

Tema 1

Il candidato dovrà eseguire una relazione di calcolo relativa ad un semplice riduttore di velocità monostadio come schematizzato in figura.

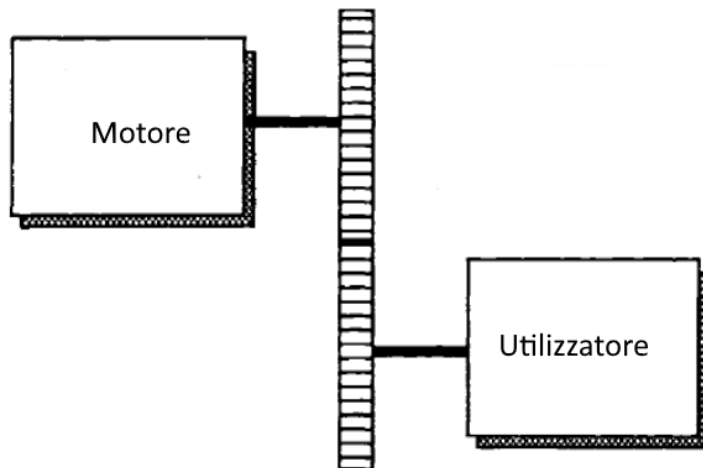
La coppia in ingresso dal motore, viene trasmessa dalla ruota dentata in alto attraverso l'albero di trasmissione.

Le caratteristiche rilevanti sono:

Caratteristica	Dato
Potenza	1,5 kW
Velocità di rotazione in ingresso	1500 giri/min
durata	10000 ore
T	2

Il candidato, assumendo tutti gli altri valori ritenuti necessari, dovrà dimensionare:

- ruote,
- alberi,
- cuscinetti,
- collegamento ruote – alberi se necessari.



Insieme alla relazione dovrà essere fornito uno schizzo di montaggio dei particolari dimensionati e tutti gli schizzi progettuali ritenuti utili alla comprensione delle scelte effettuate.

Il collegamento fra motore e riduttore e fra riduttore e utilizzatore è da scegliersi liberamente a cura del candidato.

Tema 2

Determinare il layout ottimale per un'azienda che esegue 10 tipologie di prodotti.

Un'azienda vuole produrre dieci tipologie differenti di prodotto (P1,...,P10) i cui cicli tecnologici e le cui quantità annue richieste sono riportati in tabella 1.

Da 5 anni ha adottato un lay-out per reparti, ed ora vuole riprogettarlo e stabilire il numero di turni ottimale da adottare.

Si esegua il dimensionamento di due alternative di lay-out, uno per reparti e l'altro a celle, valutando per ognuno dei due il numero di turni ottimale da adottare e quale fra le due alternative è quella economicamente più vantaggiosa.

Si considerino i seguenti dati Aziendali:

- Costo della manodopera: 45000 €/anno
- MARR (minimum attractive rate of return): 10% annuo
- Giorni lavorativi annui: 250
- Durata turno: 8h
- I prodotti hanno grandezza e trasportabilità simili.

	Ciclo tecnologico			Quantità Richiesta
				[pz/anno]
P1	Fresa	Tornio	Levigatrice	1000
P2	Tranciatrice	Trapano		8000
P3	Punzonatrice	Tranciatrice		10000
P4	Fresa	Levigatrice	Tornio	13000
P5	Fresa	Tornio		4000
P6	Tornio	Levigatrice		2000
P7	Tranciatrice	Punzonatrice	Trapano	3000
P8	Fresa	Levigatrice		5000
P9	Trapano	Punzonatrice		8000
P10	Tornio	Fresa		10000

REPARTI

- Nei reparti ci sono operatori e macchinari. Gli operatori sono assegnati a un solo reparto, e possono servire le macchine (scarico/carico setup) solo di quel reparto.
- La lavorazione avviene a lotti. La grandezza finale media di ciascun lotto deve essere la seguente:

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Pezzi/lotto	50	200	400	500	200	150	200	300	400	400

Si parte da lotti di dimensioni maggiorate tenendo conto dei coefficienti di scarto previsti lungo i reparti.

- I tempi di setup tra un lotto e l'altro non sono trascurabili; il setup è eseguito dall'operatore. Durante il setup la macchina non può lavorare. Qui di seguito, la matrice dei tempi di setup per i vari prodotti nelle diverse macchine. (h/setup)

•

tempi di setup (h/setup)

	TRAP.	LEV.	TRAN.	FRESA.	TORN.	PUNZ.
P1	0	3	0	3	1.5	0
P2	1	0	5.5	0	0	0
P3	0	0	3	0	0	2
P4	0	1	0	2.2	2.2	0
P5	0	0	0	1.5	4	0
P6	0	2.5	0	0	3	0
P7	1	0	2	0	0	2
P8	0	1	0	3	0	0
P9	4	0	0	0	0	2
P10	0	0	0	2	4	0

- Dopo aver eseguito il setup, l'operatore esegue il carico e lo scarico dei singoli pezzi del lotto. Per lo scarico di ciascun pezzo si impiegano 10 secondi. Per il carico di ciascun pezzo si impiegano 20 secondi. Durante il carico e lo scarico dei singoli pezzi la macchina non può lavorare.
- Durante la lavorazione dei pezzi, l'operatore non è impegnato. I tempi di lavorazione di un pezzo sono i seguenti (min/pezzo).

