

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Specialista/Magistrale
II Sessione – 20 novembre 2012**

Settore Civile-Ambientale

I Prova scritta

Il candidato scelga tra i seguenti temi:

TEMA 1

Con riferimento ad un'area industriale, relativamente ai comparti aria, acqua e suolo il candidato illustri gli strumenti di cui si avvarrebbe per l'identificazione delle sorgenti di inquinamento e per la caratterizzazione dello stato ambientale esistente. Nel caso in cui in quell'area sia presente un impianto di incenerimento rifiuti, si elenchino i principali inquinanti attesi (in forma solida, liquida e gassosa) e per quelli principali si indichi il loro comportamento nell'ambiente (per matrice ambientale) nonché la conseguente pericolosità per la salute umana. Inoltre, si individuino le unità di processo da adottare per la realizzazione di un impianto di trattamento delle sole emissioni gassose per garantire il rispetto degli standard di qualità ambientale definiti dalla vigente norma nazionale per gli scarichi puntali in atmosfera da impianti di incenerimento.

TEMA 2

Il candidato descriva le differenze, dal punto di vista della progettazione strutturale in zona sismica, tra l'uso del cemento armato e quello dell'acciaio.

TEMA 3

Il rapporto tra architettura ed ingegneria in Italia dall'autarchia al miracolo economico. Il candidato può fare riferimento a progetti e opere realizzate.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Specialista/Magistrale
II Sessione – 20 novembre 2012**

Settore Industriale

I Prova scritta

Il candidato svolga uno dei seguenti temi:

TEMA 1

Il candidato illustri come, nel controllo in retroazione di un sistema di produzione soggetto a tempi di setup, non sia possibile mantenere tutti i magazzini a un livello desiderato costante ma solo ottenere dei cicli limite. Discuta quindi le condizioni richieste affinché questi cicli limite siano contenuti in una regione limitata dello spazio dei livelli dei buffer, accennando a quali complicazioni si verificano nel caso di sistemi di produzione non aciclici.

TEMA 2

Con riferimento alla produzione di energia elettrica da combustibili fossili, il candidato descriva sinteticamente le principali tipologie di centrali termoelettriche in uso a livello mondiale, illustrando in particolare per ciascuna di esse quali siano i combustibili maggiormente impiegati, i livelli di rendimento globale raggiunti (giustificando tali valori sulla base di ragionevoli assunzioni relative al ciclo termodinamico di riferimento e alle prestazioni dei componenti dell'impianto), e le emissioni specifiche di CO₂.

TEMA 3

Il candidato descriva lo scenario energetico nazionale ed internazionale con riferimento ai sistemi di produzione di energia elettrica a basso impatto ambientale, evidenziando, in particolare, gli aspetti relativi alle soluzioni tecnologiche più recenti in termini di riduzione dei consumi e contenimento delle emissioni inquinanti in generale e dei gas serra in particolare.

TEMA 4

Il candidato elenchi e descriva i principali meccanismi di rafforzamento dei metalli.

TEMA 5

Come i software per la simulazione di sistemi (anche biologici) di interesse medico hanno contribuito e come potranno contribuire in futuro al progresso della medicina?

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Specialista/Magistrale
II Sessione – 20 novembre 2012**

Settore dell'Informazione

I Prova scritta

Il candidato svolga uno dei seguenti temi:

TEMA 1

Lo studio di nuovi circuiti ed il loro collaudo può oggi essere affrontato con numerosi tipi di pacchetti software, disponibili in commercio, che consentono di valutarne le prestazioni nel dominio del tempo e della frequenza con grande accuratezza. Potranno, in un futuro non lontano, i contenuti culturali del software, sostituire completamente le nozioni di base in elettrotecnica, elettronica e teoria dei circuiti, etc.? Cosa potrebbe essere cambiato a livello curriculare per essere in accordo con le nuove esigenze culturali richieste dall'uso delle moderne tecniche di simulazione?

TEMA 2

La "Society of Logistics Engineers" ha formulato una classificazione in grado di fornire un quadro chiaro ed esauriente delle aree specifiche normalmente individuate sotto la comune dizione di logistica, esse sono: la logistica industriale, la logistica dei grandi volumi, la logistica di progetto, la logistica di supporto, la logistica inversa. Dopo aver descritto le aree in maniera esauriente, il candidato esponga il ruolo giocato dall'informazione in ciascuna di esse e se tale ruolo è più rilevante in alcune aree piuttosto che in altre.

TEMA 3

Si discutano le metodologie di gestione di processi e *thread* nei moderni sistemi operativi.

TEMA 4

Si consideri il processo di progettazione, realizzazione, messa in campo e verifica/collaudo di un sistema complesso di telecomunicazioni o di telerilevamento. Il candidato identifichi le varie fasi (tra cui ad esempio analisi dei requisiti, definizione delle specifiche, scomposizione del sistema in sotto-elementi, test ecc.) e descriva in dettaglio alcune di queste fasi con riferimento ad esempi concreti di sua conoscenza.

Esame di stato

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

2^ prova scritta

Con riferimento ad un progetto di un'opera ricadente nelle costruzioni idrauliche, il candidato illustri in via generale i contenuti della documentazione prevista dalla vigente normativa quale facente parte del progetto definitivo ed in particolare dettagli il contenuto della relazione tecnica. Esponga inoltre le differenze tra un progetto preliminare, un progetto definitivo ed un progetto esecutivo.

**ESAME DI STATO INGEGNERIA
II SESSIONE 2012**

II Prova scritta Specialistica/Magistrale - Civile

Si illustrino i criteri di scelta nella progettazione dei controventi in acciaio, descrivendo e confrontando le diverse tecniche.

II Prova scritta Specialistica/Magistrale Edile/Edile-Architettura

Il candidato esponga i criteri di progettazione di una biblioteca posta alla periferia di un centro urbano per un quartiere di 10.000 abitanti. Il tema va svolto nella forma di una relazione progettuale che contenga gli aspetti urbanistici funzionali distributivi costruttivi e statici dell'opera descritti per punti e attraverso l'eventuale uso di schemi grafici.

**Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione
di Ingegnere Specialista/Magistrale
II sessione 2012 – 21 novembre 2012
Seconda Prova scritta –AUTOMATICA**

Il Candidato esponga una metodologia che possa essere utilizzata per il progetto di un sistema di controllo di un processo industriale descritto mediante un modello lineare con una funzione di trasferimento scalare ingresso/uscita qualora si desiderino soddisfare specifiche sulla stabilità del sistema, sul transitorio e sulla precisione a regime. Discutere brevemente come si possano tenere in considerazione incertezze sui parametri del modello e/o eventuali disturbi presenti negli attuatori e/o negli organi di misura del sistema.

Esami di Stato - Seconda sessione 2012

LAUREA MAGISTRALE INGEGNERIA ENERGETICA

2^a PROVA (4 ore)

Nell'ipotesi di dover procedere alla verifica delle prestazioni di un impianto cogenerativo costituito da un gruppo turbogas i cui gas di scarico alimentino un generatore di vapore a recupero a un livello di pressione (si supponga che l'utenza termica debba essere alimentata con vapore saturo secco e che restituisca acqua in condizioni di "sottoraffreddamento"), individuare le grandezze da misurare per poter effettuare il calcolo delle prestazioni e dell'efficienza dell'impianto. Stabilire, in particolare, quali condizioni ambientali possano influire, e in che modo, sulle prestazioni dell'impianto.

Esame di Stato, Ingegneria Medica

II Prova Scritta – Specialistica (Mercoledì 21 Novembre 2012, ore 9.00)

Descrivere, anche facendo uso di schemi a blocchi più o meno espansi dal punto di vista elettronico, uno strumento per applicazioni mediche oggi impiegato in ospedali o case di cura, oppure uno strumento di vostra ideazione che pensate possa essere di certa utilità.

**Esame di Stato Ingegneria Industriale
2° Sessione 2012**

Laurea Magistrale

Seconda Prova Scritta - Metallurgia

Trattamenti termici e trattamenti termochimici di diffusione negli acciai: effetto sulle microstrutture e sulle proprietà.

Esami di Stato Ingegneria
II Sessione 2012

II PROVA SPECIALISTICA - Macchine

Il candidato descriva le linee progettuali di un condensatore inserito in un impianto avapore, supponendo note la potenza dell'impianto ed il suo rendimento. Si valutino le dimensioni di tutti i principali componenti del condensatore (lunghezze e diametro dei tubi, dimensioni complessive del condensatore, distanze tra i tubi, disposizione dei tubi) assumendo le grandezze non esplicitamente fornite.

ESAME DI STATO INGEGNERIA
SETTORE INFORMAZIONE
SECONDA PROVA GESTIONALE

Recenti ricerche hanno dimostrato e documentato che esiste una stretta correlazione tra la maturità di una organizzazione nella gestione dei suoi progetti ed il successo conseguito dalla organizzazione stessa (misurato sia in termini di business che in termini di gradimento da parte dei clienti) e che, di conseguenza, alla crescita del livello di maturità nella utilizzazione del project management corrisponde un aumento del successo della medesima organizzazione. Il candidato, dopo aver inquadrato le problematiche appena citate, esponga il perché di tali affermazioni.

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE ELETTRONICO

Mercoledì 21 novembre 2012

2° Prova : Relazione Tecnica

Dati i generatori di corrente rappresentati nelle tre figure, si determini l'espressione delle tre correnti nel carico R_L . Se ne descriva il funzionamento elencando le loro principali caratteristiche ed anche pregi e difetti di ciascuno di essi.

Si consideri poi il caso in cui gli op-amp ed i transistor non siano ideali ed in particolare che, per quanto attiene la fig.2, i transistor T_1 e T_2 non siano identici.

Il/La candidato/a, inoltre, proponga un'ulteriore schema di generatore di corrente che abbia prestazioni paragonabili ad uno o più dei tre circuiti precedentemente analizzati.

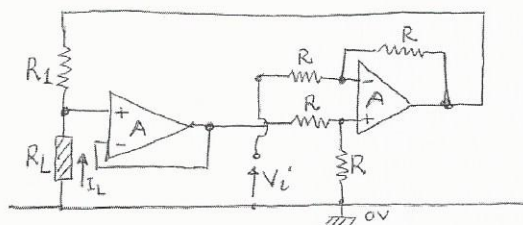


FIG. 1

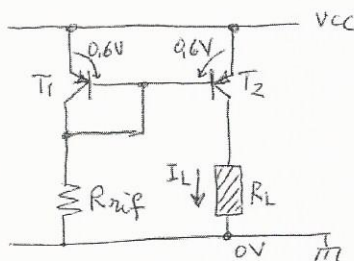


FIG. 2

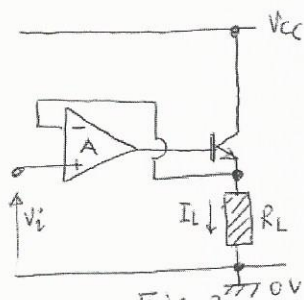


FIG. 3

ESAMI DI STATO INGEGNERIA
II SESSIONE 2012

Seconda prova – INFORMATICA

Si consideri un sistema di *home banking* realizzato su una piattaforma distribuita. Si discutano i possibili attacchi informatici alla sicurezza di tale sistema e le possibili contromisure.

**Esami di Stato Ingegneria
II Sessione 2012**

Ingegneria delle telecomunicazioni - Seconda Prova Senior

Il candidato sviluppi uno dei due temi seguenti.

Tema 1

Un sistema di telecomunicazioni può operare su portante fisico (in rame o in fibra ottica) o su canale wireless. Si confrontino le caratteristiche generali dei mezzi trasmissivi (distinguendo tra rame e fibra quando necessario). Si discutano ad esempio le caratteristiche e i limiti prestazionali, la capacità di offrire un accesso condiviso, gli aspetti di costo nella realizzazione di sistemi basati sui vari mezzi trasmissivi, facendo riferimento ad esempi concreti.

Tema 2

Si consideri il problema della condivisione di un canale radio da parte di una molteplicità di utenti. Si discutano le varie tipologie di accesso multiplo. Si illustri nel dettaglio un sistema di accesso al mezzo (es. quello di una rete cellulare o di una rete 802.11 o un altro sistema di conoscenza del candidato).

Esame di stato

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

3^ prova scritta

Il candidato espliciti il diagramma di processo di un impianto di depurazione di reflui civili posto in un'area non sensibile ed avente potenzialità pari a 100.000 abitanti equivalenti, facendo ben attenzione allo schema di impianto proposto, motivandone adeguatamente le scelte ed individuandone i dati da assumere a base della progettazione.

Si dimensionino, le sole unità di trattamento biologico, di sedimentazione secondaria. Si calcoli inoltre 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 stabilizzazione dei fanghi prodotti.

Per la struttura relativa all'unità di trattamento biologico esegua le principali verifiche strutturali e rappresentandone i dettagli costruttivi.

Quali caratteristiche del terreno si assumano le seguenti: limo debolmente sabbioso ($\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$; $c' = 0$; $\varphi' = 25^\circ$).

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

ESAME DI STATO 2012
SESSIONE AUTUNNALE
INGEGNERIA CIVILE MAGISTRALE

III prova scritta

L'ultimo grande terremoto in Italia che ha colpito soprattutto la regione Emilia Romagna ha messo in evidenza alcune carenze nella progettazione e costruzione degli edifici industriali in cemento armato, cosiddetti capannoni.

Il candidato rediga un progetto di massima, con riferimento ad un dimensionamento degli elementi strutturali, di un capannone in cemento armato parzialmente prefabbricato ricadente in zona sismica.

