

**CONSTRUCCION Y MANEJO DE REDES CON EL ROUTER RB2011UIAS-
RM MIKROTIK**

LABORATORIO WEB DE PRUEBAS

MARIA PAULA JAIMES AYALA

JONATHAN ALEXIS MANTILLA RODRIGUEZ

DIRECTOR

ALEX ALBERTO MONCLOU SALCEDO



**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
BUCARAMANGA
2018**

**CONSTRUCCION Y MANEJO DE REDES CON EL ROUTER RB2011UiAS-
RM MIKROTIK**

LABORATORIO WEB DE PRUEBAS

MARIA PAULA JAIMES AYALA

JONATHAN ALEXIS MANTILLA RODRIGUEZ

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO
ELECTRÓNICO**

M.SC. ALEX ALBERTO MONCLOU SALCEDO



**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
BUCARAMANGA
2018**

Bucaramanga, 10 de septiembre de 2018

Nota de aceptación:

Firma del presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

*Dedicado a nuestros padres y familia,
quienes fueron un gran apoyo a lo largo
de todos nuestros estudios.*

AGRADECIMIENTOS

A nuestro director de proyecto Alex Alberto Monclou Salcedo, quien se encargó de supervisarnos en el desarrollo del proyecto junto con el ingeniero Jhon Jairo Padilla quien nos aportó sus conocimientos para lograr los objetivos propuestos y terminar con éxito nuestro proyecto de grado.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	21
OBJETIVOS.....	23
OBJETIVO GENERAL	23
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
1 MARCO TEORICO.....	24
1.1 MODELO OSI	24
1.1.1 CAPAS DEL MODELO OSI.....	25
1.2 REDES DE COMUNICACIÓN	26
1.3 ROUTER.....	27
1.4 Protocolo.....	28
1.4.1 Tipos de protocolo	28
1.4.2 Tablas de enrutamiento	29
1.5 Google sites.....	29
1.6 Fibra optica	29
1.6.1 Principios generales	30
1.6.2 Estructura de la fibra óptica	31
1.6.3 Propiedades de la fibra óptica	31
2 METODOLOGIA	32
3 FAMILIARIZACIÓN CON EL ROUTER RB 2011 UIAS-RM Y CONFIGURACIÓN DE IP	34
3.1. OBJETIVOS.....	34
3.2. MATERIALES Y EQUIPOS	34
3.3 MARCO TEÓRICO	34
3.3.1 Router	34
3.3.2 Emuladores de terminal (Teletype display-TTY)	35
3.3.3 WebFig.....	35
3.3.4 Winbox.....	36
3.3.5 Puerto de consola	39
3.3.6 Router RB 2011 UiAS-RM.....	43
3.4 DESARROLLO	45
3.4.1 Conexión física del dispositivo	45
3.3.7 Configuración:.....	46
3.3.8 Configuraciones iniciales winbox.....	53
3.3.9 Asignación de IP.....	59
3.3.10 Asignación de IP por medio de CLI	67
4 CONFIGURACION DE IP ESTATICAS MEDIANTE WINBOX Y PRUEBAS DE CONEXIÓN 73	
4.3 OBJETIVOS.....	73

4.4	MATERIALES Y ELEMENTOS	73
4.5	MARCO TEORICO	73
4.5.1	Diagrama de red.....	73
4.5.2	Topología de red	74
4.5.3	IP dinámica	77
4.5.4	IP estática	78
4.5.5	DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)	78
4.6	DESARROLLO DE LA PRÁCTICA	79
4.6.1	Asignación de IP	82
4.6.2	AGREGAR COMENTARIO (opcional).....	84
4.6.3	ASIGNACIÓN DE RUTAS	86
4.6.4	CONFIGURACION DEL ROUTER 2	88
4.6.5	PRUEBA DE CONEXIÓN	92
4.6.6	PRUEBA DE CONEXIÓN COMPUTADOR 1	96
4.6.7	PRUEBA DE CONEXIÓN COMPUTADOR 2	100
5	CONFIGURACIÓN DE IP ESTÁTICAS MEDIANTE INTERFAZ DE LÍNEA DE COMANDO (CLI) Y PRUEBA DE CONEXIÓN.....	105
5.3	OBJETIVOS.....	105
5.4	MATERIALES Y ELEMENTOS	105
5.5	MARCO TEORICO	105
5.5.1	Interfaz de línea de comandos	105
5.5.2	Protocolo SSH	105
5.5.3	Protocolo telnet.....	106
5.6	DESARROLLO DE LA PRÁCTICA.....	106
5.6.1	Configuración Router 1.....	110
5.6.2	Configuración router 2.....	115
5.6.3	Prueba de conexión	120
6	RED CON EL PROTOCOLO RIP.....	135
6.1	OBJETIVOS.....	135
6.2	MATERIALES Y EQUIPOS	135
6.3	MARCO TEÓRICO	135
6.3.1	Analizador de tráfico Wireshark	135
6.3.2	Red	136
6.3.3	Paquete de Datos	136
6.3.4	Host.....	136
6.3.5	Broadcast.....	136
6.3.6	Protocolo RIP	137
6.4	DESARROLLO	138
6.4.1	Procedimiento para realizar un reset mediante CLI	141
6.4.2	Configuración Router 1.....	145
6.4.3	Configuración Router 2.....	151
6.4.4	Configuración Router 3.....	156

6.4.5	Prueba de conexión wireshark	163
6.4.6	Desarrollo monitoreo de paquetes con Wireshark	167
6.4.7	Interpretación wireshark	168
7	REDES CON EL PROTOCOLO OSPF (OPEN SHORTEST PATH FIRST).....	179
7.3	OBJETIVOS.....	179
7.4	MATERIALES Y EQUIPOS	179
7.5	MARCO TEORICO	179
7.5.1	Protocolo OSPF (Open Shortest Path First)	179
7.5.2	Las ventajas principales de OSPF son las siguientes:	180
7.5.3	Protocolo OSPF Hello e intercambio de base de datos de enlace-estado	180
7.5.4	DR (Designated Router) – DRB(Backup Designated Router).....	181
7.5.5	Dividir un AS OSPF en áreas.....	183
7.6	DESARROLLO DE LA PRÁCTICA	184
7.6.1	Configuración Router 1	185
7.6.2	Configuración Router 2.....	193
7.6.3	Configuración Router 3.....	200
7.6.4	Pruebas de conectividad del Router 1:	206
7.6.5	Pruebas de conectividad con el Router 2:	210
7.6.6	Pruebas de conectividad en el Router 3:	213
8	PROTOCOLO OSPF CONFIGURADO POR MEDIO DE CLI.....	217
8.3	OBJETIVOS.....	217
8.4	MATERIALES Y EQUIPOS	217
8.5	MARCO TEORICO	217
8.5.1	Fibra Óptica	217
8.5.2	Determinación de la mejor ruta	218
8.5.3	Topología de las redes de comunicación	219
8.6	DESARROLLO DE LA PRÁCTICA	221
8.6.1	Conexión	221
8.6.2	Apertura de winbox	226
8.6.3	Configuración Router laboratorio Comunicaciones.....	236
8.6.4	Configuración Router Laboratorio de redes	242
8.6.5	Configuración Router sala de proyectos.....	247
8.6.6	Pruebas de conexión.....	251
8.6.7	Analizador de paquetes (wireshark)	258
9	CONCLUSIONES	264
10	BIBLIOGRAFIA.....	266

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 Capas del modelo OSI	25
Figura 1.2 Tabla de enrutamiento	27
Figura 1.3 Enlace por fibra óptica	30
Figura 1.4 Estructura	31
Figura 2.1 Pasos para la obtención de una ruta de trabajo óptima.	33
Figura 3.1 Ventana inicio WebFig	36
Figura 3.2 Ventana inicio Winbox	37
Figura 3.3 Ventana lista de rutas Winbox	39
Figura 3.4 CLI completo	40
Figura 3.5 CLI comandos jerárquicos	40
Figura 3.6 Estructura física <i>ROUTER RB2011UAS-RM</i>	43
Figura 3.7 Reset	44
Figura 3.8 Puertos del Router	44
Figura 3.9 Componentes del Router	45
Figura 3.10 Pantalla Router	45
Figura 3.11 Conexión física	46
Figura 3.12 Descarga	47
Figura 3.13 Símbolo del sistema	48
Figura 3.14 Símbolo del sistema	48
Figura 3.15 Puerta de enlace	48
Figura 3.16 Descarga de winbox	49
Figura 3.17 Descarga de winbox	49
Figura 3.18 Descarga de winbox	50
Figura 3.19 Explorador	51
Figura 3.20 Puerta de enlace	51
Figura 3.21 Esquema de Red	52
Figura 3.22 Esquema de Red	52
Figura 3.23 Buscador	53
Figura 3.24 Inicio winbox	53
Figura 3.25 Inicio Winbox	53
Figura 3.26 Connect	54
Figura 3.27 Winbox	55
Figura 3.28 Plataforma Winbox	55
Figura 3.29 Reset Configuration	56
Figura 3.30 Confirmación	56
Figura 3.31 Acceder a winbox	57
Figura 3.32 Remove configuration	58
Figura 3.33 Configuración removida	58
Figura 3.34 Esquema de Red	59
Figura 3.35 Plataforma Winbox	60
Figura 3.36 Agregar IP	61
Figura 3.37 Agregar IP	61
Figura 3.38 Lista de IP agregadas	62
Figura 3.39 Panel de control	62
Figura 3.40 Ventana conexiones de red	63

Figura 3.41 Ventana propiedades de conexión de área local	63
Figura 3.42 Protocolo Internet versión 4	64
Figura 3.43 Buscar símbolo del sistema.....	64
Figura 3.44 Ipconfig símbolo del sistema.....	65
Figura 3.45 Ping en símbolo del sistema.....	65
Figura 3.46 Plataforma Winbox.....	66
Figura 3.47 Ventana ping por winbox.....	66
Figura 3.48 Raíz del Router	67
Figura 3.49 Agregar IP	68
Figura 3.50 Opciones de IP	68
Figura 3.51 IP del Router.....	69
Figura 3.52 Ventana conexiones de red.....	69
Figura 3.53 Ventana propiedades de conexión de área local	70
Figura 3.54 Protocolo Internet versión 4	70
Figura 3.55 Ping en símbolo del sistema.....	71
Figura 3.56 Configuración dirección IP automática	72
Figura 4.1 Topología en Bus	74
Figura 4.2 Topología en anillo	75
Figura 4.3 Topología en estrella	76
Figura 4.4 Topología de malla	76
Figura 4.5 Topología de malla parcial	77
Figura 4.6 Diagrama de topología	79
Figura 4.7 Conexión física	80
Figura 4.8 Acceder a winbox	80
Figura 4.9 Inicio Winbox	81
Figura 4.10 Connect	81
Figura 4.11 Winbox.....	82
Figura 4.12 Ventana Winbox.....	82
Figura 4.13 Agregar IP.....	83
Figura 4.14 Ventana agregar serial.....	83
Figura 4.15 Ventana de Comment.....	84
Figura 4.16 Ventana agregar fast	85
Figura 4.17 Ventana Address List	86
Figura 4.18 Asignación de rutas	86
Figura 4.19 Lista de rutas	87
Figura 4.20 Ventana de nueva ruta 1.....	87
Figura 4.21 Ventana de nueva ruta 2.....	87
Figura 4.22 Tabla de enrutamiento Router 1	88
Figura 4.23 Ventana IP serial Router 2	88
Figura 4.24 Ventana IP fast Router 2	89
Figura 4.25 Ventana lista de IP's	89
Figura 4.26 Ventana lista de rutas Router2	90
Figura 4.27 Ventana nueva ruta 1	90
Figura 4.28 Ventana nueva ruta 2	91
Figura 4.29 Tabla de enrutamiento Router 2	91
Figura 4.30 Ventana Panel de control	92
Figura 4.31 Ventana cambiar la configuración del adaptador	92
Figura 4.32 Propiedades de conexión de área local	93
Figura 4.33 Modificar IP	93
Figura 4.34 Ventana Panel de control	94

Figura 4.35 Ventana cambiar configuración del adaptador.....	94
Figura 4.36 Propiedades de conexión de área local	95
Figura 4.37 Configuración dirección IP	95
Figura 4.38 Buscar símbolo del sistema.....	96
Figura 4.39 Información computador 1	96
Figura 4.40 Ping 192.168.2.1	97
Figura 4.41 Ping 192.168.2.2	97
Figura 4.42 Ping 192.168.2.10	98
Figura 4.43 Ping 192.168.2.14	98
Figura 4.44 Ping 192.168.2.7	99
Figura 4.45 Ping 192.168.2.5	100
Figura 4.46 Información computador 2	100
Figura 4.47 Ping 192.168.2.2	101
Figura 4.48 Ping 192.168.2.1	102
Figura 4.49 Ping 192.168.2.14	102
Figura 4.50 Ping 192.168.2.10	103
Figura 4.51 Ping 192.168.2.5	103
Figura 4.52 Ping 192.168.2.7	104
Figura 4.53 Configuración dirección IP automática	104
Figura 5.1 Diagrama de topología	106
Figura 5.2 Conexión física	107
Figura 5.3 Acceder a winbox	107
Figura 5.4 Inicio Winbox	108
Figura 5.5 Connect.....	108
Figura 5.6 Winbox.....	109
Figura 5.7 Interfaz inicial winbox	109
Figura 5.8 New Terminal	110
Figura 5.9 Agregar IP.....	110
Figura 5.10 Opciones de ip address	111
Figura 5.11 Tabla de IP.....	111
Figura 5.12 Agregar comentario.....	111
Figura 5.13 Lista de IP	112
Figura 5.14 Lista de IP	112
Figura 5.15 Lista de IP	112
Figura 5.16 Agregar IP	113
Figura 5.17 Comando print.....	113
Figura 5.18 Salir de un nivel de comando	113
Figura 5.19 Opciones de nivel de comando route	114
Figura 5.20 Comando para agregar una ruta	114
Figura 5.21 Tabla de enrutamiento	114
Figura 5.22 Tabla de enrutamiento comentada.....	115
Figura 5.23 Agregar IP	115
Figura 5.24 Opciones de ip address	115
Figura 5.25 Tabla de IP	116
Figura 5.26 Agregar comentario.....	116
Figura 5.27 Lista de IP Router 2	116
Figura 5.28 Agregar IP	117
Figura 5.29 Lista de IP 2	117
Figura 5.30 Comando comment	117
Figura 5.31 Comando print.....	118

Figura 5.32 Salir de un nivel de comando	118
Figura 5.33 Opciones del comando route	119
Figura 5.34 Comando para agregar una ruta	119
Figura 5.35 Tabla de enrutamiento	119
Figura 5.36 Tabla de enrutamiento comentada	119
Figura 5.37 Ventana Panel de control	120
Figura 5.38 Ventana cambiar la configuración del adaptador	121
Figura 5.39 Propiedades de conexión de área local	121
Figura 5.40 Modificar IP	122
Figura 5.41 Ventana Panel de control	122
Figura 5.42 Ventana cambiar configuración del adaptador	123
Figura 5.43 Propiedades de conexión de área local	124
Figura 5.44 Configuración dirección IP	125
Figura 5.45 Buscar símbolo del sistema	125
Figura 5.46 Información computador 1	126
Figura 5.47 Ping 192.168.2.1	127
Figura 5.48 Ping 192.168.2.2	127
Figura 5.49 Ping 192.168.2.10	128
Figura 5.50 Ping 192.168.2.14	128
Figura 5.51 Ping 192.168.2.7	129
Figura 5.52 Ping 192.168.2.5	129
Figura 5.53 Información computador 2	130
Figura 5.54 Ping 192.168.2.2	131
Figura 5.55 Ping 192.168.2.1	131
Figura 5.56 Ping 192.168.2.14	132
Figura 5.57 Ping 192.168.2.10	132
Figura 5.58 Ping 192.168.2.5	133
Figura 5.59 Ping 192.168.2.7	133
Figura 5.60 Configuración dirección IP automática	134
Figura 6.1 Diagrama de conexión	138
Figura 6.2 Conexión física	139
Figura 6.3 Winbox	140
Figura 6.4 Connect	140
Figura 6.5 Interfaz winbox	141
Figura 6.6 Área de trabajo winbox	142
Figura 6.7 New Terminal	142
Figura 6.8 Comando system	142
Figura 6.9 Comando reset	143
Figura 6.10 Configuración inicial Router	143
Figura 6.11 Pantalla de inicio Winbox	143
Figura 6.12 Pantalla inicial	144
Figura 6.13 Verificación IP nueva	144
Figura 6.14 Acceso a winbox	144
Figura 6.15 Raíz del Router 1	145
Figura 6.16 Opciones IP	146
Figura 6.17 Direcciones IP	146
Figura 6.18 Dirección IP 1	147
Figura 6.19 Dirección IP 2	147
Figura 6.20 Dirección IP	148
Figura 6.21 Menú routing	148

Figura 6.22 Configuración RIP	149
Figura 6.23 RIP Network1	149
Figura 6.24 RIP Network2	150
Figura 6.25 Sub-ventana Networks	150
Figura 6.26 Añadir IP.....	151
Figura 6.27 Añadir	152
Figura 6.28 IP 1	152
Figura 6.29 Dirección IP	153
Figura 6.30 Lista IP agregadas	153
Figura 6.31 RIP	154
Figura 6.32 Configuración RIP	154
Figura 6.33 RIP Network1	155
Figura 6.34 RIP Network 2.....	155
Figura 6.35 IP en protocolo RIP	156
Figura 6.36 Menú IP.....	157
Figura 6.37 Ventana agregar IP.	157
Figura 6.38 + address list.....	158
Figura 6.39 Ingreso IP 1.....	158
Figura 6.40 Ingreso IP 2.....	159
Figura 6.41 lista de direcciones completa.....	159
Figura 6.42 RIP.....	160
Figura 6.43 Lista de redes RIP.....	160
Figura 6.44 Lista de red	161
Figura 6.45 Lista de redes RIP.....	161
Figura 6.46 Lista de redes añadidas en RIP	162
Figura 6.47 Diagrama de conexiones físicas	162
Figura 6.48 Ventana inicio wireshark	163
Figura 6.49 Interfaz de usuario de captura wireshark.....	164
Figura 6.50 Paquetes de dato.....	165
Figura 6.51 Colouring rules	165
Figura 6.52 Protocolos	166
Figura 6.53 Barra de herramientas wireshark.....	167
Figura 6.54 Conexión física.....	167
Figura 6.55 Wireshark.....	168
Figura 6.56 Paquete request	168
Figura 6.57 Paquete response	169
Figura 6.58 Panel detalle de paquetes.....	169
Figura 6.59 Datos del frame	170
Figura 6.60 Datos de trama.....	170
Figura 6.61 Datos de la capa de internet	171
Figura 6.62 Datos de protocolo	171
Figura 6.63 Campo capa de transporte.....	171
Figura 6.64 Selección de datos del paquete.....	172
Figura 6.65 Opción Flow Graph	172
Figura 6.66 Opciones Flow Graphs	173
Figura 6.67 Ventana de folow graphs	173
Figura 6.68 Desconexión física	174
Figura 6.69 Protocolo ICMP.....	175
Figura 6.70 Nuevo protocolo.....	176
Figura 6.71 Mensajes de respuesta	177

Figura 6.72 Pasos de rutas	178
Figura 7.1 Protocolo OSPF Hello e intercambio de base de datos	180
Figura 7.2 EL DR (Designated Router)	182
Figura 7.3 EL BDR (Backup Designated Router).....	182
Figura 7.4 Dividir un AS OSPF en áreas	184
Figura 7.5 Topología de la red	185
Figura 7.6 Acceso al ROUTER.....	185
Figura 7.7 Interfaz inicial winbox	186
Figura 7.8 New Terminal	186
Figura 7.9 Comando system	187
Figura 7.10 Comando reset	187
Figura 7.11 Configuración inicial Router	187
Figura 7.12 Pantalla inicial	188
Figura 7.13 Verificación IP nueva	188
Figura 7.14 Interfaz del Router.....	189
Figura 7.15 Opciones IP.....	189
Figura 7.16 Direcciones IP	190
Figura 7.17 Dirección IP	190
Figura 7.18 Routing.....	191
Figura 7.19 Configuración OSPF	191
Figura 7.20 OSPF	192
Figura 7.21 OSPF network 2	192
Figura 7.22 Networks.....	193
Figura 7.23 Remover configuración	193
Figura 7.24 Conexión Router	194
Figura 7.25 Añadir IP.....	195
Figura 7.26 Lista IP	195
Figura 7.27 Lista de direcciones.....	196
Figura 7.28 Lista de direcciones.....	197
Figura 7.29 Lista IP agregadas	197
Figura 7.30 OSPF	198
Figura 7.31 Configuración OSPF	198
Figura 7.32 OSPF.....	199
Figura 7.33 OSPF.....	199
Figura 7.34 Protocolo OSPF.....	200
Figura 7.35 Acceso al Router	200
Figura 7.36 Añadir IP.....	201
Figura 7.37 Lista de direcciones.....	201
Figura 7.38 Ingreso IP	202
Figura 7.39 Ingreso IP	202
Figura 7.40 Lista de direcciones.....	203
Figura 7.41 OSPF	203
Figura 7.42 OSPF	204
Figura 7.43 Lista de red	204
Figura 7.44 Lista de redes OSPF.....	205
Figura 7.45 Redes en OSPF	205
Figura 7.46 Diagrama de conexiones.....	206
Figura 7.47 Conexión física.....	206
Figura 7.48 Vecinos de las direcciones	207
Figura 7.49 Tablas de enrutamiento R1.....	207

Figura 7.50 Neighbors	208
Figura 7.51 Enrutamiento	208
Figura 7.52 Ping	209
Figura 7.53 Vecinos.....	210
Figura 7.54 Vecino por CLI.....	210
Figura 7.55 Neighbors en CLI.....	211
Figura 7.56 Rutas	211
Figura 7.57 Tabla de enrutamiento	211
Figura 7.58 Ping	212
Figura 7.59 Neighbors Router 3.....	213
Figura 7.60 Tabla de enrutamiento	213
Figura 7.61 Terminal	214
Figura 7.62 Vecinos por CLI	214
Figura 7.63 Lista de enrutamiento.....	214
Figura 7.64 Pings.....	215
Figura 8.1 Sección transversal de la fibra	217
Figura 8.2 Transformación Cobre-Óptica.....	218
Figura 8.3 Topología anillo con control distribuido.....	220
Figura 8.4 Topología anillo con control centralizado	220
Figura 8.5 Modulo fibra óptica.....	221
Figura 8.6 Conversor eléctrico-óptico.....	222
Figura 8.7 Diagrama de conexión	223
Figura 8.8 Router salón comunicaciones	223
Figura 8.9 Router laboratorio de redes.....	224
Figura 8.11 Winbox.....	226
Figura 8.12 Lista de Router	226
Figura 8.13 Router redes.....	228
Figura 8.14 Interfaz Router 1.....	229
Figura 8.15 Reset	230
Figura 8.16 Confirmación Reset	230
Figura 8.17 Desconexión	231
Figura 8.18 Inicio winbox	231
Figura 8.19 Configuración	232
Figura 8.20 Identidad R1	232
Figura 8.21 Cambio identidad	233
Figura 8.22 Comprobación identidad	234
Figura 8.23 Desconexión R1	234
Figura 8.24 Lista de Router 2.....	235
Figura 8.25 Lista de Router con identidad	236
Figura 8.26 Acceso Router comunicaciones.....	237
Figura 8.27 Interfaz Router comunicaciones.....	237
Figura 8.28 Terminal para comunicaciones	238
Figura 8.29 Primera IP Router comunicaciones	238
Figura 8.30 Segunda IP router comunicaciones	239
Figura 8.31 Lista de direcciones.....	239
Figura 8.32 Nivel inferior	240
Figura 8.33 Ingreso network 1 comunicaciones.....	240
Figura 8.34 Ingreso network 2 y comprobación.....	241
Figura 8.35 Desconexión Router comunicaciones.....	241
Figura 8.36 Inicio winbox	242

Figura 8.37 Terminal para redes.....	242
Figura 8.38 Primera IP router redes	243
Figura 8.39 Segunda IP router redes.....	244
Figura 8.40 Lista de dirección para el router de redes	244
Figura 8.41 Routing redes	245
Figura 8.42 Ingreso network 1 redes	245
Figura 8.43 Ingreso network 2 redes	246
Figura 8.44 Desconexión router redes.....	246
Figura 8.45 Acceso router proyectos	247
Figura 8.46 Interfaz router proyectos.....	247
Figura 8.47 Primera IP proyectos	248
Figura 8.48 Segunda ip proyectos.....	249
Figura 8.49 Lista de direcciones router proyectos.....	249
Figura 8.50 Routing sala proyectos.....	249
Figura 8.51 Ingreso network 1 proyectos	250
Figura 8.52 Ingreso network 2 proyectos	250
Figura 8.53 Desconexión router proyectos	250
Figura 8.54 Ping comunicaciones a redes	251
Figura 8.55 Ping de comunicaciones a redes 2.....	252
Figura 8.56 Ping de comunicaciones a sala de proyectos	253
Figura 8.57 Ping de comunicaciones a sala de proyectos 2	253
Figura 8.58 Desconexión router comunicaciones 2.....	253
Figura 8.59 Acceso router redes.....	254
Figura 8.60 Ping redes a sala de proyectos	255
Figura 8.61 Ping redes a sala de proyectos 2	256
Figura 8. 62 Comando para ver paquetes	257
Figura 8.63 Mirror.....	258
Figura 8.64 Wireshark.....	258
Figura 8.65 Desconexión física ether 4	259
Figura 8.66 Paquetes	259
Figura 8.67 Paquetes Hello	260
Figura 8.68 Paquetes LSU y LSAck	260
Figura 8.69 Estabilización de paquetes.....	261
Figura 8.70 Flow graph.....	262
Figura 8.71 Adyacencia	262

LISTA DE TABLAS

Tabla 3.1 Modos de comando en el CLI	35
Tabla 3.2 Comandos generales	41
Tabla 3.3 Lista de llaves	42
Tabla 4.2 Topología IP.....	79
Tabla 5.1 Topología IP.....	106
Tabla 8.1 Direcciones MAC.....	227

GLOSARIO

CLI: Línea de comandos.

RIP: Protocolo de puerta de enlace interna o interior

OSPF: Protocolo de direccionamiento de tipo enlace-estado

WINBOX: Utilidad que permite la administración de Mikrotik RouterOs.

DNS: Sistema de nombres de dominio.

Host: Computador usuario de la red.

IP: Protocolo de internet.

LAN: Redes de área local.

WAN: Red de computadoras que une varias redes locales.

OSI: Modelo de interconexión de sistemas abiertos.

Rack: Soporte metálico destinado a alojar equipamiento electrónico.

TCP: Protocolo de control de transmisión.

TTY: Terminal o consola.

UDP: Protocolo de datagrama de usuario.

VLAN: Red de área local virtual.

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: CONSTRUCCIÓN Y MANEJO DE REDES CON EL ROUTER RB2011UIAS-RM MIKROTIK. LABORATORIO WEB DE PRUEBAS.

AUTOR(ES): Maria Paula Jaimes Ayala
Jonathan Alexis Mantilla Rodriguez

PROGRAMA: Facultad de Ingeniería Electrónica

DIRECTOR(A): Alex Alberto Monclou Salcedo

RESUMEN

En las últimas décadas del siglo XX, alrededor de 1970 y 1980 la fusión entre las telecomunicaciones y los sistemas de computadores fue un avance en la tecnología entre las que se resaltan las siguientes características: •“No hay grandes diferencias entre el procesamiento de datos y las comunicaciones. •Las fronteras entre computadores monoprocesador y multiprocesador; así como entre redes de área local, metropolitanas y de área amplia son cada vez más difusas”. La unión entre las telecomunicaciones y los computadores marcó un punto de partida en la organización de las empresas y en el desarrollo de equipos y programas al servicio de ellas. De trabajar alrededor de un solo computador se pasó al uso de computadores conectados intercambiando información, sistemas conocidos como redes de computadores. La importancia de las redes se da al compartir información, programas y que los dispositivos estén al alcance de los usuarios independientemente de su ubicación geográfica, concepto que lleva a la denominación de las redes LAN, MAN y WAN. La integración de estas tecnologías más allá del conocimiento teórico se ve reflejada al momento de interactuar con los diversos equipos que existen en la interconexión de redes y la facultad de ingeniería electrónica de la Universidad Pontificia Bolivariana ofrece la oportunidad de desarrollos reales al trabajar con equipos comerciales como switches y routers. Ante esta situación, se plantea el desarrollo de un laboratorio web en donde se realizará la construcción y manejo de redes con el router RB2011UiAS-RM MIKROTIK mediante una secuencia lógica, ordenada, de fácil acceso y consulta tal que complemente las bases adquiridas. El trabajo se complementa con la puesta en marcha de un sitio web diseñado en Google sites que hace que este trabajo sea de fácil acceso de manera remota.

PALABRAS CLAVE:

Router RB2011UiAS-RM, redes, comunicaciones, computador, LAN, MAN, WAN, web.

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: CONSTRUCTION AND MANAGEMENT OF NETWORKS WITH THE ROUTER RB2011UIAS-RM MIKROTIK. TEST WEB LAB.

AUTHOR(S): Maria Paula Jaimes Ayala
Jonathan Alexis Mantilla Rodriguez

FACULTY: Facultad de Ingeniería Electrónica

DIRECTOR: Alex Alberto Monclou Salcedo

ABSTRACT

In the last decades of the twentieth century, around 1970 and 1980, the fusion between telecommunications and computer systems was a breakthrough in technology, among which the following characteristics stand out: • \"There are no big differences between data processing and communications. • The borders between single processor and multiprocessor computers; as well as between local area, metropolitan and wide area networks are increasingly diffuse\". The union between telecommunications and computers marked a starting point in the organization of companies and in the development of equipment and programs at their service. From working around a single computer to the use of connected computers exchanging information, systems known as computer networks. The importance of networks is given by sharing information, programs and that devices are available to users regardless of their geographical location, a concept that leads to the naming of LAN, MAN and WAN networks. The integration of these technologies beyond the theoretical knowledge is reflected when interacting with the various hardware that exist in the interconnection of networks and the electronic engineering faculty of the Universidad Pontificia Bolivariana offers the opportunity of real developments when working with commercial hardware as switches and routers. Faced with this situation, the development of a web laboratory where the construction and management of networks with the RB2011UiAS-RM MIKROTIK router through a logical, orderly, easy access and query sequence that complements the acquired bases. The work is complemented with the implementation of a website designed on Google sites that makes this work easily accessible remotely.

KEYWORDS:

Router RB2011UiASRM, networks, communications, computer, LAN, MAN, WAN, web.

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas del siglo XX, alrededor de 1970 y 1980 hubo una fusión que generó una revolución entre las telecomunicaciones y los sistemas de computadores existentes de tal manera que se dio un avance en la tecnología entre las que se resaltan las siguientes características:

- “No hay grandes diferencias entre el procesamiento de datos (los computadores) y las comunicaciones de datos (la transmisión y los sistemas de comunicación).
- No hay diferencias fundamentales entre las transmisiones de datos, de voz o de video.
- Las fronteras entre computadores monoprocesador y multiprocesador; así como entre redes de área local, metropolitanas y de área amplia son cada vez más difusas”.¹

La unión entre las telecomunicaciones y los computadores marcó un punto de partida en la organización de las empresas y en el desarrollo de equipos y programas al servicio de ellas, en donde la característica particular de los centros de cómputo que era desarrollar el trabajo alrededor de un solo computador pasó al uso de computadores conectados intercambiando información, sistemas conocidos como redes de computadores.

La importancia de las redes se da al compartir información, programas y que los dispositivos estén al alcance de los usuarios independientemente de su ubicación geográfica, concepto que lleva a la denominación de las redes de área local LAN cuando se refiere a equipos localizados en zonas cercanas y cuando el cubrimiento geográfico es mayor e involucra proveedores de telecomunicaciones se le conoce como red de área amplia WAN.

La red de computadores involucra la interconexión y el intercambio de información y toma en cuenta el concepto de protocolo como el conjunto de reglas para intercambiar datos, y que junto con la organización de lo que se denomina capas constituye lo que se conoce como arquitectura de red.

La integración de estos conceptos más allá del conocimiento teórico se ve reflejada al momento de interactuar con los diversos equipos que existen en la interconexión de redes y la facultad de ingeniería electrónica de la Universidad Pontificia Bolivariana ofrece la oportunidad de desarrollos reales al trabajar con equipos comerciales como *switches* y *routers* lo cual permite a los estudiantes encaminarse

¹ Stallings William, Comunicaciones y redes de computadores, Prentice Hall, Séptima edición, España 2004.

en nuevos campos de las telecomunicaciones, con el fin de adquirir conocimientos que serán de utilidad en su desarrollo profesional.

