



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

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

***Seconda sessione 2014***

***Prima prova scritta del 19 novembre 2014***

**IL CANDIDATO SVOLGA ALMENO UNO DEI TEMI PROPOSTI**



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

***ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI  
INGEGNERE INDUSTRIALE  
Seconda sessione 2014  
Prima prova scritta del 19 novembre 2014***

***TEMA 1***

Con riferimento allo sviluppo di una sonda (composta da un orbiter ed un lander) per una missione unmanned di esplorazione in situ di una cometa o di un asteroide, che preveda il prelievo di un campione ed il ritorno dello stesso in orbita terrestre, il candidato:

- ipotizzi un possibile insieme di obiettivi scientifici per la missione
- proceda alla definizione dei requisiti dell'orbiter e del lander
- imponga lo studio di fattibilità dei principali sottosistemi dell'orbiter

Si richiede di giustificare in modo quantitativo le affermazioni fatte.



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

***ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI  
INGEGNERE INDUSTRIALE  
Seconda sessione 2014  
Prima prova scritta del 19 novembre 2014***

***TEMA 2***

Il candidato delinea i dati progettuali di un sistema di fissazione spinale, basato sull'utilizzo di viti peduncolari, per la fissazione del tratto lombare del rachide a seguito di vertebrotomia. Si richiede, in particolare, la scelta motivata dei materiali costituenti il sistema protesico e il suo dimensionamento, facendo riferimento a dati medi antropometrici e alle forze agenti stimate.



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI  
INGEGNERE INDUSTRIALE  
Seconda sessione 2014  
Prima prova scritta del 19 novembre 2014**

**TEMA 3**

Identificare e descrivere in modo sistematico, anche con diagrammi di flusso, metodi e dati ritenuti necessari per la progettazione di un processo industriale che preveda trasformazioni di materie prime attraverso *reazioni chimiche*.

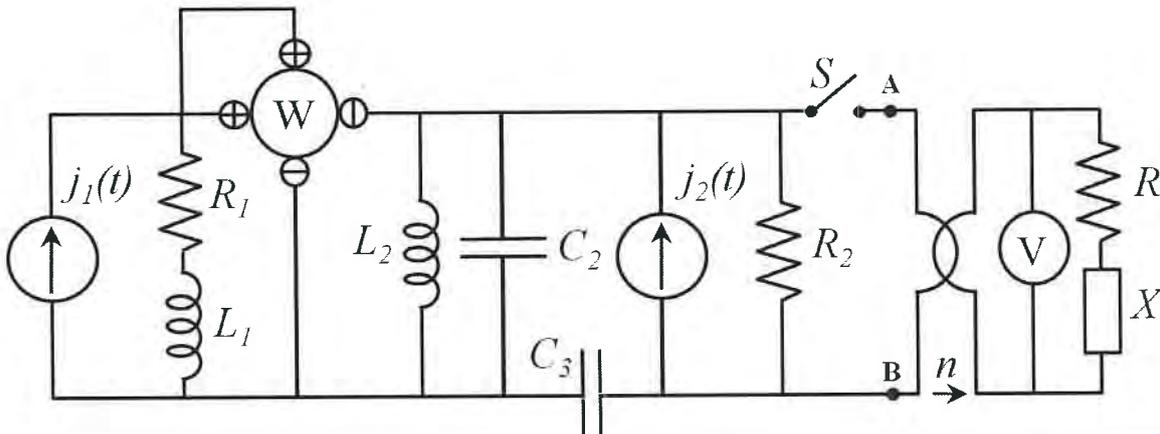
Preliminarmente, discutere in modo semi-quantitativo i criteri di merito del processo e presunti vincoli di sostenibilità.



**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI  
INGEGNERE INDUSTRIALE**  
*Seconda sessione 2014*  
*Prima prova scritta del 19 novembre 2014*

**TEMA 4**

La rete rappresentata in figura è in regime sinusoidale alla pulsazione  $\omega$ . In tabella sono riportati gli andamenti temporali delle grandezze impresse dai generatori ideali di corrente e i parametri dei bipoli passivi, eccetto il valore della reattanza  $X$ . Il trasformatore ideale, di porta primaria AB, ha rapporto di trasformazione  $n$ . Si può supporre, infine, che il wattmetro ed il voltmetro siano ideali.



$n = 5$	$R_1 = 100 \Omega$	$R_2 = 100 \Omega$	$R = 2 \Omega$	$L_1 = 100 \text{ mH}$	$L_2 = 50 \text{ mH}$
$C_2 = 20 \mu\text{F}$	$C_3 = 10 \mu\text{F}$	$\omega = 10^3 \text{ rad/s}$	$j_1(t) = \text{sen}(\omega t - \pi/2)$	$j_2(t) = \text{sen}(\omega t)$	$P_{R_2} = 25 \text{ W}$

Con l'interruttore  $S$  aperto, determinare:

- la potenza attiva misurata dal wattmetro ideale  $W$ ;
- le potenze uscenti dai generatori ideali di corrente  $j_1(t), j_2(t)$ ;
- le potenze attive e reattive complessivamente entranti nei bipoli passivi presenti nella rete.

Con l'interruttore  $S$  chiuso, determinare:

- l'equivalente di Thévenin della rete a sinistra della porta primaria AB;
- la tensione (valore efficace) indicata dal voltmetro, noto che  $R_2$  assorbe la potenza  $P_{R_2}$ ;
- il valore della reattanza  $X$ , nell'ipotesi che il carico (serie  $R$ - $X$ ) collegato al secondario del trasformatore ideale abbia comportamento ohmico-induttivo.





UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI  
INGEGNERE INDUSTRIALE  
Seconda sessione 2014  
Prima prova scritta del 19 novembre 2014**

**TEMA 5**

Si abbia un impianto per fare freddo a due livelli di temperatura, tramite due evaporatori (EV1 e EV2) aventi una potenza frigorifera  $q_{EV1} = 20$  kW e  $q_{EV2} = 40$  kW.

