

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



DISEÑO DE UNA RED EN OSPF

POR

ING. HUMBERTO JORGE OROZCO BARRON

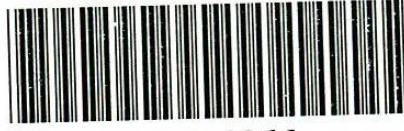
T E S I S

EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN
CIENCIAS DE LA INGENIERIA CON ESPECIALIDAD
EN TELECOMUNICACIONES

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L. SEPTIEMBRE, 2003

DISEÑO DE UNA REED EN OSPF

TM
Z5853
.M2
FIME
2003
.07



1020149266

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



DISEÑO DE UNA RED EN OSPF

POR

ING. HUMBERTO JORGE OROZCO BARRON

T E S I S

EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN
CIENCIAS DE LA INGENIERIA CON ESPECIALIDAD
EN TELECOMUNICACIONES

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L. SEPTIEMBRE, 2003

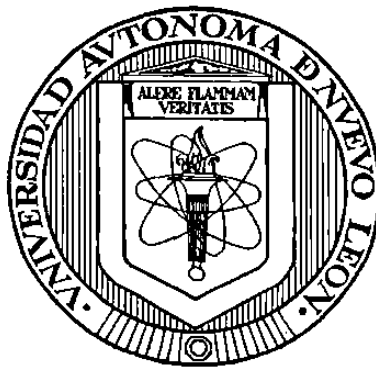
980841

TM
Z5853
.M2
FINE
2003
.O7



FONDO
TESIS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



DISEÑO DE UNA RED EN OSPF

POR

ING. HUMBERTO JORGE OROZCO BARRON

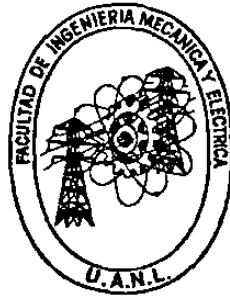
TESIS

**EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA
INGENIERIA CON ESPECIALIDAD EN TELECOMUNICACIONES**

SAN NICOLÁS DE LOS GARZA, N. L.

SEPTIEMBRE, 2003

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



DISEÑO DE UNA RED EN OSPF

POR

ING. HUMBERTO JORGE OROZCO BARRON

TESIS

**EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA
INGENIERIA CON ESPECIALIDAD EN TELECOMUNICACIONES**


SAN NICOLÁS DE LOS GARZA, N. L.

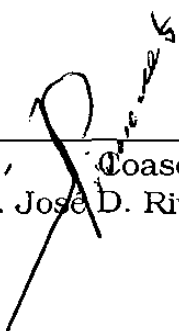
SEPTIEMBRE, 2003


Universidad Autónoma de Nuevo León
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Subdirección de Estudios de Posgrado


Los miembros del comité de tesis recomendamos que la tesis “**Diseño de Una Red en OSPF**”, realizada por el alumno Ing. Humberto Jorge Orozco Barrón, matrícula 819864 sea aceptada para su defensa como opción al grado de Maestro en Ciencias con especialidad en **Telecomunicaciones**.

El Comité de Tesis


Asesor
M. C. Leopoldo Villarreal Jiménez


Coasesor
M. C. José D. Rivera


Coasesor
M. C. Juan Carlos Flores


Vo. Bø.
Dr. Guadalupe Alan Castillo Rodríguez
División de Estudios de Posgrado

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mis padres que me ayudaron con su estímulo moral y sentimental, a mi madre: María Cristina Barrón García, mi padre Humberto Orozco Ruiz. Gracias por estar ahí, para llegar a algo tan importante en mi vida profesional como es mi Maestría en ciencias, gracias a su cariño y esfuerzo, Gracias a sus consejos.

También quiero agradecer a mis maestros, pues gracias a ellos he llegado a donde ni siquiera hubiera sido posible soñar para mí. Gracias, por su impulso tan importante en mi carrera y a lo largo de todos estos cursos y estudios.

También quiero agradecer a mis amigos, gracias por su aliento y tiempo que me hicieron valorar las cosas importantes de mi vida.

Gracias a todos aquellos que con su granito de arena me han formado tanto personalmente y profesionalmente, gracias por estar ahí en todo momento. Buscaré nunca traicionar a todo lo bueno que me han enseñado y enorgullecerme de todo lo bueno que les he aprendido.

MUCHAS GRACIAS

DEDICATORIA

Dedico esta Tesis muy especialmente a mi madre María Cristina Barrón, que con su amor, tiempo, cariño y desvelo logro que me enorgulleciera de mi mismo y de todo lo que he logrado.

También la dedico a todas aquellas personas que siempre creyeron en mi como persona, en esas personas que siempre creyeron que lo lograría y no los defraude.

