

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di  
Ingegnere Specialista/Magistrale  
I Sessione – 19 Giugno 2012**

**Settore Civile-Ambientale**

**I Prova scritta**

Il candidato scelga tra i seguenti temi:

**TEMA 1**

Con riferimento ad un'area industriale, relativamente al solo comparto acqua, il candidato illustri gli strumenti di cui si avvarrebbe per l'identificazione delle sorgenti di inquinamento e per la caratterizzazione dello stato ambientale esistente. Ipotizzando più attività produttive (di cui individuerà a piacere l'attività) elenchi i principali inquinanti attesi e il loro comportamento nell'ambiente (per matrice ambientale) nonché la conseguente pericolosità per la salute umana. Inoltre, per uno di questi insediamenti produttivi (a scelta del candidato) a scelta del candidato, si individuino le unità di processo da adottare per un impianto di trattamento acque industriali per garantire il rispetto degli standard di qualità ambientale definiti dalla vigente norma nazionale per gli scarichi idrici in corpi superficiali.

**TEMA 2**

Il candidato discuta sul concetto di sicurezza relativamente ad interventi di miglioramento strutturale per edifici ricadenti in zona sismica. Si tenga conto della tipologia strutturale dei materiali, delle condizioni esistenti e delle variate condizioni di carico.

**TEMA 3**

Il ruolo di Gustavo Colonnetti e di Arturo Danusso nell'ingegneria italiana del Novecento.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di  
Ingegnere Specialista/Magistrale  
I Sessione – 19 Giugno 2012**

**Settore Industriale**

**I Prova scritta**

Il candidato svolga uno dei seguenti temi:

**TEMA 1**

I tempi di funzionamento e di guasto di un sistema di produzione sono spesso modellati mediante variabili aleatorie esponenziali. Il candidato discuta limiti e pregi di questa scelta, descrivendo in particolare le implicazioni che essa ha sulla forma della politica che ottimizza un indice di costo medio sul lungo periodo che penalizzi sia le scorte sia gli arretrati.

**TEMA 2**

Il candidato illustri le diverse tipologie di macchine che possono essere impiegate per la compressione di gas, giustificandone le diverse prestazioni (in termini di portata, rapporto di compressione, etc.) sulla base delle fondamentali caratteristiche costitutive.

**TEMA 3**

Sistemi di trasmissione del moto. Presentare l'argomento in termini generali (tipologie, equilibrio delle azioni e delle potenze, rendimenti). Illustrare quindi uno dei metodi di trasmissione con un esempio pratico.

**TEMA 4**

Le tensioni residue nei processi di fabbricazione di parti metalliche.

\* Il candidato **prediliga** la corretta esposizione tecnica degli aspetti menzionati, la strutturazione delle argomentazioni ed il filo logico della trattazione **piuttosto** che la quantità delle informazioni da trasferire.

**TEMA 5**

L'eccellenza nelle operations come leva competitiva per uno stabilimento industriale operante in ambito internazionale.

**TEMA 6**

Il/la candidato/a illustri il ruolo che l'ingegnere medico potrebbe avere nei confronti di catastrofi naturali come quelle che di recente hanno interessato il nostro Paese, a livello di prevenzione ed in contesti operativi reali, dove il soccorso intelligente e tempestivo può contribuire a salvare vite umane.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di  
Ingegnere Specialista/Magistrale  
I Sessione – 19 Giugno 2012**

**Settore dell'Informazione**

**I Prova scritta**

Il candidato svolga uno dei seguenti temi:

**TEMA 1**

I recenti bradisismi di origine sismica hanno catturato l'attenzione di tutte le forze sociali che si sono messe in movimento per tentare di ricostruire quanto è stato distrutto e ritornare nella normalità. Quale ruolo può essere espresso da parte dell'Ingegnere elettronico a livello di prevenzione ed a livello di contestualità per fornire positivi contributi, anche in termini strategici, nel corso di eventi simili che potrebbero verificarsi nel futuro?

**TEMA 2**

La gestione dei sistemi logistici, le strategie di collaborazione ed il ruolo dell'informazione lungo la supply chain.

**TEMA 4**

Svolgere i seguenti esercizi di informatica teorica:

- Descrivere i concetti di “algoritmo”, “problema”, e la differenza tra un problema “decidibile” ed uno “semi-decidibile”
- Spiegare i motivi per i quali la seguente definizione di algoritmo NON è soddisfacente: “Un algoritmo è una sequenza di passi ben definiti che può essere eseguita da una macchina e che, per ogni dato ingresso, termina sempre e restituisce un valore in uscita.”
- Discutere l'esistenza di funzioni non calcolabili e la loro rilevanza per i limiti della “intelligenza artificiale”.
- Discutere l'idea della Macchina di Turing Universale e la sua rilevanza per la teoria della calcolabilità.
- Discutere l'idea di calcolatore programmabile con programma in memoria come lista di istruzioni.
- Discutere la differenza tra un compilatore ed un interprete per un linguaggio di programmazione od un linguaggio di definizione dell'interfaccia utente.

Scrivere un programma per calcolare il massimo comun divisore di due numeri interi non negativi e mostrare la sua correttezza utilizzando le triple di Hoare.

**TEMA 5**

Il candidato descriva un processo di progettazione, realizzazione e messa in campo di una rete, sistema o apparato di telecomunicazioni, con riferimento a casi concreti di sua conoscenza. Si discutano ad esempio le fasi di individuazione dei requisiti, definizione delle specifiche, scomposizione della rete/sistema/apparato in sotto-elementi, test di verifica dei singoli sotto-elementi, test e collaudo della rete/sistema/apparato nel suo complesso.

**Esame di stato**

**Laurea Specialistica/Magistrale, Ingegneria per l'Ambiente ed i Territorio**

**2^ prova scritta**

Con riferimento ad un progetto definitivo di un acquedotto, il candidato illustri in generale i contenuti della documentazione prevista dalla vigente normativa quale facente parte del progetto stesso ed in particolare dettagli il contenuto della relazione tecnica.



Esame di Stato  
Sessione Luglio 2012

**Ingegneria Civile (strutture) – Laurea specialistica**  
2<sup>a</sup> prova scritta

Il candidato consideri le ipotesi e le analisi necessarie per la redazione del progetto di un edificio per civile abitazione, in zona sismica, con tipologia a pareti resistenti e telai.

**Il prova scritta – Edile/Edile-Architettura**

Elaborare la relazione tecnica dettagliata di un progetto di edificio multifunzionale con prevalente uso a teatro (600 posti), con annessa arena all'aperto (300 posti), inserito in una nuova centralità alla periferia di una metropoli di grandi dimensioni. L'edificio deve essere dotato di tutti i servizi necessari al suo funzionamento ottimale.

**Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione  
di Ingegnere Specialista/Magistrale  
I sessione 2012 – 20 giugno 2012  
Seconda Prova scritta –AUTOMATICA**

Con riferimento ai sistemi dinamici lineari stazionari (a tempo continuo) a un ingresso e un'uscita, il candidato descriva brevemente quali sono le specifiche che comunemente vengono richieste a un sistema di controllo e, con riferimento a un particolare schema, indichi quali sono i passi progettuali che vanno seguiti per soddisfarle.

# Esame di stato – Giugno 2012

## II Prova – Laurea specialistica

### Ingegneria Industriale - Meccanica

#### Tecnologia Meccanica

##### *Redazione di una relazione tecnica:*

Il sig. Truciolo della SoloMetallo s.r.l. ha la necessità di acquisire una nuova fornitura di placchette per asportazione di truciolo ed ha deciso di cambiare il suo vecchio fornitore (la ditta FaccioTardi s.r.l.) a causa dell'inaffidabilità nei tempi di consegna. Per avere un confronto, sceglie due diversi nuovi fornitori incontrati in una fiera (la VendoPresto s.n.c. e la VendoBene s.a.s.) e gli invia le placchette della FaccioTardi come esempio di materiale di riferimento. Per semplificare, al primo contatto, sceglie una sola tipologia di placchette, quella normalmente utilizzata per la sgrossatura delle leghe di alluminio. A questo punto però c'è un imprevisto: entrambi i fornitori gli propongono una propria soluzione, l'una diversa dall'altra, relativa ad un inserto a singolo tagliente. I dati nominali sono gli stessi in termini di geometria dell'utensile, di durata e di qualità della lavorazione e addirittura anche il costo è esattamente lo stesso. A questo punto il sig. Truciolo non sa cosa fare non avendo alcun criterio valido per la selezione della fornitura: l'unica cosa che è riuscito ad ottenere è la pre-fornitura di 10 placchette dai due diversi fornitori da cui ha potuto qualitativamente apprezzare (osservando forma, dimensione e aspetto) che si tratta di oggetti effettivamente diversi. Indeciso sulla scelta, il sig. Truciolo vi contatta e vi chiede una consulenza per affrontare questo problema.

Il candidato rediga una relazione tecnica\* con la quale si proponga al sig. Truciolo una valida procedura di intervento per la comparazione delle prestazioni delle due forniture. La relazione fornisca anche una procedura operativa per l'esecuzione e l'analisi degli eventuali test e tutte le indicazioni aggiuntive che si ritengano importanti per accrescerne la qualità del risultato.

**\*Particolare attenzione** sia fatta alla strutturazione dell'elaborato perché corrisponda ad una reale relazione tecnica e non ad una mera dissertazione.



## Esame di Stato - I Sessione 2012

### Il Prova Scritta – Costruzione di Macchine

Un go-kart da competizione è spinto da un motore 2T di potenza e cilindrata nota (rapporto di trasmissione fisso). Le ruote posteriori sono collegate ad un assale rigido su tre appoggi, la trasmissione del moto avviene mediante una catena che collega l'assale all'albero motore (assi paralleli). Illustrare i criteri di regolazione e dimensionamento della trasmissione in base alla prestazione richiesta (circuiti lento circuito veloce), definire le condizioni di carico dimensionanti per garantire il corretto funzionamento durante un'intera gara.

**Esami di Stato - Prima sessione 2012**

**LAUREA N.O. INGEGNERIA ENERGETICA MAGISTRALE**

**2ª PROVA (4 ore)**

Il candidato discuta gli effetti che il recente notevolissimo aumento nella produzione di gas naturale (in particolare da fonti "non convenzionali"), a cui si sta assistendo soprattutto nel Nord America, potrà produrre a medio termine sul panorama energetico mondiale, commentando tali sviluppi sotto il profilo dell'impatto ambientale e delle tecnologie di conversione interessate.

## Ingegneria Medica

### Seconda Prova (Non è necessario l'uso della calcolatrice)

Si consideri una trave di vetro lunga  $l$  in grado di essere attraversata dalla luce come in una guida ottica a sezione rettangolare (vedi figura), incastrata ad un estremo (punto A) e caricata con un peso (P) all'altra estremità (B).

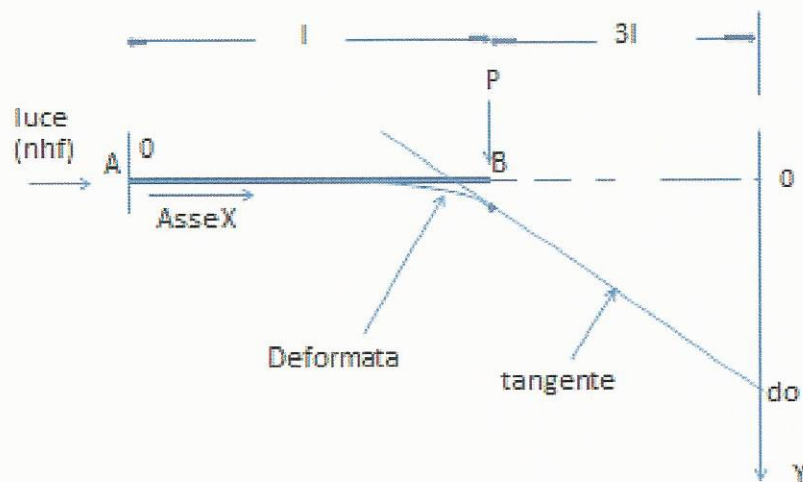
Un fascio di luce iniettato in A ed uscente dall'estremità B viene intercettato in una asta graduata posta a distanza  $3l$  dall'incastro.

Si determini la distanza  $d_0$  tra il punto di luce intercettato dall'asta e l'origine coincidente con il punto di luce in assenza di sollecitazioni per la trave.

Tenendo inoltre conto che in prima approssimazione nel punto B la trave presenta una vibrazione continua rappresentata in prima approssimazione dalla relazione  $10^{-3} \sin(\omega t)$  si determini la risoluzione del sistema nel processo di misura di  $d_0$ .

Si usi la relazione  $d^2y/dx^2 = -M/(E \cdot I)$  con ovvio significato dei simboli.

HYP. : Si supponga il prodotto  $E \cdot I$  pari ad 1.



## **Esami di Stato – II Sessione 2012**

### **RELAZIONE TECNICA (2° prova) - Impianti Industriali**

La progettazione di un sistema di gestione della manutenzione degli asset produttivi di uno stabilimento industriale.



ESAME DI STATO INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE  
II PROVA SPECIALISTI  
GIUGNO 2012

Uno degli errori più comuni che spesso si riscontrano al momento di sviluppare la pianificazione dei progetti è un'attenzione inadeguata riguardo la pianificazione delle risorse. Il candidato descriva gli approcci per una corretta stima della richiesta di risorse da allocare alle attività di un progetto. Successivamente, il candidato descriva l'utilizzo degli strumenti WBS (Work Breakdown Structure), OBS (Organization Breakdown Structure), RAM (Responsibility Assignment Matrix) e RACI (Responsible, Accountable, Consult, Inform) Chart per una corretta allocazione di risorse alle attività del progetto. Infine, il candidato descriva la fase di schedulazione della attività di progetto nel tempo con gli strumenti necessari per il suo raggiungimento di una baseline.

