

**ESAMI DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO
DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE**

I SESSIONE 2006 – II COMMISSIONE - SEZIONE A

Temi proposti relativi alla prova pratica di progettazione

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

PRIMA SESSIONE 2005 **Laurea Specialistica**

Prova pratica

TEMA N. 1
AUTOMATICA

Si consideri il sistema retroazionato in figura 1 in cui:

$$G_1(s) = \frac{8}{(s+1)(1+15s)}$$

- Posto $R(s) = K$ Si disegni il luogo delle radici del sistema retroazionato per valori positivi di K .
- Posto $R(s) = K$ si determini il valore di $K \in \mathbb{R}^+$ tale da garantire un errore a regime $\|e_\infty(t)\| = 0.005$ in risposta ad un ingresso costante $r(t) = 3$.
- Si disegnino i diagrammi di Bode di ampiezza e fase dell'impianto $G(s)$.
- Si progetti un regolatore di complessità minima non in cancellazione che soddisfi le seguenti specifiche:
 - Errore a regime pari al 3% a fronte di riferimenti a gradino.
 - Frequenza di attraversamento $\omega_c = 1 \text{ rad/s}$.
 - Margine di fase di 40° .

Si utilizzino, se ritenuti di aiuto, le formule di inversione ed i diagrammi logaritmici e di caratterizzazione polo/zero di figura 2.

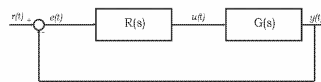


Figure 1: Sistema retroazionato

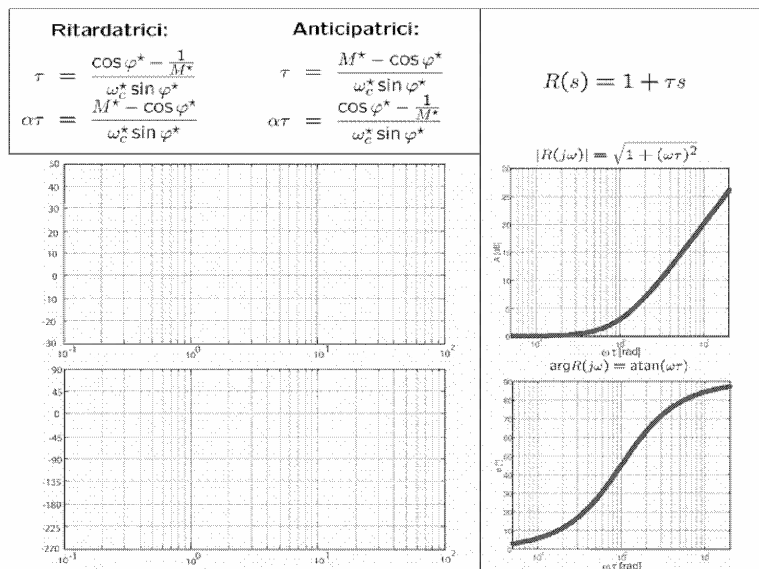
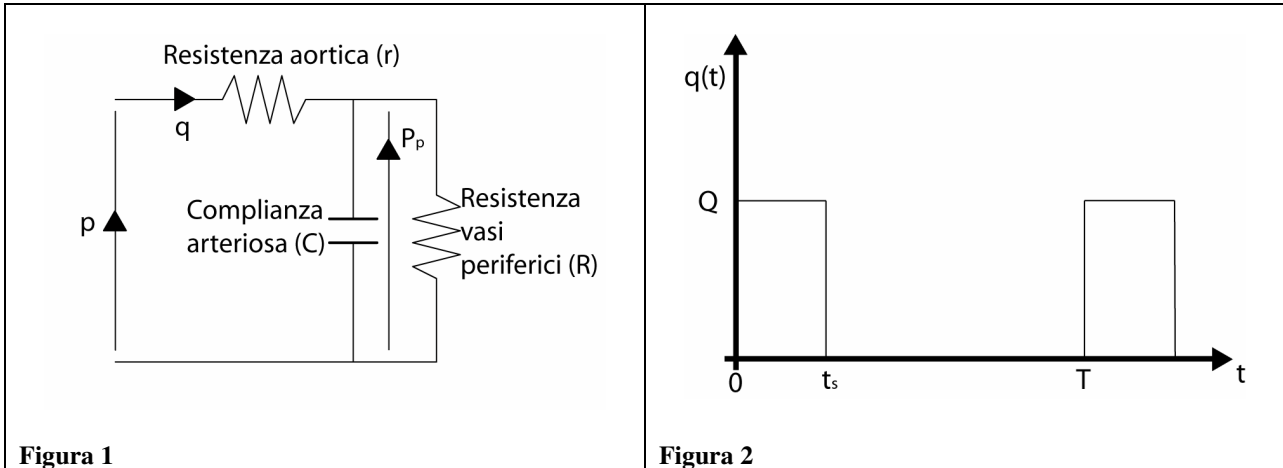