No está de más expresar que el desarrollo de las tecnologías ha provocado cambios notables en la sociedad, cambios que han reformado el ámbito educativo que transforma escenarios y prácticas educativas, en la mayoría de los casos el uso de la enseñanza mediada por computadora se evidencia como una idea favorable que contribuye a mejorar el aprendizaje y la calidad de la enseñanza adquiriendo una mayor productividad para el estudiante.

Ante esta situación, se plantea el desarrollo de un laboratorio web en donde se realizará la construcción y manejo de redes con el router RB2011UiAS-RM MIKROTIK mediante una secuencia lógica, ordenada, de fácil acceso y consulta para el estudiante de ingeniería electrónica tal que complemente las bases adquiridas. Al momento de buscar una solución al planteamiento de la interconexión de red que se le proponga, hará un aporte óptimo consultando dicha página web.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar las guías para la construcción y manejo de redes con el Router RB2011UiAS-RM Mikrotik. implementadas en una página web para divulgación y fácil acceso a la información de la configuración del Router.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar los protocolos denominados IGP (Interior Gateway Protocol) para comprender el intercambio de información entre los enrutadores con los que cuenta la facultad de ingeniería electrónica
- Seleccionar los protocolos para el desarrollo del laboratorio web que le permitan al estudiante interactuar con los enrutadores con los que cuenta la facultad de ingeniería electrónica, tomando como referencia el comportamiento del RIP (Routing Information Protocol) y del OSPF (Open Shortest Path First).
- Analizar los métodos de configuración del sistema operativo MikroTik RouterOS, como son el WINBOX y el puerto de consola con el fin de desarrollar una plataforma de fácil acceso para su comprensión.
- Crear la plataforma web mediante Google sites, herramienta apropiada para la creación de páginas web.
- Evaluar el uso de las practicas mediante el desarrollo de estas con un grupo de estudiantes de ingeniería electrónica.

1 MARCO TEORICO

1.1 MODELO OSI

Para mediados de 1980, las empresas comenzaron a sufrir el rápido crecimiento de la infraestructura en telecomunicaciones y como resultado se tenían redes que utilizaban diferentes especificaciones, tecnologías o comandos.

La misma dificultad surgía con las empresas que desarrollaban tecnologías de conexiones privadas o propietarias de tal manera que las tecnologías de conexión que respetaban reglas propietarias en forma estricta no podían comunicarse con tecnologías que usaban reglas diferentes.

Con el fin de afrontar el problema de incompatibilidad de redes, la ISO (Organización Internacional para la Estandarización) investigó modelos de conexión como la red de *Digital Equipment Corporation* (DECnet), la Arquitectura de Sistemas de Red (Systems Network Architecture) y el TCP/IP a fin de encontrar un conjunto de reglas aplicables de forma general a todas las redes. Con base en esta investigación, la ISO desarrolló un modelo de red que ayudaba a los fabricantes a crear redes compatibles.²

El núcleo de este estándar es el modelo de referencia OSI, una normativa formada por siete capas que define las diferentes fases por las que deben pasar los datos para viajar de un dispositivo a otro sobre una red de comunicaciones.³ El modelo especifica el protocolo que debe ser usado en cada capa, y suele hablarse de modelo de referencia ya que es usado como una herramienta para la enseñanza en las comunicaciones de redes.

Es así que cuando se habla de la red de redes, conocida como la internet, la interconexión se debe atener a unas normas mínimas para una exitosa comunicación entre sí. Recordando que Internet se define como una red global en la que se comunican todas las redes que utilizan protocolos TCP/IP compatibles.

² Hubert Zimmermann, IEEE Transactions on Communications, vol. 28, no. 4, april 1980, pp. 425 - 432.

³ STALLINGS, William Comunicaciones y redes de computadores 7ª edición, España 2004.

1.1.1 CAPAS DEL MODELO OSI

Figura 1.1 Capas del modelo OSI

Capa de Aplicación	7. Programas de aplicación que usa la red.
Capa de Presentación	6. Estandariza la forma en que se presentan los datos de las aplicaciones.
Capa de Sesión	5. Gestiona las conexiones entre aplicaciones cooperativas.
Capa de Transporte	4. Proporciona servicios de detección y corrección de errores.
Capa de Red	3. Gestiona conexiones a través de la red para las capas superiores.
Capa de Enlace de Datos	2. Proporciona servicios de envío de datos a través del enlace físico.
Capa Física	1. Define las características físicas de la red material.

Fuente: W. Stallings, Comunicaciones y Redes de computadores.

En las 7 capas del modelo OSI como se muestra en la figura 1, la capa física proporciona el medio para la transmisión entre los enlaces. La capa 2 se encarga del direccionamiento, topología de la red, acceso al medio y ayuda a determinar el paso de tramas que se transmiten. Mientras que la capa 3 se encarga del enrutamiento y tiene como fin hacer llegar los datos a su destino sin la necesidad de que los dispositivos estén conectados directamente. El equipo encargado de este trabajo es el router, el cual en algunos casos puede cumplir la función de switch dependiendo del nivel en el cual se encuentre.

La capa 4 o de transporte se encarga de suministrar un mecanismo que intercambie datos entre los sistemas finales y garantiza que los datos se entreguen sin pérdidas y en orden. La PDU (*protocol data unit*) de la capa 4 se llama Segmento o Datagrama, dependiendo de si corresponde a TCP o UDP (*protocol data unit*).⁴

La capa 5 o capa de sesión se encarga de brindar los medios para controlar un diálogo en los sistemas finales. Tiene la capacidad de asegurar que dada una sesión establecida entre dos máquinas se reanuda la comunicación a pesar de una interrupción. La capa 6 define el formato para el intercambio de datos entre las aplicaciones y presenta la información de manera reconocible para la variedad de equipos existentes.

⁴ Stallings William, Comunicaciones y redes de computadores, Prentice Hall, Séptima edición, España 2004.

Finalmente, la capa 7 o capa de aplicación es la que proporciona a los programas la capacidad de acceder a las demás capas determinando los protocolos que utilizarán las aplicaciones para el intercambio de datos tales como correo electrónico, transferencia de archivos y el acceso desde terminales a computadores remotos.⁵

1.2 REDES DE COMUNICACIÓN

Se define como la conexión en la cual diferentes computadores intercambian información haciendo uso de recursos ya sean ajenos o propios.

Para lograr el enlace entre las computadoras y los medios de transmisión es necesario el uso de una tarjeta de red, o NIC (*Network Interface Card*), lo cual permite enviar y recibir paquetes a otros dispositivos por medio de un protocolo establecido.

En la red se identifican unos componentes esenciales en el proceso de comunicación estos son:

- Emisor, es quien envía el mensaje
- Mensaje, dato o archivo que envía el emisor.
- Medio, es el canal por el que se envía el mensaje.
- Receptor, es quien recibe el mensaje.

Características:

- El sistema de red permite la transferencia de datos a cortas y largas distancias con gran velocidad de transmisión según el canal.
- Las redes están definidas según sus estándares y protocolos para su funcionamiento.
- El flujo de datos está controlado por el modelo OSI un modelo de red que ayuda a implementar redes que puedan comunicarse y trabajar en conjunto.

Dispositivos de red: Los equipos informáticos necesitan de una determinada tecnología que forme la red en cuestión. Según las necesidades se deben seleccionar los elementos adecuados para poder completar el sistema. Los

⁵ Historia de la ISO, Modelo OSI y sus Capa Física [en línea], 15 de octubre de 2017 [revisado 15 marzo 2018]. Disponible en Internet: <http://www.mintic.gov.co/http://tecnologiadeinternetjc.blogspot.com.co/2012/10/historia-de-la-iso-modelo-osi-y-sus.html>

elementos de la electrónica de red más usuales son: Conmutador o switch, Enrutador o router y punto de acceso inalámbrico o WAP.

1.3 ROUTER

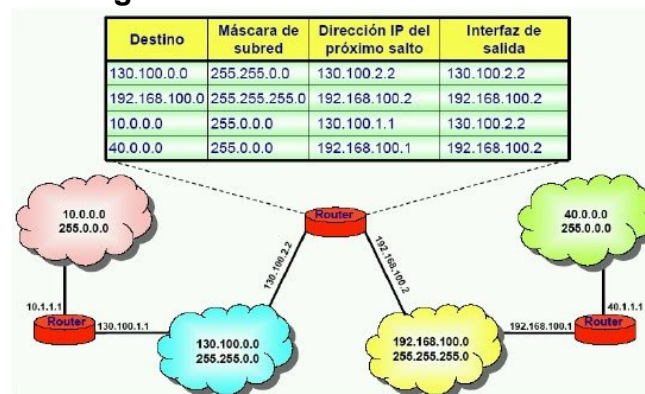
En un principio existió un dispositivo que se acerca a las características de lo que hoy conocemos como router, era el Interface Message Processor o IMP. Los IMP eran los dispositivos que formaban la ARPANET, la primera red de conmutación de paquetes. El *International Network Working Group* (INGW) fue el promotor de la idea de router en ese momento llamado gateway o puerta de enlace.

Ya que en ese momento se utilizaba la conmutación de paquetes, el router se distinguía por características como conectar diferentes tipos de redes, pero sin garantizar la efectividad en la entrega de tráfico. Debido a esto DARPA profundizó más en el tema y creó la arquitectura TCP/IP la cual se usa actualmente y asegura una entrega de tráfico de datos.

Hoy en día los routers emplean un hardware determinado para acelerar las funciones de encaminamiento más específicas, como son el encaminamiento de paquetes y funciones especiales como la encriptación IPsec.

La figura 1 muestra el funcionamiento básico de un enrutador es enviar los paquetes de red por el camino o ruta más adecuada en cada momento. Para ello almacena los paquetes recibidos y procesa la información de origen y destino. Con base en esta información lo reenvía a otro router o al host final en una actividad que se denomina 'encaminamiento'. Cada router se encarga de decidir el siguiente salto en función de su tabla de reenvío o tabla de encaminamiento, la cual se genera mediante protocolos que deciden cuál es el camino más adecuado o corto.

Figura 1.2 Tabla de enrutamiento



Fuente: <https://sites.google.com/site/redeslocalesyglobales/6-arquitecturas-de-redes/6-arquitectura-tcp-ip/9-encaminamiento-ip>.

1.4 PROTOCOLO

Los protocolos de enrutamiento son los encargados de administrar la actividad de enrutamiento en un sistema esto quiere decir que para llevar a cabo una tarea se debe configurar el router con un conjunto de reglas con el fin de compartir información de enrutamiento.

1.4.1 Tipos de protocolo

Todos los protocolos de enrutamiento cumplen las mismas funciones, aprendiendo y determinando cuales la mejor ruta hacia un destino.

Existen dos clases de protocolos de enrutamiento:

- **Vector distancia:**

Determina la distancia por medio de vectores, este protocolo es lento en comparación con otros, esto quiere decir que mientras más grande y compleja sea la red, más lento será el funcionamiento del protocolo cuenta con una fácil configuración la cual no requiere de muchos conocimientos.

El protocolo RIP es ejemplo de esto cuando un usuario se conecta el servidor de terminales avisa con un mensaje RIP al router más cercano advirtiéndolo de la dirección IP que ahora le pertenece.

- **Estado de enlace:**

Estos protocolos conocen toda la red y se mantienen actualizados sobre las rutas. Se adaptan a diferentes escenarios y hacen la red más eficiente. Estos protocolos requieren de más conocimientos para su configuración, lo que los hace más complejos.

El OSPF es ejemplo de este tipo de protocolo se usa en la parte interna de las redes. Cada router conoce los routers cercanos y las direcciones que posee y cuando tiene que enviar un paquete lo envía por la ruta por la cual de menos saltos.

1.4.2 Tablas de enrutamiento

Es la encargada de almacenar las rutas que se encuentran en los dispositivos electrónicos conectados a la red, habitualmente están en los enrutadores o en una red que forme archivos o bases de datos. Al momento de requerir la mejor ruta para la transferencia de datos desde un nodo a otro de la red se hace referencia a la tabla de enrutamiento.

Generalmente las tablas de enrutamiento tienen la capacidad de mantenerse siempre y cuando la red sea pequeña y estática, dichas tablas cambian únicamente si el administrador realiza el cambio manualmente, a diferencia de las tablas de enrutamiento dinámicas en las cuales los dispositivos se mantienen y construyen automáticamente sus propias tablas de enrutamiento esto mediante el intercambio de información utilizando protocolos de enrutamiento que permiten que los dispositivos se adapten automáticamente a los fallos y cambios que se realicen dentro de la red.

1.5 GOOGLE SITES

Es una herramienta o aplicación que ofrece la empresa estadounidense Google, es una aplicación gratuita y se ofrece a quien tenga una cuenta de correo de Google (Gmail), permite crear una página web de consulta rápida y agradable a la vista de los usuarios. Se pueden incluir videos, presentaciones, calendarios, archivos adjuntos y texto. Cuenta con la facilidad de compartir la dirección y dar autorización para que se pueda acceder a la página y así editarla, complementarla y colaborar en el desarrollo de la misma.

1.6 FIBRA OPTICA

De igual manera que las ondas de radio, las ondas de luz son formas de energía electromagnética, a raíz de la invención del láser las investigaciones se fueron dirigiendo hacia la creación de un sistema de transmisión por fibra óptica, debido a la alta frecuencia del portador puede permitir la transmisión de una gran cantidad de información. De aquí parte la investigación que se orienta en examinar los tres tipos de componentes de un sistema de transmisión por fibras ópticas: el medio de transmisión, las fuentes ópticas moduladas por la señal que lleva la información y el detector óptico, que extrae de la portadora una señal igual a la señal recibida en la entrada. En lo relativo al medio de transmisión se estudiaron tres posibilidades

- Visibilidad directa a través del aire

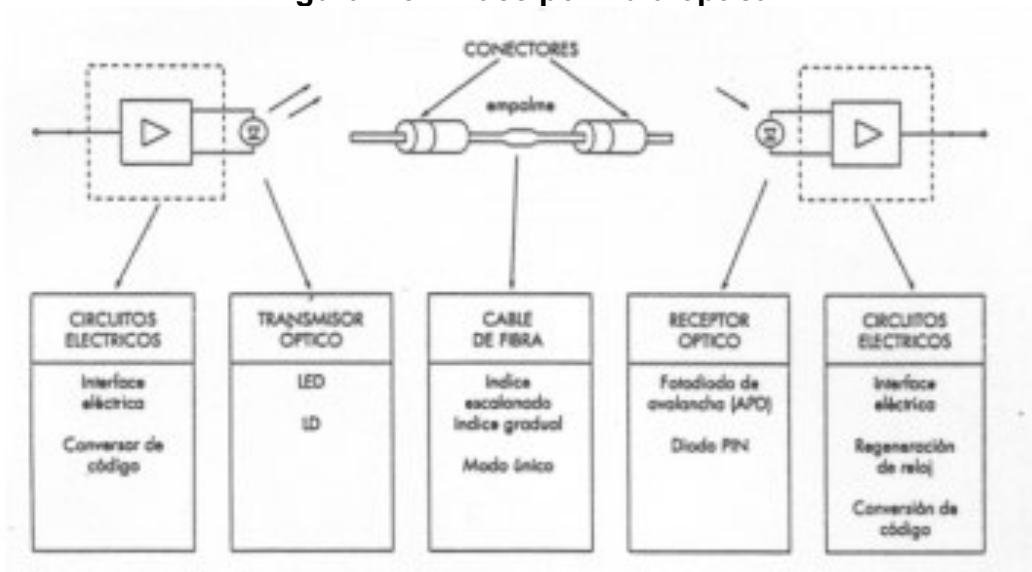
- Haz de luz guiado por medio de espejo o lentes
- Fibra de vidrio

La primera opción se vio limitado debido a que las pérdidas de propagación se incrementan mucho debido a las lluvias y la niebla, además de esto la transmisión depende de visibilidad directa exigiendo una gran precisión. el segundo implica mucha dificultad al momento de intalarlo. finalmente se encuentra la fibra de vidrio la cual presentaba atenuaciones pero que funciono como punto de partida ya que años más tarde se logró la fabricación de la primera fibra óptica siendo esta una hebra de vidrio de alta pureza y del ancho de un cabello, este proceso se ha ido desarrollando con el paso del tiempo.

1.6.1 Principios generales

El sistema de fibra óptica funciona enviando información mediante rayos de luz. Este compuesto por un dispositivo fotoemisor el cual convierte los impulsos eléctricos en rayos de luz, un canal mediante el cual la luz transita y un dispositivo fotoeléctrico que transforma de nuevo la señal luminosa en un impulso eléctrico.⁶

Figura 1.3 Enlace por fibra óptica



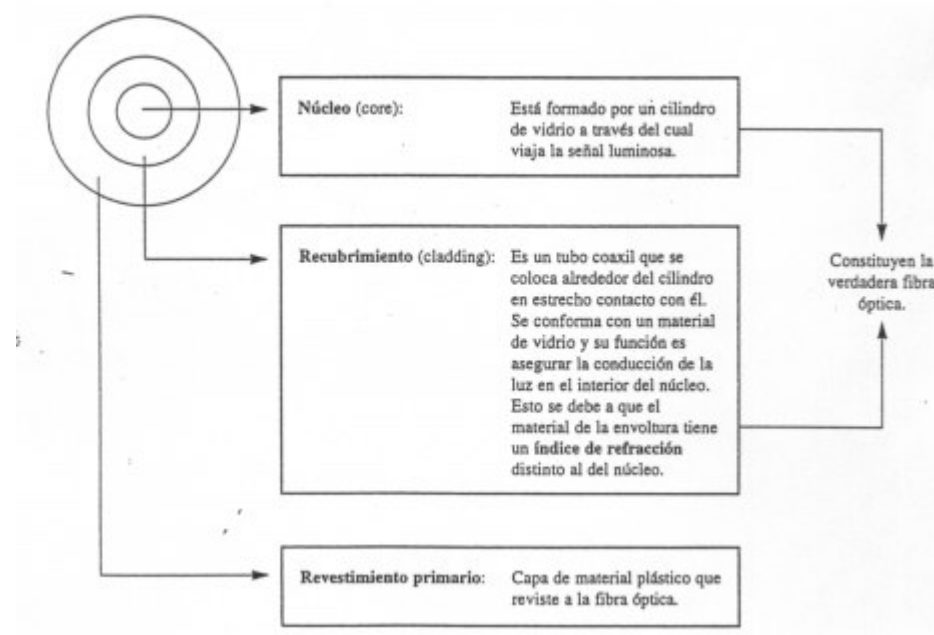
Fuente: Modulo introductorio principios generales del sistema de fibra óptica/Ing. Oscar M.Santa Cruz.

⁶ MODULO INTRODUCTORIO PRINCIPIOS GENERALES DEL SISTEMA DE FIBRA OPTICA [en línea], <http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/electronica/ElectronicaAplicadaIII/PlantelExterior/IntroductorioResumen%20FO.pdf>

1.6.2 Estructura de la fibra óptica

Es una guía de señales ópticas y tiene la particularidad de poder encaminar la luz incluso en un recorrido que implique curvas.

Figura 1.4 Estructura



Fuente: Modulo introductorio principios generales del sistema de fibra óptica/Ing. Oscar M.Santa Cruz.

1.6.3 Propiedades de la fibra óptica

- Es liviana y flexible debido a su diámetro.
- Los problemas de interferencia son nulos.
- La interferencia electromagnética no tiene efecto frente a la señal óptica o la información que se está transmitiendo.
- Las características de transmisión varían únicamente con la temperatura, variación leve que no requiere compensación de temperatura.
- Las transmisoras y receptoras se conectan únicamente por medio de guías ópticas eléctricamente aisladas.

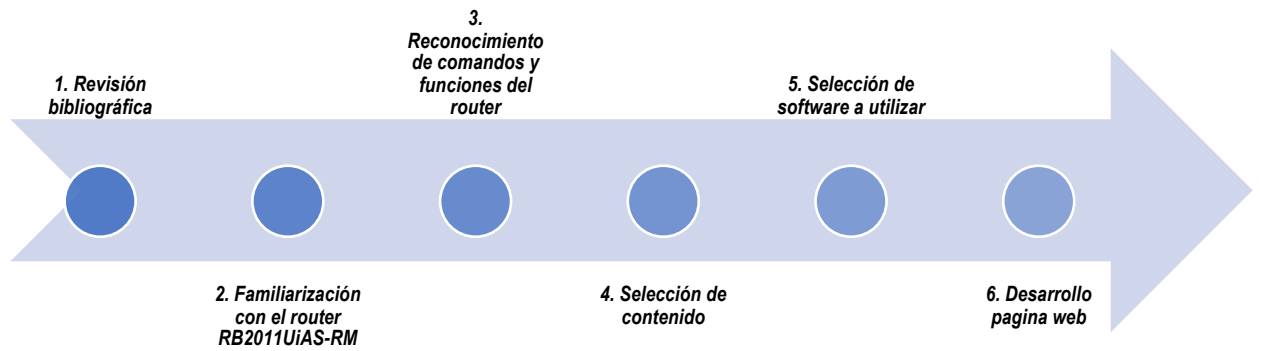
2 METODOLOGIA

La página web a desarrollar por medio de google sites servirá de complemento para dar una visión unificada del amplio campo de las telecomunicaciones y las redes de computadores. El orden que lleva el proyecto refleja un intento de estructurar la variedad de temas los cuales se incluyen en partes, de tal forma que el estudiante lleve un proceso de aprendizaje claro y detallado. En el desarrollo del proyecto se tomaron como temas principales los dispositivos necesarios para la construcción y manejo de redes de comunicación como lo es el router RB2011UiAS-RM de la marca MikroTik con el cual cuenta la facultad, las herramientas para acceder a él y la elaboración de contenido para que los usuarios logren realizar la construcción de redes de comunicación.

Durante el desarrollo de las practicas se implementaron seis pasos con el fin de obtener una ruta de trabajo óptima. En una primera instancia será necesario tener bases teóricas claras para lo cual se tomarán como referencia libros y anteproyectos. Seguido a esto se estudiará el *router RB2011UiAS-RM*, tema central para el desarrollo de las guías que serán plasmadas en la página web. En el tercer paso se buscará reconocer cada uno de los comandos necesarios para la configuración y manejo software del dispositivo el cual tiene un lenguaje definido y se plasmara en una tabla con los comandos y su respectivo funcionamiento. Dado que el tema a tratar es tan extenso el siguiente paso es adquirir la información de todo tipo de fuentes tales como manual del fabricante, fuentes en línea y libros; con el fin de profundizar y desarrollar una serie de conceptos estructurados para dar a entender a los estudiantes la implementación y manejo de redes de comunicaciones.

En el paso quinto el proyecto se encuentra listo para la elaboración del contenido con una secuencia lógica y clara de la configuración del router y también el procedimiento que se debe seguir para cada sección de las prácticas en la página web. Finalmente se desarrollará la página web en Google sites que es una aplicación en línea en donde el estudiante podrá consultar y desarrollar cada procedimiento sin necesidad de indagar en otras fuentes, pasos que se visualizan en la **Figura 2.1**.

Figura 2.1 Pasos para la obtención de una ruta de trabajo óptima.



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

3 FAMILIARIZACIÓN CON EL ROUTER RB 2011 UIAS-RM Y CONFIGURACIÓN DE IP

3.1. OBJETIVOS

- Dar a conocer a los usuarios los principales comandos de configuración del Router RB 2011 UiAS-RM
- Habituar al estudiante al Router RB 2011 UiAS-RM.
- Exponer al estudiante los distintos comandos con los cuales cuenta la configuración del Router RB 2011 UiAS-RM a través de consola.
- Comprobar la conectividad al momento de asignar la dirección IP entre el computador y el Router RB 2011 UiAS-RM

3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

- Router RB 2011 UiAS-RM
- 3 cables Ethernet RJ-45
- 2 computadores
- software Winbox

3.3 MARCO TEÓRICO

Es necesario aclarar que esta información es solo instructiva y no se debe seguir ningún paso, es solo para dar una idea acerca del Router, los pasos se encuentran en el desarrollo numeral 3.4.

3.3.1 Router

Un Router es un dispositivo que permite la interconexión de redes al nivel de la capa de Red del Modelo de Referencia OSI (capa3).

Desde el punto de vista funcional, un Router puede definirse como una computadora de propósito específico sin monitor, teclado, ni unidades de almacenamiento secundarias de datos.

3.3.2 Emuladores de terminal (Teletype display-TTY)

La interfaz de teletipos es un método de transmisión en el cual los caracteres se envían uno por uno al *display*, que se llena línea por línea al recibirlos. El sistema operativo de disco DOS usa una interfaz de teletipos para aceptar comandos e imprimir mensajes. Por otro lado, el PuTTY es un software que facilita el ingreso a distintos terminales para acceder a servicios vigentes bajo el tipo de formato correspondiente.

Para realizar la configuración de *switches* y *Router* se debe utilizar la interfaz de línea de comandos (**CLI**) dentro del software, en donde se pueden ejecutar comandos como los muestra la tabla 3.1.

Tabla 3.1 Modos de comando en el CLI

Modo de comando	Método de acceso	Función
Usuario	Inicio de sesión	• Realizar pruebas básicas. • Mostrar estado del dispositivo.
Administrador	Desde usuario con comando <i>enable</i>	• Manejar archivos de configuración del dispositivo. • Uso de comandos para recarga de dispositivo, ver configuraciones o acceder a interfaces.
Configuración General	Desde administrador con comando <i>configure terminal</i>	• Configuración del Router.
Configuración de interfaz	Desde el modo de configuración general con el comando <i>interface</i>	• Configuración de una interfaz o puerto.

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

3.3.3 WebFig

WebFig es un servicio de RouterOS basada en web que le permite monitorear, configurar y solucionar problemas en el enrutador. Está diseñado como una alternativa de WinBox, ambos tienen diseños similares. Se puede acceder a WebFig directamente desde el enrutador, evitando la necesidad de instalar software.

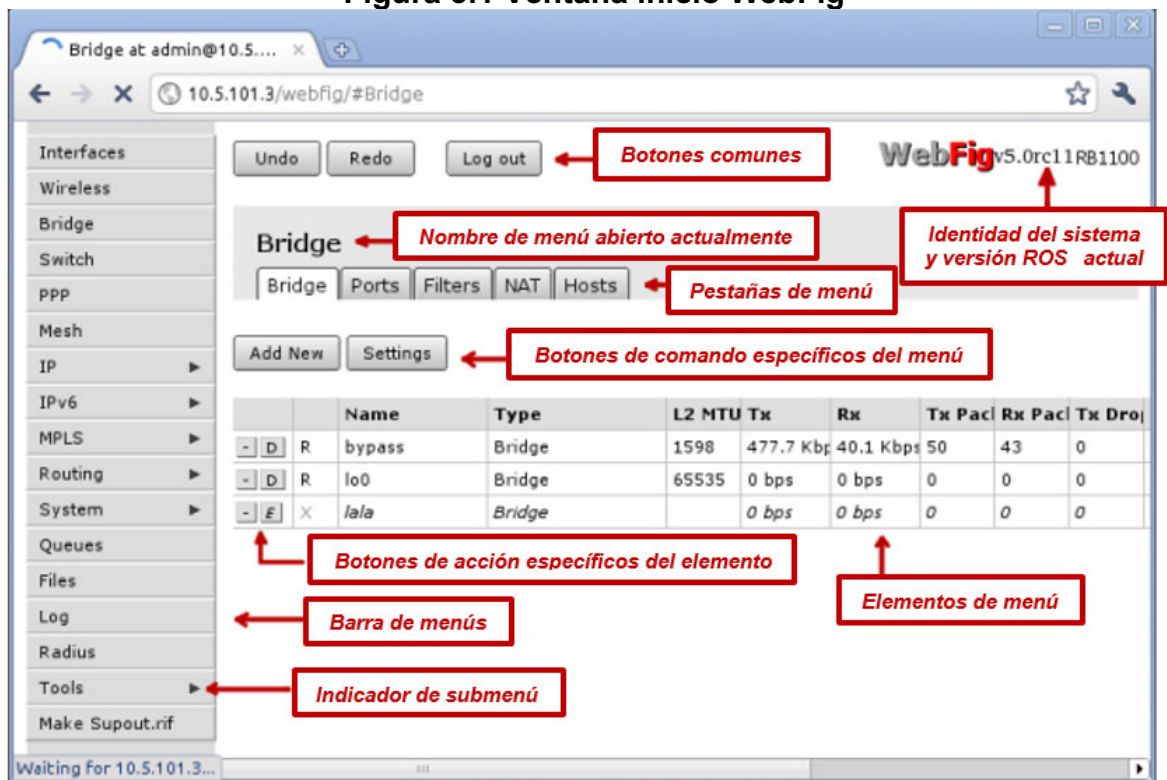
Se puede usar para configurar el enrutador directamente desde varios dispositivos móviles sin necesidad de un software desarrollado para una plataforma específica.

Algunas de las tareas que se pueden realizar con WebFig son las siguientes:

- **Configuración:** Permite ver y editar la configuración actual.
- **Monitoreo:** Muestra el estado actual del enrutador, la información de enrutamiento, las estadísticas de interfaz y registros.

La figura 3.1 muestra las principales características que tiene el webfig como son los menus, sub menus, botones comunes, pestañas, etc.

Figura 3.1 Ventana inicio WebFig



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

3.3.4 Winbox

Winbox es un programa ejecutable para Windows y Linux que permite acceder a diversas configuraciones mediante una interfaz fácil de configurar.

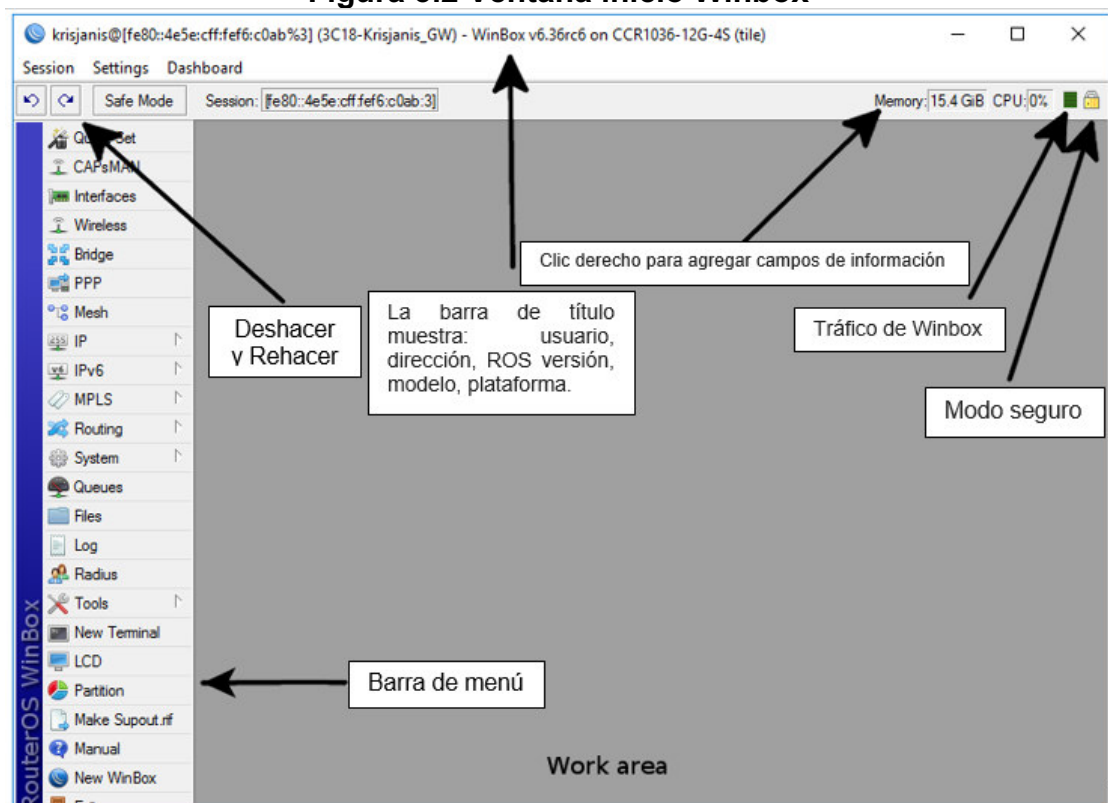
Las funciones de Winbox son similares a las funciones de la Consola

- **Descripción de la interfaz**

La interfaz de Winbox ha sido diseñada de manera intuitiva para su uso como se muestra en la **Figura 3.2**

1. Barra de herramientas principal en la parte superior en donde los usuarios pueden agregar varios campos de información, como el uso de la CPU y la memoria.
2. Barra de menú a la izquierda - lista de todos los menús y submenús disponibles.
3. Área de trabajo (work area): Espacio en donde se abren todas las ventanas del menú.