# **Esami di Stato – I Sessione 2012**

## **Seconda prova scritta – Informatica**

Illustrare il meccanismo della memoria virtuale di un calcolatore elettronico moderno, evidenziando in particolare:

- I meccanismi hardware di base
- I meccanismi software realizzati dal sistema operativo

I vantaggi per il sistema operativo, i compilatori ed i programmi applicativi

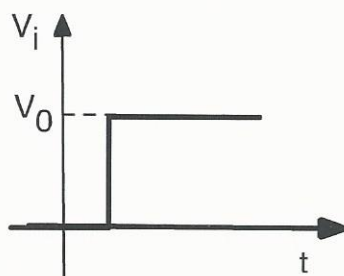
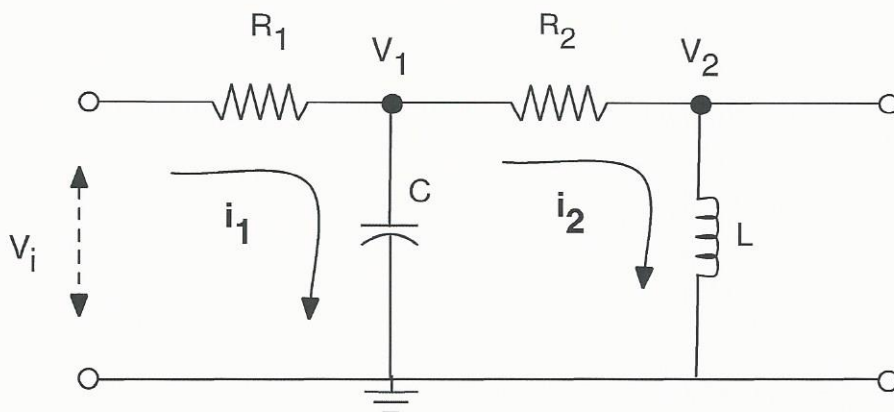
## Ingegneria Elettronica

### Seconda prova (Non è necessario l'uso della calcolatrice)

Studiare la risposta al gradino di ampiezza  $V_i$  del seguente circuito, determinando tramite le trasformate e anti trasformate di Laplace (con verifica in termini differenziali) le espressioni delle correnti  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$ , e delle tensioni  $V_1(t)$ ,  $V_2(t)$ , rappresentandole graficamente a livello qualitativo.

Determinare, inoltre, le sensibilità di  $V_1(t)$  e di  $V_2(t)$  nei confronti di piccole variazioni di  $C$  e nei confronti di piccole variazioni di  $R_1$ .

Si commenti brevemente il comportamento del circuito con riferimento alle azioni integratrici e derivatrici in esso presenti.



## **Esami di Stato – I Sessione 2012**

### **Seconda Prova Scritta Senior**

#### **Ingegneria delle telecomunicazioni**

Il candidato sviluppi uno dei due temi seguenti.

##### **Tema 1**

Un sistema di telecomunicazioni sia esso su portante fisico o wireless opera in presenza di rumore. Il candidato individui i limiti fondamentali alla capacità di trasferimento di informazioni sui canali in presenza di rumore e descriva le tecniche che sono utilizzate per contrastare gli effetti del rumore.

##### **Tema 2**

In una rete di telecomunicazioni vi sono risorse che devono essere condivise da una molteplicità di utenti. Si confrontino i diversi approcci per l'allocazione delle risorse agli utenti (assegnazione individuale, preassegnazione collettiva, assegnazione a domanda) facendo riferimento ad esempi concreti. Si discutano gli aspetti prestazionali ed economici che nei vari casi devono essere considerati nella progettazione della rete.



**Esame di stato**  
**Laurea Specialistica/Magistrale, Ingegneria per l'Ambiente ed i Territorio**  
**3^ prova scritta**

Il candidato espliciti il diagramma di processo e dimensioni le unità di trattamento un impianto di depurazione di reflui civili posto in un'area non sensibile ed avente potenzialità pari a 15.000 abitanti equivalenti, facendo ben attenzione allo schema di impianto proposto e motivandone adeguatamente le scelte.

Dimensioni in particolare le unità di trattamento biologico, di sedimentazione secondaria e calcoli la quantità di ossigeno necessario al processo biologico e la quantità giornaliera di fanghi da spurgare dall'impianto.

Dopo aver effettuato opportune ipotesi circa lo schema previsto per il trattamento fanghi, il candidato effettui infine il dimensionamento della sezione di ispessimento dei fanghi prodotti eseguendo per questa unità le verifiche strutturali e rappresentandone i dettagli costruttivi.

Quali caratteristiche del terreno si assumano le seguenti: limo debolmente sabbioso ( $\gamma = 16,5$  kN/m<sup>3</sup>;  $c' = 0$ ;  $\varphi' = 24^\circ$ ).

Il candidato assuma, mediante scelte motivate e circostanziate, valori opportuni per i dati non forniti nel testo e necessari all'elaborazione del tema proposto.

## **Ingegneria Civile (strutture) – Laurea specialistica**

### **3<sup>a</sup> prova scritta**

Redigere un progetto di massima per le strutture di un capannone industriale a copertura sub-orizzontale, con travi gettate in opera. La struttura ricade in zona sismica, per la quale si assume un carico orizzontale equivalente al 30% del peso della struttura stessa (SLU). L'altezza libera del capannone è di m. 8.00. I carichi verticali, in copertura, sono quelli da neve, considerati pari a circa 600 kg/mq. Il candidato è libero nella scelta dei materiali, della tipologia e delle assunzioni sul terreno di fondazione. Si producano tavole, grafici e verifiche in grado di illustrare gli elementi più significativi e rappresentativi dell'opera.

**Prova progettuale specialistica/magistrale – Edile/Edile-Architettura**

Elaborare il progetto di una cappella universitaria. L'aula per il culto deve essere immaginata come un volume cilindrico a pianta circolare di diametro pari a 26 metri: la copertura di tale spazio deve essere definita in modo particolareggiato dal punto di vista architettonico e costruttivo.

Le altre dimensioni, il contesto di inserimento, gli altri volumi funzionali possono essere liberamente assegnati/progettati dal candidato.

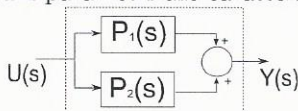
Il progetto deve essere corredato di una relazione descrittiva che spieghi le scelte effettuate.

**Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione  
di Ingegnere Specialista/Magistrale  
I sessione 2012 - 12 luglio 2012  
Prova Progettuale -AUTOMATICA**

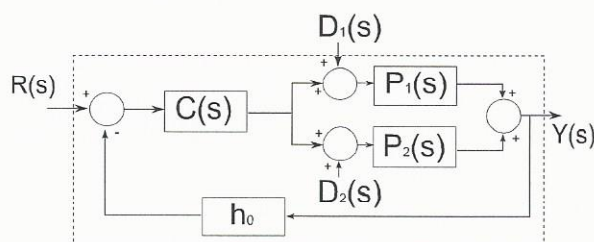
Un processo industriale è costituito dal parallelo di due sistemi (vedasi figura) che possono essere descritti con buona approssimazione mediante una dinamica di tipo lineare. In particolare:

$$P_1(s) = \frac{1}{s+a} \quad P_2(s) = \frac{5}{(s+a)^2}$$

dove  $a$  è una costante positiva il cui valore non è noto a causa dell'incertezza nella determinazione di alcuni parametri che caratterizzano i due processi.



- (i) Si ricavi il valore di  $a > 0$  sapendo che la risposta a regime  $y(t)$  del sistema complessivo al gradino unitario vale 6.
- (ii) Si calcoli quindi la funzione di trasferimento  $P(s)$  del sistema parallelo complessivo riportato in figura. Tale funzione rappresenta tutto il sistema? Se non lo rappresenta, cosa si può dire della stabilità delle parti non raggiungibili e/o non osservabili?
- (iii) Sia  $P(s)$  la funzione di trasferimento appena calcolata. Con riferimento allo schema in controrregolazione mostrato nella figura in fondo (in cui si assumono nulli per ora i segnali di disturbo  $d_1(t)$  e  $d_2(t)$ ), determinare la costante  $h_0$  e il blocco di controllo  $C(s)$  che garantiscono un errore a regime  $\varepsilon_\infty = \lim_{t \rightarrow \infty} \varepsilon(t)$  (dove  $\varepsilon(t) := r(t) - y(t)$ ) nullo rispetto a riferimenti  $r(t)$  costanti, una pulsazione di attraversamento di circa 1 rad/s e un margine di fase di almeno 40 gradi. Quali specifiche nel tempo vengono assicurate assegnando la pulsazione di attraversamento e un valore sufficientemente elevato al margine di fase?
- (iv) A progetto ultimato valutare (sempre assumendo assenti i segnali di disturbo) l'errore a regime rispetto a un riferimento  $r(t) = \frac{1}{2}\delta_{-1}(t)$ . Ripetere il quesito rispetto al riferimento  $r(t) = 2t^2\delta_{-1}(t)$ .
- (v) Sempre con la  $C(s)$  e  $h_0$  calcolati al punto (iii), assumere ora  $d_1(t) = 10\delta_{-1}(t)$  e  $d_2(t) = 5\delta_{-1}(t)$ . Valutare l'effetto complessivo (a regime) in uscita dei due disturbi. Se i due disturbi sono invece sinusoidali:  $d_1(t) = d_2(t) = \sin(2t)\delta_{-1}(t)$ , valutare se sono amplificati o attenuati in uscita.
- (vi) Valutare la robustezza della soluzione trovata al punto (iii), in particolare discutere cosa ne è delle tre specifiche (di precisione, sulla pulsazione di attraversamento e sul margine di fase) se, utilizzando il controllore progettato al punto (iii), il valore reale della costante  $a$  presente nella  $P(s)$  può risultare fino al 20 % diverso dal valore nominale calcolato al punto (i) (cioè se per esempio il valore di  $a$  calcolato al punto (i) fosse 10, il valore reale di  $a$  si potrebbe trovare in tutto l'intervallo  $[8, 12]$ ).





## ESAMI DI STATO- I SESSIONE 2012

### PROVA PROGETTUALE - ENERGETICA

Uno stabilimento produttivo funzionante su tre turni sia caratterizzato complessivamente dai seguenti fabbisogni energetici:

- energia elettrica: 3500 MWh/settimana
- energia termica: 4000 MWh/settimana (sotto forma di calore di condensazione di vapore saturo secco a 1,5 bar ass.)

con assorbimenti di energia elettrica e termica così ripartiti:

- 20% del totale su 48 ore (sabato e domenica)
- 40% del totale su 80 ore (serale e notturno)
- 40% del totale su 40 ore (diurno).

e detti fabbisogni siano coperti nel modo seguente:

- energia elettrica integralmente acquistata in rete;
- energia termica prodotta in loco tramite più generatori di vapore di potenzialità nominale complessiva pari a 50 t/h con rendimento medio pari a 0,80.

Sulla base di valutazioni di massima e di ragionevoli assunzioni, si analizzi la fattibilità di passaggio ad un sistema cogenerativo basato su una TG e un GVR rispondente al requisito di:

- integrale copertura del fabbisogno termico mediante la produzione di vapore per via cogenerativa;
- copertura della quota parte di energia elettrica non producibile per via cogenerativa tramite acquisto dalla rete.

In particolare, sulla base di assunzioni rispondenti all'attuale stato dell'arte e al buon senso ingegneristico, si valutino:

- le principali specifiche del realizzando impianto di cogenerazione (bilanci energetici e di massa);
- i rendimenti medi (settimanali) elettrico, termico e di cogenerazione del nuovo impianto di cogenerazione;
- il grado (%) di "copertura" per via cogenerativa del fabbisogno elettrico;
- il consumo complessivo di combustibile (MWh termici/settimana) del nuovo impianto di cogenerazione;
- il risparmio energetico percentuale rispetto al caso precedente di produzione separata, assumendo per l'energia elettrica d'acquisto un rendimento convenzionale pari al 37,4%.

**Prova progettuale**

Si desidera effettuare la misura delle temperature in due punti di una coltura biologica, tramite due termocoppie identiche caratterizzate da un potere termoelettrico costante  $\mu_T = 30 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ , nell'intervallo di misura della temperatura  $\Delta T = (20 - 60)^\circ\text{C}$ . Si consideri la termocoppia come un componente la cui tensione di uscita sia espressa dalla seguente relazione lineare:  $V_{out} = \mu_T \times T$ .

- a) Utilizzando amplificatori operazionali progettare e disegnare due amplificatori uguali in grado di fornire, ciascuno, in uscita, in corrispondenza di  $20^\circ\text{C}$  e  $60^\circ\text{C}$ , rispettivamente 2.4 V e 7.2V.
- b) Utilizzando gli amplificatori operazionali di cui al punto (a), progettare e disegnare un altro circuito in grado di fornire una uscita proporzionale alla somma di due temperature generiche tenendo conto che nel caso che le due termocoppie misurino entrambe  $T_1=T_2=60^\circ\text{C}$ , la tensione di uscita sia di 14.4 V.
- c) Valutare se uno dei due circuiti già progettati che precedono il sommatore è in grado, in condizioni di rapporto segnale rumore maggiore di 1 ( $S/N>1$ ), di rendere osservabile una variazione di temperatura, attorno a  $50^\circ\text{C}$ , di  $10^{-4}^\circ\text{C}$  (si utilizzi una banda di  $10^4 \text{ Hz}$ ).

