

1

---

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

PRIMA SESSIONE 2018 – SEZIONE A

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 11: TEMA DI MECCANICA- MACCHINE

---

Si consideri un motore a combustione interna, ad accensione comandata e con sei cilindri disposti a V. I gas di scarico vengono utilizzati per alimentare un gruppo turbogas che è atto alla sovralimentazione del motore stesso. I principali parametri costruttivi sono:

Alesaggio:	85.0 mm
Corsa:	67.1 mm
Rapporto di compressione:	10.0:1

Durante un test al banco motore, a regime 5500 rpm e pieno carico, le condizioni ambientali sono:

Temperatura ambiente:	20 °C
Pressione ambiente	1 atm

L'iniezione avviene in più punti ed è presente un intercooler per la refrigerazione dell'aria in ingresso alla camera di combustione. Monitorando pressione e temperatura nel collettore di aspirazione, a valle dell'intercooler (cfr figura 1), risultano le seguenti grandezze:

$$p_2' = 2.2 \text{ bar} \quad T_2' = 320 \text{ K}$$

Inoltre, misurando il titolo della miscela allo scarico, utilizzando una sonda lineare, si ottiene la seguente misura:

$$\lambda = 0.98$$

Il motore, a banco, è collegato ad un freno a correnti parassite che ha braccio 717.1 mm ed una forza misurata pari a:

$$F = 35.7 \text{ kg peso}$$

Il tempo di iniezione calcolato dalla centralina è 14ms, e l'iniettore in questione è stato sottoposto ad una campagna di sperimentazione per determinarne la caratteristica, portando ad i risultati sintetizzati nella tabella riportata in Fig.2.

Il combustibile scelto è isotano ( $C_8H_{18}$ ) avente potere calorifico inferiore pari a  $k_i = 42.7 \text{ MJ/kg}$

Per l'impianto in questione, il candidato determini:

1. Il rendimento per le condizioni di prova;
2. La tonalità termica della miscela aspirata e l'efficienza volumetrica di aspirazione riferita alle condizioni presenti nel collettore di aspirazione;
3. Il diagramma di indicatore ideale relativo alle varie fasi motore, ipotizzando istantanee sia la combustione che le aperture e chiusure delle valvole. Come fluido operatore si consideri aria ideale ( $R = 0.287 \text{ kJ/kg K}$ ,  $c_p = 1 \text{ kJ/kg K}$ ), e si supponga che essa non cambi temperatura passando dal collettore di aspirazione al cilindro.
4. Il calore, per unità di tempo, scambiato nell'intercooler tra l'aria e l'acqua di raffreddamento;
5. La pressione  $p_3$  all'ingresso della turbina.



ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

PRIMA SESSIONE 2018 – SEZIONE A

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 11: TEMA DI MECCANICA- MACCHINE

Allegati:

Figura 1: Schema del motore

Figura 2: Caratteristica iniettore

Figura 3: Caratteristica compressore

Figura 4: Caratteristica turbina

Figura 1: Schema del motore

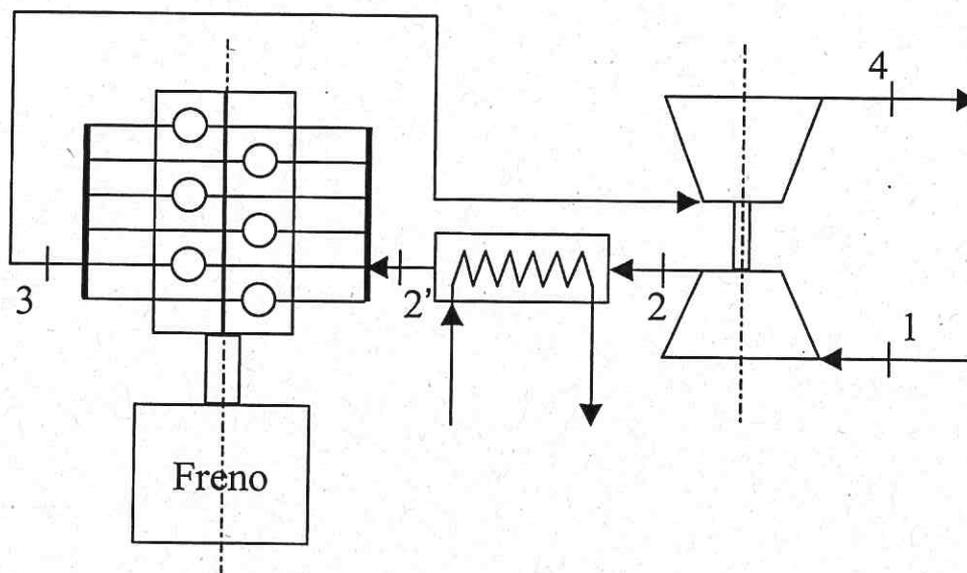


Figura 2: Caratteristica iniettore

Tempo di iniezione [ms]	Quantita' di combustibile iniettato [mg]
3	7.9
6	19.7
8	27.6
10	35.5
13	47.3
15	55.2

