

**Esami di Stato
Seconda Sessione 2025
PRIMA PROVA SCRITTA
14 novembre 2025**



Il Presidente della Commissione

Sez. A – Settore Ingegneria dell'INFORMAZIONE

Tema n. 1

Si confronti l'approccio nel dominio del tempo e quello nel dominio della frequenza nell'analisi dei sistemi industriali e nella progettazione dei relativi sistemi di controllo, dando evidenza dei campi di applicazione di una metodologia rispetto all'altra.

Tema n. 2

Nell'identificazione parametrica dei modelli, si descriva la famiglia dei modelli ARMAX e i passi concettuali per l'identificazione del modello del sistema, inclusa la scelta del tipo di segnale di ingresso e le proprietà e modalità di utilizzo delle osservazioni raccolte. Si declinino le tecniche sopra descritte al caso specifico dei modelli ARX, incluso il caso in cui, in aggiunta ai dati misurati, si disponga di un'informazione a priori da utilizzare per l'identificazione del modello.

Tema n. 3

L'evoluzione dei sistemi indossabili ha permesso di ottimizzare il monitoraggio dell'attività cardiaca per uno spettro ampio di applicazioni, dalla clinica, allo sport, al fitness. Si descrivano i principi fisici su cui si basa l'acquisizione del segnale elettrocardiografico (ECG). Si spieghi come avviene l'elaborazione del segnale ECG e l'estrazione del tacogramma per lo studio della variabilità della frequenza cardiaca (HRV). Supponendo di aver utilizzato sensori ECG su un totale di centoventi soggetti durante cinque minuti di riposo e cinque minuti di camminata veloce, descrivere come progettereste un classificatore capace di identificare le attività svolte. Descrivere come si potrebbero valutare le prestazioni del classificatore e il rischio di overfitting.

Tema n. 4

Si illustri il processo che porta alla formazione di un'immagine di Risonanza Magnetica (RM), partendo dal fenomeno fisico fondamentale fino alla ricostruzione finale.

Nello specifico, si richiede di: descrivere il principio fisico della Risonanza Magnetica Nucleare (RMN), spiegando i concetti di precessione, risonanza e rilassamento (T_1 e T_2) e il loro ruolo nella generazione del segnale. Spiegare come la strumentazione, in particolare le bobine di gradiente, permetta di codificare l'informazione spaziale (selezione della fetta, codifica di fase e di frequenza), risolvendo il problema della localizzazione del segnale.

Illustrare il passaggio finale dalla raccolta dei dati grezzi nello Spazio-k alla ricostruzione dell'immagine anatomica tramite la Trasformata di Fourier.



Il Presidente della Commissione

Tema n. 5

Si sviluppi una riflessione tecnica e critica sui fondamenti della cybersecurity nei sistemi distribuiti, discutendo la costruzione di canali sicuri e dell'autenticazione/autorizzazione come prerequisiti della fiducia tra componenti.

L'evoluzione dei sistemi distribuiti e la crescente dipendenza da servizi digitali pervasivi hanno ampliato la superficie d'attacco e reso più stringenti i requisiti di affidabilità, disponibilità e tutela dei dati. In scenari che spaziano dal data center al bordo di rete, l'erogazione del servizio deve conciliare qualità dell'esperienza e principi di confidenzialità, integrità e disponibilità, tenendo conto di vincoli di latenza, eterogeneità delle piattaforme e continuità operativa. La sicurezza informatica, in questo contesto, non è un'aggiunta postuma ma una proprietà sistemica che attraversa protocolli di comunicazione, sistemi operativi, middleware e applicazioni.

Si analizzi, con approccio teorico, il ruolo della crittografia simmetrica e asimmetrica, della gestione delle chiavi e dei certificati e si esamini come segmentazione, filtraggio e ispezione del traffico contribuiscono alla riduzione del rischio, evidenziando i limiti intrinseci di ciascun meccanismo e i compromessi tra costo, prestazioni e copertura delle minacce.

Tema n. 6

La progettazione di sistemi software complessi, scalabili e resilienti ha visto una progressiva evoluzione dai modelli monolitici verso architetture a servizi distribuiti, in particolare i microservizi. Questo cambiamento di paradigma introduce benefici significativi in termini di modularità, manutenibilità e scalabilità indipendente dei componenti, ma impone nuove sfide nella gestione della comunicazione, della coerenza dei dati e della tolleranza ai guasti. Il candidato sviluppi una trattazione tecnico-critica sui principi e i pattern dell'architettura a microservizi.

Si discutano i criteri e le strategie per la decomposizione del sistema in servizi. Si analizzino e confrontino i principali modelli di comunicazione inter-servizio (sincrona, es. REST/gRPC, e asincrona, es. code di messaggi) e il ruolo degli API Gateway. Si prosegua esaminando le strategie per garantire la coerenza dei dati in un ambiente distribuito (es. pattern Saga, Eventual Consistency) e i meccanismi per la resilienza e la tolleranza ai guasti (es. Circuit Breaker, bulkhead). Infine, si discuta il ruolo delle piattaforme di orchestrazione e dei service mesh nel gestire la complessità operativa (monitoring, service discovery, sicurezza).

Tema n. 7

Il/La candidato/a descriva le principali caratteristiche architettrali dei microcontrollori e dei microprocessori, mettendone in evidenza analogie e differenze sotto i seguenti aspetti:

1. Struttura interna: unità logico-aritmetica (ALU), unità di controllo, bus di dati e indirizzi, memorie interne ed esterne.
2. Livello di integrazione: presenza di memorie non volatili, RAM, interfacce di I/O, convertitori A/D o D/A, timer e periferiche integrate.
3. Modalità di interazione con il sistema esterno: gestione degli interrupt, temporizzazioni, comunicazioni seriali e parallele.
4. Applicazioni tipiche: contesti in cui si preferisce l'uso di un microcontrollore (embedded control, automazione, sensoristica) rispetto a un microprocessore (elaborazione complessa, sistemi operativi general purpose).
5. Evoluzione tecnologica: tendenze verso SoC (System-on-Chip), riduzione dei consumi e aumento dell'integrazione funzionale.

Tema n. 8

Il/La candidato/a discuta lo schema circuitale e il funzionamento di un invertitore realizzato in tecnologia CMOS e confronti le sue prestazioni con quelle di un invertitore NMOS con rete di pull-up resistiva, evidenziando i pregi e i difetti delle due configurazioni.

Tema n. 9

Sistemi informatici e sostenibilità ambientale

Il ruolo dell'informatica nella transizione ecologica è sempre più importante, sia come strumento per l'ottimizzazione delle risorse sia come oggetto da rendere più sostenibile.