L'impianto è costituito da due cicli (ciascuno con un evaporatore, un compressore e un condensatore), operanti con il fluido a basso impatto ambientale R1234ze, e accoppiati tramite lo scambiatore di calore SC.

L'evaporatore EV1 opera con refrigerante alla temperatura di evaporazione  $t_{EV1} = +5^\circ\text{C}$  mentre l'evaporatore EV2 opera con refrigerante alla temperatura di evaporazione  $t_{EV2} = -10^\circ\text{C}$ .

Nel ciclo 1 la portata di refrigerante  $m_1$  viene compressa fino alla pressione di condensazione  $p_{C1} = 12$  bar, con entalpia specifica di fine compressione pari a 252,55 kJ/kg, poi condensa fino allo stato di liquido saturo e viene quindi laminata fino alla temperatura di evaporazione  $t_{EV1}$ . Dopo la laminazione la portata  $m_1$  viene divisa in due portate: una parte ( $m_{1A}$ ) viene fatta evaporare per dare l'effetto utile  $q_{EV1}$ , mentre la parte restante ( $m_{1B} = 0,7 m_{1A}$ ) viene evaporata nello scambiatore SC per sottoraffreddare il refrigerante del ciclo 2. Le due portate ( $m_{1A}$  e  $m_{1B}$ ) in uscita dall'evaporatore EV1 e dallo scambiatore SC si trovano entrambe nello stato di vapore saturo secco e vengono miscelate prima del compressore in modo adiabatico e isobaro.

Nel ciclo 2 la portata di fluido  $m_2$  viene compressa fino alla pressione di condensazione ( $p_{C2} = p_{C1} = 12$  bar), con entalpia specifica di fine compressione pari a 266,61 kJ/kg, poi condensa fino a liquido saturo e infine viene sotto-raffreddata nello scambiatore SC cedendo calore alla portata  $m_{1B}$  del ciclo 1. La portata  $m_2$  viene poi laminata ed infine evapora a  $t_{EV2}$  fino a vapore saturo secco.

Per lo scambiatore SC si utilizza uno scambiatore a fascio tubiero con evaporazione del refrigerante del ciclo 1 ( $m_{1B}$ ) all'esterno dei tubi e raffreddamento del liquido del ciclo 2 ( $m_2$ ) dentro i tubi. Per il calcolo del coefficiente di scambio termico lato evaporazione si può utilizzare una correlazione per ebollizione in quiete come ad esempio:  $\alpha = 55 p_{red}^{0.12} q^{2/3} (-\log_{10} p_{red})^{-0.55} M^{-0.5}$  nella quale  $p_{red}$  è il rapporto tra pressione di saturazione e pressione critica del fluido,  $M$  è la massa molecolare e  $q$  è il flusso termico specifico scambiato in  $\text{W/m}^2$ , riferito all'area di scambio, mentre  $\alpha$  si calcola in  $\text{W}/(\text{m}^2 \text{K})$ . Per R1234ze  $M = 114$  kg/kmol e la pressione critica  $p_{CRIT} = 36,36$  bar.

Si assuma che tutti gli scambiatori operino in modo isobaro e adiabatico verso l'esterno.

1. Calcolare il coefficiente di effetto utile dell'impianto
2. Determinare la variazione del titolo di vapore in ingresso all'evaporatore EV2 a causa dello scambiatore SC
3. Dimensionare lo scambiatore SC, determinando area di scambio, numero dei tubi, lunghezza dei tubi, configurazione

Calcolare il coefficiente di effetto utile nel caso che le stesse due potenze frigorifere si ottengano con due cicli completamente separati (senza scambiatore SC), con le stesse temperature di

evaporazione e condensazione, le stesse condizioni di uscita da evaporatori e condensatori, gli stessi rendimenti isoentropici globali ai compressori.

#### PROPRIETA' FLUIDO R1234ze

Condizioni di saturazione

Temperatura °C	Pressione bar	Entalpia liquido kJ/kg	Entalpia vapore kJ/kg
-10,00	1,47	11,354	201,59
5,00	2,59	30,855	211,72
57,43	12,00	104,95	243,06

Per R1234ze allo stato liquido in SC si considerino le seguenti proprietà:  
densità  $\rho=1110 \text{ kg/m}^3$ , calore specifico  $c_p=1,44 \text{ kJ/(kg K)}$ , viscosità  $\mu=164 \cdot 10^{-6} \text{ Pa s}$ , conduttività  $\lambda=0,069 \text{ W/(m K)}$ .



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI  
INGEGNERE INDUSTRIALE**  
*Seconda sessione 2014*  
*Prima prova scritta del 19 novembre 2014*

**TEMA 6**

Prima parte

L'azienda RCShoes spa produce due tipi di solette per scarpe: i modelli green e relax. Il controllo di gestione rileva i seguenti dati relativi al semestre appena concluso

	<b>Green</b>	<b>Relax</b>
n. unità prodotte	34.000	26.000
Costo materie prime per unità di prodotto	12 euro	4 euro
Costo orario manodopera diretta	20 euro	20 euro
n. ore lavorative per unità di prodotto	2	3

I costi indiretti rispetto ai prodotti lavorati nel semestre sono riportati nella tabella di seguito indicata

<b>Tipologia di costi</b>	<b>Importo (euro)</b>	<b>Centro di costo</b>
Materie sussidiarie	20.000	Produzione
Energia	100.000	Localizzata nei centri in base al costo degli ammortamenti
Costi del personale tecnico	120.000	Localizzati nella produzione per il 30% e nella manutenzione per il 70%
Ammortamenti industriali	23.000	Produzione
Ammortamenti manutenzione	15.000	Manutenzione
Ammortamenti magazzino	12.000	Magazzino

Utilizzando le informazioni sopra riportate, calcolare il costo unitario dei due prodotti nelle ipotesi sintetizzate nelle tabelle A e B

Tabella A

<b>Centri di costo</b>	<b>Destinazione e base di allocazione dei costi</b>
Magazzino	Al prodotto in base al volume di produzione
Manutenzione	20% al magazzino e 80% alla produzione
Produzione	Al prodotto in base alle ore complessive di manodopera

Tabella B

<i>Centri di costo</i>	<i>Destinazione e base di allocazione dei costi</i>
Magazzino	Al prodotto in base al volume di produzione
Manutenzione	40% al magazzino e 60% alla produzione
Produzione	Al prodotto in base alle ore complessive di manodopera

Commentare i risultati ottenuti nelle due diverse ipotesi evidenziando i limiti della metodologia adottata.