Le caratteristiche della costruzione sono le seguenti:

- Dimensione in pianta pari a 40 m x 15 m. Altezza libera interna non inferiore a 7m;
- Su entrambi i lati corti lasciare libera un'apertura di almeno 8 m per l'ingresso automezzi ed evitare linee di pilastri all'interno;
- Travi principali prefabbricate (eventualmente dimensionate approssimativamente o di dimensione assunta) di forma e tipologia a scelta;
- Travi secondarie (tegoli, coppelle) prefabbricate e dimensionate approssimativamente;
- Fondazioni, pilastri ed altri elementi strutturali verticali o orizzontali necessari per le azioni verticali ed orizzontali di progetto realizzati in opera;
- Carichi verticali pari a: peso proprio e carichi permanenti (da valutare), carico accidentale (vento, manutenzione) assunto convenzionalmente pari a 2 KN/mq;
- Carichi orizzontali sismici totali convenzionali (per la verifica SLU degli elementi strutturali assumendo un coefficiente parziale $q_0 = 1.5$) pari a $F_0 = W \times 0.3$ a/g, dove W è il peso sismico della costruzione.
- Le caratteristiche del materiale da costruzione (calcestruzzo e ferro per le barre di armatura) sono a scelta del candidato;
- Il candidato assuma alcune caratteristiche ragionevoli per il terreno di fondazione, ed anche la tipologia degli elementi strutturali in fondazione.

Il candidato produca i seguenti elaborati:

- Pianta di fondazione
- Pianta copertura
- N. 2 o più sezioni schematiche verticali per descrivere lo schema strutturale adottato per i carichi verticali ed orizzontali
- Sezioni strutturali con evidenza dello schema delle armature progettate degli elementi strutturali più importanti (pilastri, fondazioni, travi)
- Relazione di calcolo sintetica indicativa del dimensionamento di massima e delle verifiche degli elementi strutturali più importanti.

**Esami di Stato Ingegneria
II Sessione 2012**

Prova Progettuale Specialistica/Magistrale - Edile/Edile-Architettura

In un'area libera prospiciente un parco, il candidato progetti uno stadio di quartiere per il gioco del calcio con pista di atletica e tribune (1000 posti totali, la metà coperti con pensilina). Il layout funzionale dovrà comprendere attrezzature di servizio quali spogliatoi, docce, servizi, biglietteria, punto ristoro. Il candidato aggiunga eventualmente altri spazi complementari utili.

Il candidato deve elaborare:

- *Planimetria generale 1: 500 (accessi, viabilità, area parcheggio)*
- *Pianta della tribuna con indicazione della struttura portante*
- *Sezione trasversale della tribuna*
- *Dettaglio strutturale della pensilina*
- *Relazione descrittiva che illustri le soluzioni architettoniche costruttive e statiche.*

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

In un impianto manifatturiero un carrello di massa $m = 100$ kg viene utilizzato per il trasporto dei semilavorati, effettuando spostamenti su una rotaia rettilinea e orizzontale che collega i vari reparti. Si assuma per semplicità come equazione dinamica del carrello

$$m\ddot{x} = u(t) - f\dot{x}$$

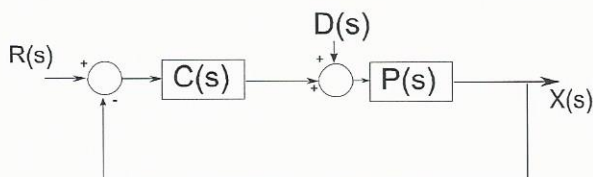
essendo $x(t)$ la posizione del carrello al tempo t , $u(t)$ la forza che agisce su di esso, supposta limitata da un valore massimo pari a $F = 100$ N (cioè $|u(t)| \leq 100$) e f il coefficiente di attrito viscoso, che in prima approssimazione viene trascurato ($f = 0$).

- (i) Considerando uno spostamento di 10 metri (cioè da $x(0) = 0$ a $x(T) = 10$, con T tempo di completamento della missione), si calcoli e si riporti in un grafico l'andamento di $u(t)$, $v(t) = \dot{x}$ e $x(t)$ corrispondenti a una legge di controllo in catena aperta a tempo minimo (che quindi accelera al massimo il carrello per metà del percorso e poi lo decelera sempre sfruttando al massimo i motori del veicolo per la seconda metà). Precisare quindi il valore di T e della velocità massima in kmh raggiunta dal carrello lungo il tragitto.
- (ii) Discutere la robustezza della soluzione proposta al quesito precedente e quindi i limiti della sua utilizzabilità nella pratica, calcolando in particolare $x(t)$ e determinandone il limite per $t \rightarrow \infty$ quando la legge di controllo calcolata in catena aperta nel quesito precedente venga applicata nei seguenti due casi *perturbati*:
- a) La massa reale del carrello è $m' = 101$ kg (mentre la legge di controllo in (i) viene calcolata sfruttando il valore nominale della massa $m = 100$ kg).
- b) L'attrito viscoso non è trascurabile, come in effetti supposto nel calcolo eseguito in (i), ma vale $f = 0.1 \text{ N s/m}$.
- (iii) Si progetti ora una legge di controllo in catena chiusa che tenga conto sia della presenza dell'attrito viscoso, sia della dinamica della componente elettrica che pilota il motore. Complessivamente, il legame tra $x(t)$ e la tensione $v(t)$ applicata al motore del carrello viene descritto nel dominio della trasformata di Laplace da $X(s) = P(s)V(s)$, in cui $P(s)$ è approssimativamente una funzione di trasferimento del tipo:

$$P(s) = \frac{0.1}{s(s + 0.5)(s + 10)}$$

Il sistema di controllo, progettato secondo lo schema riportato in figura (in cui si assuma per ora nullo il disturbo), deve garantire un errore a regime nullo rispetto a riferimenti costanti, un margine di fase di almeno 40 gradi e una pulsazione di attraversamento di circa 5 rad/s, in modo da garantire una sovraelongazione limitata e un tempo di risposta accettabile per lo meno nei valori nominali.

- (iv) Valutare la robustezza della soluzione trovata al punto (iii), calcolando l'effetto di un disturbo costante d (si veda la figura) nell'attuazione del veicolo e discutendo in modo qualitativo l'effetto di una perturbazione sui parametri della funzione di trasferimento $P(s)$.



LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA ENERGETICA MAGISTRALE

PROVA PROGETTUALE (8 ore)

Uno stabilimento produttivo funzionante a ciclo integrale sia caratterizzato dai seguenti fabbisogni energetici:

- energia elettrica annua 30000 MWh con potenza di picco pari di 6,0 MW;
- energia termica annua 114000 MWh sotto forma di vapore surriscaldato a 300 °C e 10 bar ass. (restituito sotto forma di acqua calda a 90°C) con il seguente profilo di carico:
 - A) 3000 ore a 18,0 MW
 - B) 5000 ore a 12,0 MW
 - C) 760 ore a richiesta nulla

e che detti fabbisogni siano coperti nel modo seguente:

- energia elettrica integralmente acquistata in rete;
- energia termica prodotta in loco tramite una caldaia alimentata a combustibile avente un rendimento medio di 0,83.

Si analizzi la fattibilità di passaggio ad un sistema cogenerativo idoneo a soddisfare pienamente la domanda termica dello stabilimento, costituito da una TG e da un GVR ad un livello di pressione per la produzione del vapore surriscaldato posto allo scarico di questa.

Sulla base di calcoli e di valutazioni di massima ed assunzioni effettuate con buon senso tecnico, si valutino:

- la potenzialità nominale del GVR (espressa in t/h vapore)
- le temperature d'ingresso e uscita fumi del GVR
- la portata fumi evolvente nel GVR
- la potenza nominale della TG da installare;
- il rendimento di 1° principio nominale del sistema cogenerativo;
- la potenza generata dalla TG al carico ridotto idoneo a soddisfare il profilo di carico termico B;
- il rendimento di 1° principio medio annuo del sistema predetto in relazione al profilo di carico termico di cui sopra;
- il surplus annuo di energia elettrica prodotta dalla TG e ceduta alla rete ed il consumo di combustibile (in MWh/anno) del nuovo impianto cogenerativo, assumendo che nelle 760 ore del profilo C l'impianto sia fermo e sia trascurabile il fabbisogno elettrico dello stabilimento.

Esame di Stato - II Sessione 2012

Ingegneria Medica

Prova Progettuale – Specialistica/Magistrale (Mercoledì 12 Dicembre 2012, ore 9.00)

- 1) Si desidera realizzare un filtro passa-alto RC del primo ordine. Disegnare il circuito e, dovendo utilizzare una capacità pari a $10nF$, determinare il valore di resistenza, R_{X0} , che rende la costante di tempo del filtro pari a $100\mu s$.
- 2) Disegnare il diagramma di Bode (modulo e fase) per la risposta in frequenza del filtro.
- 3) Sapendo che la tensione di ingresso del filtro sarà un'onda quadra di livello massimo $V_M \leq 5V$ e di livello minimo $V_m \geq -5V$, determinare:
 - la potenza massima dissipata nel resistore durante il funzionamento del filtro;
 - la potenza media dissipata nel resistore durante il funzionamento del filtro.
- 4) Sapendo che la temperatura dell'ambiente che circonda il resistore è comunque inferiore a $300K$, determinare l'intervallo di valori per la resistenza termica tra il resistore e l'ambiente che garantisce una temperatura del resistore sempre inferiore a $400K$.
- 5) Il resistore viene sostituito da un dispositivo equivalente ad un resistore con resistenza variabile pari a

$$R = R_{X0} * \frac{V_A}{V_{REF}}$$

in cui V_A è una tensione di controllo.

Calcolare la tensione V_A che rende la frequenza di taglio del filtro pari a $1kHz$.

- 6) Nel caso in cui $R = R_X * \frac{V_A}{V_{REF}}$, $R_X = R_{X0} * [1 + \alpha(T - T_0)]$

in cui $\alpha = \frac{10^{-4}}{K}$, $T_0 = 300K$, $V_{REF} = 0.1V$, determinare la variazione massima della frequenza di taglio dovuta ad una variazione della temperatura di $50K$.

- 7) La tensione in ingresso al filtro è nulla fino all'istante t_0 e, dopo t_0 , è un'onda quadra di livelli $+5V$ e $-5V$, con periodo $100\mu s$; determinare la tensione di uscita nei casi:
 - $V_A = 10mV$
 - $V_A = 1V$
 - $V_A = 100V$

Quarta prova esame di stato

Settore

industriale.

Le utenze elettriche termiche di uno stabilimento industriale sono soddisfatte impiegando un impianto combinato ad un livello di pressione in assetto cogenerativo così composto:

1. Impianto top:

- Potenza elettrica: 30 MW
- Rapporto di compressione: 16
- Temperatura di ingresso in turbina: 1100 °C
- Rendimento politropico di turbina e compressore: 0.85
- Combustibile : Gas naturale.

2. Impianto bottom

- Pressione del vapor vivo: 30 bar
- Temperatura del vapor vivo: 400°C
- Pressione al condensatore 0.1 bar
- Rendimento isoentropico tv: 0.80

L'impianto industriale richiede a fini tecnologici 12 t/h di vapore surriscaldato alla pressione di 17 bar e ad una temperatura di 220 °C; L'intera portata di vapore viene soddisfatta mediante un unico spillamento dalla turbina dell'impianto sottoposto. Le condense vengono reintegrate immediatamente a monte del condensatore ad una temperatura di 60°C mentre l'eventuale acqua di attemperamento del vapore viene estratta immediatamente a valle della pompa di alimento.

Il candidato tracci dettagliatamente lo schema di impianto ed i diagrammi termodinamici nei piani T-s ed h-s e valuti i principali parametri prestazionali dell'impianto in esame. In particolare dia una stima di:

- Rendimento elettrico
- Rendimento di primo principio
- Indice di risparmio energetico.

Il candidato esegua inoltre il dimensionamento di massima del vaporizzatore, a circolazione naturale .

Si supponga infine dover ridurre il carico della turbina a gas del 25%; Calcolare la quantità di vapore prodotta dal vaporizzatore in questo assetto nell'ipotesi di mantenere costante la pressione di vaporizzazione.

Vapore Saturo:

31

Table 2. State of Saturation (Pressure Table)
Sättigungszustand (Drucktafel)