Il candidato:

- discuta le modalità con cui un sistema informatico può contribuire al monitoraggio e alla riduzione degli impatti ambientali
- descriva, con esempi, l'uso di tecnologie software e hardware per applicazioni legate alla sostenibilità
- commenti l'importanza di metriche come il consumo energetico o la carbon footprint nella progettazione di sistemi distribuiti.

Tema n. 10

Edge Computing: un nuovo paradigma per l'elaborazione distribuita

L'aumento dei dispositivi connessi e la necessità di ridurre la latenza stanno promuovendo nuovi modelli di calcolo "decentrato".

Il candidato:

- descriva il paradigma edge computing, confrontandolo con il cloud computing tradizionale;
- indichi vantaggi e problematiche architetturelle e operative dei sistemi edge;
- fornisca esempi di applicazioni che traggono beneficio dall'elaborazione vicino alla fonte dati.

Tema n. 11

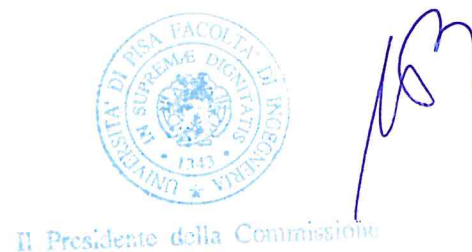
Il candidato descriva la sinergia tra sistemi di sensing (radar) e di comunicazione (5G) in diversi ambiti di applicazione con particolare enfasi sui servizi di localizzazione.

Tema n. 12

Il candidato descriva i blocchi funzionali e le caratteristiche principali di un sistema di comunicazione satellitare, illustrando le differenze tra i più recenti sistemi LEO (*Low Earth Orbit*) e i sistemi più convenzionali su orbita geostazionaria GEO (*Geostationary Earth Orbit*).



Esami di Stato
Seconda Sessione 2025
SECONDA PROVA SCRITTA
21 novembre 2025
Sez. A – Settore Ingegneria dell'INFORMAZIONE
CLASSE LM-25 Ing. dell'Automazione



Tema n. 1

Si argomenti circa le proprietà di raggiungibilità ed osservabilità per lo stato di un sistema; con particolare riferimento ai sistemi lineari tempo continuo si discuta sulle metodologie di verifica delle due proprietà e sul ruolo delle due proprietà rispetto alla relazione ingresso-uscita del sistema stesso.

Tema n. 2

Si discutano le limitazioni delle tecniche di analisi della stabilità utilizzate con modelli linearizzati di sistemi dinamici governati da equazioni differenziali non lineari, illustrando le peculiarità dei sistemi non lineari stessi, assieme alle tecniche ed ai teoremi principali impiegati per lo studio della loro stabilità.

Esami di Stato
Seconda Sessione 2025
SECONDA PROVA SCRITTA
21 novembre 2025
Sez. A – Settore Ingegneria dell'INFORMAZIONE
CLASSE LM-21 Ing. Biomedica



Tema n. 1

Il/la candidato/a descriva tra tutte le tecnologie di bioprinting quella che a suo parere porta maggiori vantaggi nello sviluppo di potenziali soluzioni clinicamente rilevanti. Si descriva una possibile applicazione di tale tecnologia, evidenziando punti di forza e limitazioni.

Tema n. 2

Si descrivano il principio fisico e il sistema di acquisizione del segnale elettroencefalografico (EEG). Si spieghi come l'applicazione delle tecniche di Principal Component Analysis (PCA) e Independent Component Analysis (ICA) possa essere utilizzata per rilevare e rimuovere gli artefatti legati al battito degli occhi (blinking). Si illustrino le differenze tra PCA e ICA, spiegando quale delle due tecniche potrebbe essere più appropriata per la rimozione degli artefatti e perché.

Esami di Stato
Seconda Sessione 2025
SECONDA PROVA SCRITTA
21 novembre 2025
Sez. A – Settore Ingegneria dell'INFORMAZIONE
CLASSE LM-32 Ing. Informatica (Artificial e Computer)

Tema n. 1

Nel contesto di sistemi informativi su larga scala che integrano dati relazionali e multi-strutturati, spesso distribuiti tra più data center e servizi cloud, si intende impostare un'analisi rigorosa dei principi che guidano l'ottimizzazione delle interrogazioni e la gestione della concorrenza nei database moderni. Il candidato sviluppi una trattazione tecnica che, partendo dal modello algebrico delle query e dai criteri di trasformazione equivalenti, discuta la costruzione di un ottimizzatore cost-based. Siano esaminati i principali algoritmi di join e il problema combinatorio dell'ordinamento dei join, mettendo in relazione teoria e vincoli pratici di memoria e I/O. La trattazione prosegua considerando il caso distribuito, analizzando come partizionamento e replica influenzino il costo. Si discutano quindi i modelli di isolamento e i meccanismi di controllo della concorrenza.

Tema n. 2

L'avvento dei modelli linguistici su larga scala (Large Language Models, LLM) e dell'IA generativa ha rivoluzionato l'elaborazione del linguaggio naturale, abilitando applicazioni complesse che spaziano dalla traduzione automatica alla generazione di codice e all'interazione conversazionale avanzata. Tuttavia, l'addestramento e la messa in produzione (serving) di tali modelli rappresentano sfide ingegneristiche e infrastrutturali di enorme portata, data la loro dimensione (spesso centinaia di miliardi di parametri) e l'enorme fabbisogno computazionale.

Il candidato sviluppi una trattazione tecnica descrivendo l'architettura e la pipeline completa per lo sviluppo e il deployment di un sistema basato su LLM. La discussione deve partire dalle fasi di data engineering per la costruzione e la pulizia di dataset testuali massivi (corpus), includendo le tecniche di tokenizzazione.

Si proceda analizzando le sfide dell'addestramento distribuito, discutendo criticamente le strategie di parallelismo (es. Data Parallelism, Tensor Parallelism, Pipeline Parallelism) necessarie per gestire modelli che non possono risiedere sulla singola GPU. Si esamini l'infrastruttura hardware richiesta (cluster di GPU/TPU, interconnessioni ad alta velocità).

Infine, si affronti il problema della messa in produzione per l'inferenza, che presenta requisiti diversi (bassa latenza vs. alto throughput). Si discutano le principali tecniche di ottimizzazione post-addestramento (come la quantizzazione, il pruning e il knowledge distillation) e le architetture di serving per gestire carichi di lavoro in tempo reale e in modo scalabile, considerando anche le strategie di fine-tuning per l'adattamento del modello a compiti specifici.