### Seconda parte

L'azienda soddisfa i propri fabbisogni di energia elettrica attraverso un impianto a ciclo combinato alimentato a gas naturale, con il quale produce una potenza meccanica netta di 8 MW.

L'aria è aspirata dal compressore del turbogas alla pressione di 1 bar e alla temperatura di 27 °C e viene compressa fino a 9 bar, con rendimento isentropico di compressione pari a 0.85. I prodotti della combustione espandono nella turbina con un rendimento isoentropico pari a 0.9 fino alla pressione di aspirazione e sono quindi inviati alla caldaia a recupero del generatore di vapore, da dove vengono infine scaricati a 140 °C. Il rendimento termico del ciclo turbogas è pari al 32%.

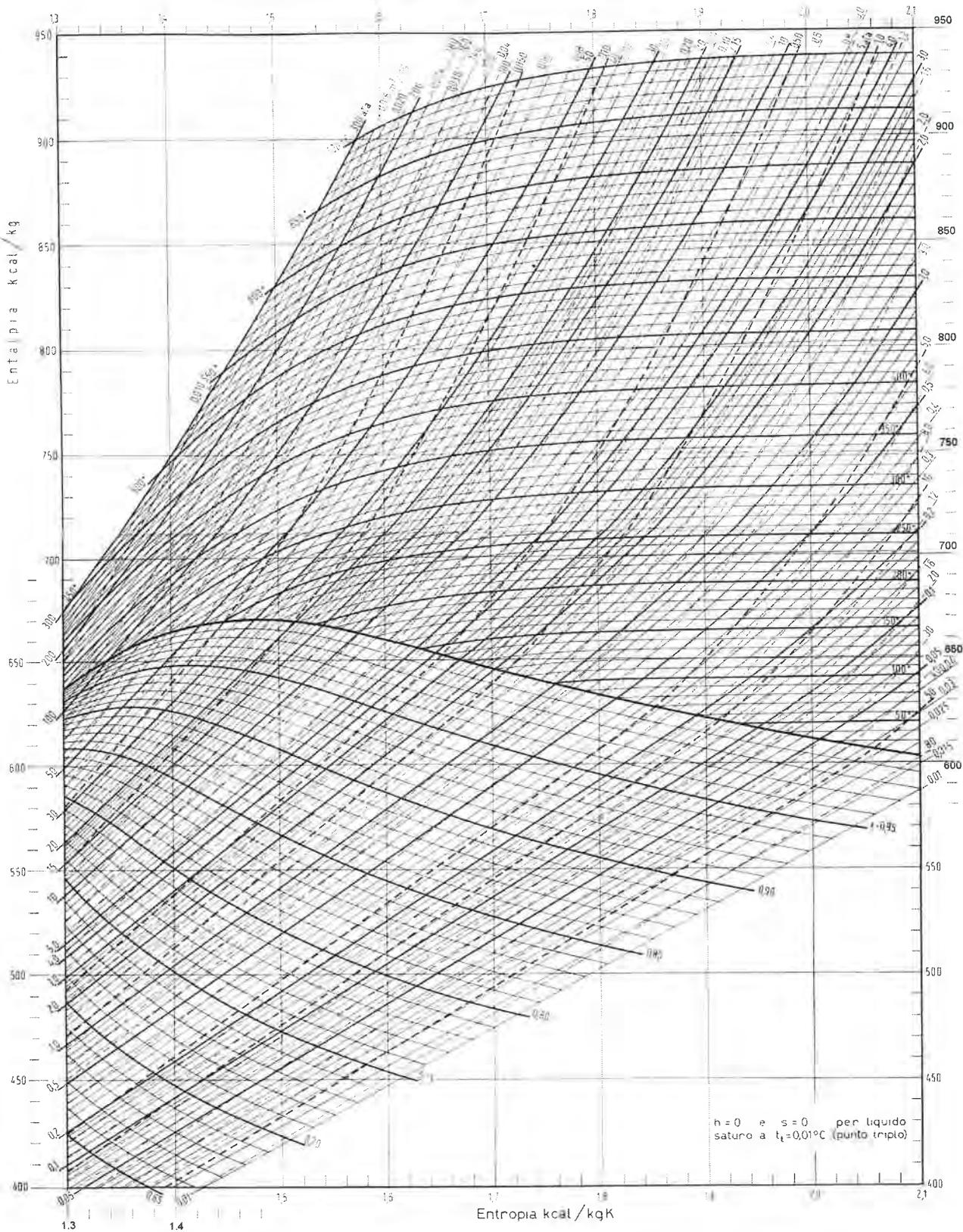
Il vapore alimenta la turbina a vapore alla pressione di 20 ata ed alla temperatura di 490 °C ed espande fino alla pressione di condensazione pari a 0.1 ata, con un rendimento isoentropico di espansione pari a 0.9. Nel condensatore il vapore condensa fino alle condizioni di liquido saturo.

Nella conversione da energia meccanica ad energia elettrica si consideri un rendimento pari a 0.95. Si trascurino gli oneri di pompaggio per il ciclo a vapore e la portata di combustibile in camera di combustione per il ciclo turbogas (si supponga perciò costante e pari a quello dell'aria atmosferica il calore specifico a pressione costante del gas lungo il ciclo). In tali ipotesi si calcoli:

1. la temperatura di ingresso in turbina dei prodotti della combustione;
2. il consumo orario di gas naturale;
3. il costo dell'energia elettrica prodotta attribuibile al solo combustibile (costo medio del gas naturale pari a 0.35 €/Sm<sup>3</sup>).

