ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

Prima sessione 2019

SEZIONE A

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA: PRIMA

Data 13.06.2019

TEMA N. 1

Oggi il mondo del lavoro, sia nell'ambito dell'industria che nella libera professione, richiede ingegneri molto competenti nel proprio settore di specializzazione che siano, tuttavia, in grado di affrontare problemi complessi e di natura interdisciplinare. Il candidato, partendo da esempi visti durante il proprio percorso di studi e/o lavorativo, descriva due applicazioni, una più legata al settore energetico, l'altra più al settore progettuale, in cui sia evidente la natura complessa ed interdisciplinare della professione di ingegnere industriale.

TEMA N. 2

Il candidato descriva il ruolo del controllo qualità nell'ambito della gestione industriale. Quali sono i costi ed i benefici a lungo termine che comporta per l'azienda.

TEMA N. 3

Il candidato supponga di essere stato incaricato della progettazione di un'opera inerente il settore dell'Ingegneria Industriale, che più ritiene pertinente alla sua formazione. Il candidato illustri come deve essere gestito il rapporto con il cliente nel rispetto della deontologia professionale e quali potrebbero essere le problematiche più ricorrenti nell'acquisizione e gestione dell'incarico assunto.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

Prima sessione 2019

SEZIONE A

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA: SECONDA

Data 20.06.2019

TEMA N. 1
Il candidato effettui un confronto tra la sintesi per tentativi nel dominio della frequenza e quella nel dominio di Laplace. In particolare illustri i relativi campi di applicazione e i vantaggi/svantaggi dell'una rispetto all'altra, sia nel caso di sistemi di controllo analogici che digitali.

TEMA N. 2
Si chiede al candidato di descrivere un esempio di sistema meccatronico industriale, mettendone in rilievo l'architettura meccanica, elettronica di comando e il relativo sistema di controllo.

TEMA N. 3
Nella gestione delle scorte: il candidato descriva le funzioni delle scorte e i modelli per il controllo delle stesse in regime di domanda continua e indipendente.

TEMA N. 4
Si discuta delle potenzialità delle pompe di calore nel contesto della transizione energetica. In particolare il candidato:
- schematizzi il ciclo termodinamico che regola il loro funzionamento;
- descriva le diverse tipologie di pompe di calore, evidenziandone caratteristiche, vantaggi e limiti di applicazione (considerando sia gli aspetti di carattere impiantistico, sia le prestazioni termodinamiche);
- illustri dei possibili schemi di installazione in ambito residenziale di sistemi per riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria con solo pompa di calore o con impianti ibridi (cioè in presenza di più sistemi di generazione, ad esempio pompa di calore e caldaia a gas).

TEMA N. 5
Il candidato illustri il concetto di Resilienza e Tenacità nei materiali e strutture metalliche. Il candidato si aiuti con esempi applicativi a sua scelta approfondendone le implicazioni meccaniche, di durabilità, e possibilmente, di fatica, tenendo in considerazione i principali parametri coinvolti.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

Prima sessione 2019

SEZIONE A

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA: TERZA

Data 12.07.2019

TEMA N. 1

Il modello matematico semplificato di un treno laminatoio è espresso dalla seguente funzione di trasferimento:

$$P(s) = \frac{1}{(1 + 15s)(1 + 0.2s)}$$

Dato uno schema di controllo con controazione unitaria, si sintetizzi un controllore che sia in grado di annullare a regime le variazioni di carico (supposte costanti) agenti sull' uscita, che assicuri la stabilità del sistema a ciclo chiuso con un sufficiente margine di fase e un'adeguata rapidità di risposta mediante una pulsazione di attraversamento della funzione di trasferimento a ciclo aperto pari ad almeno 4 rad/sec.

TEMA N. 2

Eseguire la progettazione di massima di un robot cartesiano, in grado di movimentare oggetti nello spazio secondo tre direzioni e di modificarne l'orientamento lungo l'asse verticale. La posa del terminale dovrà essere ottenuta tramite un numero sufficiente di attuatori lineari per la posizione e un attuatore rotativo per l'orientamento.
Sono assegnate le seguenti specifiche di progettazione per la macchina e per il compito da realizzare:

- Spazio di lavoro 500x200mm nel piano e 300mm nella direzione verticale.
- Escursione dell'attuatore rotativo di ±90°.
- Carico di forma prismatica a base quadrata di lato 1 cm e di altezza 2 cm.
- Risoluzione di posizionamento di 0.01 mm.
- Tempo ciclo 10 secondi per l'esecuzione del seguente compito: raggiungimento del punto di presa a partire dalla configurazione di home, presa dell'oggetto, raggiungimento della posizione di scarico, orientamento dell'utensile e ritorno nella configurazione di home.

