

LABORATORIO DI TELECOMUNICAZIONI DIGITALI, OTTICHE E ANTENNE



DESCRIZIONE

Laboratorio progettato per l'analisi delle principali tecniche di **comunicazione digitale e ottica**, delle **linee di trasmissione** e delle **antenne**, con particolare attenzione alla sperimentazione pratica in ambito didattico.

Dotato di **trainer specifici**, **sistemi di misura**, **antenne**, **unità per la trasmissione ottica**, **piattaforme rotanti computerizzate** e **postazioni complete per l'elaborazione dei segnali**, il laboratorio consente lo studio approfondito della **propagazione elettromagnetica**, delle **modulazioni digitali** (ASK, FSK, PSK, 8-QAM), delle **tecnologie TDM e PCM**, della **trasmissione su fibra ottica** e delle **caratteristiche di radiazione delle antenne**.

COMPONENTI

Il laboratorio offre 4 postazioni allievi ed è dotato dei seguenti componenti:

STAZIONE DI TRAINING COMUNICAZIONI DIGITALI

- **Trainer sulla Trasmissione di Dati Digitali:** consente di esplorare tecniche di campionamento, quantizzazione e codifica.
- **Trainer per la configurazione di sistemi di trasmissione digitale:** supporta l'analisi di modulazioni ASK, FSK e PSK.
- **Trainer sulla modulazione 8-QAM:** per approfondire la modulazione ad ampiezza e quadratura.
- **Programmatore Guasti:** 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. Dotato di apposito alimentatore.

- **Trainer Ottica Microonde:** per comprendere le proprietà ottiche a frequenze elevate.

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.

ARREDI

- Banco ad isola da laboratorio per gli allievi
- Sgabelli
- Armadio metallico per contenere tutte le unità di training con relativi accessori
- Monitor interattivo

ATTIVITÀ DIDATTICHE

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

1. **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.
2. **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.
3. **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.
4. **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.
5. **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.
6. **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.
7. **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.
8. **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.
9. **Regolazioni del generatore:** sperimentazione delle regolazioni del generatore per ottenere un segnale ottimale.
10. **Misurazioni dell'SWR:** utilizzo del pannello del generatore e del rilevatore per eseguire misurazioni dell'onda stazionaria di riflessione (SWR).
11. **Diagrammi di polarizzazione della radiazione:** studio delle antenne tramite diagrammi di polarizzazione per comprendere la distribuzione del campo elettromagnetico.
12. **Analisi delle antenne:** esperimenti con dipoli, Yagi-Uda, End-fed, antenna a loop e slot per valutare le loro caratteristiche e applicazioni pratiche.
13. **Registrazione dei diagrammi di radiazione:** misurazione dell'intensità del campo in diverse direzioni durante la rotazione dell'antenna per analizzarne la direzionalità.
14. **Misurazione della polarizzazione:** analisi dei diagrammi di polarizzazione per studiare come le antenne emettono e ricevono segnali in base alla direzione.
15. **Sperimentazione sulla messa a fuoco:** regolazione assiale del dipolo per osservare e analizzare l'effetto sulla focalizzazione del segnale.
16. **Studio della direzionalità:** esperimenti sull'orientamento dell'antenna per misurare la direzione del massimo guadagno.
17. **Comprensione dei principi di funzionamento:** esperimenti pratici per osservare come un riflettore parabolico dirige le onde elettromagnetiche.
18. **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.

19. **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.

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 COMPRESIONE DELLA MODULAZIONE 8-QAM	
n° 1	PROGRAMMATORE GUASTI	
Comunicazioni Ottiche		10.260,00 €
n° 1	TRAINER PER LA FIBRA OTTICA	
n° 1	TRAINER PER LO STUDIO DELL'ELETTRICO OTTICA	
n° 1	ALIMENTATORE DIDATTICO PER APPLICAZIONI ELETTRONICHE	
n° 1	TRAINER PROPAGAZIONE OTTICA DELLE MICROONDE	
Linee di Trasmissione		5.110,00 €
n° 2	Trainer per lo studio delle linee di trasmissione coassiali	
n° 2	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	
Arredi		5.935,00 €
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	ARMADIO METALLICO AD ANTE SCORREVOLI CM 150X45X200H	
n° 1	INSTALLAZIONE, COLLAUDO E CORSO	
Importo Complessivo IVA 22% inclusa		42.395,00 €
Totale IVA esclusa		34.750,00 €

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. **1** 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. **2** Q.tà **1** **TRAINER PER LO STUDIO DELL'ELETTRO 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. **3** Q.tà **1** **ALIMENTATORE DIDATTICO PER APPLICAZIONI ELETTRONICHE**

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.

