



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS



## RESUMEN – TESIS DE GRADO

**AUTORES: DIEGO ALONSO ROJAS PAEZ**  
**WILDER MANUEL GRUESO SINISTERRA**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS**

**PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**DIRECTOR: JOSE ALEJO RANGEL ROLON**

**TITULO DE LA TESIS DISEÑO CÁLCULO E IMPLEMENTACIÓN DE UN  
MODULO DIDÁCTICO PARA LA COMUNICACIÓN DE DATOS VÍA  
RADIOFRECUENCIA**

### **RESUMEN**

El presente proyecto plantea la implementación de un modulo didáctico para las comunicaciones digitales por radiofrecuencia. Este abarca la comunicación PC- PC por medio del protocolo de comunicación RS-232, utilizando la técnica de modulación QPSK.

La transferencia de información entre sistemas digitales usando la radiofrecuencia es una de las más interesantes aplicaciones que puede utilizarse en cantidad de situaciones, de las cuales se destaca la telefonía celular, la telemetría y domótica, entre otros. La comunicación de dos sistemas sin conexión física abre una extensa plataforma de mejora de productos.

### **CARACTERISTICAS**

**PAGINAS 150 PLANOS ILUSTRACIONES CDROM**

**DISEÑO CÁLCULO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODULO DIDÁCTICO  
PARA LA COMUNICACIÓN DE DATOS VÍA RADIOFRECUENCIA.**

**DIEGO ALONSO ROJAS PAEZ  
WILDER MANUEL GRUESO SINISTERRA**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
SAN JOSE DE CÚCUTA  
2006**

**DISEÑO CÁLCULO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODULO DIDÁCTICO  
PARA LA COMUNICACIÓN DE DATOS VÍA RADIOFRECUENCIA.**

**DIEGO ALONSO ROJAS PAEZ  
WILDER MANUEL GRUESO SINISTERRA**

**Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero  
Electrónico**

**Director  
JOSE ALEJO RANGEL ROLON  
Ingeniero Electrónico**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
SAN JOSE DE CÚCUTA  
2006**



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA: Cúcuta, 27 de enero de 2006

HORA: 10:00

LUGAR: CREAD - AULA 3

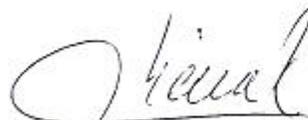
Plan de estudio: INGENIERIA ELECTRONICA

Título de la tesis: "DISEÑO, CALCULO E IMPLEMENTACION DE UN MODULO DIDACTICO PARA LA COMUNICACION DE DATOS VIA RADIO FRECUENCIA"

Jurados: ARISTOBULO SIERRA ROJAS  
LUIS ANTONIO HERRERA BARRERA  
BYRON MEDINA DELGADO

Director: JOSE ALEJO RANGEL ROLON

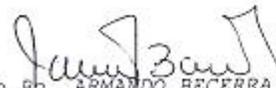
Nombre de los estudiantes	Código	Calificación	
		Letra	Número
DIEGO ALONSO ROJAS PAEZ	160281	Cuatro, uno	4.1
WILDER MANUEL GRUESO SINISTERRA	160343	Cuatro, uno	4.1

  
ARISTOBULO SIERRA ROJAS

A P R O B A D A

  
LUIS ANTONIO HERRERA BARRERA

  
BYRON MEDINA DELGADO

  
Vo. Bp. ARMANDO BECERRA VARGAS  
Coordinador Comité Curricular  
Ingeniería Electrónica

Martha A

Av. Gran Colombia No. 12E-96 Barrio Colsag- Teléfonos: 5776655 ext: 115-116 Fax: 5771988  
Cúcuta - Colombia

Doy gracias a Dios por darme la existencia, la sabiduría, el entendimiento, los dones y virtudes para poder convertirme hoy en un profesional

A mi mamita Francelina, por toda su dedicación, apoyo incondicional y los grandes esfuerzos a que se sometió para contribuir a mi desarrollo tanto personal como profesional.

A todos mis familiares amigos, y especialmente mis hermanos Jean, Rolando y Richard que de una u otra forma hicieron posible el logro de este triunfo

A mi novia Hellen, por su apoyo incondicional y por luchar a mi lado para conseguir este triunfo

**DIEGO ALONSO ROJAS PAEZ**

Este triunfo que hoy eh podido alcanzar, lo dedico primeramente a Dios por darme la vida, la sabiduría y las fuerzas necesarias para poder llegar ala meta que un día me propuse en mi corazón

Igualmente dedico este proyecto de grado a mi madre y a mis hermanos por que me brindaron todo su apoyo incondicional. Del mismo modo a todos mis compañeros de estudio especialmente a: Jhosman Mora, Fabián Castro, Leonardo Niño y Fedy Espinel; gracias por haberme brindado su amistad y haber compartido muchos días en este templo del conocimiento universal