P	t	v'	v''	q''	h'	h''	r	s'	s''
bar	°C	m³/kg	m³/kg	kg/m²	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg K	kJ/kg K
0,010	6,9828	0,0010001	129,20	0,007739	29,34	2514,4	2485,0	0,1060	8,9767
0,015	13,036	0,0010006	87,98	0,01137	54,71	2525,5	2470,7	0,1957	8,8288
0,020	17,513	0,0010012	67,01	0,01492	73,46	2533,6	2460,2	0,2607	8,7246
0,025	21,096	0,0010020	54,26	0,01843	88,45	2540,2	2451,7	0,3119	8,6440
0,030	24,100	0,0010027	45,67	0,02190	101,00	2545,6	2444,6	0,3544	8,5785
0,035	26,694	0,0010033	39,48	0,02533	111,85	2550,4	2438,5	0,3907	8,5231
0,040	28,983	0,0010040	34,80	0,02873	121,41	2554,5	2433,1	0,4225	8,4753
0,045	31,035	0,0010046	31,14	0,03211	129,99	2558,2	2428,2	0,4507	8,4335
0,050	32,898	0,0010052	28,19	0,03547	137,77	2561,6	2423,8	0,4763	8,3960
0,055	34,605	0,0010058	25,77	0,03880	144,91	2564,7	2419,8	0,4995	8,3621
0,060	36,183	0,0010064	23,74	0,04212	151,50	2567,5	2416,0	0,5209	8,3312
0,065	37,651	0,0010069	22,02	0,04542	157,64	2570,2	2412,5	0,5407	8,3029
0,070	39,025	0,0010074	20,53	0,04871	163,38	2572,6	2409,2	0,5591	8,2767
0,075	40,316	0,0010079	19,24	0,05198	168,77	2574,9	2406,2	0,5763	8,2523
0,080	41,534	0,0010084	18,10	0,05523	173,86	2577,1	2403,2	0,5925	8,2296
0,085	42,689	0,0010089	17,10	0,05848	178,69	2579,2	2400,5	0,6079	8,2081
0,090	43,787	0,0010094	16,20	0,06171	183,28	2581,1	2397,9	0,6224	8,1881
0,095	44,833	0,0010098	15,40	0,06493	187,65	2583,0	2395,3	0,6361	8,1691
0,10	45,833	0,0010102	14,67	0,06814	191,83	2584,8	2392,9	0,6493	8,1511
0,11	47,710	0,0010111	13,42	0,07454	199,68	2588,1	2388,4	0,6738	8,1177
0,12	49,446	0,0010119	12,36	0,08089	206,94	2591,2	2384,3	0,6963	8,0872
0,13	51,062	0,0010126	11,47	0,08722	213,70	2594,0	2380,3	0,7172	8,0592
0,14	52,574	0,0010133	10,69	0,09351	220,02	2596,7	2376,7	0,7367	8,0334
0,15	53,997	0,0010140	10,02	0,09977	225,97	2599,2	2373,2	0,7549	8,0093
0,16	55,341	0,0010147	9,433	0,1060	231,59	2601,6	2370,0	0,7721	7,9869
0,17	56,615	0,0010154	8,911	0,1122	236,93	2603,8	2366,9	0,7883	7,9658
0,18	57,826	0,0010160	8,445	0,1184	241,99	2605,9	2363,9	0,8036	7,9460
0,19	58,982	0,0010166	8,027	0,1246	246,83	2607,9	2361,1	0,8182	7,9272
0,20	60,086	0,0010172	7,650	0,1307	251,45	2609,9	2358,4	0,8321	7,9094
0,21	61,145	0,0010178	7,307	0,1368	255,88	2611,7	2355,8	0,8453	7,8925
0,22	62,162	0,0010183	6,995	0,1430	260,14	2613,5	2353,3	0,8581	7,8764
0,23	63,139	0,0010189	6,709	0,1490	264,23	2615,2	2350,9	0,8702	7,8611
0,24	64,082	0,0010194	6,447	0,1551	268,18	2616,8	2348,6	0,8820	7,8464
0,25	64,992	0,0010199	6,204	0,1612	271,99	2618,3	2346,4	0,8932	7,8321
0,26	65,871	0,0010204	5,980	0,1672	275,67	2619,9	2344,2	0,9041	7,8181
0,27	66,722	0,0010209	5,772	0,1732	279,24	2621,3	2342,1	0,9146	7,8043
0,28	67,547	0,0010214	5,579	0,1793	282,69	2622,7	2340,0	0,9248	7,7903
0,29	68,347	0,0010219	5,398	0,1852	286,05	2624,1	2338,1	0,9346	7,7751
0,30	69,124	0,0010223	5,229	0,1912	289,30	2625,4	2336,1	0,9441	7,7609
0,32	70,615	0,0010232	4,922	0,2032	295,55	2628,0	2332,4	0,9623	7,7414
0,34	72,029	0,0010241	4,650	0,2150	301,48	2630,4	2328,9	0,9795	7,7266
0,36	73,374	0,0010249	4,408	0,2269	307,12	2632,6	2325,5	0,9958	7,7100
0,38	74,658	0,0010257	4,190	0,2387	312,50	2634,8	2322,3	1,0113	7,6984
0,40	75,886	0,0010265	3,993	0,2504	317,65	2636,9	2319,2	1,0261	7,6790
0,45	78,743	0,0010284	3,576	0,2796	329,64	2641,7	2312,0	1,0603	7,6397
0,50	81,345	0,0010301	3,240	0,3086	340,56	2646,0	2305,4	1,0912	7,5947
0,55	83,737	0,0010317	2,964	0,3374	350,61	2649,9	2299,3	1,1194	7,5613
0,60	85,954	0,0010333	2,732	0,3661	359,93	2653,6	2293,6	1,1454	7,5317
0,65	88,021	0,0010347	2,535	0,3945	368,62	2656,9	2288,3	1,1696	7,5051
0,70	89,959	0,0010361	2,365	0,4229	376,77	2660,1	2283,3	1,1921	7,4801
0,75	91,785	0,0010375	2,217	0,4511	384,45	2663,0	2278,6	1,2131	7,4579
0,80	93,512	0,0010387	2,087	0,4792	391,72	2665,8	2274,0	1,2330	7,4351
0,85	95,152	0,0010400	1,972	0,5071	398,63	2668,4	2269,8	1,2518	7,4147
0,90	96,713	0,0010412	1,869	0,5350	405,21	2670,9	2265,6	1,2696	7,3943
0,95	98,204	0,0010423	1,777	0,5627	411,49	2673,2	2261,7	1,2865	7,3771

32
Table 2. State of Saturation (Pressure Table) (Continuation) Sättigungszustand (Drucktafel) (Fortsetzung)

P	t	v'	v''	q''	h'	h''	r	s'	s''
1,0	99,632	0,0010434	1,694	0,5904	417,51	2675,4	2257,9	1,3027	7,3598
1,1	102,32	0,0010455	1,549	0,6455	428,84	2679,6	2250,8	1,3330	7,3277
1,2	104,81	0,0010476	1,428	0,7002	439,36	2683,4	2244,1	1,3609	7,2984
1,3	107,13	0,0010495	1,325	0,7547	449,19	2687,0	2237,8	1,3868	7,2715
1,4	109,32	0,0010513	1,236	0,8088	458,42	2690,3	2231,9	1,4109	7,2465
1,5	111,37	0,0010530	1,159	0,8628	467,13	2693,4	2226,2	1,4336	7,2234
1,6	113,32	0,0010547	1,091	0,9165	475,38	2696,2	2220,9	1,4550	7,2017
1,7	115,17	0,0010563	1,031	0,9700	483,22	2699,0	2215,7	1,4752	7,1813
1,8	116,93	0,0010579	0,9772	1,023	490,70	2701,5	2210,8	1,4944	7,1622
1,9	118,62	0,0010594	0,9290	1,076	497,85	2704,0	2206,1	1,5127	7,1440
2,0	120,23	0,0010608	0,8854	1,129	504,70	2706,3	2201,6	1,5301	7,1268
2,1	121,78	0,0010623	0,8459	1,182	511,29	2708,5	2197,2	1,5468	7,1105
2,2	123,27	0,0010636	0,8098	1,235	517,62	2710,6	2193,0	1,5627	7,0949
2,3	124,71	0,0010650	0,7768	1,287	523,73	2712,6	2188,9	1,5781	7,0800
2,4	126,09	0,0010663	0,7465	1,340	529,64	2714,5	2184,9	1,5929	7,0657
2,5	127,43	0,0010675	0,7184	1,392	535,34	2716,4	2181,0	1,6071	7,0520
2,6	128,73	0,0010688	0,6925	1,444	540,87	2718,2	2177,3	1,6209	7,0389
2,7	129,98	0,0010700	0,6684	1,496	546,24	2719,9	2173,6	1,6342	7,0262
2,8	131,20	0,0010712	0,6460	1,548	551,44	2721,5	2170,1	1,6471	7,0140
2,9	132,39	0,0010724	0,6251	1,600	556,51	2723,1	2166,6	1,6595	7,0023
3,0	133,54	0,0010735	0,6056	1,651	561,43	2724,7	2163,2	1,6716	6,9909
3,1	134,66	0,0010746	0,5872	1,703	566,23	2726,1	2159,9	1,6834	6,9799
3,2	135,75	0,0010757	0,5700	1,754	570,90	2727,6	2156,7	1,6948	6,9693
3,3	136,82	0,0010768	0,5538	1,806	575,46	2729,0	2153,5	1,7059	6,9589
3,4	137,86	0,0010779	0,5385	1,857	579,92	2730,3	2150,4	1,7168	6,9489
3,5	138,87	0,0010789	0,5240	1,908	584,27	2731,6	2147,4	1,7273	6,9392
3,6	139,86	0,0010799	0,5103	1,960	588,53	2732,9	2144,4	1,7376	6,9297
3,7	140,83	0,0010809	0,4974	2,011	592,69	2734,1	2141,4	1,7476	6,9205
3,8	141,78	0,0010819	0,4851	2,062	596,77	2735,3	2138,6	1,7574	6,9116
3,9	142,71	0,0010829	0,4734	2,113	600,76	2736,5	2135,7	1,7670	6,9028
4,0	143,62	0,0010839	0,4622	2,163	604,67	2737,6	2133,0	1,7764	6,8943
4,1	144,52	0,0010848	0,4516	2,214	608,51	2738,7	2130,2	1,7856	6,8860
4,2	145,39	0,0010858	0,4415	2,265	612,27	2739,8	2127,5	1,7945	6,8779
4,3	146,25	0,0010867	0,4318	2,316	615,97	2740,9	2124,9	1,8033	6,8700
4,4	147,09	0,0010876	0,4226	2,366	619,60	2741,9	2122,3	1,8120	6,8623
4,5	147,92	0,0010885	0,4138	2,417	623,16	2742,9	2119,7	1,8204	6,8547
4,6	148,73	0,0010894	0,4053	2,467	626,67	2743,9	2117,2	1,8287	6,8473
4,7	149,53	0,0010903	0,3972	2,518	630,11	2744,8	2114,7	1,8368	6,8401
4,8	150,31	0,0010911	0,3894	2,568	633,50	2745,7	2112,2	1,8448	6,8330
4,9	151,08	0,0010920	0,3819	2,619	636,83	2746,6	2109,8	1,8527	6,8260
5,0	151,84	0,0010928	0,3747	2,669	640,12	2747,5	2107,4	1,8604	6,8192
5,1	152,59	0,0010936	0,3677	2,719	643,37	2748,3	2105,0	1,8679	6,8126
5,2	153,33	0,0010945	0,3611	2,769	646,53	2749,3	2102,7	1,8754	6,8060
5,3	154,06	0,0010953	0,3548	2,819	649,61	2750,2	2100,4	1,8827	6,7995
5,4	154,76	0,0010961	0,3485	2,870	652,76	2750,9	2098,1	1,8899	6,7932
5,5	155,46	0,0010969	0,3425	2,920	655,81	2751,5	2095,7	1,8969	6,7869
5,6	156,16	0,0010977	0,3367	2,970	658,81	2752,0	2093,3	1,9037	6,7806
5,7	156,82	0,0010985	0,3311	3,020	661,76	2752,5	2090,9	1,9104	6,7743
5,8	157,48	0,0010993	0,3257	3,070	664,69	2753,0	2088,5	1,9170	6,7680
5,9	158,12	0,0011001	0,3205	3,120	667,57	2753,5	2086,1	1,9235	6,7617
6,0	158,84	0,0011009	0,3155	3,170	670,42	2754,0	2083,7	1,9300	6,7554
6,1	159,54	0,0011017	0,3107	3,220	673,21	2754,5	2081,3	1,9364	6,7491
6,2	160,22	0,0011024	0,3060	3,270	676,01	2755,0	2078,9	1,9427	6,7428
6,3	160,89	0,0011031	0,3015	3,320	678,76	2755,5	2076,5	1,9489	6,7365
6,4	161,54	0,0011039	0,2972	3,370	681,46	2756,0	2074,1	1,9550	6,7302
6,5	162,18	0,0011046	0,2930	3,420	684,11	2756,5	2071,7	1,9611	6,7239
6,6	162,80	0,0011053	0,2888	3,470	686,78	2757,0	2069,3	1,9671	6,7176
6,7	163,41	0,0011060	0,2848	3,520	689,39	2757,5	2066,9	1,9730	6,7113
6,8	164,00	0,0011067	0,2809	3,570	691,98	2758,0	2064,5	1,9788	6,7050
6,9	164,58	0,0011074	0,2771	3,620	694,53	2758,5	2062,1	1,9846	6,6987
7,0	165,14	0,0011081	0,2734	3,670	697,06	2759,0	2059,7	1,9903	6,6924
7,1	165,69	0,0011088	0,2698	3,720	700,00	2759,5	2057,3	1,9959	6,6861
7,2	166,22	0,0011095	0,2663	3,770	702,93	2760,0	2054,9	1,9999	6,6798
7,3	166,74	0,0011102	0,2629	3,820	705,81	2760,5	2052,5	1,9999	6,6735
7,4	167,25	0,0011109	0,2596	3,870	708,64	2761,0	2050,1	1,9999	6,6672
7,5	167,75	0,0011116	0,2564	3,920	711,41	2761,5	2047,7	1,9999	6,6609
7,6	168,24	0,0011123	0,2532	3,970	714,13	2762,0	2045,3	1,9999	6,6546
7,7	168,72	0,0011130	0,2501	4,020	716,80	2762,5	2042,9	1,9999	6,6483
7,8	169,19	0,0011137	0,2471	4,070	719,41	2763,0	2040,5	1,9999	6,6420
7,9	169,65	0,0011144	0,2442	4,120	722,00	2763,5	2038,1	1,9999	6,6357
8,0	170,10	0,0011150	0,2413	4,170	724,53	2764,0	2035,7	1,9999	6,6294
8,1	170,54	0,0011157	0,2385	4,220	727,01	2764,5	2033,3	1,9999	6,6231
8,2	170,97	0,0011163	0,2357	4,270	729,44	2765,0	2030,9	1,9999	6,6168
8,3	171,39	0,0011170	0,2330	4,320	731,81	2765,5	2028,5	1,9999	6,6105
8,4	171,80	0,0011176	0,2303	4,370	734,13	2766,0	2026,1	1,9999	6,6042
8,5	172,20	0,0011183	0,2277	4,420	736,41	2766,5	2023,7	1,9999	6,5979
8,6	172,59	0,0011188	0,2251	4,470	738,64	2767,0	2021,3	1,9999	6,5916
8,7	172,97	0,0011194	0,2226	4,520	740,81	2767,5	2018,9	1,9999	6,5853
8,8	173,34	0,0011201	0,2201	4,570	742,93	2768,0	2016,5	1,9999	6,5790
8,9	173,70	0,0011207	0,2177	4,620	745,00	2768,5	2014,1	1,9999	6,5727
9,0	174,05	0,0011214	0,2153	4,670	747,01	2769,0	2011,7	1,9999	6,5664

Table 2. State of Saturation (Pressure Table) (Continuation) Sättigungszustand (Drucktafel) (Fortsetzung)