Esami di Stato
Seconda Sessione 2025
SECONDA PROVA SCRITTA
21 novembre 2025
Sez. A – Settore Ingegneria dell'INFORMAZIONE
CLASSE LM-29 Ing. Elettronica



Il Presidente della Commissione

Tema n. 1

Il/La candidato/a illustri il ruolo e le caratteristiche principali delle interfacce digitali utilizzate nei sistemi di misura e controllo, soffermandosi sui seguenti aspetti:

1. Tipologie e principi di funzionamento delle principali interfacce (es. UART, SPI, I²C, CAN, USB).
2. Aspetti elettrici e temporali delle connessioni, con riferimento a livelli logici, sincronizzazione, velocità di trasmissione e lunghezza delle linee.
3. Gestione del bus di comunicazione e meccanismi di arbitraggio o priorità tra dispositivi multipli.
4. Criteri di scelta dell'interfaccia più adatta in funzione del tipo di applicazione (strumentazione, automazione, sistemi embedded, sensori distribuiti).
5. Problematiche di compatibilità e affidabilità, come interferenze, errori di trasmissione e schermatura dei cavi.

Il candidato può integrare la trattazione con esempi applicativi e con schemi a blocchi rappresentativi di architetture reali, indicando i criteri progettuali per garantire corretto funzionamento, robustezza e integrità dei dati.

Tema n. 2

Il/La candidato/a discuta il principio di funzionamento di un convertitore analogico-digitale (ADC) e presenti in dettaglio lo schema e il funzionamento di un ADC ad approssimazioni successive. Infine, faccia un confronto tra le configurazioni di ADC che conosce in termini di tempo di conversione.



Il Presidente della Commissione

Esami di Stato
Seconda Sessione 2025
SECONDA PROVA SCRITTA
21 novembre 2025
Sez. A – Settore Ingegneria dell'INFORMAZIONE
CLASSE LM-18 Informatica

Tema n. 1

Sviluppo di applicazioni data-driven in ambienti cloud-native

La progettazione cloud-native consente di realizzare applicazioni resilienti, scalabili e ottimizzate per l'esecuzione in ambienti distribuiti.

Il candidato:

- descriva i principi della progettazione cloud-native, con particolare riferimento a container, orchestratori e CI/CD;
- illustri le differenze con l'approccio tradizionale client-server;
- discuta, con riferimento ad un'applicazione di propria conoscenza, l'impatto del cloud-native sulle modalità di sviluppo e di gestione del software.

Tema n. 2

Progettazione di sistemi informatici sicuri per ambienti distribuiti

La sicurezza nei sistemi informatici è oggi una priorità assoluta, soprattutto in ambienti cloud e distribuiti.

Il candidato:

- illustri le principali minacce alla sicurezza nei sistemi distribuiti (es. man-in-the-middle, escalation di privilegi, attacchi DDoS);
- descriva i meccanismi di protezione comunemente adottati (autenticazione, autorizzazione, crittografia, logging);

discuta l'importanza del principio "security by design" e come questo influisca sulle scelte progettuali.

Esami di Stato
Seconda Sessione 2025
SECONDA PROVA SCRITTA
21 novembre 2025
Sez. A – Settore Ingegneria dell'INFORMAZIONE
CLASSE LM-27 Ing. delle Telecomunicazioni



Tema n. 1

Il candidato analizzi i principali blocchi funzionali costituenti di un sistema radar ad onda continua descrivendo le possibili applicazioni e fornendo dettagli tecnici relativi ai principali algoritmi di elaborazione del segnale trasmesso/ricevuto.

Tema n. 2

Il candidato illustri i principali blocchi funzionali (e relativa funzione) del trasmettitore e del ricevitore di un sistema di comunicazione *wireless*, scegliendo un collegamento punto-punto oppure un collegamento punto-multipunto. Il candidato discuta inoltre i criteri di progetto che derivano direttamente dalla equazione del link budget.

Esami di Stato
Seconda Sessione 2025
PROVA PRATICA SCRITTA
10 febbraio 2026
Sez. A – Settore Ingegneria dell'INFORMAZIONE
CLASSE LM-25 Ing. dell'Automazione



Il Presidente della Commissione

[Handwritten signature]

Tema 1

Sia dato un processo fisico descritto dalle seguenti equazioni in forma di stato:

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t)$$

$$y(t) = Cx(t) + Du(t)$$

con le matrici caratteristiche che assumono i seguenti valori:

$$A = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 3 & -1 & 0 \\ 3 & -9 & 8 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$
$$C = [0 \quad 1 \quad 3], \quad D = 0$$

Si discuta:

- la stabilità interna
- la raggiungibilità
- l'osservabilità

Si ricavi poi la funzione di trasferimento $G(s)$ del sistema e si:

- 1 Si disegni uno schema a blocchi che rappresenta il sistema $G(s)$ in retroazione negativa, in presenza di un controllore $C(s)$, un riferimento $R(s)$, un disturbo in ingresso all'impianto $D_i(s)$, un disturbo in uscita all'impianto $D_o(s)$, e un rumore di misura $N(s)$.
- 2 Si discuta la stabilità BIBO in ciclo aperto del processo in esame.
- 3 Si dia la definizione di risposta armonica di un sistema, discutendone le condizioni. Si spieghi come si possa utilizzare la risposta armonica per caratterizzare un sistema. Si discuta se si possa applicare nel caso del processo in esame.
- 4 Si disegnino i diagrammi di Bode e Nyquist del processo in esame.
- 5 Si spieghi cosa rappresenta il luogo delle radici e qual è il suo utilizzo. Si disegni il luogo delle radici per guadagni positivi e negativi del processo in esame.
- 6 Si spieghi il principio del modello interno ed il suo utilizzo per la sintesi di controllori.
- 7 Si progetti un controllore che renda il sistema in ciclo chiuso in grado di inseguire un riferimento $R(s)$ a gradino unitario con errore nullo, in presenza di un disturbo in ingresso all'impianto $D_i(s)$ a gradino unitario ($D_o(s) = 0$, $N(s) = 0$).

Tema n. 2

Le motociclette appartenenti alla categoria MotoGP sono caratterizzate da valori di coppia motrice particolarmente elevati, tali da poter determinare il sollevamento della ruota anteriore in qualsiasi rapporto di trasmissione. Qualora tale sollevamento avvenga in modo eccessivo o troppo rapido, il pilota è costretto a ridurre manualmente l'apertura del comando del gas, con una conseguente e significativa diminuzione dell'accelerazione longitudinale del veicolo.

