

Laboratorio di Telecomunicazioni digitali, antenne e microonde INTERMEDIO



L'immagine si riferisce alla soluzione "AVANZATA" del laboratorio

DESCRIZIONE

Questo laboratorio è progettato per supportare la formazione tecnica e professionale in ambito di **comunicazioni digitali, antenne e microonde**. Offre strumenti avanzati per riprodurre fedelmente ambienti di lavoro reali, favorendo un apprendimento pratico e operativo. Il laboratorio rappresenta una soluzione completa per istituti tecnici e professionali, garantendo una formazione pratica e all'avanguardia attraverso una serie di stazioni tematiche dotate di trainer modulari, strumenti di misura e simulatori di guasti. Le postazioni allievi e la postazione docente permettono un apprendimento pratico, collaborativo e multidisciplinare. Gli studenti acquisiscono competenze immediatamente spendibili nel mondo del lavoro, affrontando tematiche come propagazione, modulazione, trasmissione dati, diagnostica e analisi di sistemi di comunicazione.

OBIETTIVI

- **Comprendere i principi delle comunicazioni digitali e ottiche:** attraverso esercitazioni pratiche con sistemi reali e simulazioni didattiche;
- **Analizzare segnali e sistemi di trasmissione a microonde:** sperimentando tecniche di modulazione, interferenza e misura su guide d'onda e antenne;
- **Progettare e testare sistemi di comunicazione complessi:** utilizzando trainer, PC, software e kit per esperimenti guidati e personalizzati;
- **Sviluppare competenze operative nelle tecnologie per antenne:** attraverso misurazioni, regolazioni e interpretazione dei diagrammi di radiazione.

COMPONENTI

Il laboratorio offre 12 postazioni allievi e una postazione docente, ed è dotato dei seguenti componenti:

STAZIONE DI TRAINING COMUNICAZIONI DIGITALI

- **Stazione di Training Comunicazioni Digitali:** un sistema modulare per comprendere i concetti chiave delle comunicazioni digitali.
- **Trainer sulla Trasmissione Digitale di Segnali Analogici:** consente di esplorare tecniche di campionamento, quantizzazione e codifica.
- **Trainer Modulazione dei Segnali Digitali:** supporta l'analisi di modulazioni ASK, FSK e PSK.
- **Trainer 8-QAM:** per approfondire la modulazione ad ampiezza e quadratura.
- **Programmatore Guasti per Istruttore:** strumento dedicato per simulare errori e guasti nei circuiti.
- **PC:** da interfacciare alle unità di training.

STAZIONE DI TRAINING COMUNICAZIONI OTTICHE

- **Trainer per la Fibra Ottica:** permette lo studio delle trasmissioni ottiche e l'utilizzo di fibre monomodali e multimodali.
- **Trainer Optoelettronica:** ideale per l'analisi di dispositivi optoelettronici come LED e fotodiodi.
- **Trainer Ottica Microonde:** per comprendere le proprietà ottiche a frequenze elevate.

STAZIONE DI TRAINING LINEE DI TRASMISSIONE

- **Dimostratore della Linea di Trasmissione:** rappresenta un modello realistico per lo studio della propagazione dei segnali.
- **Trainer per Linea di Trasmissione Coassiale:** consente esperimenti su linee coassiali.
- **Trainer per la Trasmissione di Cavo Accoppiato:** supporta l'analisi delle proprietà di trasmissione di cavi accoppiati.

STAZIONE DI TRAINING PER ANTENNE

- **Trainer Antenna:** per approfondire le trasmissioni tramite antenna e le onde elettromagnetiche;
- **Antenna a Riflettore Parabolico:** per studiare il funzionamento di questo tipo di antenna;
- **Piattaforma rotante computerizzata per Antenna:** per comprendere appieno come la direzionalità dell'antenna incide con la trasmissione del segnale.

STAZIONE DI TRAINING PER MICROONDE

- **Trainer per lo Studio delle Microonde:** permette esperimenti pratici sulle tecnologie a microonde.

ARREDI

- Banchi ad isola da laboratorio per gli allievi
- Sgabelli
- Cattedra docente
- Monitor interattivo con carrello mobile
- Oscilloscopio
- Armadio metallico per contenere tutte le unità di training con relativi accessori

ATTIVITÀ DIDATTICHE

Con le unità di training e i relativi accessori è possibile dedicarsi a:

1. **Studio della Propagazione delle Microonde nello Spazio Aperto:** sperimentazione sulla trasmissione delle microonde in ambienti non guidati, analizzando fenomeni come riflessione, diffrazione e interferenza. Utilizzo di strumenti come antenne paraboliche e Yagi-Uda per comprendere le proprietà delle onde elettromagnetiche a microonde.
2. **Analisi della Polarizzazione e Misurazione della Potenza del Segnale:** utilizzo di antenne a corno e strumenti di misura della potenza per esaminare come la polarizzazione influisce sulla propagazione del segnale e per misurare l'intensità del segnale in varie direzioni, con particolare attenzione ai diagrammi di radiazione.
3. **Modulazione e Demodulazione di Segnali a Microonde:** esperimenti con tecniche di modulazione delle microonde (come PAM, PWM, PPM, FSK, ASK) e studi sulla loro demodulazione, per comprendere le tecniche di trasmissione analogica e digitale.
4. **Progettazione e Simulazione di Linee di Trasmissione Coassiali:** studio delle linee di trasmissione coassiali e delle loro caratteristiche, tra cui impedenza caratteristica, attenuazione, e effetto delle riflessioni. Sperimentazioni su come le linee di trasmissione influenzano la qualità del segnale e la gestione dei rumori.
5. **Analisi delle Impedenze e Misurazioni di Bit Error Rate:** utilizzo di tecniche come il codificatore PCM, DPCM e il sistema di

codifica/decodifica per studiare l'errore di quantizzazione e misurare il bit error rate (BER) in presenza di rumore.

6. Studio della Trasmissione Digitale su Canali Rumorosi: esperimenti pratici su come i segnali digitali vengano trasmessi in presenza di rumore, utilizzando sistemi come il *Trainer sulla Trasmissione Digitale di Segnali Analogici*, con simulazione di canali rumorosi e misurazione della qualità del segnale tramite la bit error rate.

7. Generazione e Analisi di Sequenze Ripetitive a 8 Bit: utilizzo di generatori di sequenze di dati a 8 bit per comprendere come i dati vengono trasmessi e analizzati in sistemi digitali, con particolare focus sulla modulazione 8-QAM e sulla sua demodulazione.

8. Simulazione della Propagazione nelle Guide d'Onda e Diffrazione delle Microonde: studio della propagazione delle microonde in guide d'onda e fenomeni di diffrazione, utilizzando strumenti come piastri con fori/fessure e interferometri di Fresnel per analizzare gli effetti sulle microonde.