Figura 3.2 Ventana inicio Winbox



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Para el ejemplo mostrado en la captura de pantalla, **Figura 3.2**

- **krisjanis** Es el usuario que está conectado al enrutador
- **[fe80 :: 4e5e: cff: fef6: c0ab% 3]** es la dirección IPv4 / IPv6.
- **3C18-Krisjanis_GW** es La ID del enrutador.

- **v6.36rc6** es la versión instalada de RouterOS.
- **CCR1036-12G-4S** es la referencia del Router

Barra de herramientas winbox y webfig

Cada ventana secundaria tiene su propia barra de herramientas y la mayoría de las ventanas tienen el mismo conjunto de botones de barra de herramientas:

-  **Add**-Agrega nuevo elemento a la lista
-  **Remove**- Elimina el elemento seleccionado de la lista
-  **Enable**- Habilita el elemento seleccionado (lo mismo que habilitar el comando desde la consola)
-  **Disable**-Deshabilita el elemento seleccionado (lo mismo que deshabilitar el comando de la consola)
-  **Comment**-Agrega o edita comentario
-  **Sort**-Permite ordenar elementos según diversos parámetros.

En la **Figura 3.3** se observa que en el lado derecho al lado de la entrada de búsqueda rápida archivada hay un cuadro desplegable. Para la ventana actualmente abierta (Ruta IP), este cuadro desplegable permite ordenar los artículos por tablas de enrutamiento. **Ejemplo**, si se selecciona **main**, solo se enumerarán las rutas de la tabla de enrutamiento principal.

Figura 3.3 Ventana lista de rutas Winbox

	Dst. Address	Gateway	Distance	Routing Mark	Pref. Source
AS	0.0.0.0/0	10.5.8.1 reachable ether11_GW	1		
DAC	10.5.8.0/24	ether11_GW reachable	0		10.5.8.125
DAC	10.5.104.0/24	local reachable	0		10.5.104.254
AS	172.16.0.0/16	10.5.104.61 reachable local	1		
AS	172.16.40.0/24	10.5.104.5 reachable local	1		
DAC	192.168.0.0/24	local reachable	0		192.168.0.254
DAC	192.168.1.0/24	local reachable	0		192.168.1.254
DAC	192.168.88.0/...	local reachable	0		192.168.88.254

8 items

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

3.3.5 Puerto de consola

Configura y administra el router utilizando terminales de texto, si es de manera remota se puede hacer con el puerto serie mediante telnet, SSH o la pantalla de la consola en Winbox, o directamente usando el monitor y el teclado, también se usa para escribir líneas de código. Este manual describe los principios generales de operación por puerto de consola.

3.3.1.1 Jerarquía

La consola permite la configuración del enrutador mediante comandos de texto como se muestra en la **Figura 3.4**.

Figura 3.4 CLI completo

```
[admin@MikroTik] > ip route print
Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic,
C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, m - mme,
B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit
#       DST-ADDRESS      PREF-SRC      G GATEWAY      DIS INTE...
0 A S   0.0.0.0/0         10.0.3.1      r 10.0.3.1     1   bridge1
1 ADC   1.0.1.0/24        1.0.1.1      0   bridge1
2 ADC   1.0.2.0/24        1.0.2.1      0   ether3
3 ADC   10.0.3.0/24       10.0.3.144   0   bridge1
4 ADC   10.10.10.0/24     10.10.10.1   0   wlan1
[admin@MikroTik] >
```

Fuente: MikroTik RouterOS™ v3.0 Reference Manual

Los comandos disponibles, se dividen en grupos organizados de forma jerárquica. El nombre de un nivel de menú refleja la información de configuración accesible en la sección correspondiente, por ej. / Punto de acceso IP.

Figura 3.5 CLI comandos jerárquicos

```
[admin@MikroTik] > ip route
[admin@MikroTik] ip route> print
Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic,
C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, m - mme,
B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit
#       DST-ADDRESS      PREF-SRC      G GATEWAY      DIS INTE...
0 A S   0.0.0.0/0         10.0.3.1      r 10.0.3.1     1   bridge1
1 ADC   1.0.1.0/24        1.0.1.1      0   bridge1
2 ADC   1.0.2.0/24        1.0.2.1      0   ether3
3 ADC   10.0.3.0/24       10.0.3.144   0   bridge1
4 ADC   10.10.10.0/24     10.10.10.1   0   wlan1
[admin@MikroTik] ip route>
```

Fuente: MikroTik RouterOS™ v3.0 Reference Manual

Se debe tener en cuenta que la solicitud cambia para reflejar dónde se encuentra en la jerarquía del menú en este momento. Para pasar nuevamente al nivel superior se escribe "/" y para subir un nivel de comando, escriba ".."

3.3.1.2 Comandos generales

La Tabla 3.2 muestra comandos que son comunes a casi todos los niveles del menú: ***print, set, remove, add, find, get, export, enable, disable, comment, move.*** Estos comandos tienen un comportamiento similar en diferentes niveles del menú y la **Tabla 1.3** presenta los comandos mediante teclado más importantes.

Tabla 3.2 Comandos generales

<i>Comandos generales</i>	
add	Agrega un nuevo elemento con los valores que ha especificado
copy-from	Copia un elemento existente. Toma los valores predeterminados de las propiedades de un nuevo artículo de otro artículo.
place-before	Coloca un nuevo elemento antes de un elemento existente con una posición especificada.
disable	Controla el estado deshabilitado del elemento recién agregado
comment	Contiene la descripción de un artículo recién creado
edit	Editar valores de propiedades que contienen gran cantidad de texto.
find	Devuelve números internos de los elementos que tienen los mismos valores de argumentos especificados.
move	Cambia el orden de los elementos en la lista
print	Muestra la información accesible desde un nivel de comando particular.
remove	Elimina el elemento especificado (-s) de una lista.
set	Permite cambiar valores de parámetros generales o parámetros de elementos.
Enable	habilitado del elemento recién agregado.

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Tabla 3.3Lista de llaves

Lista de llaves	
Control-C	Interrupción del teclado
Control-D	Cerrar sesión (si la línea de entrada está vacía)
Control-K	Despejar desde el cursor hasta el final de la línea
Control-X	Alternar el modo seguro
Control-V	Alternar el modo de modo de bloqueo
F6	Alternar bodega
F1 o ?	Mostrar ayuda sensible al contexto Si el carácter anterior es \, entonces inserta literal?
Tab	Realizar la finalización de línea. Cuando se presiona por segunda vez, muestra posibles terminaciones.
Delete	Eliminar el carácter en el cursor
Control-H o Backspace	Elimine el carácter antes del cursor y mueva el cursor hacia atrás una posición.
Control-\	Línea divisoria en el cursor. Insertar nueva línea en la posición del cursor. Muestra la segunda de las dos líneas resultantes.
Control-B o Left	Mover el cursor hacia atrás un carácter.
Control-F o Right	Mover el cursor hacia adelante un personaje
Control-P o Up	Ir a la línea anterior. Si esta es la primera línea de entrada, recupera la entrada anterior del historial.
Control-N o Down	Ir a la siguiente línea Si esta es la última línea de entrada, recupera la siguiente entrada del historial.
Control-A o Home	Mover el cursor al comienzo de la línea. Si el cursor ya está al principio de la línea, entonces vaya al comienzo de la primera línea de entrada actual.
Control-E o End	Mover el cursor al final de la línea. Si el cursor ya está al final de la línea, muévelo al final de la última línea de entrada actual.

Control-L o F5	Reinicie el terminal y vuelva a pintar la pantalla.
-----------------------	---

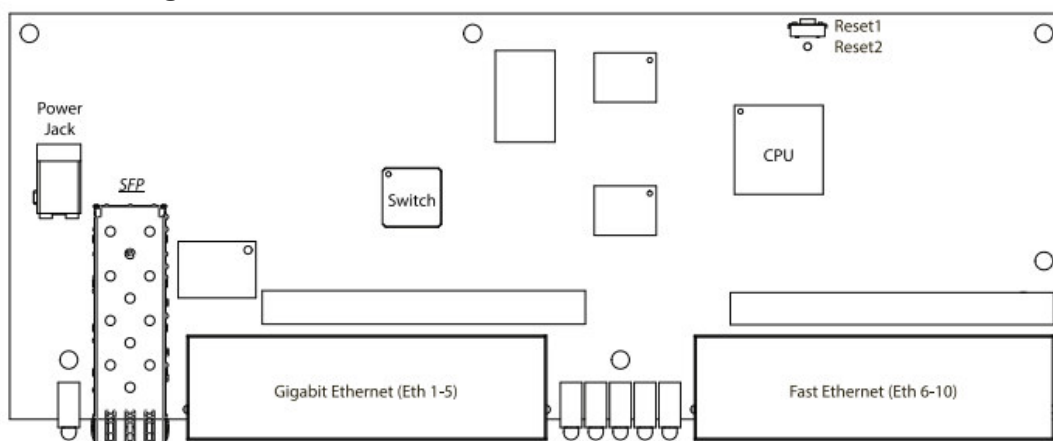
Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

3.3.6 Router RB 2011 UAS-RM

La RB2011 es una serie de dispositivos multipuerto diseñado para uso en interiores y con múltiples opciones, funciona con un sistema operativo de enrutamiento RouterOS. La serie RB2011 incluye cuatro modelos. La **Figura 5.6** muestra el modelo **RB2011UAS-RM dispositivo con el que cuenta la facultad de ingeniería electrónica.**

1. RB2011UAS-IN
2. **RB2011UAS-RM**
3. RB2011UAS-2HnD
4. RB2011UAS-2HnD-IN

Figura 3.6 Estructura física ROUTER RB2011UAS-RM



Fuente: RouterBOARD 2011U series Reference Manual

- **Primer uso**

El dispositivo viene preinstalado con RouterOS y está listo para usar. RB2011 es compatible con RouterOS más reciente. Si su dispositivo viene preinstalado con una versión anterior, se actualiza antes de usarlo.

Los puertos Ethernet 2-10 tienen una dirección IP predeterminada para conectarse: el nombre de **usuario: 192.168.88.1** y **no hay contraseña**.

- **Ranuras y puertos de extensión**

- * Cinco puertos Ethernet 10/100/1000 (Gigabit) (Auto MDI / X)
- * Cinco puertos Ethernet 10/100 (Fast) (Auto MDI / X)
- * Un tomacorriente de CC de 8-30V
- * Puerto SFP para módulo SFP (módulo no incluido, funciona solo con módulos Gigabit)

- **Restableciendo el dispositivo**

En caso de que se desee devolver el dispositivo a su configuración original, se puede usar el botón RESET **Figura 3.7**; se sostiene durante el tiempo de arranque hasta que las luces LED comienzan a parpadear, luego se suelta el botón para restablecer la configuración de RouterOS.

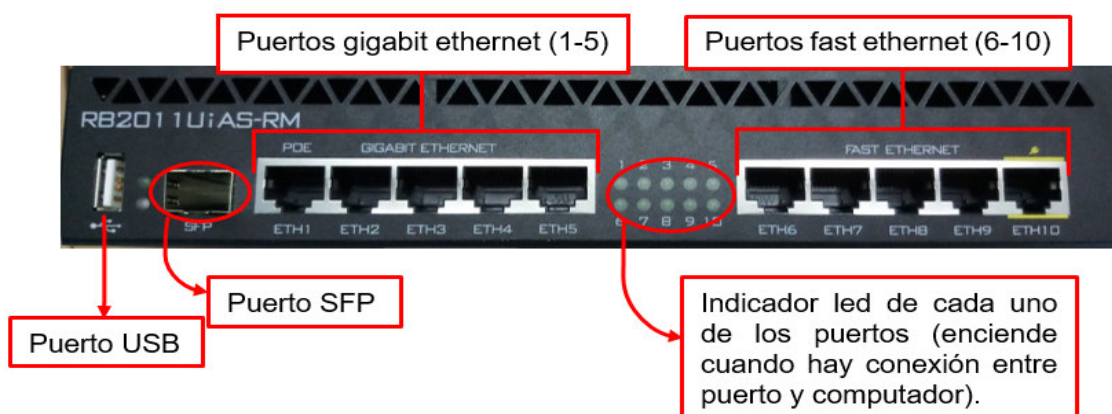
Se puede usar este procedimiento si ha olvidado la contraseña para acceder al dispositivo, o si desea volver la unidad a su configuración predeterminada es importante saber que la contraseña que pide el Router cuando se quiere hacer Reboot o borrar configuraciones físicamente es **1234**.

La **Figura 3.8** muestra las partes del Router RB 2011 UiAS-RM

Figura 3.7 Reset

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Figura 3.8 Puertos del Router



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Figura 3.9 Componentes del Router



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

3.4 DESARROLLO

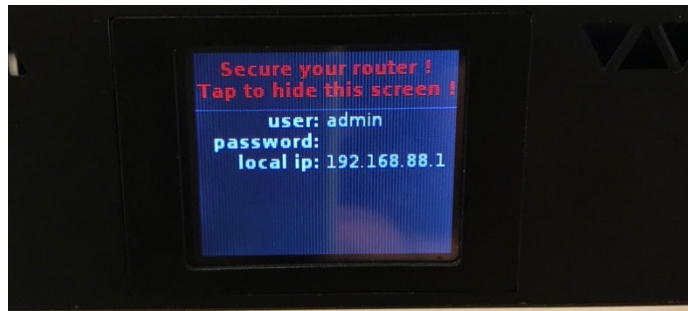
3.4.1 Conexión física del dispositivo

Para establecer una conexión al Router se debe identificar el puerto ethernet 2 y conectar al pc mediante un cable ethernet. Se tienen los puertos Ethernet del 2 al 10 con una dirección IP predeterminada **Figura 3.10**.

PROCEDIMIENTO:

- El Router cuenta con 10 puertos ethernet, 5 de ellos son gigabit ethernet y los 5 restantes son de fast ethernet, es necesario aclarar que el puerto ethernet 1 no se puede usar para configurar el Router desde la PC ya que es un puerto POE (power over ethernet). En este laboratorio y en los demás siempre se usará el puerto **ETH2** como se observa en la **Figura 3.11** para acceso y configuración del Router pero en caso tal que el usuario desee usar alguno de los otros no debe encontrarse con ninguna restricción.
- Al encenderse el Router, en la pantalla se observará lo siguiente **Figura 3.10**:
User: admin
Password:
Local IP: 192.168.88.1

Figura 3.10 Pantalla Router



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Figura 3.11 Conexión física



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

3.3.7 Configuración:

Existen dos opciones por medio de las cuales el usuario puede controlar la configuración del Router.

- Software Winbox
- Interfaz web **WebFig**

Se debe tener en cuenta que el primer paso descrito en el numeral **3.3.2.1 Descarga de Winbox** es con el que se iniciara, dado que Winbox es el software que permite realizar la configuración del Router.

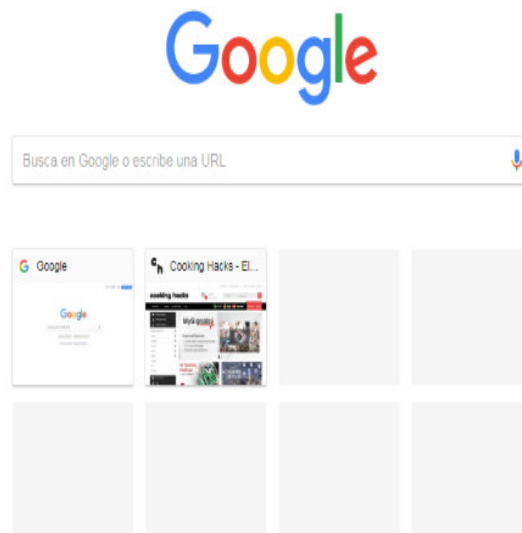
En esta práctica se dará una breve introducción a webfig, en caso de que se tenga un computador sin el software o el computador no permita derechos de administrador como para instalar el software, se puede optar por la interfaz webfig.

En el caso de estas prácticas con el fin de contar con todas las características y así obtener un procedimiento más exitoso se trabaja por la interfaz gráfica winbox.

3.3.7.1 Descarga de Winbox

El primer paso es abrir el explorador como se muestra en la **Figura 3.12**.

Figura 3.12 Descarga

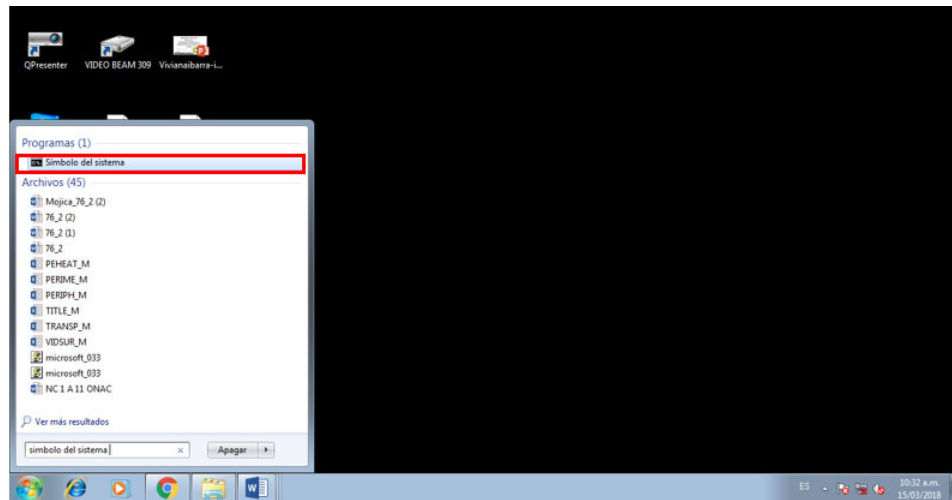


Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En la parte seleccionada de la **Figura 3.12** se digita la puerta de enlace.

En caso de no conocerla, en el buscador se escribe “símbolo del sistema” tal como se observa en la **Figura 3.13**.

Figura 3.13 Símbolo del sistema

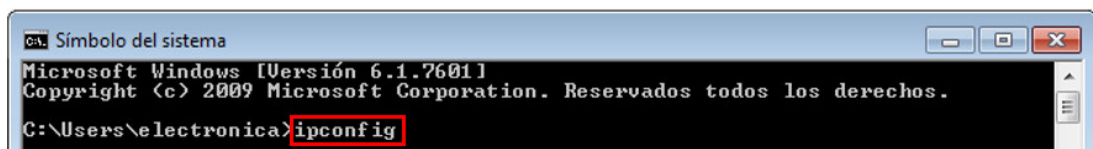


Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En “símbolo del sistema” se digita *ipconfig* ↵ como se puede ver en la **Figura 3.14**.

En el momento en el cual se da “enter”(↵) se despliega toda la configuración de red que se tiene en el computador como se observa en la **Figura 3.15**