Figure 2: Formule di inversione, diagrammi logaritmici e di caratterizzazione polo/zero

La circolazione sistemica è in prima approssimazione rappresentabile con l'analogo elettrico di figura 1.



1) Determinare l'espressione dell'impedenza di ingresso della circolazione sistemica e tracciarne il diagramma asintotico di ampiezza e fase.

2) Determinare il sistema di equazioni che lega portata aortica $q(t)$, pressione sistemica $p(t)$ e pressione nei vasi periferici $p_p(t)$.

Si supponga che la portata aortica $q(t)$ sia rappresentabile con una funzione periodica di tipo impulsivo (vedi figura 2) con valore Q durante la sistole ($0 < t < t_s$) e valore nullo in diastole ($t_s < t < T$).

3) Ricavare l'espressione analitica della pressione sistemica durante il ciclo cardiaco (considerare la pressione nei vasi periferici all'istante iniziale come un parametro).

Per rilevare la pressione sistemica si vuole utilizzare un estensimetro posto su di un diaframma e collegato in una configurazione a ponte di Wheatstone (figura 3). Nell'intorno della pressione p_0 , pari a 60mmHg, la resistenza dell'estensimetro può essere espressa in funzione della pressione con la seguente relazione lineare:

$$R(p) = R_0 + \alpha(p - p_0) \quad \alpha = 5\Omega / mmHg$$

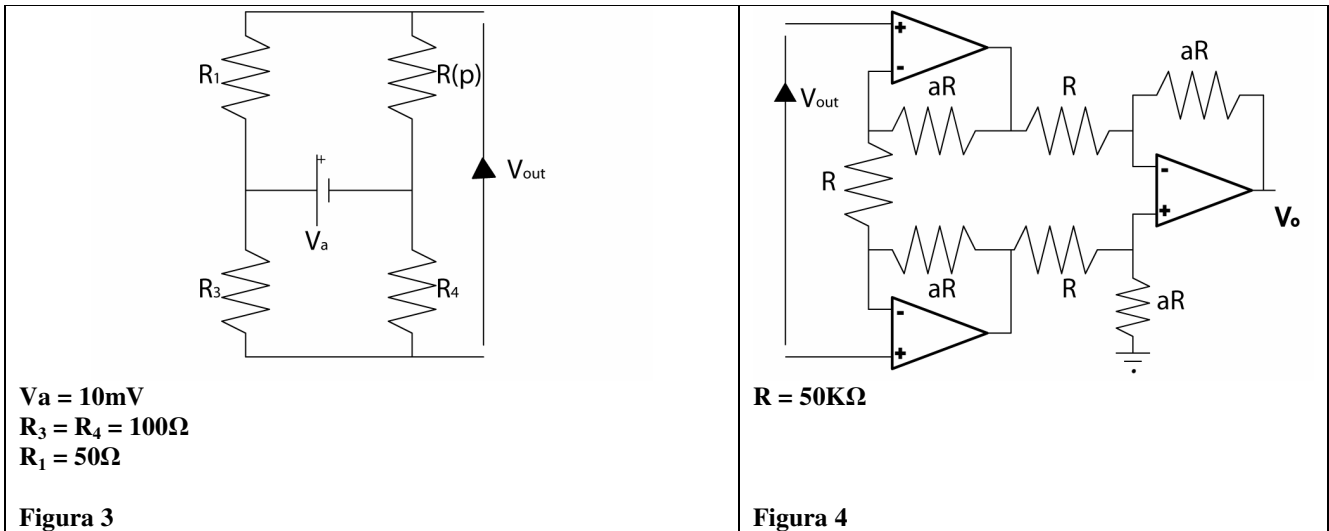
4) Determinare il valore di R_0 per il quale il ponte è all'equilibrio alla pressione p_0 .