	TRAP.	LEV.	TRAN.	FRESA.	TORN.	PUNZ.
P1	0	3	0	2.2	5	0
P2	4	0	1	0	0	0
P3	0	0	2	0	0	1.6
P4	0	10	0	1.6	1.4	0
P5	0	0	0	1.5	4	0
P6	0	1.6	0	0	0.8	0
P7	0.8	0	4	0	0	1
P8	0	2	0	3.2	0	0
P9	2.6	0	0	0	0	2.8
P10	0	0	0	2.6	4	0

- I macchinari non eseguono manutenzione programmata, ma solo a guasto. Sono disponibili le seguenti statistiche degli ultimi 5 anni (in cui si è lavorato per 1 turno al giorno), per cui si hanno a disposizione il numero di interventi di manutenzione effettuati ed il tempo medio di riparazione (MTTR = Mean Time TO Repair).

	TRAP.	LEV.	TRAN.	FRESA.	TORN.	PUNZ.
Numero interventi totali	3	5	2	2	2	16
MTTR (h)	8	5	14	4	20	3

- Le macchine producono scarti. I pezzi vengono scartati tra un macchinario ed il successivo. Ipotizzare i seguenti rendimenti di scarto per le varie macchine indipendentemente dal prodotto.

	TRAP.	LEV.	TRAN.	FRESA.	TORN.	PUNZ.
--	-------	------	-------	--------	-------	-------

k1	0.95	0.96	0.98	0.95	0.95	0.9
-----------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	------------

- I macchinari hanno vita utile di 15 anni (se utilizzati per un turno al giorno) e di 8 anni (se utilizzati per due turni al giorno), con valore di recupero nullo. I costi di acquisto sono di seguito riportati.

	TRAP.	LEV.	TRAN.	FRESA.	TORN.	PUNZ.
€	100.000	150.000	100.000	150.000	300.000	150.000

- I costi di installazione degli impianti di servizio per ciascun macchinario sono pari a 5000€/macchina. Si consideri una vita utile di 15 anni, indipendentemente dal numero di turni.

CELLE

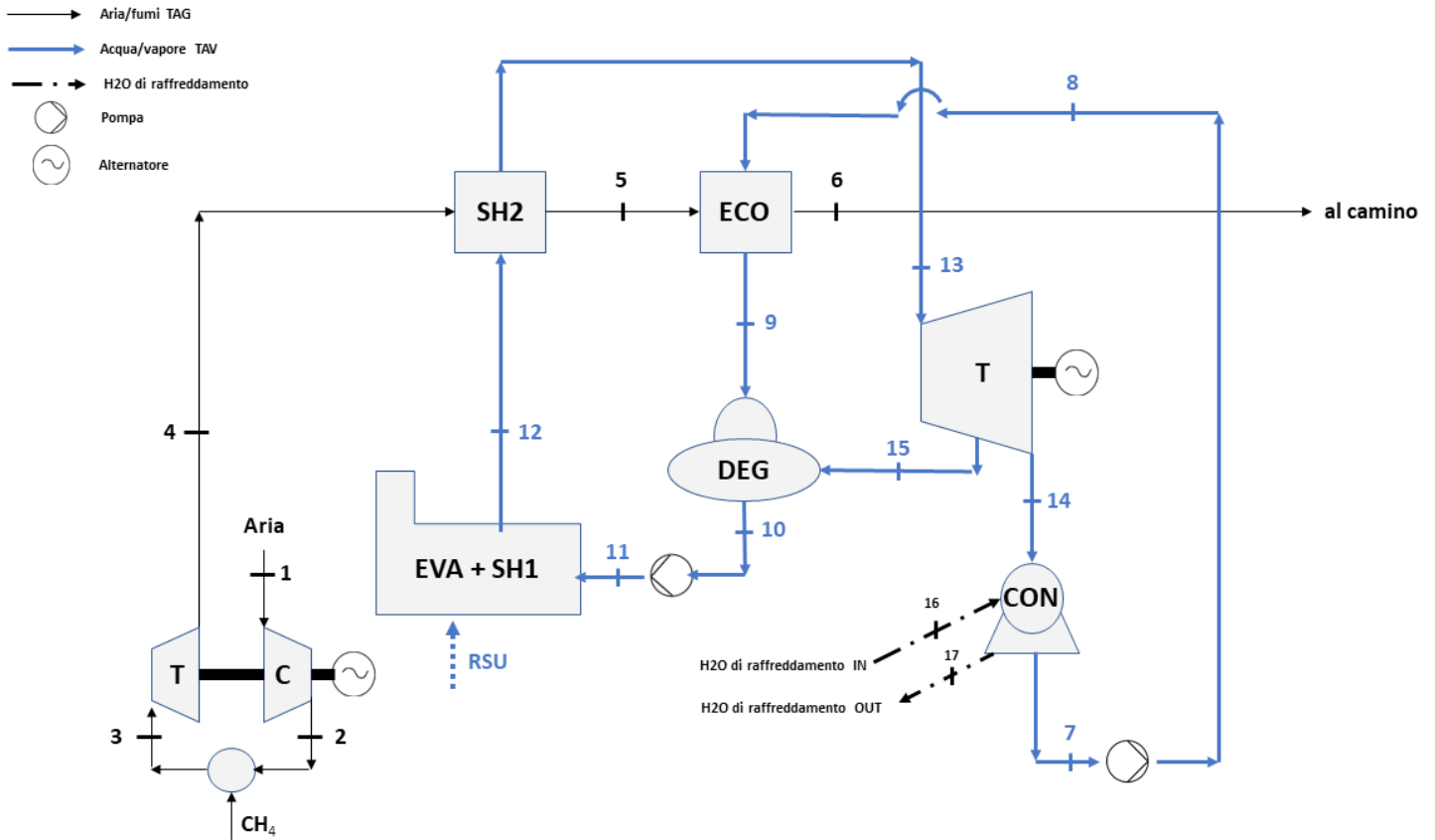
- I tempi di setup tra i prodotti sono trascurabili.
- I macchinari, che comprendono anche sistemi di caricamento/caricamento e setup automatici, hanno un costo di acquisto più elevato del 20% rispetto agli analoghi macchinari del reparto. I costi di installazione degli impianti di servizio sono uguali al caso per reparto.
- E' necessario un operatore per ogni cella di produzione.
- La stazione di controllo è solo al termine di ciascuna cella, i pezzi non vengono scartati tra un macchinario ed il successivo. Ipotizzare i seguenti rendimenti di scarto per i vari prodotti finiti rilevati nelle stazioni di controllo finale