(Nel caso in cui non sia verificata la condizione di  $S/N>1$  si proceda alla riprogettazione relativa al punto (a))

- d) Utilizzando amplificatori operazionali di cui al punto (a) progettare e disegnare un circuito in grado di fornire una uscita proporzionale alla differenza delle due temperature.
- e) Si progetti un circuito, utilizzando op-amp e transistori bipolari, in grado di segnalare, tramite due diodi LED (rosso e verde) quale delle due temperature è maggiore dell'altra.
- f) Si esprima il proprio punto di vista sulla possibilità di realizzare un circuito che segnali quando le due temperature sono uguali?

Buon lavoro

## Prova progettuale specialistica - COSTRUZIONI DI MACCHINE



Durante la fase di progettazione di un nuovo aeromobile (Piaggio Aero Industries) sono stati svolti dei test sperimentali in galleria del vento utilizzando un modello in scala realizzato in acciaio. I confronti fra dati sperimentali e i dati numerici ottenuti con la CFD ha dimostrato un importante effetto legato alla deformabilità dell'ala.

Si richiede quindi di valutare:

- l'effetto di tale deformabilità considerando deformabile la sola ala (dalla sezione di incastro fino all'estremo), in termini di freccia massima e rotazione torsionale
- lo stato di sollecitazione della struttura
- il primo modo di vibrare
- il carico sui collegamenti fra ala e fusoliera
- di commentare come le deformazioni ottenute influenzano le condizioni di volo
- di commentare come affrontare il problema usando FEM e CFD (facoltativo)

Dati:

- massa dell'ala 7.9 kg
- forza portante 2100 N (da considerare uniformemente distribuita sull'ala)
- Figura 1: geometria dell'ala (due tronconi rastremati con frecce differenti). Il punto medio di ogni sezione è quotato nella vista dall'alto. Per ogni sezione si riportano lo spessore massimo e la corda del profilo.
- Figura2: profilo alare locale su disegno in scala (per i calcoli approssimare la sezione retta ad una forma più semplice)
- Figura 3: geometria del collegamento fra ala e fusoliera