5) Indicare la sensibilità del ponte alle variazioni di pressione.

6) Giustificare l'utilizzo del ponte di Wheatstone.

La tensione di uscita del ponte viene ulteriormente amplificata attraverso un preamplificatore per strumentazione (Figura 4).

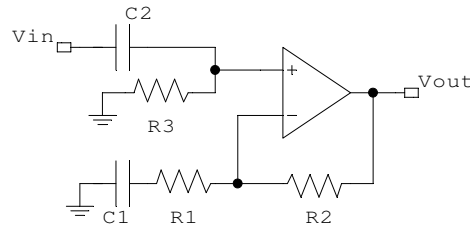
7) Si dimensiona in modo da avere guadagno differenziale in valore assoluto superiore a 100.



8) In molte applicazioni il contenuto armonico della pressione ad alte frequenze non è di interesse clinico. Si proponga una soluzione circuitale da disporre a valle del preamplificatore di figura 4 per smorzare le alte frequenze. Si dimensionino il circuito per filtrare il contenuto armonico superiore a 50Hz.

TEMA N. 3
ELETTRONICA

Parte 1



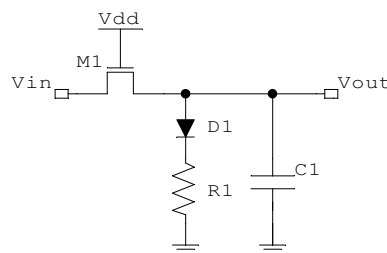
$R1 = 10K\Omega$
 $R2 = 100K\Omega$
 $R3 = 100K\Omega$
 $C1 = 1,45nF$
 $C2 = 16nF$
 $L_+ = V_{sat+} = 10V$
 $L_- = -V_{sat-} = 10V$

Figura 1

Con riferimento al circuito di figura 1, si consideri ideale l'amplificatore operazionale e si risponda ai seguenti punti:

1. Determinare la risposta in frequenza $H(\omega)$ del circuito e tracciare il diagramma di Bode per analizzare l'andamento dell'ampiezza e della fase di $H(\omega)$. Ricavare inoltre il valore di $H(0)$, ed il valore degli zeri e dei poli
2. Disegnare il diagramma di $V_{out}(t)$, se $V_{in}(t) = 0,1 \cdot \sin(2\pi \cdot f_0 \cdot t)$ V, con $f_0 = 200KHz$. Spiegare come cambierebbe il diagramma se a V_{in} fosse sommata una tensione costante pari a 5V.
3. Se l'amplificatore operazionale è caratterizzato da uno *slew-rate* $SL = 2V/\mu sec$, determinare la massima ampiezza di un segnale sinusoidale in ingresso alla frequenza $f_0 = 200KHz$.