Il candidato svolga le seguenti attività progettuali ipotizzando ove necessario le grandezze fisiche mancanti giustificandone la scelta:

- Si definisca l'architettura del robot (membri, giunti e utensile).
- Si pianifichi una traiettoria idonea al compito assegnato e si dimensioni il relativo sistema di attuazione.
- Si descrivano gli aspetti principali da affrontare nella scelta di un sistema di visione atto a individuare posizione e orientamento dell'oggetto metallico.
- Si descriva il sistema di azionamento da adoperare e si realizzi inoltre uno schizzo del layout.

TEMA N. 3

Un importante marchio di design ha incaricato un'azienda che produce manufatti in materiale plastico di progettare e realizzare una lampada da tavolo con particolari caratteristiche. Dopo aver sviluppato il progetto, è stato richiesto al fornitore di circuiti stampati un preciso numero di lotti ed è stato fissato un piano di campionamento in accettazione di tipo doppio con ripristino definito con:

$n_1 = 50$, $c_1 = 1$, $n_2 = 80$ e $c_2 = 3$.

A. Sapendo che la dimensione dei lotti è di 1600 pezzi ciascuno e che hanno una difettosità dell'1%, calcolare la probabilità di accettazione e l'indice AOQ

Avviata la produzione, per poter soddisfare le richieste del committente, dall'ufficio della qualità è stata programmata un'ispezione finale durante la fase di assemblaggio, prima dell'imballaggio. Il monitoraggio è avvenuto per 4 giorni e alcune lampade mostravano dei difetti che sono stati contati e catalogati secondo la seguente tabella.

Rilevamento difetti	**Giorno 1**	**Giorno 2**	**Giorno 3**	**Giorno 4**
Campana graffiata	17	12	8	6
Luce non funzionante	4	0	2	4
Batteria scarica	6	5	0	7
Pulsanti Touch non funzionanti	2	0	1	0
Colorazione non corretta	7	3	0	0
Distorsione parti assemblate	16	8	9	12
Audio non funzionante	3	0	2	0
Altri	0	1	0	1

B. Si chiede di realizzare un diagramma di Pareto relativo al primo giorno individuando quale difetto risulta essere più rilevante.

C. Si chiede inoltre di ripetere il procedimento per tutti e 4 i giorni confermando o meno, come difettosità principale, lo stesso difetto individuato precedentemente.

L'azienda, dopo aver realizzato un diagramma di Ishikawa relativo a quel difetto, ha deciso di andare alla ricerca della sua causa, formulando delle ipotesi di intervento. Una di queste è stata quella di monitorare i valori della temperatura effettiva di iniezione direttamente sulla pressa invece che sul computer di comando, dove il valore di default è di 260°C. I valori sono stati raccolti 4 volte al giorno per 5 giorni e sono elencati nella seguente tabella in °C.

265	265	262	256	244
297	242	273	239	242
246	245	250	251	266
280	251	248	255	252

D. Si richiede di realizzare un istogramma con i dati della tabella scegliendo opportunamente i parametri e interpretare i risultati ottenuti, avanzando una possibile teoria che leghi i risultati dell'istogramma con quelli del difetto che si genera.

Nel periodo successivo è stato scelto di continuare a monitorare i pezzi uscenti dalla pressa in modo da valutare se l'intervento fosse stato in grado di risolvere quel tipo di problema. La geometria dei pezzi prevede il diametro della base stampata 498 mm. I dati sono riportati sulla tabella seguente e catalogati per un campione di 10 basi stampate al termine della giornata lavorativa.

lunedì	499.6	499.3	500.9	498.6	499.4	497.5	500.5	500.1	498.2	498.7
martedì	500.1	499.7	499.2	500.2	500.2	500.5	500.6	499.9	500.7	499.1
mercoledì	501.3	498.2	499.7	498.6	500.9	499.6	498.9	498.2	497.7	500.0
giovedì	497.8	499.9	500.1	500.3	500.1	500.3	498.4	499.8	498.8	499.9
venerdì	501.0	497.7	499.4	497.7	499.3	500.7	498.8	501.6	497.9	498.4