Quiero dedicar esta Tesis también a toda la familia que vive en el mismo techo bajo el cual me crié, mi hermana Mayra Karina Orozco Barrón, mi padre Humberto Orozco Ruiz y mi Madre. Seres importantes en mi vida diaria que sin ellos mi vida estuviera muy vacía.

INDICE GENERAL

SINTESIS	1
CAPITULO 1	
INTRODUCCIÓN	2
1.1 Objetivo	2
1.2 Justificación	3
1.3 Metodología	4
CAPITULO 2	
INTRODUCCIÓN A LAS TECNOLOGÍAS	6
2.1 Modelo De Referencia Del Sistema De Interconexión Abierto	6
2.2 Características De Las Capas De OSI	7
2.2.1 Protocolos	8
2.2.2 Modelo OSI Y Comunicación Entre Los Sistemas	9
2.2.2.1 La Capa Física Del Modelo OSI	10
2.2.2.2 La Capa De Enlace De Datos Del Modelo OSI	11
2.2.2.3 La Capa De Red Del Modelo OSI	13
2.2.2.4 La Capa De Transporte Del Modelo OSI	13
2.2.2.5 La Capa De Sesión Del Modelo OSI	14
2.2.2.6 La Capa De Presentación Del Modelo OSI	14
2.2.2.7 La Capa De Aplicación Del Modelo OSI	15
2.3 Protocolos De Internet	16
2.3.1 Formato Del Paquete Del IP	18
2.3.2 Dirección De IP	20
2.3.3 El Formato De Dirección De IP	20
2.3.4 Clases De Dirección De IP	21
2.3.5 Dirección De Subred De IP	24
2.3.5.1 Mascara De Subred De IP	25
2.3.6 Protocolo De Resolución De Direcciones (ARP)	31
2.4 Encaminamiento De Internet	32
2.4.1 Encaminamiento De IP	33
2.5 Protocolo De Control De Mensaje Del Internet (ICMP)	33
2.5.1 Mensajes De ICMP	34
2.5.2 ICMP Protocolo Descubridor De Ruteadores (IDRP)	35
2.6 Protocolo De Control De Transmisión (TCP)	36
2.7 ¿Qué Es Encaminamiento?	37
2.7.1 Componentes Del Encaminamiento	37
2.7.2 Determinación De La Trayectoria	38
2.7.3 Conmutación	39
2.7.4 Algoritmos De Encaminamiento	41
2.7.5 Métricas De Encaminamiento	48
2.7.6 Protocolos De Red	51
Conclusiones	52

CAPITULO 3

OSPF	53
3.1 OSPF (La Primera Trayectoria Más Corta Abierta)	53
3.1.1 Breve Historia De La Tecnología De Encaminamiento De Estado De Enlace	58
3.2 Ambiente Funcional Del OSPF	59
3.2.1 Tipos De Redes En OSPF	60
3.2.2 Redes De Multiacceso De No Difusión	61
3.2.3 Identificación De Ruteador	62
3.2.4 Vecinos	63
3.2.5 Adyacencias	64
3.3.6 Ruteadores Designados	64
3.3 Protocolos En OSPF	66
3.3.1 Protocolo Hello	67
3.3.2 Variación De Operación Del Protocolo Hello Tipos De Redes En OSPF	69
3.3.3 Formato Del Paquete Del Protocolo Hello	70
3.3.4 Protocolo De Intercambio	72
3.3.5 Protocolo De Flooding	73
3.4 Aviso Estado De Enlace (LSA)	74
3.4.1 Sincronización De Las Bases De Datos De Estado De Enlace	76
3.4.2 Tipos De Paquete De LSA	79
3.4.3 Tipo 1 De LSA De Ruteador	80
3.4.4 Tipo 2 De LSA De Redes	80
3.4.5 Tipo 3 De LSA Sumarios Para ABR	81
3.4.6 Tipo 4 De LSA 's Sumarios Para ASBR	81
3.4.7 Tipo 5 De LSA Para Sistemas Autónomos Externos	82
3.4.8 Tipo 7 De LSA Not So Stub By Area (NSSA)	82
3.4.9 Ejemplo De La Operación De Avisos De Estado De Enlace	82
3.5 Base De Datos De Estado De Enlace	83
3.6 Ruteadores Y Redes	84
3.6.1 Sistemas Autónomos (AS)	84
3.6.2 Ruteo Jerárquico En OSPF	85
3.6.3 Tipos De Ruteadores En OSPF	85
3.6.3.1 Ruteadores Internos (IR)	86
3.6.3.2 Ruteadores Fronterizos de Área (ABR)	86
3.6.3.3 Ruteadores Fronterizos de Sistemas Autónomos (ASBR)	87
3.6.3.4 Ruteador de Espina Dorsal (Backbone)	88
3.6.3.5 Técnicas de Diseño de Red Jerárquico	88
3.7 Entendiendo Un Sistema Autónomo (AS)	89
3.8 Entendiendo Las Áreas	90
3.8.1 Característica De Una Área De OSPF	91
3.8.2 Reglas De Diseño De Red	91