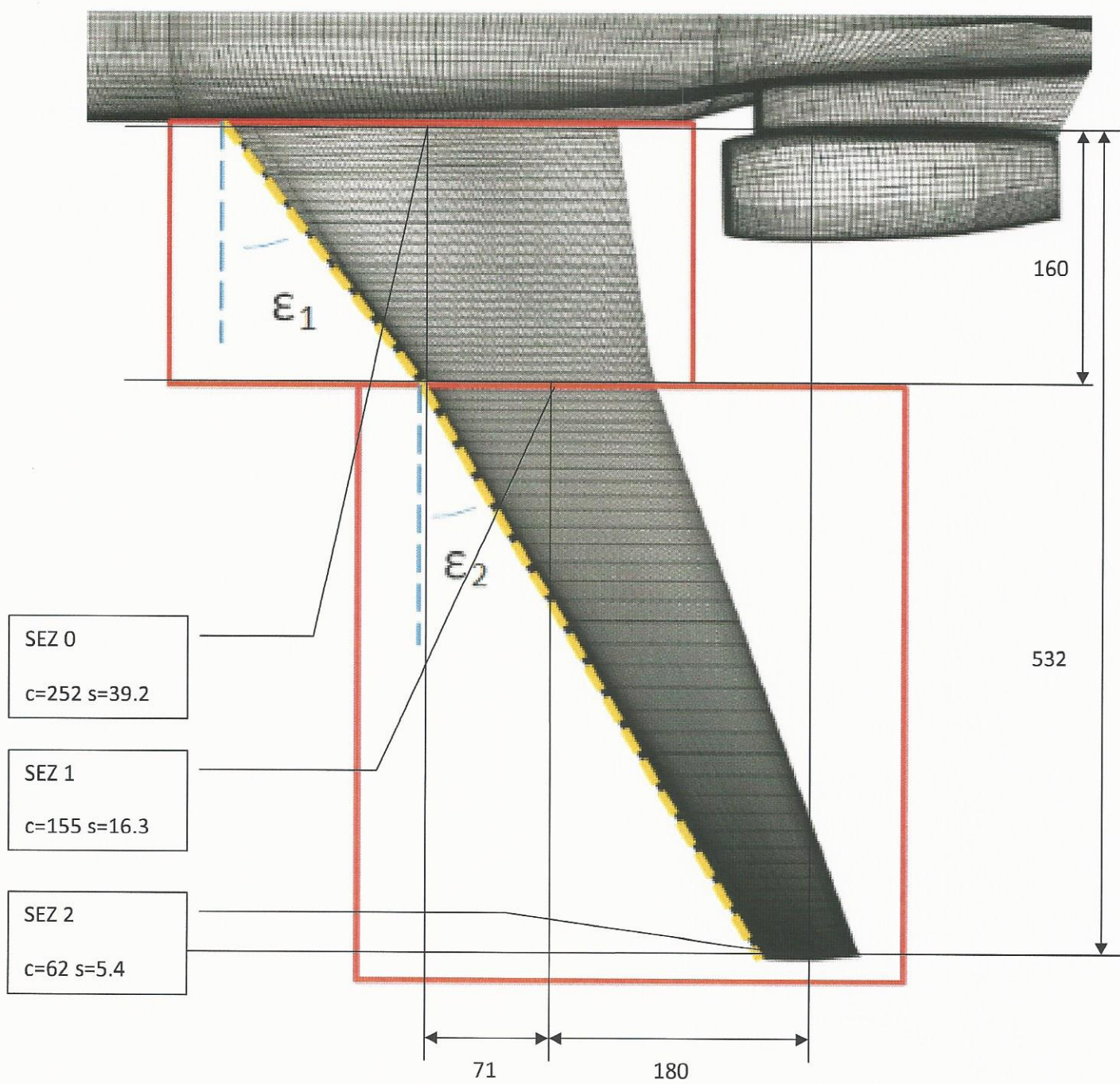


Figura 1



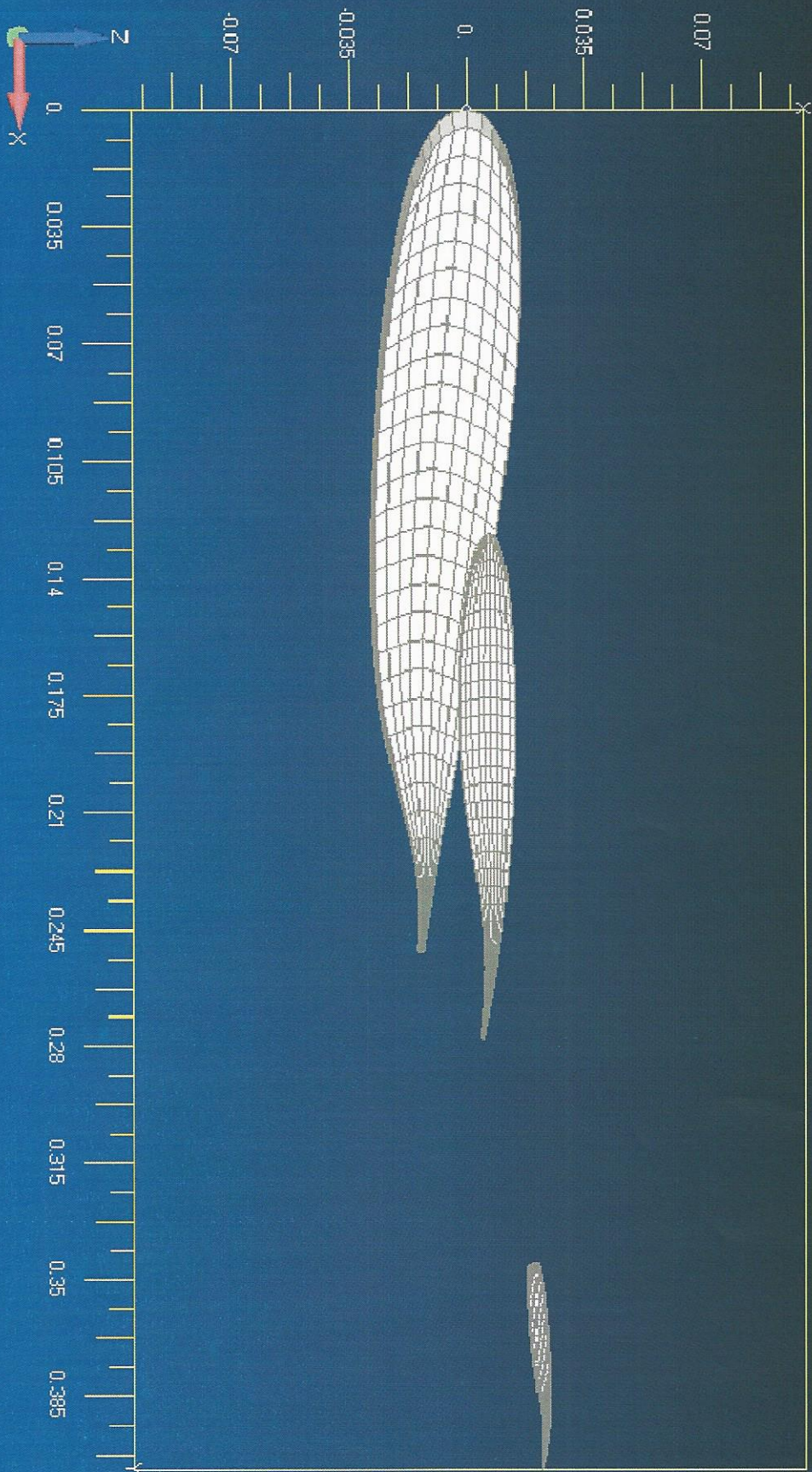


Figura 2



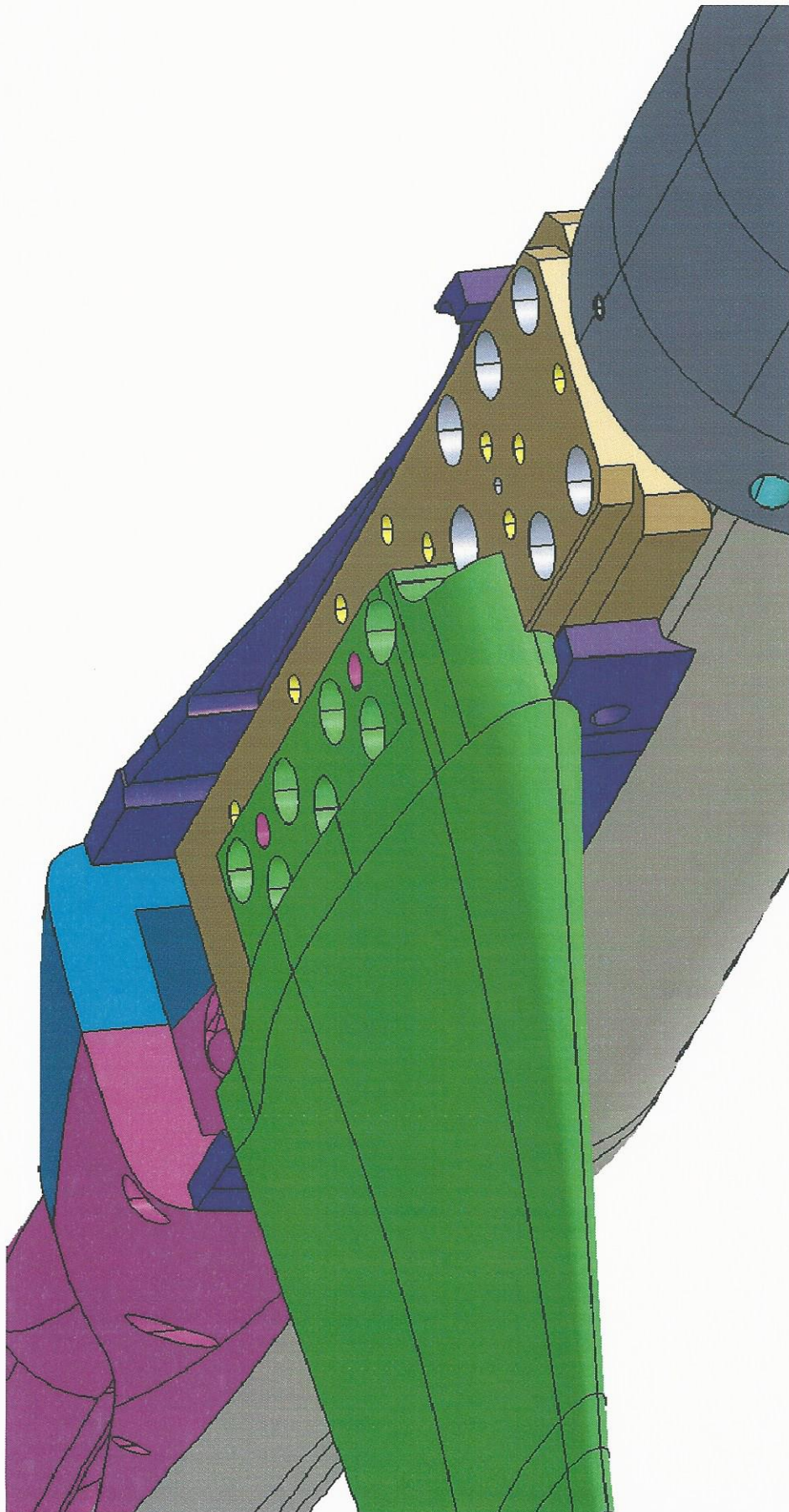


Figura 3



# Esame di stato – Giugno 2012

## III Prova – Laurea specialistica

### Ingegneria Industriale - Meccanica

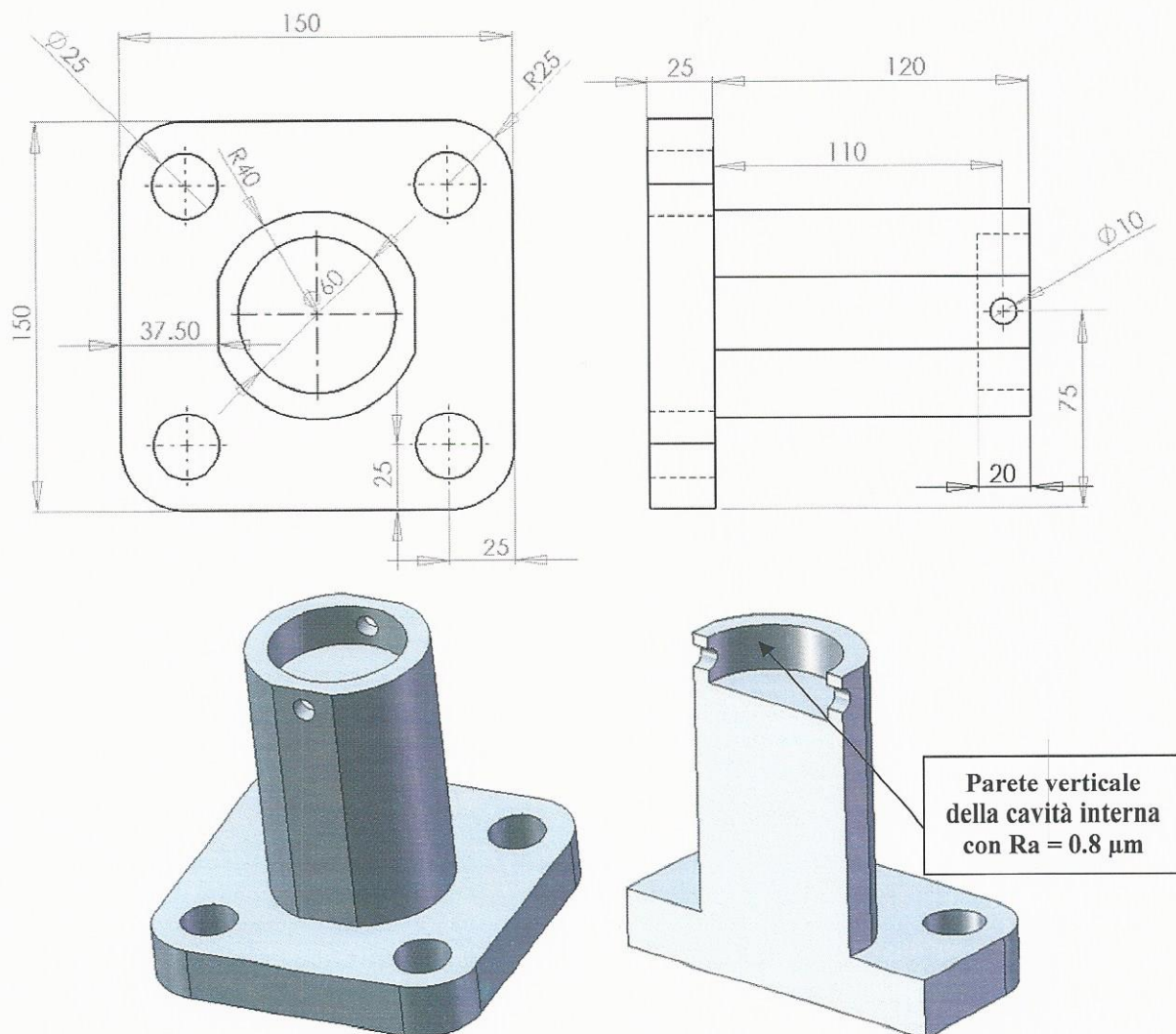
#### Tecnologia Meccanica

#### Progetto:

Si consideri per il pezzo, a doppia simmetria, illustrato in figura (acciaio C35,  $R_m=500$  MPa) un processo di fabbricazione mediante fonderia in terra e successive lavorazioni per asportazione di truciolo.

1. Progettare il getto di fonderia
2. Progettare il ciclo di lavorazione alle m.u. definendo le fasi e le sottofasi
3. Dimensionare i singoli processi di lavorazione per asportazione di truciolo definendo i parametri di taglio e calcolando forza di taglio, potenza e tempo di lavorazione
4. Definire un possibile foglio di lavorazione

Si allegano tabelle utili al dimensionamento dei vari processi (la quotatura non è da considerare costruttiva, assumere tutte le quote e i parametri eventualmente omessi).



## Fonderia in terra

Valori dell'angolo di sfornatura

Altezza di parete		Angolo di sfornatura per modello	
oltre	fino a	sciolto min.	su placca min.
	5	8°	6°
5	10	6°30'	5°
10	18	5°	4°
18	30	4°	3°
30	50	3°	2°
50	120	2°	1°30'
120	250	1°30'	1°
250	500	1°	45'
500		da concordare	

Tabella 1

— Diametro minimo dei fori greggi di fusione in funzione della loro lunghezza e del tipo (passanti, ciechi)

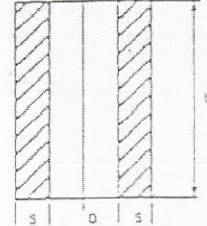
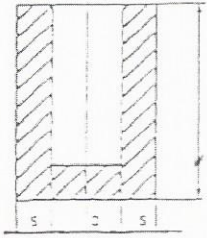
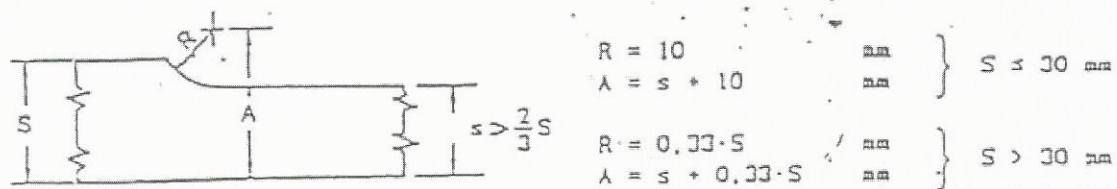
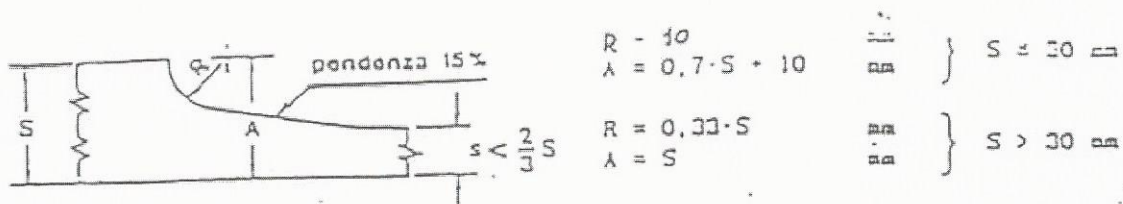
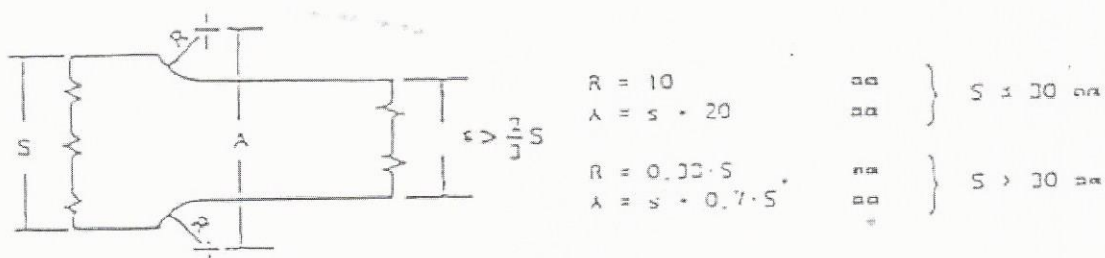
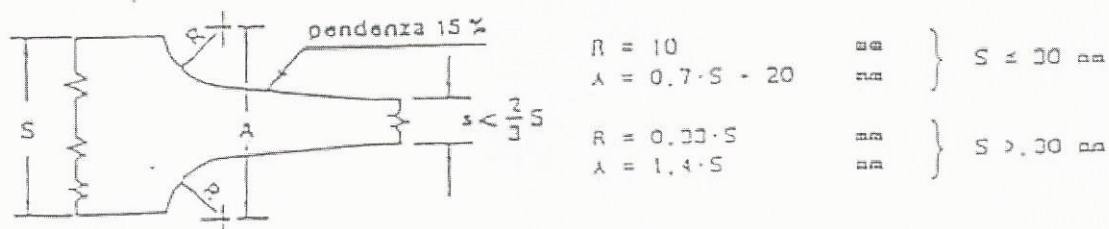
DIAMETRO DEL FORO	FORO PASSANTE	FORO CIECO
$D < 2S$	se $L \leq D$ 	se $L \leq D/2$ 
$2S \leq D \leq 3S$	se $L \leq 3D$	se $L \leq 2D$
$3S < D$	L qualsiasi	L qualsiasi

Tabella 2



Raccordo fra pareti parallele di spessore differente e con una superficie in comune.



Raccordo fra pareti parallele di differente spessore senza una superficie in comune.

Caso	R <sup>1</sup>	Caso	R		
			$s < 10$	$10 < s < 30$	$s > 30$
	$1,25 s$		$s$	10	$0,33 s$
	$s$		$0,75 s$	7,5	$0,25 s$
	$1,5 s$		$1,2 s$	12	$0,4 s$

Tabella 3



# Sovrammetalli per getti di acciaio non legato colati in sabbia (UNI 6325-73)

Nella tabella UNI 6325-73 sono precisate le tolleranze dimensionali ed i sovrametalli per la lavorazione meccanica dei **getti di acciaio non legato (UNI 3158-68)**, colati in sabbia. Le tolleranze dimensionali sono riferite alle dimensioni lineari nominali dei getti grezzi (per le quali non siano precisate nel disegno le tolleranze); per le superficie da sottoporre a lavorazione meccanica sono indicati i sovrametalli. Agli effetti delle tolleranze dimensionali e dei sovrametalli, si distinguono tre gradi di precisione, detti **A (tolleranza ampia, getti singoli)**, **B (tolleranza media, getti ripetuti)**, **C (tolleranza ristretta, getti di serie)**. Le tolleranze sono disposte a cavallo della linea dello zero; si tratta cioè di tolleranze bilaterali. Nelle tabelle che seguono sono riportate, per i tre gradi A, B, C, le tolleranze dimensionali ed i sovrametalli di precisione, limitatamente ai getti con massima dimensione nominale di 2500 mm. Per misure maggiori vedasi la tabella UNI 6325-73).

## Tolleranze dimensionali in mm

Massima dimensione del getto grezzo mm	Dimensione nominale mm																							
	fino a 80 mm			oltre 80 fino a 180			oltre 180 fino a 315			oltre 315 fino a 500			oltre 500 fino a 800			oltre 800 fino a 1250			oltre 1250 fino a 1600			oltre 1600 fino a 2500		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
fino a 180	6	4	3	7	5	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
oltre 180 fino a 500	7	5	4	8	5	5	10	6	6	14	8	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
oltre 500 fino a 1250	8	5	5	9	6	6	11	7	7	15	9	8	18	11	9	20	13	—	—	—	—	—	—	—
oltre 1250 fino a 2500	9	6	6	10	7	7	12	8	8	16	10	9	20	12	10	22	14	11	25	15	—	20	17	—

## Sovrammetalli nominali Sn in mm

Massima dimensione del getto grezzo mm	Dimensione nominale mm																							
	fino a 80 mm			oltre 80 fino a 180			oltre 180 fino a 315			oltre 315 fino a 500			oltre 500 fino a 800			oltre 800 fino a 1250			oltre 1250 fino a 1600			oltre 1600 fino a 2500		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
fino a 180	6	3	4	5	4	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
oltre 180 fino a 500	6	4	5	7	5	5	8	6	6	10	7	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
oltre 500 fino a 1250	7	5	5	8	6	6	9	7	7	11	8	8	12	9	8	13	10	—	—	—	—	—	—	—
oltre 1250 fino a 2500	8	7	6	9	8	7	10	9	8	12	10	9	13	11	9	14	12	10	15	13	—	17	14	—

Le tolleranze dimensionali indicate nella relativa tabella devono essere suddivise in scostamenti asimmetrici rispettivamente del 60 e del 40%; per le dimensioni relative a superficie esterne, il 60% costituisce lo scostamento superiore ed il 40% quello inferiore; per le dimensioni relative a superficie interne, il 40% è lo scostamento superiore ed il 60% come scostamento inferiore.