9. Progettazione di Sistemi di Comunicazione Digitale con Modulazione ASK e FSK: configurazione di sistemi digitali basati su modulazioni ASK e FSK per l'analisi dei segnali e la valutazione delle prestazioni in diverse condizioni operative, come tassi di dati variabili e canali con rumore.

10. Simulazione e Diagnostica dei Sistemi di Comunicazione con Guasti: utilizzo del sistema di simulazione guasti per analizzare e risolvere problemi in sistemi di comunicazione, sviluppando competenze pratiche nella diagnostica e manutenzione di impianti di telecomunicazioni.

11. Studio dei Principi di Interferenza e Diffrazione: sperimentazioni con interferometri di Michelson e Fabry-Perot per comprendere come le microonde si interferiscono e diffondono, con applicazioni pratiche nell'analisi dei segnali e nel miglioramento delle tecniche di trasmissione.

12. Test e Analisi di Sistemi di Trasmissione 8-QAM: utilizzo di un sistema completo di trasmissione/ricezione 8-QAM per studiare la modulazione e la demodulazione dei segnali, con un focus sulla generazione e decodifica di sequenze di 8 bit e la misurazione della qualità del segnale.

13. Esplorazione dei Fenomeni di Diffrazione e Riflessione nelle Microonde: esperimenti avanzati sulla riflessione delle microonde, in particolare sull'angolo di Brewster, e sulla diffrazione attraverso fessure, utilizzando strumenti come piastre riflettenti e griglie di polarizzazione.

14. Misurazione delle Prestazioni di Sistemi di Comunicazione Analogica e Digitale: utilizzo di generatori audio/video e strumenti per misurare la qualità della trasmissione di segnali analogici e digitali attraverso sistemi di comunicazione in fibra ottica e microonde.

15. Regolazioni del generatore: sperimentazione delle regolazioni del generatore per ottenere un segnale ottimale.

16. Misurazioni dell'SWR: utilizzo del pannello del generatore e del rilevatore per eseguire misurazioni dell'onda stazionaria di riflessione (SWR).

17. Diagrammi di polarizzazione della radiazione: studio delle antenne tramite diagrammi di polarizzazione per comprendere la distribuzione del campo elettromagnetico.

18. Analisi delle antenne: esperimenti con dipoli, Yagi-Uda, End-fed, antenna a loop e slot per valutare le loro caratteristiche e applicazioni pratiche.

19. Registrazione dei diagrammi di radiazione: misurazione dell'intensità del campo in diverse direzioni durante la rotazione dell'antenna per analizzarne la direzionalità.

20. Misurazione della polarizzazione: analisi dei diagrammi di polarizzazione per studiare come le antenne emettono e ricevono segnali in base alla direzione.

21. Sperimentazione sulla messa a fuoco: regolazione assiale del dipolo per osservare e analizzare l'effetto sulla focalizzazione del segnale.

22. Studio della direzionalità: esperimenti sull'orientamento dell'antenna per misurare la direzione del massimo guadagno.

23. Comprensione dei principi di funzionamento: esperimenti pratici per osservare come un riflettore parabolico dirige le onde elettromagnetiche.

24. Simulazione della Trasmissione di Dati su Fibra Ottica: sperimentazione con la trasmissione dei segnali su fibra ottica, utilizzando tecniche digitali (PAM, PCM) e misurando la qualità della trasmissione, il tasso di errore e l'impatto del rumore sui canali di comunicazione ottica.

25. Sperimentazione con Sistemi di Multiplexing a Divisione Temporale (TDM): studio delle tecniche di multiplexing, come il time-division multiplexing (TDM), per trasmettere più segnali su una singola linea di trasmissione, e misurazione delle prestazioni in condizioni di rumore.

26. Analisi e Ottimizzazione delle Prestazioni delle Antenne Microonde: sperimentazioni con antenne a microonde, come antenne paraboliche e a corno, per ottimizzare il rendimento e l'efficienza di trasmissione, analizzando i diagrammi di radiazione e le performance in diverse configurazioni.

27. Approfondire la conoscenza delle tecnologie di trasmissione digitale, ottica e microonde.

28. Sviluppare competenze pratiche nella configurazione e nel funzionamento delle linee di trasmissione.

29. Analizzare i principi di modulazione e demodulazione dei segnali.

30. Sperimentare tecniche di diagnosi e gestione guasti nei sistemi di telecomunicazione.

Attenzione a spazi di apprendimento inclusivi e accessibili

Il laboratorio è caratterizzato da flessibilità, adattabilità, multifunzionalità e mobilità, connessione continua con informazioni e persone, accesso alle tecnologie, alle risorse educative aperte, al cloud, apprendimento attivo e collaborativo, creatività, utilizzo di molteplici metodologie didattiche innovative.

Parità di accesso e pari opportunità

L'ambiente laboratoriale che verrà realizzato rafforzerà il ruolo della scuola nella promozione della pari opportunità e nel contrasto agli stereotipi.



Comunicazioni Digitali		5.040,00 €
n° 1	TRAINER EDUCATIVO PER LA TRASMISSIONE DI DATI DIGITALI	
n° 1	TRAINER MODULAZIONI DEI SEGNALE DIGITALI	
n° 1	TRAINER PER LA COMPrensione DELLA MODULAZIONE 8-QAM	
n° 1	PROGRAMMATORE GUASTI	
Comunicazioni Ottiche		5.105,00 €
n° 1	TRAINER PER LA FIBRA OTTICA	
n° 1	TRAINER PER LO STUDIO DELL'ELETTRICITA' OTTICA	
n° 1	ALIMENTATORE DIDATTICO PER APPLICAZIONI ELETTRONICHE	
Linee di Trasmissione		5.640,00 €
n° 1	TRAINER PER LA SIMULAZIONE DELLE LINEE DI TRASMISSIONE ELETTRICA	
n° 1	Trainer per lo studio delle linee di trasmissione coassiali	
n° 1	Trainer per lo studio di linee di trasmissione a coppia di cavi	
Antenne		8.405,00 €
n° 1	TRAINER PER LO STUDIO DELLE ANTENNE	
n° 1	ANTENNA A RIFLETTORE PARABOLICO	
n° 1	Piattaforma rotante computerizzata per antenna	
Microonde		16.920,00 €
n° 1	Trainer per lo studio delle microonde	
Dispositivi multimediali		6.520,00 €
n° 1	NOTEBOOK CORE I7 - 8GB RAM - SSD 512 GB - WIN 11 PRO	
n° 1	MONITOR INTERATTIVO 4K 75"	
n° 1	PIATTAFORMA DI APPRENDIMENTO	
n° 1	CARRELLO MOBILE PER SCHERMO INTERATTIVO	
n° 2	OSCILLOSCOPIO 125 MHz, 1,25 GSa/s, 50 Mpts, 4CH+16CH + AFG(1CH)	
Arredi		10.045,00 €
n° 2	ISOLA ALLIEVI DA LABORATORIO DIM. 180x156x90H cm CON RIPIANI	
n° 13	SGABELLO ELEVABILE A GAS	
n° 1	BANCO CATTEDRA DOCENTE	
n° 1	ARMADIO METALLICO AD ANTE SCORREVOLI CM 150X45X200H	
n° 1	CONSEGNA, INSTALLAZIONE, COLLAUDO E FORMAZIONE	
Importo Complessivo IVA 22% inclusa		70.363,50 €
Totale IVA esclusa		57.675,00 €