Figura 3.14 Símbolo del sistema



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Figura 3.15 Puerta de enlace

```
Símbolo del sistema
C:\Users\electronica>ipconfig

Configuración IP de Windows

Adaptador de Ethernet Conexión de área local:
    Sufijo DNS específico para la conexión. . . : 
    Vínculo: dirección IPv6 local. . . : fe80::d119:8798:dbdd:e7b9%10
    Dirección IPv4. . . : 192.168.88.253
    Máscara de subred. . . : 255.255.255.0
    Puerta de enlace predeterminada . . . : 192.168.88.1

Adaptador de túnel Teredo Tunneling Pseudo-Interface:
    Estado de los medios. . . : medios desconectados
    Sufijo DNS específico para la conexión. . . : 

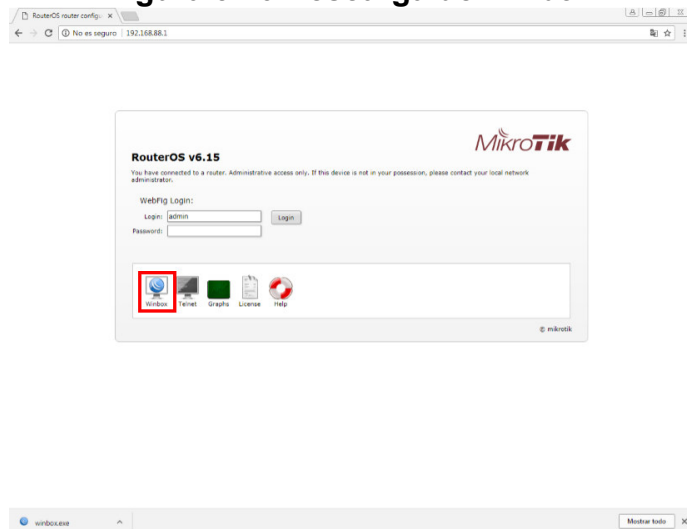
Adaptador de túnel isatap.{592D5FE4-B3AC-4ED7-B01A-9287DD0FE9EE}:
    Estado de los medios. . . : medios desconectados
    Sufijo DNS específico para la conexión. . . : 

C:\Users\electronica>
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Teniendo conocimiento de la puerta de enlace se digita en el explorador.

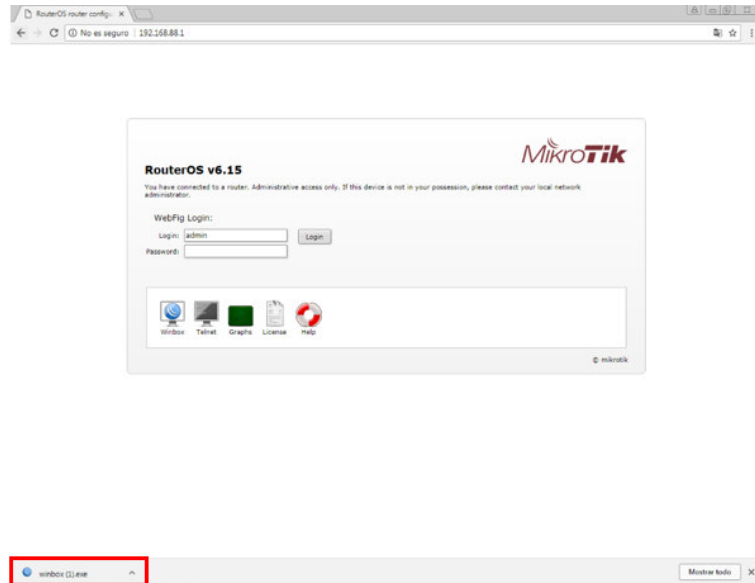
Figura 3.16 Descarga de winbox



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Seguido a esto se selecciona “Winbox” en la parte inferior de la pantalla donde se inicia la descarga, se da “clic” como lo muestra la **Figura 3.17**.

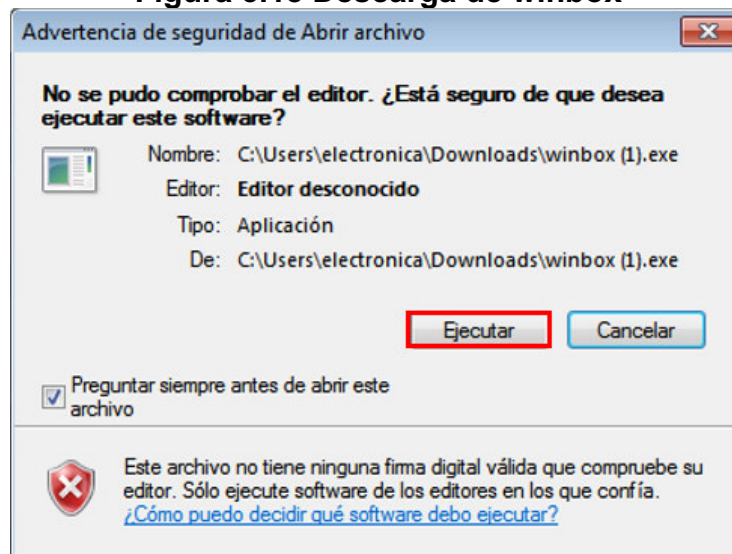
Figura 3.17 Descarga de winbox



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Al momento de seleccionar el icono del *winbox* de la figura anterior se despliega la ventana de la **Figura 3.18** en ese momento se selecciona “ejecutar” y se espera que se instale el software a usar.

Figura 3.18 Descarga de winbox



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En el momento que lo requiera también se puede usar webfig la cual brinda una forma más sencilla de seguir con la configuración del Router y como se explicaba anteriormente podría ser útil en casos especiales a continuación se mostrara el procedimiento para acceder a esta utilidad:

3.4.2.2 Interfaz web WebFig

Se ingresa al explorador **Figura 3.19**.

Figura 3.19 Explorador

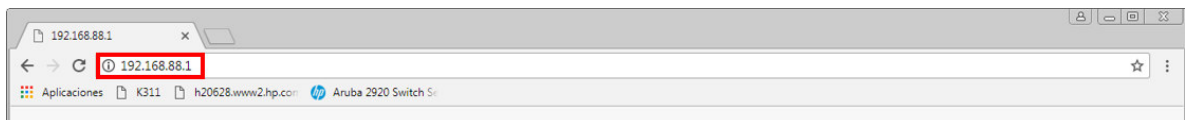


Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Desde el explorador se digita la puerta de enlace predeterminada:

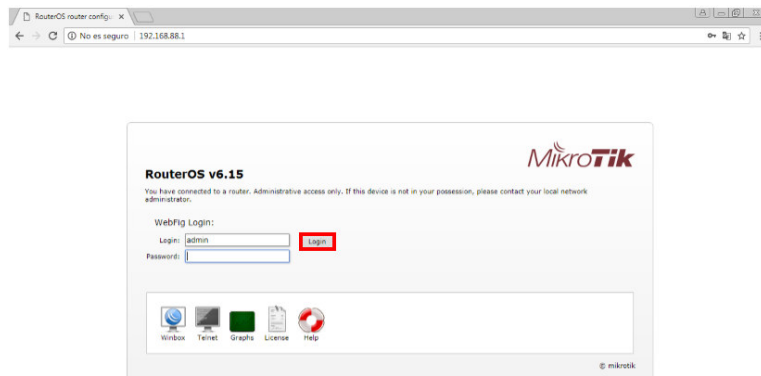
- Se digita en el explorador **192.168.88.1** tal como se ve en la **Figura 3.20** y se llega a la **Figura 3.21**.

Figura 3.20 Puerta de enlace



En este momento ya se accede al Router.

Figura 3.21 Esquema de Red

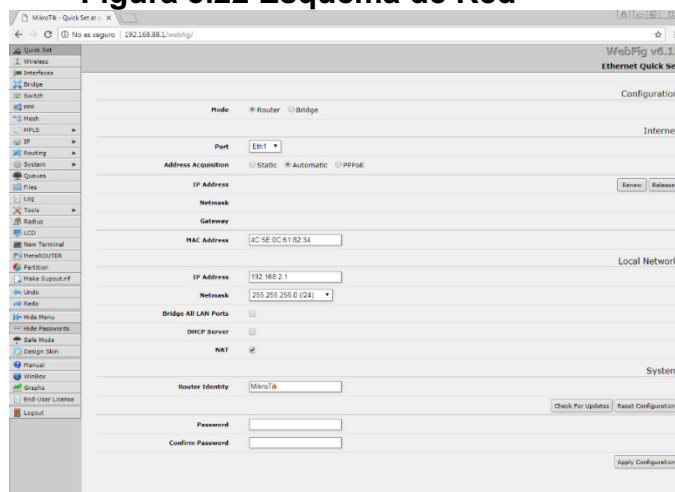


Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En este punto ya se encuentra en **RouterOS v6.15**. y continúa trabajando desde esta plataforma, seleccionando **login**. Para esta ruta no es necesario “**password**”.

- Al activar **login**, aparece la ventana de la **Figura 3.22** que es el WebFig sobre el cual se iniciará el proceso de asignación de las IP

Figura 3.22 Esquema de Red



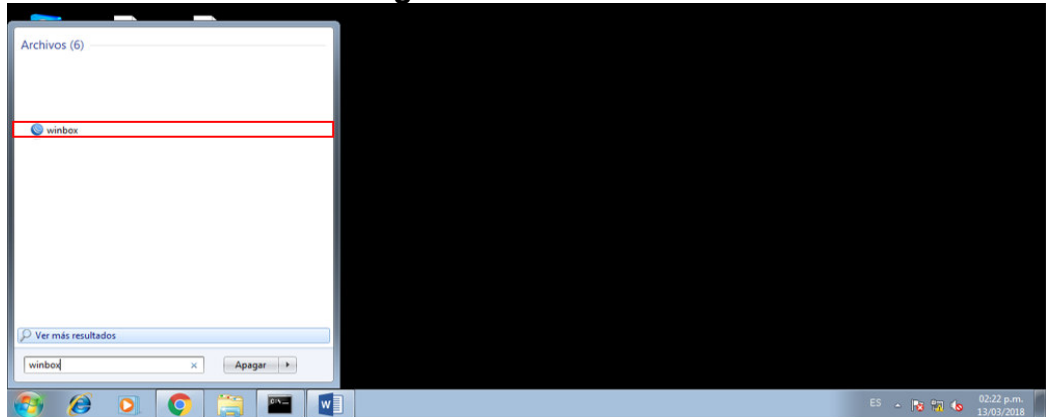
Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Los pasos a continuación se pueden hacer mediante el software Winbox o la interfaz web, pero la interfaz es para casos especiales cuando no se pueda tener acceso al software. Desde este punto se recomienda la apertura del winbox para proceder a configurar el Router.

3.3.8 Configuraciones iniciales winbox

Ya con el WinBox instalado en el computador se abre el software **Figura 3.23**

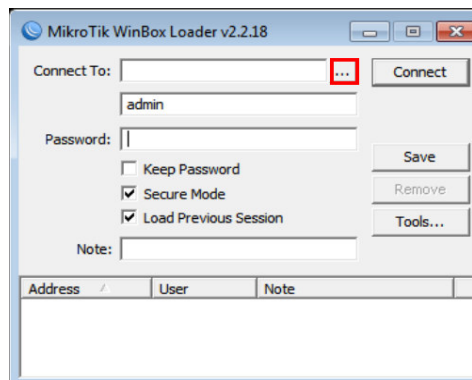
Figura 3.23 Buscador



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Al abrirlo se mostrará una ventana como se detalla en la **Figura 3.24**, se da “clic” sobre el icono  .

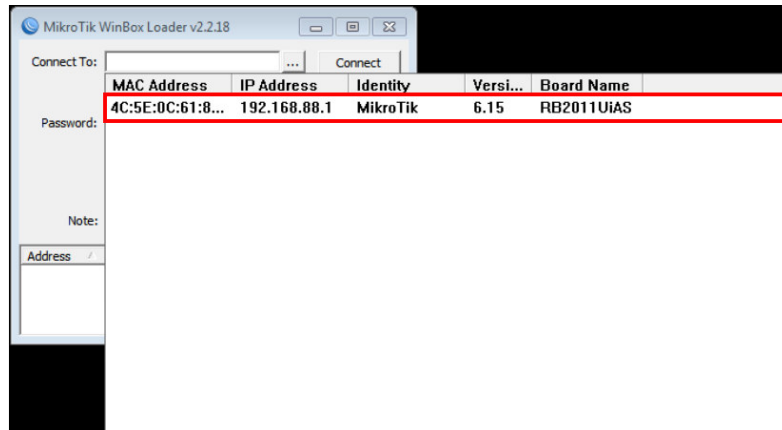
Figura 3.24 Inicio winbox



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En la **Figura 3.25** el Winbox identifica el Router con el cual se está trabajando mediante un escaneo. Se observa que tiene la IP por defecto y se ve un cambio de color en la “MAC address” cuando se selecciona.

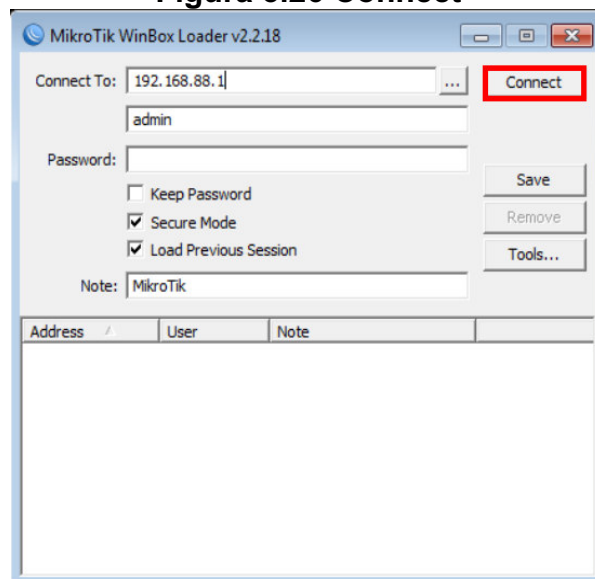
Figura 3.25 Inicio Winbox



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se selecciona la “MAC Address” y en la parte superior derecha se da “clic” en “Connect”. **Figura 3.26.**

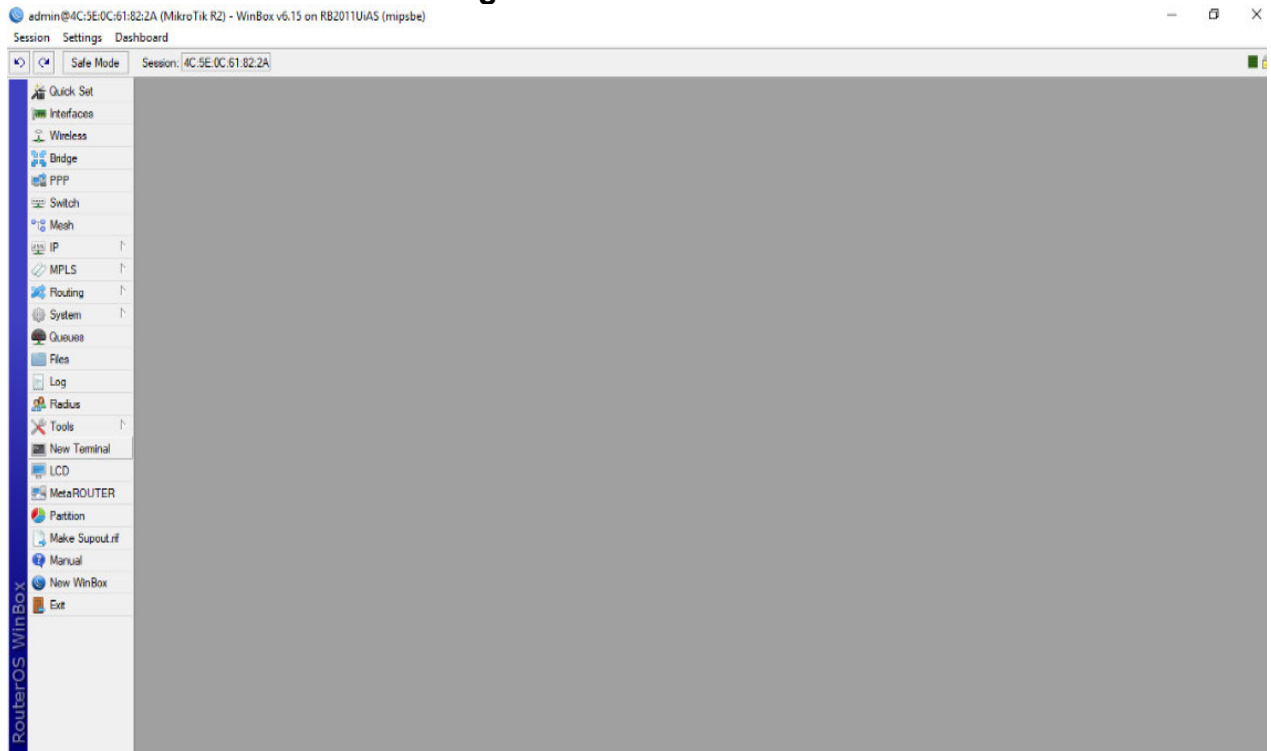
Figura 3.26 Connect



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En el momento en el cual se selecciona *connect*, se accede a la interfaz del Router **Figura 3.27**. Con el fin de que no exista confusión al momento de asignar una IP con la que ya está por defecto se realiza un **reset**. Esto se evidencia cuando la “**IP Address**” se encuentra en 0.0.0.0

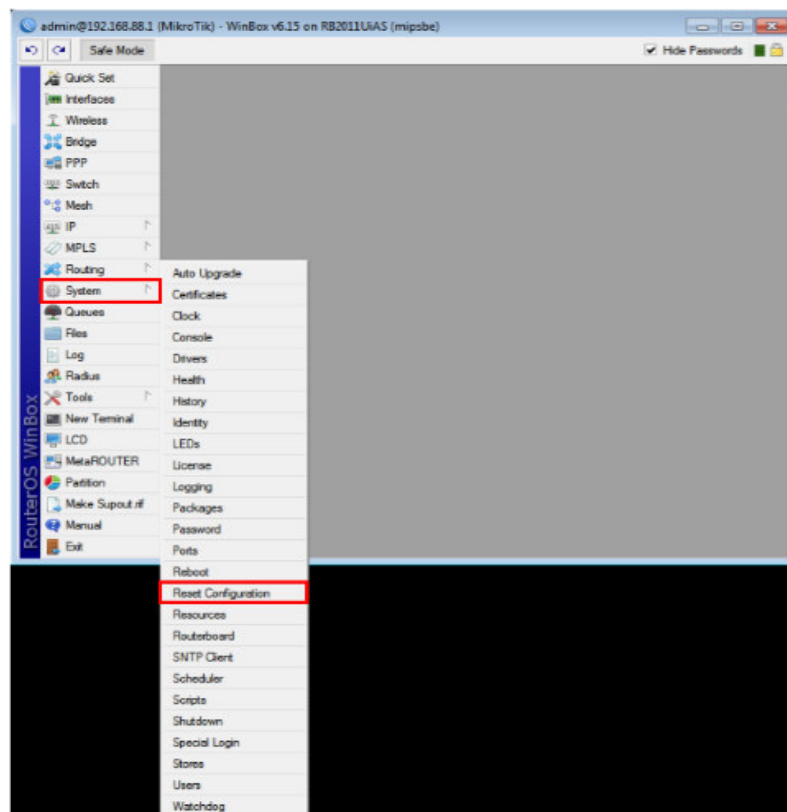
Figura 3.27 Winbox



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

- En la **Figura 3.28** se visualiza el menú en la parte izquierda de la pantalla, se selecciona la ruta “**System**”, “**Reset Configuration**”.

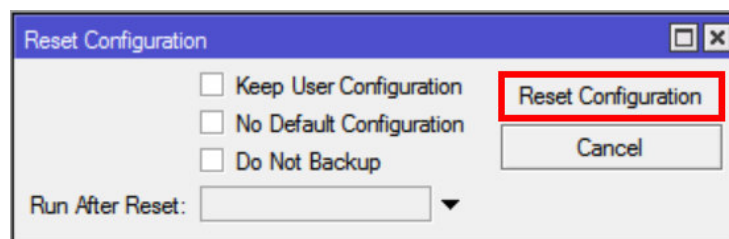
Figura 3.28 Plataforma Winbox



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

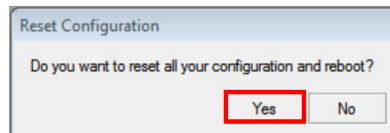
Se despliega la ventana de la **Figura 3.29** y se selecciona “**Reset configuration**” y se da clic en “**yes**” **Figura 3.30**.

Figura 3.29 Reset Configuration



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

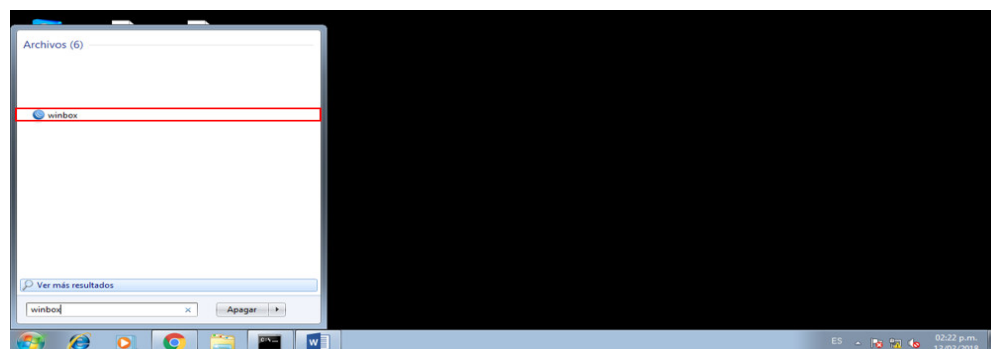
Figura 3.30 Confirmación



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se perderá la conexión. Razón por la cual se debe ingresar al Winbox de nuevo desde el buscador como se muestra en la **Figura 3.31**.

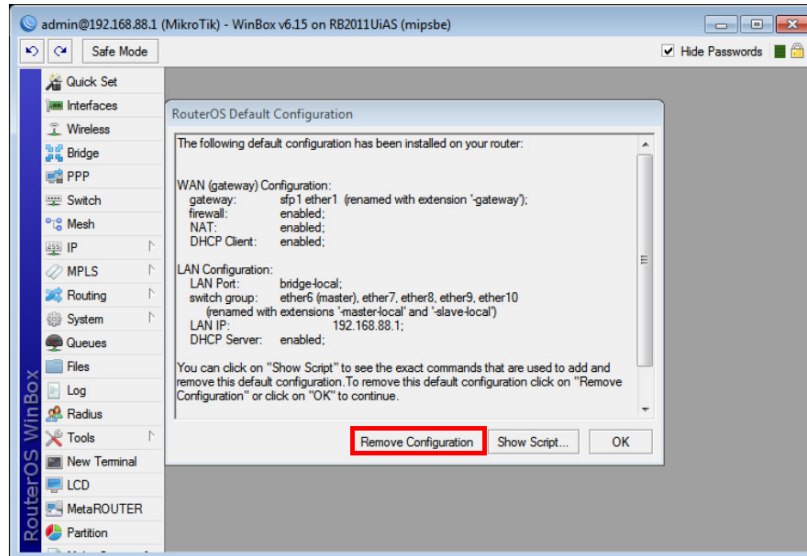
Figura 3.31 Acceder a winbox



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se selecciona la opción *remove configuration* **Figura 3.32** nuevamente se desconecta la interfaz razón por la cual se cierra el winbox, y se vuelve a ingresar **Figura 3.31**.

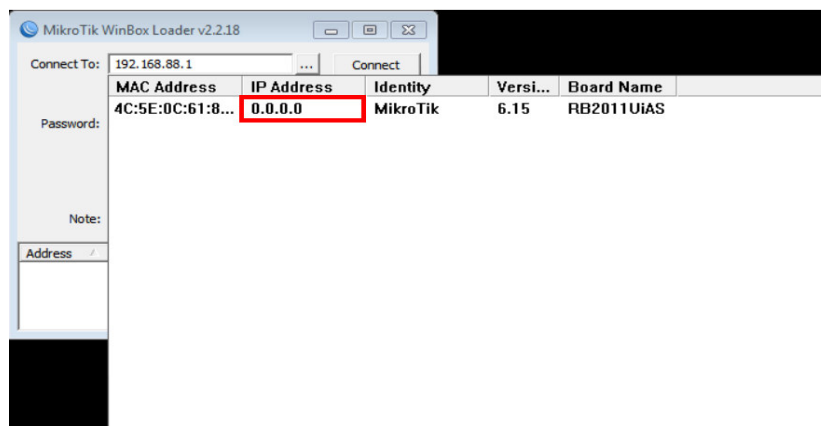
Figura 3.32 Remove configuration



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

- Esta configuración se elimina con el fin de ejecutar de una forma más ordenada la asignación de la IP.

Figura 3.33 Configuración removida



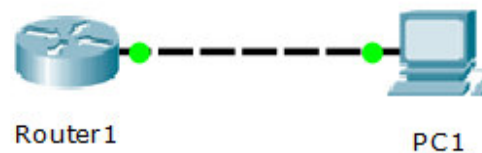
Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Al momento de ingresar al winbox se observa que IP address esta con 0.0.0.0 **Figura 3.33**. Esto da a entender que todas aquellas configuraciones que tenía el Router fueron eliminadas dando paso a una configuración desde cero.

3.3.9 Asignación de IP

Para asignar una dirección IP al Router se cuenta con el winbox y con la CLI. En el siguiente procedimiento se ingresará una IP por medio de winbox y se establecerá una conexión entre el Router y el computador como se observa en la **Figura 3.33**. Con el fin de demostrarlo, se realizará una prueba de conexión al finalizar cada configuración.

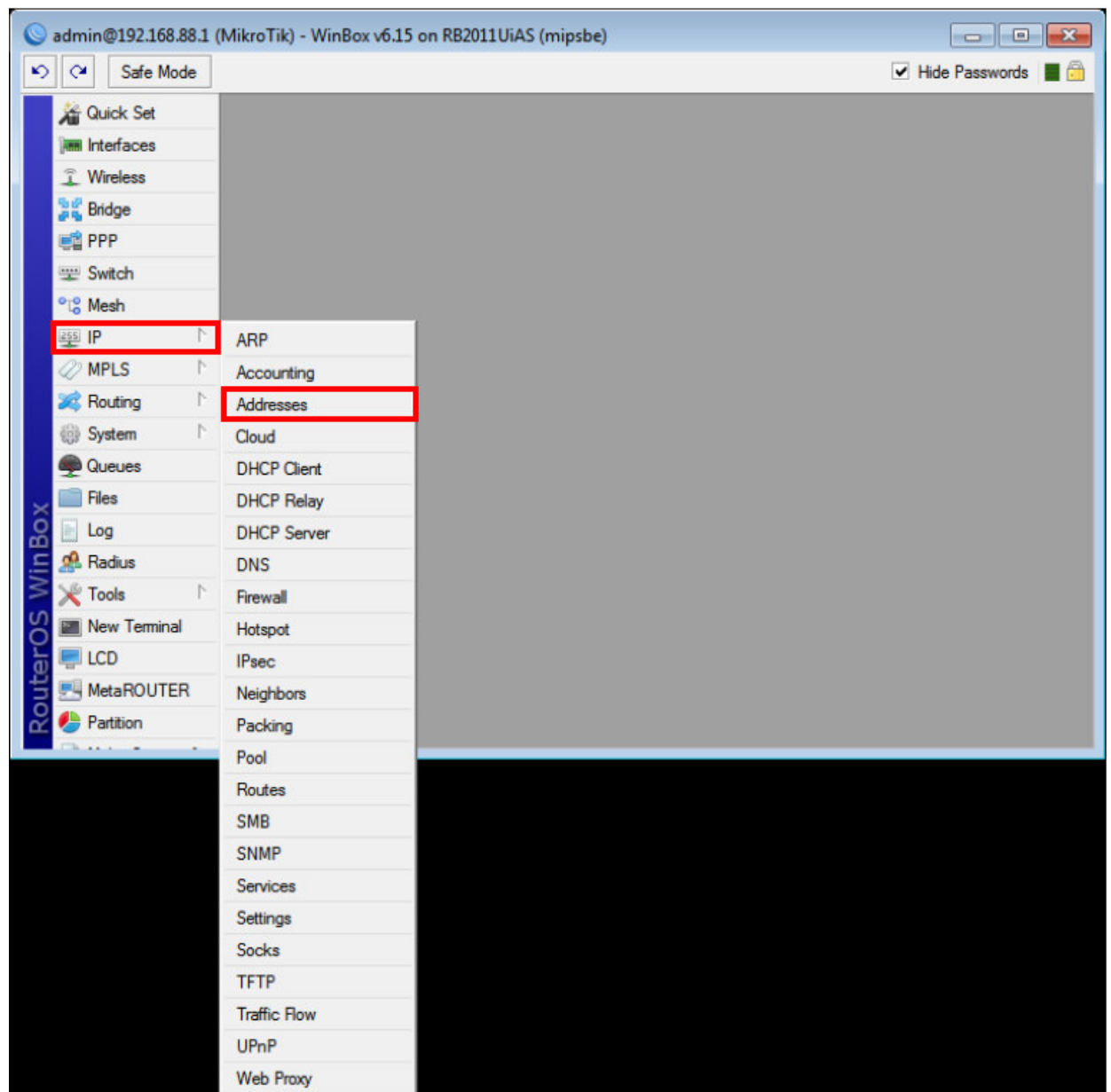
Figura 3.34 Esquema de Red



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En primer lugar, se asignará una IP por medio de WinBox. Se selecciona la opción de IP situada en el menú al lado izquierdo de su pantalla; seguido a esto se despliega un submenú con todas las funciones, se busca la barra **addresses** y se da clic. **Figura 3.35**.

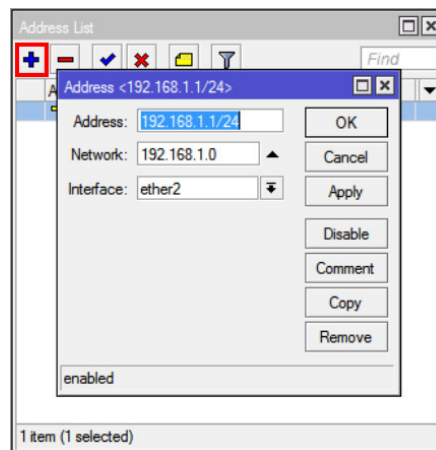
Figura 3.35 Plataforma Winbox



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En la ventana de la **Figura 3.36** se debe hacer clic sobre el icono (+) para agregar una IP.

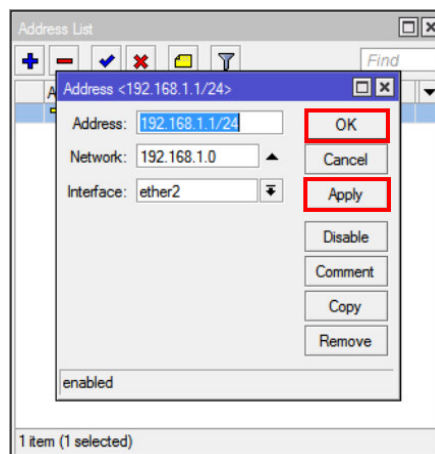
Figura 3.36 Agregar IP



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

La **Figura 3.36** muestra la ventana que se despliega. En esta se escribe la dirección 192.168.1.1/24 en donde 24 es la máscara de subred puesto que es la dirección de red a la cual pertenece la dirección IP de ese host y es de clase C. La Network se designa automáticamente; después de esto se asigna la interfaz de red en el campo “**interface**”. Se le asigna la interfaz a la cual se conectó el PC en el Router (en este caso sería ether 2), se da “**clic**” en **Apply** y **OK**. **Figura 3.37**

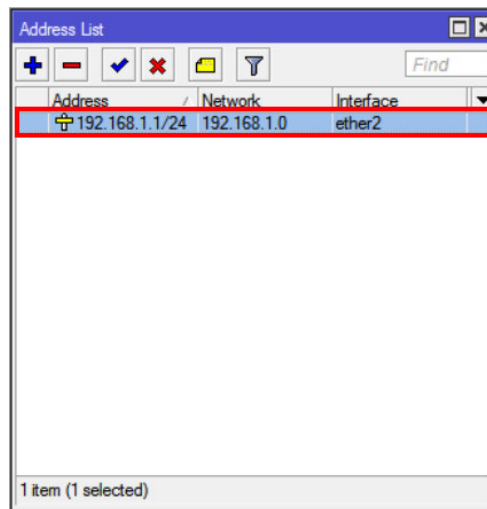
Figura 3.37 Agregar IP



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Al momento de dar “*clic*” en **OK** se observa en la ventana el cambio en la IP la Network y la “*interface*”. **Figura 3.38**.

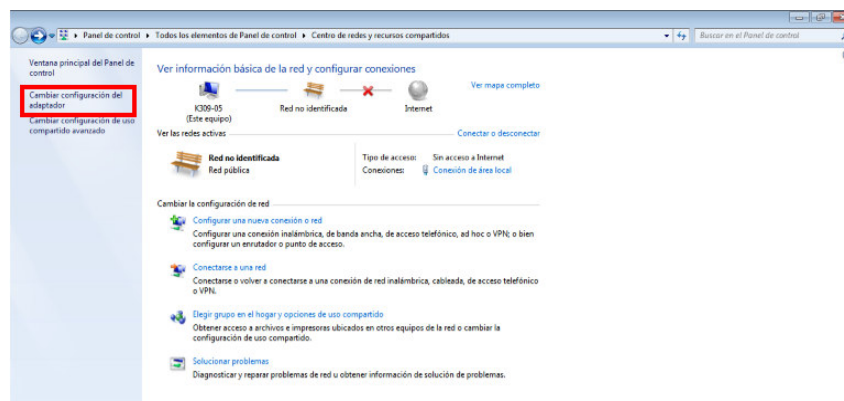
Figura 3.38 Lista de IP agregadas



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En este momento ya fue asignada la IP y el siguiente paso es cambiar la dirección IP. En Windows se configura el computador con la información de red para obtener conectividad; para esto se asigna una dirección IP que pertenezca a la red que se configuro en el **Router** y se dirige a panel de control como se observa en la **Figura 3.39**.

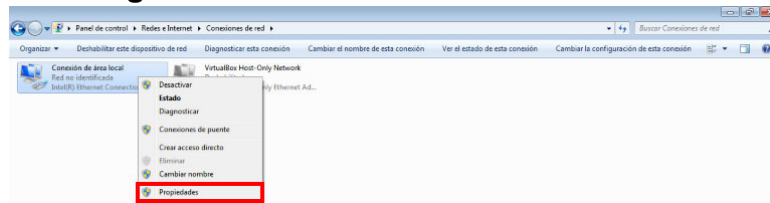
Figura 3.39 Panel de control



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se selecciona **centro de redes y recursos compartidos**, se da “clic” en la opción de **cambiar la configuración del adaptador** como se visualiza en la **Figura 3.40**.

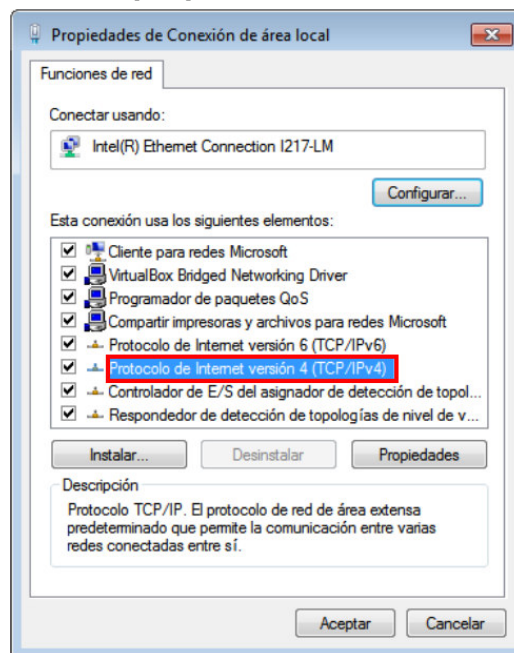
Figura 3.40 Ventana conexiones de red



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se da “clic derecho” sobre el icono de **conexión de área local** y en el menú que se despliega se selecciona la opción **propiedades**. Se abre la ventana de la **Figura 3.41** se selecciona **Protocolo de Internet 4 (TCP/IPv4)**.

Figura 3.41 Ventana propiedades de conexión de área local

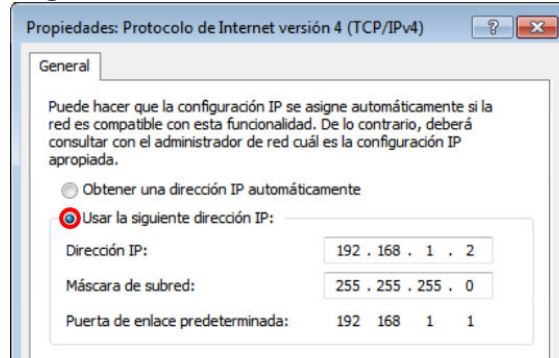


Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Aparece la ventana de la **Figura 3.42** en la cual se debe habilitar la opción de **Usar la siguiente dirección IP**.

- En **dirección IP** se escribe 192.168.1.2 y en la **máscara de subred** aparece automáticamente 255.255.255.0. En **puerta de enlace predeterminada** se debe escribir la IP del Router: 192.168.1.1. En servicio DNS preferido se deja vacío y se selecciona **aceptar** y se aceptan todos los cambios.

Figura 3.42 Protocolo Internet versión 4

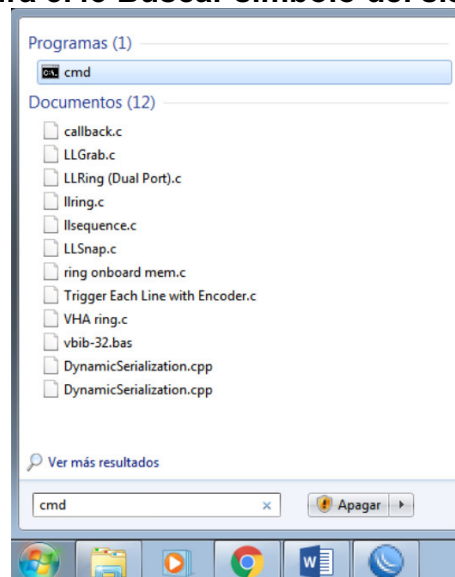


Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

1.4.4.1 Prueba de conectividad

Se prosigue con la prueba de conectividad para esto se dirige a símbolo del sistema o CMD tal como se muestra en la **Figura 3.43**.

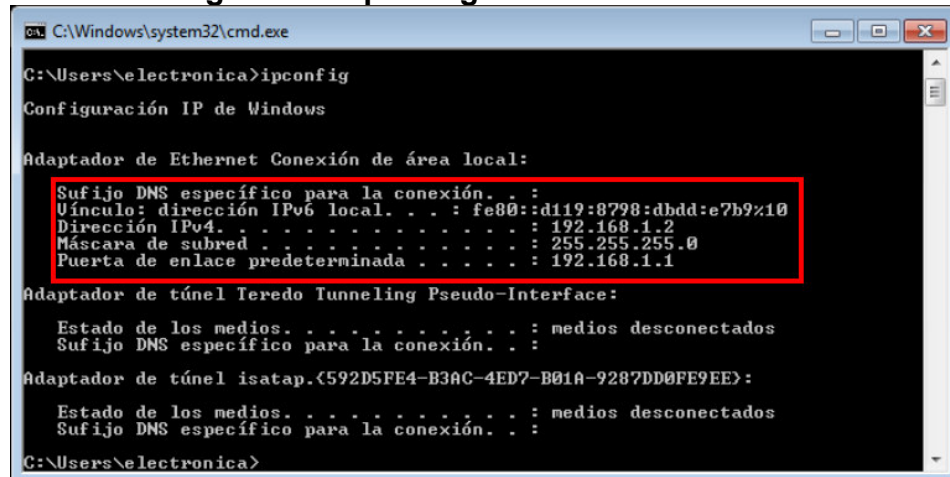
Figura 3.43 Buscar símbolo del sistema



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Al acceder a **símbolo del sistema** abrirá una consola de comandos en donde se puede escribir el comando **ping** seguido de la dirección a la que se quieren enviar los paquetes. En la ventana de comandos se digita **ipconfig** ↵ en este momento se muestra toda la información de red que esta guardada en el computador en este caso las configuraciones que se realizaron esto se observa en la **Figura 3.44 (resultados del comando ipconfig)**.

Figura 3.44 Ipconfig símbolo del sistema



```
C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\Users\electronica>ipconfig

Configuración IP de Windows

Adaptador de Ethernet Conexión de área local:
    Sufijo DNS específico para la conexión. . . : 
    Vínculo: dirección IPv6 local. . . : fe80::d119:8798:dbdd:e7b9%10
    Dirección IPv4. . . : 192.168.1.2
    Máscara de subred . . . : 255.255.255.0
    Puerta de enlace predeterminada . . . : 192.168.1.1

Adaptador de túnel Teredo Tunneling Pseudo-Interface:
    Estado de los medios. . . : medios desconectados
    Sufijo DNS específico para la conexión. . . : 

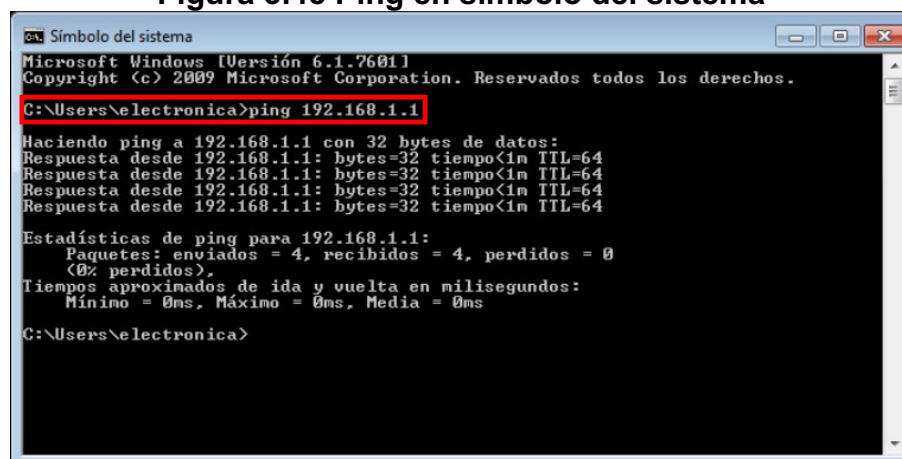
Adaptador de túnel isatap.{592D5FE4-B3AC-4ED7-B01A-9287DD0FE9EE}:
    Estado de los medios. . . : medios desconectados
    Sufijo DNS específico para la conexión. . . : 

C:\Users\electronica>
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Al verificar que los cambios están correctos se da ↵ y se digita **ping 192.168.1.1** ↵ que es la dirección del Router con esto se verifica que la conectividad correspondiente entre el computador y el *Router* es correcta, como se observa en la **Figura 3.45**.