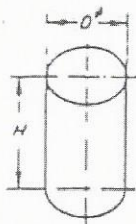
Tabella 4

Materiale del getto	Ritiro ‰
Acciai non legati	1,80
Acciai legati (esclusi quelli al Mn, gli inossidabili e i refrattari)	1,80
Acciai al manganese	2,30
Acciai inossidabili ferritici	2,00
Acciai inossidabili austenitici	2,00
Acciai refrattari	2,00
Ghise grigie	1,00
Ghise a grafite sferoidale, perlitica	1,20
Ghise a grafite sferoidale, ferritica	0,50
Ghise austenitiche	2,00

Materiale del getto	Ritiro ‰
Ghise bianche	2,00
Ghise malleabili a cuore bianco	1,60
Ghise malleabili a cuore nero	0,50
Leghe di alluminio a basso silicio	1,35
Leghe di alluminio ad alto silicio	1,20
Leghe rame-stagno	1,50
Leghe rame-zinco	1,20
Leghe rame-stagno-zinco	1,30
Leghe rame-zinco (Mn, Fe, Al)	2,00
Leghe rame-alluminio (Ni, Fe, Mn)	1,90
Leghe di zinco	1,50
Leghe antifrizione (metalli bianchi)	0,50

Tabella 5





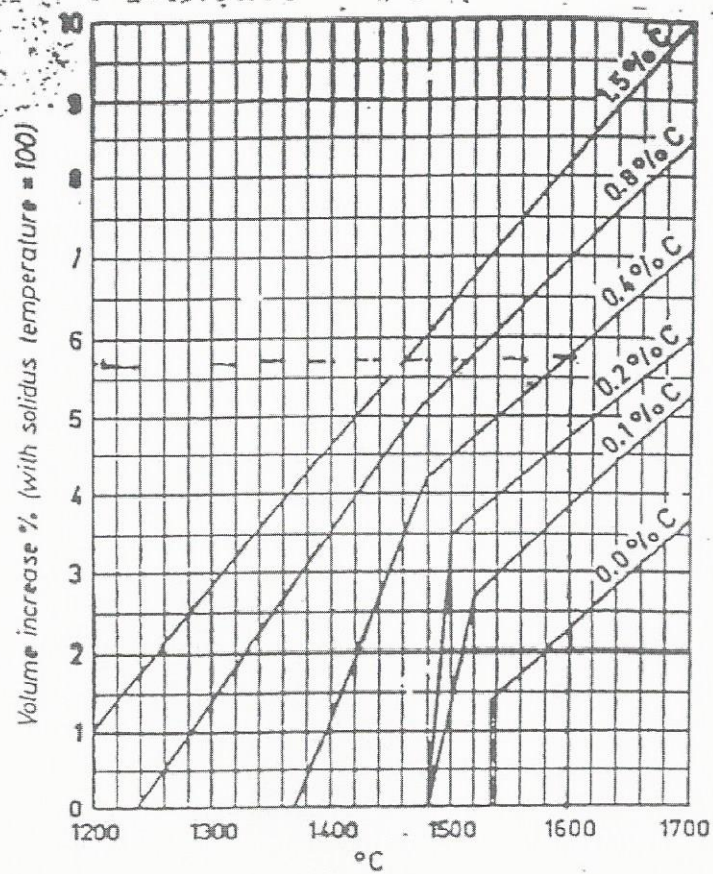
$$H = 1.5 D$$

Tabella 6

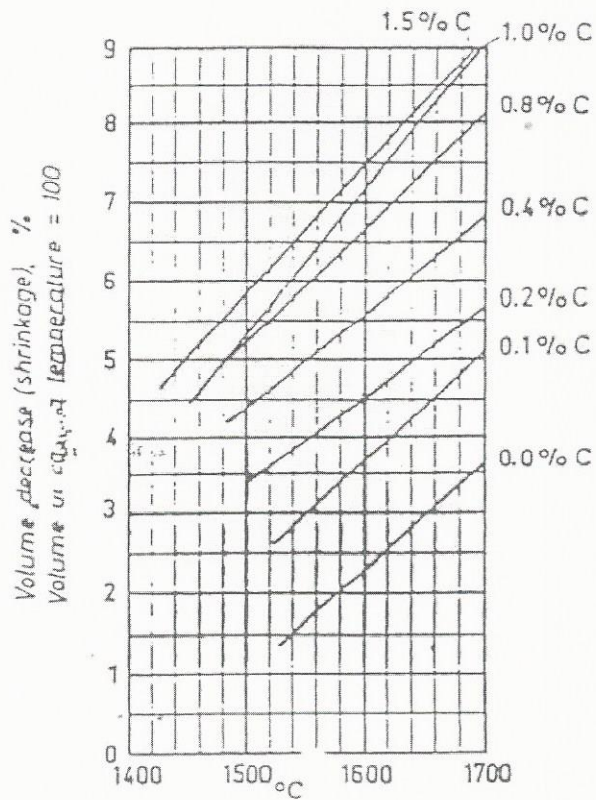
Materozze cilindriche.

$M_s$ cm	$D \varnothing$ mm	$H$ mm	$l'$ cm <sup>3</sup> /l	$\varnothing$ kg/t	Massimo volume del getto alimentabile per un ritiro di:							
					4°		5°		6°		7°	
					$l'$ cm <sup>3</sup> /l	$\varnothing$ kg/t	$l'$ cm <sup>3</sup> /l	$\varnothing$ kg/t	$l'$ cm <sup>3</sup> /l	$\varnothing$ kg/t	$l'$ cm <sup>3</sup> /l	$\varnothing$ kg/t
0.5	27	40	24	0.17	100	0.47	43	0.34	33	0.26	24	0.19
0.6	32	48	40	0.27	100	0.78	72	0.56	54	0.43	40	0.31
0.7	38	57	62	0.42	155	1.20	112	0.87	84	0.65	62	0.49
0.8	43	65	93	0.63	230	1.80	167	1.30	126	0.98	93	0.73
0.9	48	72	131	0.90	330	2.58	236	1.85	177	1.37	131	1.02
1.0	54	81	180	1.22	450	3.52	324	2.54	244	1.90	180	1.41
1.1	59	89	239	1.63	600	4.70	430	3.35	324	2.55	239	1.85
1.2	64	96	315	2.14	790	6.20	570	4.45	425	3.33	315	2.46
1.3	70	105	400	2.72	1000	7.80	720	5.60	540	4.30	400	3.12
1.4	75	113	500	3.40	1300	10.0	900	7.0	680	5.30	500	3.90
1.5	80	120	610	4.15	1600	11.7	1100	8.6	830	6.50	610	4.76
1.6	86	130	740	5.0	1900	14.9	1300	10.0	1000	7.80	740	5.80
1.7	91	137	890	6.1	2200	17.2	1500	12.5	1100	9.30	890	7.00
1.8	96	144	1.0	6.8	2.5	19.5	1.8	14.0	1.4	10.9	1.0	7.80
1.9	102	153	1.2	8.2	3.0	23.5	2.2	17.1	1.6	12.5	1.2	9.35
2.0	107	160	1.5	10	3.8	29.6	2.7	21.0	2.0	15.6	1.5	12.7
2.2	118	177	1.9	13	4.7	36.7	3.4	26.5	2.6	20.2	1.9	14.8
2.4	128	192	2.5	17	6.3	49.0	4.5	35.1	3.4	26.5	2.5	19.5
2.6	140	210	3.4	23	8.5	66.5	6.1	47.8	4.6	36.0	3.4	26.5
2.8	150	225	4.0	27	10	78.0	7.2	56.2	5.4	42.3	4.0	31.3
3.0	160	240	4.9	34	12	93.0	8.9	69.5	6.7	52.3	4.9	38.3
3.2	172	258	5.8	40	15	117	11	86.0	7.8	61.0	5.8	45.3
3.4	182	274	7.2	49	18	141	13	102	9.7	76.0	7.2	56.2
3.6	192	288	8.5	58	21	164	15	117	12	93	8.5	65.3
3.8	204	306	10	68	25	195	18	141	14	109	10	78.0
4.0	214	320	12	82	30	235	22	172	16	125	12	93.5
4.25	228	344	14	95	35	273	25	195	19	148	14	109
4.50	240	360	16	109	40	312	29	226	22	172	16	125
4.75	255	384	19	130	48	375	34	265	26	203	19	148
5.0	266	400	22	150	55	430	40	312	30	235	22	172
5.25	280	420	26	180	65	510	47	366	35	274	26	203
5.50	294	440	30	205	75	586	54	422	41	320	30	235
5.75	308	460	35	240	85	686	63	491	47	366	35	273
6.0	320	480	39	270	97	760	70	548	53	414	39	305
6.25	335	500	44	300	110	860	79	618	60	470	44	343
6.50	347	520	50	340	125	960	90	705	68	531	50	390
6.75	361	542	56	380	140	1.1	100	780	76	596	56	436
7.0	375	562	62	420	155	1.2	112	875	84	655	62	485
7.25	388	582	69	470	175	1.4	125	970	94	735	69	540
7.50	400	600	77	520	195	1.5	140	1.1	104	815	77	600
7.75	415	625	84	570	210	1.6	150	1.2	114	890	84	655
8.0	428	642	93	630	235	1.8	170	1.3	126	1.0	93	733
8.25	440	660	103	700	260	2.0	185	1.5	140	1.1	103	800
8.50	455	680	112	760	280	2.2	202	1.6	151	1.2	112	875
8.75	470	705	122	830	305	2.5	220	1.7	165	1.3	122	950
9.0	482	725	133	900	335	2.6	240	1.9	180	1.4	133	1.0
9.25	495	742	143	960	360	2.8	257	2.0	195	1.5	143	1.1
9.50	508	762	156	1.1	390	3.0	280	2.2	212	1.7	156	1.2
9.75	522	785	168	1.2	425	3.3	305	2.4	228	1.8	168	1.3
10.0	535	800	180	1.3	450	3.5	325	2.5	244	1.9	180	1.4
10.5	561	845	210	1.4	525	4.1	380	2.9	284	2.2	210	1.7
11	590	885	240	1.6	600	4.7	430	3.4	325	2.5	240	1.9
11.5	615	920	276	1.0	675	5.3	500	3.9	375	2.9	276	2.2
12	645	970	315	2.2	700	6.2	565	4.4	425	3.3	315	2.5
12.5	670	1000	352	2.4	880	6.9	635	5.0	480	3.8	352	2.8
13	700	1050	400	2.7	1000	7.8	720	5.6	540	4.2	400	3.1
13.5	725	1080	445	3.1	1120	8.7	800	6.3	600	4.7	445	3.5
14	750	1120	500	3.4	1250	9.7	900	7.1	680	5.3	500	3.9
14.5	775	1160	554	3.8	1400	11.0	1000	7.8	750	5.9	554	4.3
15	805	1210	610	4.2	1550	12.0	1100	8.6	825	6.5	610	4.8
16	860	1290	744	5.1	1850	14.6	1350	10.5	1000	7.8	744	5.8
17	910	1370	800	6.1	2200	17.5	1600	12.5	1200	9.3	800	7.0
18	965	1450	1000	7.2	2650	20.7	1900	14.8	1450	11.5	1000	8.3
19	1020	1530	1250	8.5	3150	24.0	2250	17.5	1700	13.7	1250	9.7
20	1070	1600	1400	9.5	3500	27.4	2500	19.6	1900	14.8	1400	10.9





Variations in the volume of iron-carbon alloys with temperature.



Temperature dependence of the shrinkage of iron-carbon alloys.

Materiale	d	L
Acciaio	0.40 D	0.14-0.18 D
Ghisa	0.66 D	0.14-0.18 D
Leghe di rame	0.66 D	0.35 D
Leghe leggere	0.75 D	0.40 D

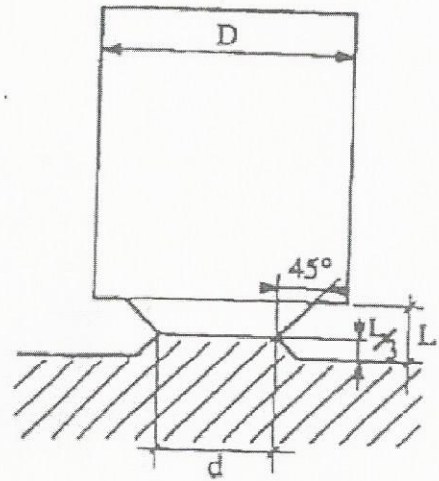
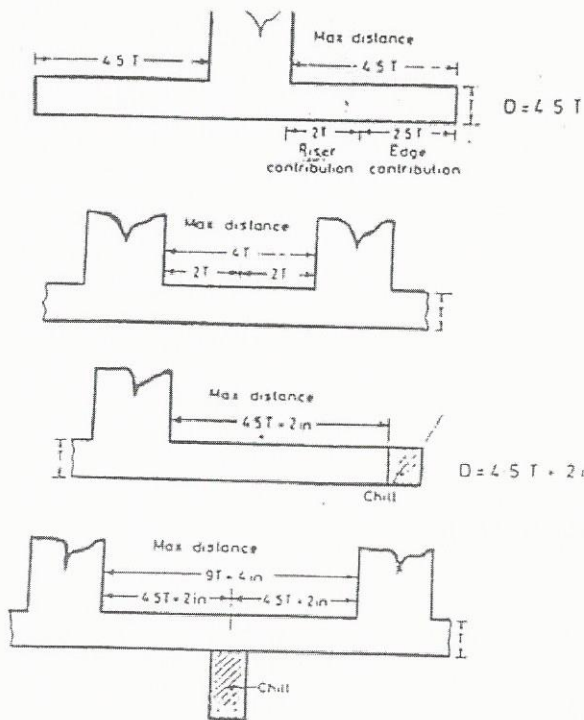
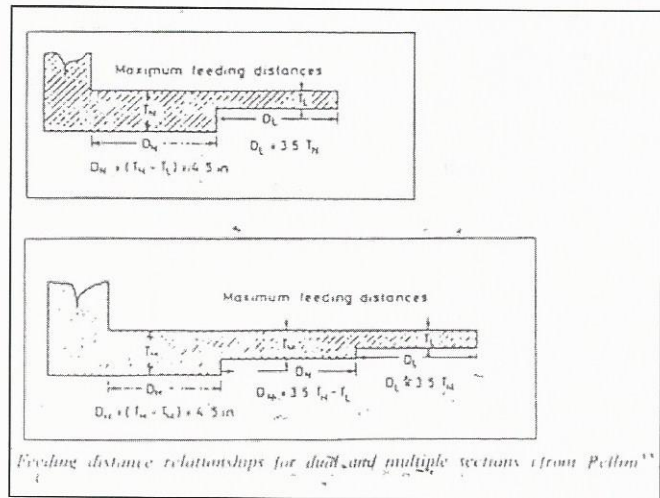


