



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE**

**Prima sessione 2025
Prima prova scritta del 25 luglio 2025**

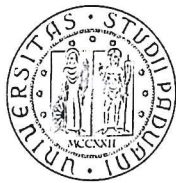
TEMA 1

I sistemi **real-time** costituiscono una componente fondamentale in numerose applicazioni meccatroniche, dove la correttezza dell'elaborazione dipende non solo dal risultato logico, ma anche dal rispetto di vincoli temporali stringenti.

Il candidato descriva le principali caratteristiche dei sistemi real-time, distinguendo tra sistemi hard e soft real-time, e fornisca esempi concreti.

Si richiede inoltre di illustrare il modello dei task periodici, specificando le grandezze fondamentali (tempo di esecuzione, periodo, deadline, priorità), e di presentare i principali algoritmi di schedulazione utilizzati nei sistemi real-time, come il Rate-Monotonic (RM) e l'Earliest-Deadline-First (EDF), evidenziandone le differenze e i relativi criteri di schedulabilità. Il candidato analizzi quindi il problema dell'inversione di priorità, illustrando i meccanismi utilizzati per mitigarla.

Infine, l'elaborato si concluda con una riflessione sull'importanza di questi concetti in un contesto applicativo meccatronico a scelta, evidenziando come le tecniche descritte permettano di garantire il comportamento deterministico richiesto in tali sistemi.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE**

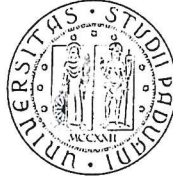
**Prima sessione 2025
Prima prova scritta del 25 luglio 2025**

TEMA 2

Si sviluppi un elaborato approfondito sull'argomento della Gestione della Catena di Fornitura (Supply Chain Management). In particolare, oltre a fornire una panoramica sistemica dell'argomento, si richiede di approfondire i seguenti punti, analizzandone in dettaglio i relativi concetti teorici e gli strumenti analitici fondamentali. Si includano inoltre esempi pratici e/o casi applicativi che ne dimostrino l'implementazione, i benefici e le eventuali sfide.

1. Scelta del Numero e Tipologia di Fornitori:
 - Vantaggi e svantaggi dell'approccio a fornitore unico, multi-fornitore e del dual sourcing.
 - Tipologie di relazione e relativi vantaggi e svantaggi.
 - Criteri/strumenti per la definizione della strategia di approvvigionamento.
2. Selezione e Valutazione dei Fornitori:
 - Fasi del processo di selezione dei fornitori.
 - Criteri di valutazione quantitativi e qualitativi.
 - Strumenti e tecniche per la valutazione delle performance.
3. Gestione delle Relazioni con i Fornitori (Supplier Relationship Management) e Sviluppo dei Fornitori (Supplier Development):
 - Obiettivi e benefici di una gestione efficace delle relazioni con i fornitori.
 - Strategie per la creazione e il mantenimento di relazioni collaborative.
 - Programmi di sviluppo fornitori e miglioramento continuo.
4. Effetto Frusta (Bullwhip Effect) e sua Mitigazione:
 - Descrizione dell'effetto frusta e delle sue cause principali.
 - Conseguenze negative sulla catena di fornitura.
 - Strategie e strumenti per la mitigazione dell'effetto frusta.

31



**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE**

**Prima sessione 2025
Prima prova scritta del 25 luglio 2025**

TEMA 3

In relazione, alle operazioni di asportazioni di truciolo:

a) si enuncino le ipotesi di taglio ortogonale e si descrivano le forze agenti sull'utensile secondo il modello del Merchant;

b) Con riferimento al diagramma di Merchant, si dimostri come l'uso di un fluido da taglio possa influenzare l'entità della forza di spinta, F_t , nel taglio ortogonale.

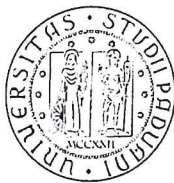
c) Su un componente in acciaio alto-resistenziale [pressione specifica = $\frac{225}{h^{0.242}} - \left(\frac{Kgf}{mm^2}\right)$ dove h = spessore del truciolo], viene eseguita un'operazione di fresatura a codolo. Una fresa con $Z=6$ denti e diametro $D=30$ mm, viene utilizzata con una profondità di passata $p=10$ mm, un avanzamento per dente $a_z=0.05$ mm/dente e una velocità di rotazione di $N=200$ giri/min.