Pos. **4** Q.tà **1** **TRAINER PROPAGAZIONE OTTICA DELLE MICROONDE**

Questo trainer può essere considerato come un'appendice o un'estensione del Trainer Microonde sul tema della propagazione delle microonde non guidata e dell'ottica delle microonde. CARATTERISTICHE PRINCIPALI Strumento educativo avanzato per lo studio della propagazione delle microonde nello spazio aperto e delle applicazioni ottiche delle microonde. Consente di esplorare fenomeni come la polarizzazione delle microonde, la trasmissione/ricezione dei segnali, e le misurazioni di potenza. Includendo antenne MW, diagrammi di radiazione e fenomeni di diffrazione, interferenza e riflessione, permette di eseguire esperimenti in un'ampia varietà di applicazioni delle microonde. STRUMENTAZIONE PRINCIPALE Trasmettitore MW (X Band) e Ricevitore MW: Costruiti in modo compatto e robusto, forniti con corni abbinati (piramidali) e supporti per il montaggio. Misuratore: Adatto per la connessione al ricevitore MW per misurare la potenza del segnale. Set di accessori per la propagazione delle microonde: Piastra riflettente, griglia di polarizzazione, materiale assorbente, specchio semi-trasparente (compensato). Set di piastre con fori/fessure per studiare specifici effetti delle microonde, come interferenza e diffrazione. Alimentatori compatti: Per il funzionamento del trasmettitore e del ricevitore. ESERCITAZIONI E POSSIBILITÀ PRATICHE Trasmissione delle microonde nello spazio aperto: Sperimentazioni per studiare la propagazione delle microonde in un ambiente non guidato. Studio della polarizzazione delle microonde: Esplorazione degli effetti della polarizzazione sulle onde elettromagnetiche. Misurazione della potenza delle microonde: Utilizzo del misuratore per registrare e analizzare la potenza del segnale ricevuto. Principi delle antenne MW: Studio delle antenne MW, dei diagrammi di radiazione e delle caratteristiche di irradiazione. Onde stazionarie: Analisi delle onde stazionarie nelle microonde. Fenomeni di riflessione – Angolo di Brewster: Studio della riflessione delle microonde con particolare attenzione all'angolo di Brewster. Diffrazione – Legge di Bragg: Esperimenti per analizzare la diffrazione delle microonde e la Legge di Bragg. Interferenza – Interferometri di Michelson e Fabry-Perot: Sperimentazioni con interferometri per osservare gli effetti di interferenza delle microonde. Lenti di Fresnel – Interferometro di Fresnel: Studio delle lenti di Fresnel e dei fenomeni di interferenza utilizzando un interferometro di Fresnel. 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, foglio di alluminio, etc.). Strumenti di misura supplementari come oscilloscopi e multimetri per il monitoraggio del segnale. IL TRAINER INCLUDE Alimentatore Manuale di istruzioni

Linee di Trasmissione

Pos. **2** Q.tà **2** **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.
verificate, e alcune di esse modificate, su un display alfanumerico.
Manuale di istruzioni

Le condizioni di lavoro scelte per la linea possono essere
Il trainer include: Alimentatore Un set di cavi plug-in

Pos. 3 Q.tà 2 **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. 1 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. 2 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. **3** 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

Arredi

Pos. **1** 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. **2** 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 magnetici.

Pos. **3** Q.tà **1** **PIATTAFORMA DI APPRENDIMENTO**

Piattaforma di apprendimento collaborativa in cloud con raccolta di risorse per la creazione di contenuti didattici che integra una **lavagna digitale collaborativa**, una **vasta libreria di contenuti digitali**, **contenuti in realtà aumentata (AR)** e **contenuti 3D**.

Licenza con validità 5 anni.

Funzionalità principali:

- Creazione attività con testi e immagini personalizzati condivisibili con gli studenti, in presenza e a distanza
- Archiviazione e gestione in cloud di contenuti privati (Dropbox, OneDrive, Google Drive)
- APP per trasformare uno smartphone in una document camera, per catturare immagini da utilizzare per la creazione di lezioni
- Collaborazione tra studenti in presenza e studenti a distanza, in tempo reale
- Integrazione con Google Classroom per consentire agli insegnanti di condividere automaticamente lezioni e compiti con gli studenti e seguire facilmente i loro progressi
- Partecipazione semplificata alle lezioni, attraverso la scansione di un codice QR, per partecipare istantaneamente alla lezione



Pos. **8** Q.tà **1** **ARMADIO METALLICO AD ANTE SCORREVOLI CM 150X45X200H**

Questo **armadio metallico** è realizzato interamente in **lamiera di acciaio** da **8/10 mm** pressopiegata e rinforzata, garantendo **resistenza e durabilità**. I **fianchi rinforzati** nella parte inferiore sono dotati di **quattro spigoli esterni verticali raggiati (R8)** per una maggiore robustezza. La **chiusura posteriore** è costituita da un **pannello unico** per gli armadi di dimensioni standard, mentre per gli armadi da **180 cm** sono utilizzati **due pannelli**.

Caratteristiche principali

- **Dimensioni:** 150 x 45 x 200 cm.
- **Struttura:** Metallo robusto con rinforzi;
- **Ripiani interni:** Regolabili in altezza;
- **Predisposizione per cartelle sospese;**
- **Ante scorrevoli** con **chiusura a chiave** per maggiore sicurezza.

Pos. **9** Q.tà **1** **INSTALLAZIONE, COLLAUDO E CORSO**

Installazione apparati offerti, collaudo, e corso di formazione all'utilizzo delle attrezzature della durata di 4 ore contestualmente al collaudo.