Per ovviare a tale problematica, le motociclette sono dotate di un sistema automatico di controllo

dell'impennata (*anti-wheelie*, AW), il cui compito è quello di limitare il sollevamento della ruota anteriore intervenendo sulla coppia di trazione, minimizzando al contempo la penalizzazione delle prestazioni dinamiche. Un sistema AW correttamente calibrato riduce la coppia motrice in misura sufficiente a prevenire impennate brusche, senza compromettere in modo significativo l'accelerazione del veicolo. In figura è riportato uno schema fortemente semplificato dei principali fenomeni fisici coinvolti.

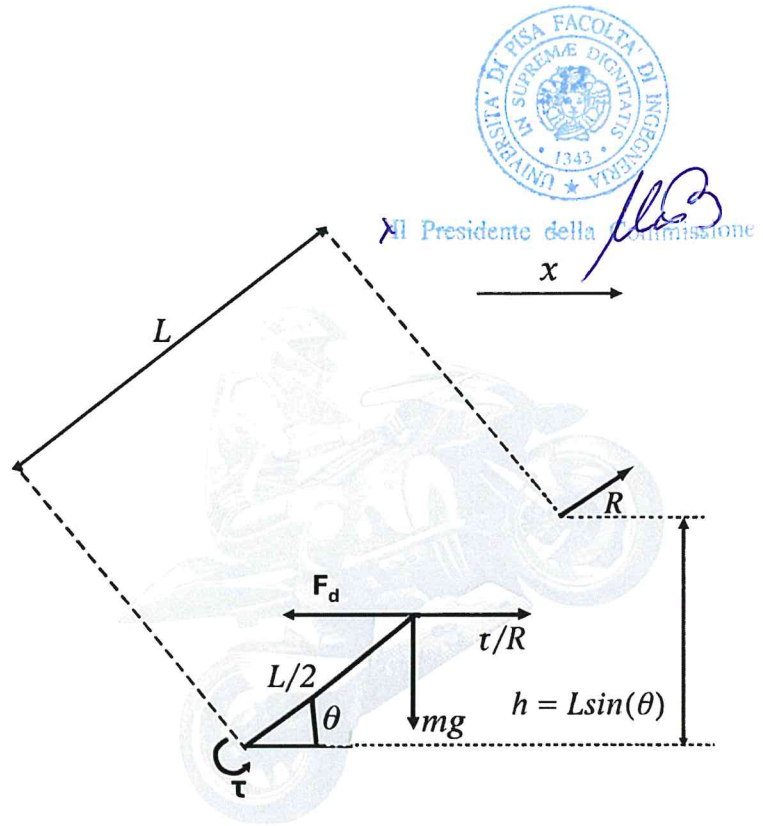
La dinamica del sistema può essere descritta, in prima approssimazione, mediante le seguenti equazioni del moto:

$$m\ddot{x} = \frac{\tau}{R} - F_d - \frac{1}{2}k(1 + \sin\theta)\dot{x}^2$$

$$I\ddot{\theta} + b\dot{\theta} + mg\frac{L}{2}\cos\theta = \tau + F_d\frac{L}{2}\sin\theta + \frac{1}{2}k(1 + \sin\theta)\dot{x}^2\frac{L}{2}\sin\theta$$

dove m è la massa del veicolo, I il momento del veicolo rispetto all'asse della ruota posteriore, R il raggio delle ruote, L l'interasse, k il coefficiente che modella la resistenza all'avanzamento longitudinale, b il coefficiente che modella un termine dissipativo lineare, τ è la coppia alla ruota della moto, F_d è una forza di disturbo agente in direzione longitudinale, $\dot{x}$ è la velocità longitudinale della moto, θ è l'angolo di beccheggio della moto.

1. Si determinino tutte le condizioni di equilibrio del sistema, sotto la condizione di velocità longitudinale maggiore o uguale a zero di validità per le equazioni proposte, in funzione del generico angolo costante $\theta = \underline{\theta}$, considerando nullo il disturbo F_d ;



2. Si determini una rappresentazione del sistema linearizzato in forma di stato attorno alla generica configurazione di equilibrio individuata al punto 1 tale che la velocità longitudinale sia strettamente maggiore di zero, assumendo di poter misurare la distanza $h = L \sin \theta$ dal suolo della ruota anteriore;
3. Si considerino i seguenti valori numerici per i parametri del modello: $\theta = 10$ deg; $m = 160$ kg; $I = 235.2$ kg·m²; $R = 0.6$ m; $b = 0.2$ N·m·s·rad⁻¹; $L = 2.1$ m; $k = 40.248$ kg·m⁻¹; $g = 9.81$ m·s⁻², si scrivano le matrici numeriche del sistema linearizzato in forma di stato, e si ricavino le funzioni di trasferimento tra gli ingressi di controllo τ e di disturbo F_d e l'uscita h ($G(s)$ e $G_d(s)$), rispettivamente) Si verifichi che le funzioni di trasferimento abbiano approssimativamente la forma riportata, discutendo circa la stabilità del sistema;

$$G(s) = 0.0088 \frac{(s + 3.6)}{(s - 3.3)(s + 3.9)(s + 2.2)}$$

$$G_d(s) = 0.0016 \frac{s}{(s - 3.3)(s + 3.9)(s + 2.2)}$$
4. Considerando la funzione di trasferimento G , si rappresenti il luogo delle radici associato (diretto e inverso), il diagramma di Nyquist completo e se ne illustri il significato.
5. Si sintetizzi mediante l'utilizzo del luogo delle radici e avvalendosi di considerazioni legate allo strumento grafico del diagramma di Bode un controllore stabilizzante che sia in grado di portare esattamente il centro della ruota anteriore ad una distanza dal suolo $h = 1.3647$ m senza mai superarla;
6. Si ricavi una discretizzazione del controllore determinato al punto precedente, giustificando opportunamente le scelte effettuate, con particolare attenzione al valore del periodo di campionamento e alla tecnica di discretizzazione.
7. Rappresentare il diagramma di Bode associato alla funzione di trasferimento G retroazionata – con retroazione negativa- con il controllore ricavato sopra.



x Il Presidente della Commissione

[Handwritten signature]

Esami di Stato
Seconda Sessione 2025
PROVA PRATICA SCRITTA
10 febbraio 2026
Sez. A – Settore Ingegneria dell'INFORMAZIONE
CLASSE LM-21 Ing. Biomedica



Il Presidente della Commissione

M. B.

Tema n. 1

Si vuole progettare un sistema biomedicale indossabile basato su ECG a singola derivazione, in grado di monitorare in tempo reale la frequenza cardiaca di un soggetto durante un'attività moderata (ad esempio camminata su tapis roulant) e di attivare un segnale di allarme (acustico o vibrotattile) quando la frequenza cardiaca supera una soglia di sicurezza prefissata.