Parte 2



$V_{DISAT} = 0,5V$
 $R1 = 50K\Omega$
 $C_L = 1fF$

Figura 2

Con riferimento al circuito di figura 2, si consideri il diodo D1 ideale e si risponda ai seguenti punti:

4. Tracciare la caratteristica statica (VTC) del circuito, indicando chiaramente i punti notevoli in cui avviene una transizione fra le modalità di funzionamento del transistor M1 e del diodo D1.
5. Calcolare l'energia dissipata sotto forma di calore durante una transizione $H \rightarrow L$ del nodo di uscita. Si assuma a tal fine un valore iniziale di $V_{out} = 1,5V$ ed una transizione istantanea di V_{in} da V_{DD} a 0.
6. Indicare se il circuito consuma o meno potenza statica con i seguenti valori di $V_{in} = [0V, 1V, V_{DD}]$. In caso di presenza di consumo statico del circuito, calcolare il valore di potenza dissipata.

Si consideri $V_{dd} = 3,3V$ ed i seguenti parametri tecnologici:

	n-channel	p-channel
K'	$100 \mu\text{A}/\text{V}^2$	$50 \mu\text{A}/\text{V}^2$
V_{T0}	$0,7 \text{ V}$	$-0,7 \text{ V}$
λ, γ	0	0
L_{min}	$0,35 \mu\text{m}$	$0,35 \mu\text{m}$
t_{ox}	9nm	
ϵ_0	$8.85\text{e-}12 \text{ F/m}$	
ϵ_r	$3,5$	
C_{OX}	$3,44 \text{ fF}/\mu\text{m}^2$	

TEMA N. 4
Informatica

Si richiede lo sviluppo di un'applicazione distribuita Client/Server che consenta l'ordinamento remoto di un file di testo che si suppone organizzato in righe contenenti stringhe alfanumeriche. In particolare, il client deve inviare al server un file di testo, affinché il Server lo possa ordinare e restituire al client. A seguito della ricezione del file, il client lo salverà sul file system locale.

1. Client-Side

Il client deve essere invocabile da linea di comando e richiede la specifica di tre parametri di ingresso

- Indirizzo IP della sezione server-side della applicazione
- Nome del file di testo da ordinare
- Nome con cui il file di testo ordinato dal server deve essere salvato su file system

2. Server-Side

La sezione server side della applicazione è costituita da due componenti principali: un servizio per il bilanciamento di carico e un servizio di ordinamento file.

Bilanciamento del Carico. Il servizio per il bilanciamento del carico riceve tutte le richieste di servizio dai client e consente di indirizzare la richiesta di ordinamento file ad una delle istanze di servizio di ordinamento correntemente disponibili nel sistema. In particolare, il componente per il bilanciamento di carico mantiene la lista di tutte le istanze del servizio per l'ordinamento dei file disponibili e, per ogni istanza di servizio, il componente mantiene il numero di richieste di servizio correntemente in corso di elaborazione.

Per semplicità si suppone che la lista dei server per l'ordinamento dei file non vari nel tempo e che il componente per il bilanciamento del carico la possa ottenere dal file di configurazione `servSort.txt`. In particolare il file `servSort.txt` è organizzato per righe ed ogni riga contiene l'IP di un server registrato.

Alla ricezione di una richiesta di ordinamento file da parte del client il componente per il bilanciamento del carico deve svolgere due distinte operazioni: autorizzazione e forwarding. L'operazione di autorizzazione permette di restringere il numero dei clienti del servizio ai soli registrati. In particolare, l'applicazione può servire solo i clienti registrati il cui IP sia contenuto nel file `auth.txt`. In particolare, il file `auth.txt` è un file di testo organizzato per righe. Ogni riga del file contiene l'IP di un cliente autorizzato a beneficiare del servizio di ordinamento.

Se il client che richiede l'ordinamento del file è autorizzato, allora si procede alla fase di forwarding, altrimenti, restituisce un messaggio di errore al client e si registra l'IP del richiedente nel file `badguys.txt`

L'operazione di forwarding prevede che il componente per il bilanciamento del carico controlli la lista dei server disponibili, selezioni l'istanza di servizio che è associata al minore numero di richieste pendenti e conseguentemente forward la richiesta di servizio all'istanza di servizio scelta.