P	t	v'	v''	q''	h'	h''	r	x'	x''
9,0	175,36	0,0011213	0,2148	4,655	742,64	2772,1	2029,5	2,0941	6,6192
9,2	176,29	0,0011226	0,2104	4,754	746,76	2773,0	2026,2	2,1033	6,6116
9,4	177,21	0,0011238	0,2061	4,852	750,82	2773,8	2023,0	2,1122	6,6042
9,6	178,12	0,0011250	0,2020	4,950	754,81	2774,6	2019,8	2,1210	6,5969
9,8	179,01	0,0011262	0,1981	5,049	758,74	2775,4	2016,7	2,1297	6,5898
10,0	179,88	0,0011274	0,1943	5,147	762,61	2776,2	2013,6	2,1382	6,5828
10,5	182,02	0,0011303	0,1855	5,392	772,03	2778,0	2005,9	2,1588	6,5659
11,0	184,07	0,0011331	0,1774	5,637	781,13	2779,7	1998,5	2,1786	6,5497
11,5	186,05	0,0011359	0,1700	5,883	789,92	2781,3	1991,3	2,1977	6,5342
12,0	187,96	0,0011386	0,1632	6,127	798,43	2782,7	1984,3	2,2161	6,5194
12,5	189,81	0,0011412	0,1569	6,372	806,69	2784,1	1977,4	2,2338	6,5051
13,0	191,61	0,0011438	0,1511	6,617	814,70	2785,4	1970,7	2,2510	6,4913
13,5	193,35	0,0011464	0,1457	6,862	822,49	2786,6	1964,2	2,2676	6,4780
14,0	195,04	0,0011489	0,1407	7,106	830,08	2787,8	1957,7	2,2837	6,4651
14,5	196,69	0,0011514	0,1360	7,351	837,46	2788,9	1951,4	2,2993	6,4526
15,0	198,29	0,0011539	0,1317	7,596	844,67	2789,9	1945,2	2,3145	6,4406
15,5	199,85	0,0011563	0,1275	7,840	851,69	2790,8	1939,2	2,3292	6,4289
16,0	201,37	0,0011586	0,1237	8,085	858,56	2791,7	1933,2	2,3436	6,4175
16,5	202,86	0,0011610	0,1201	8,330	865,27	2792,6	1927,3	2,3576	6,4065
17,0	204,31	0,0011633	0,1166	8,575	871,84	2793,4	1921,5	2,3713	6,3957
17,5	205,72	0,0011656	0,1134	8,820	878,28	2794,1	1915,9	2,3846	6,3853
18,0	207,11	0,0011678	0,1103	9,065	884,58	2794,8	1910,3	2,3976	6,3751
18,5	208,47	0,0011701	0,1074	9,310	890,75	2795,5	1904,7	2,4103	6,3651
19,0	209,80	0,0011723	0,1047	9,555	896,81	2796,1	1899,3	2,4228	6,3554
19,5	211,10	0,0011744	0,1020	9,801	902,75	2796,7	1893,9	2,4349	6,3459
20,0	212,37	0,0011766	0,09954	10,05	908,59	2797,2	1888,6	2,4469	6,3367
20,5	213,63	0,0011787	0,09716	10,29	914,32	2797,7	1883,4	2,4585	6,3276
21,0	214,85	0,0011809	0,09489	10,54	919,96	2798,2	1878,2	2,4700	6,3187
21,5	216,06	0,0011830	0,09272	10,78	925,50	2798,6	1873,1	2,4812	6,3100
22,0	217,24	0,0011850	0,09065	11,03	930,95	2799,1	1868,1	2,4922	6,3015
22,5	218,41	0,0011871	0,08867	11,28	936,32	2799,4	1863,1	2,5039	6,2931
23,0	219,55	0,0011892	0,08677	11,52	941,60	2799,8	1858,2	2,5156	6,2849
23,5	220,68	0,0011912	0,08495	11,77	946,80	2800,1	1853,3	2,5271	6,2769
24,0	221,78	0,0011932	0,08320	12,02	951,93	2800,4	1848,5	2,5383	6,2690
24,5	222,87	0,0011952	0,08152	12,27	956,98	2800,7	1843,7	2,5494	6,2612
25,0	223,94	0,0011972	0,07991	12,51	961,96	2800,9	1839,0	2,5603	6,2536
25,5	225,00	0,0011991	0,07835	12,76	966,87	2801,2	1834,3	2,5710	6,2461
26,0	226,04	0,0012011	0,07686	13,01	971,72	2801,4	1829,6	2,5816	6,2387
26,5	227,06	0,0012031	0,07541	13,26	976,50	2801,6	1825,0	2,5921	6,2315
27,0	228,07	0,0012050	0,07402	13,51	981,22	2801,7	1820,5	2,6024	6,2244
27,5	229,07	0,0012069	0,07268	13,76	985,88	2801,9	1816,0	2,6126	6,2173
28,0	230,05	0,0012088	0,07139	14,01	990,48	2802,0	1811,5	2,6226	6,2104
28,5	231,01	0,0012107	0,07014	14,26	995,03	2802,1	1807,1	2,6325	6,2036
29,0	231,97	0,0012126	0,06893	14,51	999,53	2802,2	1802,6	2,6423	6,1969
29,5	232,91	0,0012145	0,06776	14,76	1004,0	2802,2	1798,3	2,6520	6,1903
30	233,84	0,0012163	0,06663	15,01	1008,4	2802,3	1793,9	2,6615	6,1837
31	235,67	0,0012200	0,06447	15,51	1017,0	2802,3	1785,4	2,6709	6,1769
32	237,45	0,0012237	0,06244	16,02	1025,4	2802,3	1776,9	2,6802	6,1700
33	239,18	0,0012274	0,06053	16,52	1033,7	2802,3	1768,6	2,6894	6,1631
34	240,88	0,0012310	0,05873	17,03	1041,8	2802,1	1760,3	2,6985	6,1563
35	242,54	0,0012345	0,05703	17,54	1049,8	2802,0	1752,2	2,7075	6,1495
36	244,16	0,0012381	0,05541	18,05	1057,6	2801,7	1744,2	2,7164	6,1428
37	245,75	0,0012416	0,05389	18,56	1065,2	2801,4	1736,2	2,7252	6,1361
38	247,31	0,0012451	0,05244	19,07	1072,7	2801,1	1728,4	2,7339	6,1295
39	248,84	0,0012486	0,05106	19,58	1080,1	2800,8	1720,6	2,7425	6,1229
40	250,33	0,0012521	0,04975	20,10	1087,4	2800,3	1712,9	2,7510	6,1163
41	251,80	0,0012555	0,04850	20,62	1094,6	2799,9	1705,3	2,7594	6,1097
42	253,24	0,0012589	0,04731	21,14	1101,6	2799,4	1697,8	2,7677	6,1031
43	254,66	0,0012623	0,04617	21,66	1108,5	2798,9	1690,3	2,7759	6,0965
44	256,05	0,0012657	0,04508	22,18	1115,4	2798,3	1682,9	2,7841	6,0899

Acqua/Vapore Surriscaldato:

40

Table 3. Water and Superheated Steam (Continuation) Wasser und überhitzter Dampf (Fortsetzung)

t °C	0,09 bar $t_s = 43.79\text{ °C}$			0,10 bar $t_s = 45.83\text{ °C}$			0,12 bar $t_s = 49.45\text{ °C}$			0,14 bar $t_s = 52.57\text{ °C}$		
	v''	h''	s''	v''	h''	s''	v''	h''	s''	v''	h''	s''
	16.20	2581.1	8.1881	14.67	2584.8	8.1511	12.36	2591.2	8.0872	10.69	2596.7	8.0334
°C	v	h	s	v	h	s	v	h	s	v	h	s
0	0,0010002	0,0	0,0002	0,0010002	0,0	0,0002	0,0010002	0,0	0,0002	0,0010002	0,0	0,0002
10	0,0010002	42,0	0,1510	0,0010002	42,0	0,1510	0,0010002	42,0	0,1510	0,0010002	42,0	0,1510
20	0,0010017	83,9	0,2963	0,0010017	83,9	0,2963	0,0010017	83,9	0,2963	0,0010017	83,9	0,2963
30	0,0010043	125,7	0,4365	0,0010043	125,7	0,4365	0,0010043	125,7	0,4365	0,0010043	125,7	0,4365
40	0,0010078	167,5	0,5721	0,0010078	167,5	0,5721	0,0010078	167,5	0,5721	0,0010078	167,5	0,5721
50	16,53	2592,9	8,2248	14,87	2592,7	8,1757	12,38	2592,2	8,0905	0,0010111	209,3	0,7035
60	17,04	2611,8	8,2824	15,34	2611,6	8,2334	12,77	2611,2	8,1483	10,94	2610,8	8,0763
70	17,56	2630,7	8,3384	15,80	2630,6	8,2894	13,16	2630,2	8,2045	11,28	2629,9	8,1325
80	18,08	2649,7	8,3929	16,27	2649,5	8,3439	13,55	2649,2	8,2591	11,61	2648,9	8,1872
90	18,59	2668,6	8,4458	16,73	2668,5	8,3969	13,94	2668,2	8,3122	11,94	2668,0	8,2404
100	19,11	2687,6	8,4974	17,20	2687,5	8,4486	14,33	2687,3	8,3639	12,28	2687,0	8,2922
110	19,62	2706,7	8,5478	17,66	2706,6	8,4989	14,71	2706,3	8,4143	12,61	2706,1	8,3427
120	20,14	2725,7	8,5969	18,12	2725,6	8,5481	15,10	2725,4	8,4635	12,94	2725,2	8,3920
130	20,65	2744,8	8,6449	18,59	2744,7	8,5961	15,49	2744,6	8,5116	13,27	2744,4	8,4401
140	21,17	2764,0	8,6917	19,05	2763,9	8,6430	15,87	2763,7	8,5585	13,60	2763,6	8,4871
150	21,68	2783,2	8,7376	19,51	2783,1	8,6888	16,26	2782,9	8,6044	13,93	2782,8	8,5330
160	22,20	2802,4	8,7825	19,98	2802,3	8,7338	16,64	2802,2	8,6494	14,26	2802,0	8,5780
170	22,71	2821,6	8,8265	20,44	2821,6	8,7777	17,03	2821,4	8,6934	14,59	2821,3	8,6220
180	23,22	2840,9	8,8695	20,90	2840,9	8,8208	17,41	2840,8	8,7365	14,93	2840,7	8,6652
190	23,74	2860,3	8,9118	21,36	2860,2	8,8631	17,80	2860,1	8,7788	15,26	2860,0	8,7074
200	24,25	2879,7	8,9532	21,83	2879,6	8,9045	18,19	2879,5	8,8202	15,59	2879,5	8,7489
210	24,76	2899,1	8,9939	22,29	2899,1	8,9452	18,57	2899,0	8,8609	15,92	2898,9	8,7897
220	25,28	2918,6	9,0339	22,75	2918,6	8,9852	18,96	2918,5	8,9009	16,25	2918,4	8,8296
230	25,79	2938,2	9,0731	23,21	2938,2	9,0244	19,34	2938,1	8,9402	16,58	2938,0	8,8689
240	26,31	2957,8	9,1117	23,67	2957,8	9,0630	19,73	2957,7	8,9788	16,91	2957,6	8,9075
250	26,82	2977,5	9,1497	24,14	2977,4	9,1010	20,11	2977,4	9,0168	17,24	2977,3	8,9455
260	27,33	2997,2	9,1870	24,60	2997,2	9,1383	20,50	2997,1	9,0541	17,57	2997,0	8,9829
270	27,84	3017,0	9,2237	25,06	3016,9	9,1751	20,88	3016,9	9,0909	17,90	3016,8	9,0196
280	28,36	3036,8	9,2599	25,52	3036,8	9,2113	21,27	3036,7	9,1271	18,23	3036,7	9,0558
290	28,87	3056,7	9,2956	25,98	3056,7	9,2469	21,65	3056,6	9,1627	18,56	3056,6	9,0915
300	29,38	3076,6	9,3307	26,45	3076,6	9,2820	22,04	3076,6	9,1978	18,89	3076,5	9,1266
310	29,90	3096,7	9,3653	26,91	3096,6	9,3167	22,42	3096,6	9,2325	19,22	3096,5	9,1613
320	30,41	3116,7	9,3994	27,37	3116,7	9,3508	22,81	3116,7	9,2666	19,55	3116,6	9,1954
330	30,92	3136,9	9,4331	27,83	3136,8	9,3845	23,19	3136,8	9,3003	19,88	3136,8	9,2291
340	31,44	3157,1	9,4663	28,29	3157,0	9,4177	23,58	3157,0	9,3335	20,21	3157,0	9,2623
350	31,95	3177,3	9,4991	28,75	3177,3	9,4504	23,96	3177,3	9,3663	20,54	3177,2	9,2951
360	32,46	3197,7	9,5315	29,22	3197,6	9,4828	24,35	3197,6	9,3986	20,87	3197,6	9,3274
370	32,98	3218,0	9,5634	29,68	3218,0	9,5148	24,73	3218,0	9,4306	21,20	3218,0	9,3594
380	33,49	3238,5	9,5950	30,14	3238,5	9,5463	25,12	3238,4	9,4621	21,53	3238,4	9,3910
390	34,00	3259,0	9,6261	30,60	3259,0	9,5775	25,50	3259,0	9,4933	21,86	3258,9	9,4221
400	34,51	3279,6	9,6569	31,06	3279,6	9,6083	25,88	3279,6	9,5241	22,19	3279,5	9,4530
410	35,03	3300,3	9,6874	31,52	3300,2	9,6388	26,27	3300,2	9,5546	22,52	3300,2	9,4834
420	35,54	3321,0	9,7175	31,99	3321,0	9,6689	26,65	3320,9	9,5847	22,85	3320,9	9,5135
430	36,05	3341,8	9,7473	32,45	3341,7	9,6986	27,04	3341,7	9,6145	23,18	3341,7	9,5433
440	36,57	3362,6	9,7767	32,91	3362,6	9,7281	27,42	3362,6	9,6439	23,51	3362,5	9,5727
450	37,08	3383,5	9,8058	33,37	3383,5	9,7572	27,81	3383,5	9,6730	23,84	3383,5	9,6019
460	37,59	3404,5	9,8347	33,83	3404,5	9,7860	28,19	3404,5	9,7019	24,16	3404,4	9,6307
470	38,10	3425,6	9,8632	34,29	3425,6	9,8146	28,58	3425,5	9,7304	24,49	3425,5	9,6592
480	38,62	3446,7	9,8914	34,76	3446,7	9,8428	28,96	3446,7	9,7586	24,82	3446,6	9,6875
490	39,13	3467,9	9,9194	35,22	3467,9	9,8707	29,35	3467,8	9,7866	25,15	3467,8	9,7154
500	39,64	3489,1	9,9471	35,68	3489,1	9,8984	29,73	3489,1	9,8143	25,48	3489,1	9,7431
510	40,16	3510,5	9,9745	36,14	3510,5	9,9258	30,12	3510,4	9,8417	25,81	3510,4	9,7705
520	40,67	3531,9	10,0016	36,60	3531,9	9,9530	30,50	3531,8	9,8688	26,14	3531,8	9,7977
530	41,18	3553,3	10,0285	37,06	3553,3	9,9799	30,89	3553,3	9,8957	26,47	3553,3	9,8246
540	41,69	3574,9	10,0552	37,53	3574,9	10,0065	31,27	3574,8	9,9224	26,80	3574,8	9,8512
550	42,21	3596,5	10,0816	37,99	3596,5	10,0329	31,66	3596,4	9,9488	27,13	3596,4	9,8776