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
k1	0.99	0.98	0.98	0.96	0.95	0.95	0.99	0.98	0.98	0.97

Tema 3

Sia dato un impianto combinato gas – vapore per la produzione di energia elettrica. La parte turbogas utilizza gas metano ($LHV = 50 \text{ MJ/kg}$); il calore dei fumi di combustione viene utilizzato per surriscaldare il vapore (generato da un evaporatore/surriscaldatore EVA+ SH1 alimentato dalla combustione di RSU in un termovalorizzatore) dell'impianto sottoposto allo scambiatore SH2 e per preriscaldare l'acqua all'economizzatore ECO (si veda la figura sottostante).

Dalla turbina a vapore viene spillata una portata indirizzata al degasatore (DEG) in modo da ottenere in uscita liquido saturo ($X_{10} = 0$). La rimanente parte del vapore che espande in turbina viene condensata (CON), preriscaldata all'economizzatore (ECO) e inviata anch'essa al degasatore.



L'impianto sia caratterizzato dai seguenti valori:

- $P_1 = 0.98$ bar
- $T_1 = 293$ K
- $T_4 = 913$ K
- $W_{TAG} = 2$ MW
- $\eta_{compressore} = 0.85$
- $\eta_{turbina_TAG} = 0.90$
- $\beta_{compressore} = 12$
- $\beta_{turbina_TAG} = 12$
- $R_{aria} = 0.288$ kJ/kg/K
- $k_{aria} = 1.4$
- $R_{fumi} = 0.293$ kJ/kg/K
- $k_{fumi} = 1.3$
- $T_{condensatore} = 39^\circ\text{C}$
- $T_9 = 110^\circ\text{C}$
- $P_{degasatore} = 3$ bar
- $T_{12} = 380^\circ\text{C}$
- $P_{13} = 40$ bar
- $T_{13} = 510^\circ\text{C}$
- $W_{TAV} = 4.5$ MW
- $\eta_{pompe_TAV} = 0.8$
- $\eta_{turbina_TAV} = 0.93$
- $LHV_{RSU} = 12$ MJ/kg

- $T_{16} = 10^{\circ}\text{C}$
- $T_{17} = 40^{\circ}\text{C}$

Il candidato, dopo aver ricavato tutte le grandezze fondamentali dei punti rappresentati, trascurando le perdite di carico nei condotti ed effettuando le opportune assunzioni per eventuali parametri mancanti,

1. determini:

- Il rendimento elettrico della TAG e la portata dei fumi della TAG
- Il rendimento globale dell'impianto
- La temperatura T_6 dei fumi della TAG al camino
- Le portate di acqua/vapore nelle varie sezioni della TAV
- La portata di acqua refrigerante al condensatore
- La quantità di RSU da termovalorizzare in un anno, supponendo un funzionamento dell'impianto di 24 ore al giorno per 365 giorni all'anno