**WILDER MANUEL GRUESO SINISTERRA**

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN	20
1. PRELIMINARES	21
1.1 TÍTULO	21
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
1.2.1 Descripción del problema	21
1.3 ANTECEDENTES	22
1.4 JUSTIFICACIÓN	23
1.4.1 Beneficios institucionales.	23
1.4.2 Beneficios tecnológicos.	23
1.4.3 Beneficios económicos.	23
1.5 OBJETIVOS	24
1.5.1 Objetivo general.	24
1.5.2 Objetivos específicos.	24

1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES	25
1.6.1 Alcances.	25
1.6.2 Limitaciones.	25
2. MARCO TEÓRICO	26
2.1 MARCO CONCEPTUAL	26
2.1.1 Amplificador operacional.	26
2.1.2 El Transistor Bipolar o BJT	30
2.1.3 Los diodos.	32
2.1.4 Filtros.	33
2.1.5 Osciladores.	35
2.1.6 Cristales de Cuarzo	40
2.1.7 La radiación electromagnética.	40
2.1.8 Ruido eléctrico	43
2.1.9 Radio y comunicaciones	46
2.1.10 Comunicaciones inalámbricas	50

2.1.11 Comunicación serial.	53
2.1.12 Antenas	54
2.2 MARCO REFERENCIAL	57
2.2.1 Amplificador operacional LF353	57
2.2.2 El microcontrolador PIC 16f84.	57
2.2.3 Oscilador Colpitts con amplificador operacional	58
2.2.4 Osciladores a cristal de cuarzo	58
2.2.5 El diodo 1N4148.	59
2.2.6 filtro Buterworth de 4 orden	60
2.2.7 Frecuencia de oscilación y ancho de banda del transceiver	61
2.2.8 capacidad de información.	63
2.2.9 Transmisor QPSK.	63
2.2.10 Receptor QPSK	64
2.2.11 Antena Monopolo.	65
2.2.12 Resistencia de radiación y eficiencia de la antena	66

2.2.13 Ganancia directiva, ganancia de potencia y densidad de potencia.	67
2.2.14 Análisis de las pérdidas de propagación electromagnética.	68
3. ACTIVIDADES Y METODOLOGÍA	70
3.1 TIPO DE PROYECTO	70
3.2 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	70
3.2.1 Fuentes primarias.	70
3.2.2. Fuentes secundarias	70
3.3 ACTIVIDADES	70
3.4 METODOLOGÍA DEL PROYECTO	74
3.4.1 Diseño del transmisor QPSK	74
3.4.2 Diseño del receptor QPSK.	75
4. DISEÑO	77
4.1 DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO	77
4.3 DISEÑOS DE HARDWARE	83
4.3.1 Diseño de codificador de datos.	83

4.3.2 Modulador qpsk	84
4.3.3 Multiplexación de frecuencia	87
4.3.4 amplificador de RF	94
4.3.5. Amplificador de RF bajo ruido	95
4.3.6 Demultiplexación de frecuencia	97
4.3.7 Comparador de fase	99
4.3.8 Decodificador de datos	100
4.3.9 Circuito conmutador	101
5. PRUEBAS PREVIAS	106
5.1 PRUEBAS DE HARDWARE.	106
5.1.1 Pruebas del transmisor qpsk	106
5.1.2 Pruebas del receptor qpsk. Materiales	107
5.1.3 Pruebas del multiplexor / demultiplexor de frecuencia. Materiales.	107
5.1.4 Pruebas del amplificador de RF y amplificador de bajo ruido. Materiales.	108
5.1.5 Pruebas del circuito conmutador	108

5.2 PRUEBAS DE SOFTWARE.	108
5.2.1 Prueba de comunicación serial entre el computador y el microcontrolador PIC 16f84	108
5.3 PRUEBAS GENERALES.	109
5.3.1 Pruebas de laboratorio.	109
6. RECURSOS	110
6.1 RECURSOS HUMANOS.	110
6.2 RECURSOS DE FUNCIONAMIENTO.	110
6.3 RECURSOS FISICOS	111
6.4 RECURSOS INSTITUCIONALES	111
7. PRESUPUESTO	112
7.1 INVERSIÓN FIJA	112
7.1.1 Materiales y suministros.	112
7.1.2 Equipos.	112
7.2 INVERSION DIFERIDA.	113
7.2.1 Servicios de Personal.	113

7.3 PRESUPUESTO DEFINITIVO	114
8. RECOMENDACIONES	115
9. CONCLUSIONES	116
BIBLIOGRAFÍA	119
ANEXOS	120