Il sistema deve garantire una risposta all'evento di superamento soglia con una latenza inferiore a 3 secondi.

Il candidato è chiamato a progettare l'intero sistema, descrivendo in modo coerente e motivato:

- come devono essere posizionati gli elettrodi e quale derivazione ECG è più adatta al contesto;
- quale architettura analogica è necessaria per rendere il segnale ECG adatto alla digitalizzazione;
- come devono essere dimensionati i componenti analogici dell'architettura;
- quali operazioni di elaborazione digitale permettono di identificare in modo robusto i picchi R (e in alternativa come potrebbe essere progettato in analogico);
- come si ricava la frequenza cardiaca a partire dagli intervalli RR;
- quale logica decisionale consente di attivare l'allarme evitando falsi positivi dovuti a rumore o artefatti.
- come, a partire da una sequenza di intervalli RR, ricavare un indice numerico semplice che permetta di quantificare la regolarità del ritmo cardiaco.

Si richiede inoltre di proporre un esempio numerico realistico, a partire da una sequenza di intervalli RR (inventata dal candidato), che mostri chiaramente il funzionamento dell'algoritmo di attivazione e disattivazione dell'allarme.

Infine, il candidato deve discutere brevemente i principali problemi di qualità del segnale e di sicurezza elettrica che devono essere considerati nella progettazione di un sistema ECG indossabile.

L'elaborato deve contenere schemi a blocchi chiari, motivazioni delle scelte progettuali e una descrizione operativa dell'algoritmo tramite uno pseudocodice.

Tema n. 2

Il/la candidato/a illustri il progetto di un dispositivo fluidico per organoidi di diametro medio 400 μm , ponendo attenzione al dimensionamento del dispositivo partendo dal calcolo dei tempi caratteristici. Si specifichino le tecnologie di fabbricazione e i materiali usati, giustificando le scelte effettuate.



x Il Presidente della Commissione



Esami di Stato

Seconda Sessione 2025

PROVA PRATICA SCRITTA

10 febbraio 2026

Sez. A – Settore Ingegneria dell'INFORMAZIONE

CLASSE LM-32 Ing. Informatica (Artificial e Computer)



Tema n. 1

Il candidato è chiamato a progettare un sistema distribuito di monitoraggio e gestione per una flotta di stazioni di ricarica veicoli elettrici. Si ponga attenzione sull'architettura software e di sistema di una piattaforma cloud per la gestione di una rete distribuita di stazioni di ricarica per veicoli elettrici. La piattaforma deve gestire in tempo reale centinaia di stazioni di ricarica sparse sul territorio nazionale, ognuna dotata di uno o più punti di ricarica (connettori).

Le stazioni sono di proprietà di diversi operatori (Operator A, Operator B, etc.) ma la piattaforma deve offrire un servizio unificato agli utenti finali tramite una app mobile. Ogni stazione è dotata di un "Charge Point Controller" (CPC), un dispositivo embedded connesso a Internet che gestisce fisicamente i connettori, gli accessi e le transazioni energetiche.

La piattaforma deve interfacciarsi sia con i CPC (per il controllo e il monitoraggio) che con sistemi esterni di pagamento e con le app degli utenti.

Requisiti Funzionali

1. Gestione Stato in Tempo Reale: Monitorare e aggiornare in tempo reale lo stato di ogni connettore (disponibile, occupato, in errore, in manutenzione).
2. Autenticazione ed Autorizzazione: Gestire la registrazione e il login degli utenti (ruoli: Utente Standard, Operatore, Amministratore di Sistema). Gli utenti devono poter autenticarsi per avviare una sessione di ricarica (es. tramite app QR code, RFID).
3. Avvio/Arresto/Sospensione Ricarica: Permettere a un utente autenticato di avviare, fermare o sospendere una sessione di ricarica da remoto tramite app.
4. Monitoraggio Sessione Attiva: Fornire all'utente, durante la ricarica, dati in tempo reale su energia erogata (kWh), potenza, costo corrente e tempo stimato al completamento.
5. Gestione Tariffazione Dinamica: Implementare un sistema di tariffazione basato su: operatore della colonnina, fascia oraria, potenza erogata. Il calcolo del costo deve essere effettuato lato backend.
6. Storico e Reportistica: Conservare lo storico di tutte le sessioni di ricarica per ogni utente e ogni stazione. Fornire all'utente un report della sessione al termine (ricevuta digitale). Fornire all'operatore report aggregati su consumo, guasti, ricavi.

7. Gestione Allarmi e Manutenzione: Il CPC invia alert per guasti (es. surriscaldamento, errore comunicazione, connettore bloccato). La piattaforma deve notificare l'operatore responsabile e impostare lo stato della colonnina come "Fuori Servizio".
8. Interoperabilità Pagamenti: Integrazione con un ipotetico provider di pagamento esterno (API simulata) per addebitare l'importo al termine della sessione.

3. Requisiti Non Funzionali

1. Scalabilità: L'architettura deve essere progettata per gestire un aumento progressivo del numero di stazioni (da centinaia a migliaia) e utenti (da decine a centinaia di migliaia).
2. Affidabilità: Il servizio core deve garantire un uptime del 99.9%. Prevedere meccanismi di tolleranza ai guasti per i componenti critici.
3. Bassa Latenza: La comunicazione per il controllo della sessione (avvio/arresto) deve avere una latenza end-to-end < 2 secondi.
4. Sicurezza: Tutte le comunicazioni devono essere cifrate (TLS). Proteggere i dati degli utenti (GDPR-compliant). Prevenire attacchi comuni (es. avvio ricarica non autorizzato, replay attack).
5. Manutenibilità: Il codice deve essere modulare, ben documentato e predisposto per test automatizzati.

Il candidato è chiamato a sviluppare un progetto sistemistico completo, partendo dall'analisi dei requisiti forniti per progettare l'architettura software e di deployment di una piattaforma cloud per la gestione di una flotta distribuita di stazioni di ricarica per veicoli elettrici; dovrà quindi produrre un documento di specifica e architettura dettagliato, approfondire il design di un componente critico attraverso una descrizione algoritmica e modellistica, e infine definire una strategia coerente di test e validazione, dimostrando capacità di progettazione, scelta ragionata delle tecnologie e rigore metodologico.