Table 3. Water and Superheated Steam (Continuation) Wasser und überhitzter Dampf (Fortsetzung)

t °C	4,0 bar $t_s = 143.62^\circ\text{C}$			4,2 bar $t_s = 145.39^\circ\text{C}$			4,4 bar $t_s = 147.09^\circ\text{C}$			4,6 bar $t_s = 148.73^\circ\text{C}$		
	v''	h''	s''	v''	h''	s''	v''	h''	s''	v''	h''	s''
	0,4622	2737,6	6,8943	0,4415	2739,8	6,8779	0,4226	2741,9	6,8623	0,4053	2743,9	6,8473
0	0,0010000	0,4	-0,0001	0,0010000	0,4	-0,0001	0,0010000	0,4	-0,0001	0,0010000	0,4	-0,0001
10	0,0010001	42,4	0,1510	0,0010001	42,4	0,1510	0,0010000	42,4	0,1510	0,0010000	42,4	0,1510
20	0,0010015	84,2	0,2962	0,0010015	84,3	0,2962	0,0010015	84,3	0,2962	0,0010015	84,3	0,2962
30	0,0010041	126,0	0,4364	0,0010041	126,0	0,4364	0,0010041	126,1	0,4364	0,0010041	126,1	0,4364
40	0,0010076	167,8	0,5720	0,0010076	167,8	0,5720	0,0010076	167,8	0,5720	0,0010076	167,9	0,5719
50	0,0010119	209,6	0,7033	0,0010119	209,6	0,7033	0,0010119	209,6	0,7033	0,0010119	209,6	0,7033
60	0,0010170	251,4	0,8308	0,0010170	251,4	0,8308	0,0010170	251,4	0,8308	0,0010169	251,5	0,8307
70	0,0010227	293,3	0,9546	0,0010227	293,3	0,9546	0,0010227	293,3	0,9546	0,0010226	293,3	0,9546
80	0,0010290	335,2	1,0750	0,0010290	335,2	1,0750	0,0010290	335,2	1,0750	0,0010290	335,2	1,0750
90	0,0010360	377,2	1,1923	0,0010360	377,2	1,1923	0,0010360	377,2	1,1923	0,0010360	377,2	1,1922
100	0,0010436	419,3	1,3066	0,0010435	419,3	1,3066	0,0010435	419,3	1,3066	0,0010435	419,3	1,3066
110	0,0010517	461,5	1,4183	0,0010517	461,5	1,4183	0,0010517	461,5	1,4182	0,0010517	461,5	1,4182
120	0,0010605	503,9	1,5274	0,0010605	503,9	1,5274	0,0010605	503,9	1,5274	0,0010605	503,9	1,5274
130	0,0010699	546,4	1,6342	0,0010699	546,4	1,6342	0,0010699	546,4	1,6342	0,0010699	546,4	1,6342
140	0,0010800	589,1	1,7389	0,0010800	589,1	1,7389	0,0010800	589,2	1,7389	0,0010800	589,2	1,7389
150	0,4707	2752,0	6,9285	0,4473	2750,3	6,9028	0,4261	2748,5	6,8780	0,4068	2746,8	6,8542
160	0,4837	2774,2	6,9805	0,4599	2772,7	6,9551	0,4382	2771,1	6,9308	0,4184	2769,5	6,9074
170	0,4966	2796,1	7,0305	0,4722	2794,7	7,0055	0,4500	2793,3	6,9015	0,4297	2791,9	6,9585
180	0,5093	2817,8	7,0788	0,4843	2816,5	7,0541	0,4617	2815,2	7,0304	0,4410	2814,0	7,0077
190	0,5218	2839,2	7,1255	0,4963	2838,0	7,1010	0,4732	2836,9	7,0776	0,4520	2835,7	7,0552
200	0,5343	2860,4	7,1708	0,5082	2859,3	7,1466	0,4846	2858,3	7,1234	0,4630	2857,2	7,1011
210	0,5466	2881,4	7,2148	0,5200	2880,5	7,1908	0,4959	2879,5	7,1678	0,4738	2878,6	7,1457
220	0,5589	2902,3	7,2576	0,5317	2901,5	7,2338	0,5071	2900,6	7,2109	0,4846	2899,7	7,1891
230	0,5710	2923,1	7,2994	0,5434	2922,3	7,2757	0,5182	2921,5	7,2530	0,4953	2920,7	7,2312
240	0,5831	2943,9	7,3402	0,5549	2943,1	7,3166	0,5293	2942,4	7,2940	0,5059	2941,6	7,2724
250	0,5952	2964,5	7,3800	0,5664	2963,8	7,3565	0,5403	2963,1	7,3340	0,5164	2962,4	7,3125
260	0,6072	2985,1	7,4190	0,5779	2984,5	7,3956	0,5513	2983,8	7,3732	0,5269	2983,2	7,3518
270	0,6192	3005,6	7,4572	0,5893	3005,1	7,4339	0,5622	3004,5	7,4116	0,5374	3003,9	7,3902
280	0,6311	3026,2	7,4947	0,6007	3025,6	7,4714	0,5731	3025,1	7,4492	0,5478	3024,5	7,4279
290	0,6430	3046,7	7,5314	0,6120	3046,2	7,5082	0,5839	3045,7	7,4861	0,5582	3045,1	7,4649
300	0,6549	3067,2	7,5675	0,6234	3066,7	7,5444	0,5947	3066,2	7,5223	0,5686	3065,7	7,5011
310	0,6667	3087,7	7,6030	0,6346	3087,3	7,5799	0,6055	3086,8	7,5579	0,5789	3086,3	7,5368
320	0,6785	3108,3	7,6379	0,6459	3107,8	7,6149	0,6163	3107,4	7,5929	0,5892	3107,0	7,5718
330	0,6903	3128,8	7,6723	0,6572	3128,4	7,6493	0,6270	3128,0	7,6273	0,5995	3127,6	7,6063
340	0,7021	3149,4	7,7061	0,6684	3149,0	7,6831	0,6378	3148,6	7,6612	0,6098	3148,2	7,6402
350	0,7139	3170,0	7,7395	0,6796	3169,6	7,7165	0,6485	3169,2	7,6946	0,6201	3168,9	7,6736
360	0,7256	3190,6	7,7723	0,6908	3190,3	7,7494	0,6592	3189,9	7,7275	0,6303	3189,6	7,7066
370	0,7373	3211,3	7,8047	0,7020	3211,0	7,7818	0,6699	3210,6	7,7600	0,6406	3210,3	7,7391
380	0,7491	3232,1	7,8367	0,7132	3231,7	7,8138	0,6806	3231,4	7,7920	0,6508	3231,1	7,7711
390	0,7608	3252,8	7,8683	0,7244	3252,5	7,8454	0,6912	3252,2	7,8236	0,6610	3251,9	7,8027
400	0,7725	3273,6	7,8994	0,7355	3273,3	7,8766	0,7019	3273,0	7,8548	0,6712	3272,7	7,8339
410	0,7842	3294,5	7,9302	0,7467	3294,2	7,9074	0,7125	3293,9	7,8856	0,6814	3293,6	7,8648
420	0,7959	3315,4	7,9606	0,7578	3315,1	7,9378	0,7232	3314,9	7,9160	0,6916	3314,6	7,8952
430	0,8076	3336,4	7,9906	0,7689	3336,1	7,9678	0,7338	3335,9	7,9461	0,7018	3335,6	7,9253
440	0,8192	3357,4	8,0203	0,7801	3357,2	7,9976	0,7444	3356,9	7,9758	0,7119	3356,6	7,9550
450	0,8309	3378,5	8,0497	0,7912	3378,3	8,0269	0,7551	3378,0	8,0052	0,7221	3377,7	7,9844
460	0,8426	3399,7	8,0787	0,8023	3399,4	8,0560	0,7657	3399,2	8,0343	0,7322	3398,9	8,0135
470	0,8542	3420,9	8,1075	0,8134	3420,6	8,0847	0,7763	3420,4	8,0630	0,7424	3420,2	8,0423
480	0,8659	3442,1	8,1359	0,8245	3441,9	8,1132	0,7869	3441,7	8,0915	0,7526	3441,4	8,0707
490	0,8775	3463,5	8,1640	0,8356	3463,2	8,1413	0,7975	3463,0	8,1196	0,7627	3462,8	8,0989
500	0,8892	3484,9	8,1919	0,8467	3484,6	8,1692	0,8081	3484,4	8,1475	0,7728	3484,2	8,1268
510	0,9008	3506,3	8,2195	0,8578	3506,1	8,1967	0,8187	3505,9	8,1751	0,7830	3505,7	8,1544
520	0,9125	3527,8	8,2468	0,8689	3527,6	8,2241	0,8293	3527,4	8,2024	0,7931	3527,2	8,1817
530	0,9241	3549,4	8,2738	0,8800	3549,2	8,2511	0,8399	3549,0	8,2294	0,8032	3548,8	8,2087
540	0,9357	3571,1	8,3006	0,8911	3570,9	8,2779	0,8504	3570,7	8,2563	0,8134	3570,5	8,2356
550	0,9474	3592,8	8,3271	0,9021	3592,6	8,3044	0,8610	3592,4	8,2828	0,8235	3592,2	8,2621

Table 3. Water and Superheated Steam (Continuation) Wasser und überhitzter Dampf (Fortsetzung)