Figura 3.45 Ping en símbolo del sistema



```
Símbolo del sistema
Microsoft Windows [Versión 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

C:\Users\electronica>ping 192.168.1.1

Haciendo ping a 192.168.1.1 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=64

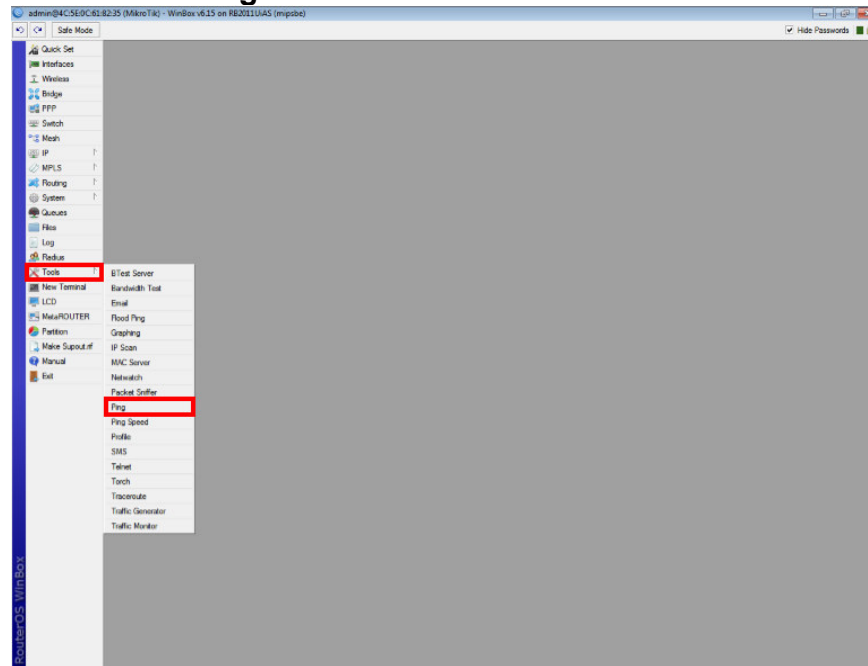
Estadísticas de ping para 192.168.1.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos).
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Users\electronica>
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

De igual forma se puede realizar una prueba de conectividad desde el Router por medio del computador a través de WinBox. Se ingresa a winbox **Figura 3.23** y se dirige a *tools*, que se encuentra situado en el menú en la parte izquierda de su pantalla, da “*clíc*” y en el submenú se selecciona *ping* tal como se observa en la **Figura 3.46**.

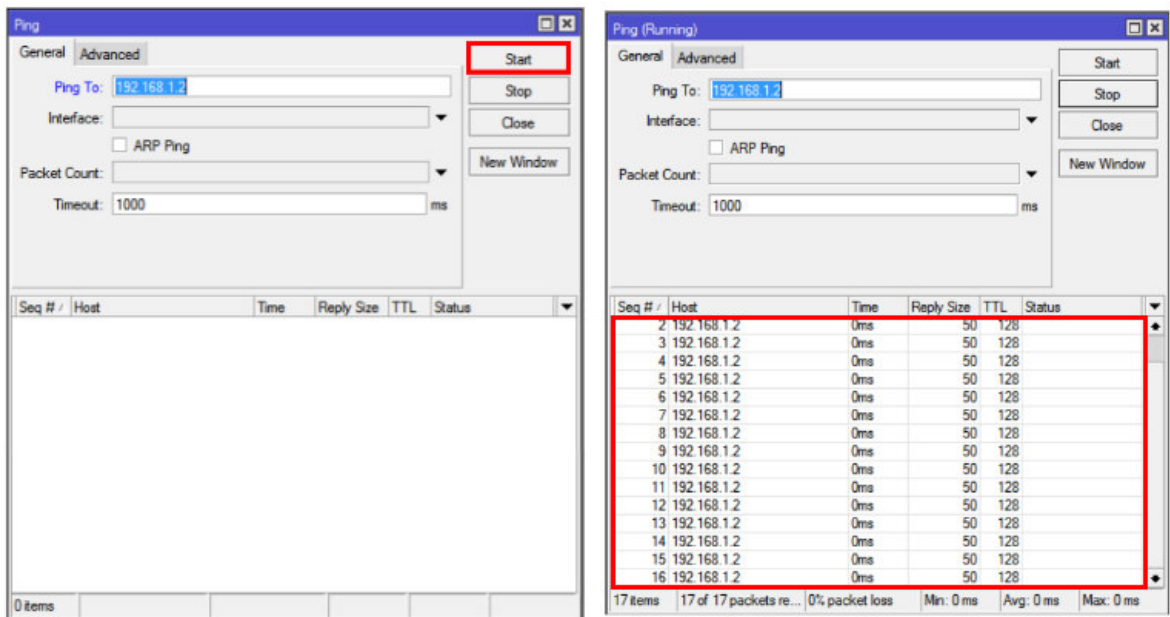
Figura 3.46 Plataforma Winbox



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se despliega una ventana en la cual se ingresa en *ping to 192.168.1.2* y se presiona el botón **start** como se observa en la **Figura 3.47** el resultado del ping se observa en la parte derecha de esta figura.

Figura 3.47 Ventana ping por winbox



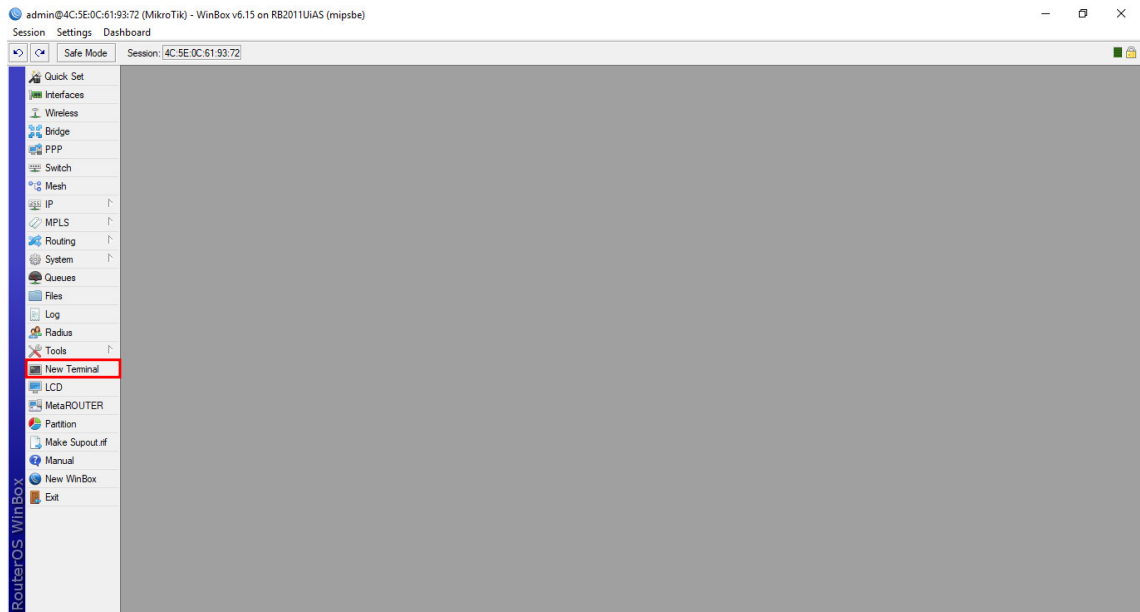
Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

3.3.10 Asignación de IP por medio de CLI

Se debe ingresar a la interfaz del Router como se muestra desde el paso 3.4.3 hasta el 3.4.4, se van a borrar los ajustes para hacer la prueba, pero con CLI.

Se configurará una IP diferente en otro puerto ethernet del Router, como se ha hecho inicialmente se conecta un cable ethernet al puerto ETH 2 para empezar la configuración, se abre winbox y en la pantalla inicial de winbox como se muestra en la **Figura 3.48** se debe buscar el menú **New terminal** y dar clic.

Figura 3.48 Raíz del Router



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Al tener abierto el terminal se digita IP ↵, después se agrega la IP escribiendo **address** ↵, se escribe **add** ↵ y se pone la **IP** a agregar en este caso 192.168.2.1/24 también la **interface** a la cual se asignará que será la ether3 ↵ como se muestra en la **Figura 3.49**.

Figura 3.49 Agregar IP

```
[admin@MikroTik] > ip
[admin@MikroTik] /ip> add
[admin@MikroTik] /ip address> add
address: 192.168.2.1/24
interface:
bridge-local ether... sfpl-gateway
interface: ether3
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En este momento se tiene la opción de oprimir la tecla de tabulador ↵, donde se desplegarán las opciones para "IP address" **Figura 3.50**.

Figura 3.50 Opciones de IP

```
[admin@MikroTik] /ip address>
add comment disable edit enable export find print remove set
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se digita print ↵ este comando es el encargado de mostrar las IP's con las cuales cuenta el Router en este caso **Figura 3.51** Se observan la IP por defecto y la IP que se acabó de agregar y la **interface** a la cual se asignó.

Figura 3.51 IP del Router

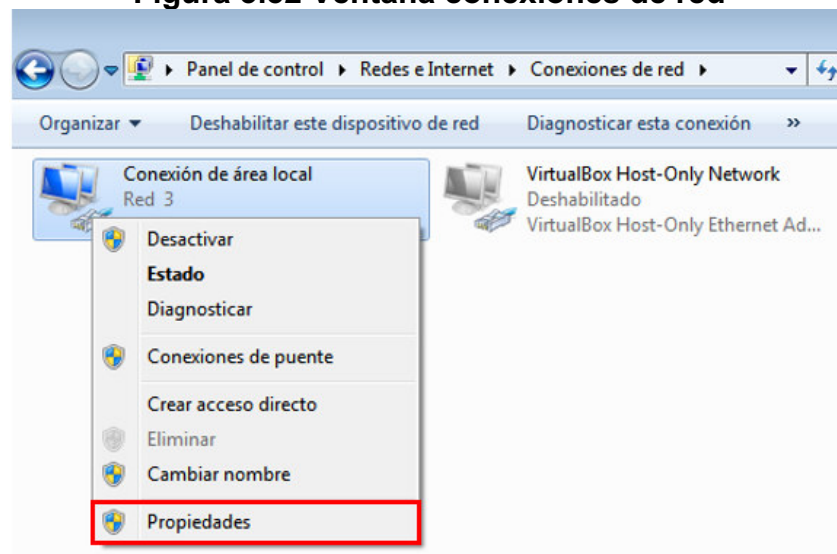
```
[admin@MikroTik] /ip address> pr
Flags: X - disabled, I - invalid, D - dynamic
#   ADDRESS          NETWORK      INTERFACE
0   ::: default configuration
    192.168.88.1/24    192.168.88.0 bridge-local
1   192.168.2.1/24     192.168.2.0 ether3
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Cambiar dirección IP en Windows ya que es un nuevo computador. Para cambiar la dirección IP se debe buscar:

- *Panel de control:* Si la vista es categorías, se busca *redes e internet*. Si la vista es por Iconos, se busca *centro de redes y recursos compartidos*.
- *Dentro de recursos compartidos*, en la columna izquierda entrar a: *cambiar configuración del adaptador*.
- *En conexión de área local*, dar clic derecho y entrar a *propiedades*. **Figura 3.52**

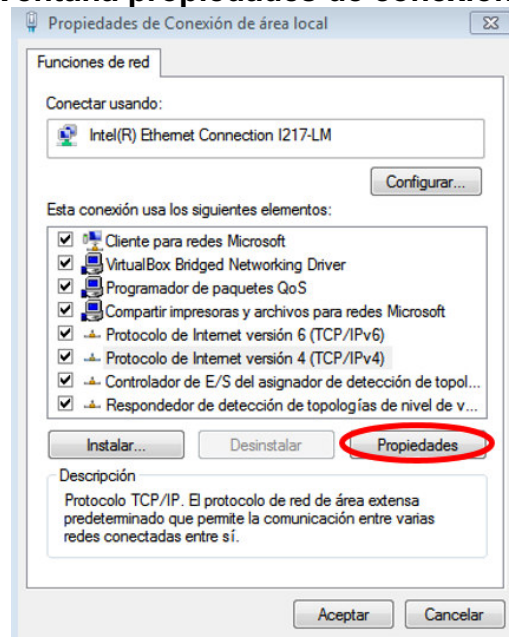
Figura 3.52 Ventana conexiones de red



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

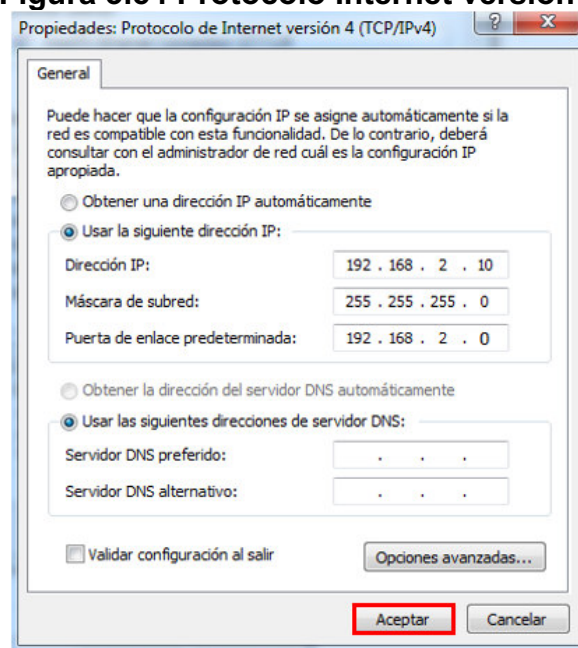
En el menú propiedades de conexión de área local **Figura 3.52** se debe seleccionar *protocolo de internet versión 4(TCP/IPv4)* y hacer “clic” en *propiedades*. **Figura 3.53**

Figura 3.53 Ventana propiedades de conexión de área local



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Figura 3.54 Protocolo Internet versión 4



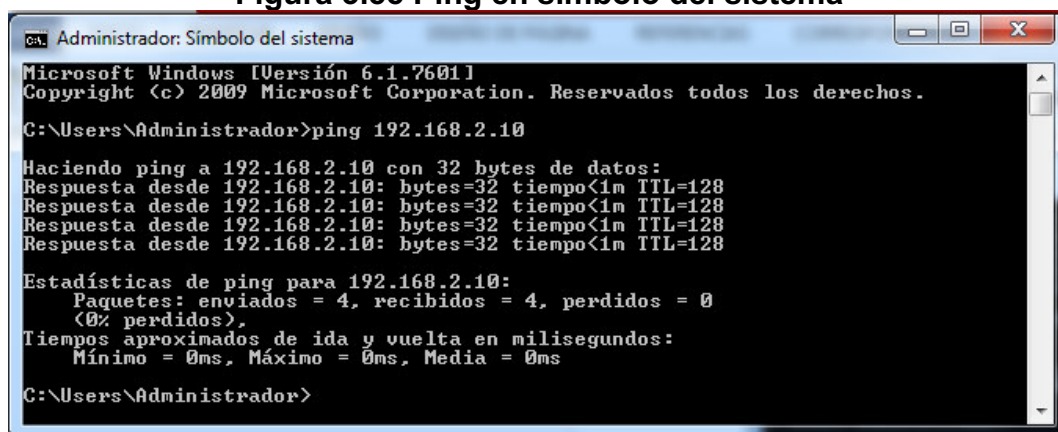
Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

- En la **Figura 3.54** pulsar el botón *Usar la siguiente dirección IP* (192.168.2.10) en un equipo La máscara de subred se asigna automáticamente al hacer clic y para este tipo de prueba la Puerta de enlace la IP del Router.
- Dar “clic” en **Aceptar**.
- Cerrar las ventanas.

3.3.10.1 Prueba de conectividad

De igual forma se realiza una prueba de conexión para esto se dirige a símbolo del sistema o CMD tal como se muestra en la **Figura 3.43** ya en símbolo del sistema digitamos *ipconfig* donde podremos ver los cambios que se realizaron tal como se muestra en la **Figura 3.55** y finalmente ping 192.168.2.10.

Figura 3.55 Ping en símbolo del sistema



```

C:\Users\Administrador>ping 192.168.2.10

Haciendo ping a 192.168.2.10 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.2.10: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.2.10: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.2.10: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.2.10: bytes=32 tiempo<1m TTL=128

Estadísticas de ping para 192.168.2.10:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
              (0% perdidos).
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Users\Administrador>

```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Existen ciertas reglas para la asignación manual de direcciones IP que se deben seguir para una correcta conectividad, que se exploran a fondo al hablar de las clases de direcciones y las máscaras de subred.

Una vez terminada la prueba de comunicación que comprueba la conectividad entre los equipos, se limpiará la configuración realizada.

En cada computador, acceder nuevamente a propiedades del **protocolo de internet versión 4** y seleccionar la opción obtener una dirección IP automáticamente con el fin de limpiar la asignación manual.

Figura 3.56 Configuración dirección IP automática

☒ Obtener una dirección IP automáticamente

☐ Usar la siguiente dirección IP: _____

Dirección IP:

Máscara de subred:

Puerta de enlace predeterminada:

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

4 CONFIGURACION DE IP ESTATICAS MEDIANTE WINBOX Y PRUEBAS DE CONEXIÓN

4.3 OBJETIVOS

- Asignar direcciones IP estáticas para crear comunicación entre dos computadores
- Cablear una red de acuerdo con el Diagrama de topología.
- Borrar la configuración de inicio y cargar un enrutador en el estado predeterminado.
- Configurar y activar las interfaces Ethernet.
- Probar y verificar configuraciones.

4.4 MATERIALES Y ELEMENTOS

- 3 cables Ethernet RJ45
- Router RB 2011 UiAS-RM
- 2 computadores
- Software WinBox

4.5 MARCO TEORICO

4.5.1 Diagrama de red

Es la representación visual de una red de computadoras o telecomunicaciones. Muestra los componentes que conforman una red y cómo interactúan, puede contener muchos detalles o solo brindar un panorama amplio de la red.

Los diagramas de red pueden emplearse para múltiples propósitos, como, por ejemplo:

- La planificación de la estructura de una red profesional o doméstica.
- La creación de informes y solución de problemas de red
- La documentación para comunicación externa
- El seguimiento de los componentes.

4.5.1.1 Diagramas de red lógicos

Describe la forma en que la información fluye por medio de una red. Los diagramas de red lógicos muestran subredes que incluyen direcciones, dispositivos de red, como enrutadores y protocolos de enrutamiento.

4.5.1.2 Diagramas de red físicos

Muestra la parte física de los componentes que forman la red, incluidos cables y hardware. Por lo general, el diagrama brinda una vista general de la red en su espacio físico, como un plano de planta.

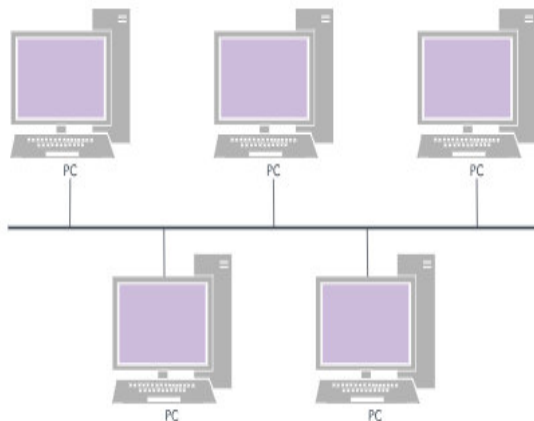
4.5.2 Topología de red

Habilidad que tienen los elementos dentro de una red, describen los aspectos físicos y los lógicos de una red. Existen distintas formas de topología algunas son mejores para determinadas situaciones, porque pueden afectar el rendimiento, la estabilidad y otros resultados.

4.5.2.1 Topología de bus

También conocida como topología de Ethernet, este tipo de red se distingue del resto por que todos sus nodos se conectan a un medio central (el "bus") que tiene exactamente dos puntos de conexión.

Figura 4.1 Topología en Bus



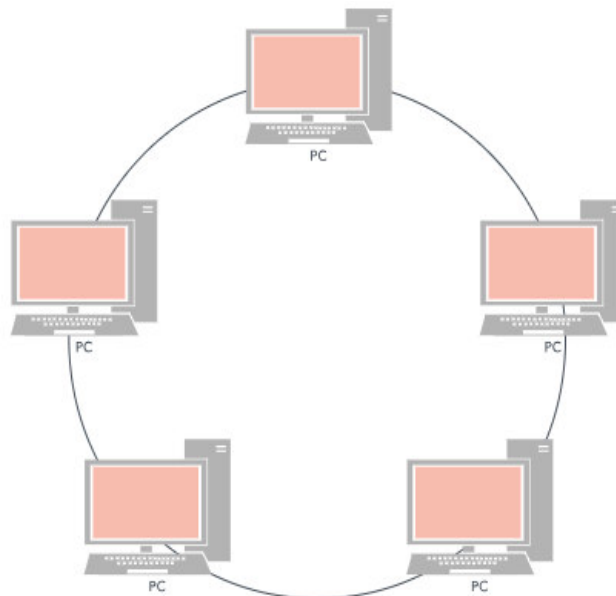
Fuente: <http://247tecno.com/topologia-de-red-tipos-caracteristicas/>

Las topologías de bus se configuran fácilmente y requieren un cable más corto que otras topologías. Sin embargo, si el bus central se daña, caerá toda la red; y aislar el problema puede ser difícil.

4.5.2.2 Topología de anillo

Los nodos están conectados en un patrón circular, y los paquetes de información se envían mediante el anillo hasta que llegan a su destino.

Figura 4.2 Topología en anillo



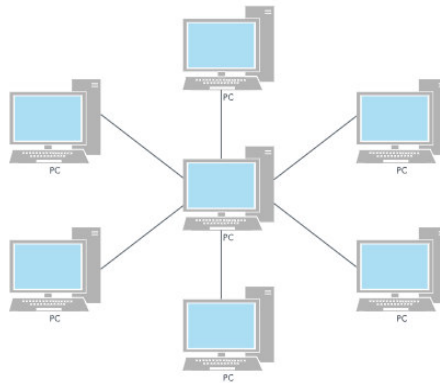
Fuente: <http://247tecno.com/topologia-de-red-tipos-caracteristicas/>

Las redes en anillo pueden superar a aquellas basadas en la topología de bus y se pueden reconfigurar fácilmente para agregar o eliminar dispositivos. Pero aún siguen siendo relativamente vulnerables porque toda la red falla si un solo nodo falla. Además, el ancho de banda se debe compartir en todos los dispositivos y las conexiones.

4.5.2.3 Topología de estrella

Es una de las topologías más comunes, consiste en un conmutador central mediante el cual se transfieren todos los datos, junto con todos los nodos vecinos conectados a ese nodo central.

Figura 4.3 Topología en estrella



Fuente: <http://247tecno.com/topologia-de-red-tipos-caracteristicas/>

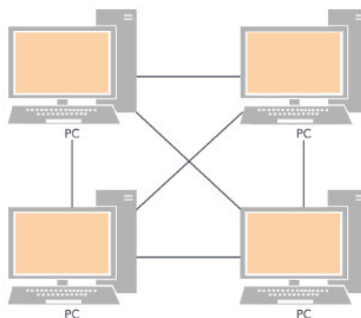
Las topologías de estrella tienden a ser confiables porque los equipos individuales pueden averiarse sin afectar al resto de la red. Pero si el switch central falla, ninguno de los nodos conectados podrá acceder al mismo. Los costos de cable para las redes en estrella también tienden a ser más altos.

4.5.2.4 Topología de malla

Existen dos tipos de topologías de mallas

- la primera se denominada topología de malla completa, cada nodo se conecta directamente a todos los otros nodos

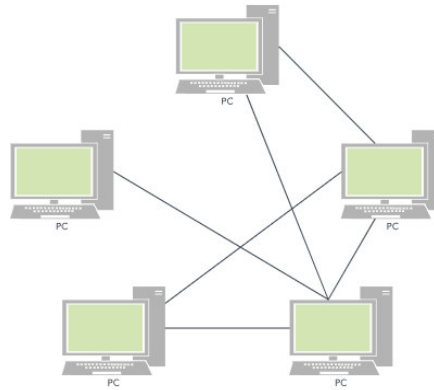
Figura 4.4 Topología de malla



Fuente: <http://247tecno.com/topologia-de-red-tipos-caracteristicas/>

- topología de malla parcial, los nodos se conectan solo a aquellos nodos con los que más interactúan.

Figura 4.5 Topología de malla parcial



Fuente: <http://247tecno.com/topologia-de-red-tipos-caracteristicas/>

4.5.3 IP dinámica

Una dirección IP dinámica es una IP asignada mediante un servidor DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) al usuario. La IP que se obtiene tiene una duración máxima determinada. El servidor DHCP provee parámetros de configuración específicos para cada cliente que desee participar en la red IP. Entre estos parámetros se encuentra la dirección IP del cliente.

Las IP dinámicas son las que actualmente ofrecen la mayoría de operadores. El servidor del servicio DHCP puede ser configurado para que renueve las direcciones asignadas cada tiempo determinado.

VENTAJAS

- ✓ Reduce los costos de operación a los proveedores de servicios de Internet.
- ✓ Reduce la cantidad de IP asignadas inactivas.

DESVENTAJAS

- ✗ Obliga a depender de servicios que redirigen un host a una IP.

4.5.4 IP estática

Una dirección IP fija es una dirección IP asignada por el usuario de manera manual, o por el servidor de la red con base en la Dirección MAC del cliente. Mucha gente confunde IP Estática con IP Pública e IP Dinámica con IP Privada.

Una IP puede ser Privada ya sea dinámica o fija como puede ser IP Pública Dinámica o Fija.

- Una IP Pública se utiliza generalmente para montar servidores en internet y necesariamente se desea que la IP no cambie por eso siempre la IP Pública se la configura de manera Fija y no Dinámica, aunque si se podría.
- En el caso de la IP Privada generalmente es dinámica asignada por un servidor DHCP, pero en algunos casos se configura IP Privada Fija para poder controlar el acceso a internet o a la red local, otorgando ciertos privilegios dependiendo del número de IP que tenemos.

4.5.5 DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)

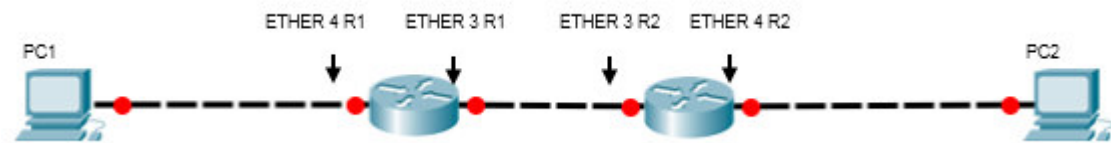
Es un protocolo que permite que un equipo conectado a una red pueda obtener su configuración sin una intervención especial. Solo se debe especificar al equipo, mediante DHCP, que encuentre una dirección IP de manera independiente. El objetivo principal es simplificar la administración de la red. sirve para distribuir direcciones IP en una red.

La asignación de direcciones con DHCP se basa en un modelo cliente-servidor: el terminal que quiere conectarse solicita la configuración IP a un servidor DHCP que, por su parte, recurre a una base de datos que contiene los parámetros de red asignables. Este servidor, puede asignar los siguientes parámetros al cliente con ayuda de la información de su base de datos:

- Dirección IP única
- Máscara de subred
- Puerta de enlace estándar
- Servidores DNS

4.6 DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

Figura 4.6 Diagrama de topología



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Tabla 4.2 Topología IP

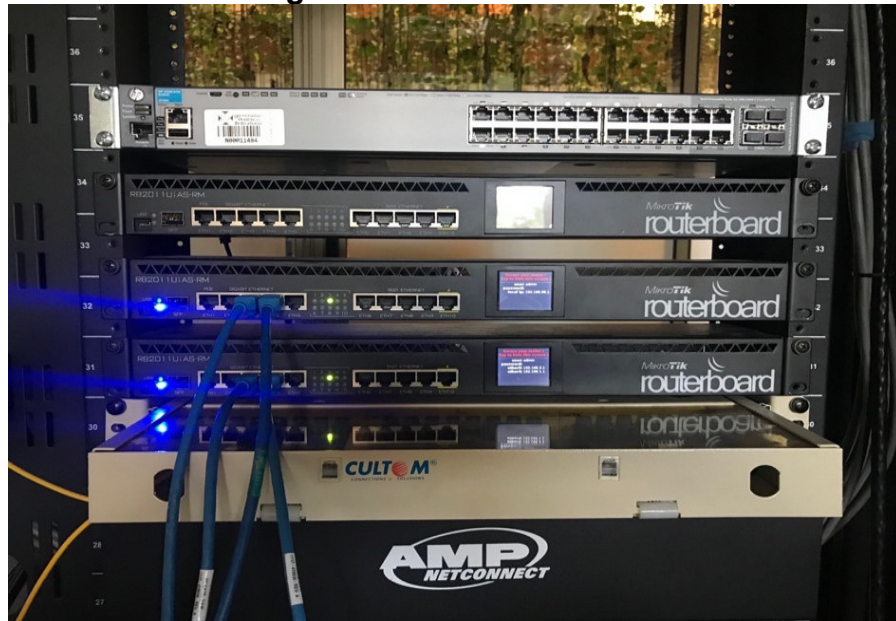
<i>Dispositivo</i>	<i>interfaz</i>	<i>dirección IP</i>	<i>Máscara de subred</i>	<i>Gateway</i>
Router1	<i>Ether 4</i>	<i>192.168.2.7/24</i>	<i>255.255.255.0</i>	<i>N/A</i>
	<i>Ether 3</i>	<i>192.168.2.1/24</i>	<i>255.255.255.0</i>	<i>N/A</i>
Router2	<i>Ether 4</i>	<i>192.168.2.5/24</i>	<i>255.255.255.0</i>	<i>N/A</i>
	<i>Ether 3</i>	<i>192.168.2.2/24</i>	<i>255.255.255.0</i>	<i>N/A</i>
PC1	<i>N/A</i>	<i>192.168.2.10</i>	<i>255.255.255.0</i>	<i>192.168.2.7</i>
PC2	<i>N/A</i>	<i>192.168.2.14</i>	<i>255.255.255.0</i>	<i>192.168.2.5</i>

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En este laboratorio, se creará una red similar a la que se muestra en el Diagrama de topología **Figura 4.6**

- Se inicia cableando la red como se muestra en el Diagrama de topología. **Figura 4.6**
- Se usan las direcciones IP que se proporcionan en el Diagrama de topología para aplicar un esquema de direccionamiento a los dispositivos de red.
- Cuando la configuración de la red está completa, se examinan las tablas de enrutamiento para verificar que la red esté funcionando correctamente.
- Se realizan pruebas de conexión por medio de símbolo del sistema.

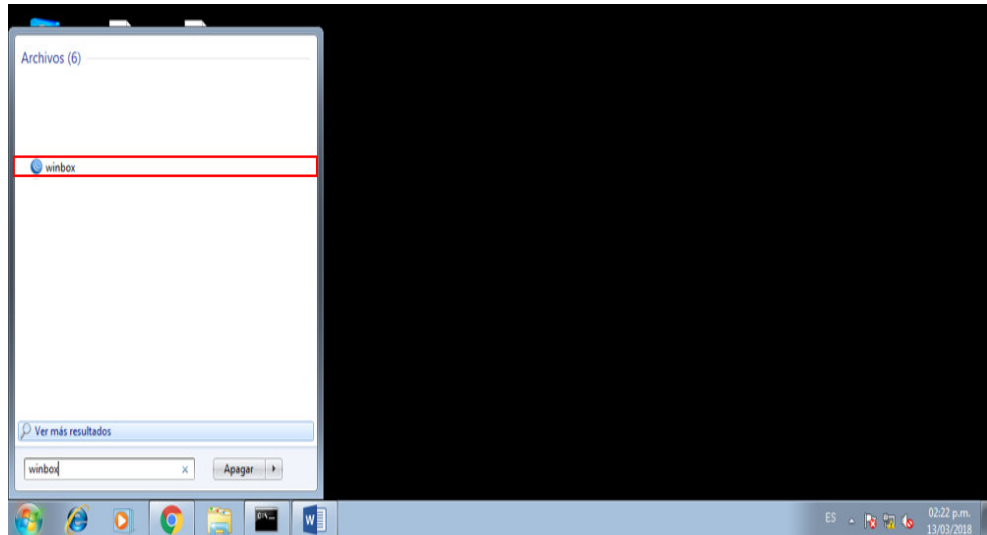
Figura 4.7 Conexión física



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se accede al winbox como se muestra en la **Figura 4.8** y se procede con la eliminación de las configuraciones iniciales para lograr una configuración limpia de tal forma como se ejecutó en la práctica anterior.

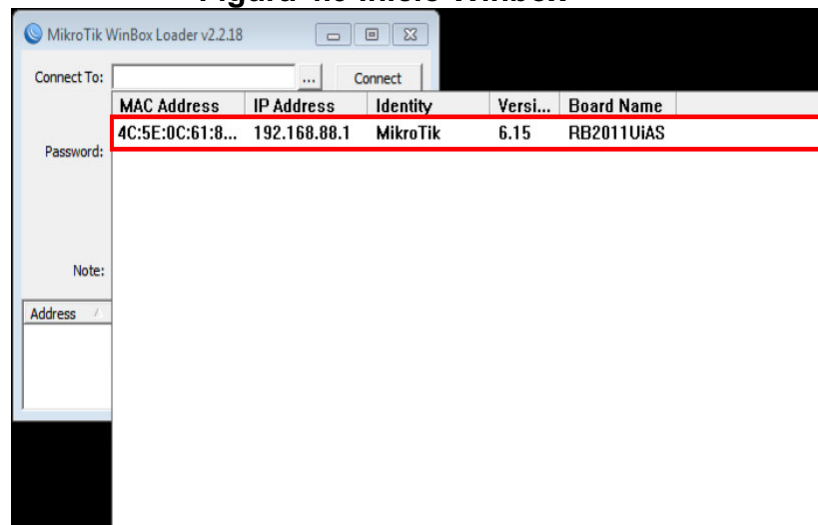
Figura 4.8 Acceder a winbox



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En este punto el *Winbox* identifica el *Router* con el cual se está trabajando **Figura 4.9**.

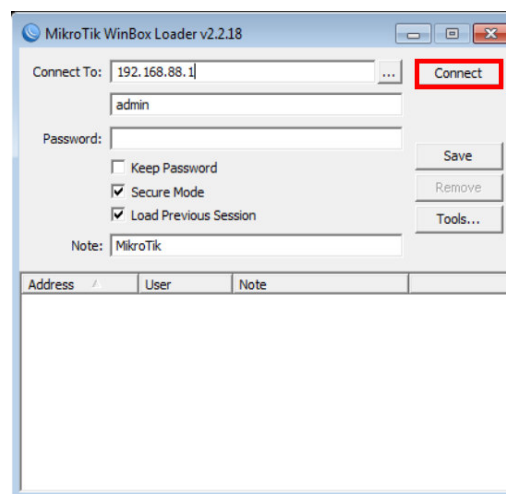
Figura 4.9 Inicio Winbox



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se selecciona el Router y se da clic en “Connect”. **Figura 4.10**

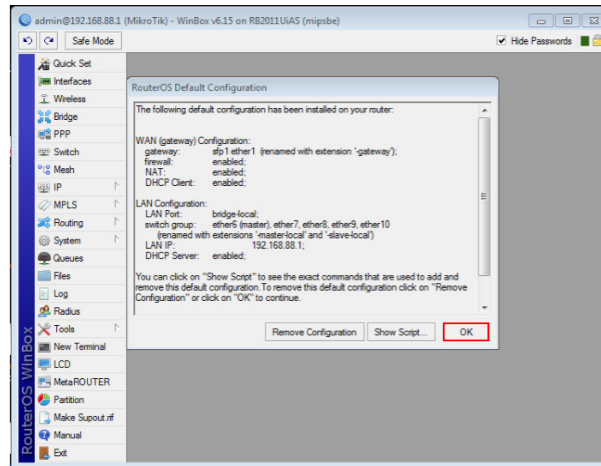
Figura 4.10 Connect



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Al seleccionar **connect** se accede al *winbox* **Figura 4.11**, se despliega una ventana que muestra la configuración por defecto del *Router*. Se da clic en la opción “**OK**”.