Comunicazioni Digitali

Pos. **1** Q.tà **1** **TRAINER EDUCATIVO PER LA TRASMISSIONE DI DATI DIGITALI**

Questo trainer è una raccolta completa di moduli di circuito contenuti su una singola scheda di grandi dimensioni. I moduli permettono di configurare interi sistemi di test per la trasmissione e di sperimentare le tecniche più diffuse per la modulazione a impulsi e la modulazione a codice di impulsi. In aggiunta ai moduli di circuito di base per sperimentare le diverse tecniche di trasmissione, la scheda include anche dispositivi ausiliari come generatori di clock e timing, fonti di segnali analogici e digitali, ecc., per rendere il lavoro sperimentale semplice ed efficiente. Ogni blocco funzionale o modulo della scheda è chiaramente identificabile. Il C43S1 è costruito seguendo gli adeguati standard di sicurezza per quanto riguarda la protezione del personale e dell'attrezzatura stessa. Gli ingressi e le uscite del modulo sono ragionevolmente protetti contro incidenti da manomissione, come cortocircuiti e potenziali esterni. Caratteristiche Tecniche Generatore di segnali a bassa frequenza a bordo: Quattro onde sinusoidali sincrone generate, ciascuna regolabile separatamente in livello. Questi segnali sono utilizzati come sorgente di segnali di test audio. Multiplexatore e modulatore Pulse-Amplitude (PAM-TDM): Funziona su 4 sorgenti analogiche indipendenti (canali). Ricevitore PAM e demultiplexatore: Funziona come il lato ricevente di un sistema di trasmissione PAM-TDM. Encoder PAM-to-PCM: Con convertitore A/D flash a 8 bit. Convertitore/decoder PCM-to-PAM. Encoder PWM/PPM (Modulazione a Larghezza di Impulso e a Posizione di Impulso). Decoder PWM/PPM. Modulatore e demodulatore Delta. Coder/decoder DPCM (PCM differenziale). Compander audio (compressore/espansore): Per dimostrare le tecniche di Codifica e Decodifica Adattiva. Simulazione dei guasti: Simulatore programmabile a 8 guasti con codice FS1E (programmatore di guasti fornito gratuitamente). Argomenti di Studio I principi di campionamento e multiplexing a divisione temporale. Le tecniche di modulazione PAM, PWM, PPM, DELTA. Codifica digitale (PCM), errore di quantizzazione, rumore di quantizzazione. Larghezza di banda e spettro. Teorema di Shannon e tasso di Nyquist. Danneggiamento da rumore nei sistemi di trasmissione (utilizzando il canale di trasmissione del trainer C43S2). Risoluzione dei guasti nei sistemi di comunicazione. Accessori Il trainer è fornito con i seguenti accessori: Alimentatore Cavi Manuale didattico Vantaggi del Sistema Il C43S1 offre una soluzione completa per lo studio delle tecniche di trasmissione digitale, coprendo una vasta gamma di modulazioni e analisi dei segnali. Ideale per applicazioni didattiche, questo trainer consente agli studenti di esplorare in modo pratico le tecniche avanzate di modulazione digitale e diagnosi nei sistemi di comunicazione.

Pos. **2** Q.tà **1** **TRAINER MODULAZIONI DEI SEGNALE DIGITALI**

Il trainer consente di configurare sistemi di test completi per la trasmissione e di sperimentare le tecniche più diffuse per la modulazione dei dati digitali. CARATTERISTICHE PRINCIPALI Strumento educativo per l'analisi delle tecniche di modulazione dei segnali digitali, inclusi FSK, ASK, BPSK, QPSK, QAM. Permette di esplorare sia concetti base che avanzati sulla trasmissione dei dati e sulle tecniche di modulazione. Comprende un simulatore di canale di trasmissione con rumore additivo e un generatore di segnali per l'analisi delle prestazioni. Sistema di simulazione guasti per allenare gli studenti nelle tecniche di diagnostica dei sistemi di modulazione digitale. STRUMENTAZIONE PRINCIPALE Concetti di base e avanzati sulla trasmissione dei dati: Approfondimento delle tecniche di modulazione e dei sistemi di trasmissione digitale. Trasmettitore e ricevitore FSK: Con tecnica PLL, per la modulazione di frequenza dei segnali digitali. Encoder/trasmettitori e ricevitori ASK, BPSK, QPSK, QAM: Per esplorare diverse tecniche di modulazione dei segnali digitali. Analisi delle prestazioni di un sistema ASK: Studio delle caratteristiche e delle prestazioni di un sistema di modulazione ASK. Analisi delle prestazioni di un sistema FSK: Studio delle caratteristiche e delle prestazioni di un sistema di modulazione FSK. Analisi delle prestazioni di un sistema PSK/QPSK/QAM: Studio delle caratteristiche e delle prestazioni di sistemi di modulazione avanzati come PSK, QPSK e QAM. Simulatore di canale di trasmissione con generatore di rumore additivo per simulare condizioni di trasmissione reali. Misurazioni della bit error rate: Con display a 4 cifre ad alta visibilità per monitorare l'affidabilità della trasmissione. Trasmissione di dati su canali con rumore: Esperimenti per analizzare l'impatto del rumore sulla trasmissione dei dati digitali. Diagnostica e risoluzione guasti: Sistema di simulazione guasti per sviluppare competenze nel troubleshooting dei sistemi di modulazione digitale. ESERCITAZIONI E POSSIBILITÀ PRATICHE Modulazione e demodulazione digitale: Esperimenti pratici utilizzando diverse tecniche di modulazione come ASK, FSK, BPSK, QPSK e QAM. Analisi delle prestazioni di sistemi di modulazione: Testare e analizzare le prestazioni di vari sistemi di modulazione digitale in diverse condizioni di rumore. Simulazione di canali con rumore additivo: Studio dell'effetto del rumore sui segnali trasmessi attraverso canali di comunicazione. Misurazione della bit error rate (BER): Utilizzo del display per misurare la qualità della trasmissione in presenza di rumore e interferenze. Tecniche di troubleshooting: Risoluzione di guasti simulati per allenare gli studenti nella manutenzione dei sistemi di trasmissione digitale. IL TRAINER INCLUDE Alimentatore Set di cavi plug-in Manuale di istruzioni IL TRAINER NON INCLUDE