N.B. Allegato il diagramma di Mollier del vapor d'acqua.

DIAGRAMMA ENTALPICO PER IL VAPORE D'ACQUA (DI MOLLIER)



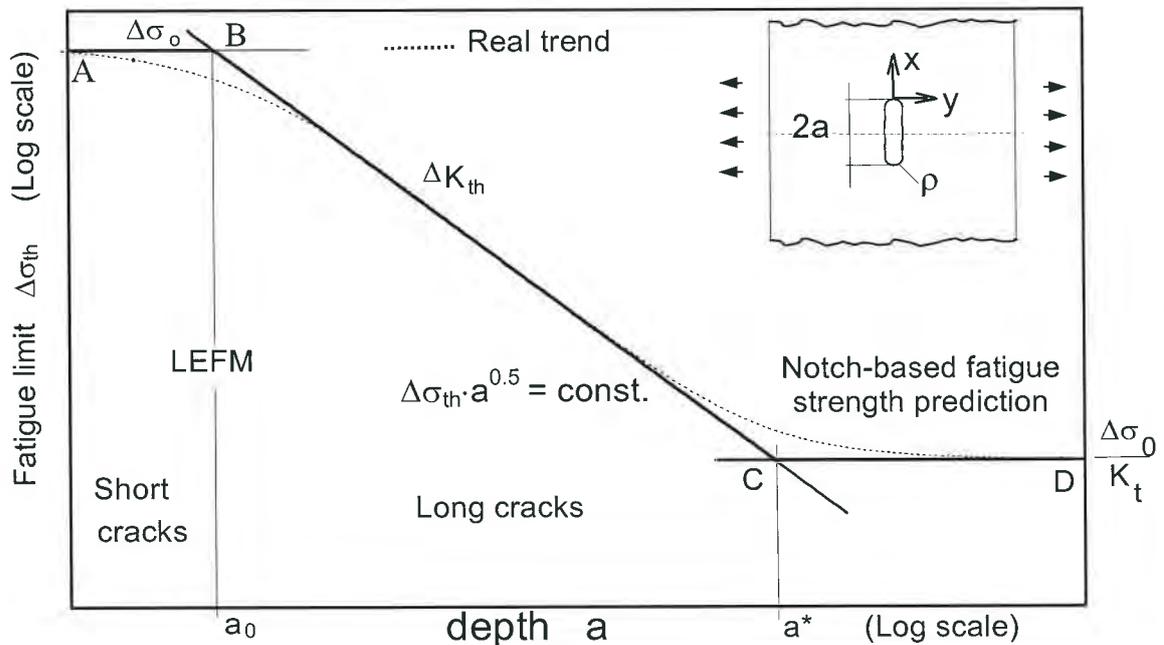


**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI  
INGEGNERE INDUSTRIALE**

*Seconda sessione 2014*

*Prima prova scritta del 19 novembre 2014*

**TEMA 7**



**Figura 1**

Con riferimento al diagramma riportato in Figura 1, tracciato per una acutezza dell'intaglio ( $\zeta = \frac{a}{\rho}$ ) costante il candidato:

1. Descriva in modo dettagliato le tre zone del diagramma commentando i parametri geometrici e del materiale in gioco.
2. Fornisca le espressioni di  $a_0$  e  $a^*$
3. Estenda il diagramma ai casi in cui il fattore di forma  $\alpha$  è diverso da 1.0 e tracci il nuovo diagramma, motivando le scelte.

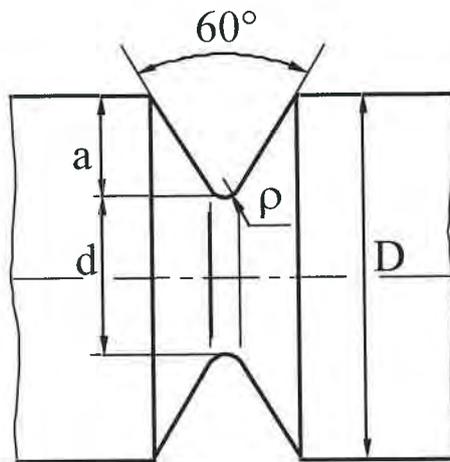


Figura 2

4. Con riferimento alla Figura 2, alle proprietà del materiale ed ai parametri geometrici riportati nelle Tabelle seguenti, il candidato tracci il diagramma ottenuto al punto 3 per lo specifico materiale.

Material	$\sigma_y$ (MPa)	$\Delta\sigma_0$ (MPa)	$a_0$ ( $\mu\text{m}$ )	$\Delta K_{th}$ ( $\text{MPa}\cdot\text{m}^{0.5}$ )	R
Annealed 0.45 carbon steel	364	582	61	8.1	-1

Tabella 1

Material	R	a	d	D	$\rho$	$\zeta = a/\rho$	$K_t$	$\Delta\sigma_{th}$	$\Delta\sigma_0/K_t$	$\alpha$
0.45 C steel		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)			(MPa)	(MPa)	
Geometry 1	-1	0.5	5	6	0.6	0.83	3.21	208	181	1.24
Geometry 2	-1	1.5	5	8	0.6	2.5	7.82	85.4	74.4	1.97