Ordinamento del file. Una volta ricevuto il file di testo inviato del client il componente per l'ordinamento dei file si coordina con il componente per il bilanciamento di carico per segnalare che una nuova richiesta di servizio è in corso di elaborazione, ordina tutte le righe del file in ordine alfabetico e lo restituisce al client. Infine, il servizio si coordina nuovamente con il componente per il bilanciamento di carico al fine di segnalare che la richiesta di servizio è stata soddisfatta.

Domanda 1.

Il candidato progetti il sistema software e definisca i protocolli dell'applicazione per l'ordinamento remoto dei file.

Domanda 2.

Il candidato implementi il sistema utilizzando le socket ed un linguaggio di programmazione come ad esempio Java, o C/C++.

Domanda 3.

Il candidato proponga una architettura alternativa per il bilanciamento del carico e ne discuta brevemente i vantaggi relativamente al sistema progettato.

TEMA N. 5
RICERCA OPERATIVA

Si costruisca il diagramma di flusso per la simulazione della seguente pizzeria, in cui si trovano K tavoli ognuno da $NP(I)$ posti ($I=1, \dots, K$), NK camerieri ed una cassa dotata di una coda FIFO.

I clienti arrivano in gruppi alla pizzeria, secondo un processo di Poisson di valor medio λ . Ogni gruppo e' composto da un numero di clienti NC uniformemente distribuito in $[NC1, NC2]$.

Con probabilita' PP , il gruppo ha prenotato: in tal caso, se il gruppo non e' in ritardo di piu' di TT istanti rispetto all'orario di prenotazione, si reca al tavolo in tempo nullo. Se e' in ritardo (e quindi il tavolo e' gia' stato riassegnato ad un altro gruppo) o se non ha la prenotazione, se c'e' un tavolo libero con un numero di posti almeno uguale al numero di clienti del gruppo occupa il tavolo in tempo nullo. Altrimenti, si mette in attesa in coda.

Quando si libera un tavolo, si estrae dalla coda il gruppo di clienti che attende da piu' tempo e il cui numero di persone non supera il numero di posti del tavolo.

Dopo aver ottenuto il posto al tavolo, se c'e' un cameriere libero, il gruppo effettua l'ordinazione in un tempo uniformemente distribuito in $[NC*NO1, NC*NO2]$; altrimenti attende che si liberi un cameriere.

La consegna delle pizze e il tempo che impiega il gruppo per mangiare sia complessivamente uniformemente distribuito in $[TM1, TM2]$.

Una volta terminato il pasto, il gruppo si reca alla cassa in tempo nullo. Se la cassa e' libera, il gruppo effettua il pagamento in un tempo uniformemente distribuito in $[TP1, TP2]$, altrimenti si mette in attesa in coda.

Relativamente ad NS gruppi usciti dal sistema, determinare:

- A) la percentuale di gruppi che avevano la prenotazione e sono arrivati in ritardo
- B) il tempo medio di attesa in coda alla cassa.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
PRIMA SESSIONE 2006 - **Laurea Specialistica**
Prova pratica

TEMA N. 6 TELECOMUNICAZIONI

Una grande azienda di telecomunicazioni desidera raggiungere con un servizio di connessione a larga banda una piccola comunità montana. A causa degli elevati costi che si dovrebbero sostenere, non si vuole effettuare l'intero collegamento tramite connessione cablata, ma si preferisce utilizzare un ponte radio digitale ad elevata velocità per connettere un nodo della rete nazionale (Nodo A) ad un nodo della rete installata presso la comunità stessa (Nodo B). Il candidato dovrà progettare tale collegamento.