✕ Il Presidente della Commissione

Tema n. 2

Il candidato è chiamato a progettare un sistema distribuito di supporto alla diagnosi medica basato su tecniche di Intelligenza Artificiale. Si ponga attenzione sull'architettura software e di sistema di una piattaforma cloud per l'analisi automatizzata di immagini diagnostiche (es. radiografie, TAC). La piattaforma deve servire una rete di ospedali distribuiti sul territorio nazionale, ciascuno dotato di sistemi di archiviazione immagini. Il sistema deve supportare i medici radiologi fornendo una "seconda opinione" automatizzata, evidenziando potenziali anomalie per ottimizzare il flusso di lavoro. La piattaforma deve interfacciarsi con i sistemi ospedalieri locali per l'acquisizione sicura dei dati, con il motore di Intelligenza Artificiale centrale e con le interfacce web/desktop utilizzate dai medici.

Requisiti Funzionali

- **Acquisizione e Gestione Immagini:** Ricevere e pre-elaborare immagini diagnostiche inviate dai sistemi ospedalieri locali, garantendo l'integrità del dato.
- **Gestione Utenti e Ruoli:** Gestire l'autenticazione sicura del personale sanitario (ruoli: Medico Radiologo, Tecnico, Amministratore). L'accesso ai dati deve essere strettamente regolato in base al ruolo.
- **Analisi AI Automatizzata:** Sottoporre le immagini ricevute a modelli di Deep Learning per rilevare anomalie. Il sistema deve restituire una probabilità di patologia e una mappa visiva delle aree sospette (heatmap).
- **Prioritizzazione (Triage Intelligente):** Classificare automaticamente gli esami in base alla gravità stimata dall'AI, riordinando la lista di lavoro del medico per dare precedenza ai casi urgenti.
- **Validazione Medica:** Permettere al radiologo di visualizzare l'esito dell'AI e di confermare o correggere la diagnosi suggerita (feedback loop).
- **Storico e Reportistica:** Conservare lo storico delle analisi effettuate e delle diagnosi confermate. Generare report per audit clinici e monitoraggio delle performance del modello AI.
- **Gestione Allarmi:** Notificare immediatamente il personale responsabile in caso di rilevamento di patologie critiche ("codice rosso") o di malfunzionamenti nel servizio di analisi.
- **Interoperabilità:** Integrazione con i sistemi informativi ospedalieri esistenti per associare l'analisi AI alla cartella clinica del paziente.

Requisiti Non Funzionali

- **Scalabilità:** L'architettura deve supportare l'aggiunta progressiva di nuovi ospedali e gestire picchi di richieste di analisi senza degrado delle prestazioni.
- **Affidabilità:** Il servizio deve garantire un uptime elevato e meccanismi di recupero dati in caso di guasti, data la criticità del dominio medico.
- **Bassa Latenza:** Il tempo di inferenza e restituzione del risultato dell'analisi AI deve essere contenuto.

- Sicurezza e Privacy: Tutte le comunicazioni devono essere cifrate. I dati dei pazienti devono essere trattati in conformità al GDPR, applicando tecniche di anonimizzazione o pseudonimizzazione dove necessario.
- Manutenibilità: Il sistema deve essere modulare per permettere l'aggiornamento dei modelli AI senza interrompere il servizio.

Consegne

Il candidato è chiamato a sviluppare un progetto sistemistico completo, partendo dall'analisi dei requisiti forniti per progettare l'architettura software e di deployment di una piattaforma cloud per la diagnostica medica assistita; dovrà quindi produrre un documento di specifica e architettura dettagliato, approfondire il design di un componente critico attraverso una descrizione algoritmica e modellistica, e infine definire una strategia coerente di test e validazione, dimostrando capacità di progettazione, scelta ragionata delle tecnologie e rigore metodologico.


X Il Presidente della Commissione

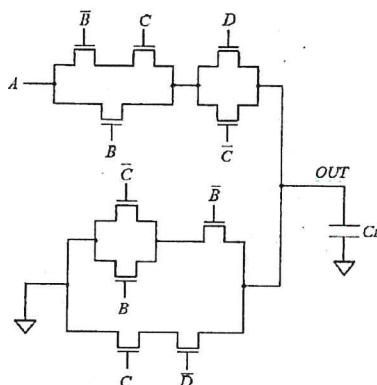
Esami di Stato
Seconda Sessione 2025
PROVA PRATICA SCRITTA
10 febbraio 2026
Sez. A – Settore Ingegneria dell'INFORMAZIONE
CLASSE LM-29 Ing. Elettronica



Il Presidente della Commissione

Tema n. 1

Si consideri il circuito logico in tecnologia **PASS TRANSISTOR** rappresentato in figura.



I transistori si assumano completamente esauriti al 90% dell'escursione di tensione, e i fronti dei segnali applicati agli ingressi istantanei.

Tutti i transistori NMOS del circuito hanno la stessa aspect-ratio $S_{N,pT} = 4$.

La capacità di carico connessa al nodo di uscita OUT è pari a $C_L = 20\text{fF}$.

I parametri tecnologici sono i seguenti:

$$\begin{aligned} V_{DD} &= 1\text{ V}, & V_{tn} &= 0,25\text{ V}, & V_{tp} &= -0,25\text{ V}, \\ \beta_n &= 200\text{ }\mu\text{A/V}^2, & \beta_p &= 100\text{ }\mu\text{A/V}^2, \\ C_{ox} &= 23\text{ fF}/\mu\text{m}^2, & L_{min} &= 0,09\text{ }\mu\text{m}, \\ \lambda &= \gamma = 0 \end{aligned}$$

Richieste

1. Determinare la funzione logica implementata dal circuito al nodo di uscita OUT.
2. Individuare la transizione degli ingressi che produce, in uscita, un transitorio di durata massima. Calcolare la durata approssimata di tale transitorio.
3. Progettare un circuito in logica CMOS a singolo stadio che realizzi la stessa funzione logica ottenuta al punto 1.
4. Dimensionare i transistori del circuito CMOS del punto 3, assumendo che tutti i dispositivi NMOS della rete di pull-down abbiano fattore di forma $S_{N,CMOS}$ e tutti i PMOS della rete di pull-up abbiano fattore $S_{P,CMOS}$.
5. I valori di $S_{N,CMOS}$ e $S_{P,CMOS}$ devono essere scelti in modo che il tempo di salita e di discesa del nodo di uscita non superi 120 ps, considerando $C_L = 20\text{fF}$ e un'escursione di tensione pari al 90%.
6. Valutare la potenza dinamica dissipata dal circuito CMOS dimensionato, assumendo gli ingressi $A = 1, B = C = D = 0$ e una frequenza di commutazione pari a $f_A = 25\text{MHz}$.