Figura 4.11 Winbox

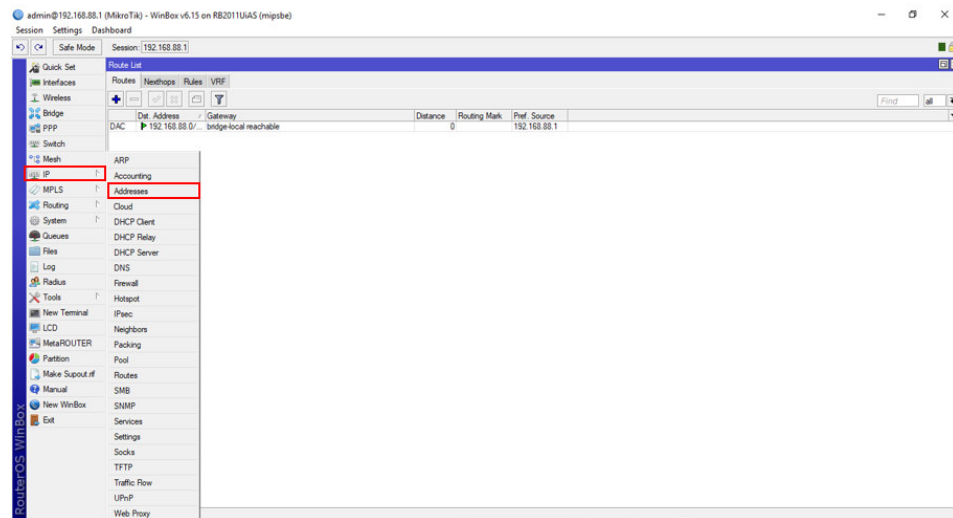


Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

4.6.1 Asignación de IP

- Se agrega la IP accediendo al menú de la parte izquierda de la pantalla. Seleccionando **IP** en el menú, se accede desde la ventana que se despliega a **“addresses”** y se agrega la IP. **Figura 4.12**

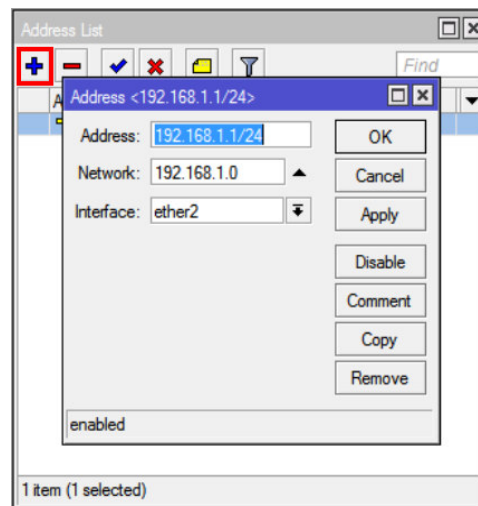
Figura 4.12 Ventana Winbox



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se seleccionar el icono  se despliega la ventana de la **Figura 4.13** en este momento se agrega la IP 192.168.1.1/24 y se selecciona la interfaz ether2.

Figura 4.13 Agregar IP

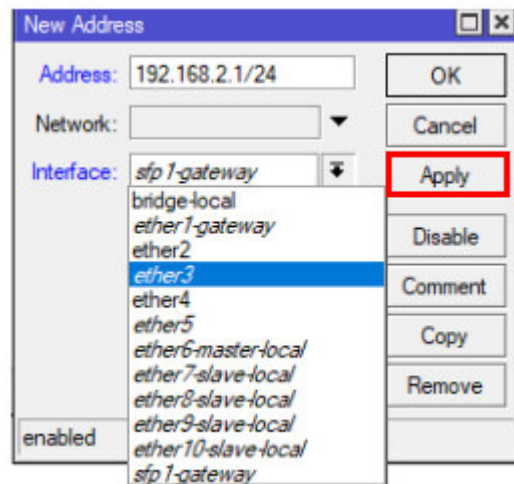


Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Para agregar una segunda IP, se selecciona el  como se muestra en la **Figura 4.14**, donde se prosigue con los siguientes pasos:

- **Address:**192.168.2.1/24 – **Interface:** ether3 y **Network:** se asigna automáticamente y ya configurado se da clic en **OK**.

Figura 4.14 Ventana agregar serial



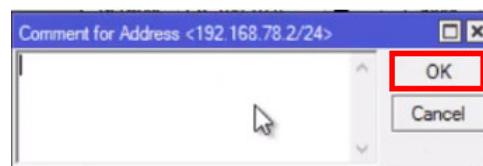
Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

4.6.2 AGREGAR COMENTARIO (opcional)

NOTA: Tanto en Winbox como en CLI se recomienda agregar comentarios con el fin de llevar una configuración ordenada. Para agregar un comentario se hace desde la opción **“Comment”** en ese momento se despliega una ventana como la de la **Figura 4.15**

- Se selecciona **“Comment”** **Figura 4.14** y se agrega el comentario: **SERIAL R1**
- Se selecciona **“apply”**; **“OK”**.
- Mostrará la configuración realizada con su respectivo comentario.

Figura 4.15 Ventana de Comment

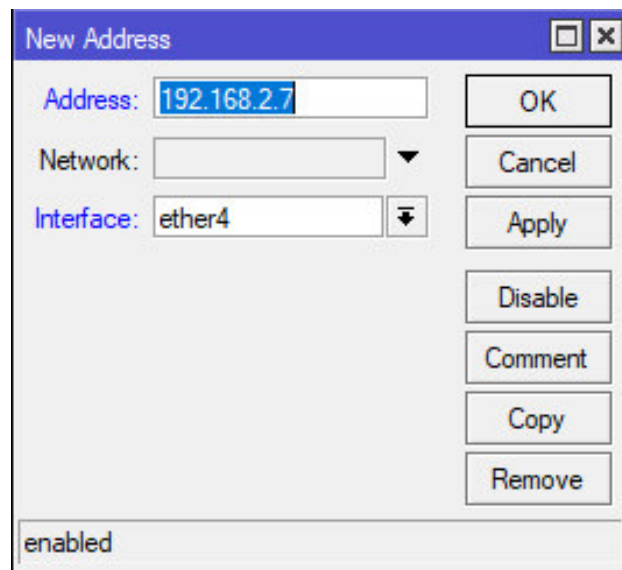


Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

- **Agregar IP (FAST)**

- De la misma manera como se agregó la IP (SERIAL) **Figura 4.12** en el menú de la parte izquierda de la pantalla. Selecciona **IP** en el menú y accede desde la ventana que se despliega a **“addresses”** y se agrega la IP. Se selecciona  para agregar una IP nueva (FAST) y se siguen los pasos:
1. **Address:** 192.168.2.7/24 – **Interface:** ether4 y **Network:** se asigna automáticamente. **Figura 4.16**
 2. Se agrega un comentario Numeral 4.4.2 AGREGAR COMENTARIO (opcional) con el comentario: **FAST R1**
 3. Se selecciona **“apply”**; **“OK”**

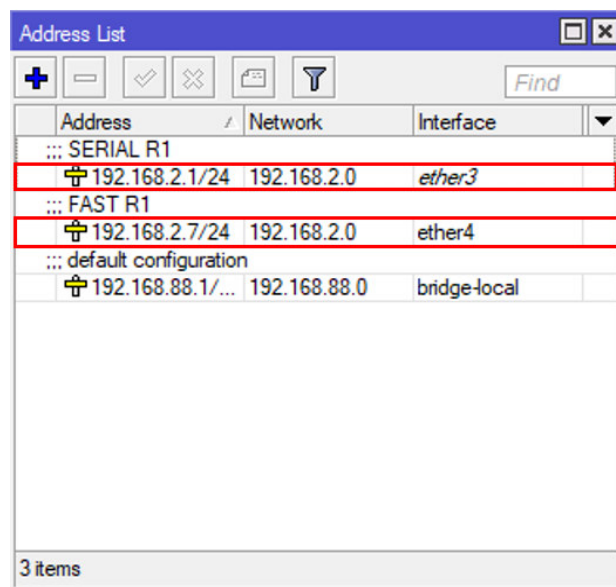
Figura 4.16 Ventana agregar fast



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Al finalizar el procedimiento se puede observar en la **Figura 4.17** la lista de agregados donde podemos evidenciar la IP serial y la IP fast con sus respectivas IP Networks e Interfaces.

Figura 4.17 Ventana Address List



Address	Network	Interface
192.168.2.1/24	192.168.2.0	ether3
192.168.2.7/24	192.168.2.0	ether4
192.168.88.1/...	192.168.88.0	bridge-local

3 items

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

4.6.3 ASIGNACIÓN DE RUTAS

Ya con las IP asignadas, el siguiente paso es fijar las rutas de las IP y se realiza de la siguiente forma:

- En la interfaz se busca y se da clic en **“IP”** y en la pantalla que se despliega se selecciona la opción de **“routes”** como se muestra en la **Figura 4.18**.

Figura 4.18 Asignación de rutas



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En la ventana de lista de rutas se observan aquellas que se encuentran por defecto en el Router. Se selecciona el icono  para agregar una nueva ruta. **Figura 2.19.**

Figura 4.19 Lista de rutas



Route List				
Routes				
	Dst. Address	Gateway	Distance	Routing Mark
DAC	192.168.2.0/24	bridge-local reachable	0	192.168.2.1
DAC	192.168.2.10	bridge-local reachable	0	192.168.2.10
DAC	192.168.88.0/...	bridge-local reachable	0	192.168.88.1

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Para la primera ruta se siguen las siguientes indicaciones **Figura 4.20:**

- **Dst.Address:**192.168.2.7; **Gateway:**192.168.2.10
- Se selecciona **“Apply”** y **“OK”**.

Figura 4.20 Ventana de nueva ruta 1



New Route

General | Attributes

Dst. Address: 192.168.2.7

Gateway: 192.168.2.10

Check Gateway: ☐

Type: Unicast

Distance:

Scope: 30

Target Scope: 10

Routing Mark:

Pref. Source:

Buttons: OK, Cancel, Apply, Disable, Comment, Copy, Remove

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En la **Figura 2.21** muestra la asignación de la segunda ruta en la cual se siguen los mismos pasos descritos en el numeral 4.4.3 ASIGNACIÓN DE RUTAS:

- **Dst.Address:**192.168.2.7; **Gateway:**192.168.2.1
- Se selecciona **“Apply”** y **“OK”**.

Figura 4.21 Ventana de nueva ruta 2

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Al terminar con la asignación de las dos nuevas rutas se puede observar la tabla de enrutamiento del Router 1 **Figura 4.22**.

Figura 4.22 Tabla de enrutamiento Router 1

	Dist. Address	Gateway	Distance	Routing Mark	Pref. Source
DAC	192.168.2.0/24	bridge-local reachable	0		192.168.2.1
AS	192.168.2.1	192.168.2.7 reachable bridge-local	1		
AS	192.168.2.7	192.168.2.10 reachable bridge-local	1		
DAC	192.168.2.10	bridge-local reachable	0		192.168.2.10
DAC	192.168.88.0/...	bridge-local reachable	0		192.168.88.1

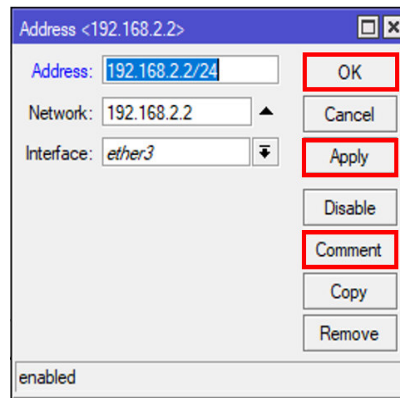
Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

4.6.4 CONFIGURACION DEL ROUTER 2

Se selecciona para agregar una dirección IP nueva y se despliega la ventana de la **Figura 4.23** y se prosigue con los pasos:

- **Address:**192.168.2.2/24 – **Interface:** ether3 y **Network:** se asigna automáticamente.
- Se siguen los pasos del numeral 4.4.2 AGREGAR COMENTARIO (opcional) y se agrega el comentario: **SERIAL R2**
- Se selecciona “*apply*”; “*OK*”.
- Mostrará la configuración realizada con su respectivo comentario. **Figura 4.25**

Figura 4.23 Ventana IP serial Router 2

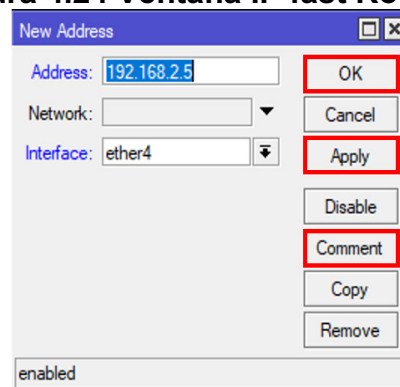


Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Nuevamente se selecciona el icono  para agregar una IP nueva en donde se despliega la ventana de la **Figura 4.24** y se prosigue con los siguientes pasos:

- **Address:**192.168.2.5/24 – **Interface:** ether4 y **Network:** se asigna automáticamente.
- Se siguen los pasos del numeral 4.4.2 AGREGAR COMENTARIO (opcional) y se agrega el comentario: **FAST R2**
- Se selecciona “*apply*”; “*OK*”.
- Mostrará la configuración realizada con su respectivo comentario. **Figura 4.25.**

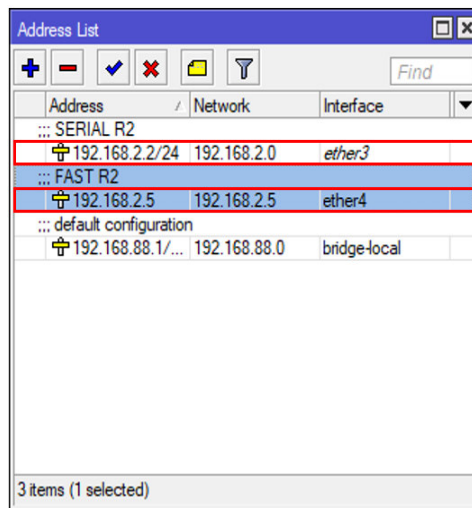
Figura 4.24 Ventana IP fast Router 2



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Al terminar con el procedimiento se tienen las dos IP asignadas para el *Router 2*; así mismo sus respectivos comentarios como se muestra en la **Figura 4.25**.

Figura 4.25 Ventana lista de IP's

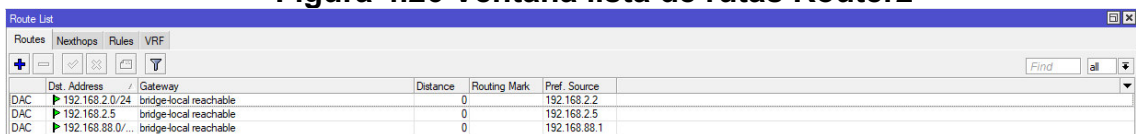


Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se cierra la lista de direcciones (Address list) y en la interfaz del software se selecciona en el menú en la parte izquierda de la pantalla “IP” y en la ventana que se despliega se busca la opción de “**routes**” y se da clic **Figura 4.18**. Al momento de realizar este procedimiento:

- Se puede ver la lista de rutas por defecto con las cuales cuenta el Router2 **Figura 4.26**.

Figura 4.26 Ventana lista de rutas Router2



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En la **Figura 4.26** se selecciona el icono  para agregar una nueva ruta. Se despliega la ventana de la **Figura 4.27** y se siguen los siguientes pasos para la asignación de ruta:

En la primera ruta se siguen las siguientes indicaciones:

- **Dst.Address:**192.168.2.5; **Gateway:**192.168.2.14
- Se selecciona “**Apply**” y “**OK**”.

Figura 4.27 Ventana nueva ruta 1

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Para la segunda ruta **Figura 4.28**:

- **Dst.Address:**192.168.2.2; **Gateway:**192.168.2.5
- Se selecciona “**Apply**” y “**OK**”.

Figura 4.28 Ventana nueva ruta 2

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se observa la tabla de enrutamiento para el *Router 2* junto con las dos rutas agregadas anteriormente **Figura 4.29**.

Figura 4.29 Tabla de enrutamiento Router 2

Route List					
Routes					
Nexthops					
Rules					
VRF					
	Dst. Address	Gateway	Distance	Routing Mark	Pref. Source
DAC	▶ 192.168.2.0/24	bridge-local reachable	0		192.168.2.2
AS	▶ 192.168.2.2	192.168.2.5 reachable bridge-local	1		
S	▶ 192.168.2.5	192.168.2.14 reachable bridge-local	1		
DAC	▶ 192.168.2.5	bridge-local reachable	0		192.168.2.5
DAC	▶ 192.168.88.0/...	bridge-local reachable	0		192.168.88.1

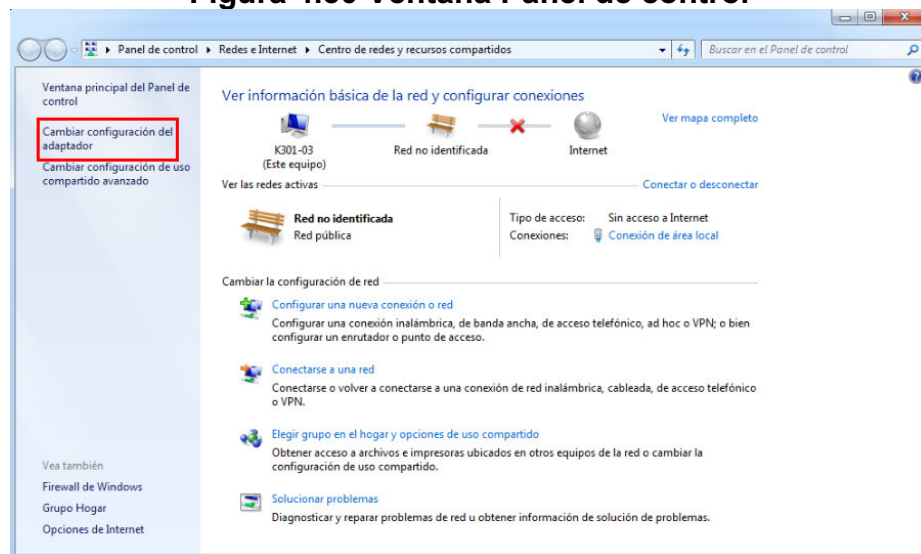
Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

4.6.5 PRUEBA DE CONEXIÓN

En primer lugar, se configurará el computador1:

- Se accede a **Panel de control**: Si la vista es categorías, se busca **redes e internet**. Si la vista es por Iconos, se busca **centro de redes y recursos compartidos**.
- Dentro de recursos compartidos, en la columna izquierda entrar a: **cambiar configuración del adaptador**.

Figura 4.30 Ventana Panel de control



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

- En conexión de área local, dar “*clic derecho*” y entrar a **propiedades**. (Figura 4.31).

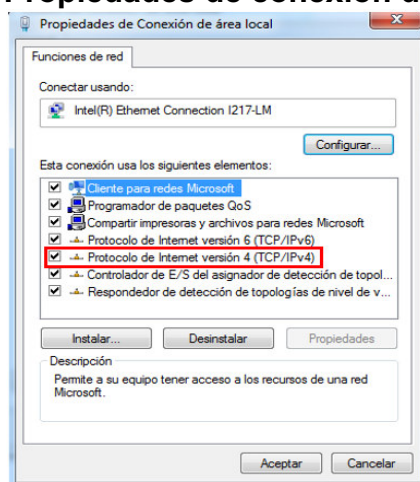
Figura 4.31 Ventana cambiar la configuración del adaptador



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

- En el menú propiedades de conexión de área local **Figura 4.30** se debe seleccionar **protocolo de internet versión 4(TCP/IPv4)** y dar “clic” en **propiedades**. **Figura 4.32**.

Figura 4.32 Propiedades de conexión de área local

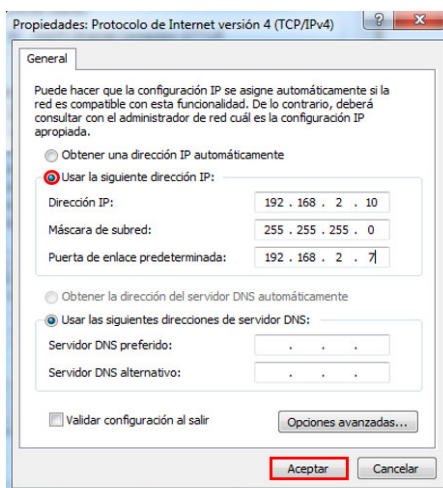


Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En la **Figura 4.33** pulsar el botón **Usar la siguiente dirección IP**

- **Dirección IP:**192.168.2.10, **Mascara de subred:**255.255.255.0, **Puerta de enlace:**192.168.2.7
- Dar “clic” en **Aceptar**.
- Cerrar las ventanas.

Figura 4.33 Modificar IP

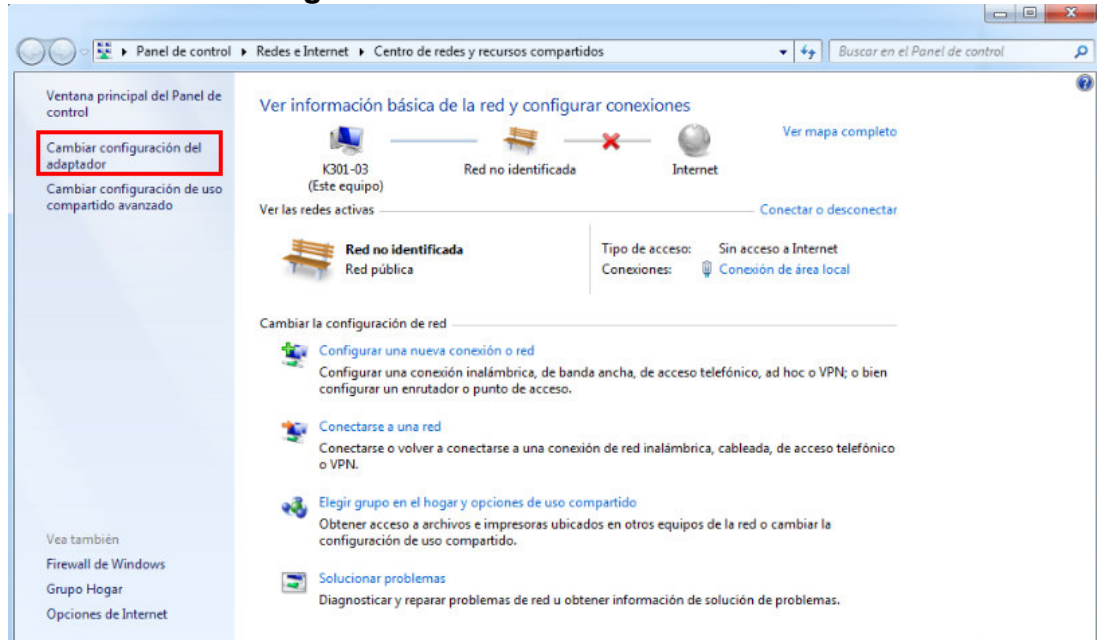


Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Después de tener configurado el primer computador se configura el computador2:

- **Panel de control:** Si la vista es categorías, se busca **redes e internet**. Si la vista es por Iconos, se busca **centro de redes y recursos compartidos**.
- Dentro de recursos compartidos, en la columna izquierda entrar a: **cambiar configuración del adaptador**.

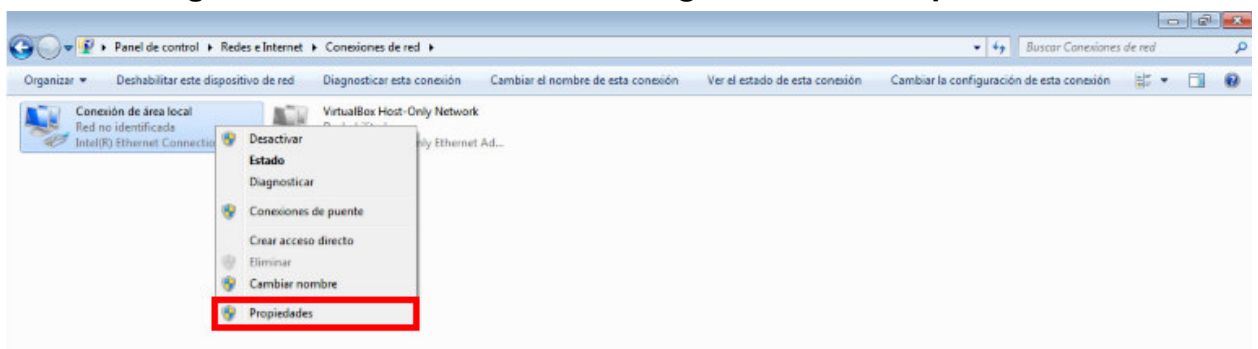
Figura 4.34 Ventana Panel de control



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

- En conexión de área local, dar “*clic derecho*” y entrar a **propiedades** **Figura 4.31**.

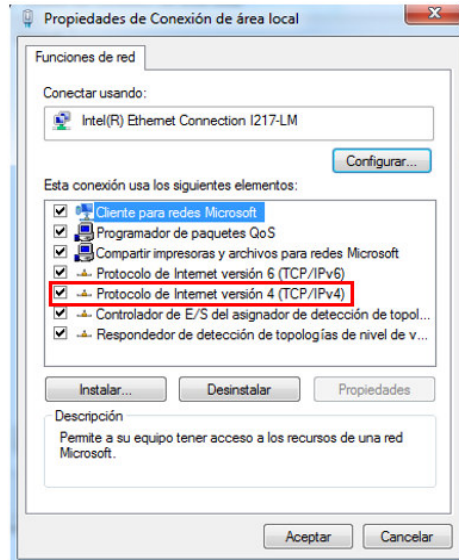
Figura 4.35 Ventana cambiar configuración del adaptador



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

- En el menú propiedades de conexión de área local **Figura 4.35** se debe seleccionar **protocolo de internet versión 4(TCP/IPv4)** y dar “clic” en **propiedades**. **Figura 4.36**.

Figura 4.36 Propiedades de conexión de área local

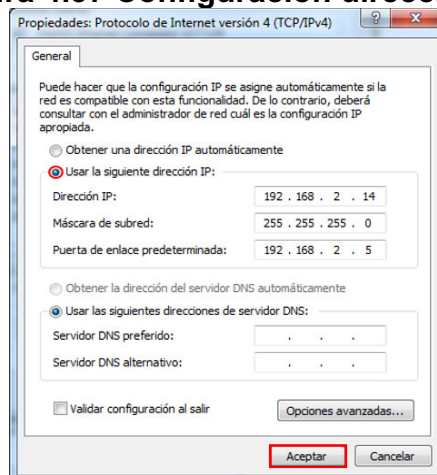


Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En la **Figura 4.37** pulsar el botón **Usar la siguiente dirección IP**

- **Dirección IP:**192.168.2.14, **Mascara de subred:**255.255.255.0, **Puerta de enlace:**192.168.2.5
- Dar “clic” en **Aceptar**.
- Cerrar las ventanas.

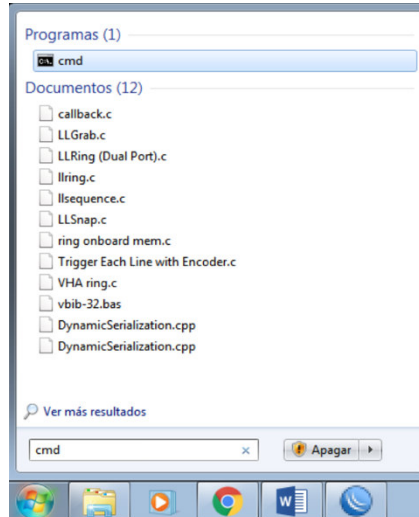
Figura 4.37 Configuración dirección IP



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se prosigue con la prueba de conectividad para esto se dirige a símbolo del sistema o CMD tal como se muestra en la **Figura 4.38**.

Figura 4.38 Buscar símbolo del sistema



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Al acceder a **símbolo del sistema** abrirá una consola de comandos en donde se puede escribir el comando **ping** seguido de la dirección a la que se quieren enviar los paquetes. En la ventana de comandos se digita **ipconfig** ↵ y en la ventana se muestra toda la información de red que esta guardada en el computador en este caso las configuraciones que se realizaron, esto se observa en la **Figura 4.39**.

4.6.6 PRUEBA DE CONEXIÓN COMPUTADOR 1

Figura 4.39 Información computador 1

```
Administrador: Símbolo del sistema
Microsoft Windows [Versión 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

C:\Users\Administrador>ipconfig

Configuración IP de Windows

Adaptador de Ethernet Conexión de área local:

Sufijo DNS específico para la conexión. . . :
Vínculo: dirección IPv6 local. . . : fe80::c8e:8bec:ddd5:6ed7%11
Dirección IPv4. . . . . : 192.168.2.10
Máscara de subred. . . . . : 255.255.255.0
Puerta de enlace predeterminada. . . . . : 192.168.2.7

Adaptador de túnel isatap.{A5F0A9BA-EFEA-43CB-9345-B13DE1282E2C}:

Estado de los medios. . . . . : medios desconectados
Sufijo DNS específico para la conexión. . . :

Adaptador de túnel Teredo Tunneling Pseudo-Interface:

Estado de los medios. . . . . : medios desconectados
Sufijo DNS específico para la conexión. . . :
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se da el primer ping a la dirección **192.168.2.1**

Figura 4.40 Ping 192.168.2.1

```
Administrador: Símbolo del sistema

Sufijo DNS específico para la conexión. . . :
C:\Users\Administrador>ping 192.168.2.1

Haciendo ping a 192.168.2.1 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.2.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=64

Estadísticas de ping para 192.168.2.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
              (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Users\Administrador>
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

El siguiente ping a la dirección **192.168.2.2**.