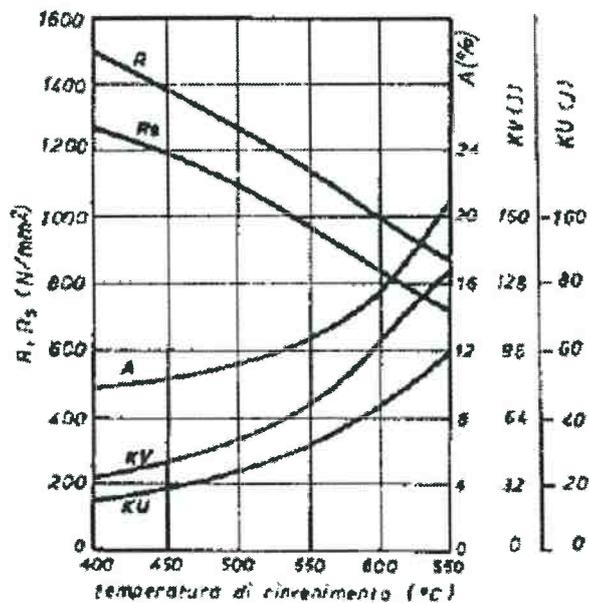
Tabella 2



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI  
INGEGNERE INDUSTRIALE**  
Seconda sessione 2014  
Prima prova scritta del 19 novembre 2014

TEMA 8



Caratteristiche meccaniche medie dell'acciaio 36CrNiMo 4 in funzione della temperatura di rinvenimento (tempra da 850 °C in olio e rinvenimento per 2 h).

Si descrivano le modifiche microstrutturali che avvengono durante la tempra e il rinvenimento dell'acciaio da bonifica 36CrNiMo 4, correlandole alle caratteristiche meccaniche.



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

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

**Seconda sessione 2014  
Prima prova scritta del 19 novembre 2014**

**TEMA 9**

Si consideri un sistema di monitoraggio distribuito all'interno di un impianto industriale automatizzato per la produzione di elementi in cera mediante fusione e successiva solidificazione in stampi finalizzato alla seguenti operazioni: misura della massa di materia prima entrante, misurazione di temperatura in tre punti dell'impianto, verifica del prodotto attraverso immagini, conteggio del numero di prodotti finiti, conteggio del numero di prodotti scartati, monitoraggio del rispetto delle condizioni di sicurezza degli operatori. Il sistema in esame sia costituito da diversi sensori e una stazione per la raccolta e l'elaborazione dati posta distante a qualche centinaio di metri dall'impianto. I dati acquisiti ed elaborati siano in parte inseriti come ingressi di un blocco di controllo per l'esecuzione di operazioni automatiche, o come input di dispositivi di segnalazione, o inviati a terminali utente anche remoti per il monitoraggio di grandezze od il comando a distanza.

Dell'intero sistema si fornisca:

1. un diagramma a blocchi dell'intero sistema di acquisizione e del suo posizionamento nell'impianto, con una descrizione sintetica delle singole parti;
2. una descrizione dei singoli sensori, ipotizzando l'operazione effettuata e le caratteristiche che dovrebbero avere;
3. una descrizione dei blocchi di condizionamento analogico necessari e della loro funzione;
4. una descrizione dell'architettura e del funzionamento della stazione di raccolta ed elaborazione dati;
5. una descrizione delle possibili problematiche di compatibilità elettromagnetica che si possono incontrare e delle possibili soluzioni;
6. per ogni dato acquisito dai diversi sensori, un esempio di come tale dato potrebbe essere trattato, inviato, utilizzato facendo riferimento al diagramma a blocchi iniziale;
7. per ogni sensore utilizzato, alcune considerazioni e stime dei parametri da considerare, come ad esempio la risoluzione delle ampiezze, il tempo di campionamento e l'accuratezza.



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

***ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI  
INGEGNERE INDUSTRIALE  
Seconda sessione 2014  
Seconda prova scritta del 19 novembre 2014***

**IL CANDIDATO SVOLGA ALMENO UNO DEI TEMI PROPOSTI**



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI  
INGEGNERE INDUSTRIALE  
Seconda sessione 2014  
Seconda prova scritta del 19 novembre 2014**

***Ramo: Aerospaziale***

**TEMA A**

Si consideri una missione spaziale (reale o ipotetica) con l'obiettivo di realizzare immagini ad alta risoluzione della superficie terrestre mediante un telescopio montato su una piattaforma operante in orbita LEO.

Si ipotizzi una possibile architettura del sottosistema di controllo d'assetto del satellite, dopo averne definito i requisiti in termini quantitativi, tenendo presente il vincolo di trasmissione delle immagini acquisite ad una piattaforma geostazionaria responsabile di distribuire l'informazione al segmento di terra. Si individuino quindi i componenti del sottosistema di controllo d'assetto e, a partire dai requisiti sopra definiti, se ne descriva la procedura di dimensionamento mediante un diagramma di flusso.

Si richiede di giustificare in modo esplicito ogni assunzione fatta.



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

***ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI  
INGEGNERE INDUSTRIALE  
Seconda sessione 2014  
Seconda prova scritta del 19 novembre 2014***

***Ramo: Bioingegneria***

***TEMA B***

Il candidato definisca i requisiti biomeccanici di impianti protesici biologici da utilizzare nell'ambito della ricostruzione della parete addominale attuata nel trattamento chirurgico di ernie.



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI  
INGEGNERE INDUSTRIALE  
Seconda sessione 2014  
Seconda prova scritta del 19 novembre 2014**

**Ramo: Chimica**

**TEMA C**

L'acido cloridrico è prodotto per assorbimento di  $\text{HCl (g)}$  in acqua.

Calcolare il calore che deve essere rimosso dall'unità di assorbimento nel caso sia alimentata con  $\text{HCl(g)}$  alla temperatura di  $100^\circ\text{C}$  e  $\text{H}_2\text{O (l)}$  a  $25^\circ\text{C}$ , per produrre  $1000 \text{ kg/h}$  di  $\text{HCl (aq)}$  al 20% in peso e alla temperatura di  $40^\circ\text{C}$ .



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI  
INGEGNERE INDUSTRIALE  
Seconda sessione 2014  
Seconda prova scritta del 19 novembre 2014**

**Ramo: Elettrica**

**TEMA D**

Un grosso motore asincrono trifase, alimentato alla propria tensione nominale da un trasformatore, ruota a 989.3 giri/min.