*Handwritten signature and scribbles.*

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

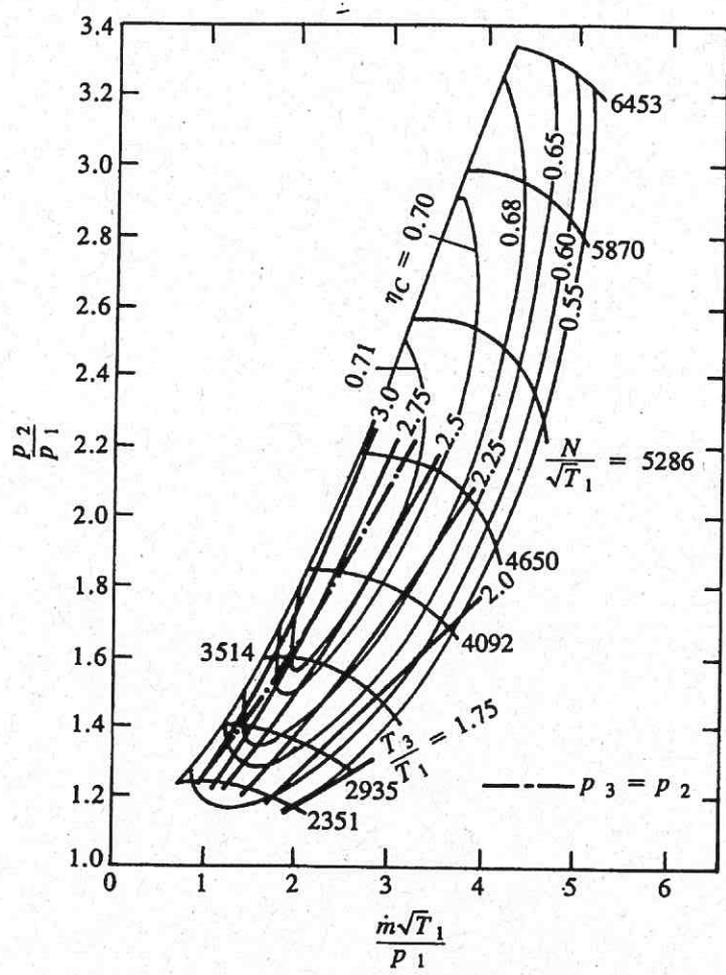
PRIMA SESSIONE 2018 – SEZIONE A

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 11: TEMA DI MECCANICA- MACCHINE

Figura 3: Caratteristica compressore

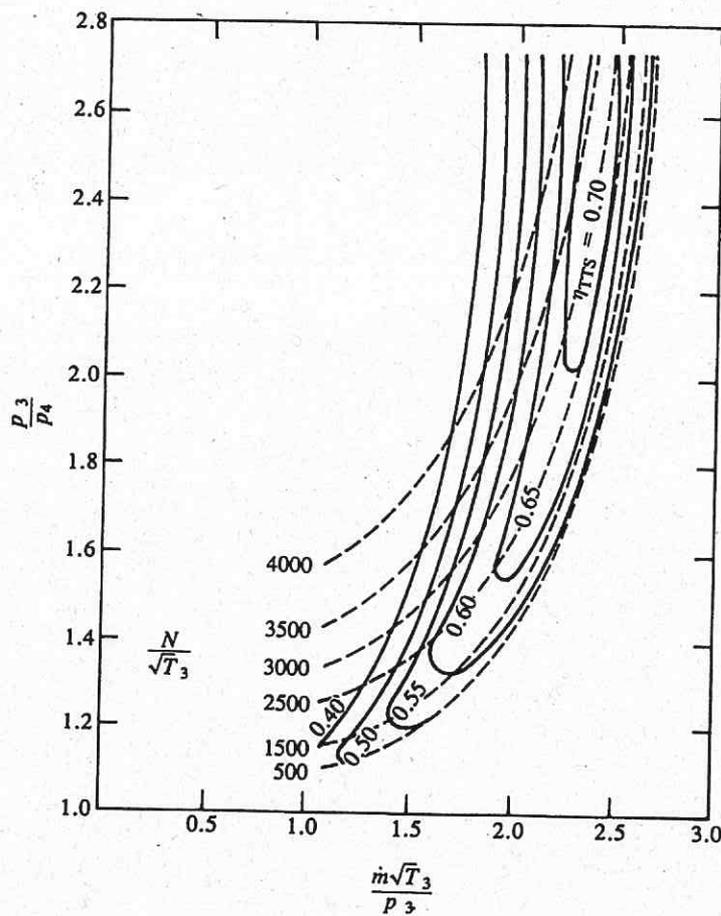


Steady-state turbocharger operating lines plotted as constant  $T_3/T_1$  lines on compressor map. Turbine characteristics defined by Figure 4 .  $p_1$  = compressor inlet pressure (bar),  $p_2$  = compressor exit pressure (bar),  $T_1$  = compressor inlet temperature (K),  $T_3$  = turbine inlet temperature (K),  $\dot{m}$  = mass flow rate (kg/s),  $N$  = speed (rev/min).

Handwritten signatures and initials, including "GC" and "ve".

4

Figura 4: Caratteristica turbina



Radial turbine performance map showing lines of constant corrected speed and efficiency on a plot of pressure ratio versus corrected mass flow rate.  $T_3$  = turbine inlet temperature (K),  $p_3$  = turbine inlet pressure (bar),  $p_4$  = turbine exit pressure (bar),  $\dot{m}$  = mass flow rate (kg/s),  $N$  = speed (rev/min).

Handwritten signatures and initials, including "AR", "EC", and "MY".