E. Verificare la produttività tramite una carta $\bar{x} - R$;

F. Calcolare l'indice di capacità del processo;

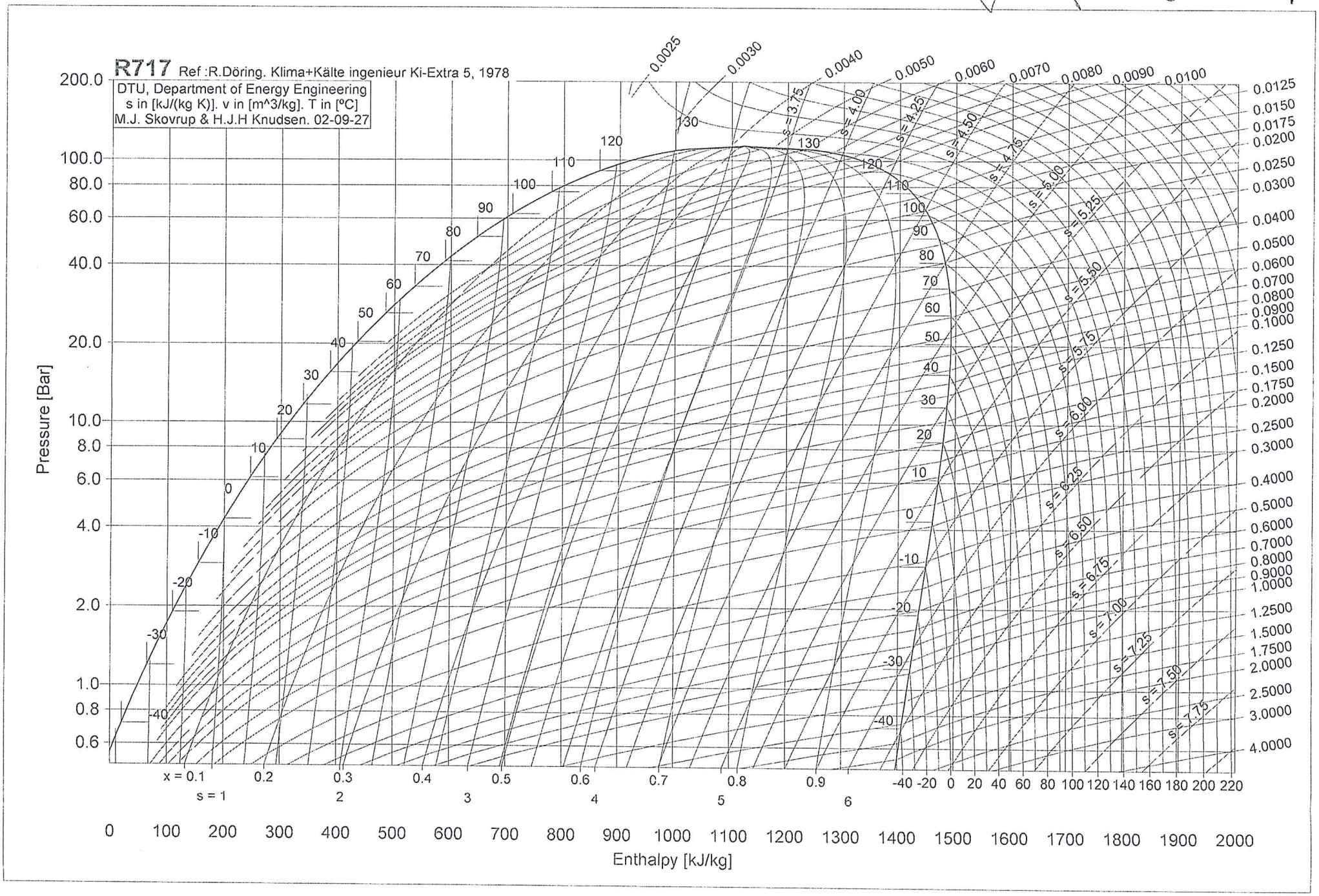
G. Calcolare il numero di campioni da misurare prima che venga individuato uno scostamento del valore centrale da μ_0 a $\mu_1 = \mu_0 + 2\sigma$.

TEMA N. 4

Un impianto frigorifero asservito ad un magazzino per lo stoccaggio di derrate alimentari lavora con una temperatura di design all'evaporatore di -30°C. Il raffreddamento del condensatore è ad aria e la temperatura massima estiva della località di installazione dell'impianto è di 30°C. Il fluido frigorifero operante nel ciclo è ammoniaca R717, le cui proprietà sono fornite nel diagramma Ph (ALLEGATO 1 AL TEMA N. 4).
Determinare la potenza del compressore necessaria all'impianto per garantire una potenza frigorifera pari a 300 kW, considerando che in caso di rapporto di compressione superiore a 7 si deve impiegare una compressione bistadio interrefrigerata. Definire le specifiche di progetto di ciascun componente dell'impianto e in particolare dello scambiatore di calore per l'interrefrigerazione della compressione.
Il candidato assuma i dati mancanti necessari e ne giustifichi i valori in modo che siano tecnicamente ammissibili.
Si richiede inoltre:

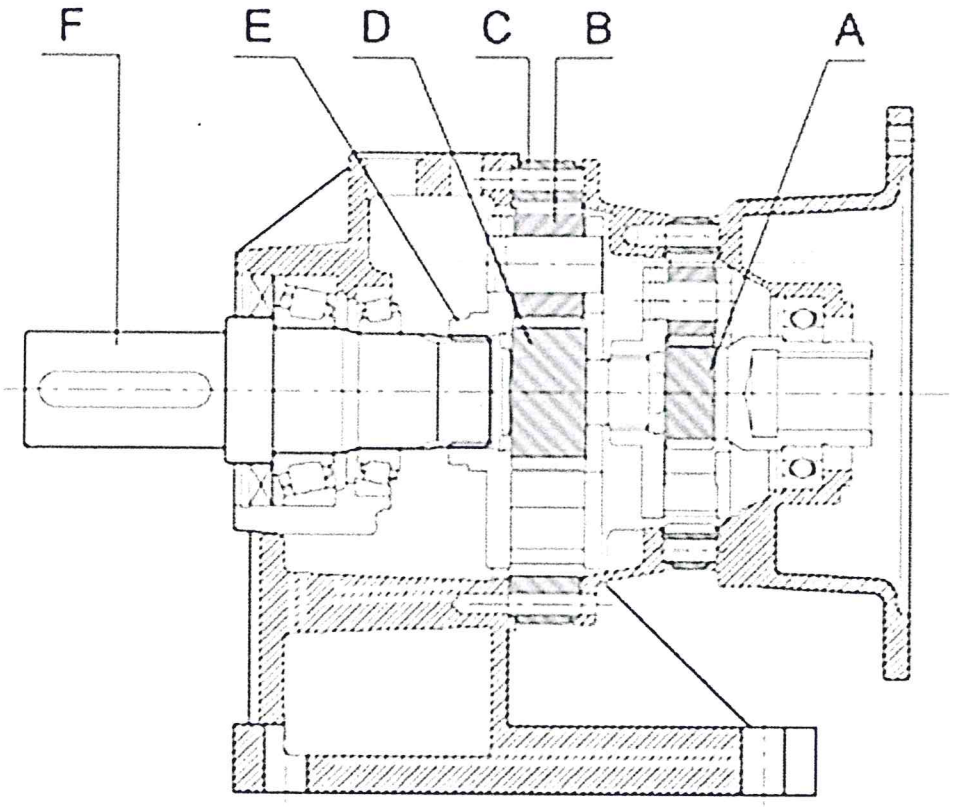
- La rappresentazione sul piano Ph del ciclo considerato
- Il disegno dello schema di impianto
- Il rendimento del ciclo e accorgimenti/modifiche impiantistiche per incrementarne le prestazioni
- Il dimensionamento dello scambiatore per l'interrefrigerazione del compressore
- Le caratteristiche consigliate per la macchina di compressione

ALLEGATO 1 AL TEMA N.4



TEMA N. 5

In figura viene mostrato un riduttore coassiale bi-stadio che utilizza ingranaggi epicicloidali.



Il riduttore deve essere progettato in modo da soddisfare le seguenti specifiche tecniche:

- Rapporto di riduzione: 64;
- Carico sull'albero del riduttore (F), considerando la forza applicata al centro della linguetta, per 20000 ore di utilizzo:
    - Forza radiale 1750 N,
    - Forza assiale 2100 N,
    - momento ribaltante 101 Nm;
- Coppia massima in uscita 200 Nm;
- Velocità massima in ingresso 6500 giri/min;
- Lunghezza della parte dell'albero di uscita (F) che esce fuori dal corpo del riduttore: 55 mm.

Sulla base del disegno e delle specifiche fornite, si richiede al candidato di effettuare:

- lo studio cinematico del sistema di ingranaggi epicicloidali per ottenere il rapporto di trasmissione richiesto (numero di denti degli ingranaggi, schema di funzionamento);
- il dimensionamento dell'albero di uscita (F), inclusa la scelta del materiale e il disegno costruttivo;
- la scelta dei cuscinetti dell'albero di uscita;
- il dimensionamento degli ingranaggi (denti dritti) e la stima dell'ingombro totale del riduttore;
- una breve descrizione su quali sono le informazioni necessarie per ottenere il marchio CE del sistema.

Nel caso di dati mancanti, il candidato assuma dei valori ragionevoli per il tipo di applicazione proposta.

TEMA N. 6

Il candidato dimensioni un impianto a ciclo combinato della potenza di 125 MWe con ciclo topping interrefrigerato. Scegliendo opportunamente i livelli di temperatura, di pressione, i rendimenti delle macchine e giustificando le scelte progettuali fatte, il candidato:

1. disegni uno schema di massima dell'impianto;
2. disegni uno schema termodinamico del ciclo;
3. calcoli:
   - per ciascun punto termodinamico significativo i valori di pressione, temperatura;
   - la portata di combustibile in t/h;
   - il rendimento elettrico;
   - la potenza dispersa al camino;
   - la portata d'acqua richiesta al condensatore considerando un salto di temperatura tra ingresso ed uscita pari a 15°C.

Fornisca infine un dimensionamento di massima del condensatore.