Determinare, con riferimento ai circuiti equivalenti semplificati delle due macchine:

- 1) i parametri del circuito del motore ( $R_0, X_0, R_{12}, X$ );
- 2) la coppia prodotta dal motore;
- 3) la corrente assorbita dal motore;
- 4) la coppia massima e il relativo scorrimento;
- 5) la coppia di avviamento;
- 6) i parametri del circuito del trasformatore ( $R_0, X_0, R', X'$ );
- 7) il grado di carico del trasformatore;
- 8) la tensione di alimentazione del trasformatore;
- 9) il rendimento del complesso trasformatore-motore.

**Motore**

tensione nominale

$$V_{1n} = 690 \text{ V}$$

frequenza nominale

$$f = 50 \text{ Hz}$$

numero di poli

$$2p = 6$$

resistenza di una fase di statore collegato a stella

$$R_1 = 19 \text{ m}\Omega$$

corrente e potenza assorbite a vuoto a tensione  $V_1 = 690 \text{ V}$

$$I_0 = 69.34 \text{ A} \quad P_0 = 13603 \text{ W}$$

corrente e potenza assorbite a rotore bloccato a tensione  $V_1 = 141.74 \text{ V}$

$$I_{lcc} = 306.42 \text{ A} \quad P_{cc} = 9282 \text{ W}$$

**Trasformatore**

potenza nominale

$$P_n = 400 \text{ kVA}$$

frequenza nominale

$$f = 50 \text{ Hz}$$

tensione primaria nominale

$$V_{1n} = 15 \pm 10\% \text{ kV}$$

tensione secondaria nominale

$$V_{2n} = 660 \text{ V}$$

tensione di corto circuito

$$v_{cc}\% = 4.1 \%$$

perdite di corto circuito

$$p_{cc}\% = 1.5 \%$$

corrente a vuoto

$$i_0\% = 2.4 \%$$

perdite a vuoto

$$p_0\% = 0.68 \%$$



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI  
INGEGNERE INDUSTRIALE  
Seconda sessione 2014  
Seconda prova scritta del 19 novembre 2014**

***Ramo: Energetica***

***TEMA E***

Il candidato confronti criticamente le tecnologie più diffuse per la produzione di energia elettrica che utilizzano combustibili fossili o nucleari.

In modo particolare, per ciascuna di esse descriva sinteticamente il ciclo termodinamico di riferimento, fornendo dei valori orientativi per i principali parametri termodinamici (pressioni e temperature massime e minime, rendimenti). Indichi inoltre i punti di forza e quelli più critici, facendo riferimento, ad esempio, all'impatto ambientale, ai tipi di combustibile utilizzabili, alla flessibilità operativa.



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI  
INGEGNERE INDUSTRIALE  
Seconda sessione 2014  
Seconda prova scritta del 19 novembre 2014**

***Ramo: Gestionale***

***TEMA F***

**Prima parte**

Descrivere i principali indicatori di prestazione del sistema logistico produttivo utilizzati nelle aziende manifatturiere. Illustrare inoltre, per ciascun indicatore, le modalità di calcolo, le principali criticità, i punti di forza e di debolezza.

**Seconda parte**

Descrivere quali sono i principali flussi energetici di una tipica azienda manifatturiera, sia in input che in output, analizzando i principali processi di conversione energetica che possono avvenire e le caratteristiche delle principali apparecchiature atte allo scopo.  
In particolare, in relazione all'aria compressa, si descrivano le caratteristiche degli impianti di produzione e di distribuzione di tale vettore energetico, analizzandone le principali criticità e soluzioni tecniche adottate.



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

**Seconda sessione 2014**

**Seconda prova scritta del 19 novembre 2014**

**Ramo: Innovazione del Prodotto**

**TEMA G**

Con riferimento alla Figura 1 e facendo riferimento al piede del cordone di saldatura (angolo di apertura 135°) il candidato:

1. Fornisca le definizioni dei fattori di intensificazione delle tensioni generalizzati con riferimento al Modo 1 e al Modo 2 ( $K_1$  e  $K_2$ ) secondo la definizione di Gross e Mendelson (1972)
2. Spieghi cosa si intende per Modi di tensione singolari e tracci qualitativamente l'andamento delle tensioni in coordinate polari lungo la bisettrice del piede del cordone (direzione  $r$  in Figura 2)
3. Esprima  $K_1$  e  $K_2$  in funzione della tensione nominale e dello spessore  $t$  del giunto spiegando cosa si intende per effetto scala.

Con riferimento ai parametri geometrici riportati nelle Tabelle 1 e 2 e facendo riferimento al range di tensione riportato in Tabella 2 il candidato:

4. Calcoli  $\Delta K_1$  e  $\Delta K_2$  per il caso specifico
5. Calcoli  $\Delta K_1$  e  $\Delta K_2$  per un componente scalato con fattore di scala 3:1 rispetto alle dimensioni riportate in Tabella 2 e sollecitato con lo stesso range di tensione.
6. Confronti i risultati ottenuti ai punti 4 e 5 spiegando quale dei due casi è più critico con riferimento alla resistenza a fatica del giunto.