Programmatore di simulazione guasti

Pos. **3** Q.tà **1** **TRAINER PER LA COMPRENSIONE DELLA MODULAZIONE 8-QAM**

Il trainer è un sistema completo di trasmissione/ricezione 8-QAM progettato per presentare agli studenti i concetti essenziali e i dettagli approfonditi di questa tecnica di modulazione. **CARATTERISTICHE PRINCIPALI** Strumento educativo completo per lo studio della modulazione 8-QAM, una delle tecniche più avanzate di modulazione digitale. Permette di esplorare la generazione, la modulazione e la demodulazione dei segnali 8-QAM, con un'analisi approfondita di ciascun passaggio del processo. Comprende generatori di segnale e selettori di tasso di trasmissione, rendendolo ideale per esperimenti pratici e studi teorici. **STRUMENTAZIONE PRINCIPALE** Generatore di portante: Utilizzato per produrre il segnale portante necessario per la modulazione 8-QAM. Selettore di tasso di dati: Per selezionare il tasso di dati da trasmettere, utile per esplorare come varia la modulazione in base alla velocità del segnale. Generatore di flusso di dati: Per la generazione del flusso di dati da modulare. Generazione sequenza ripetitiva a 8 bit: Per studiare la trasmissione di sequenze di 8 bit. Modulazione dei segnali 8-QAM: Esperimenti per modulare i segnali digitali utilizzando la tecnica 8-QAM. Demodulazione dei segnali 8-QAM: Analisi della ricezione e decodifica dei segnali modulati 8-QAM. **ESERCITAZIONI E POSSIBILITÀ PRATICHE** Studio della modulazione 8-QAM: Sperimentare con la modulazione 8-QAM per comprendere come i segnali digitali vengono trasmessi utilizzando questa tecnica. Generazione di sequenze di dati: Creare sequenze ripetitive di dati a 8 bit e esplorare come vengono utilizzate nelle comunicazioni digitali. Analisi della demodulazione: Studio della ricezione dei segnali 8-QAM e della loro demodulazione per recuperare i dati originali. Varie configurazioni di trasmissione: Esplorare diverse configurazioni di trasmissione a diversi tassi di dati per osservare come la modulazione 8-QAM si comporta in vari scenari. **IL TRAINER INCLUDE** Alimentatore +15V Set di cavi plug-in Manuale di istruzioni

Pos. **4** Q.tà **1** **PROGRAMMATORE GUASTI**

L'unità è un programmatore di guasti utilizzabile con tutti i quadri Electron dotati di simulazione guasti programmabile. L'insegnante deve solo collegare il cavo piatto al trainer, inserire il/i guasto/i e disconnettersi. Pertanto è necessario un solo programmatore per ogni laboratorio. Un chiaro menu di navigazione è incluso con l'unità. Il programmatore consente all'insegnante di inserire diversi errori per diversi studenti. Gli studenti non saranno in grado di identificare il numero di guasto programmato, a differenza del sistema di microinterruttori manuali delle schede della generazione precedente. Con l'unità viene fornito un manuale di istruzioni completo.

Comunicazioni Ottiche

Pos. **5** Q.tà **1** **TRAINER PER LA FIBRA OTTICA**

Questo trainer include le attrezzature necessarie per sperimentare le applicazioni delle linee di trasmissione in fibra ottica, coprendo ampiamente sia le tecniche di trasmissione analogica che digitale. **CARATTERISTICHE PRINCIPALI** Strumento educativo per lo studio delle linee di trasmissione in fibra ottica, con applicazioni pratiche in trasmissione digitale e analogica. Consente esperimenti con canali di trasmissione digitale, ricezione digitale, e trasmissione dati PC-PC. Supporta l'uso di tecniche di modulazione analogica e digitale, con regolazione dei guadagni e delle tensioni per trasmettitori e ricevitori. **STRUMENTAZIONE PRINCIPALE** Canale di trasmissione digitale con ingresso TTL. Canale di ricezione digitale con amplificazione e modellamento del segnale. Trasmissione dati PC-PC per l'invio e ricezione di segnali tra computer. Interfaccia PC con link seriale unidirezionale RS232. Generatore di test per segnali d'onda quadra a livello TTL. Risposta in frequenza per esaminare le caratteristiche di trasmissione della fibra ottica. Attenuazione per studiare la perdita del segnale lungo la fibra. Trasmissione analogica per esplorare le tecniche di modulazione analogica nella fibra ottica. Regolazione della polarizzazione e del guadagno del ricevitore per esperimenti su diverse condizioni di trasmissione. **ESERCITAZIONI E POSSIBILITÀ PRATICHE** Studio della trasmissione digitale: Esperimenti su canali di trasmissione digitale, inclusi segnali TTL e loro ricezione con amplificazione e modellamento. Test di trasmissione dati PC-PC: Configurazione di un sistema di trasmissione seriale tra due PC tramite la fibra ottica. Studio della risposta in frequenza: Misurazione delle prestazioni di trasmissione in funzione della frequenza e analisi dell'attenuazione del segnale. Regolazione della trasmissione analogica: Esplorazione delle tecniche di trasmissione analogica e del loro impatto sulle prestazioni della fibra ottica. Sperimentazione con la modulazione e la demodulazione del segnale: Regolazione e ottimizzazione del guadagno del ricevitore e del trasmettitore per ottenere una trasmissione ottimale del segnale. **SERVIZI E MATERIALI CONSUMABILI RICHIESTI (non inclusi)** Cavi

di collegamento aggiuntivi (se necessario, per esperimenti avanzati). Strumenti di misura supplementari come oscilloscopi e multimetri per il monitoraggio del segnale. IL TRAINER INCLUDE Alimentatore +15V Due cavi in fibra ottica (50 cm e 5 m di lunghezza) Software per trasmissione seriale PC Set di cavi plug-in Manuale di istruzioni IL TRAINER NON INCLUDE PC

Pos. **6** Q.tà **1** **TRAINER PER LO STUDIO DELL'ELETTRICA OTTICA**

Il trainer è organizzato in due schede di grandi dimensioni, rispettivamente dedicate alla trasmissione in fibra ottica analogica e digitale. Gli argomenti di studio includono: Fibre ottiche: tipi, caratteristiche, ambiti di applicazione Generatore di dati TTL Generatore audio e video Microfono e altoparlante con relativi amplificatori Codificatori/decodificatori di dati in NRZ, Manchester, Bifase Multiplexer/demultiplexer di dati a divisione di tempo per 8 canali digitali Risoluzione dei problemi Caratteristiche principali: Ogni scheda è dotata di un sistema di simulazione dei guasti per addestrare gli studenti nelle procedure di risoluzione dei problemi. Sono fornite otto situazioni di guasto simulate per ciascuna scheda, attivabili tramite micro-interruttori nascosti. Il trainer include: Un set di cavi plug-in Manuale di istruzioni Il trainer non include: Alimentatore $\pm 15V$