Il collegamento avviene alla frequenza portante $f_0 = 3\text{GHz}$. Sia il nodo A che il nodo B trasmettono con potenza a monte del connettore d'antenna pari a 30dBm . Al nodo A l'antenna installata ha un guadagno nella direzione del collegamento pari a $G_A = 18\text{dB}$ ed il ricevitore installato è caratterizzato da una cifra di rumore $F_A = 4\text{dB}$. Al nodo B tali parametri risultano rispettivamente pari a $G_B = 15\text{dB}$ ed $F_B = 6\text{dB}$. In entrambi i casi l'attenuazione introdotta dalla connessione dell'antenna risulta pari ad 1dB e la temperatura equivalente di rumore delle antenne risulta pari a 290K . Si supponga propagazione in spazio libero con un'attenuazione supplementare pari a 12dB . Si assuma inoltre il canale congiuntamente adattato ed equalizzato.

Sapendo che il Nodo A è connesso alla rete nazionale tramite un collegamento con velocità pari a 100Mbit/s e che si dispone per il collegamento radio di una banda pari a 40MHz :

1. si calcoli l'efficienza spettrale minima necessaria affinché la velocità del collegamento radio non costituisca un limite per la connessione complessiva.

Partendo dal risultato ottenuto in risposta alla domanda 1, mantenendo il rispetto dei vincoli imposti e sapendo che le condizioni di adattamento ed equalizzazione sono ottenute tramite filtri a coseno rialzato con fattore di roll-off pari a 0.1 oppure 0.3 (a discrezione del candidato):

2. si selezioni una modulazione numerica che permetta di effettuare il collegamento a 10km di distanza con una probabilità di errore per bit inferiore a 10^{-3} (si tenga presente che la bit rate di trasmissione effettiva raggiunta utilizzando la banda a disposizione dipende dalla specifica modulazione adottata e risulta in generale maggiore del valore minimo imposto).

Il candidato giustifichi le scelte effettuate.

Si ipotizzi ora che, con riferimento al collegamento dal Nodo A verso il Nodo B, oltre al cammino diretto giunga al ricevitore anche un cammino riflesso con ritardo pari a $\tau = 1\text{ns}$, con attenuazione di 10dB rispetto al cammino principale. Si consideri inoltre che tale cammino corrisponda a guadagni d'antenna inferiori di 2dB rispetto alla direzione del collegamento sia al trasmettitore che al ricevitore.

3. Il candidato calcoli la funzione di trasferimento del canale in tali condizioni, disegni un grafico del modulo elevato al quadrato di tale funzione e commenti tale risultato.