3.8.3 El Área Espina Dorsal (Backbone)	92
3.8.4 Áreas Stub	92
3.8.5 Restricciones De Una Área Stub	92
3.9 Encaminamiento En Una Estructura Jerárquica	94
3.9.1 Encaminamiento En Una Intra-Área	94
3.9.2 Encaminamiento En Inter-Área	94
3.9.3 As (Sistemas Autónomos) Rutas Externas	95
Conclusiones	96

CAPITULO 4

CONCEPTOS BÁSICOS DE DISEÑO DE OSPF	97
4.1 Conceptos De Diseño De OSPF	97
4.2 Algoritmos De OSPF	99
4.3 Costos De OSPF	101
4.4 Árbol De La Trayectoria Mas Corta	102
4.5 Convergencia En OSPF	103
4.5.1 Detectando Cambios A La Topología De La Red	104
4.5.2 Rápida Recalculación De Rutas	105
4.6 Guía De Diseño De OSPF	105
4.7 Topología De Red De OSPF	106
4.7.1 El Número De Ruteadores En Un Área.	107
4.7.2 El Número De Vecinos Para Cualquiera Ruteador.	111
4.7.3 Número De Área Soportadas Por Cualquiera Otro Ruteador	112
4.7.4 Seleccionando El Ruteador Designado	112
4.7.5 Topologías De Red Totalmente Conectada Contra Parcialmente Interconectado	113
4.8 La Base De Datos De Estado De Enlace	114
4.9 Escalabilidad De Red De OSPF	114
4.9.1 Determinando Los Requerimientos De Memoria Del Ruteador	115
4.9.2 Requerimientos De CPU	117
4.9.3 Ancho De Banda Disponible	117
4.9.4 Seguridad En OSPF	117
4.10 Consideraciones Para El Diseño De Áreas En OSPF	118
4.10.1 Justificando El Uso De Áreas Y De Áreas Múltiples	118
4.10.2 Características De Un Área No Stub	119
4.10.3 EL LSDB En Un Área	119
4.10.4 Particiones Del Área: ¿Interrupciones O Crecimiento De La Red?	120
4.10.5 Reglas De Oro Para El Diseño De Áreas	121
4.10.5.1 Consideración De La Proximidad Física Cuando Se Definen Las Áreas	122
4.10.5.2 Reduciendo El Tamaño Máximo De Áreas Si Los Enlaces Son Inestables	122
4.10.5.3 Asegurando Continuidad En Áreas Individuales	123
4.10.5.4 Usando Parámetros De Retoque De OSPF	124
4.10.6 Aspectos Críticos Del Diseño De Una Área	125
4.10.6.1 Diseño Del Área De Espina Dorsal	125

4.10.6.2 Enlaces Virtuales: ¿Perdición O Ventaja?	128
4.10.6.3 Áreas Stub	130
4.10.6.4 Reglas De Oro Para El Diseño De Áreas Stub	130
4.10.6.5 Áreas Stub Normales	131
4.10.6.6 Áreas Totalmente Stubby	136
4.10.6.7 Áreas No-So-Stubby	136
4.10.6.10 Tipos De Métricas Externas : E1 Y E2	138
4.10.6.11 Balanceo De Cargas En Redes De OSPF	141
4.10.6.12 Direccionamiento De IP En OSPF Y Sumarización De Rutas	142
4.10.6.13 Técnicas De Sumarización De Rutas En OSPF	144
4.10.6.14 Sumarización De Rutas De Inter.-Áreas	144
4.10.6.15 Sumarización De Rutas Externas	146
4.10.6.16 Sumarización De Rutas Y Distribución De Rutas	148
4.10.6.17 Avisos De Ruta De Área A Espina Dorsal	148
4.10.6.18 Avisos De Ruta De Espina Dorsal A Área	149
4.11 Escenarios De Direccionamiento Y Sumarización De OSPF	150
4.11.1 Escenario 1: Asignar Números Únicos De La Red A Cada Área De OSPF	150
4.11.2 Escenario 2: Asignación De Dirección Compleja Con Solamente Una Sola Dirección De NIC	152
4.11.2.1 Pautas Realistas Del Diseño De Sumarización	153
4.11.2.2 Asignación De Áreas	154
4.11.2.3 Ejemplo De Subred De Bit Wise Y De VLSM	155
4.11.3 Escenario 3: El Uso De Direcciones IP Privadas	157
4.12. VLSM En OSPF	158
4.12.1 Funcionabilidad De VLMS	159
4.12.2 Trampas Del VLSM	159
4.12.3 Implementación Propia De VLSM	162
4.12.4 Opciones De Interoperabilidad Con VLSM	163
Conclusiones	166