Pos. **7** Q.tà **1** **ALIMENTATORE DIDATTICO PER APPLICAZIONI ELETTRICHE**

Questo alimentatore è adatto alla maggior parte delle applicazioni nei laboratori di elettronica ed è realizzato in un comodo cabinet da banco. La sua struttura compatta garantisce una facile integrazione in qualsiasi ambiente didattico o professionale. Grazie alla stabilità delle sue uscite e alle protezioni integrate, è ideale per testare e alimentare circuiti elettronici con un'elevata sicurezza operativa. Specifiche Principali Uscita DC Stabilizzata: +15V/1A per alimentare componenti con polarità positiva -15V/1A per supportare circuiti con polarità negativa Regolazione del carico: $\pm 0,5\%$ Regolazione della linea: $\pm 0,5\%$ Ripple: 120mVpp, valore ridotto per minimizzare il rumore elettrico, essenziale per applicazioni sensibili. Tensione di ingresso: 230 VAC Protezioni Integrate: Sovraccarico: Previene danni ai circuiti interni e al dispositivo collegato. Cortocircuito: Assicura un funzionamento sicuro in caso di guasto accidentale. Incremento di Tensione: Evita danni alle apparecchiature causati da improvvisi aumenti di tensione. Vantaggi e Applicazioni Elevata sicurezza operativa grazie alle protezioni integrate, ideale per utilizzo da parte di studenti e tecnici. Compattezza e affidabilità lo rendono uno strumento indispensabile per chiunque necessiti di un'alimentazione stabile e sicura. Questo alimentatore è un prodotto che combina efficienza, praticità e sicurezza, rappresentando una scelta eccellente per una vasta gamma di applicazioni educative e professionali.

Linee di Trasmissione

Pos. **8** Q.tà **1** **TRAINER PER LA SIMULAZIONE DELLE LINEE DI TRASMISSIONE ELETTRICA**

CARATTERISTICHE PRINCIPALI

- simulatore di linea di trasmissione a stadi multipli;
- visualizzazione dinamica del segnale tramite LED;
- parametri della linea configurabili manualmente;
- controllo completo del segnale (avvio, stop, impulso);
- gestione tramite microprocessore e software dedicato;

STRUTTURA DEL SISTEMA

- linea di trasmissione composta da 15 stadi;
- ogni stadio dotato di 30 LED per visualizzazione livello segnale;
- rappresentazione in tempo reale della propagazione;
- segnali visualizzabili fino a $\pm 5 V$;

INTERFACCIA E CONTROLLI

- display digitale multifunzione a 10 pagine;

- navigazione tramite 4 pulsanti;
- regolazione parametri della linea;
- controlli manuali su entrambe le estremità della linea;
- possibilità di iniezione del segnale da entrambe le direzioni;

FUNZIONALITÀ DIDATTICHE

- modifica dei parametri elettrici della linea;
- simulazione di segnali con diverse frequenze e forme;
- studio della propagazione bidirezionale;
- analisi visiva dei fenomeni elettrici;

ESERCITAZIONI E POSSIBILITÀ PRATICHE CON I COMPONENTI FORNITI

- **propagazione dell'onda** lungo la linea;
- **attenuazione del segnale** in funzione dei parametri;
- **riflessioni** dovute a terminazioni non adattate;
- **risonanza** nella linea di trasmissione;
- **trasformazione di impedenza**;
- **analisi del segnale impulsivo**;

DOTAZIONE INCLUSA

- manuale utente completo;

CONTENUTI DEL MANUALE

- descrizione dettagliata di funzioni e comandi;
- guida operativa del sistema e del display digitale;
- documentazione completa delle esercitazioni;
- supporto alla progettazione di esperimenti personalizzati;
- richiamo teorico sulle linee di trasmissione;

Pos. 9 Q.tà 1 Trainer per lo studio delle linee di trasmissione coassiali

Strumento utile per dimostrare e studiare le caratteristiche di diversi tipi e condizioni di linee di trasmissione. Gli argomenti di studio includono: Attenuazione del segnale lungo la linea Terminazione della linea disadattata e riflessioni Risonanza nella linea Uso della linea per la trasformazione dell'impedenza Funzionamento a impulsi Caratteristiche principali: Il segnale e le caratteristiche della linea possono essere modificati tramite controlli manuali sul pannello frontale del trainer per permettere lo studio del comportamento del segnale nell'ambiente desiderato. Le condizioni di lavoro scelte per la linea possono essere verificate, e alcune di esse modificate, su un display alfanumerico. Il trainer include: Alimentatore Un set di cavi plug-in Manuale di istruzioni

Pos. 10 Q.tà 1 Trainer per lo studio di linee di trasmissione a coppia di cavi

Trainer che permette l'indagine e lo studio di tutti gli aspetti della propagazione delle onde elettriche lungo le linee di trasmissione a doppino.

Gli argomenti di studio includono:

- Linee bilanciate
- Impedenza caratteristica
- Attenuazione



Attenuazione in funzione della frequenza
Uso delle bobine di carico

Caratteristiche principali:

Il modello contiene due modelli di linea simulati, ciascuno composto da 3 sezioni.

Ogni sezione del pannello può essere studiata separatamente o interconnessa, per produrre linee complesse. L'esame di questi due pannelli permette allo studente di ottenere una visione completa dell'uso, delle caratteristiche e delle limitazioni dei due mezzi di trasmissione.

Il trainer include:

Un set di cavi plug-in
Manuale di istruzioni

Antenne

Pos. **11** Q.tà **1** **TRAINER PER LO STUDIO DELLE ANTENNE**

Il trainer per lo studio delle antenne è composto da un cabinet principale e una scatola contenente le antenne, gli accessori e le parti necessari per eseguire gli esperimenti. Il cabinet principale, progettato per un uso da scrivania, è realizzato in alluminio ed ha una serigrafia sulla parte anteriore che mostra il diagramma a blocchi del sistema e le interconnessioni delle unità. **CARATTERISTICHE PRINCIPALI** Strumento educativo progettato per l'analisi delle antenne e la misurazione delle onde elettromagnetiche. Perfetto per esperimenti pratici sull'orientamento, la polarizzazione e le prestazioni delle antenne. Armadio in alluminio con design compatto, adatto per l'uso su scrivania. Insegna la teoria di base delle antenne e permette di effettuare misurazioni pratiche. **STRUMENTAZIONE PRINCIPALE** Pannello del generatore Palo e base Rilevatore Antenna dipolo a metà lunghezza d'onda Antenna dipolo piegato a metà lunghezza d'onda Antenna Yagi-Uda Antenna End-Fed orizzontale Antenna a piano di terra (Marconi) Antenna a fessura Antenna a loop **ESERCITAZIONI E POSSIBILITÀ PRATICHE** Revisione dei fondamenti teorici: Approfondimento dei concetti base relativi alle antenne e alle onde elettromagnetiche. Configurazione di base: Studio e montaggio di configurazioni di antenne per misurazioni di trasmissione e ricezione. Regolazioni del generatore: Sperimentazione delle regolazioni del generatore per ottenere un segnale ottimale. Misurazioni dell'SWR: Utilizzo del pannello del generatore e del rilevatore per eseguire misurazioni dell'onda stazionaria di riflessione (SWR). Diagrammi di polarizzazione della radiazione: Studio delle antenne tramite diagrammi di polarizzazione per comprendere la distribuzione del campo elettromagnetico. Analisi delle antenne: Esperimenti con dipoli, Yagi-Uda, End-fed, antenna a loop e slot per valutare le loro caratteristiche e applicazioni pratiche. **SERVIZI E MATERIALI CONSUMABILI RICHIESTI** (non inclusi) Cavi coassiali e cavi per microonde (in base alle esigenze specifiche dell'esperimento). Altri materiali da laboratorio per esperimenti avanzati (materiali dielettrici, piastra PCB, foglio di alluminio, etc.). Strumenti di misura supplementari, come oscilloscopi e multimetri per il monitoraggio dei segnali. **IL TRAINER INCLUDE** Alimentatore integrato Manuale di istruzioni

