



SYSTÈME DE FORMATION À LA TECHNOLOGIE DES RÉSEAUX DE COMMUNICATION PAR SATELLITE

DL 2598SC



INTRODUCTION

Ce système est principalement destiné aux "Communications par satellite", "Ingénierie des communications mobiles", "Technologie des micro-ondes et antennes", "Électronique des micro-ondes" et autres sujets relatifs aux communications par micro-ondes et par satellite, à l'ingénierie de l'information électronique, au réseau de communication militaire et au commandement dans les principales écoles secondaires techniques, y compris les derniers produits mis au point pour les projets de fin d'études.

La communication par satellite est une méthode qui utilise les ondes électromagnétiques dans l'espace comme support pour transmettre des informations. Elle n'est pas sujette aux interférences géophysiques. Par conséquent, la communication par satellite est l'une des autres méthodes de communication sans fil dans les communications aérospatiales, la navigation et les communications personnelles à distance, en particulier dans les communications militaires.

Cet équipement adopte un concept de conception de circuits en microruban entièrement ouvert, permettant aux étudiants de comprendre et de maîtriser plus intuitivement les méthodes de conception des circuits actifs et passifs en microruban, et peut directement former les capacités pratiques, de réflexion et d'innovation des étudiants. Il pose une base pratique pour les futurs



travaux pratiques et peut également être utilisé pour des expériences de recherche scientifique, par exemple pour réaliser des expériences de communication en boucle automatique simulée.

CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES

En fonction des différentes orbites des satellites de communication au-dessus de la terre, on peut distinguer les systèmes de communication par satellite synchrones et non synchrones. Cet équipement est un système de communication par satellite géosynchrone.

En outre, il existe plusieurs bandes de fréquences allouées aux communications par satellite. Parmi elles, on trouve la bande L, la bande C, la bande Ku et la bande Ka. Cet équipement utilise la bande C, qui est la plus ancienne et la plus répandue.

Il présente les caractéristiques suivantes en bande C:

- 5,925 ÷ 6,425GHz pour la transmission,
- 3,7 ÷ 4,2 GHz pour la réception,
- 500MHz pour la bande passante d'émission,
- 500MHz pour la bande passante de réception.

Il adopte une structure modulaire et tous les circuits micro-ondes sont ouverts et visibles pour faciliter l'apprentissage intuitif des élèves.

Il est conçu et fabriqué selon le schéma de conversion de fréquence secondaire commun aux produits industriels, afin de faciliter l'intégration des étudiants dans la réalité.

Il peut être combiné de manière flexible pour être configuré pour la communication simplex ou duplex et, selon l'équipement terminal, l'accès multiple par répartition en fréquence (FDMA - Frequency Division Multiple Access), l'accès multiple par répartition dans le temps (TDMA - Time Division Multiple Access), l'accès multiple par répartition en code (CDMA - Code Division Multiple Access) ou l'accès multiple hybride (HMA - Hybrid Multiple Access) peuvent être utilisés. La boîte expérimentale de cet équipement prend l'accès multiple par répartition en fréquence (FDMA) comme exemple.

PARAMÈTRES DE PERFORMANCE

Principaux indicateurs de performance de l'équipement d'envoi

- Fréquence de transmission: 5,925 ÷ 6,425GHz,
- Niveau d'émission: 0dBm ÷ 10dBm (1 ÷ 10mW), pas de 1dB,
- Gain du système: ≥ 50 dB,
- Première FI (faible FI): 140MHz,
- Deuxième FI (fréquence moyenne haute): 1,06 GHz,
- Largeur de bande (par bande): 20 ÷ 40Mhz,
- Méthodes de modulation vidéo et audio: QAM,
- Niveau de sortie modulaire: $-5\text{dBm} \pm 2\text{dB}$.



Principaux indicateurs de performance des équipements de réception

- Fréquence de travail: 3,7 ÷ 4,2 GHz,
- Sensibilité du récepteur: -80 ÷ -50dBm,
- Gain du système: ≥ 60 dB,
- Première IF (IF faible): 140MHz,
- Deuxième IF (fréquence moyenne haute): 1,165 GHz,
- Plage de contrôle du gain (MGC, AGC): $\geq 31,5$ dB,
- Méthodes de démodulation vidéo et audio: QAM.

Combinateur de fréquences de l'oscillateur local

- Gamme de fréquences de la bande L,
 - ◆ Réception: 1235 ÷ 1305MHz,
 - ◆ Envoyer: 920 ÷ 990MHz,
 - ◆ Pas: 1MHz.
- Gamme de fréquences de la bande C,
 - ◆ 4,8 ÷ 5,5 GHz,
 - ◆ Pas: 20MHz.
- Stabilité de la fréquence: ± 5 ppm ou $(1 \div 2) \times 10^{-5}$,
- Bruit de phase du combinateur de l'oscillateur local: -80dBc/Hz@10k, -90dBc/Hz@100k (valeur typique),
- Sortie parasite: 50dBc (valeur typique).

