



## TRAINER SULLA TECNOLOGIA DELLE RETI DI COMUNICAZIONE SATELLITARE DL 2598SC



### INTRODUZIONE

Questo trainer è stato progettato principalmente per "Comunicazioni satellitari", "Ingegneria delle comunicazioni mobili", "Tecnologia a microonde e antenne", "Elettronica a microonde" e altri argomenti di comunicazioni a microonde e satellitari, ingegneria dell'informazione elettronica, reti di comunicazione militare e comando nelle principali scuole tecniche secondarie, compresi gli ultimi prodotti sviluppati per i progetti di laurea.

La comunicazione satellitare è un metodo che utilizza le onde elettromagnetiche nello spazio come vettore per trasmettere informazioni. Non è soggetta a interferenze geofisiche. Pertanto, la comunicazione satellitare è uno degli altri metodi di comunicazione wireless nelle comunicazioni aerospaziali, nella navigazione e nelle comunicazioni personali a distanza, soprattutto nelle comunicazioni militari.

Questa apparecchiatura adotta un concetto di progettazione di circuiti a microstriscia completamente aperto, che consente agli studenti di comprendere e padroneggiare in modo più intuitivo i metodi di progettazione dei circuiti attivi e passivi a microstriscia e può allenare direttamente le capacità pratiche, di pensiero e di innovazione degli studenti. Pone una base pratica



per il futuro lavoro pratico e può essere utilizzato anche per esperimenti di ricerca scientifica, ad esempio per fare esperimenti di comunicazione auto-antagonista simulata.

## CARATTERISTICHE PRINCIPALI

In base alle diverse orbite dei satelliti di comunicazione sopra la terra, possono essere suddivisi in sistemi di comunicazione satellitare sincroni e non sincroni. Questa apparecchiatura è un sistema di comunicazione satellitare geosincrono.

Inoltre, esistono diverse allocazioni di bande di frequenza per le comunicazioni satellitari. Tra queste vi sono la banda L, la banda C, la banda Ku e la banda Ka. Questa apparecchiatura utilizza la banda C, che è la più antica e la più utilizzata.

Presenta le seguenti caratteristiche in banda C:

- 5.925 ÷ 6.425GHz per la trasmissione,
- 3.7 ÷ 4.2GHz per la ricezione,
- 500MHz per la larghezza di banda di invio,
- 500MHz per la larghezza di banda di ricezione.

Adotta una struttura modulare e tutti i circuiti a microonde sono aperti e visibili per facilitare l'apprendimento intuitivo degli studenti.

È progettato e realizzato secondo lo schema di conversione della frequenza secondaria comune ai prodotti industriali, per facilitare agli studenti l'integrazione con la realtà.

Può essere combinata in modo flessibile per essere configurata per la comunicazione simplex o duplex e, a seconda dell'apparecchiatura terminale, può essere utilizzato l'accesso multiplo a divisione di frequenza (FDMA - Frequency Division Multiple Access), l'accesso multiplo a divisione di tempo (TDMA - Time Division Multiple Access), l'accesso multiplo a divisione di codice (CDMA - Code Division Multiple Access) o l'accesso multiplo ibrido (HMA - Hybrid Multiple Access). Il box sperimentale di questa apparecchiatura prende come esempio l'FDMA.

## PARAMETRI DI PRESTAZIONE

### Principali indicatori di prestazione delle apparecchiature di invio

- Frequenza di trasmissione: 5.925 ÷ 6.425GHz,
- Livello di emissione: 0dBm ÷ 10dBm (1 ÷ 10mW), passo di 1dB,
- Guadagno del sistema:  $\geq 50$ dB,
- Prima IF (bassa IF): 140 MHz,
- Seconda IF (frequenza medio-alta): 1.06GHz,
- Larghezza di banda (per banda): 20 ÷ 40Mhz,
- Metodi di modulazione video e audio: QAM,
- Livello di uscita modulare:  $-5\text{dBm} \pm 2\text{dB}$ .



## Principali indicatori di prestazione delle apparecchiature di ricezione

- Frequenza di lavoro: 3.7 ÷ 4.2GHz,
- Sensibilità del ricevitore: -80 ÷ -50dBm,
- Guadagno del sistema: ≥ 60dB,
- Prima IF (bassa IF): 140 MHz,
- Seconda IF (frequenza medio-alta): 1.165GHz,
- Gamma di controllo del guadagno (MGC, AGC): ≥ 31.5 dB,
- Metodi di demodulazione video e audio: QAM.

## Combinatore di frequenza dell'oscillatore locale

- Gamma di frequenza della banda L,
  - ◆ Ricezione: 1235 ÷ 1305MHz,
  - ◆ Invio: 920 ÷ 990MHz,
  - ◆ Passo: 1MHz.
- Gamma di frequenza della banda C,
  - ◆ 4.8 ÷ 5.5GHz,
  - ◆ Passo: 20MHz.
- Stabilità di frequenza: ± 5ppm o  $(1 ÷ 2) \times 10^{-5}$ ,
- Rumore di fase dell'oscillatore locale combinatore: -80dBc/Hz@10k, -90dBc/Hz@100k (valore tipico),
- Uscita spuria: 50dBc (valore tipico).