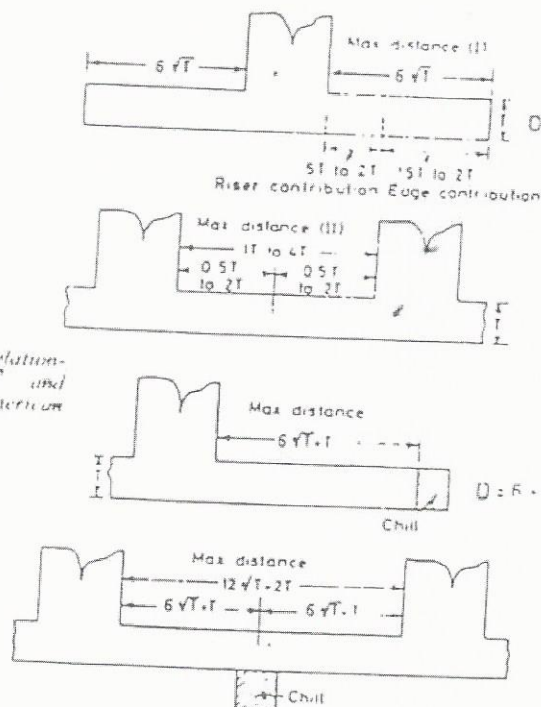
Tabella 8



Feeding distance relationships for plates (after Bishop<sup>36</sup> and Mykowsky<sup>38</sup>) (courtesy of American Foundrymen's Society)



Feeding distance relationships for dual and multiple sections (from Pellum<sup>37</sup>)



Feeding distance relationships for bars (after Bishop<sup>37</sup> and Mykowsky<sup>38</sup>) (courtesy of American Foundrymen's Society)

Tabella 9

Td : tempo di permanenza della forma all'irraggiamento prima dell'insorgere di un difetto

Tabella 10

	a verde fine (AFS > 100)	a verde grossa (AFS < 100)	sintetico
Td (sec.)	3 - 5	5 - 12	20 - 60

## 7.2 TEMPO DI COLATA

Per il dimensionamento del sistema occorre valutare con attenzione il tempo di colata. La scheda tecnica ASSO FOND R 03 definisce una formula per valutare il tempo massimo di colata prima dell'inizio della solidificazione.

$$t \leq \frac{\pi}{4} C \left( \frac{\gamma_1 c_1}{\theta_1} \right)^2 \left( \frac{1}{h_2 \gamma_2 c_2} \right)^2 (\theta_c - \theta_1)^2 \omega^2 \left( \frac{V}{S} \right)^2$$

in cui:

C = fattore di riduzione = 0,85

$\gamma$  = peso specifico

c = calore specifico

h = diffusibilità termica

1 = indice metallo

2 = indice forma

$\theta_c$  = temperatura di colata (del metallo all'ingresso nella forma) 1560 °C

$\theta_1$  = temperatura di liquidus

$\omega$  = fattore di forma

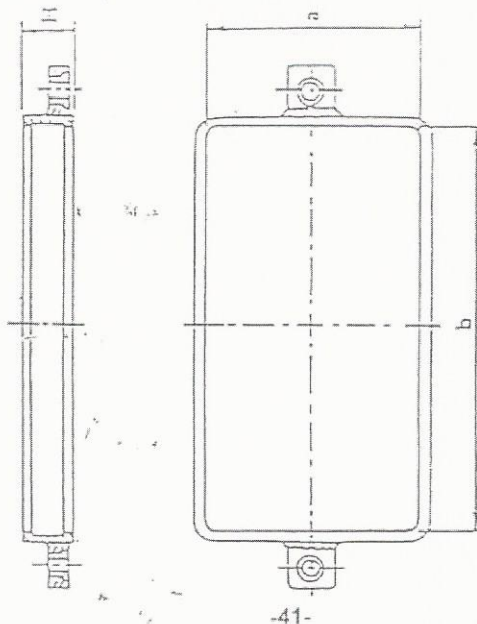
V = volume

S = superficie



# DIMENSIONI DELLE STAFFE

Di seguito si riportano le dimensioni (mm) delle staffe secondo le norme UNI 6785-70.



41-

## Serie quadrata

		II									
a	b	50	63	80	100	125	160	200			
315	315										
355	355										
400	400										
450	450										
500	500										
560	560										
630	630										
710	710										
800	800										
1000	1000										

315 355 400 450 500 560 630 710 800 1000

315 355 400 450 500 560 630 710 800 1000

## Serie rettangolare con rapporto $b/a = 1,25$

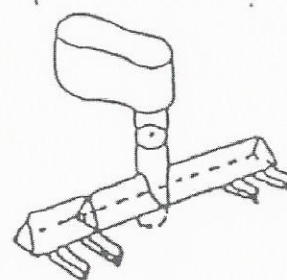
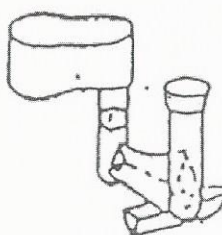
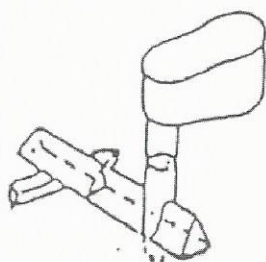
		II									
a	b	50	63	80	100	125	160	200			
250	315										
200	250										
315	400										
255	450										
400	500										
450	560										
500	630										
560	710										
600	800										
710	900										
800	1000										
900	1100										
1000	1250										
1100	1400										
1200	1500										
1300	1600										
1400	1700										
1500	1800										

## Serie rettangolare con rapporto $b/a = 1,75$

		II									
a	b	50	63	80	100	125	160	200			
315	560										
355	630										
400	710										
450	800										
500	900										
560	1000										
630	1200										
710	1300										
800	1400										
900	1600										
1000	1800										

Materiali - per staffe in profilati, acciaio - Fe 37 D UNI 5324-61  
similare;  
- per staffe in getti, ghisa seconda UNI 4544 o acciaio Fe C.  
UNI 4544-61

Tabella 11



Conole di galata		Conole alimentare		Allacca semplice	
Ønastro mm (A)	Sezione mm <sup>2</sup>	Dimensioni (A x B)	Sezione mm <sup>2</sup>	Dimensioni (A x B)	Sezione mm <sup>2</sup>
15	177	15 x 18	135	13 x 13	85
18	255	18 x 21	109	18 x 18	128
20	314	20 x 24	240	10 x 18	162
22	300	22 x 26	282	20 x 20	200
25	491	26 x 29	363	22 x 22	242
30	707	30 x 35	525	27 x 27	364
35	962	35 x 41	718	31 x 31	481
40	1257	40 x 47	940	35 x 35	613
45	1590	45 x 53	1193	40 x 40	800
Allacca doppia		Allacca triplo		Allacca quadruplo	
Dimensioni (A x B)	Sezione mm <sup>2</sup>	Dimensioni (A x B)	Sezione mm <sup>2</sup>	Dimensioni (A x B)	Sezione mm <sup>2</sup>
9 x 9	81	9 x 9	81	7 x 7	49
11 x 11	121	11 x 11	121	8 x 8	64
13 x 13	169	13 x 13	169	9 x 9	81
14 x 14	196	14 x 14	196	10 x 10	100
16 x 16	256	16 x 16	256	11 x 11	121
19 x 19	361	19 x 19	361	13 x 13	169
22 x 22	484	22 x 22	484	16 x 16	256
25 x 25	625	25 x 25	625	18 x 18	324
27 x 27	729	27 x 27	729	20 x 20	400

Für Helene Friede \* Glaserfachkunde \* Eilberg J. Helz \* Wehrmann an der  
Hergshausen.

Tabella 12



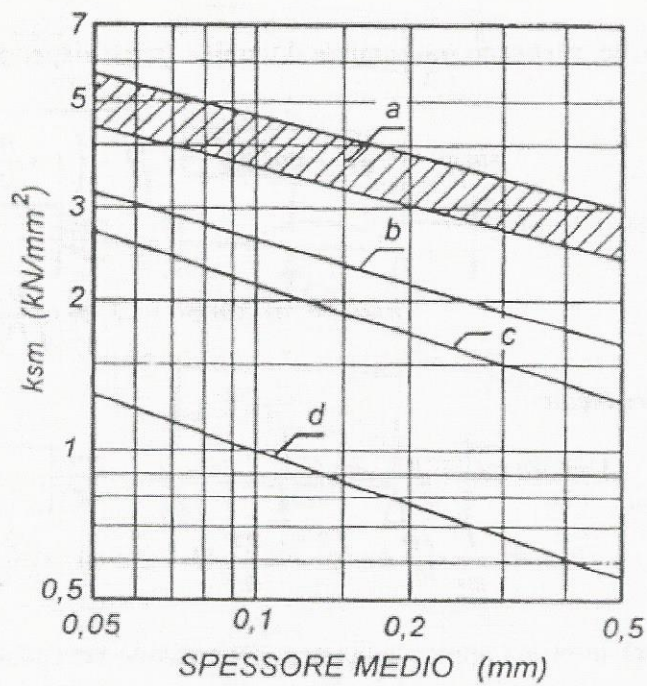
## Fresatura

Materiale del pezzo	Materiale dell'inserto	Velocità di taglio (m/min)	Avanzamento per dente (mm)
Acciaio $R_m = 600 \div 850$ MPa	P25-P40	120	0,3
Acciaio $R_m = 850 \div 1200$ MPa	P20-P30	80	0,2
Ghisa grigia HB < 1800 MPa	K10-K20	100	0,3
Ghisa grigia HB > 1800 MPa	K10-K20	80	0,2
Ottone-bronzo	K10-K30	180	0,5
Leghe leggere	K10-K20	500	0,3

Fig. 9.11

Pressione di taglio media  $k_{sm}$  in funzione dello spessore medio  $h_m$ .

- a) acciai ( $R_m = 500 \div 700$  N/mm<sup>2</sup>),
- b) ghisa sferoidale,
- c) ghisa grigia,
- d) ottone.



## Foratura

Materiale	Avanzamento (mm/giro)							Velocità di taglio (m/min)
	Diametro del foro (mm)							
	1÷3	3÷6	6 ÷12	12÷18	18÷25	25÷35	35÷50	
G 15÷20	0,025÷0,08	0,08÷0,16	0,16÷0,26	0,26÷0,32	0,32÷0,42	0,42÷0,50	0,55	25 ÷ 30
G 25÷30	0,014÷0,05	0,05÷0,10	0,10÷0,16	0,16÷0,22	0,22÷0,26	0,26÷0,32	0,35	18 ÷ 23
Acciaio R <sub>m</sub> = 300 - 500(*)	0,015÷0,06	0,06÷0,12	0,12÷0,2	0,20÷0,25	0,25÷0,30	0,30÷0,35	0,40	30 ÷ 45
Acciaio R <sub>m</sub> = 500 - 700(*)	0,015÷0,04	0,04÷0,10	0,10÷0,16	0,16÷0,22	0,22÷0,27	0,27÷0,32	0,35	25 ÷ 35
Acciaio R <sub>m</sub> = 700 - 900(*)	0,008÷0,03	0,03÷0,08	0,08÷0,12	0,12÷0,18	0,18÷0,21	0,21÷0,25	0,30	18 ÷ 25
Acciaio R <sub>m</sub> = 900 - 1100(*)	0,007÷0,02	0,02÷0,05	0,05÷0,10	0,10÷0,14	0,14÷0,18	0,18÷0,22	0,25	10 ÷ 16
Acciaio inox.	0,015÷0,04	0,04÷0,10	0,10÷0,16	0,16÷0,20	0,20÷0,26	0,26÷0,28	0,30	7,5 ÷ 12
Ottone	0,03÷0,09	0,09÷0,17	0,17÷0,30	0,30÷0,40	0,40÷0,48	0,48÷0,50	0,65	fino a 160
Ottoni speciali-Bronzo	0,02÷0,05	0,05÷0,10	0,10÷0,18	0,18÷0,25	0,25÷0,30	0,30÷0,35	0,45	fino a 65
Allunúffio	0,03÷0,10	0,10÷0,18	0,18÷0,32	0,32÷0,40	0,40÷0,52	0,52÷0,60	0,65	fino a 200
Rame	0,02÷0,06	0,06 ÷0,12	0,12÷0,22	0,22÷0,28	0,28÷0,32	0,32÷0,38	0,45	fino a 70
Materie plastiche	0,03÷0,06	0,06÷0,08	0,08÷0,12	0,12÷0,18	0,18÷0,25	0,25÷0,30	0,40	20÷25

(\*) MPa

**Tabella 9.4 - Valori orientativi della pressione di taglio  $k_s$  per foratura con punte elicoidali in acciaio superrapido e profondità del foro pari a  $l \div 2 \cdot D$ .**

Per profondità maggiori, per punte ad inserti, per lamatura e per alesatura (allargatura) è necessario moltiplicare questi valori per fattori correttivi  $F_c$  riportati in fondo alla tabella.