Pos. **12** Q.tà **1** **ANTENNA A RIFLETTORE PARABOLICO**

Questa antenna permette di esplorare questa tipologia di dispositivi, fornendo una comprensione pratica del loro funzionamento. La frequenza operativa è sufficientemente alta per consentire agli studenti di percepire i principi di funzionamento di questo tipo di antenna. **CARATTERISTICHE PRINCIPALI** Antenna a riflettore parabolico per esperimenti educativi sul funzionamento delle antenne direzionali. La frequenza di operazione è scelta in modo tale da essere adatta all'osservazione pratica dei principi di funzionamento. Struttura che permette la comprensione dei concetti di focalizzazione e direzionalità delle onde elettromagnetiche. **STRUMENTAZIONE PRINCIPALE** Riflettore parabolico Dipolo e direttore (alimentatore dell'antenna) Sistema di regolazione assiale del dipolo per sperimentare la messa a fuoco dell'antenna **ESERCITAZIONI E POSSIBILITÀ PRATICHE** Sperimentazione sulla messa a fuoco: Regolazione assiale del dipolo per osservare e analizzare l'effetto sulla focalizzazione del segnale. Studio della direzionalità: Esperimenti sull'orientamento dell'antenna per misurare la direzione del massimo guadagno. Analisi delle caratteristiche di radiazione: Studio dei diagrammi di radiazione per comprendere come l'antenna direzionale focalizza il segnale. Comprensione dei principi di funzionamento: Esperimenti pratici per osservare come un riflettore parabolico dirige le onde elettromagnetiche.



Pos. **13** Q.tà **1** **Piattaforma rotante computerizzata per antenna**

Caratteristiche principali:

Un generatore RF fornisce un segnale di test all'antenna in esame.

L'antenna è montata su una base rotante e riceve il segnale RF attraverso un giunto rotante.

L'antenna trasmette durante la rotazione e un ricevitore/rivelatore, posizionato in una posizione fissa, produce un segnale proporzionale all'intensità del campo generato dall'antenna in quella direzione.

Un'unità microcomputer controlla la rotazione del tavolo in micro-passi.

A ogni passo di avanzamento viene effettuata una misurazione del segnale e così via, per una rotazione completa.

Le informazioni raccolte vengono poi inviate al PC tramite collegamento dati USB per ulteriori elaborazioni.

Il trainer include:

Software operativo

Manuale di istruzioni

Microonde

Pos. **14** Q.tà **1** **Trainer per lo studio delle microonde**

Il trainer è un'unità modulare di laboratorio progettata per insegnare i fondamenti dei circuiti a microonde, eseguire misurazioni ed esperimenti di base e familiarizzare gli studenti con le caratteristiche costruttive dei componenti a microonde e l'architettura dei sistemi a microonde. La costruzione del trainer riflette strettamente i principi più avanzati e gli standard industriali. Sono previste strutture per configurare collegamenti di trasmissione effettivi per dimostrazioni complesse che coinvolgono altre attrezzature didattiche.

Gli argomenti di studio includono:

Tecniche di generazione di microonde.

Propagazione delle microonde in guide d'onda e cavi coassiali.

Misurazioni della lunghezza d'onda.

Rapporto d'onda stazionaria (SWR) e adattamento di impedenza.

Tecniche e misurazioni di attenuazione.

Collegamenti dati a microonde.

Caratteristiche principali:

Generatore di microonde, 10.7GHz, +7dBm con modulatore ASK.

Attenuatore fisso, -6dB.

Attenuatore variabile, tipo flap, -20dB.

Terminazioni adattate, 2 unità.

Cavity wave meter.

Tuner a linea scanalata.

Rivelatore a linea scanalata.

Assemblaggio diodo rivelatore (WG).

Piastra di cortocircuito.

Accoppiatore direzionale, tipo croce, -20dB.

Modulo ausiliario con alimentazione e condizionatore/rivelatore di segnale.

Amplificatore di segnale.

Antenne a tromba, piccole, 2 unità.

Ricevitore Digital Data Link (DDLRL).

Pacchetto software per la dimostrazione del collegamento dati a microonde.

Bersaglio mobile (ventola) per esperimenti Doppler.

Supporto per bersaglio mobile.

Il trainer include:

Alimentatore integrato.
Custodia per componenti.
Pacchetto software per la dimostrazione del collegamento dati a microonde.
Manuale di istruzioni.

Dispositivi multimediali

Pos. **15** Q.tà **1** **NOTEBOOK CORE I7 - 8GB RAM - SSD 512 GB - WIN 11 PRO**

Display 15,6" 1920x1080 FHD, Processore Core i7 gen 12, RAM 8GB DDR4 2.666 Mhz, SSD 512GB, LAN Gigabit, WiFi Dual Band AC, Bluetooth, HDMI, scheda grafica Intel UHD Graphics, Sistema Operativo Windows 11 Professional.

Pos. **16** Q.tà **1** **MONITOR INTERATTIVO 4K 75"**

Monitor Touch Interattivo, 4K UHD, fino a 40 tocchi simultanei con Certificazione Google EDLA. Formato 75" in 16:9 con tecnologia di illuminazione LED, vetro antiriflesso temperato con spessore 3.2mm (MOHS 8). Garanzia 8 anni. Area di scrittura: 1652x931 mm. Sensori: Movimento e luminosità. Audio: Altoparlanti integrati 2x20 Watt + 1x Subwoofer 20 Watt certificati Dolby Audio. Sistema Operativo Android 13 integrato certificato Google EDLA. CPU Octa-core: 4x A73 + 4x A53. GPU Octa-core: 8x G52. RAM 8 GB, ROM 128 GB. WiFi 6. slot libero OPS-PC 80 Pin, UHD. Connessioni Retro: 1x HDMI In 2.0; 1x HDMI In 2.0 (ARC); 1x HDMI Out; 1x DP IN; 1x RS232; 1x Analog MIC IN; 1x COAX Out; 1x Line Out; 1x RJ45 In; 1x RJ45 Out; 1x TF CARD; 2x Public USB 3.0; 2x Touch USB 3.0; 1x USB 2.0 OTG; 1x TYPE C; 2x Android USB 2.0; Attacco VESA wall mount 800x400 (M8). Interfaccia frontale: 1x pulsante Power; 1x TYPE C-100W full function; 1x IR & Light Sensor; 1x pulsante Multifunzione; 4x porta penne magnetiche.

