

**Ministerul Educației al Republicii Moldova**  
**Universitatea Tehnică a Moldovei**  
**Facultatea de Inginerie și Management în Electronică și Telecomunicații**  
**Programul de masterat “Sisteme și Comunicații Eletronice”**

**Admis la susținere**  
**Șef de catedră SDE: conf.dr.ing. Șestacov T.**

“ ” \_\_\_\_\_ 2016

# **PROIECTAREA MODULATORULUI ÎN FAZĂ PENTRU BANDA X ÎN BAZA LINIILOR MICROSTRIP COMUTABILE**

**Teză de master**

**Masterand: \_\_\_\_\_ ( Ghergheliiu Igor )**

**Conducător: \_\_\_\_\_ ( Șestacov Tatiana )**

**Consultant: \_\_\_\_\_ ( Sorochin Gherman )**

**Chișinău - 2016**

## REZUMAT

În prezenta teză de master este proiectat un modulator în fază pentru banda X în baza liniilor microstrip comutabile, care poate fi utilizat în componența transmițătorului satelitului sau unei stații terestre. În baza analizei modulatorilor existente pentru banda X, s-a decis proiectarea unui modulator compact, cu consum redus de energie și un preț mai mic decât la modulatorile existente.

În această teză a fost concepută schema-bloc a modulatorului, au fost proiectate structurile microstrip cu verificarea funcționalității și parametrilor acestora în aplicația Microwave Office, a fost realizată schema electrică principală a dispozitivului în aplicația sPlan 7.0, în baza schemei principale a fost realizat cablajul imprimat și schema de montaj a dispozitivului în aplicația Sprint Layout 6.0.

Conform calculelor fiabilității dispozitivului, probabilitatea de bună funcționare obținută corespunde cerințelor tehnice, coeficientul de garanție este de peste 2 ani, atât pentru utilizarea modulatorului în spațiu, cât și pe stațiile terestre. Din calculul economic prețul modulatorului a ieșit mai mic de circa 18 ori decât prețul unui astfel de produs de pe piață.

## ABSTRACT

In this master thesis, is been designed a phase shift keying modulator for X-band based on switched microstrip lines, that can be used as a part of a satellite's or terrestrial station's transmitter. Based on analysis of existing modulators of the band X, it was decided to design a compact modulator, with low energy consumption and a lower price than price of existing modulators.

In this work were drafted the block diagram of a modulator and designed necessary microstrip structures with verification of the functionality and parameters in Microwave Office application, was realized the electrical principle diagram in sPlan 7.0 application, and based on principle diagram was elaborated PCB and assembly diagram of the device in Sprint Layout 6.0 application.

According to the calculation, obtained reliability of the proposed device satisfies the technical requirements, with warranty factor of more that 2 years for both cases of application, in space conditions and at the terrestrial stations. The economic evaluation offered about 18 times less price of a designed modulator than the price of other kinds of products on the market.

## CUPRINS

Introducere.....	4
<b>1. ANALIZA MODULATOARELOR EXISTENTE ÎN BANDA X.....</b>	<b>5</b>
<b>1.1 Analiza tipurilor de modulație.....</b>	<b>5</b>
1.1.1 Aspecte generale despre manipulație.....	5
1.1.2 PSK – Phase Shift Keying.....	7
1.1.3 Modulația binară de fază (BPSK).....	9
1.1.4 Modulația cuaternară de fază (QPSK).....	11
1.1.5 Generarea semnalelor modulate în fază.....	13
1.1.6 Diapazonul de frecvențe existente. Banda X.....	15
1.2 Analiza modulatorilor QPSK existente în banda X.....	16
1.3 Sarcina pentru proiectarea modulatorului în fază în banda X în baza liniilor microstrip comutabile.....	22
<b>2 PROIECTAREA MODULATORULUI QPSK ÎN BAZA LINIILOR MICROSTRIP COMUTABILE.....</b>	<b>24</b>
2.1 Proiectarea schemei de structură.....	24
2.2 Proiectarea și alegerea structurilor microstrip.....	26
2.2.1 Divizorul de putere.....	26
2.2.2 Cuplorul direct de 90°.....	33
2.2.3 Cuplorul hibrid de 180°.....	41
2.2.4 Conectarea structurilor microstrip.....	46
2.3 Elaborarea schemei electrice principale a dispozitivului.....	52
2.3.1 Analiza și selectarea cheilor.....	52
2.3.2 Alegerea oscilatorului controlat în tensiune (OCT).....	58
2.3.3 Determinarea Convertorului Digital-Analogic (CDA).....	64
2.3.4 Justificarea alegerii amplificatorului.....	66
2.3.5 Rezistoare.....	70
2.3.6 Jumpere.....	70
2.3.7 Condensatoare.....	71
2.3.8 Conectori.....	71

<b>3 PROIECTAREA CONSTRUCȚIEI MODULATORULUI ÎN FAZĂ ÎN BANDA X ÎN BAZA LINIILOR MICROSTRIP COMUTABILE.....</b>	<b>74</b>
<b>3.1 Proiectarea cablajului imprimat.....</b>	<b>74</b>
<b>3.2 Elaborarea construcției dispozitivului.....</b>	<b>74</b>
<b>3.3 Calculul fiabilității dispozitivului.....</b>	<b>75</b>
<b>3.4 Calcularea indicatorilor economici.....</b>	<b>82</b>
<b>CONCLUZII.....</b>	<b>84</b>
<b>BIBLIOGRAFIE.....</b>	<b>86</b>
<b>ANEXE.....</b>	<b>90</b>