$erfc(x)$	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	1.00E-00	9.89E-01	9.77E-01	9.66E-01	9.55E-01	9.44E-01	9.32E-01	9.21E-01	9.10E-01	8.99E-01
0.1	8.88E-01	8.76E-01	8.65E-01	8.54E-01	8.43E-01	8.32E-01	8.21E-01	8.10E-01	7.99E-01	7.88E-01
0.2	7.77E-01	7.66E-01	7.56E-01	7.45E-01	7.34E-01	7.24E-01	7.13E-01	7.03E-01	6.92E-01	6.82E-01
0.3	6.71E-01	6.61E-01	6.51E-01	6.41E-01	6.31E-01	6.21E-01	6.11E-01	6.01E-01	5.91E-01	5.81E-01
0.4	5.72E-01	5.62E-01	5.53E-01	5.43E-01	5.34E-01	5.25E-01	5.15E-01	5.06E-01	4.97E-01	4.88E-01
0.5	4.80E-01	4.71E-01	4.62E-01	4.54E-01	4.45E-01	4.37E-01	4.28E-01	4.20E-01	4.12E-01	4.04E-01
0.6	3.96E-01	3.88E-01	3.81E-01	3.73E-01	3.65E-01	3.58E-01	3.51E-01	3.43E-01	3.36E-01	3.29E-01
0.7	3.22E-01	3.15E-01	3.09E-01	3.02E-01	2.95E-01	2.89E-01	2.82E-01	2.76E-01	2.70E-01	2.64E-01
0.8	2.58E-01	2.52E-01	2.46E-01	2.40E-01	2.35E-01	2.29E-01	2.24E-01	2.19E-01	2.13E-01	2.08E-01
0.9	2.03E-01	1.98E-01	1.93E-01	1.88E-01	1.84E-01	1.79E-01	1.75E-01	1.70E-01	1.66E-01	1.61E-01
1.0	1.57E-01	1.53E-01	1.49E-01	1.45E-01	1.41E-01	1.38E-01	1.34E-01	1.30E-01	1.27E-01	1.23E-01
1.1	1.20E-01	1.16E-01	1.13E-01	1.10E-01	1.07E-01	1.04E-01	1.01E-01	9.80E-02	9.52E-02	9.24E-02
1.2	8.97E-02	8.70E-02	8.45E-02	8.19E-02	7.95E-02	7.71E-02	7.48E-02	7.25E-02	7.03E-02	6.81E-02
1.3	6.60E-02	6.39E-02	6.19E-02	6.00E-02	5.81E-02	5.62E-02	5.44E-02	5.27E-02	5.10E-02	4.93E-02
1.4	4.77E-02	4.61E-02	4.46E-02	4.31E-02	4.17E-02	4.03E-02	3.89E-02	3.76E-02	3.63E-02	3.51E-02
1.5	3.39E-02	3.27E-02	3.16E-02	3.05E-02	2.94E-02	2.84E-02	2.74E-02	2.64E-02	2.55E-02	2.45E-02
1.6	2.37E-02	2.28E-02	2.20E-02	2.12E-02	2.04E-02	1.96E-02	1.89E-02	1.82E-02	1.75E-02	1.68E-02
1.7	1.62E-02	1.56E-02	1.50E-02	1.44E-02	1.39E-02	1.33E-02	1.28E-02	1.23E-02	1.18E-02	1.14E-02
1.8	1.09E-02	1.05E-02	1.01E-02	9.65E-03	9.26E-03	8.89E-03	8.53E-03	8.18E-03	7.84E-03	7.52E-03
1.9	7.21E-03	6.91E-03	6.62E-03	6.34E-03	6.08E-03	5.82E-03	5.57E-03	5.34E-03	5.11E-03	4.89E-03
2.0	4.68E-03	4.48E-03	4.28E-03	4.09E-03	3.91E-03	3.74E-03	3.58E-03	3.42E-03	3.27E-03	3.12E-03
2.1	2.98E-03	2.85E-03	2.72E-03	2.59E-03	2.47E-03	2.36E-03	2.25E-03	2.15E-03	2.05E-03	1.95E-03
2.2	1.86E-03	1.78E-03	1.69E-03	1.61E-03	1.54E-03	1.46E-03	1.39E-03	1.33E-03	1.26E-03	1.20E-03
2.3	1.14E-03	1.09E-03	1.03E-03	9.84E-04	9.35E-04	8.89E-04	8.45E-04	8.03E-04	7.63E-04	7.25E-04
2.4	6.89E-04	6.54E-04	6.21E-04	5.89E-04	5.59E-04	5.31E-04	5.03E-04	4.77E-04	4.53E-04	4.29E-04