t °C	16,5 bar $t_s = 202,86$ °C			17,0 bar $t_s = 204,31$ °C			17,5 bar $t_s = 205,72$ °C			18,0 bar $t_s = 207,11$ °C		
	v''	h''	s''	v''	h''	s''	v''	h''	s''	v''	h''	s''
	0,1201	2792,6	6,4065	0,1166	2793,4	6,3957	0,1134	2794,1	6,3853	0,1103	2794,8	6,3751
°C	v	h	s	v	h	s	v	h	s	v	h	s
0	0,0009994	1,6	0,0000	0,0009994	1,7	0,0000	0,0009993	1,7	0,0000	0,0009993	1,8	0,0000
10	0,0009995	43,6	0,1508	0,0009995	43,7	0,1508	0,0009994	43,7	0,1508	0,0009994	43,7	0,1508
20	0,0010010	85,4	0,2960	0,0010010	85,5	0,2959	0,0010009	85,5	0,2959	0,0010009	85,6	0,2959
30	0,0010036	127,2	0,4360	0,0010036	127,2	0,4360	0,0010035	127,3	0,4360	0,0010035	127,3	0,4360
40	0,0010071	168,9	0,5715	0,0010071	169,0	0,5715	0,0010070	169,0	0,5714	0,0010070	169,0	0,5714
50	0,0010114	210,7	0,7027	0,0010114	210,7	0,7027	0,0010113	210,8	0,7027	0,0010113	210,8	0,7027
60	0,0010164	252,5	0,8301	0,0010164	252,5	0,8301	0,0010164	252,5	0,8301	0,0010163	252,6	0,8300
70	0,0010221	294,3	0,9538	0,0010221	294,3	0,9538	0,0010220	294,4	0,9538	0,0010220	294,4	0,9538
80	0,0010284	336,2	1,0742	0,0010284	336,2	1,0742	0,0010284	336,3	1,0741	0,0010283	336,3	1,0741
90	0,0010354	378,2	1,1913	0,0010353	378,2	1,1913	0,0010353	378,2	1,1913	0,0010353	378,3	1,1913
100	0,0010429	420,2	1,3057	0,0010429	420,3	1,3056	0,0010428	420,3	1,3056	0,0010428	420,3	1,3055
110	0,0010510	462,4	1,4172	0,0010510	462,4	1,4172	0,0010510	462,5	1,4171	0,0010510	462,5	1,4171
120	0,0010598	504,7	1,5263	0,0010598	504,8	1,5262	0,0010597	504,8	1,5262	0,0010597	504,8	1,5261
130	0,0010692	547,2	1,6330	0,0010691	547,3	1,6330	0,0010691	547,3	1,6329	0,0010691	547,3	1,6329
140	0,0010792	589,9	1,7377	0,0010792	590,0	1,7376	0,0010792	590,0	1,7375	0,0010791	590,0	1,7375
150	0,0010900	632,9	1,8403	0,0010899	632,9	1,8403	0,0010899	632,9	1,8402	0,0010899	633,0	1,8402
160	0,0011015	676,1	1,9412	0,0011014	676,1	1,9412	0,0011014	676,1	1,9411	0,0011013	676,2	1,9411
170	0,0011138	719,6	2,0405	0,0011137	719,6	2,0405	0,0011137	719,6	2,0404	0,0011136	719,7	2,0403
180	0,0011270	763,4	2,1384	0,0011269	763,5	2,1383	0,0011269	763,5	2,1383	0,0011268	763,5	2,1382
190	0,0011411	807,7	2,2350	0,0011410	807,7	2,2349	0,0011410	807,7	2,2349	0,0011410	807,8	2,2348
200	0,0011564	852,4	2,3305	0,0011563	852,4	2,3305	0,0011563	852,4	2,3304	0,0011562	852,5	2,3303
210	0,1228	2812,9	6,4488	0,1188	2809,7	6,4297	0,1150	2806,5	6,4110	0,1114	2803,3	6,3926
220	0,1266	2840,3	6,5050	0,1225	2837,5	6,4866	0,1186	2834,6	6,4686	0,1150	2831,7	6,4509
230	0,1303	2866,8	6,5581	0,1261	2864,2	6,5403	0,1221	2861,6	6,5229	0,1184	2859,1	6,5058
240	0,1338	2892,4	6,6086	0,1296	2890,1	6,5912	0,1255	2887,8	6,5743	0,1227	2885,4	6,5577
250	0,1373	2917,4	6,6567	0,1329	2915,3	6,6398	0,1288	2913,2	6,6233	0,1250	2911,0	6,6071
260	0,1407	2941,7	6,7028	0,1362	2939,8	6,6863	0,1321	2937,9	6,6701	0,1282	2935,9	6,6543
270	0,1440	2965,6	6,7471	0,1395	2963,8	6,7309	0,1353	2962,1	6,7150	0,1313	2960,3	6,6995
280	0,1472	2989,0	6,7899	0,1427	2987,4	6,7739	0,1384	2985,8	6,7583	0,1343	2984,1	6,7430
290	0,1505	3012,1	6,8312	0,1458	3010,6	6,8154	0,1414	3009,1	6,8000	0,1373	3007,6	6,7850
300	0,1536	3034,8	6,8713	0,1489	3033,5	6,8557	0,1445	3032,1	6,8405	0,1402	3030,7	6,8257
310	0,1568	3057,4	6,9103	0,1520	3056,1	6,8948	0,1474	3054,8	6,8798	0,1432	3053,5	6,8651
320	0,1599	3079,7	6,9482	0,1550	3078,5	6,9329	0,1504	3077,3	6,9180	0,1460	3076,1	6,9033
330	0,1630	3101,8	6,9853	0,1580	3100,7	6,9701	0,1533	3099,6	6,9553	0,1489	3098,4	6,9409
340	0,1660	3123,8	7,0214	0,1610	3122,8	7,0064	0,1562	3121,7	6,9917	0,1517	3120,6	6,9774
350	0,1691	3145,7	7,0569	0,1640	3144,7	7,0419	0,1591	3143,7	7,0273	0,1546	3142,7	7,0131
360	0,1721	3167,5	7,0916	0,1669	3166,6	7,0767	0,1620	3165,6	7,0622	0,1573	3164,7	7,0481
370	0,1751	3189,3	7,1257	0,1698	3188,4	7,1108	0,1648	3187,5	7,0964	0,1601	3186,6	7,0824
380	0,1781	3211,0	7,1591	0,1728	3210,1	7,1444	0,1677	3209,2	7,1300	0,1629	3208,4	7,1160
390	0,1811	3232,6	7,1920	0,1757	3231,8	7,1773	0,1705	3231,0	7,1630	0,1656	3230,1	7,1491
400	0,1841	3254,2	7,2244	0,1785	3253,5	7,2098	0,1733	3252,7	7,1955	0,1684	3251,9	7,1816
410	0,1871	3275,9	7,2563	0,1814	3275,1	7,2417	0,1761	3274,3	7,2275	0,1711	3273,6	7,2137
420	0,1900	3297,5	7,2877	0,1843	3296,8	7,2731	0,1789	3296,0	7,2590	0,1738	3295,3	7,2452
430	0,1930	3319,1	7,3187	0,1872	3318,4	7,3041	0,1817	3317,7	7,2900	0,1766	3317,0	7,2763
440	0,1959	3340,7	7,3492	0,1900	3340,1	7,3347	0,1845	3339,4	7,3207	0,1793	3338,7	7,3070
450	0,1988	3362,4	7,3794	0,1929	3361,7	7,3649	0,1873	3361,1	7,3509	0,1820	3360,4	7,3372
460	0,2018	3384,1	7,4091	0,1957	3383,4	7,3947	0,1900	3382,8	7,3807	0,1847	3382,2	7,3671
470	0,2047	3405,8	7,4385	0,1986	3405,2	7,4242	0,1928	3404,6	7,4102	0,1873	3404,0	7,3966
480	0,2076	3427,5	7,4676	0,2014	3426,9	7,4533	0,1955	3426,4	7,4393	0,1900	3425,8	7,4257
490	0,2105	3449,3	7,4963	0,2042	3448,7	7,4820	0,1983	3448,2	7,4681	0,1927	3447,6	7,4545
500	0,2134	3471,1	7,5248	0,2070	3470,6	7,5105	0,2010	3470,0	7,4965	0,1954	3469,5	7,4830
510	0,2163	3493,0	7,5529	0,2099	3492,5	7,5386	0,2038	3491,9	7,5247	0,1980	3491,4	7,5112
520	0,2192	3514,9	7,5807	0,2127	3514,4	7,5664	0,2065	3513,9	7,5525	0,2007	3513,4	7,5391
530	0,2221	3536,9	7,6082	0,2155	3536,4	7,5939	0,2093	3535,9	7,5801	0,2034	3535,4	7,5666
540	0,2250	3558,9	7,6354	0,2183	3558,4	7,6212	0,2120	3557,9	7,6074	0,2060	3557,4	7,5939
550	0,2279	3581,0	7,6624	0,2211	3580,5	7,6482	0,2147	3580,0	7,6344	0,2087	3579,5	7,6209

Table 3. Water and Superheated Steam (Continuation) Wasser und überhitzter Dampf (Fortsetzung)

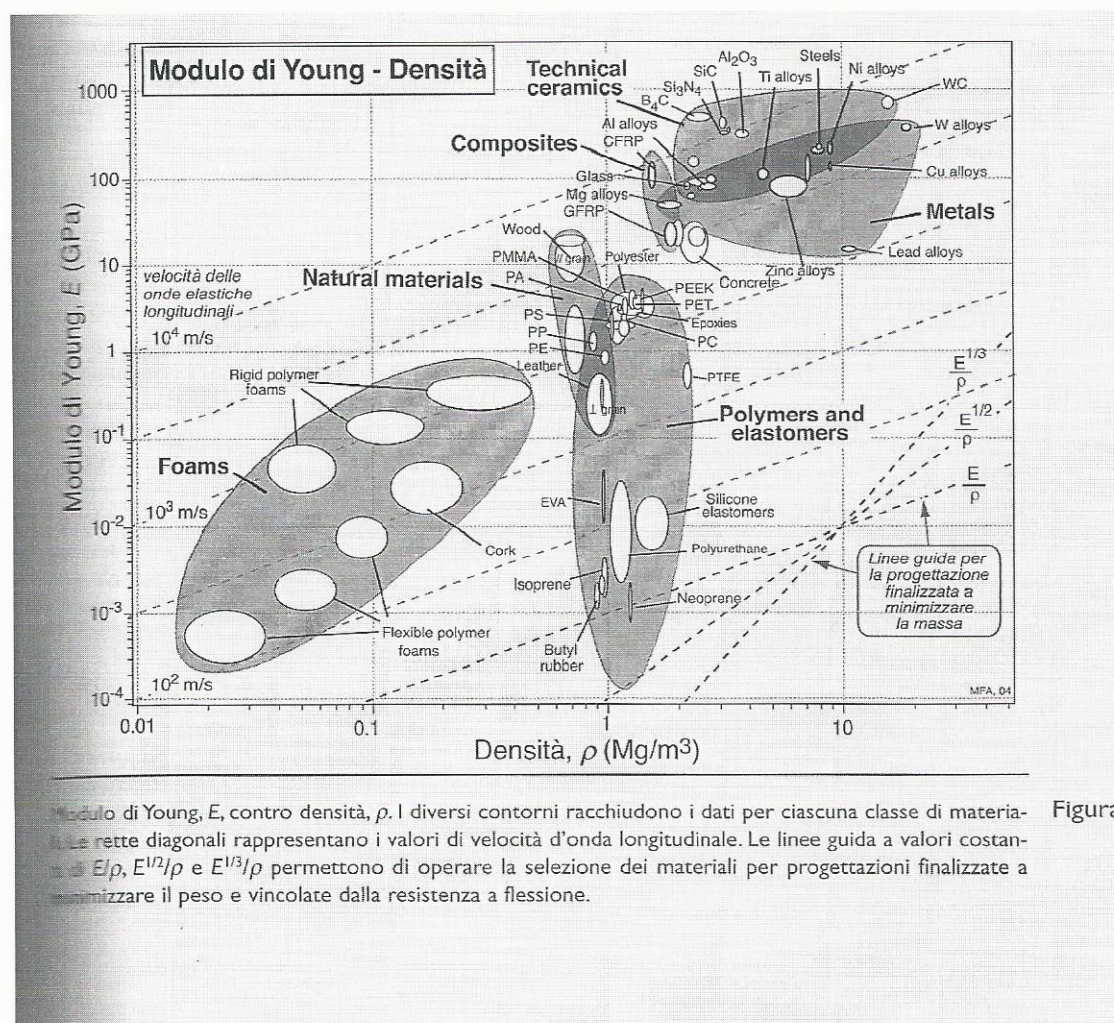
t °C	29 bar $t_s = 231.97^\circ\text{C}$			80 bar $t_s = 233.84^\circ\text{C}$			81 bar $t_s = 235.67^\circ\text{C}$			82 bar $t_s = 237.45^\circ\text{C}$		
	v''	h''	s''	v''	h''	s''	v''	h''	s''	v''	h''	s''
	0.06893	2802.2	6.1969	0.06663	2802.3	6.1837	0.06447	2802.3	6.1709	0.06244	2802.3	6.1585
<hr/>												
0	0.0009988	2.9	0.0001	0.0009987	3.0	0.0001	0.0009987	3.1	0.0001	0.0009986	3.2	0.0001
10	0.0009989	44.8	0.1507	0.0009988	44.9	0.1507	0.0009988	45.0	0.1507	0.0009987	45.1	0.1507
20	0.0010004	86.6	0.2957	0.0010004	86.7	0.2957	0.0010003	86.8	0.2957	0.0010003	86.9	0.2956
30	0.0010030	128.3	0.4356	0.0010030	128.4	0.4356	0.0010029	128.5	0.4356	0.0010029	128.6	0.4355
40	0.0010065	170.0	0.5710	0.0010065	170.1	0.5710	0.0010064	170.2	0.5709	0.0010064	170.3	0.5709
<hr/>												
50	0.0010108	211.7	0.7022	0.0010108	211.8	0.7021	0.0010107	211.9	0.7021	0.0010107	212.0	0.7020
60	0.0010158	253.5	0.8294	0.0010158	253.6	0.8294	0.0010157	253.7	0.8293	0.0010157	253.8	0.8293
70	0.0010215	295.3	0.9531	0.0010215	295.4	0.9530	0.0010214	295.5	0.9530	0.0010214	295.6	0.9529
80	0.0010278	337.2	1.0734	0.0010278	337.3	1.0733	0.0010277	337.3	1.0732	0.0010277	337.4	1.0732
90	0.0010347	379.1	1.1905	0.0010347	379.2	1.1904	0.0010346	379.3	1.1903	0.0010346	379.4	1.1903
<hr/>												
100	0.0010422	421.2	1.3047	0.0010422	421.2	1.3046	0.0010421	421.3	1.3045	0.0010421	421.4	1.3044
110	0.0010504	463.3	1.4162	0.0010503	463.4	1.4161	0.0010502	463.5	1.4160	0.0010502	463.5	1.4159
120	0.0010591	505.6	1.5251	0.0010590	505.7	1.5251	0.0010590	505.8	1.5250	0.0010589	505.8	1.5249
130	0.0010684	548.1	1.6318	0.0010684	548.2	1.6317	0.0010683	548.2	1.6316	0.0010682	548.3	1.6315
140	0.0010784	590.8	1.7364	0.0010783	590.8	1.7363	0.0010783	590.9	1.7361	0.0010782	591.0	1.7360
<hr/>												
150	0.0010891	633.7	1.8389	0.0010890	633.7	1.8388	0.0010890	633.8	1.8387	0.0010889	633.8	1.8386
160	0.0011005	676.8	1.9398	0.0011005	676.9	1.9396	0.0011004	676.9	1.9395	0.0011003	677.0	1.9394
170	0.0011128	720.3	2.0390	0.0011127	720.3	2.0388	0.0011126	720.4	2.0387	0.0011125	720.4	2.0386
180	0.0011259	764.1	2.1367	0.0011258	764.1	2.1366	0.0011257	764.2	2.1364	0.0011256	764.2	2.1363
190	0.0011400	808.3	2.2332	0.0011399	808.3	2.2330	0.0011398	808.4	2.2329	0.0011397	808.4	2.2327
<hr/>												
200	0.0011551	852.9	2.3286	0.0011550	853.0	2.3284	0.0011549	853.0	2.3282	0.0011548	853.0	2.3281
210	0.0011715	898.1	2.4230	0.0011714	898.1	2.4228	0.0011712	898.1	2.4226	0.0011711	898.2	2.4225
220	0.0011892	943.8	2.5167	0.0011891	943.9	2.5165	0.0011890	943.9	2.5163	0.0011888	943.9	2.5162
230	0.0012086	990.3	2.6100	0.0012084	990.3	2.6098	0.0012083	990.3	2.6096	0.0012081	990.3	2.6094
240	0.07097	2828.6	6.2488	0.06816	2822.9	6.2241	0.06553	2817.1	6.1997	0.06305	2811.2	6.1757
<hr/>												
250	0.07340	2859.9	6.3092	0.07055	2854.8	6.2857	0.06788	2849.6	6.2626	0.06538	2844.4	6.2398
260	0.07571	2889.7	6.3657	0.07283	2885.1	6.3432	0.07013	2880.5	6.3211	0.06759	2875.8	6.2993
270	0.07794	2918.3	6.4187	0.07501	2914.1	6.3970	0.07227	2910.0	6.3758	0.06970	2905.7	6.3549
280	0.08010	2945.8	6.4689	0.07712	2942.0	6.4479	0.07434	2938.2	6.4274	0.07173	2934.4	6.4072
290	0.08219	2972.4	6.5166	0.07917	2968.9	6.4962	0.07634	2965.5	6.4762	0.07369	2962.0	6.4567
<hr/>												
300	0.08423	2998.2	6.5621	0.08116	2995.1	6.5422	0.07829	2991.9	6.5227	0.07559	2988.7	6.5037
310	0.08622	3023.4	6.6057	0.08310	3020.5	6.5862	0.08019	3017.6	6.5672	0.07745	3014.7	6.5487
320	0.08817	3048.1	6.6476	0.08500	3045.4	6.6285	0.08204	3042.7	6.6099	0.07926	3040.0	6.5917
330	0.09009	3072.3	6.6881	0.08687	3069.9	6.6694	0.08386	3067.4	6.6511	0.08104	3064.8	6.6332
340	0.09198	3096.2	6.7273	0.08871	3093.9	6.7088	0.08566	3091.5	6.6908	0.08279	3089.2	6.6733
<hr/>												
350	0.09384	3119.7	6.7654	0.09053	3117.5	6.7471	0.08742	3115.4	6.7294	0.08451	3113.2	6.7120
360	0.09569	3143.0	6.8024	0.09232	3140.9	6.7844	0.08917	3138.9	6.7668	0.08621	3136.8	6.7497
370	0.09751	3166.0	6.8385	0.09409	3164.1	6.8207	0.09089	3162.1	6.8033	0.08789	3160.2	6.7863
380	0.09931	3188.9	6.8738	0.09584	3187.0	6.8561	0.09260	3185.2	6.8388	0.08955	3183.4	6.8221
390	0.10111	3211.6	6.9083	0.09758	3209.8	6.8907	0.09429	3208.1	6.8736	0.09120	3206.4	6.8570
<hr/>												
400	0.10288	3234.1	6.9421	0.09931	3232.5	6.9246	0.09597	3230.8	6.9077	0.09283	3229.2	6.8912
410	0.10465	3256.6	6.9753	0.10102	3255.1	6.9579	0.09763	3253.5	6.9411	0.09445	3251.9	6.9247
420	0.10641	3279.0	7.0078	0.10273	3277.5	6.9906	0.09929	3276.0	6.9738	0.09606	3274.5	6.9576
430	0.10815	3301.4	7.0398	0.10442	3299.9	7.0227	0.10093	3298.5	7.0060	0.09766	3297.1	6.9898
440	0.10989	3323.7	7.0713	0.10611	3322.3	7.0543	0.10257	3320.9	7.0377	0.09925	3319.5	7.0216
<hr/>												
450	0.11162	3346.0	7.1024	0.10779	3344.6	7.0854	0.10420	3343.3	7.0689	0.10083	3342.0	7.0528
460	0.11335	3368.2	7.1329	0.10946	3367.0	7.1160	0.10582	3365.7	7.0996	0.10241	3364.4	7.0836
470	0.11507	3390.5	7.1631	0.11112	3389.3	7.1462	0.10743	3388.0	7.1298	0.10397	3386.8	7.1140
480	0.11678	3412.8	7.1928	0.11278	3411.6	7.1760	0.10904	3410.4	7.1597	0.10554	3409.2	7.1439
490	0.11848	3435.0	7.2222	0.11443	3433.9	7.2054	0.11065	3432.7	7.1892	0.10709	3431.6	7.1734
<hr/>												
500	0.12018	3457.3	7.2512	0.11608	3456.2	7.2345	0.11224	3455.1	7.2183	0.10865	3454.0	7.2026
510	0.12188	3479.6	7.2799	0.11772	3478.5	7.2632	0.11384	3477.4	7.2470	0.11019	3476.4	7.2314
520	0.12357	3501.9	7.3082	0.11936	3500.9	7.2916	0.11543	3499.8	7.2755	0.11174	3498.8	7.2598
530	0.12526	3524.3	7.3362	0.12100	3523.3	7.3196	0.11701	3522.3	7.3035	0.11328	3521.2	7.2879
540	0.12694	3546.7	7.3639	0.12263	3545.7	7.3474	0.11859	3544.7	7.3313	0.11481	3543.7	7.3158
550	0.12862	3569.1	7.3913	0.12426	3568.1	7.3748	0.12017	3567.2	7.3588	0.11634	3566.2	7.3433