Materiale	$R_m$ ( $N/mm^2$ )	Pressione di taglio $k_s$ ( $N/mm^2$ )					
		spessore di truciolo $h$ (mm)					
		0,04	0,06	0,10	0,15	0,25	0,40
C 15	370	4750	4150	3650	3200	2800	2450
C 35	500	5200	4450	3850	3300	2850	2450
Fe 50	550	5000	4350	3800	3300	2900	2500
Fe 70	800	5850	5050	4300	3700	3200	2750
9SMnPb28	410	2550	2450	2300	2100	2000	1800
16MnCr5	500	4800	4200	3650	3150	2750	2400
39NiCrMo3	830	4150	3750	3400	3050	2750	2500
50CrV4	670	4900	4300	3800	3350	2950	2600
X205Cr12KU	700	5150	4550	4050	3600	3200	2800
X21Cr13KU	880	3650	3350	3100	2900	2650	2450
X5CrNiMo1712	560	3800	3500	3250	2950	2700	2500
X31Cr13KU	700	4350	3950	3600	3300	3000	2700
Ghise grigie ( $HBS = 190 \div 210$ )		4000	3500	3050	2600	2200	1900
Bronzi - Ottoni		2000	1700	1500	1300	1100	680
Leghe leggere		1500	1200	1100	980	750	470

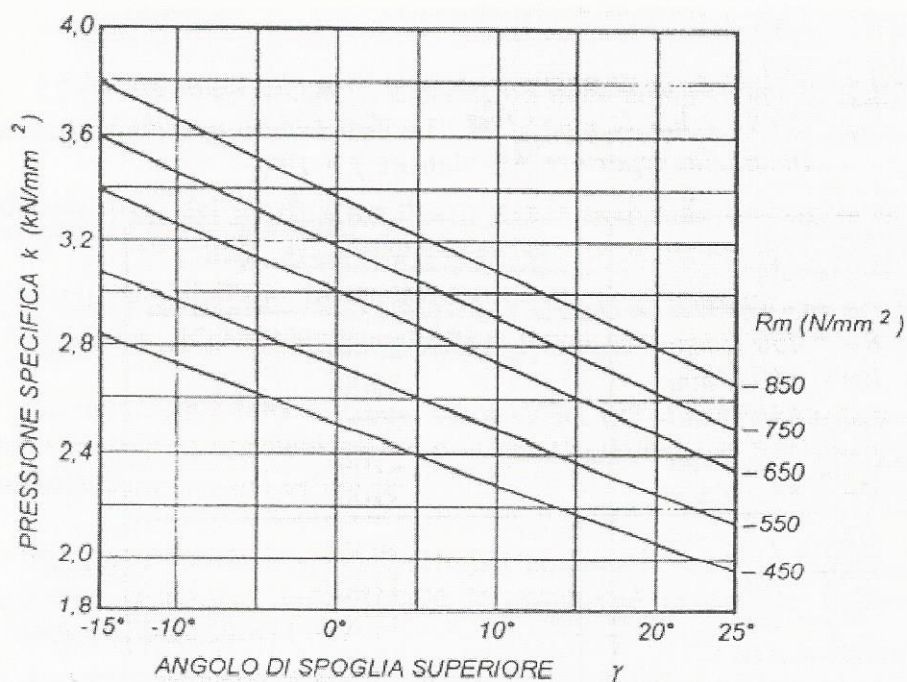
Forature con punte elicoidali di profondità $\geq 2 \cdot D$ :	$F_c = 1,1 \div 1,25$
Forature con punte ad inserti di profondità $l \div 2 \cdot D$ :	$F_c = 0,85$
Forature con punte ad inserti di profondità $> 2 \cdot D$ :	$F_c = 1,00$
Alesatura (allargatura di fori) e lamatura:	$F_c = 0,75$



# Tornitura

Materiale pezzo	Materiale inserto						
	P01	P10	P20	P30	P40	M10	M40
	Avanzamento mm/giro						
	0.3-0.05	0.7-0.3-0.1	1-0.3-0.1	2-0.4-0.2	2.5-0.4	0.5-0.2	3-0.4
Acciaio al C $R_m = 400-600$ (*)	250-350	200-250-300	100-250-290	70-150-200	40-150		
Acciaio al C $R_m = 600-800$ (*)	200-300	150-200-250	80-150-200	50-100-180	30-100		
Acciaio legato $R_m = 1000-1100$ (*)	120-200	70-100-150	40-80-100	25-60-90	20-60		
Acciaio legato $R_m = 1100-1500$ (*)	100-150	60-90-120	30-70-90	20-50-70	15-50		
Acciaio inox austenitico			100-140-170	90-120-150	80-110		25-90
Leghe resistenti al calore						30-50	
Getti di acciaio a basso tenore di carbonio			55-90-110	30-70-100	20-60		

Materiale	$w'$
Acciai	0,19
Ghise	0,13
Ottoni	0,25
Leghe leggere	0,06



**ESAME DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO  
DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE SENIOR**

**PROVA PROGETTUALE DI IMPIANTI INDUSTRIALI**

Un'azienda che opera nel mercato della fornitura di proiettori per uso automobilistico intende sviluppare un nuovo reparto di stampaggio da dedicare ad una grande commessa acquisita per i prossimi 4 anni. La commessa riguarda la produzione di circa 780.000 coppie di proiettori distribuita su 4 varianti (guida destra/sinistra e lampada normale/allo xeno) secondo le percentuali riportate nell'allegato I.

Le operazioni necessarie per lo stampaggio del componente principale che costituisce il fanale e le caratteristiche dei macchinari e delle attrezzature da utilizzare sono descritte nell'allegato II.

Lo studio e la progettazione del reparto vanno eseguiti tenendo conto delle seguenti informazioni di carattere generale:

- apertura dell'impianto 300 gg/anno per 8 h a turno;
- costo aziendale della manodopera pari a circa 15 €/ora per il primo turno, con maggiorazione di 10€/ora per gli altri due turni.

Il candidato, formulando delle ipotesi coerenti per eventuali ulteriori dati che dovesse ritenere utili o necessari, effettui il dimensionamento di massima del reparto, il quale dovrà comprendere:

- La definizione e lo sviluppo delle diverse alternative progettuali (numero di turni di lavoro, numero totale dei macchinari, numero totale di addetti alla produzione, ecc.);
- L'analisi comparativa delle soluzioni sviluppate in termini delle diverse prestazioni del reparto (costo, flessibilità, ecc.);
- Il dimensionamento di massima di un buffer inter-operazionale a valle del reparto considerando che il reparto a valle processi contemporaneamente in maniera continuativa a tasso di produzione costante tutte le varianti di prodotto;
- L'individuazione, l'analisi comparativa e la scelta della tipologia di sistemi di movimentazione interna dei materiali da utilizzare;
- La rappresentazione di massima del layout del reparto (disposizione su una pianta rettangolare di proporzioni 1:2).



## ALLEGATI

### Allegato I – Ripartizione delle varianti

<b>Guida destra</b>		<b>Guida sinistra</b>	
<b><i>normale</i></b>	<b><i>xeno</i></b>	<b><i>Normale</i></b>	<b><i>Xeno</i></b>
20%	10%	50%	20%

### Allegato II

#### ***Descrizione del processo di stampaggio***

Il reparto è alimentato da materiale alla rinfusa che viene caricato sulla pressa di stampaggio. È prevista una produzione di tipo intermittente a lotti (500 coppie). Il passaggio da una tipologia di proiettori all'altra richiede un cambio stampo, realizzato da un manutentore (costo pari a 25€/h), della durata di 3 ore durante il quali la macchina non produce ed il conduttore è libero da impegni.

Una volta stampato il componente (una coppia a battuta) deve essere estratto dallo stampo (10 secondi a coppia), ed i corpi estratti devono essere successivamente smaterozzati. Questa operazione richiede 10 s a coppia e viene condotta off-line da un operatore dedicato.

Prove empiriche hanno dimostrato che il numero massimo di presse che un singolo operatore può seguire senza che si debbano sopportare tempi di stand-by significativi è pari a 5.

#### ***Macchinari e attrezzature***

Ciascuna pressa, caratterizzata da un ingombro di 3x5 metri, costa 250.000 € (si consideri un costo di installazione aggiuntivo del 15%), mentre ciascuno stampo, delle dimensioni di 1x1 metri) costa 50.000 € e presenta una vita utile di 90.000 battute.

Le presse presentano una elevata affidabilità pari al 98%.

#### ***Edificio industriale e impianti generali***

Si consideri un costo indicativo per l'edificio industriale pari a 500 €/m<sup>2</sup> e per gli impianti generali (riscaldamento, illuminazione, f.e.m., acqua industriale e potabile, aria compressa) pari a 80 €/m<sup>2</sup>. Si consideri inoltre un'area dedicata ad attrezzatura e magazzino ricambi pari al 15 % dell'area occupata dai macchinari.

**Prova progettuale**

Si desidera effettuare la misura delle temperature in due punti di una coltura biologica, tramite due termocoppie identiche caratterizzate da un potere termoelettrico costante  $\mu_T = 30 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ , nell'intervallo di misura della temperatura  $\Delta T = (20 - 60)^\circ\text{C}$ . Si consideri la termocoppia come un componente la cui tensione di uscita sia espressa dalla seguente relazione lineare:  $V_{out} = \mu_T \times T$ .

- a) Utilizzando amplificatori operazionali progettare e disegnare due amplificatori uguali in grado di fornire, ciascuno, in uscita, in corrispondenza di  $20^\circ\text{C}$  e  $60^\circ\text{C}$ , rispettivamente 2.4 V e 7.2V.
- b) Utilizzando gli amplificatori operazionali di cui al punto (a), progettare e disegnare un altro circuito in grado di fornire una uscita proporzionale alla somma di due temperature generiche tenendo conto che nel caso che le due termocoppie misurino entrambe  $T_1=T_2=60^\circ\text{C}$ , la tensione di uscita sia di 14.4 V.
- c) Valutare se uno dei due circuiti già progettati che precedono il sommatore è in grado, in condizioni di rapporto segnale rumore maggiore di 1 ( $S/N>1$ ), di rendere osservabile una variazione di temperatura, attorno a  $50^\circ\text{C}$ , di  $10^{-4}^\circ\text{C}$  (si utilizzi una banda di  $10^4 \text{ Hz}$ ).

(Nel caso in cui non sia verificata la condizione di  $S/N>1$  si proceda alla riprogettazione relativa al punto (a))

- d) Utilizzando amplificatori operazionali di cui al punto (a) progettare e disegnare un circuito in grado di fornire una uscita proporzionale alla differenza delle due temperature.
- e) Si progetti un circuito, utilizzando op-amp e transistori bipolari, in grado di segnalare, tramite due diodi LED (rosso e verde) quale delle due temperature è maggiore dell'altra.
- f) Si esprima il proprio punto di vista sulla possibilità di realizzare un circuito che segnali quando le due temperature sono uguali?

Buon lavoro



# **Esami di Stato – I Sessione 2012**

## **Prova progettuale – Informatica**

Scrivere un programma in linguaggio C, C++ o Java che rispetti le seguenti specifiche. Il programma riceve in ingresso una lista di nomi di file. Il programma legge il contenuto di tutti i file e costruisce un indice delle parole contenute nei file. L'indice deve essere basato su una tabella hash. Una parola è definita come una qualsiasi sequenza di caratteri delimitata da spazi, tab, segni di punteggiatura e ritorni carrello. Infine il programma salva in un file dal nome predefinito ("index.hash") la tabella hash in un formato che consenta la successiva lettura ed utilizzo da parte di un altro programma. Si presti attenzione a strutturare correttamente il codice e ad utilizzare un adeguato livello di commenti.

ESAME DI STATO  
INGEGNERIA GESTIONALE  
IV PROVA SPECIALISTI

In un impianto produttivo devono essere realizzati tre manufatti, denominati prodotto *A*, prodotto *B* e prodotto *C*. L'impianto lavora 250 giorni l'anno, e per ogni giorno lavorativo vi è un unico turno di 8 ore. Ci sono 5 operazioni complessivamente richieste dai tre prodotti: *tranciatura*, *dentellatura*, *punzonatura*, *piegatura* e *finitura*. In particolare, il prodotto *A* richiede la sequenza di operazioni: *tranciatura*, *dentellatura*, *piegatura* e *finitura*; il prodotto *B* richiede la sequenza: *tranciatura*, *punzonatura*, *piegatura* e *finitura*; infine, il prodotto *C* richiede la sequenza: *tranciatura*, *piegatura*, *punzonatura* e *finitura*.

La domanda dei tre prodotti è nota e costante, e con essa i volumi di produzione pari a 32000 unità per il prodotto *A*, 20000 per il prodotto *B*, e 25000 per il prodotto *C*. Sono anche noti i tempi medi che intercorrono tra due avarie consecutive di una macchina (denominati MTBF, *Mean Time Before Failure*), la percentuale degli scarti prodotti da ogni macchina, ed i tempi ciclo di targa delle macchine che svolgono in maniera dedicata ciascuna fase di lavorazione, come riportato nella tabella seguente:

<i>Macchina</i>	<i>Tempo ciclo</i>	<i>MTBF</i>	<i>%scarti</i>	<i>Costo</i>
Tranciatura	1,6 min	2420 ore	0%	200KEuro
Dentellatura	1.8 min	2320 ore	8%	150KEuro
Punzonatura	1,8 min	3620 ore	10%	150KEuro
Piegatura	2,0 min	1245 ore	8%	80KEuro
Finitura	1,6 min	2420 ore	2%	90KEuro

Si noti che il tempo medio necessario per riparare una macchina in avaria è di 25 ore. Inoltre, ogni macchina è in grado di effettuare il controllo di qualità della lavorazione effettuata e, in caso esito negativo, di scartare il pezzo lavorato.