Tema n. 2

Un apparecchio sperimentale è composto di tre camere a bolle, all'interno delle quali sono stati disposti tre sensori di pressione. Ciascuno dei sensori fornisce in uscita una corrente $I_n(t)$ che varia linearmente con il valore istantaneo della pressione $p_n(t)$ seguendo la legge:

$$I_n(t) = K \cdot p_n(t) + 2 \text{ mA con } n = 1, 2, 3 \text{ e } K = 3 \text{ mA/atm.}$$

Gli andamenti teorici delle pressioni nelle tre camere sono rispettivamente:

$$p_1(t) = 0,5 \sin(50t)$$

$$p_2(t) = \sin(25000t)$$

$$p_3(t) = 0.75 \sin(500t)$$

Si vuole acquisire, attraverso un opportuno sistema, l'andamento della media aritmetica dei valori istantanei delle pressioni nelle tre camere.

Il candidato, dopo aver formulato le necessarie ipotesi aggiuntive:

1. progetti e dimensioni l'interfaccia analogica da inserire tra i sensori ed un convertitore A/D;
2. argomenti la scelta dell'architettura del convertitore A/D e della frequenza di campionamento;
3. descriva la struttura di un sistema a microcontrollore per acquisire i dati dal convertitore,
4. codifichi parte del firmware in un linguaggio di sua conoscenza,
5. descriva un protocollo di comunicazione compatibile con il microcontrollore scelto e utilizzarlo per una trasmissione seriale in tempo reale dei dati raccolti verso un centro remoto.



Il Presidente della Commissione

Esami di Stato
Seconda Sessione 2025
PROVA PRATICA SCRITTA
10 febbraio 2026
Sez. A – Settore Ingegneria dell'INFORMAZIONE
CLASSE LM-18 Informatica



Il Presidente della Commissione

Tema n. 1

Sistema di gestione visite e referti per ambulatori territoriali

Una rete di ambulatori specialistici intende realizzare un sistema informatico per la gestione delle prenotazioni delle visite, dell'anagrafica pazienti, dei referti digitali e della comunicazione medico-paziente. Il sistema deve essere accessibile via Web e app mobile e integrabile con sistemi regionali. Il candidato:

- descriva i principali casi d'uso del sistema (prenotazione visite, gestione agenda medici, caricamento e consultazione referti, notifiche ai pazienti);
- fornisca una progettazione architettuale e di dettaglio, specificando:
 - i moduli software principali e l'eventuale integrazione con servizi esterni (es. sistemi regionali, notifiche);
 - le interazioni tra client, server applicativo e database;
- progetti lo schema del database relazionale, includendo entità e relazioni chiave (pazienti, medici, visite, referti, strutture);
- descriva le principali API HTTP esposte per la gestione delle prenotazioni e dei referti;
- analizzi gli aspetti di sicurezza, privacy e conformità normativa (GDPR, protezione dati sanitari);
- indichi casi di prova per il modulo di gestione delle prenotazioni e accesso ai referti.

Tema n. 2

Sistema informatico per la manutenzione di impianti industriali

Un'azienda manifatturiera vuole implementare un sistema per la gestione della manutenzione degli impianti produttivi. I macchinari inviano dati di stato e allarmi tramite sensori; i manutentori ricevono ticket, pianificano interventi e registrano le attività svolte.

Il candidato:

- descriva i casi d'uso principali del sistema di manutenzione;
- fornisca una progettazione architettuale, indicando:
 - i componenti software (backend, frontend, database) e hardware (sensori, gateway);
 - le modalità di comunicazione tra dispositivi di campo, server e client;
- progetti lo schema del database relazionale, con entità quali macchinari, sensori, interventi, tecnici, segnalazioni;
- descriva le interfacce API per la gestione dei ticket di manutenzione e la consultazione dello stato degli impianti;
- analizzi gli aspetti di affidabilità, sicurezza e scalabilità del sistema;
- presenti casi di prova per il modulo di gestione degli allarmi e assegnazione degli interventi.

Esami di Stato
Seconda Sessione 2025
PROVA PRATICA SCRITTA
10 febbraio 2026
Sez. A – Settore Ingegneria dell'INFORMAZIONE
CLASSE LM-27 Ing. delle Telecomunicazioni



Il Presidente della Commissione

Tema n. 1

Il candidato progetti un sistema radar, specificando i parametri di sistema (PRF, PRI, dimensione antenna, ERP, numero di impulsi trasmessi, etc.), in modo da soddisfare i seguenti requisiti:

- frequenza portante 3 GHz;
- il radar usa un phased array rettangolare;
- probabilità di falso allarme 10^{-4} ;
- deve coprire un settore angolare di 30° in azimuth e in elevazione, in 200 ms, sapendo che i phase shifter hanno un tempo di reazione per il puntamento elettronico di circa 2 ms;
- la risoluzione in range deve essere di 30 metri;
- il massimo range non ambiguo 60 km;
- eventuale massima velocità non ambigua in avvicinamento 80 m/s (se possibile altrimenti usare tecniche opportune);
- risoluzione in velocità 3 m/s;
- cancellazione del clutter stazionario di circa -15 dB in un intervallo $[-0.1, 0.1]$ PRF;
- il detector deve essere in grado di garantire una probabilità di rivelazione maggiore di 0.9 al 90% del massimo range non ambiguo e garantire la proprietà di costanza del tasso di falso allarme;
- valutare gli eventuali vantaggi di un integratore binario m su n per raggiungere i requisiti.

Per tutto ciò che non è specificato nel testo, il candidato formuli e giustifichi opportune ipotesi e assunzioni e svolga la prova sulla base di esse.



Il Presidente della Commissione

Tema n. 2

Un collegamento radio tra un CUBESAT in orbita LEO e una stazione di terra viene realizzato in banda UHF. La distanza tra stazione di terra e satellite è circa 1944km. Nella Tabella 1 sono riportate le specifiche del trasmettitore e del ricevitore per il collegamento UPLINK (ovvero per la trasmissione dalla stazione di terra, TX, al satellite, RX).

- a) Il candidato determini il *link margin*, espresso in dB, ovvero $E_b/N_o - (E_b/N_o)_{\text{threshold}}$, per il collegamento in UPLINK, ipotizzando:
- Trasmissione con modulazione FSK e data rate $R=1.92 \times 10^4$ bit/sec
 - Livello di soglia che garantisce un valore di BER pari a 10^{-4} : $(E_b/N_o)_{\text{threshold}}=13.6\text{dB}$
 - Adattamento in polarizzazione ideale tra le antenne TX e RX, entrambe in polarizzazione circolare RHCP
 - Adattamento di impedenza ideale per le antenne in trasmissione e in ricezione
 - Allineamento perfetto tra le direzioni di massima irradiazione delle due antenne.