Transpondeur satellite analogique

- Gamme de fréquences de réception de la liaison montante: 5,925 ÷ 6,425GHz,
- Gamme de fréquences de transmission en liaison descendante: 3,7 ÷ 4,2 GHz,
- Fréquence de l'oscillateur local du transpondeur du satellite de communication: 2 ÷ 2,25 GHz,
- Gain du système: 40 ÷ 70dB,
- Sensibilité de réception: -70 ÷ -30dBm,
- Stabilité de la fréquence: ± 5 ppm ou $(1 \div 2) \times 10^{-5}$,
- Bruit de phase: -80dBc/Hz@10k, -90dBc/Hz@100k (valeur typique).

FONCTIONS EXPÉRIMENTALES

- Peut transmettre simultanément des signaux d'images en couleur et des signaux vocaux,
- Répéteur à décalage de fréquence pour les communications mobiles,
- Tests de composants et de systèmes de circuits hyperfréquences,
- Expérience de test d'antennes micro-ondes,
- Peut fournir des modèles pratiques de conception de circuits hyperfréquences (y compris des amplificateurs, divers filtres, des mélangeurs et des diviseurs de puissance, entre autres).



CONTENU EXPÉRIMENTAL

Aperçu des communications par satellite

- ◆ Principales caractéristiques des communications par satellite,
- ◆ Composition d'un réseau de communication par satellite,
- ◆ FDMA dans les communications par satellite.

Principes, caractéristiques et indicateurs techniques fonctionnels du système

- ◆ Principaux indicateurs techniques et fonctions du système émetteur-récepteur,
- ◆ Composition principale du système expérimental,
- ◆ Caractéristiques du système expérimental.

Expérience de communication et de mise en réseau par satellite

- ◆ Communication entre pairs,

Expériences étendues dans la boîte expérimentale

- ◆ Expériences pour des circuits supplémentaires dans la boîte expérimentale,
- ◆ Expérience de test d'antenne micro-ondes.

Composants de systèmes de communication par micro-ondes et par satellite et expériences de test de circuits unitaires

- ◆ Expérience sur le modulateur d'images IF,
- ◆ Expérience de démodulateur d'images IF,
- ◆ Expériences sur l'amplificateur IF, le filtre passe-bande et les fonctions de contrôle du gain,
- ◆ Filtres passe-bande, filtres coupe-bande et expériences sur les amplificateurs pour les systèmes de division à haute et moyenne fréquence,
- ◆ Expérience de synthétiseur de fréquence,
- ◆ Expériences sur les systèmes de conversion ascendante et descendante en bande C,
- ◆ Expérience de test du système de réception en bande C,
- ◆ Expérience de test du système de transmission en bande C,
- ◆ Expérience de test d'un transpondeur de satellite de communication en bande C.

LISTE DE CONFIGURATION

- Plate-forme de formation à la technologie des réseaux de communication par satellite (uplink/liaison montante)/1 ensemble,
- Plate-forme de formation à la technologie des réseaux de communication par satellite (downstream/en aval)/1 set,
- Transpondeur satellite/1 set,
- Antenne 4G/1 paire,
- Antenne 6G/1 paire,



- Câbles d'alimentation et câbles auxiliaires.
- Manuel théorique et pratique détaillé.

Alimentation électrique: monophasée à partir du réseau.

INSTRUMENT NÉCESSAIRE SUGGÉRÉ (NON INCLUS)

Analyseur de spectre doté de fonctions telles que le spectre en temps réel, le spectre balayé, l'analyse de réseau vectoriel, la mesure de l'alimentation de l'antenne, la mesure de l'intensité du champ, le positionnement des interférences, la mesure de la puissance, l'analyse de la modulation du signal, etc.

- Pour l'analyse du spectre en temps réel:
 - ◆ Gamme de fréquences: 5kHz ÷ 8GHz,
 - ◆ Bande passante de l'analyse en temps réel: ≥ 40 MHz,
 - ◆ Taux d'échantillonnage maximal: 51,2 MHz,
 - ◆ Mode d'affichage: spectre de densité, graphique en cascade, puissance en fonction du temps,
 - ◆ Modes de déclenchement: Déclenchement externe, puissance de fréquence intermédiaire, seconde impulsion PPS, balayage de contrôle de porte, gabarit de fréquence.
- Pour l'analyse du spectre des fréquences de balayage:
 - ◆ Largeur de bande de résolution: 1Hz ÷ 5MHz,
 - ◆ Niveau de bruit: -165dBm,
 - ◆ Durée de balayage: 20 μ s ÷ 3000s (largeur de balayage non nulle), 5ms ÷ 3000s (largeur de balayage nulle),
 - ◆ Précision de l'amplitude globale: $\pm 1,5$ dB.
- Pour l'analyse des réseaux vectoriels:
 - ◆ Gamme de fréquences: 100kHz ÷ 8GHz,
 - ◆ Paramètres de mesure: S11, S21,
 - ◆ Puissance de sortie RF: 0dBm, 30dB réglable,
 - ◆ Modes d'affichage: écho/rapport d'ondes stationnaires (ROS), perte d'insertion, diagramme de Smith, phase, retard de groupe,
 - ◆ Directivité effective: ≥ 38 dB (1MHz ÷ 8GHz),
 - ◆ Gamme dynamique: 80dB (S21, 10kHz RBW, Log mag, Average= 50, >10MHz).