} + \frac{1200}{15-12} \cdot \frac{(1+0.1)^{10} - 1}{0.1(1+0.1)^{10}} = 56785 \text{ €} \rightarrow \text{è + caro "B" (di soli 961 €)}$

$C_{\text{tot "C"}} = 40000 \left(\frac{240}{200} \right)^{0.7} \cdot \left(\frac{13}{12} \right)^{0.8} + \frac{1200}{13-12} \cdot \frac{(1+0.1)^{10} - 1}{0.1(1+0.1)^{10}} = 55824 \text{ €}$ ma offre + ampi margini di utilizzo