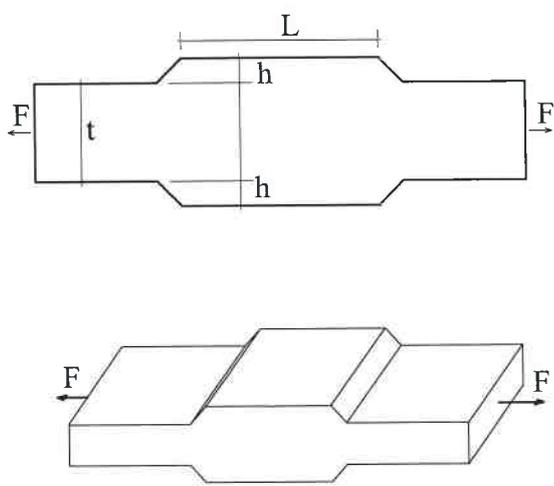
2h/t	$k_1$					$k_2$				
	L/t					L/t				
0.25	0.630	0.855	0.936	0.936	0.936	2.102	1.584	1.462	1.462	1.462
0.50	0.795	0.963	1.059	1.068	1.071	1.706	1.310	1.097	1.066	1.066
1.00	0.993	1.080	1.142	1.157	1.160	1.249	1.036	0.823	0.762	0.762
1.50	1.095	1.139	1.175	1.187	1.187	0.975	0.823	0.701	0.640	0.640
2.50	1.175	1.187	1.196	1.202	1.202	0.701	0.640	0.609	0.548	0.548

**Tabella 1**

Serie	t [mm]	h [mm]	L [mm]	$\Delta\sigma$ [MPa]
1	13	6.5	13	100

**Tabella 2**

Si consideri la flangia riportata in figura, che viene assemblata con un albero per trasmettere un momento torcente pari a 15 Nm. Il componente è progettato per operare in ambiente marino a temperatura massima di 80°C.



$L/t$ $2h/t$	0	0.4	1	2	3
0.25					
0.5					
1					
1.5					
2.5					

Figura 1

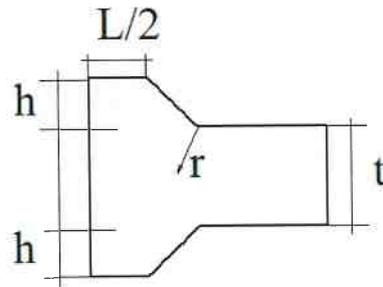


Figura 2



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

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

***Seconda sessione 2014***

***Seconda prova scritta del 19 novembre 2014***

***Ramo: Materiali***

***TEMA H***

Trattamenti di indurimento superficiale con e senza apporto di materiale



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI  
INGEGNERE INDUSTRIALE**  
**Seconda sessione 2014**  
**Seconda prova scritta del 19 novembre 2014**

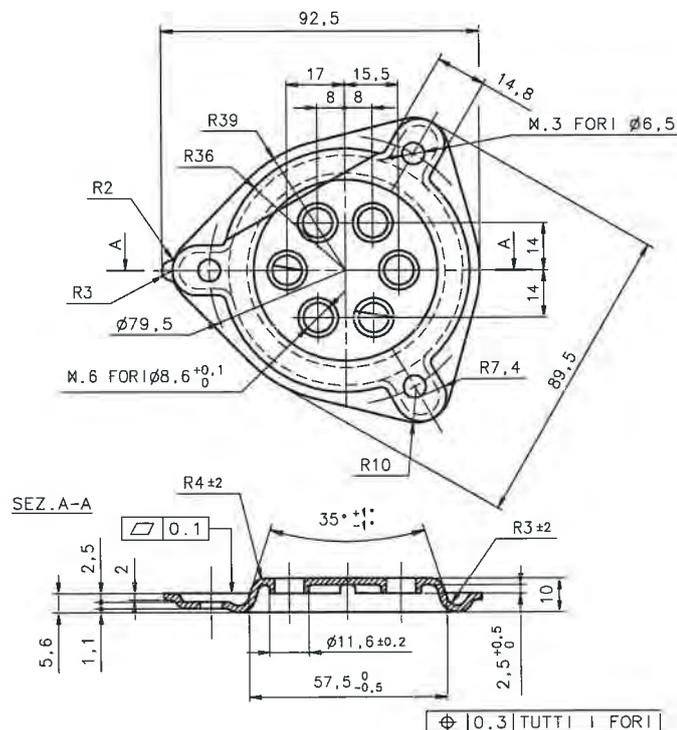
**Ramo: Meccanica**

**TEMA I**

Si consideri la flangia riportata in figura, che viene assemblata con un albero per trasmettere un momento torcente pari a 15 Nm. Il componente è progettato per operare in ambiente marino a temperatura massima di 80°C.

Al candidato si richiede:

- di descrivere almeno tre processi manifatturieri per la realizzazione della flangia, indicandone per ciascuno vantaggi e svantaggi;
- di individuare quali classi di materiali possono rispondere ai requisiti richiesti, e per ogni classe discuterne vantaggi e svantaggi;
- per ogni processo individuato, scegliere un materiale appropriato;
- per ciascuno dei processi identificati, si esegua il dimensionamento di massima del ciclo produttivo, valutando le forze di processo e identificando le macchine più idonee;
- in relazione ai processi identificati, si valutino eventuali trattamenti termici e trattamenti superficiali per ottenere il prodotto finito.





UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**INGEGNERE INDUSTRIALE**

**Seconda sessione 2014**

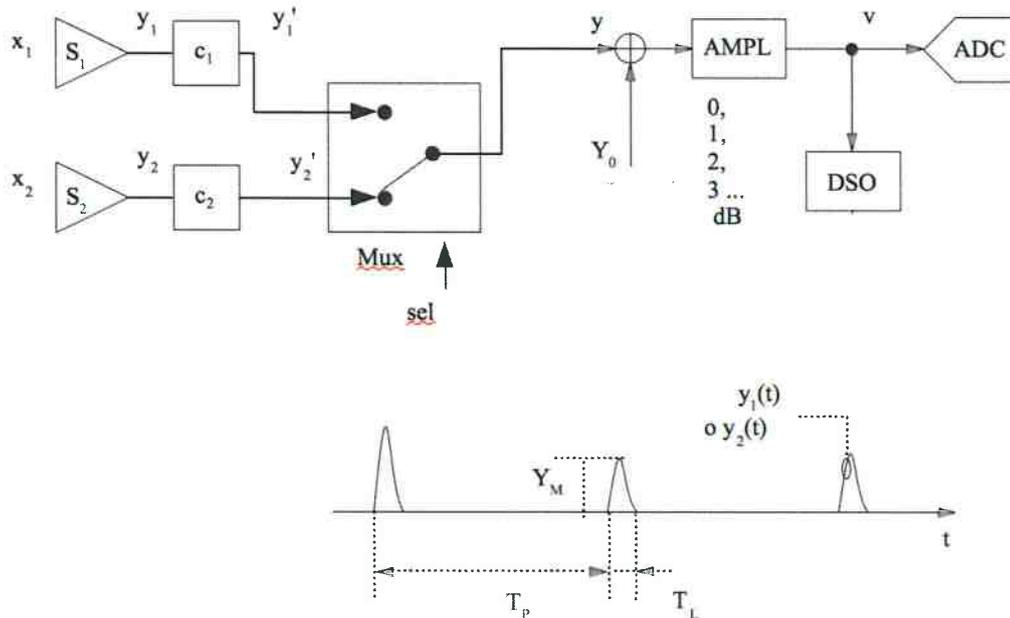
**Seconda prova scritta del 19 novembre 2014**