Grandezza fisica	Simbolo	Unità di misura	Downlink
Frequenza	f	MHz	450
Potenza trasmettitore	P_T	W	5
Guadagno antenna TX (ground station)	G_T	dB _i	37
Guadagno Antenna RX (satellite)	G_R	dB _i	-3.5
Temperatura equivalente di rumore del sistema ricevente (satellite)	T_{sys}	K - Gradi Kelvin	3570
Attenuazione atmosferica	L_a	dB	0.5

Tabella 1: parametri per il collegamento UPLINK (dalla stazione di terra al satellite)

- b) Successivamente, valutare **la variazione** del link margin (**in dB**) rispetto a quello valutato al punto precedente, **in ciascuna** delle seguenti condizioni:
1. A causa di una rotazione del satellite, l'antenna ricevente (di cui si riporta il diagramma di irradiazione in Fig. 2) ha il suo massimo di ricezione spostato di circa **60 gradi** rispetto alla direzione in cui si trova la stazione di terra.

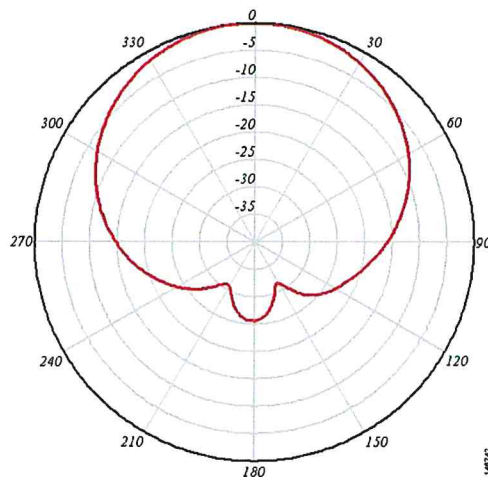


Fig.1 diagramma di irradiazione dell'antenna TX

oppure

2. L'antenna trasmittente non è perfettamente adattata alla impedenza caratteristica del cavo coassiale di alimentazione; in particolare, il suo Return Loss è 6dB (VSWR 1:3) alla frequenza di utilizzo.

oppure

3. Il cavo coassiale inizialmente previsto per collegare trasmettitore e antenna (vedi datasheet RG-58 allegato in fondo al testo) viene sostituito con uno che è lungo $L=2\text{m}$, anziché $L=1\text{ m}$ come previsto nel progetto iniziale.

oppure

4. Tra il trasmettitore e l'antenna viene aggiunto un filtro passabanda il cui Insertion Loss (IL) nella banda di utilizzo è circa 0.5 dB

oppure

5. L'antenna del trasmettitore (ground station) - vedi Tabella 1 - viene sostituita con un'antenna in polarizzazione lineare (anziché RHCP) e con lo stesso guadagno.

- c) Infine, supponendo di dover aumentare il *link margin* in UPLINK di 3dB, il candidato indichi su quali parametri (**almeno due**) potrebbe agire, e discuta sinteticamente vantaggi e svantaggi di ciascuna delle scelte indicate.

Per tutto ciò che non è specificato nel testo, il candidato formuli e giustifichi opportune ipotesi e assunzioni e svolga la prova sulla base di esse.



*Il Presidente della Commissione

RG58, 50 Ohm, 1 GHz, 85°C, Ø4.95 mm, PVC jacket

RG_58_C/U

Properties

- According to RG cable standard
- Excellent RF performance for precision applications
- Suitable for use in application up to 1 GHz



Construction			
Component	Material	Detail	Diameter
Centre conductor	Copper, Tin plated	Strand-19, 96%	0.9 mm - 0.15 mm
Dielectric	PE (Polyethylene)		2.95 mm
Outer conductor	Copper, Tin plated	Braid, 96%	3.6 mm
Jacket	PVC II (low migration)	RAL 9005 - bk	4.95 mm +/- 0.15 mm

Electrical data	
Impedance	50 Ω +/- 2Ω
Operating frequency	≤ 1 GHz
Capacitance	101 pF/m
Inductance	0.254 μH/m
Velocity of signal propagation	66 %
Signal delay	5.03 ns/m
Screening effectiveness	38 dB at frequency 0.0001 GHz ... 1GHz
Insulation resistance	100000000 MΩ*m
Inner conductor resistance	34.5 Ω/km
Outer conductor resistance	13.8 Ω/km
Operating Voltage (at sea level)	≤ 2.5 kVrms
Test voltage (50 Hz/1 min)	≤ 5 kVrms

Mechanical data	
Weight	approx. 37 g/m
Static bending radius	≥ 25 mm
Repeated bending radius	50 mm

hubersuhner.com

HUBER+SUHNER



× Il Presidente della Commissione

RG58, 50 Ohm, 1 GHz, 85°C, Ø4.95 mm, PVC jacket
 RG_58_C/U

Environmental data

Operation temperature	-25 °C ... 85 °C
Installation temperature	-20 °C ... 60 °C
Fire characteristics	contains halogene

Material compliance

Item number	Directive / Regulation	Rating	Exemptions / Details
22510015	RoHS 2011/65/EU and (EU) 2015/863	Compliant without exemption	
	REACH 1907/2006 Article 33 SVHC	Free of SVHC >0,1%	

Additional Information

MIL reference: M17/183-00001 (former reference: M17/28-RG058)

Suitable connectors

Cable group	U7
-------------	----

Ordering information

Item number	Item description	Available as assembly only
22510015	RG_58_C/U	No

Power Matrix

Calculation: typical Attenuation [formula: $(a \cdot f^{0.5} + b \cdot f)$] and maximum Power CW [formula: $(p/f^{0.5})$]

a coefficient typical =	0.3455	b coefficient typical =	0.2373
fmax =	1.0	P at 1 GHz =	105.0
Frequency	Nom. attenuation	Nom. attenuation	CW power
GHz	(dB/m)	(dB/ft)	(W)
	sea level 25°C ambient temperature	sea level 25°C ambient temperature	sea level 40°C ambient temperature
0.10	0.133	0.041	332
0.20	0.202	0.062	235
0.30	0.260	0.079	192
0.40	0.313	0.095	166
0.60	0.410	0.125	136
0.80	0.499	0.152	117
1.00	0.583	0.178	105

HUBER+SUHNER is certified by ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001, IATF 16949, AS/EN 9100 and ISO/TS 22163-IRIS. Waiver: Facts and figures herein are for information only and do not represent any warranty of any kind.
 DOCUMENT P1M-P956 / Date of publication: 13.06.2025 / uncontrolled copy

hubersuhner.com

HUBER+SUHNER



Il Presidente della Commissione