

# Contenido

<b>1. Introducción.....</b>	<b>1</b>
1.1 Introducción a las redes ópticas.....	1
1.2 Evolución en transporte de la información.....	4
1.3 Justificación.....	6
1.4 Objetivos y estructura de la tesis.....	9
Referencias.....	11
<b>2. Conmutación de paquetes ópticos: Conceptos fundamentales.....</b>	<b>13</b>
2.1 Introducción.....	13
2.2 Encaminamiento y transporte de paquetes IP.....	14
2.2.1 Protocolo de Internet (IP).....	14
2.2.1.1 Arquitectura del router IP.....	15
2.2.2 MPLS.....	16
2.2.3 MPLambdaS.....	18
2.2.4 GMPLS.....	19
2.3 Técnicas de codificación de etiquetas.....	23
2.3.1 Etiquetado TDM.....	23
2.3.2 Etiquetado por subportadora óptica SCM.....	24
2.3.3 Etiquetado ortogonal.....	25
2.3.4 Etiquetado WDM.....	26
2.3.5 Etiquetado OCDM.....	27
2.3.6 Comparación de las técnicas de etiquetado.....	27
2.4 Nodos de conmutación de paquetes ópticos.....	28
2.4.1 Proyecto KEOPS.....	29
2.4.1.1 Arquitectura de Red.....	29
2.4.1.2 Formato de Paquetes.....	30
2.4.1.3 Arquitectura de Nodo.....	30
2.4.2 Proyecto OPERA.....	33
2.4.3 Proyecto STOLAS.....	35
2.4.3.1 Diseño de Red.....	36
2.4.3.2 Arquitectura de Nodo.....	37
2.4.3.3 Intercambiador de etiqueta.....	38
2.4.4 Proyecto DAVID.....	39

2.4.4.1	Arquitectura MAN.....	40
2.4.4.2	Arquitectura WAN .....	41
2.4.5	Proyectos en la Universidad de California .....	42
2.4.6	Comparación de los proyectos.....	44
	Referencias .....	46
<b>3.</b>	<b>Nodo de conmutación de paquetes ópticos con intercambio de etiquetas basadas en multiplexación por subportadora .....</b>	<b>50</b>
3.1	Introducción.....	50
3.2	Descripción general del nodo .....	51
3.3	Extractor de etiqueta.....	53
3.3.1	Técnica de extracción de etiqueta mediante detección directa.....	53
3.3.2	Técnica de extracción de etiqueta mediante filtrado óptico .....	57
3.4	Controlador.....	63
3.4.1	FPGAs .....	64
3.4.2	Implementación del controlador de nodo .....	67
3.4.3	Microprocesador.....	69
3.4.4	Bloque de disparo y registro de etiquetas.....	69
3.4.5	Transmisor .....	70
3.4.6	Receptor.....	70
3.4.7	Tabla de encaminamiento.....	71
3.4.8	Control de envío .....	73
3.5	Búfer óptico .....	75
3.6	Re-escritura de etiqueta y conversión de longitud de onda.....	75
3.6.1	Modulación de etiqueta .....	77
3.6.2	Conversión de longitud de onda .....	79
3.6.2.1.	Modulación de ganancia cruzada .....	80
3.6.2.2.	Modulación de fase cruzada .....	81
3.6.2.3.	Esquema de conversión todo-óptica y regeneración 2R.....	82
3.7	Bloque de encaminamiento .....	87
3.8	Caracterización experimental del nodo .....	89
3.8.1	Extracción de etiqueta .....	91
3.8.2	Controlador.....	93
3.8.3	Búfer óptico .....	95
3.8.4	Conversión de longitud de onda y reescritura de etiqueta.....	96
3.8.5	Encaminamiento .....	98
3.8.5.1	Encaminamiento de paquetes de tamaño variable.....	100
	Referencias .....	108
<b>4.</b>	<b>Integración del nodo en redes ópticas de conmutación de paquetes: Internet óptico .....</b>	<b>112</b>
4.1	Introducción.....	112
4.2	Control y gestión de la red de conmutación de paquetes ópticos.....	113
4.3	Interoperabilidad entre modos de transporte .....	115
4.4	Sincronización del nodo .....	121
4.5	Dimensionado de redes de conmutación de paquetes ópticos SCM .....	127
4.5.1	Medidas experimentales .....	128
4.5.2	Modelado del sistema .....	131
4.6	Resolución de colisiones en redes de conmutación de paquetes ópticos .....	133
4.6.1	Solución de colisiones mediante deflexión en longitud de onda.....	134

4.6.2 Solución de colisiones mediante conversores en paralelo.....	138
4.6.3 Simulaciones.....	141
4.6.3.1 Prestaciones del esquema de solución de colisiones mediante deflexión en longitud de onda.....	145
4.6.3.2 Prestaciones del esquema de solución de colisiones mediante conversores en paralelo.....	147
4.7 Conformación de tráfico .....	149
4.7.1 Simulaciones.....	151
4.7.2. Efecto de la conformación de tráfico en la recepción de etiquetas ópticas	153
4.8. Encaminamiento y solución de colisiones en base a prioridades .....	156
4.8.1 Evaluación del encaminamiento basado en prioridades en las prestaciones de una red de conmutación de paquetes ópticos .....	162
4.9 Multicast .....	165
Referencias .....	169
<b>5. Conclusiones y líneas abiertas .....</b>	<b>173</b>
5.1 Conclusiones.....	173
5.2 Líneas abiertas .....	178
<b>A1. Generación de paquetes ópticos con etiquetado basado en multiplexación de subportadora .....</b>	<b>180</b>
A1.1 Combinación Directa en RF y modulación en doble banda lateral .....	183
A1.2 Combinación Directa en RF y modulación en banda lateral única .....	186
A1.3 Modulación Diferencial .....	188
A1.4 Combinación Óptica .....	189
A1.5 Comparación de los sistemas.....	192
Referencias .....	193
<b>A2. Características y procedimiento de sintonización de las redes de difracción utilizadas en el sistema .....</b>	<b>194</b>
Referencias .....	199
<b>A3. El lenguaje de descripción de hardware VHDL .....</b>	<b>200</b>
Referencias .....	204
<b>A4. El simulador NS (Network Simulator) .....</b>	<b>205</b>
Referencias .....	209
<b>A5. Publicaciones científicas del autor .....</b>	<b>210</b>
A5.1 Publicaciones científicas relacionadas con la tesis en revistas internacionales .....	210
A5.2 Publicaciones científicas relacionadas con la tesis en congresos internacionales .....	211
A5.3 Publicaciones científicas relacionadas con la tesis en congresos nacionales ..	211
A5.4 Otras publicaciones científicas del autor en revistas internacionales.....	212
A5.5 Otras publicaciones científicas del autor en congresos internacionales .....	212
A5.6 Otras publicaciones científicas del autor en congresos nacionales .....	213