## Transponder satellitare analogico

- Gamma di frequenza di ricezione Uplink: 5.925 ÷ 6.425GHz,
- Gamma di frequenza di trasmissione Downlink: 3.7 ÷ 4.2GHz,
- Frequenza dell'oscillatore locale del transponder satellitare di comunicazione: 2 ÷ 2.25GHz,
- Guadagno del sistema: 40 ÷ 70dB,
- Sensibilità di ricezione: -70 ÷ -30dBm,
- Stabilità di frequenza: ± 5ppm o  $(1 ÷ 2) \times 10^{-5}$ ,
- Rumore di fase: -80dBc/Hz@10k, -90dBc/Hz@100k (valore tipico).

## **FUNZIONI SPERIMENTALI**

- Può trasmettere contemporaneamente segnali di immagine a colori e segnali vocali,
- Ripetitore a spostamento di frequenza per comunicazioni mobili,
- Test di componenti a microonde e di sistemi di circuiti a microonde,
- Esperimento di test di antenne a microonde,
- Può fornire modelli pratici di progettazione di circuiti a microonde (tra cui amplificatori, filtri vari, mixer e divisori di potenza).



## CONTENUTO SPERIMENTALE

### Panoramica delle comunicazioni satellitari

- ◆ Caratteristiche principali delle comunicazioni via satellite,
- ◆ Composizione della rete di comunicazione satellitare,
- ◆ FDMA nella comunicazione satellitare.

### Principi del sistema, caratteristiche e indicatori tecnici funzionali

- ◆ Principali indicatori tecnici e funzioni del sistema ricetrasmittente,
- ◆ Composizione principale del sistema sperimentale,
- ◆ Caratteristiche del sistema sperimentale.

### Esperimento di comunicazione e rete satellitare

- ◆ Comunicazione peer-to-peer,

### Esperimenti estesi nel box sperimentale

- ◆ Esperimenti per circuiti aggiuntivi nel box sperimentale,
- ◆ Esperimento di prova dell'antenna a microonde.

### Componenti di sistemi di comunicazione a microonde e satellitari ed esperimenti di collaudo di circuiti unitari

- ◆ Esperimento del modulatore d'immagine IF,
- ◆ Esperimento del demodulatore di immagini IF,
- ◆ Esperimenti su amplificatore IF, filtro passa-banda e funzioni di controllo del guadagno,
- ◆ Filtri passa-banda, elimina-banda ed esperimenti di amplificazione per sistemi di divisione ad alta e media frequenza,
- ◆ Esperimento di sintetizzatore di frequenza,
- ◆ Esperimenti sui sistemi di conversione up e down in banda C
- ◆ Esperimento di prova del sistema di ricezione in banda C,
- ◆ Esperimento di prova del sistema di trasmissione in banda C,
- ◆ Esperimento di prova del transponder satellitare di comunicazione in banda C.

## ELENCO DI CONFIGURAZIONE

- Piattaforma di formazione sulla tecnologia delle reti di comunicazione satellitare (uplink/ collegamento ascendente) /1 set,
- Piattaforma di formazione sulla tecnologia delle reti di comunicazione satellitare (downstream/a valle) /1 set,
- Transponder satellitare/1 set,
- Antenna 4G/1 coppia,
- Antenna 6G/1 coppia,



- Cavi di alimentazione e cavi ausiliari.
- Manuale teorico e pratico dettagliato.

Alimentazione: monofase dalla rete elettrica.

## STRUMENTO NECESSARIO SUGGERITO (NON INCLUSO)

Un **analizzatore di spettro** con funzioni quali spettro in tempo reale, spettro scansionato, analisi della rete vettoriale, misura dell'alimentazione dell'antenna, misura dell'intensità di campo, posizionamento delle interferenze, misura della potenza, analisi della modulazione del segnale, ecc.

- Per l'analisi dello spettro in tempo reale:
  - ◆ Gamma di frequenza: 5kHz ÷ 8GHz,
  - ◆ Larghezza di banda dell'analisi in tempo reale:  $\geq 40$ MHz,
  - ◆ Frequenza di campionamento massima: 51.2 MHz,
  - ◆ Modalità di visualizzazione: spettro di densità, grafico a cascata, potenza rispetto al tempo,
  - ◆ Modalità di trigger: Trigger esterno, potenza di frequenza intermedia, secondo impulso PPS, scansione di controllo del gate, modello di frequenza.
- Per l'analisi dello spettro di frequenza di scansione:
  - ◆ Larghezza di banda della risoluzione: 1Hz ÷ 5MHz,
  - ◆ Livello di rumore: -165dBm,
  - ◆ Tempo di scansione: 20 $\mu$ s ÷ 3000s (larghezza di scansione non nulla), 5ms ÷ 3000s (larghezza di scansione nulla),
  - ◆ Precisione dell'ampiezza complessiva:  $\pm 1.5$  dB.
- Per l'analisi della rete vettoriale:
  - ◆ Gamma di frequenza: 100kHz ÷ 8GHz,
  - ◆ Parametri di misura: S11, S21,
  - ◆ Potenza di uscita RF: 0dBm, 30dB regolabile,
  - ◆ Modalità di visualizzazione: eco/rapporto onde stazionarie (SWR), perdita di inserzione, grafico di Smith, fase, ritardo di gruppo,
  - ◆ Direzionalità effettiva:  $\geq 38$ dB (1MHz ÷ 8GHz),
  - ◆ Gamma dinamica: 80dB (S21, 10kHz RBW, Log mag, Media= 50, >10MHz).