Figura 4.41 Ping 192.168.2.2

```
CA: Administrador: Símbolo del sistema
Respuesta desde 192.168.2.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=64

Estadísticas de ping para 192.168.2.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Users\Administrador>ping 192.168.2.2

Haciendo ping a 192.168.2.2 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.2.2: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.2: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.2: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.2: bytes=32 tiempo<1m TTL=64

Estadísticas de ping para 192.168.2.2:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Users\Administrador>
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

El siguiente ping a la dirección **192.168.2.10**.

Figura 4.42 Ping 192.168.2.10

```
CA: Administrador: Símbolo del sistema
Respuesta desde 192.168.2.2: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.2: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.2: bytes=32 tiempo<1m TTL=64

Estadísticas de ping para 192.168.2.2:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Users\Administrador>ping 192.168.2.10

Haciendo ping a 192.168.2.10 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.2.10: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.2.10: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.2.10: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.2.10: bytes=32 tiempo<1m TTL=128

Estadísticas de ping para 192.168.2.10:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Users\Administrador>
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

El siguiente ping a la dirección **192.168.2.14**

Figura 4.43 Ping 192.168.2.14


```
Administrador: Símbolo del sistema
Respuesta desde 192.168.2.10: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.2.10: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.2.10: bytes=32 tiempo<1m TTL=128

Estadísticas de ping para 192.168.2.10:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Users\Administrador>ping 192.168.2.14

Haciendo ping a 192.168.2.14 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.2.14: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128
Respuesta desde 192.168.2.14: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.2.14: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.2.14: bytes=32 tiempo<1m TTL=128

Estadísticas de ping para 192.168.2.14:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 1ms, Media = 0ms

C:\Users\Administrador>
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

El siguiente ping a la dirección **192.168.2.7**

Figura 4.44 Ping 192.168.2.7

```
Administrador: Símbolo del sistema
Respuesta desde 192.168.2.14: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.2.14: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.2.14: bytes=32 tiempo<1m TTL=128

Estadísticas de ping para 192.168.2.14:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 1ms, Media = 0ms

C:\Users\Administrador>ping 192.168.2.7

Haciendo ping a 192.168.2.7 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.2.7: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.7: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.7: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.7: bytes=32 tiempo<1m TTL=64

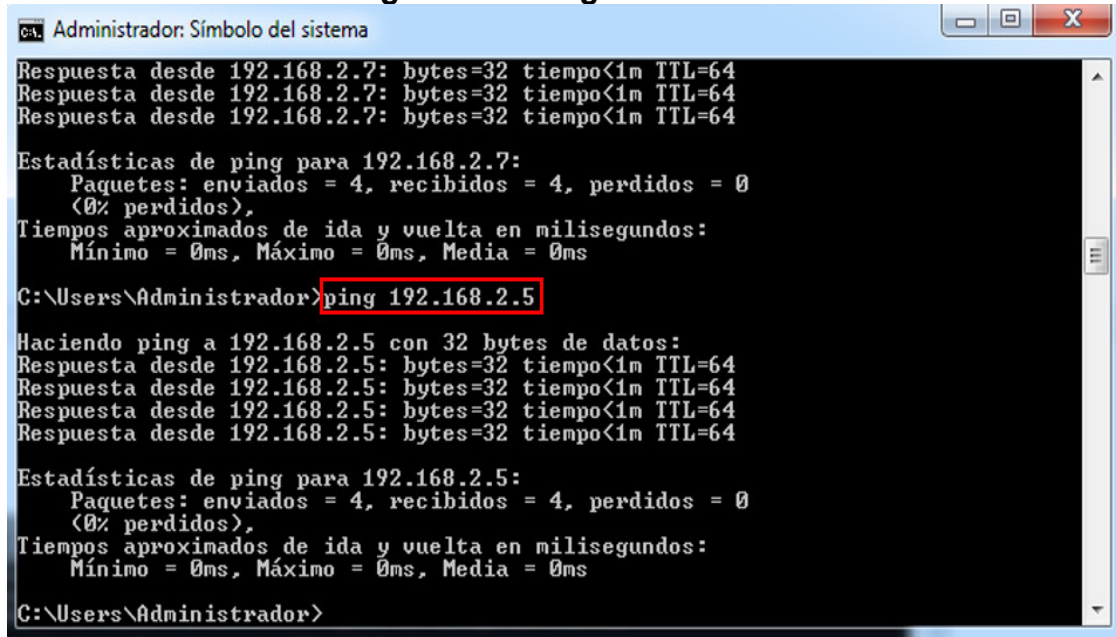
Estadísticas de ping para 192.168.2.7:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Users\Administrador>
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

El siguiente ping a la dirección **192.168.2.5**

Figura 4.45 Ping 192.168.2.5



```
Administrador: Símbolo del sistema

Respuesta desde 192.168.2.7: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.7: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.7: bytes=32 tiempo<1m TTL=64

Estadísticas de ping para 192.168.2.7:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Users\Administrador>ping 192.168.2.5

Haciendo ping a 192.168.2.5 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.2.5: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.5: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.5: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.5: bytes=32 tiempo<1m TTL=64

Estadísticas de ping para 192.168.2.5:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Users\Administrador>
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Como podemos observar en todas las capturas del computador uno se tiene conexión tanto con los Router de igual forma con cada uno de los computadores, de la misma manera se realiza la prueba de conexión con el segundo computador.

- Se dirige a símbolo del sistema o CMD tal como se muestra en la **Figura 4.38**

4.6.7 PRUEBA DE CONEXIÓN COMPUTADOR 2

Al acceder a **símbolo del sistema** en la ventana de comandos se digita `ipconfig` ↵ en este momento se muestra toda la información de red que esta guardada en el computador2.

Figura 4.46 Información computador 2


```
Administrador: Símbolo del sistema
Microsoft Windows [Versión 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

C:\Users\Administrador>ipconfig

Configuración IP de Windows

Adaptador de Ethernet Conexión de área local:

    Sufijo DNS específico para la conexión. . . :
    Vínculo: dirección IPv6 local. . . : fe80::5880:6b77:2cf2:13c6%11
    Dirección IPv4. . . . . : 192.168.2.14
    Máscara de subred. . . . . : 255.255.255.0
    Puerta de enlace predeterminada. . . . . : 192.168.2.5

Adaptador de túnel Teredo Tunneling Pseudo-Interface:

    Estado de los medios. . . . . : medios desconectados
    Sufijo DNS específico para la conexión. . . :

Adaptador de túnel isatap.{A5FAA9BA-EFEA-43CB-9345-B13DE1282E2C}:

    Estado de los medios. . . . . : medios desconectados
    Sufijo DNS específico para la conexión. . . :

C:\Users\Administrador>
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se da el primer ping a la dirección **192.168.2.2**

Figura 4.47 Ping 192.168.2.2

```
Administrador: Símbolo del sistema
Microsoft Windows [Versión 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

C:\Users\Administrador>ping 192.168.2.2

Haciendo ping a 192.168.2.2 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.2.2: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.2: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.2: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.2: bytes=32 tiempo<1m TTL=64

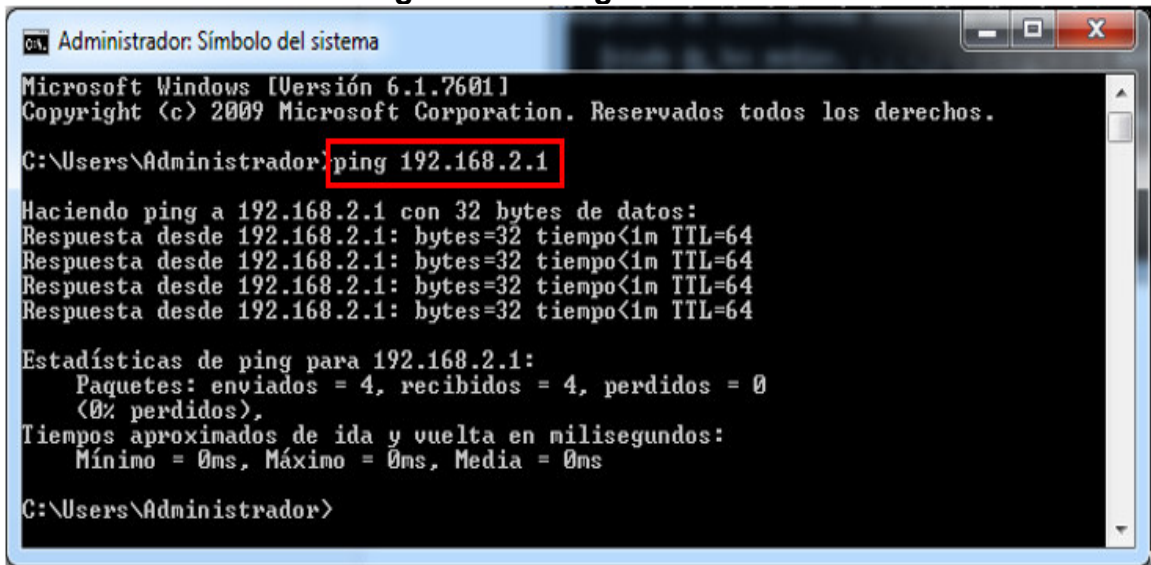
Estadísticas de ping para 192.168.2.2:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Users\Administrador>
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

El siguiente ping a la dirección **192.168.2.1**

Figura 4.48 Ping 192.168.2.1



```
Administrador: Símbolo del sistema
Microsoft Windows [Versión 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

C:\Users\Administrador>ping 192.168.2.1

Haciendo ping a 192.168.2.1 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.2.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=64

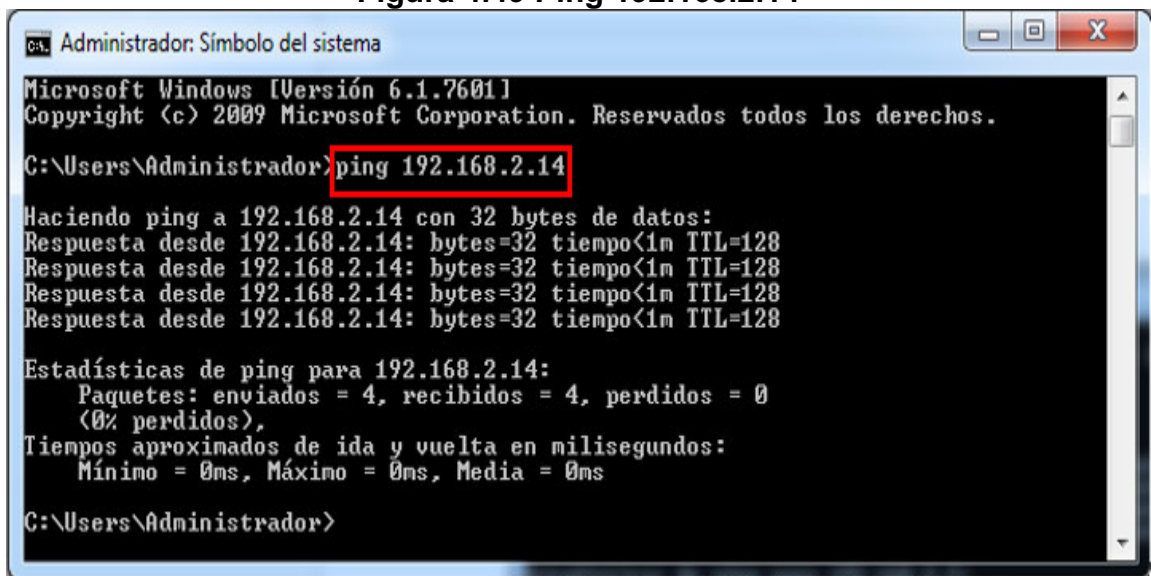
Estadísticas de ping para 192.168.2.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
              (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Users\Administrador>
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

El siguiente ping a la dirección **192.168.2.14**

Figura 4.49 Ping 192.168.2.14



```
Administrador: Símbolo del sistema
Microsoft Windows [Versión 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

C:\Users\Administrador>ping 192.168.2.14

Haciendo ping a 192.168.2.14 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.2.14: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.2.14: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.2.14: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.2.14: bytes=32 tiempo<1m TTL=128

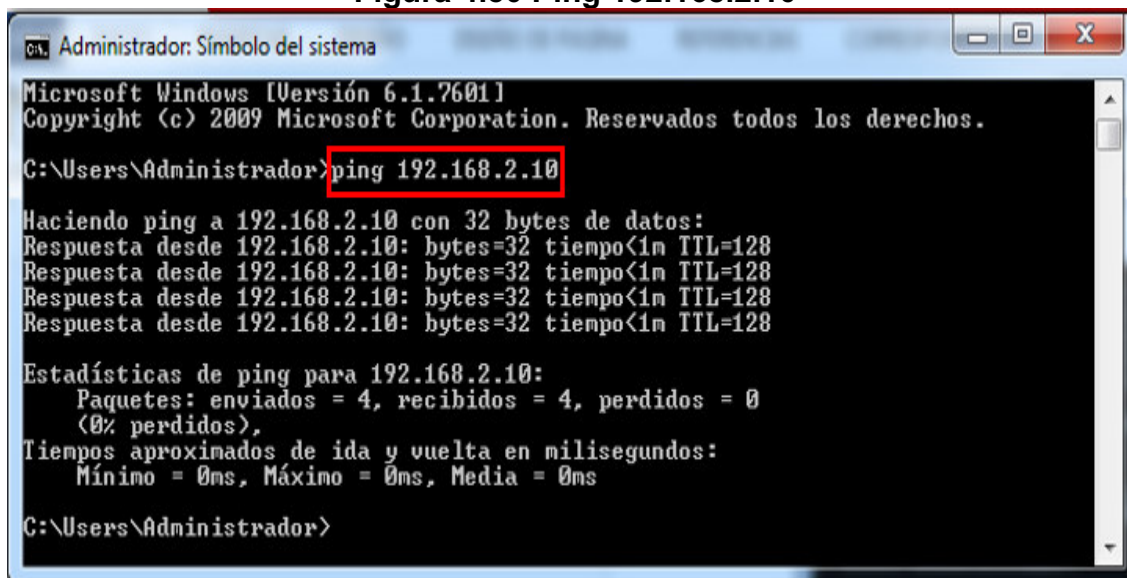
Estadísticas de ping para 192.168.2.14:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
              (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Users\Administrador>
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

El siguiente ping a la dirección **192.168.2.10**

Figura 4.50 Ping 192.168.2.10



```
Administrador: Símbolo del sistema
Microsoft Windows [Versión 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

C:\Users\Administrador>ping 192.168.2.10

Haciendo ping a 192.168.2.10 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.2.10: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.2.10: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.2.10: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.2.10: bytes=32 tiempo<1m TTL=128

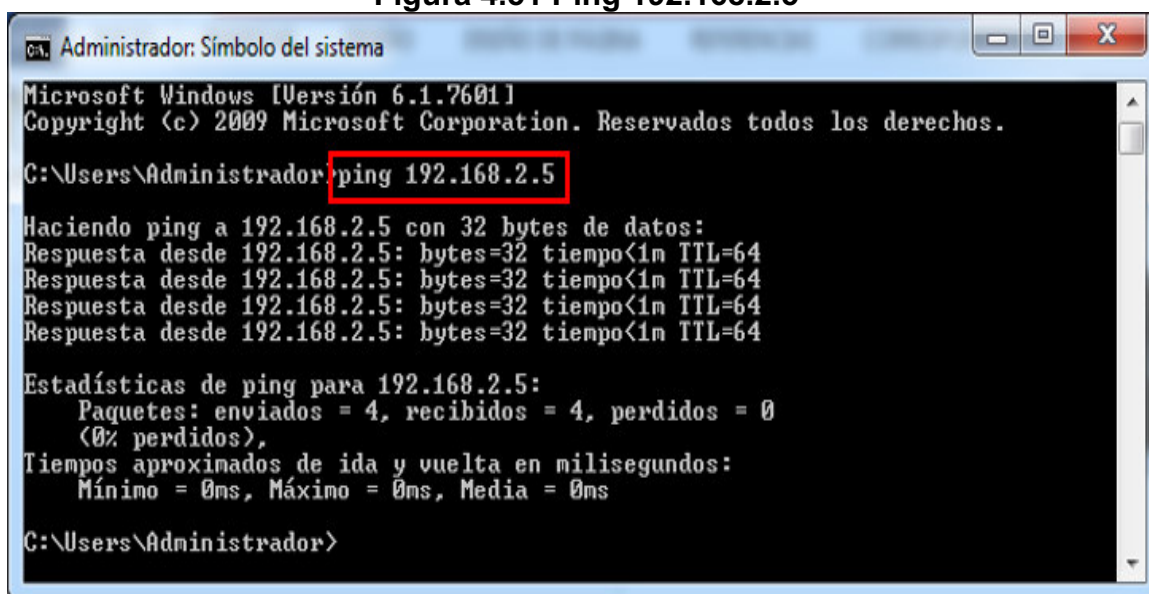
Estadísticas de ping para 192.168.2.10:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
        (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Users\Administrador>
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

El siguiente ping a la dirección **192.168.2.5**

Figura 4.51 Ping 192.168.2.5



```
Administrador: Símbolo del sistema
Microsoft Windows [Versión 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

C:\Users\Administrador>ping 192.168.2.5

Haciendo ping a 192.168.2.5 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.2.5: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.5: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.5: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.5: bytes=32 tiempo<1m TTL=64

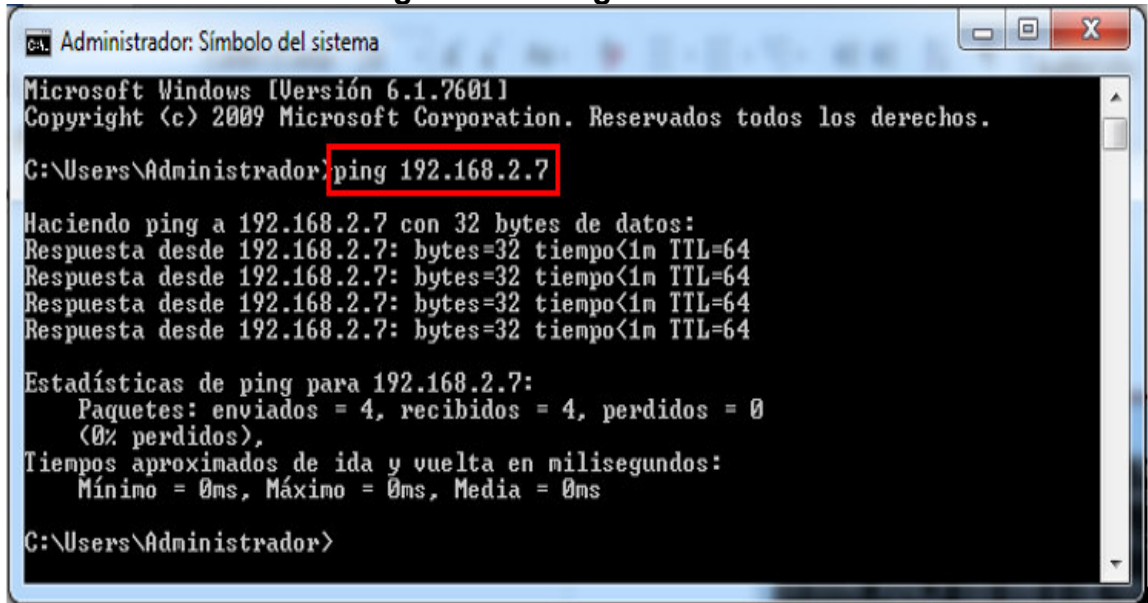
Estadísticas de ping para 192.168.2.5:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
        (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Users\Administrador>
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

El siguiente ping a la dirección **192.168.2.7**

Figura 4.52 Ping 192.168.2.7

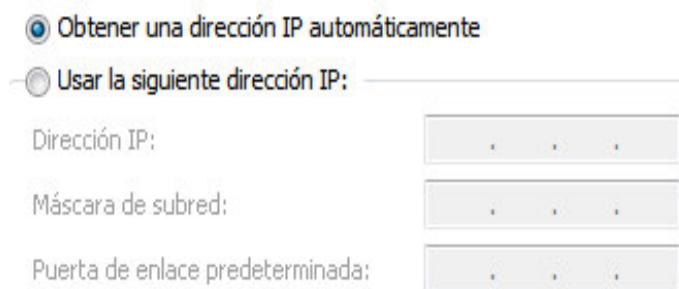


Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Una vez terminada la prueba de comunicación que comprueba la conectividad entre los equipos, se limpiará la configuración realizada.

En cada computador, acceder nuevamente a propiedades del **protocolo de internet versión 4** y seleccionar la opción obtener una dirección IP automáticamente con el fin de limpiar la asignación manual.

Figura 4.53 Configuración dirección IP automática



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

5 CONFIGURACIÓN DE IP ESTÁTICAS MEDIANTE INTERFAZ DE LÍNEA DE COMANDO (CLI) Y PRUEBA DE CONEXIÓN

5.3 OBJETIVOS

- Realizar pruebas de conexión para verificar las configuraciones de las IP estáticas.
- Crear comunicación entre dos computadores por medio de IP estáticas.
- Conocer los comandos por medio de CLI para configurar IP estáticas.

5.4 MATERIALES Y ELEMENTOS

- 3 cables Ethernet RJ45
- Router RB 2011 UiAS-RM
- 2 computadores
- Software WinBox

5.5 MARCO TEORICO

5.5.1 Interfaz de línea de comandos

Procedimiento mediante el cual se manipula un programa por medio de instrucciones por lo general es llamada consola de sistemas o de comando, las ordenes se digitan por medio de líneas de comando, los programas responden momentos después de ser dada la orden.

Es utilizada para acceder a las configuraciones y funciones del router, se lleva a cabo de forma remota o utilizando el puerto serie, telnet, SSH o la pantalla de la consola en Winbox, o directamente usando el monitor y el teclado. La consola también se usa para escribir guiones. Este manual describe los principios generales de operación de la consola.

5.5.2 Protocolo SSH

Es un protocolo que usa una arquitectura cliente-servidor permitiendo a los usuarios conectarse a un host de forma remota. A diferencia de otros tipos de protocolos, el

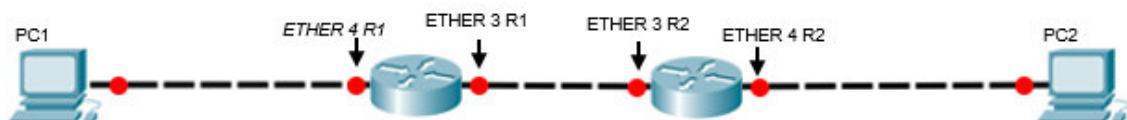
encripta la sesión de conexión volviendo imposible a alguien externo obtener contraseñas que no se encuentren encriptadas. Está diseñado para reemplazar los métodos antiguos.

5.5.3 Protocolo telnet

Protocolo de red que permite comunicarse en modo texto con otra máquina de manera que se pueda controlar remotamente. Este protocolo se basa en la arquitectura cliente-servidor, donde el servidor será el ordenador que se maneja y el cliente el ordenador desde el cual controla el servidor, es un protocolo simple y cuenta con un problema de seguridad dado que su tráfico viaja sin ningún tipo de encriptación.

5.6 DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

Figura 5.1 Diagrama de topología



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

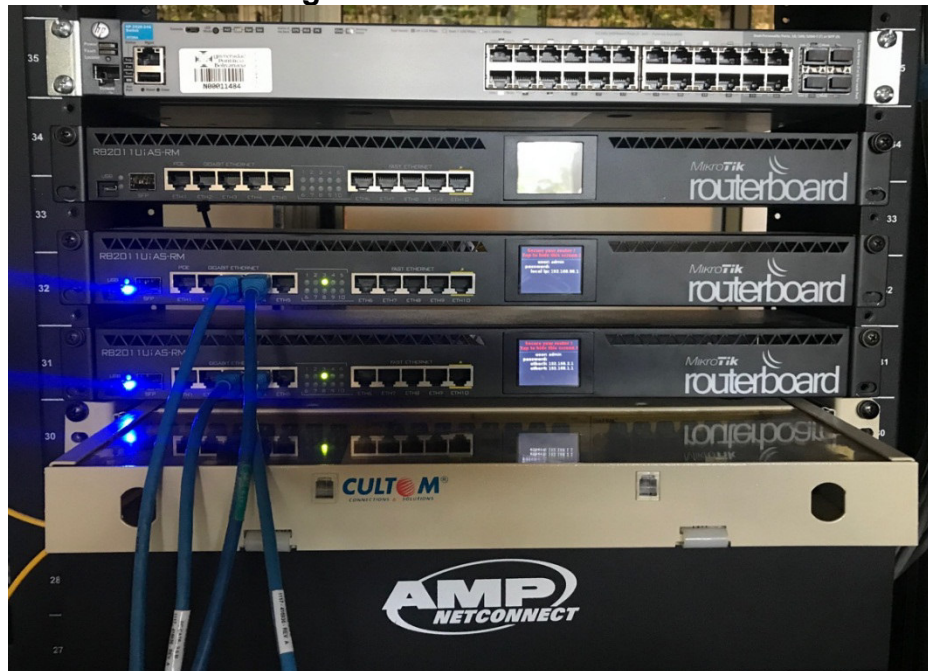
Tabla 5.1 Topología IP

Dispositivo	interfaz	dirección IP	Máscara de subred	Gateway
Router1	Ether 4	192.168.2.7/24	255.255.255.0	N/A
	Ether 3	192.168.2.1/24	255.255.255.0	N/A
Router2	Ether 4	192.168.2.5/24	255.255.255.0	N/A
	Ether 3	192.168.2.2/24	255.255.255.0	N/A
PC1	N/A	192.168.2.10	255.255.255.0	192.168.2.7
PC2	N/A	192.168.2.14	255.255.255.0	192.168.2.5

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En la siguiente practica tal cual se realiza en el laboratorio anterior se crea la red que indica el diagrama de topología, inicia cableando la red como se muestra en la Figura 5.2 o como se observa en el diagrama de topología Figura 5.1.

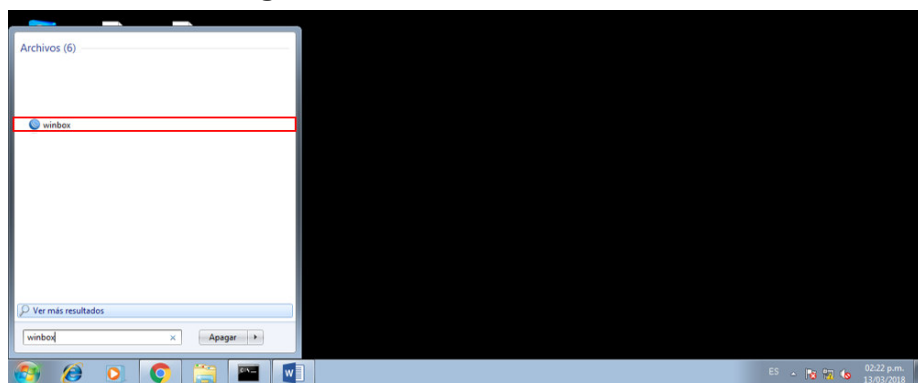
Figura 5.2 Conexión física



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se accede al winbox como se muestra en la Figura 5.3 y continua con el procedimiento habitual de eliminar las configuraciones iniciales como se ha venido desarrollando al principio de cada práctica.

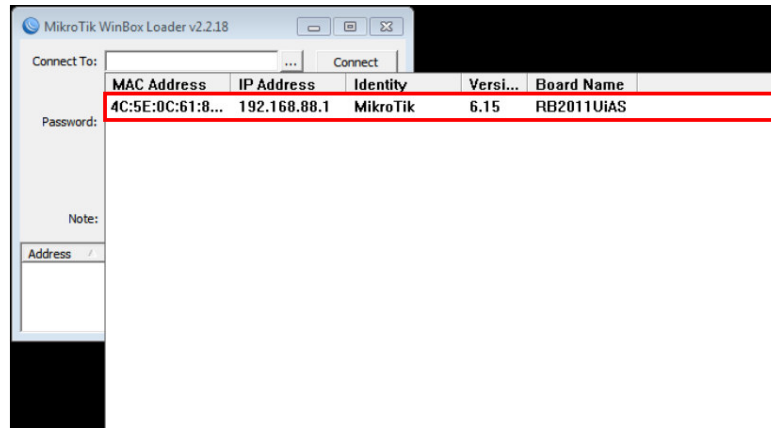
Figura 5.3 Acceder a winbox



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En este punto el *Winbox* identifica el *Router* con el cual se está trabajando si se desea comprobar en el Router hay una dirección MAC física que se puede ver en las especificaciones y se compara con la dirección MAC que aparece en el software Figura 5.4.

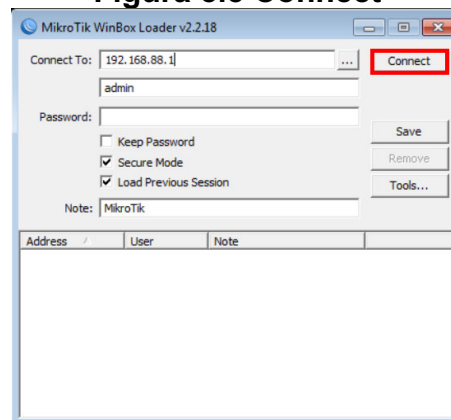
Figura 5.4 Inicio Winbox



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Seleccionado el Router se da clic en “Connect”. **Figura 5.5**

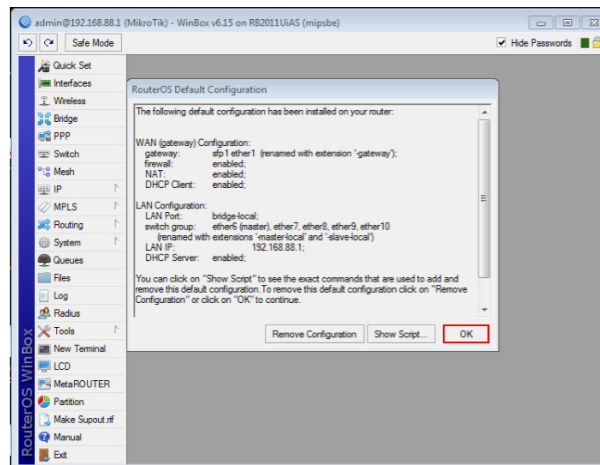
Figura 5.5 Connect



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Al seleccionar **connect** ya se accede al *winbox* **Figura 5.6**, se despliega una ventana que muestra la configuración por defecto del *Router*. Se da clic en la opción “**OK**”.

Figura 5.6 Winbox

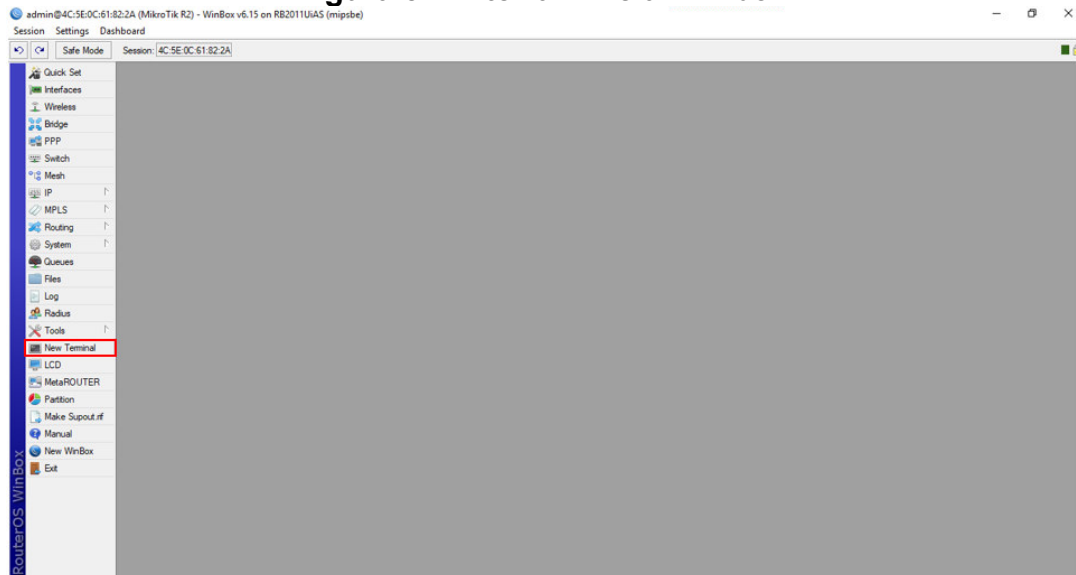


Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

en el momento en el cual se finaliza el procedimiento se inicia la configuración de IP estáticas mediante interfaz de línea de comando

- Se accede al winbox en el momento en el cual se encuentra en la interfaz del Router en el menú que se encuentra en parte izquierda de su pantalla se busca la opción **New Terminal** como se muestra en la **Figura 5.7** y se da clic.

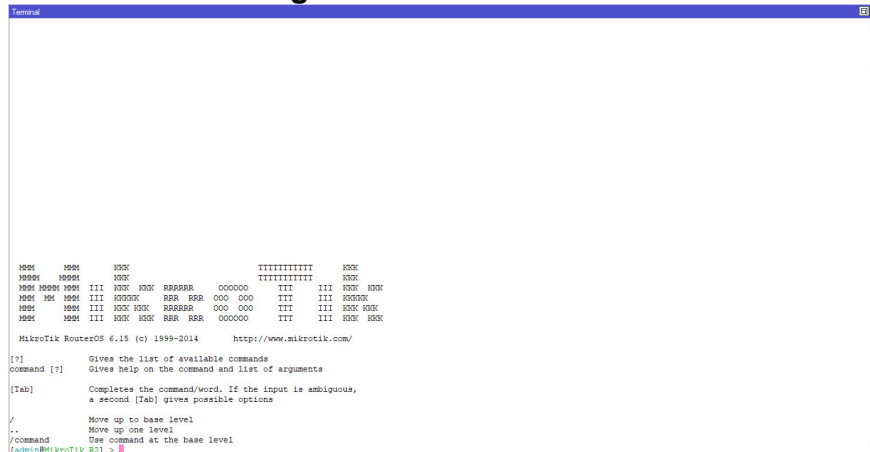
Figura 5.7 Interfaz inicial winbox



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

- Al tener la ventana del New Terminal como se muestra en la **Figura 5.8** se deben digitar los siguientes comandos:

Figura 5.8 New Terminal



```

MikroTik RouterOS 6.15 (c) 1999-2014 http://www.mikrotik.com/

[?] Gives the list of available commands
command [?] Gives help on the command and list of arguments
[Tab] Completes the command/word. If the input is ambiguous,
a second [Tab] gives possible options
/ Move up to base level
.. Move up one level
/command Use command at the base level
admin@MikroTik:~$

```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

5.6.1 Configuración Router 1

- Se digita **ip** con esto se ingresa al nivel de IP
- Se escribe **address** seguido a esto **add**.
- En **address:192.168.2.1/24** en este momento se asigna la interface en la que estará esta IP, entonces **interface: ether3**, estos pasos se detallan en la **Figura 5.9**.

Figura 5.9 Agregar IP

```

[admin@MikroTik] > ip
[admin@MikroTik] /ip> add
[admin@MikroTik] /ip address> add
address: 192.168.2.1/24
interface:
bridge-local ether... sfpl-gateway
interface: ether3

```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

El puerto de consola cuenta con la opción de desplegar todas las opciones con las cuales cuenta cada uno de los niveles en este caso el nivel “[admin@MikroTik] / ip address >” esto oprimiendo la tecla de tabulador ^{Tab}  **Figura 5.10.**

Figura 5.10 Opciones de ip address

```
[admin@MikroTik] /ip address>
add comment disable edit enable export find print remove set
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

- Se digita *print* con el fin de ver que la configuración fue realizada correctamente en ese momento se muestra la IP que fue agregada **Figura 5.11.**
- **ADDRESS:**192.168.2.1/24, **NETWORK:**192.168.2.0, **INTERFACE:** ether3

Figura 5.11 Tabla de IP

```
[admin@MikroTik] /ip address> pr
Flags: X - disabled, I - invalid, D - dynamic
# ADDRESS NETWORK INTERFACE
0 ;;; default configuration
192.168.88.1/24 192.168.88.0 bridge-local
1 192.168.2.1/24 192.168.2.0 ether3
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

De igual manera que en Winbox el puerto de consola cuenta con la opción de agregar un comentario **Figura 5.12:**

- En el nivel “[admin@MikroTik] / ip address >” se escribe “*comment*”.
- En **numbers:** 1 y en **comment:** SERIAL R1.

Figura 5.12 Agregar comentario

```
[admin@MikroTik] /ip address> comment
numbers: 1
comment: SERIAL R1
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se digita nuevamente *print* para verificar los cambios **Figura 5.13.**