Esame di stato 2012 per l'abilitazione all'esercizio della professione di ingegnere specialistico/magistrale

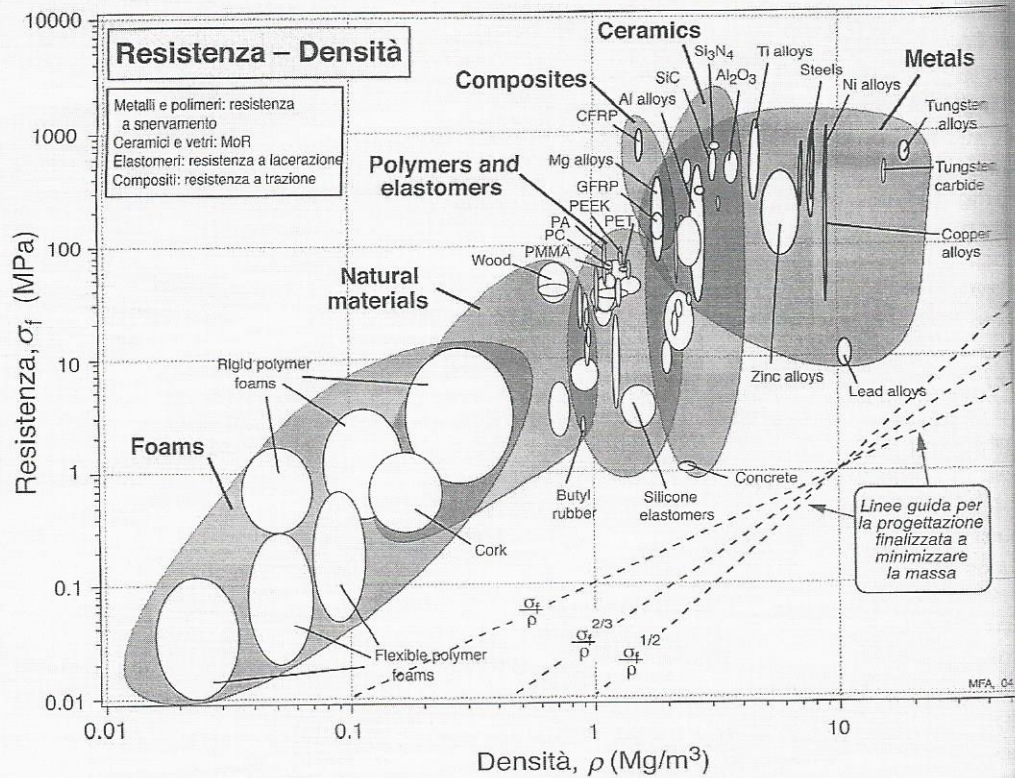
Progetto di Metallurgia

Si deve progettare una linea elettrica aerea per alta tensione, soluzione più economica rispetto alla posa di cavi interrati.

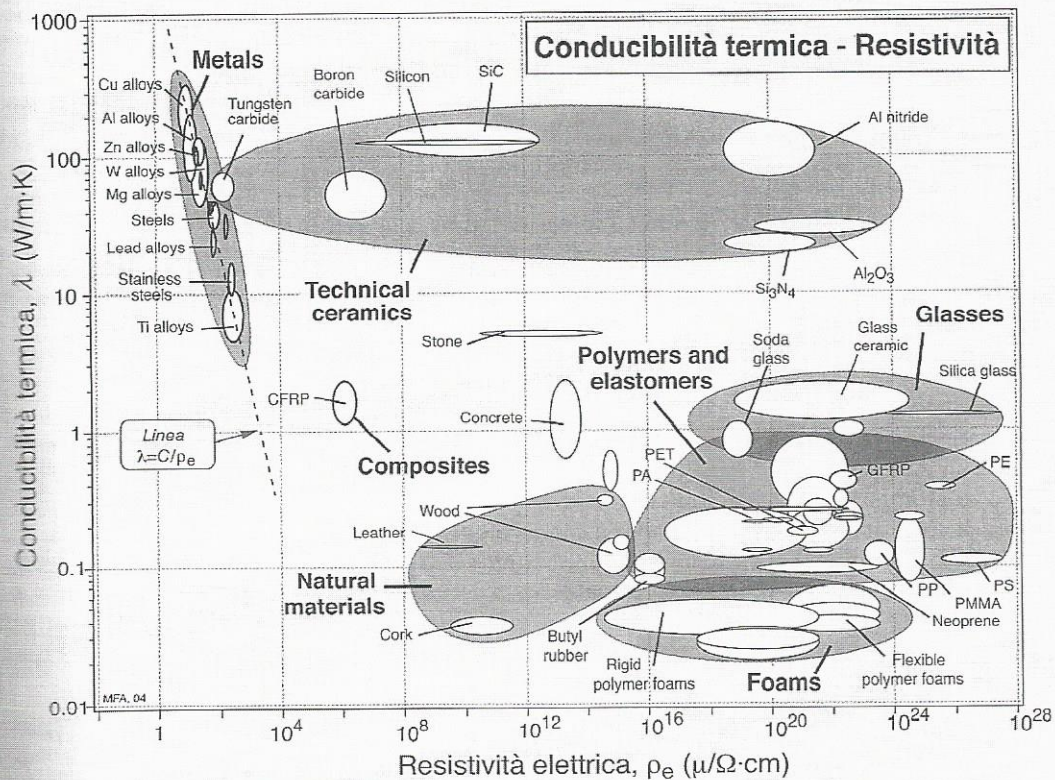
- 1) Il candidato individui i fattori critici da considerare ai fini del dimensionamento di cavi e strutture di sostegno.
- 2) Si valutino i possibili vari materiali da impiegare per i cavi, identificando le caratteristiche fondamentali: funzioni, vincoli, obiettivo. Si analizzino le possibili soluzioni in termini di prestazioni, economicità e si indichi quella ottimale.
- 3) Si esegua un dimensionamento di massima dei cavi, assumendo a scelta i dati necessari.



Figura

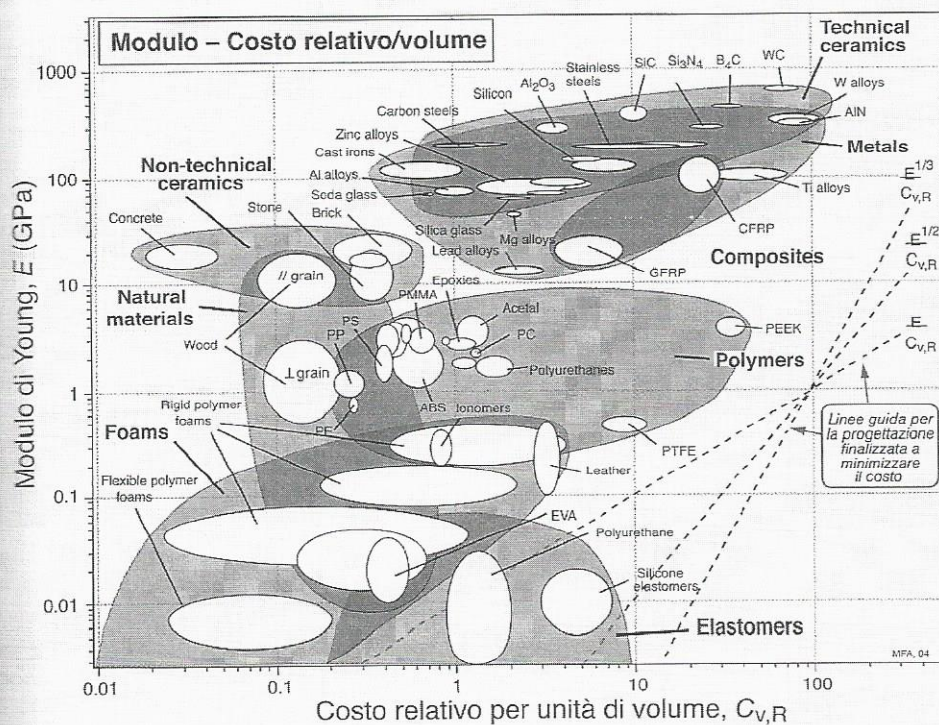


- 1.4 Diagramma resistenza, σ_f , contro densità, ρ (resistenza a snervamento per i metalli e i polimeri, modulo di rottura MoR per i ceramiche, resistenza alla lacerazione per gli elastomeri e resistenza a trazione per i compositi). Le linee guida tracciate a valori costanti di σ_f/ρ , $\sigma_f^{2/3}/\rho$ e $\sigma_f^{1/2}/\rho$ sono utilizzate per la progettazione finalizzata a minimizzare la massa e vincolata dal cedimento.



Conducibilità termica, λ , contro resistività elettrica, ρ_e . Per i metalli le due grandezze sono correlate.

Fig



Modulo di Young, E , contro costo relativo per unità di volume, $C_{v,R}$. Le linee guida per la progettazione permettono di selezionare materiali che massimizzano la rigidità per unità di costo.