CAPITULO 5

CONCEPTOS AVANZADOS DE DISEÑO DE OSPF	167
5.1 Redistribución De OSPF	167
5.2 Redistribución De Rutas En OSPF	168
5.2.1 Reglas de oro para redistribuir las rutas de OSPF	168
5.2.2 Ejemplo #1 Redistribución De Rutas RIP Dentro De OSPF	169
5.2.3 Ejemplo #2 Redistribución De Rutas De IGRP Dentro De OSPF	170
5.3 Redistribución De Rutas Entre Dominios	171
5.4 Anulación De Bucles De Encaminamiento	172
5.5 E1 Y E2 Rutas Externas	173
5.5.1 Ejemplo De Redistribución De Rutas Externas	176
5.6 Mascara De Subred De Longitud Variable (VLSM)	178
5.7 Redistribución Mutuas De Rutas	181
5.8 Inyectando Rutas Por Defecto En OSPF	185

CAPITULO 6

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED EN OSPF	190
6.1 Implementación de Cisco en OSPF	190
6.2 Metas del Diseño de una Red	191
6.2.1 Funcionabilidad	192
6.2.2 Escalabilidad	192
6.2.3 Adaptabilidad	193
6.2.4 Manejo	193
6.2.5 Costos Efectivos	193
6.3 Características de Diseño de Red	194
6.3.1 Confiabilidad	194
6.3.2 Latencia	194
6.3.3 Costo de recursos WAN	194
6.3.4 Cantidad de tráfico	195
6.3.5 Permitir protocolos múltiples en la WAN	195
6.3.6 Compatibilidad Con Estándares O Sistemas Heredados	195
6.3.7 Simplicidad y Configuración Fácil	195
6.3.8 Soporte Para Las Oficinas Remotas Y Las Telecomunicaciones	196
6.4 Metodología del Diseño de una Red	196
6.4.1 Paso 1: Analice los Requerimientos	197
6.4.2 Paso 2 Desarrollo de la Topología de la Red	200
6.4.3 Paso 3: Determinación del Direccionamiento y la Convención de los Nombres	205
6.4.4 Paso 4: Provisión del Hardware	208
6.4.5 Paso 5: Aprovechamiento del Protocolo y las Características del IOS	209
6.4.6 Paso 6: Implementación Monitoreo y Manejo de la Red	211
6.5 Configurando OSPF en los Ruteadores Cisco	212
6.5.1 Activando OSPF en un Ruteador de interno	212
6.5.2 Configurando un Ruteador Fronterizo de Área (ABR)	213
6.5.3 Configurando un Ruteador Frontera de Sistema Autónomo (ASBR)	215
6.5.4 Configuración de un Ruteador de Espina Dorsal	216
6.5.5 Configuración de Interfaces simplex de Ethernet o Seriales	217
6.5.6 Configuración de Cálculos de Tiempos de Ruta	218
6.5.7 Creando una Interfase de Loopback	219
6.5.8 Configurando OSPF Para Distintos Tipos de Red	220
6.5.9 Configuración de OSPF para Redes de difusión y de Multi Acceso de No Difusión	221
6.5.10 Configuración de OSPF en Redes de No Difusión	221
6.5.11 Configurando OSPF para Redes Punto a Multi-punto	222
6.5.12 Configurando OSPF en Areas Not So Stubby (NSSA)	224
6.5.13 Consideración de Implementación de las Áreas NSSA	225

6.5.14 Configurando la Sumarización de Rutas entre Áreas de OSPF	226
6.5.15 Generando Rutas por Defecto Durante la Redistribución	227
6.5.16 Forzando la Elección de la ID del Ruteador Con Interfases Loopback	228
6.5.17 Deshabilitando cálculos por defecto en OSPF basados en el Ancho de Banda	228
6.5.18 OSPF y los Ruteadores Multi Protocolos (WPM)	230
6.6 Implementación de la Red en Estudio	231
6.6.1 Paso 1: Análisis de Requerimientos.	231
6.6.2 Paso 2: Desarrollo de la Topología	232
6.6.3 Paso 3: Determinación del Direccionamiento y de la Convención de los Nombres	238
6.6.4 Paso 4: Provisión del Hardware	241
6.6.5 Paso 5: Aprovechamiento del Protocolo y de las Características del IOS	251
6.6.6 Paso 6: Implementación de los Ruteadores Interiores Cisco	252
Conclusiones	271
CAPITULO 7	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	272
7.1 Conclusiones	272
7.2 Recomendaciones	285
BIBLIOGRAFIA	288
LISTA DE FIGURAS	289
LISTA DE TABLAS	292