- (i) Si faccia uno schema dell'operazione in questione;
- (ii) Si calcoli la forza media continua agente;
- (iii) Si tracci il diagramma della forza totale;
- (iv) Si calcoli la potenza necessaria ad eseguire l'operazione;
- (v) Si enunci almeno una strategia per rendere la lavorazione meno soggetta a vibrazioni.
- (vi) Con riferimento alla Tabella seguente si individuino i materiali per utensile che non sarebbero particolarmente adatti per l'operazione di fresatura indicata, motivandone la scelta.

Proprietà	Acciai rapidi	Leghe fuse	Carburi metallici		Ceramici	Nitrato di boro cubico	Diamante monocristallo*
			WC	TiC			
Durezza	83-86 HRA	82-84 HRA	90-95 HRA	91-93 HRA	91-95 HRA	4000-5000 HK	7000-8000 HK
Resistenza a compressione (MPa)	4100-4500	1500-2300	4100-5850	1100-1850	2750-4500	6900	6900
Resistenza a rottura trasversale (MPa)	2400-4800	1180-2050	1050-2600	1380-1900	145-950	700	1150
Resistenza a impatto (J)	1.35-8	0.34-1.25	0.34-1.35	0.79-1.24	< 0.1	< 0.5	< 0.2
Modulo di elasticità (GPa)	200	-	520-690	310-450	110-410	850	820-1050
Densità (kg/m ³)	8600	8000-8700	10000-15000	5500-5800	4000-4500	1500	1500
Volume di fase più dura (%)	7-15	10-20	70-90	-	100	95	95
Temperatura di fusione o di decomposizione (°C)	1300	-	1400	1400	2000	1300	700
Conducibilità termica (W/mK)	30-50	-	42-125	17	29	13	500-2000
Coefficiente di dilatazione termica (10 ⁻⁶ /°C)	12	-	4-6.5	7.5-9	6-8.5	4.8	1.5-4.8

* I valori per il diamante policristallino sono generalmente più bassi, eccetto che per la resistenza ad impatto, che risulta essere maggiore.

51



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE**

**Prima sessione 2025
Prima prova scritta del 25 luglio 2025**

TEMA 4

In un Convertitore Pierce-Smith viene caricata 1 tonnellata di matte rameico di composizione:
 Cu_2S : 40%, FeS : 30%, SiO_2 : 10%, inerte: 20%.

Il processo produce 400 Kg di scoria di composizione: FeO : 40%; SiO_2 : 30%; Cu_2O : 10%; Altri ossidi: 20% alla temperatura di 1200°C e 1500 moli di gas esausti di composizione (%vol): SO_2 : 12%; O_2 : 8%; N_2 : 80% alla temperatura di 900°C

Calcolare:

- la quantità di rame blister prodotto (con composizione 98% in peso di Cu e il restante 2% è S e O),
- la quantità di SO_2 emessa,
- la quantità di ossigeno consumato
- la quantità di silice reagita
- la quantità di aria secca
- la distribuzione del ferro e della silice tra scoria e materiale residuo
- il calore generato dalle reazioni di ossidazione del solfuro di ferro e del solfuro rameoso utilizzando le entalpie standard (ΔH° a 298 K)
- il calore perso attraverso la scoria e i gas esausti

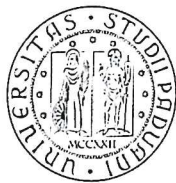
Si assuma che: vi sia l'ossidazione completa di FeS a FeO , Cu_2S a Cu ; la SiO_2 reagisce con FeO a formare fayalite (Fe_2SiO_4); le reazioni all'interno del convertitore avvengano senza scambi termici con l'esterno (adiabatiche); i calori specifici ($C_{p,\text{scoria}} = 0.9 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$ e $C_{p,\text{gas}} = 29 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$) siano costanti nell'intervallo di temperatura

Le reazioni di ossidazione sono:



La reazione di produzione della fayalite è: $2\text{FeO} + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{SiO}_4$

Ef



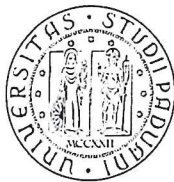
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

***ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE***

***Prima sessione 2025
Prima prova scritta del 25 luglio 2025***

TEMA 5

Il candidato, dopo aver descritto una missione di esplorazione di un pianeta del sistema solare (ad es. Marte, Venere, ecc.) in termini di obiettivi scientifici principali, definisca la strategia di trasferimento dallo spazio circumterrestre all'orbita di arrivo attorno al pianeta target anche utilizzando disegni, grafici e tabelle opportune. In particolare, avendo individuato uno o più tipologie di trasferimento le cui caratteristiche consentano il raggiungimento degli obiettivi inizialmente definiti, si richiede che ne vengano discusse le soluzioni concettuali e delineate le soluzioni realizzative.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

***ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE***

***Prima sessione 2025
Prima prova scritta del 25 luglio 2025***

TEMA 6

Il candidato analizzi le prestazioni di decollo, crociera e atterraggio di un velivolo da trasporto civile, definendone in particolare la massa massima al decollo, la lunghezza di pista richiesta e la necessaria stabilità con anche la velocità di rotazione sui vari assi. Si evidenzino inoltre, in maniera critica, quali altri parametri sono importanti nel design del velivolo. Si studi, inoltre, l'influenza dei principali parametri (carico alare, rapporto spinta/peso, efficienza aereaodinamica, ecc.) sulle prestazioni nelle varie fasi, giustificando le affermazioni con l'utilizzo di disegni, grafici e tabelle opportune.



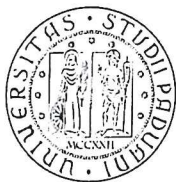
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

***ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE***

***Prima sessione 2025
Prima prova scritta del 25 luglio 2025***

TEMA 7

Si provveda a definire l'insieme delle prove meccaniche che consentano di valutare le caratteristiche strutturali di leghe metalliche ad uso biomedicale per applicazioni protesiche articolari. Si definiscano anche i metodi statistici che devono essere impiegati per valutare il livello di rischio di fallimento associato all'impiego di tali materiali.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE**

**Prima sessione 2025
Prima prova scritta del 25 luglio 2025**

TEMA 8

In un impianto industriale di produzione di composti aromatici 31 kmol/h di toluene (C_7H_8) sono fatte reagire con una quantità stechiometrica di metanolo per produrre una miscela di orto-, meta-xilene (C_8H_{10}) e acqua. La conversione della reazione è dell'84% mentre la selettività ad o-xilene è del 60%. A valle dell'effluente del reattore viene condotta una separazione che rimuove l'acqua e i reagenti non convertiti, permettendo di recuperare tutto lo xilene. Tale xilene è disponibile in una corrente alla temperatura di 70°C che viene utilizzata per preriscaldare l'alimentazione di toluene, disponibile alla temperatura di 20°C, raffreddandosi fino a 40°C. Al fine di realizzare lo scambio termico desiderato viene richiesto di dimensionare uno scambiatore a tubi concentrici in contro-corrente. Si adottino tubi in acciaio di lunghezza pari a 6,1 m, con diametro del tubo esterno uguale a 53/60 mm, e diametro del tubo interno uguale a 35/42 mm. Si assuma una resistenza specifica di sporcamento è uguale a $3 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 \text{h}^\circ\text{C/kcal}$ con perdite di carico che non devono superare le 0.9 atm. Quante unità di tubi concentrici sono necessarie? Si consideri che i tubi concentrici sono disponibili in unità assemblate e che ciascuna unità è costituita da due tubi concentrici. Le proprietà fisiche di toluene e orto- e meta-xilene sono riportate in Tabella.

Tabella – Proprietà fisiche di toluene, orto- e meta-xilene

Proprietà	unità di misura	toluene	o-xilene	m-xilene
Calore specifico	$\text{kJ/kg}^\circ\text{K}$	1,75	1,6	1,6
Viscosità	$\text{mPa}\cdot\text{s}$	0,425	0,72	0,55
Densità	kg/m^3	866	881	867
Conducibilità termica	$\text{W/m}^\circ\text{K}$	0,147	0,155	0,155



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

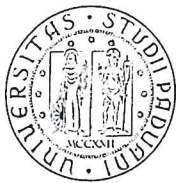
***ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE***

***Prima sessione 2025
Prima prova scritta del 25 luglio 2025***

TEMA 9

Facendo riferimento esplicito al D.lgs. 81/2008 “Testo unico per la salute e sicurezza nei luoghi di lavoro” e s.m.i., ai suoi articoli e contenuti, si richiede al candidato di:

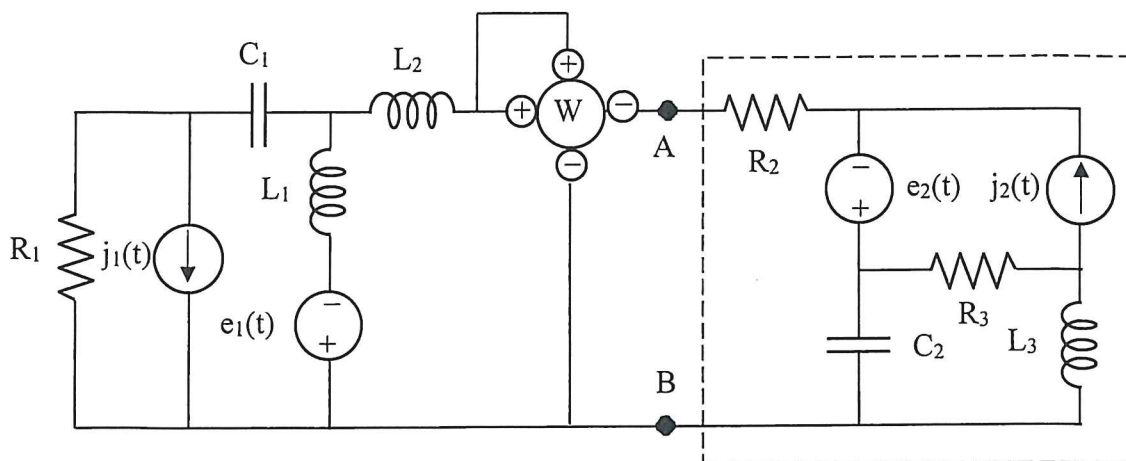
- 1) illustrare quali sono le principali figure che entrano in gioco nella gestione di luoghi di lavoro sicuri e salubri,
- 2) spiegare quali sono i compiti di ciascuna figura nel minimizzare i rischi, esplicitandone il ruolo decisionale, operativo oppure di supporto,
- 3) indicare quali sono le esigenze in materia di formazione, informazione e addestramento in materia di salute e sicurezza sul lavoro.



**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE**

*Prima sessione 2025
Prima prova scritta del 25 luglio 2025*

TEMA 10



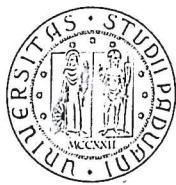
La rete mostrata in figura è a **regime sinusoidale**. Sono noti R_1 , R_2 , R_3 , L_1 , L_2 , L_3 , C_1 , C_2 e le grandezze impresses dai generatori ideali $e_1(t)$, $e_2(t)$, $j_1(t)$, $j_2(t)$.

1) Della rete simbolica associata alla rete a destra della porta AB (racchiusa nel riquadro tratteggiato) determinare:

-) il valore dell'impedenza equivalente alla porta AB ($\dot{Z}_{ABeq_dx}$);
-) il valore del fasore della tensione a vuoto alla porta AB con segno + della tensione in A ($\bar{V}_{AB0_dx}$).

2) Si considera la rete mostrata in figura nel suo complesso. Determinare:

-) quale valore (P_W) misura il wattmetro ideale a valore medio;
-) la potenza attiva (P_{R1}) entrante nel resistore ideale R_1 ;
-) la potenza attiva (P_{R3}) entrante nel resistore ideale R_3 .

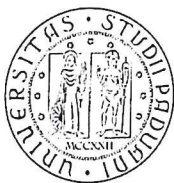


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE**

**Prima sessione 2025
Prima prova scritta del 25 luglio 2025**

Dati			Risultati
$e_1(t) = 300\sqrt{2} \operatorname{sen}(\omega t + \frac{\pi}{2}) \text{ V} ; e_2(t) = 300\sqrt{2} \operatorname{sen}(\omega t + \frac{\pi}{2}) \text{ V}$			$\dot{Z}_{ABeq_dx} =$
$j_1(t) = 10\sqrt{2} \operatorname{sen}(\omega t - \frac{\pi}{2}) \text{ A} ; j_2(t) = 10\sqrt{2} \operatorname{sen}(\omega t - \frac{\pi}{2}) \text{ A}$			$\bar{V}_{AB0_dx} =$
$R_1 = 20 \Omega$	$R_2 = 20 \Omega$	$R_3 = 10 \Omega$	$P_W =$
$L_1 = 40 \text{ mH}$	$L_2 = 40 \text{ mH}$	$L_3 = 30 \text{ mH}$	$P_{R1} =$
$C_1 = 50 \mu\text{F}$	$C_2 = 50 \mu\text{F}$		$P_{R3} =$
$\omega = 1000 \text{ rad/s}$			



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

***ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE***

***Prima sessione 2025
Prima prova scritta del 25 luglio 2025***

TEMA 11

Descrivere in che modo la diffusione delle pompe di calore contribuisce a decarbonizzare il settore edilizio. Individuare le tipologie principali di pompe di calore in base alla sorgente termica utilizzata, e definire quali sono le opportunità e i limiti nell'utilizzo di tali macchine, in particolare riguardo alla fornitura di calore a edifici esistenti. Si confronti la tecnologia delle pompe di calore con sistemi di generazione tradizionali (caldaie a gas), supportando le proprie affermazioni con l'utilizzo di equazioni.