Dato il costo unitario dei macchinari (riportato nella tabella soprastante), si stabilisca se sia più conveniente progettare il layout produttivo per linea o per reparti, riportando tutti i dettagli dei due progetti.

## Ingegneria delle telecomunicazioni – Prova progettuale Senior (prima sessione 2012)

Si consideri una azienda con un numero di dipendenti  $M=190$  interconnessa alla rete telefonica (PSTN) attraverso un centralino. Ogni dipendente sulla sua scrivania ha un telefono direttamente connesso al centralino, mentre vi sono  $H$  linee telefoniche verso la PSTN. Il gestore della PSTN offre all'azienda linee telefoniche con modularità 8 (ovvero  $H=8*i$  con  $i=0,1,2,3,4,\dots$ );

Si assuma che:

- il traffico telefonico uscente (azienda  $\rightarrow$  esterno) offerto dal SINGOLO utente è di tipo poissoniano, con frequenza di interattivo fra i tentativi di chiamata  $\lambda_u = 3.2$  (chiamate/ora) e durata media delle chiamate di  $\theta = 3$  (min);
- il traffico telefonico entrante (esterno  $\rightarrow$  azienda) offerto al SINGOLO utente è di tipo poissoniano con frequenza di interattivo fra i tentativi di chiamata  $\lambda_e = 1$  (chiamate/ora) ed una durata media delle chiamate di  $\theta = 3$  (min);

Si valuti il traffico offerto totale  $A_o$ .

Utilizzando le tabelle della formula Erlang B riportate nel testo, il candidato pianifichi il numero minimo di linee  $H$  che l'azienda deve richiedere al gestore della PSTN in modo tale da avere una probabilità di blocco di chiamata minore di  $10^{-2}$ . Si valuti il numero medio  $A_s$  di linee attive nell'unità di tempo (si possono compiere delle approssimazioni, si valuti se vale la pena interpolare i valori della tabella oppure utilizzare direttamente il valore corrispondente alla colonna più vicina al traffico offerto).

NB Si consideri valida l'approssimazione di traffico poissoniano sia per il traffico uscente che per quello entrante... quindi ad esempio NON si tenga in conto della minore frequenza di generazione delle chiamate uscenti per gli utenti che sono occupati.

Successivamente, l'azienda intende passare al VoIP e vuole valutare il carico utilizzando una codifica con bit rate netto 8 kb/s e una codifica con bit rate netto 16kb/s. Per entrambe le codifiche si considerano intervalli di pacchettizzazione di 20ms e di 10ms. Si hanno quindi 4 casi da valutare:

- A 8kb/s e 20ms
- B 8kb/s e 10ms
- C 16kb/s e 20ms
- D 16kb/s e 10ms

Si valuti il bit rate lordo (in kb/s) a livello IP dei quattro casi  $R_{IP-A}$ ,  $R_{IP-B}$ ,  $R_{IP-C}$ ,  $R_{IP-D}$ , considerando quindi tutte le intestazioni (livello IP 20 bytes, UDP 8 bytes e RTP 12 bytes).

Si consideri il trasferimento su un link ethernet a 100Mb/s. La trama ethernet è riportata in allegato, si utilizza il formato di trama Ethernet e non 802.3. Quindi il campo type/length contiene "type" e non c'è intestazione LLC ma direttamente il campo Data. Si tenga conto dell'interframe gap di 96 bit tra una trama e l'altra.

Utilizzando le tabelle di Erlang, si consideri il numero di flussi  $X$  che consente di supportare il traffico per il 99,9% del tempo (ossia con probabilità di blocco minore di  $10^{-3}$ ).

Per i quattro casi A B C D si valuti la frazione della capacità del link da 100Mb/s a livello ethernet (inclusi gli interframe gap) che corrisponde agli  $X$  flussi (si indichi la frazione con una percentuale con due cifre dopo la virgola, es. 10,23%).



La soluzione deve riportare lo svolgimento completo e un riepilogo così organizzato:

Numero di linee e traffico smaltito

H	
As	

Bit rate lordo (in kb/s) a livello IP

A	B	C	D

Numero di flussi che consente di supportare il traffico per il 99,9%

X	
---	--

Frazione della capacità del link da 100Mb/s (percentuale con due cifre dopo la virgola)

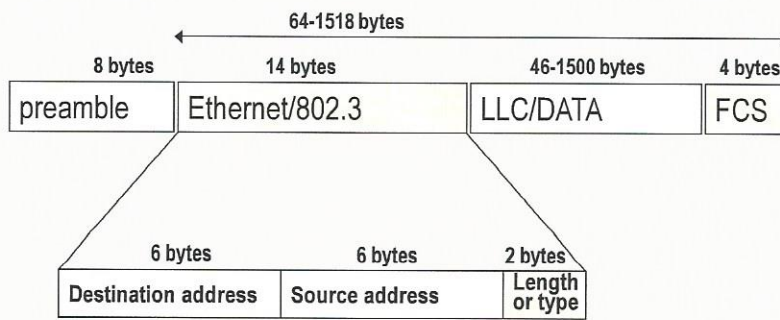
A	B	C	D



E1,S(A0)

S	A0										
	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	100
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0,967742	0,972222	0,97561	0,978261	0,980392	0,982143	0,983607	0,985915	0,987654	0,989011	0,990099
2	0,935551	0,944487	0,951249	0,956542	0,960799	0,964297	0,967222	0,971837	0,975312	0,978025	0,9802
3	0,903433	0,916799	0,926918	0,934846	0,941223	0,946463	0,950847	0,957763	0,962974	0,967041	0,970303
4	0,871395	0,88916	0,902621	0,913172	0,921663	0,928642	0,934481	0,943696	0,95064	0,95606	0,960408
5	0,839444	0,861575	0,87836	0,891523	0,90212	0,910834	0,918125	0,929636	0,938311	0,945082	0,950515
6	0,80759	0,834048	0,854137	0,8699	0,882597	0,89304	0,90178	0,915582	0,925985	0,934108	0,940624
7	0,77584	0,806585	0,829955	0,848306	0,863094	0,875261	0,885446	0,901534	0,913664	0,923136	0,930736
8	0,744206	0,779192	0,805817	0,826741	0,843612	0,857497	0,869124	0,887494	0,901348	0,912167	0,92085
9	0,7127	0,751873	0,781726	0,805209	0,824152	0,83975	0,852815	0,873461	0,889037	0,901202	0,910966
10	0,681336	0,724636	0,757688	0,783711	0,804716	0,822021	0,836518	0,859437	0,87673	0,89024	0,901085
11	0,650128	0,697488	0,733705	0,762249	0,785306	0,804309	0,820235	0,84542	0,864429	0,879282	0,891206
12	0,619094	0,670439	0,709782	0,740828	0,765924	0,786617	0,803967	0,831412	0,852134	0,868328	0,88133
13	0,588253	0,643497	0,685924	0,719448	0,74657	0,768946	0,787714	0,817413	0,839844	0,857377	0,871456
14	0,557628	0,616674	0,662137	0,698114	0,727247	0,751297	0,771476	0,803423	0,82756	0,846431	0,861586
15	0,527244	0,58998	0,638428	0,67683	0,707957	0,733671	0,755256	0,789443	0,815282	0,835488	0,851718
16	0,497129	0,56343	0,614802	0,655598	0,688703	0,71607	0,739054	0,775473	0,80301	0,82455	0,841853
17	0,467316	0,537037	0,591268	0,634424	0,669487	0,698495	0,722871	0,761514	0,790746	0,813616	0,831991
18	0,437842	0,510821	0,567835	0,613311	0,650311	0,680949	0,706708	0,747567	0,778488	0,802687	0,822133
19	0,408749	0,484798	0,544511	0,592266	0,631179	0,663432	0,690566	0,733631	0,766237	0,791762	0,812278
20	0,380085	0,45899	0,521307	0,571294	0,612095	0,645947	0,674447	0,719708	0,753994	0,780843	0,802426
21	0,351903	0,433423	0,498235	0,5504	0,593061	0,628497	0,658352	0,705798	0,74176	0,769928	0,792577
22	0,324264	0,408122	0,475309	0,529593	0,574081	0,611083	0,642283	0,691902	0,729533	0,759019	0,782733
23	0,297236	0,383118	0,452542	0,50888	0,555161	0,593708	0,626241	0,678021	0,717315	0,748116	0,772892
24	0,270895	0,358445	0,429951	0,488268	0,536304	0,576376	0,610228	0,664155	0,705106	0,737218	0,763055
25	0,245325	0,334143	0,407556	0,467769	0,517516	0,559088	0,594246	0,650305	0,692907	0,726326	0,753222
26	0,220618	0,310253	0,385375	0,447392	0,498803	0,541849	0,578297	0,636472	0,680717	0,715441	0,743393
27	0,196872	0,286825	0,363433	0,427148	0,480171	0,524662	0,562383	0,622658	0,668538	0,704562	0,733568
28	0,174191	0,263911	0,341754	0,407052	0,461627	0,507531	0,546507	0,608862	0,65637	0,69369	0,723748
29	0,152684	0,24157	0,320368	0,387117	0,443179	0,490461	0,530672	0,595087	0,644214	0,682825	0,713933
30	0,13246	0,219866	0,299307	0,367359	0,424835	0,473457	0,514879	0,581334	0,632069	0,671967	0,704122
31	0,113622	0,19887	0,278604	0,347796	0,406605	0,456523	0,499134	0,567603	0,619938	0,661117	0,694317
32	0,096266	0,178654	0,258301	0,328448	0,388499	0,439666	0,483438	0,553896	0,607819	0,650275	0,684517
33	0,080472	0,159297	0,238439	0,309337	0,370529	0,422891	0,467796	0,540215	0,595715	0,639442	0,674722
34	0,066298	0,140881	0,219065	0,290487	0,352707	0,406207	0,452211	0,526562	0,583625	0,628617	0,664933
35	0,053771	0,123484	0,20023	0,271924	0,335048	0,389621	0,436689	0,512937	0,571551	0,617802	0,65515
36	0,042887	0,107186	0,181989	0,253678	0,317566	0,373141	0,421235	0,499344	0,559493	0,606996	0,645372
37	0,033605	0,092058	0,1644	0,235782	0,30028	0,356776	0,405852	0,485783	0,547453	0,596201	0,635602
38	0,025845	0,078163	0,147524	0,218271	0,283208	0,340537	0,390548	0,472257	0,535431	0,585416	0,625838
39	0,019493	0,065548	0,131421	0,201183	0,266371	0,324436	0,375329	0,458769	0,523428	0,574642	0,61608
40	0,014409	0,054244	0,116156	0,184559	0,249792	0,308485	0,360202	0,445322	0,511446	0,563879	0,60633
41	0,010433	0,044256	0,101788	0,168444	0,233496	0,292697	0,345175	0,431917	0,499485	0,553129	0,596588
42	0,007397	0,035568	0,088374	0,152884	0,21751	0,277088	0,330256	0,418558	0,487548	0,542392	0,586853
43	0,005134	0,028136	0,075963	0,137927	0,201864	0,261674	0,315454	0,405248	0,475634	0,531668	0,577127
44	0,003488	0,021891	0,064597	0,123623	0,186589	0,246473	0,30078	0,391991	0,463746	0,520959	0,567409
45	0,00232	0,016742	0,054301	0,110022	0,17172	0,231505	0,286244	0,378791	0,451886	0,510264	0,5577
46	0,001511	0,012578	0,04509	0,097172	0,157293	0,216792	0,27186	0,365652	0,440055	0,499585	0,548
47	0,000963	0,00928	0,036956	0,085118	0,143346	0,202356	0,25764	0,352578	0,428254	0,488923	0,538311
48	0,000602	0,006721	0,029877	0,073901	0,12992	0,188224	0,243599	0,339575	0,416487	0,478278	0,528631
49	0,000368	0,004778	0,023808	0,063555	0,117053	0,174421	0,229753	0,326648	0,404754	0,467652	0,518962
50	0,000221	0,003333	0,018691	0,054104	0,104787	0,160978	0,216119	0,313803	0,393059	0,457045	0,509305
51	0,00013	0,002282	0,014448	0,045564	0,093162	0,147923	0,202715	0,301046	0,381404	0,446459	0,499659
52	7,5E-05	0,001534	0,010991	0,037935	0,082214	0,13529	0,189563	0,288385	0,369791	0,435894	0,490026
53	4,24E-05	0,001012	0,008227	0,031204	0,071978	0,123111	0,176684	0,275827	0,358224	0,425353	0,480405
54	2,36E-05	0,000655	0,006057	0,025344	0,062482	0,11142	0,1641	0,263381	0,346705	0,414835	0,470798
55	1,29E-05	0,000417	0,004386	0,020315	0,053749	0,10025	0,151836	0,251055	0,335238	0,404344	0,461206
56	6,89E-06	0,00026	0,003123	0,016062	0,045792	0,089635	0,13992	0,23886	0,323827	0,39388	0,451629
57	3,63E-06	0,00016	0,002187	0,012522	0,038618	0,079605	0,128376	0,226806	0,312476	0,383445	0,442067
58	1,88E-06	9,65E-05	0,001506	0,009622	0,032218	0,070189	0,117234	0,214905	0,301188	0,373041	0,432523
59	9,53E-07	5,72E-05	0,00102	0,007285	0,026578	0,061412	0,106521	0,20317	0,28997	0,36267	0,422996
60	4,77E-07	3,34E-05	0,000679	0,005434	0,021668	0,053294	0,096267	0,191613	0,278825	0,352334	0,413487

## Trama Ethernet



<i>Main Differences</i>	ETHERNET	802.3
Frame type	type	Length <u>or</u> type
payload	Data (≥46 but no PAD)	LLC+data (explicit PAD)