2.5	4.07E-04	3.86E-04	3.65E-04	3.46E-04	3.28E-04	3.11E-04	2.94E-04	2.78E-04	2.64E-04	2.49E-04
2.6	2.36E-04	2.23E-04	2.11E-04	2.00E-04	1.89E-04	1.78E-04	1.69E-04	1.59E-04	1.51E-04	1.42E-04
2.7	1.34E-04	1.27E-04	1.20E-04	1.13E-04	1.07E-04	1.01E-04	9.49E-05	8.95E-05	8.44E-05	7.96E-05
2.8	7.50E-05	7.07E-05	6.66E-05	6.27E-05	5.91E-05	5.57E-05	5.24E-05	4.93E-05	4.64E-05	4.37E-05
2.9	4.11E-05	3.87E-05	3.64E-05	3.42E-05	3.21E-05	3.02E-05	2.84E-05	2.67E-05	2.50E-05	2.35E-05
3.0	2.21E-05	2.07E-05	1.95E-05	1.83E-05	1.71E-05	1.61E-05	1.51E-05	1.41E-05	1.33E-05	1.24E-05
3.1	1.16E-05	1.09E-05	1.02E-05	9.58E-06	8.97E-06	8.40E-06	7.86E-06	7.36E-06	6.89E-06	6.44E-06
3.2	6.03E-06	5.64E-06	5.27E-06	4.93E-06	4.60E-06	4.30E-06	4.02E-06	3.76E-06	3.51E-06	3.28E-06
3.3	3.06E-06	2.85E-06	2.66E-06	2.49E-06	2.32E-06	2.16E-06	2.02E-06	1.88E-06	1.75E-06	1.63E-06
3.4	1.52E-06	1.42E-06	1.32E-06	1.23E-06	1.15E-06	1.07E-06	9.92E-07	9.23E-07	8.59E-07	7.99E-07
3.5	7.43E-07	6.91E-07	6.42E-07	5.97E-07	5.55E-07	5.15E-07	4.79E-07	4.45E-07	4.13E-07	3.83E-07
3.6	3.56E-07	3.30E-07	3.06E-07	2.84E-07	2.64E-07	2.44E-07	2.27E-07	2.10E-07	1.95E-07	1.80E-07
3.7	1.67E-07	1.55E-07	1.43E-07	1.33E-07	1.23E-07	1.14E-07	1.05E-07	9.74E-08	9.01E-08	8.33E-08
3.8	7.70E-08	7.12E-08	6.58E-08	6.08E-08	5.62E-08	5.19E-08	4.79E-08	4.42E-08	4.08E-08	3.77E-08
3.9	3.48E-08	3.21E-08	2.96E-08	2.73E-08	2.52E-08	2.32E-08	2.14E-08	1.97E-08	1.82E-08	1.67E-08
4.0	1.54E-08	1.42E-08	1.31E-08	1.20E-08	1.11E-08	1.02E-08	9.37E-09	8.62E-09	7.93E-09	7.29E-09
4.1	6.70E-09	6.16E-09	5.66E-09	5.20E-09	4.77E-09	4.38E-09	4.03E-09	3.70E-09	3.39E-09	3.11E-09
4.2	2.86E-09	2.62E-09	2.40E-09	2.20E-09	2.02E-09	1.85E-09	1.70E-09	1.55E-09	1.42E-09	1.30E-09
4.3	1.19E-09	1.09E-09	1.00E-09	9.15E-10	8.37E-10	7.66E-10	7.01E-10	6.41E-10	5.86E-10	5.35E-10
4.4	4.89E-10	4.47E-10	4.08E-10	3.73E-10	3.41E-10	3.11E-10	2.84E-10	2.59E-10	2.36E-10	2.16E-10
4.5	1.97E-10	1.79E-10	1.63E-10	1.49E-10	1.36E-10	1.24E-10	1.13E-10	1.03E-10	9.35E-11	8.71E-11
4.6	7.96E-11	7.05E-11	6.42E-11	5.84E-11	5.31E-11	4.83E-11	4.39E-11	3.99E-11	3.63E-11	3.30E-11
4.7	3.00E-11	2.72E-11	2.47E-11	2.24E-11	2.04E-11	1.85E-11	1.68E-11	1.52E-11	1.38E-11	1.25E-11
4.8	1.14E-11	1.03E-11	9.33E-12	8.45E-12	7.66E-12	6.94E-12	6.28E-12	5.69E-12	5.15E-12	4.66E-12
4.9	4.22E-12	3.82E-12	3.45E-12	3.12E-12	2.82E-12	2.55E-12	2.31E-12	2.08E-12	1.88E-12	1.70E-12

Tabella 1: Valori della funzione $erfc(x)$.