Pos. **16.1** Q.tà **1** **PIATTAFORMA DI APPRENDIMENTO**

Ogni Monitor interattivo DEVE NECESSARIAMENTE ESSERE FORNITO CON una piattaforma didattica in **cloud per l'apprendimento collaborativo** destinato alla creazione, gestione e condivisione di contenuti didattici digitali, con **licenza d'uso della durata di 5 anni**. Deve integrare in un unico sistema una **lavagna digitale collaborativa**, una **libreria di contenuti digitali**, contenuti in **realtà aumentata** e contenuti **tridimensionali**, così da consentire ai docenti di predisporre attività didattiche interattive e materiali multimediali utilizzabili sia in presenza sia a distanza.

La piattaforma deve consentire la **creazione di attività didattiche personalizzate** mediante inserimento di testi e immagini propri e deve permettere la **condivisione diretta con gli studenti** attraverso procedure operative semplici e immediate. Devono essere presenti funzionalità che consentano al docente di organizzare e riutilizzare i materiali didattici già disponibili, favorendo la continuità del lavoro e l'aggiornamento progressivo delle risorse impiegate nelle attività formative.

Il sistema deve prevedere l'accesso e il riutilizzo di **archivi di contenuti privati** già presenti su servizi di archiviazione cloud, con integrazione dei contenuti provenienti da **Dropbox, OneDrive e Google Drive**. Le risorse importate o collegate devono risultare disponibili all'interno della galleria personale della piattaforma ogni volta che l'utente vi accede. La gestione dei contenuti deve poter avvenire **sia su singolo elemento sia in modalità massiva**, direttamente dall'ambiente desktop dell'utente, senza richiedere la conversione in formati proprietari o la creazione di strutture di file e cartelle dedicate.

La piattaforma deve includere la possibilità di utilizzare un **telefono o dispositivo mobile come fotocamera per documenti**, con acquisizione delle immagini e loro impiego immediato nelle attività didattiche. Le

immagini acquisite devono poter essere **denominate e associate a parole chiave**, così da renderne agevole l'archiviazione e il successivo reperimento. I contenuti catturati tramite dispositivo mobile devono essere **caricati automaticamente nella galleria personale** della piattaforma e risultare pronti per l'utilizzo nelle lezioni e nelle attività assegnate.

Deve essere garantita l'**integrazione con Google Classroom** per la condivisione di lezioni e file e per la gestione dei compiti assegnati agli studenti. Tale integrazione deve consentire ai docenti di **condividere automaticamente lezioni e attività**, nonché di **monitorare i progressi degli studenti** attraverso l'ambiente connesso. Devono inoltre essere presenti funzionalità che semplifichino l'accesso alle sessioni condivise, mediante **autenticazione rapida tramite scansione di codice QR**, con collegamento diretto all'account personale della piattaforma.

L'utilizzo delle funzionalità deve prevedere la disponibilità di **connettività di rete**, di un **account utente attivo sulla piattaforma**, di dispositivi compatibili per l'accesso ai contenuti cloud e, per le funzioni di acquisizione immagini e accesso rapido, di un **dispositivo mobile dotato di fotocamera** e di capacità di scansione di codici QR. L'integrazione con archivi cloud esterni e con l'ambiente Google Classroom deve essere subordinata alla disponibilità dei relativi account e delle necessarie autorizzazioni di accesso.

Pos. **17** Q.tà **1** **CARRELLO MOBILE PER SCHERMO INTERATTIVO**

- Supporto da pavimento mobile in metallo per schermi piatti da 37 a 100 pollici (max. 150 kg)
- Compatibile VESA: 200x200,300x200,400x200,300x300,400x300,400x400,600x400,800x400,600x600,800x600
- Regolazione dell'altezza: soddisfa le diverse preferenze dell'utente
- Ripiano aggiuntivo per attrezzature o materiali

Pos. **18** Q.tà **2** **OSCILLOSCOPIO 125 MHz, 1,25 GSa/s, 50 Mpts, 4CH+16CH + AFG(1CH)**

Oscilloscopio digitale ad alta risoluzione a 12 bit con larghezza di banda di 125 MHz, frequenza di campionamento 1,25GSa/s, 4 canali analogici, porta per 16 canali digitali e generatore di forme d'onda arbitrarie (AWG). Caratteristiche: - Livello di rumore ultra-basso, segnale più puro, senza mai perdere i piccoli segnali - Fino a 12 bit di risoluzione e 4096 livelli di digitalizzazione verticali per tutti i modelli di questa serie - Precisione del guadagno DC dell'1% - Larghezza di banda analogica massima di 125 MHz, 4 canali analogici - 16 canali digitali - Frequenza di campionamento massima in tempo reale di 1,25 GSa/s - Profondità di memoria massima di 50 Mpts - Intervallo di sensibilità verticale: da 200 μ V/div a 10 V/div - Frequenza massima di acquisizione di 1.000.000 wfms/s - Display digitale a colori con gradazione dell'intensità in tempo reale a 256 livelli - Integra la funzione AWG, l'analisi del diagramma di Bode per gestire l'analisi della risposta del loop degli alimentatori switching, istogramma, analisi del segnale digitale e altro. - La funzione di ricerca e navigazione delle forme d'onda consente di individuare più velocemente le anomalie del segnale - Schermo capacitivo multi-touch da 7" (1024x600 pixel) - Nuova manopola Flex Knob che offre un'esperienza utente intuitiva - Interfacce USB Device & Host, LAN e HDMI (standard) per tutti i modelli di questa serie - Interfaccia di alimentazione USB-C (12/4A o 15V/3A, 48W max. quando collegato a varie interfacce, dispositivi di archiviazione USB e sonde attive) che richiede solo un alimentatore mobile, consentendo test sul campo con un power bank - Design industriale nuovo e ricercato, facile da utilizzare - Aggiornamento online - Supporta l'installazione su un supporto monitor standard, che risparmia efficacemente lo spazio sulla scrivania e rende il banco da lavoro più spazioso - Supporta trigger e decodifica bus RS232/UART, I2C, SPI, CAN e LIN - Inclusa Sonda Logica Digitale 16 canali

Arredi

Pos. **19** Q.tà **2** **ISOLA ALLIEVI DA LABORATORIO DIM. 180x156x90H cm CON RIPIANI**

Struttura di arredo tecnico progettata per l'impiego nei laboratori per scuole e negli ambienti della **formazione tecnica e professionale**, configurata come banco da lavoro modulare autoportante idoneo a supportare attività operative e sperimentali. Il sistema deve garantire robustezza, stabilità e sicurezza d'uso,

risultando conforme alle esigenze della **strumentazione didattica avanzata** e dell'**innovazione nei laboratori didattici**.