Fi

Table 1 Typical properties of electrical resistance alloys

Basic composition, %	Resistivity(a), nΩ · m(b)	TCR, ppm/°C(c)	Thermoelectric potential versus Cu, μV/°C	Coefficient of thermal expansion(d), μm/m · °C	Tensile strength(a)		Density(a)	
					MPa	ksi	g/cm ³	lb/in. ³
Radio alloys								
98Cu-2Ni	50	1400 (25–105 °C)	–13 (25–105 °C)	16.5	205–410	30–60	8.9	0.32
94Cu-6Ni	100	700 (25–105 °C)	–13 (25–105 °C)	16.3	240–585	35–85	8.9	0.32
89Cu-11Ni	150	450 (25–105 °C)	–25 (25–105 °C)	16.1	240–515	35–75	8.9	0.32
78Cu-22Ni	300	180 (25–105 °C)	–36 (0–75 °C)	15.9	345–690	50–100	8.9	0.32
Manganins								
87Cu-13Mn	480	±15 (15–35 °C)	1 (0–50 °C)	18.7	275–620	40–90	8.2	0.30
83Cu-13Mn-4Ni	480	±15 (15–35 °C)	–1 (0–50 °C)	18.7	275–620	40–90	8.4	0.31
85Cu-10Mn-4Ni(e)	380	±10 (40–60 °C)	–1.5 (0–50 °C)	18.7	345–690	50–100	8.4	0.31
Constantans								
57Cu-43Ni	500	±20 (25–105 °C)	–43 (25–105 °C)	14.9	410–930	60–135	8.9	0.32
55Cu-45Ni	500	±40 (–55–105 °C)	–42 (0–75 °C)	14.9	455–860	66–125	8.9	0.32
53Cu-44Ni-3Mn	525	±70 (–55–105 °C)	–38 (0–100 °C)	14.9	410–930	60–135	8.9	0.32
Nickel-chromium-aluminum alloys								
75Ni-20Cr-3Al-2(Cu, Fe, or Mn)	1333	±20 (–55–105 °C)	1.0 (25–105 °C)	12.6	825–1380	120–200	8.1	0.29
72Ni-20Cr-3Al-5Mn	1375	±20 (–55–105 °C)	1.0 (25–105 °C)	13	690–1380	100–200	7.1	0.26
Nickel-base alloys								
78.5Ni-20Cr-1.5Si	1080	80 (25–105 °C)	3.9 (25–105 °C)	13.5	790–1380	115–200	8.3	0.30
76Ni-17Cr-4Si-3Mn	1330	±20 (–55–105 °C)	–1 (20–100 °C)	15	900–1380	130–200	7.8	0.28
71Ni-29Fe	208	4300 (25–105 °C)	–40 (25–105 °C)	15	480–1035	70–150	8.4	0.31
68.5Ni-30Cr-1.5Si	1187	90 (25–105 °C)	–1.2 (25–105 °C)	12.2	825–1380	120–200	8.1	0.29
60Ni-16Cr-22.5Fe-1.5Si	1125	150 (25–105 °C)	0.9 (25–105 °C)	13.5	725–1345	105–195	8.4	0.30
37Ni-21Cr-40Fe-2Si	1080	300 (20–100 °C)	16.0	585–1135	85–165	7.96	0.288
35Ni-20Cr-43.5Fe-1.5Si	1000	400 (25–105 °C)	–1.1 (25–105 °C)	15.6	585–1135	85–165	8.1	0.29
Iron-chromium-aluminum alloys								
73.5Fe-22Cr-4.5Al	1350	60 (25–105 °C)	–3.0 (0–100 °C)	11	690–965	100–140	7.25	0.262
73Fe-22Cr-5Al	1390	40 (25–105 °C)	–2.8 (0–100 °C)	11	690–965	100–140	7.15	0.258
72.5Fe-22Cr-5.5Al	1450	20 (25–105 °C)	–2.6 (0–100 °C)	11	690–965	100–140	7.1	0.256
81Fe-15Cr-4Al	1250	±50 (25–105 °C)	–1.2 (0–100 °C)	11	620–900	90–130	7.43	0.268
Pure metals								
Aluminum (99.99+)	26.55	4290(a)	–3.4 (0–50 °C)	23.9(a)	50–110	7–16	2.70	0.098
Copper (99.99)	16.73	4270 (0–50 °C)	0	16.5(a)	115–130	17–19	8.96	0.324
Gold (99.999+)	23.50	4000 (0–100 °C)	0.2 (0–100 °C)	14.2(a)	130	19	19.32	0.698
Iron (99.94)	970	5000(a)	12.2 (0–100 °C)	11.7(a)	180–220	26–32	7.87	0.284
Molybdenum (99.9)	52	3300(a)	6.9 (0–100 °C)	4.9	690–2140	100–310	10.22	0.369
Nickel (99.8)	80	6000 (20–35 °C)	–22 (0–75 °C)	15	345–760	50–110	8.90	0.322
Platinum (99.99+)	105	3920 (0–100 °C)	7.6 (0–100 °C)	8.9(a)	125	18	21.45	0.775
Silver (99.99)	16	4100(a)	–0.2 (0–100 °C)	19.7	125	18	10.49	0.379
Tantalum (99.96)	125	3820 (0–100 °C)	–4.3 (0–100 °C)	6.5(a)	690–1240	100–180	16.6	0.600
Tungsten (99.9)	55	4500(a)	3.6 (0–100 °C)	4.3(a)	1825–4050	265–590	19.25	0.695

(a) At 20 °C (68 °F). (b) To convert to $\Omega \cdot \text{circ mil}/\text{ft}$, multiply by 0.6015. (c) Temperature coefficient of resistance is $(R - R_0)/(t - t_0)$, where R is resistance at t °C and R_0 is resistance at the reference temperature t_0 °C. (d) At 25 to 105 °C. (e) Shunt manganin

Esame di stato Ingegneria Gestionale - III prova specialistica/magistrale

Un'azienda manifatturiera produce due tipologie di prodotto, *A* e *B*: il primo costituito da quattro componenti, *A1*, *A2*, *A3* e *A4*; il secondo costituito da due componenti, *B1* e *B2*.

La realizzazione di una unità del prodotto *A* prevede l'assemblaggio di una unità di *A1*, *A2*, *A3*, e *A4*. Tale processo di assemblaggio consta di quattro operazioni. La produzione dei componenti *A1*, *A2*, *A3*, e *A4* prevede da 3 a 4 lavorazioni a seconda del tipo di componente. Analogamente la realizzazione del prodotto *B* prevede l'assemblaggio di una unità di *B1* e una di *B2*, e tale processo consta di due operazioni. La fabbricazione di *B1* e *B2* invece consiste, rispettivamente, di 4 lavorazioni. Sono di seguito definite le sequenze di lavorazioni delle parti componenti i prodotti *A* e *B*:

Componenti prodotto <i>A</i>	Operazioni
<i>A1</i>	<i>Op1</i> , <i>Op2</i> , <i>Op3</i> , <i>Op4</i>
<i>A2</i>	<i>Op2</i> , <i>Op3</i> , <i>Op4</i>
<i>A3</i>	<i>Op5</i> , <i>Op6</i> , <i>Op7</i> , <i>Op8</i>
<i>A4</i>	<i>Op5</i> , <i>Op6</i> , <i>Op9</i>

Componenti prodotto <i>B</i>	Operazioni
<i>B1</i>	<i>Op5</i> , <i>Op3</i> , <i>Op6</i> , <i>Op8</i>
<i>B2</i>	<i>Op5</i> , <i>Op4</i> , <i>Op7</i> , <i>Op8</i>

Le operazioni hanno tempi macchina deterministici con le seguenti durate: *op1*, *op3*, e *op4* 60min, *op2* 50min, *op5* 100min, *op6* 20min, *op7* 50min, *op8* 70 min, *op9* 80 min.

Le operazioni di assemblaggio per il prodotto *A* sono *op10*, *op11*, *op12* e *op13* ed hanno durata rispettivamente 15min, 20min, 20min, e 15min, mentre le operazioni di assemblaggio per il prodotto *B* sono *op11* e *op12* e durano 20min ciascuna.

Ogni lavorazione è eseguita da una macchina dedicata.

L'impianto lavora tutti i giorni (365 giorni l'anno) su tre turni di 8 ore.

Deve essere eseguito un controllo di qualità sui prodotti finiti (CQPF) dopo l'assemblaggio ed un controllo di qualità intermedio (CQI) prima dell'assemblaggio.

Il CQI prevede un tempo di processamento di 2 ore per unità di prodotto di tipo A e 3 ore per unità di prodotto di tipo B, e, statisticamente fornisce un 10% di difettosità per prodotti di tipo A e 15% per prodotti di tipo B. Un'unità difettosa viene mandata in un'apposita area di "troubleshooting" dove statisticamente l'80% dei prodotti che pervengono può essere "riparato" con tempi medi di 20 minuti per unità. Le parti che escono dal troubleshooting vengono poi reinstrate a monte dell'assemblaggio.

Il CQPF effettuato su prodotti finiti di A e di B rivela statisticamente il 5% di difettosità e ha durata di 60 minuti per ogni unità. Anche in questo caso le unità difettose sono inviate nell'area di "troubleshooting" dove le difettosità vengono eliminate al 95% in un tempo medio di 20 minuti per unità.

Il trasferimento da e per il troubleshooting avviene tramite carrelli ed sono richiesti 5 minuti per ognuno di essi. Ogni carrello può avere capacità di carico variabile.

I prodotti *A* e *B* presentano la stessa domanda annuale ed è disponibile una serie storica delle produzioni mensili effettuate negli ultimi due anni riportate su base mensile: 150, 150, 200, 250, 250, 300, 350, 350, 300, 250, 250, 250, 150, 150, 250, 300, 300, 350, 400, 400, 400, 300, 250, 250.

Progettare, nel modo più efficiente, l'impianto di produzione di cui sopra. Definire i flussi fisici nell'impianto con particolare riferimento all'organizzazione dei flussi da e per il troubleshooting, dimensionando in modo opportuno la capacità ed il numero dei carrelli necessari.

ESAMI DI STATO INGEGNERIA
II SESSIONE 2012

Prova progettuale – INFORMATICA

Il candidato sviluppi il progetto di un sistema P2P di *storage* distribuito per dispositivi mobili per la memorizzazione di *file*. Il sistema deve soddisfare i seguenti requisiti funzionali:

- consentire le normali operazioni di creazione, accesso, modifica e rimozione di *file*;
- consentire la condivisione di *file*.

Inoltre deve anche soddisfare i seguenti requisiti non funzionali:

- garantire scalabilità rispetto al numero di utenti e al numero di *file*;
- garantire un alto grado di tolleranza rispetto a eventi che possono compromettere l'integrità dei *file* o la loro accessibilità.

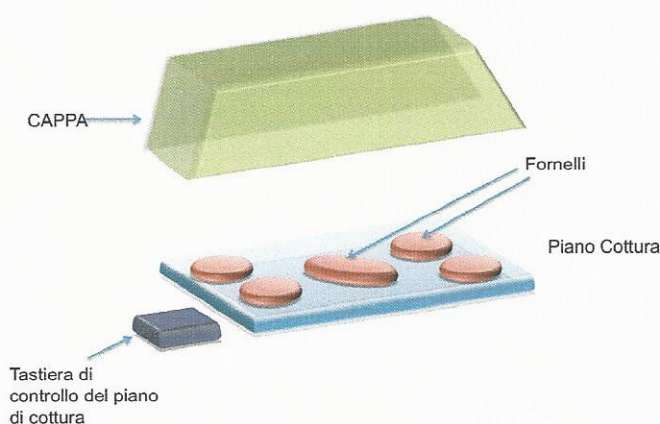
Il candidato descriva in dettaglio l'architettura del sistema, l'interazione dei suoi componenti (seguendo una metodologia a sua scelta) ed il relativo protocollo applicativo, specificando come l'architettura proposta supporta le funzionalità sopra elencate e giustificando le scelte progettuali effettuate. Il candidato discuta inoltre come può essere implementato il sistema, motivando la proposta presentata.

Esame di stato .

Prova Progettuale per Ingegneria Elettronica.

Una nota marca di cucine commissiona ad uno studio di ingegneria il progetto del sistema di controllo e gestione di un "piano cottura" di nuova generazione (vedi figura). Tale sistema dovrà prevedere una scheda di controllo che dovrà eseguire i seguenti compiti:

- Regolazione dell' accensione dei singoli fornelli da tastiera di controllo;
- identificazione degli eventuali sprechi di gas (fornello acceso senza nessuna pentola per almeno 20s) e provvedere allo spegnimento del fornello;
- identificazione dell'eventuale perdita di gas in uno dei fornelli (erogazione del gas senza l'accensione del fornello) e provvedere ad un eventuale test per la identificazione ed il bloccaggio del fornello difettoso;
- spegnimento della luce sovrastante il piano cottura quando nessun fornello è acceso e quando non c'è nessuna persona a meno di 40 cm di distanza.



Il progetto deve essere realizzato considerando inoltre che:

- I sensori di posizione (necessari per il monitoraggio della presenza di oggetti sopra i fornelli) sono capacitivi, con un valore della capacità che varia tra 10nF (oggetto poggiato sul sensore) a 100nF (oggetto ad una distanza ≥ 120 cm). Si consideri il campo di vista del sensore come puntuale e perpendicolare alla sua superficie.
- Il sensore per la rilevazione delle fuoriuscite di gas dal punto di vista elettrico è rappresentabile con un resistore con resistenza pari a 10K Ω a 0ppm e 1K Ω a 20000ppm. L'allarme dovrà scattare quando la concentrazione supererà 5000ppm per più di 20s (si consideri il sensore indipendente dalla temperatura).
- Il sistema di distribuzione del gas è rappresentabile dal punto di vista elettronico con un dispositivo che eroga gas in maniera proporzionale alla tensione che riceve in ingresso. Tale tensione dovrà essere nell'intervallo 0-3V. In corrispondenza di una tensione di ingresso pari a 1V si ha la minima erogazione del gas; mentre per una tensione pari a 3V si ha la massima erogazione.

Il/La candidato/a dovrà dapprima descrivere sommariamente tutti blocchi del sistema entrando via via nei dettagli di ogni singolo blocco.

Il/La candidato/a dovrà inoltre indicare la posizione dei sensori sul piano cottura o sulla cappa al fine di ottimizzarne il numero necessario.

Domanda Facoltativa:

Il/La candidato/a illustri una soluzione che non preveda l'utilizzo della tipologia di sensori proposta nel testo.

Ingegneria delle telecomunicazioni – Prova progettuale Senior (seconda sessione 2012)

Si consideri una azienda con un numero di dipendenti $M=174$ 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 4 (ovvero $H=4*i$ 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 $\lambda_u = 2.5$ (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 $\lambda_u = 1.5$ (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%).
 Si consideri infine un numero di flussi Y pari al numero di dipendenti.

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 Y 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) per X flussi

A	B	C	D

Numero di flussi che consente di supportare il traffico senza perdita

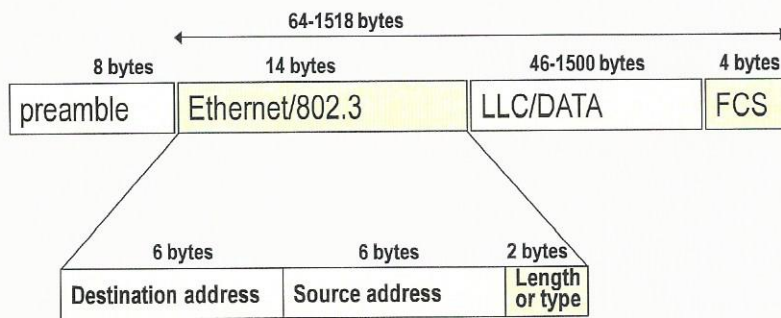
Y	
---	--

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

A	B	C	D

E1,S(A0)											
	A0										
	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	100
S											
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)