**Ramo: Meccatronica**

**TEMA L**

Si consideri il sistema di acquisizione dati illustrato in figura e facente parte di un sistema meccatronico. Il sistema consiste in 2 sensori  $S_1$  e  $S_2$  ad ultrasuoni posizionati in modo tale da monitorare il passaggio, su un nastro trasportatore, di valigie.  $S_1$  sia posizionato a fianco del nastro e  $S_2$  al di sopra. All'uscita dei sensori, i segnali  $y_1$  e  $y_2$  siano del tipo visualizzato in figura, formato da impulsi periodici di periodo  $T_P$ , uno per valigia, di durata  $T_L$  e ampiezza variabile  $Y_M$  (le valigie hanno forma diversa).  $T_P$  e  $T_L$  siano mediamente di 4.4 e 1.2 s, mentre  $Y_M$  sia di ampiezza variabile da 24 a 100 mV. Siano inoltre posti due blocchi di condizionamento  $c_1$  e  $c_2$  con transcaratteristica lineare, guadagno pari a 3 e -2 e tensione di offset 0.4 V e 0.2 V rispettivamente,

All'uscita del multiplexer (mux) sia presente un blocco di offset  $Y_0$ , un amplificatore variabile di guadagno  $k$  e con i livelli di amplificazione variabili a scatti di 1 dB, un ADC a 10 bit di input range (-4; 4)V, un DSO con velocità di campionamento  $R_S = 4$  kS/s per il monitoraggio del segnale e ulteriori operazioni di riconoscimento oggetto. Il DSO abbia dieci divisioni orizzontali, otto verticali, otto bit, e numero di punti  $N_x$  visualizzati pari a 200.



**Quesito n.1**

**a)** Si riportino su due diagrammi diversi le transcaratteristiche dei blocchi di condizionamento  $c_1$  e  $c_2$ , **b)** si disegni l'andamento del segnale "sel" all'ingresso del "Mux" indicando la frequenza e tenendo conto che per una elaborazione dati adeguata degli impulsi è necessario ottenere almeno 200 campioni per impulso, **c)** si riporti un esempio di andamento temporale del segnale  $y(t)$ , all'uscita del mux, durante il passaggio di una valigia e per un intervallo temporale di osservazione di durata 5 volte il periodo del segnale "sel" **d)** si determini l'espressione della tensione di rumore picco picco in funzione della lunghezza  $L$  dei cavi di collegamento tra  $c_1$  e  $c_2$  ed il mux, sapendo che i cavi raccolgono un rumore con distribuzione uniforme e valore efficace 0,012 mV/m

### Quesito n.2

**a)** Si impostino i valori di offset  $Y_0$  e AMPL in modo tale da acquisire il segnale (tramite ADC) nel modo migliore dal punto di vista della risoluzione e da far sì che per  $y=0.5V$  sia  $v=0V$ , **b)** si riporti l'espressione in formule della transcaratteristica del blocco di condizionamento, **c)** si riporti l'andamento grafico della transcaratteristica del blocco di condizionamento, **d)** si calcoli il numero di bit persi (non utilizzati dall'ADC)

### Quesito n.3

Dell'oscilloscopio: **a)** si imposti la taratura dell'asse verticale per il segnale  $v(t)$ , **b)** si imposti la taratura dell'asse orizzontale in modo da vedere tre periodi del segnale  $v(t)$ , **c)** si imposti il circuito di trigger, **d)** si disegni il diagramma visualizzato dal display, **e)** si determini il valore minimo di hold off da utilizzare

### Quesito n.4

**a)** Si determini il fattore di decimazione  $D$  impostato dall'oscilloscopio per il setup appena considerato, **b)** si determinino i valori di  $k_0$  e  $V_0$  impostati dal DSO al suo interno (si consideri un ADC interno al DSO con range  $(-10, 10V)$ , **c)** si determini il valore massimo di jitter tollerabile del segnale di ingresso per non avere tremolio dell'immagine visualizzata, **d)** si determini il numero di campioni dedicato dal DSO ad ogni impulso visualizzato, e quindi utilizzati per il riconoscimento della forma dell'oggetto, e si riporti l'espressione da applicare a tali campioni per ottenere la trasformata discreta di Fourier dell'impulso, **e)** si determini la lunghezza massima del cavo di collegamento tra i blocchi  $c_1$  e  $c_2$  ed il mux affinché tale rumore non appaia sul display

### Quesito n.5

Si supponga di utilizzare il medesimo DSO come DSA, con  $f_{start}= 0$  Hz e  $f_{stop}= 100$  Hz, ref level= 70 dBmV, 10dB/div sull'asse verticale. Si determini: **a)** la risoluzione spettrale (per una finestra di pesatura rettangolare), **b)** la durata dell'intervallo temporale acquisito, **c)** la migliore risoluzione spettrale ottenibile impostando una finestra temporale di acquisizione che comprenda almeno tre impulsi, **d)** il range dinamico nel caso di un rumore di fondo visualizzato di 300mV, **e)** il numero di bit effettivamente utilizzati dallo strumento (al netto del rumore)