Il banco deve avere dimensioni complessive pari a **180×156×90 cm** con rialzo mensole di altezza pari a 100 cm, e deve essere dotato di piedini di livellamento regolabili e antiscivolo per assicurare stabilità su diverse superfici. La struttura deve essere realizzata in profilati di acciaio tubolare con sezioni **60×40 mm e 60×20 mm** e spessore pari a 2 mm, conformi alle normative UNI 7947, con utilizzo di materiale laminato a freddo qualità FEP 01 con finitura superficiale conforme a UNI 5866. La costruzione deve essere di tipo modulare, tale da garantire l'intercambiabilità e la sostituibilità dei componenti.

La struttura metallica deve essere trattata con **verniciatura a polveri epossidiche ad alta resistenza**, con finitura opaca effetto bucciato e colore grigio RAL 7001, assicurando durabilità e resistenza agli agenti chimici e meccanici tipici dell'ambiente laboratoriale.

Il piano di lavoro deve essere costituito da **due superfici HPL** con dimensioni pari a 180×75 cm ciascuna, realizzate con base in legno conglomerato ignifugo classe F1 conforme alle normative DIN 52634, DIN 68763 e UNI EN 120/92, classe E1, con spessore pari a 30 mm e resistenza alla flessione secondo DIN 52362. Il rivestimento deve essere in laminato HPL con spessore pari a 0,8 mm, conforme alle normative DIN 52634 e resistente ad abrasione e urti secondo DIN 53799, garantendo facilità di pulizia e decontaminazione. I bordi devono essere lavorati con tecnica postforming e raggio di arrotondamento pari a 4 mm per migliorare sicurezza ed ergonomia.

Il banco deve garantire una capacità di carico con **sovraccarico massimo pari a 250 kg**, assicurando idoneità all'utilizzo con apparecchiature e strumenti didattici. Deve essere corredato da **due torrette elettriche con grado di protezione IP55**, installate su supporto in nylon, ciascuna dotata di quattro prese tipo Schuko per l'alimentazione delle apparecchiature.

Il sistema deve includere **due ripiani metallici regolabili in altezza** con dimensioni pari a 160×30 cm, dotati di perimetro rialzato per il contenimento degli oggetti, progettati per l'organizzazione degli strumenti e dei materiali didattici.

Il banco deve essere conforme ai **Criteri Ambientali Minimi (CAM)** e deve presentare dimensioni di ingombro pari a 180×156×90 cm, risultando idoneo per l'integrazione nei laboratori scolastici e nei contesti di apprendimento tecnico-pratico.

Pos. **20** Q.tà **13** **SGABELLO ELEVABILE A GAS**

Seduta tecnica progettata per l'impiego nei laboratori per scuole e nei contesti di **formazione tecnica e professionale**, configurata per garantire ergonomia, stabilità e resistenza durante le attività operative. Il sistema deve essere idoneo all'utilizzo continuativo in ambienti didattici, supportando l'organizzazione degli spazi e l'impiego della **strumentazione didattica avanzata**.

Lo sgabello deve essere di tipo girevole con seduta realizzata in **legno multistrato di faggio**, con diametro pari a 35 cm e spessore pari a 2 cm, progettata per garantire resistenza meccanica e comfort durante l'utilizzo prolungato. Il sistema deve prevedere regolazione in altezza mediante **pistone a gas**, con escursione compresa tra **58 cm e 83 cm**, consentendo l'adattamento alle diverse postazioni di lavoro e alle esigenze dell'utente.

La struttura deve essere realizzata in **acciaio**, progettata per garantire robustezza e durabilità, e deve includere un **anello poggiapiedi** integrato per migliorare l'ergonomia e il comfort durante le attività in posizione elevata. La base deve essere a **cinque razze** con diametro pari a 690 mm, dotata di piedini fissi in

nylon rinforzato, progettati per assicurare stabilità, resistenza all'usura e sicurezza d'uso in ambiente laboratoriale.

Il sistema deve essere conforme ai **Criteri Ambientali Minimi (CAM)**, garantendo l'utilizzo di materiali e processi coerenti con i requisiti ambientali previsti per le forniture destinate alle istituzioni scolastiche. Deve consentire l'impiego in attività didattiche e operative, contribuendo alla creazione di ambienti di lavoro funzionali, sicuri e coerenti con le esigenze dei moderni laboratori tecnici.

Pos. **21** Q.tà **1** **BANCO CATTEDRA DOCENTE**

Cattedra per laboratorio 180x75x90H piano HPL Duropal corredato di: 1 Piano cm 180x75 in HPL Duropal spessore mm 30 bordo arrotondato Post Forming; 1 Mobiletto 60x43x75H anta e cassetto inserito sotto il banco estraibile su ruote; 2 Torrette elettriche su fungo in nylon 2 prese Schuko ognuna; 2 Pannelli di chiusura laterale; 1 Pannello di chiusura frontale; 1 Pannello di chiusura posteriore.

Pos. **22** Q.tà **1** **ARMADIO METALLICO AD ANTE SCORREVOLI CM 150X45X200H**

Elemento di arredo destinato all'archiviazione e alla custodia di materiali e documenti in ambienti scolastici, tecnici e amministrativi, progettato per garantire robustezza strutturale e durabilità nel tempo. L'armadio deve essere realizzato interamente in **lamiera di acciaio pressopiegata di spessore 8/10 mm**, con struttura rinforzata, idonea a supportare carichi e utilizzi intensivi.

La struttura deve prevedere **fianchi rinforzati nella parte inferiore**, dotati di **spigoli esterni verticali arrotondati con raggio R8**, al fine di migliorare la resistenza meccanica e la sicurezza durante l'utilizzo. La chiusura posteriore deve essere realizzata mediante **pannello unico per configurazioni standard**, oppure mediante **due pannelli per armadi con altezza pari a 200 cm**, garantendo solidità e stabilità complessiva.

L'armadio deve essere dotato di **ripiani interni regolabili in altezza**, idonei a consentire la configurazione flessibile dello spazio interno, e deve prevedere **predisposizione per l'alloggiamento di cartelle sospese**, permettendo l'organizzazione efficiente dei documenti.

Il sistema di apertura deve essere costituito da **ante scorrevoli**, atte a ridurre l'ingombro frontale durante l'utilizzo, e deve essere dotato di **chiusura con serratura a chiave**, idonea a garantire sicurezza e controllo dell'accesso al contenuto.

Le dimensioni dell'armadio devono essere **pari a 150 x 45 x 200 cm**, assicurando adeguata capacità di contenimento e compatibilità con gli spazi destinati all'archiviazione.

Pos. **23** Q.tà **1** **CONSEGNA, INSTALLAZIONE, COLLAUDO E FORMAZIONE**

Consegna, installazione, collaudo e corso di formazione all'utilizzo delle apparecchiature fornite della durata di due ore da tenersi contestualmente al collaudo.