Figura 5.13 Lista de IP

```
[admin@MikroTik] /ip address> pr
Flags: X - disabled, I - invalid, D - dynamic
#  ADDRESS          NETWORK          INTERFACE
0  ;;; default configuration
   192.168.88.1/24    192.168.88.0     bridge-local
1  ;;; SERIAL R1
   192.168.2.1/24     192.168.2.0      ether3
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

De igual manera se agrega el *fast* se encuentra en el nivel de comando “[admin@MikroTik] / ip address >” aquí se escribe de nuevo **Address.** Figura 5.14.

- En **address:192.168.2.7/24.** en este momento se asigna la interface en la que estará esta IP, entonces **interface: ether4.**

Figura 5.14 Lista de IP

```
[admin@MikroTik] /ip address> add
address: 192.168.2.7/24
interface:
bridge-local ether... sfpl-gateway
interface: ether4
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se digita *print* ↵ con el fin de ver la lista de IP **Figura 5.15.**

- **ADDRESS:192.168.2.7/24, NETWORK:192.168.2.0, INTERFACE: ether4**

Figura 5.15 Lista de IP

```
[admin@MikroTik] /ip address> pr
Flags: X - disabled, I - invalid, D - dynamic
#  ADDRESS          NETWORK          INTERFACE
0  ;;; default configuration
   192.168.88.1/24    192.168.88.0     bridge-local
1  ;;; SERIAL R1
   192.168.2.1/24     192.168.2.0      ether3
2  192.168.2.7/24     192.168.2.0      ether4
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Después de verificar que todo se ingresó correctamente se agrega un comentario con el fin de identificar cada una de las IP para esto se utiliza el comando “**comment**” **Figura 5.16.**

- En el nivel de comando “[admin@MikroTik] / ip address >” se digita “comment”.
- En **numbers:** 2 ↵ y en **comment:** FAST R1↵.

Figura 5.16 Agregar IP

```
[admin@MikroTik] /ip address> comment
numbers: 2
comment: FAST R1
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

- Se verifica que todo se ingresó correctamente para esto se utiliza el comando *print* ↵ con el fin de ver la lista de IP con sus respectivos comentarios **Figura 5.17.**

Figura 5.17 Comando print

```
[admin@MikroTik] /ip address> pr
Flags: X - disabled, I - invalid, D - dynamic
# ADDRESS NETWORK INTERFACE
0 ;;; default configuration
192.168.88.1/24 192.168.88.0 bridge-local
1 ;;; SERIAL R1
192.168.2.1/24 192.168.2.0 ether3
2 ;;; FAST R1
192.168.2.7/24 192.168.2.0 ether4
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

“Tal y como se lleva el orden en winbox en puerto de consola se hace lo mismo por esta razón lo siguiente que se deben asignar son las rutas.”

- Debido a que el nivel de comando en el cual se encuentra es “[admin@MikroTik] / ip address >” se digita “..” para volver al nivel de comando inicial **Figura 5.18.**

Figura 5.18 Salir de un nivel de comando

```
[admin@MikroTik] /ip address> ..
[admin@MikroTik] /ip>
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Para agregar una ruta se ingresa al nivel de comando “route”

- “[admin@MikroTik] / ip > route↵”

- “[admin@MikroTik] / ip route >” en este punto ya se encuentra en nivel de comando de ruta para conocer la opciones con las cuales cuenta este comando se selecciona la tecla  **Figura 5.19.**

Figura 5.19 Opciones de nivel de comando route

```
[admin@MikroTik] /ip route>
cache nexthop rule vrf add check comment disable edit enable export find print remove set unset
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se digita “**Add dst-address=192.168.2.7 gateway=192.168.2.10 ↵**” y la segunda ruta se ingresa igual “**Add dst-address=192.168.2.1 Gateway=192.168.2.7 finalizamos con ↵**” **Figura 5.20.**

Figura 5.20 Comando para agregar una ruta

```
[admin@MikroTik] /ip route> add dst-address=192.168.2.7 gateway=192.168.2.10
[admin@MikroTik] /ip route> add dst-address=192.168.2.1 gateway=192.168.2.7
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Para ver la tabla de enrutamiento se utilizara el comando “print” dado que se encuentra en el nivel de comando “[admin@MikroTik] / ip route >” el siguiente paso es digitar “**print.**” **Figura 5.21.**

Figura 5.21 Tabla de enrutamiento

[admin@MikroTik] /ip route> pr

Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic, C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, m - mme, B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit

#	DST-ADDRESS	PREF-SRC	GATEWAY	DISTANCE
0 ADC	192.168.2.0/24	192.168.2.1	bridge-local	0
1 A S	192.168.2.1/32		192.168.2.7	1
2 A S	192.168.2.7/32		192.168.2.10	1
3 ADC	192.168.88.0/24	192.168.88.1	bridge-local	0

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Para tener claras cuáles fueron las direcciones agregadas se añade un comentario:

- En el nivel de comando “[admin@MikroTik] / ip route >” se digita “**comment**”.
- En **numbers: 1 ↵** y en **comment: TABLA DE ENRUTAMIENTO R1.** **Figura 5.22.**

Figura 5.22 Tabla de enrutamiento comentada

#		DST-ADDRESS	PREF-SRC	GATEWAY	DISTANCE
0	ADC	192.168.2.0/24	192.168.2.1	bridge-local	0
1	A S	;;; TABLA DE ENRUTAMIENTO R1			
		192.168.2.1/32		192.168.2.7	1
2	A S	192.168.2.7/32		192.168.2.10	1
3	ADC	192.168.88.0/24	192.168.88.1	bridge-local	0

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

5.6.2 Configuración router 2

Para empezar las configuraciones se debe desconectar el cable ethernet del puerto Ether 2 del Router 1 y conectarlo en el puerto Ether 2 del Router 2 para empezar con los siguientes pasos:

Para la configuración del Router 2 se realiza el mismo procedimiento:

- Se digita **ip**↵ con esto se ingresa al nivel de IP
- Se digita **address**↵ para acceder al nivel de comando “[admin@MikroTik] /ip address >” y nuevamente **address**↵.
- En **address:192.168.2.2/24**↵ y en **interface:** ether3↵ **Figura 5.23.**

Figura 5.23 Agregar IP

```
[admin@MikroTik] > ip
[admin@MikroTik] /ip> add
[admin@MikroTik] /ip address> add
address: 192.168.2.2/24
interface:
bridge-local ether... sfpl-gateway
interface: ether3
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

El puerto de consola cuenta con la opción de desplegar todas las opciones con las cuales cuenta cada uno de los niveles en este caso el nivel “[admin@MikroTik] /ip address >” esto oprimiendo la tecla de tabulador^{Tab} **Figura 5.24.**

Figura 5.24 Opciones de ip address

```
[admin@MikroTik] /ip address>
add comment disable edit enable export find print remove set
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

- Se digita *print* con el fin de ver que la configuración fue realizada correctamente en ese momento se muestra la IP que fue agregada **Figura 5.25**.
- **ADDRESS:**192.168.2.2/24, **NETWORK:**192.168.2.0, **INTERFACE:** ether3.

Figura 5.25 Tabla de IP

```
[admin@MikroTik] /ip address> pr
Flags: X - disabled, I - invalid, D - dynamic
#   ADDRESS                NETWORK                INTERFACE
0   ;;: default configuration
    192.168.88.1/24        192.168.88.0          bridge-local
1   192.168.2.2/24        192.168.2.0           ether3
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

De la misma forma que en Winbox el puerto de consola cuenta con la opción de agregar comentarios:

- En el nivel “[admin@MikroTik] / ip address >” se escribe “comment”.
- En **numbers:** 1 y en **comment:** SERIAL R2 **Figura 5.26**.

Figura 5.26 Agregar comentario

```
[admin@MikroTik] /ip address> comment
numbers: 1
comment: SERIAL R2
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se digita nuevamente *print* para verificar los cambios. **Figura 5.27**

Figura 5.27 Lista de IP Router 2

```
[admin@MikroTik] /ip address> pr
Flags: X - disabled, I - invalid, D - dynamic
#   ADDRESS                NETWORK                INTERFACE
0   ;;: default configuration
    192.168.88.1/24        192.168.88.0          bridge-local
1   ;;: SERIAL R2
    192.168.2.2/24        192.168.2.0           ether3
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

De igual manera se agrega el *fast*, ya se encuentra en el nivel de comando “[admin@MikroTik] / ip address >” se escribe de nuevo **Address**

- En **address:**192.168.2.5/24 ↵ en este momento se asigna la interface en la que estará esta IP, entonces **interface:** ether4 ↵. **Figura 5.28**

Figura 5.28 Agregar IP

```
[admin@MikroTik] /ip address> add
address: 192.168.2.5/24
interface:
bridge-local ether... sfpl-gateway
interface: ether4
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se digita *print* ↵ con el fin de ver la lista de IP **Figura 5.29**

Figura 5.29 Lista de IP 2

```
[admin@MikroTik] /ip address> pr
Flags: X - disabled, I - invalid, D - dynamic
# ADDRESS NETWORK INTERFACE
0 ;;; default configuration
192.168.88.1/24 192.168.88.0 bridge-local
1 ;;; SERIAL R2
192.168.2.2/24 192.168.2.0 ether3
2 192.168.2.5/24 192.168.2.0 ether4
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Después de verificar que todo se ingresó correctamente se agrega un comentario con el fin de identificar cada una de las IP para esto se utiliza el comando “comment” **Figura 5.30.**

- En el nivel de comando “[admin@MikroTik] / ip address >” se digita “comment”.
- En **numbers:** 2 ↵ en **comment:** FAST R1 ↵.

Figura 5.30 Comando comment

```
[admin@MikroTik] /ip address> comment
numbers: 2
comment: FAST R2
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se verifica que todo se ingresó correctamente para esto se utiliza el comando “*print*” con el fin de ver la lista de IP con sus respectivos comentarios **Figura 5.31**.

- En el nivel de comando “[admin@MikroTik] / ip address >” se digita “*print*”.

Figura 5.31 Comando print

```
[admin@MikroTik] /ip address> pr
Flags: X - disabled, I - invalid, D - dynamic
#  ADDRESS                NETWORK                INTERFACE
0  ;;; default configuration
   192.168.88.1/24         192.168.88.0          bridge-local
1  ;;; SERIAL R2
   192.168.2.2/24         192.168.2.0           ether3
2  ;;; FAST R2
   192.168.2.5/24         192.168.2.0           ether4
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se procede con la asignación de rutas para esto se siguen los siguientes pasos:

- Dado que el nivel de comando en el cual se encuentra es “[admin@MikroTik] / ip address >” se digita “.” esto con el fin de volver al nivel de comando anterior **Figura 5.32**.

Figura 5.32 Salir de un nivel de comando

```
[admin@MikroTik] /ip address> ..
[admin@MikroTik] /ip>
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Para agregar una ruta se ingresa al nivel de comando “*route*”

- “[admin@MikroTik] / ip > *route*”
- “[admin@MikroTik] / ip route >” en este punto ya se encuentra en nivel de comando de ruta para conocer la opciones con las que cuenta este nivel se selecciona la tecla ^{Tab}  **Figura 5.33**.

Figura 5.33 Opciones del comando route

```
[admin@MikroTik] /ip route>
cache nexthop rule vrf add check comment disable edit enable export find print remove set unset
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

- Se digita “**Add dst-address=192.168.2.5 gateway=192.168.2.14**” y la segunda ruta se ingresa igual “**Add dst-address=192.168.2.2 Gateway=192.168.2.5** finalizamos con↵”. **Figura 5.34**

Figura 5.34 Comando para agregar una ruta

```
[admin@MikroTik] /ip route> add dst-address=192.168.2.5 gateway=192.168.2.14
[admin@MikroTik] /ip route> add dst-address=192.168.2.2 gateway=192.168.2.5
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Para ver la tabla de enrutamiento se utilizara el comando “*print*” ya que se encuentra en el nivel de comando “**[admin@MikroTik] / ip route >**”el siguiente paso es digitar “*print*↵” **Figura 5.35**

Figura 5.35 Tabla de enrutamiento

```
[admin@MikroTik] /ip route> pr
Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic, C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, m - mme, B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit
# DST-ADDRESS PREF-SRC GATEWAY DISTANCE
0 ADC 192.168.2.0/24 192.168.2.2 bridge-local 0
1 A S 192.168.2.2/32 192.168.2.5 1
2 A S 192.168.2.5/32 192.168.2.14 1
3 ADC 192.168.88.0/24 192.168.88.1 bridge-local 0
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Para tener claras cuáles fueron las rutas agregadas se agrega un comentario **Figura 5.36:**

- En el nivel de comando “**[admin@MikroTik] / ip route >**” se digita “*comment*”.
- En **numbers:** 1↵ y en **comment:** TABLA DE ENRUTAMIENTO R2↵ .

Figura 5.36 Tabla de enrutamiento comentada

```
[admin@MikroTik] /ip route> pr
Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic, C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, m - mme, B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit
# DST-ADDRESS PREF-SRC GATEWAY DISTANCE
0 ADC 192.168.2.0/24 192.168.2.2 bridge-local 0
1 A S ;; TABLA DE ENRUTAMIENTO R2 192.168.2.5 1
2 A S 192.168.2.5/32 192.168.2.14 1
3 ADC 192.168.88.0/24 192.168.88.1 bridge-local 0
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Como se mencionó en la **NOTA** se realizan dos pruebas de conexión, una en cada uno de los computadores los cuales serán configurados con las IP respectivamente, esta prueba se realiza con el fin de corroborar que existe conexión, (**Router1-PC1, Router1-PC2, Router1-Router2, Router2-PC1, Router2-PC2, Router2-Router1**) para la prueba se deben seguir los siguientes pasos:

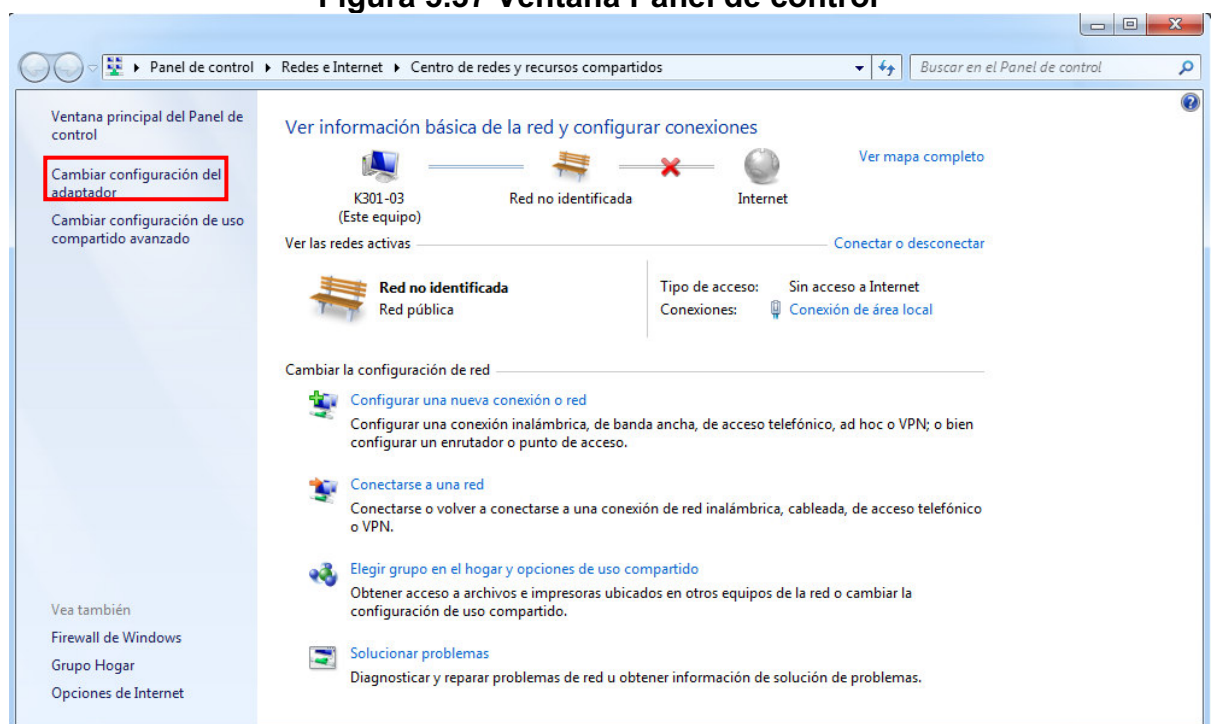
5.6.3 Prueba de conexión

Para empezar con las pruebas de comunicación se debe realizar las conexiones que se muestran en la **figura 5.1 y 5.2**.

En primer lugar, se configurará el computador1:

- **Panel de control:** Si la vista es categorías, se busca **redes e internet**. Si la vista es por Iconos, se busca **centro de redes y recursos compartidos**.
- Dentro de recursos compartidos, en la columna izquierda entrar a: **cambiar configuración del adaptador**. **Figura 5.37**

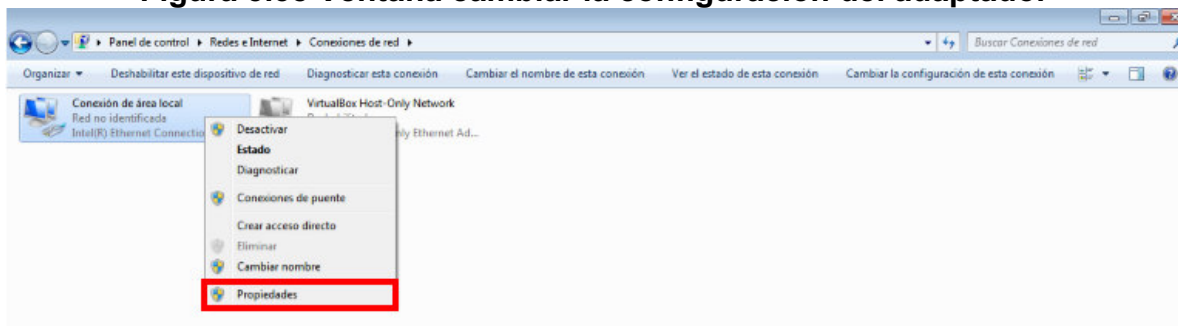
Figura 5.37 Ventana Panel de control



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

- En conexión de área local, dar “*clic derecho*” y entrar a **propiedades**. **Figura 3.38**.

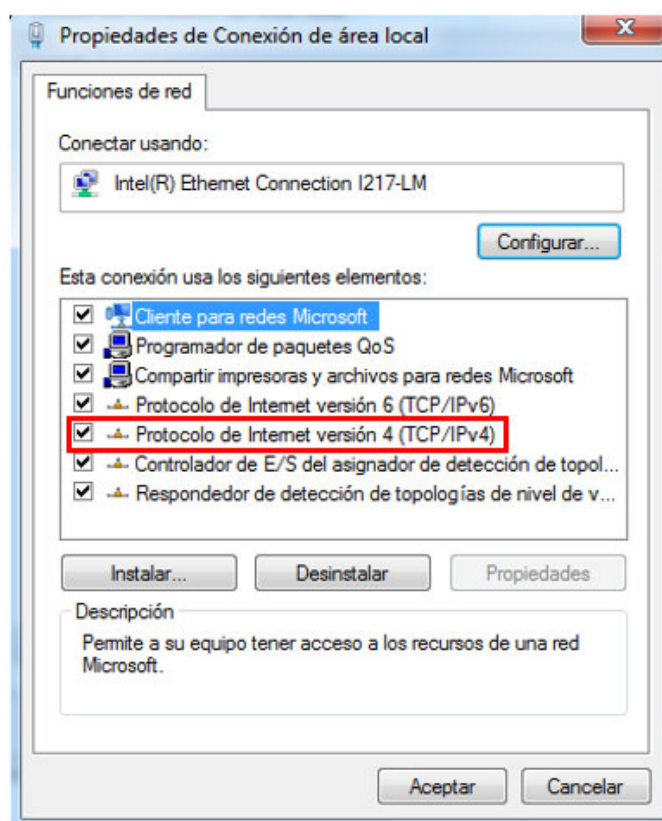
Figura 5.38 Ventana cambiar la configuración del adaptador



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

- En el menú propiedades de conexión de área local **Figura 3.38** se debe seleccionar **protocolo de internet versión 4(TCP/IPv4)** y dar “*clic*” en **propiedades**. **Figura 5.39**.

Figura 5.39 Propiedades de conexión de área local

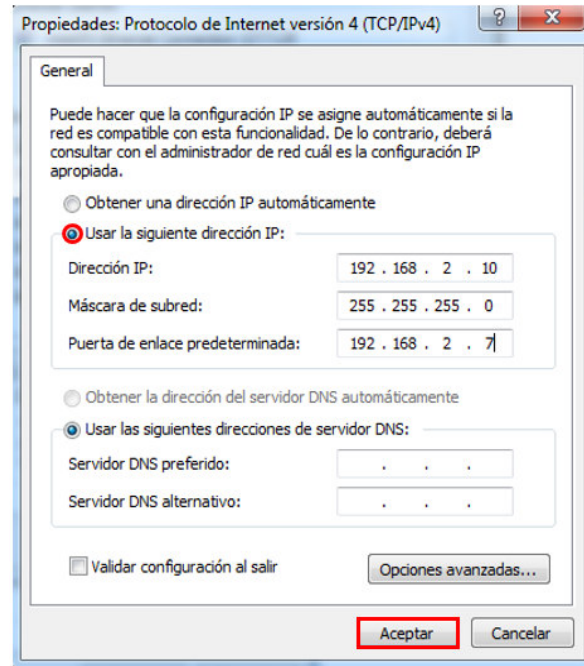


Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En la **Figura 5.40** pulsar el botón **Usar la siguiente dirección IP**

- **Dirección IP:**192.168.2.10, **Mascara de subred:**255.255.255.0, **Puerta de enlace:**192.168.2.7
- Dar “*clic*” en **Aceptar**.
- Cerrar las ventanas.

Figura 5.40 Modificar IP

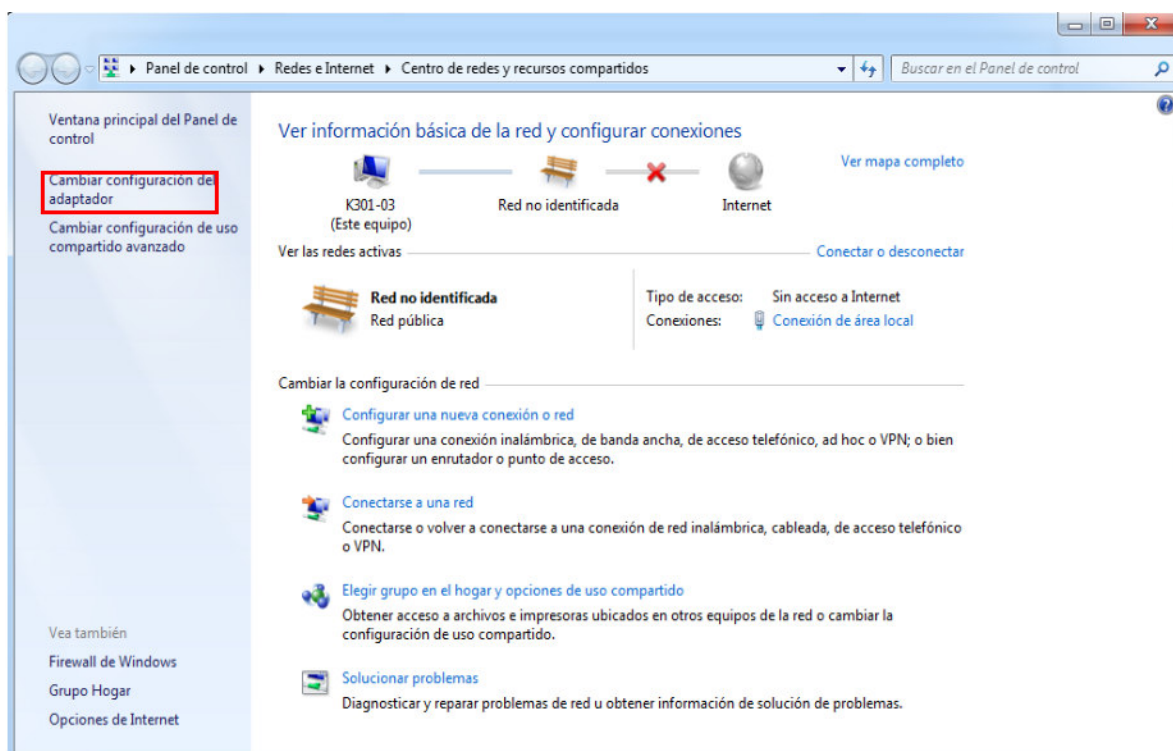


Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Después de tener configurado el primer computador se configura el computador2:

- **Panel de control:** Si la vista es categorías, se busca **redes e internet**. Si la vista es por Iconos, se busca **centro de redes y recursos compartidos**.
- Dentro de recursos compartidos, en la columna izquierda entrar a: **cambiar configuración del adaptador**. **Figura 5.41**

Figura 5.41 Ventana Panel de control



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

- En conexión de área local, dar “*clic derecho*” y entrar a **propiedades**. **Figura 5.42.**

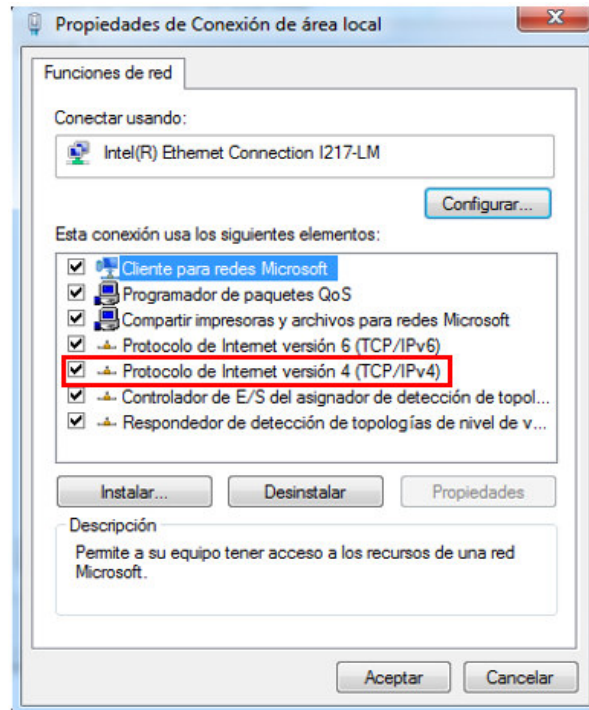
Figura 5.42 Ventana cambiar configuración del adaptador



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

- En el menú propiedades de conexión de área local **Figura 3.42** se debe seleccionar **protocolo de internet versión 4(TCP/IPv4)** y dar “clic” en **propiedades**. **Figura 5.43**.

Figura 5.43 Propiedades de conexión de área local

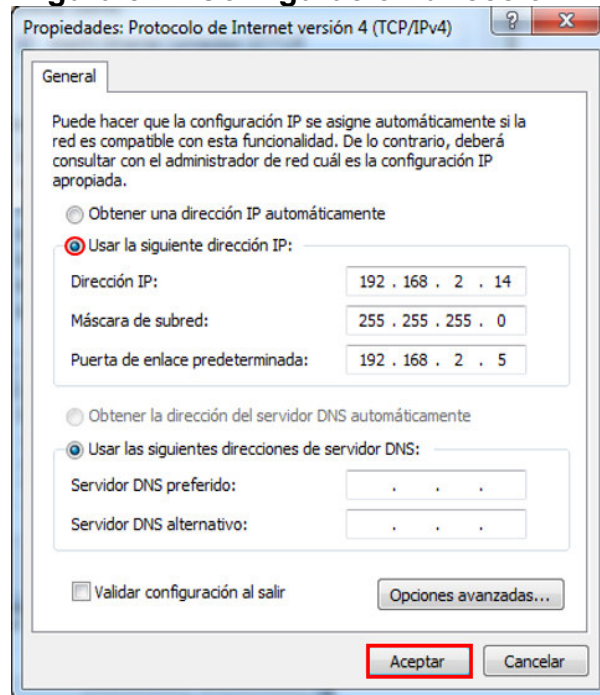


Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En la **Figura 5.44** pulsar el botón **Usar la siguiente dirección IP**

- **Dirección IP:**192.168.2.14, **Mascara de subred:**255.255.255.0,**Puerta de enlace:**192.168.2.5
- Dar “clic” en **Aceptar**.
- Cerrar las ventanas

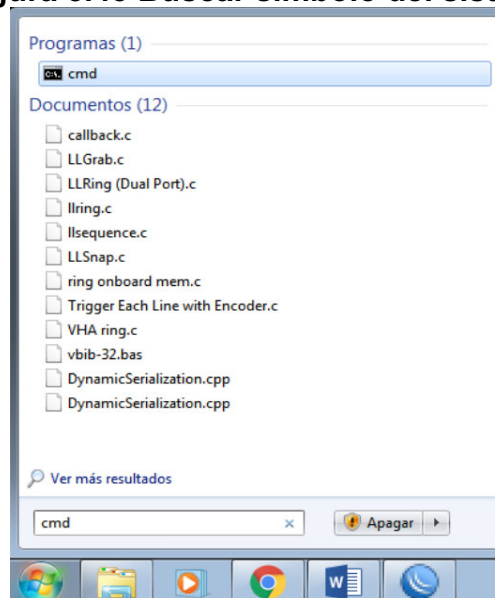
Figura 5.44 Configuración dirección IP



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se prosigue con la prueba de conectividad para esto se dirige a símbolo del sistema o CMD tal como se muestra en la **Figura 5.45**.

Figura 5.45 Buscar símbolo del sistema

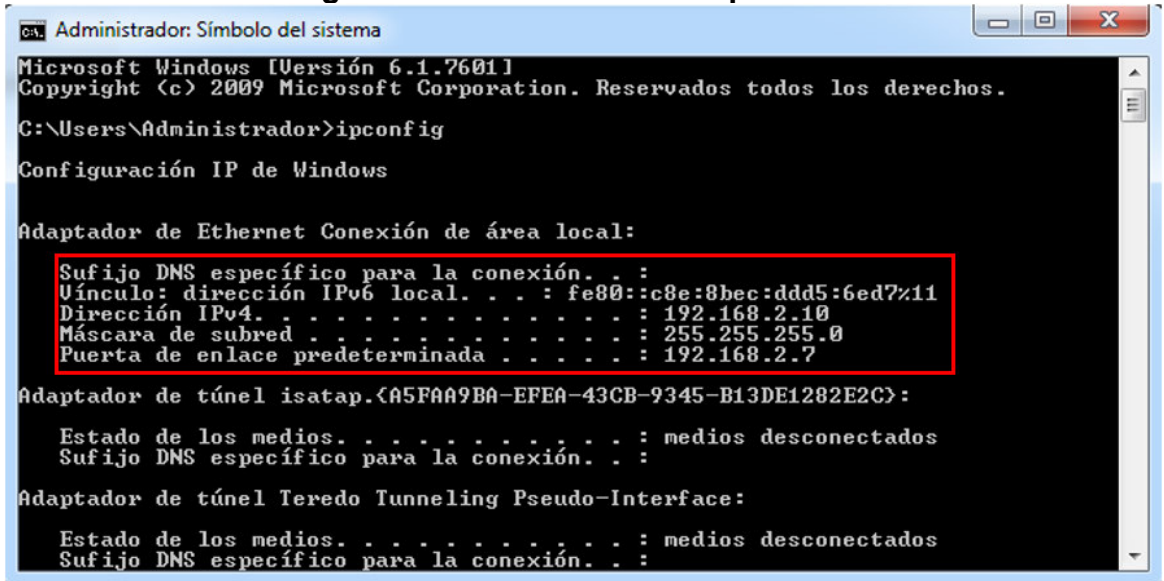


Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Al acceder a **símbolo del sistema** abrirá una consola de comandos en donde se puede escribir el comando **ping** seguido de la dirección a la que se quieren enviar los paquetes. En la ventana de comandos se digita **ipconfig** ↵ en este momento se muestra toda la información de red que esta guardada en el computador en este caso las configuraciones que se realizaron esto se observa en la **Figura 5.46**.

5.4.3.1 Prueba de conexión computador 1

Figura 5.46 Información computador 1



```
Administrador: Símbolo del sistema
Microsoft Windows [Versión 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

C:\Users\Administrador>ipconfig

Configuración IP de Windows

Adaptador de Ethernet Conexión de área local:
    Sufrido DNS específico para la conexión. . . :
    Vínculo: dirección IPv6 local. . . : fe80::c8e:8bec:ddd5:6ed7%11
    Dirección IPv4. . . . . : 192.168.2.10
    Máscara de subred . . . . . : 255.255.255.0
    Puerta de enlace predeterminada . . . . : 192.168.2.7

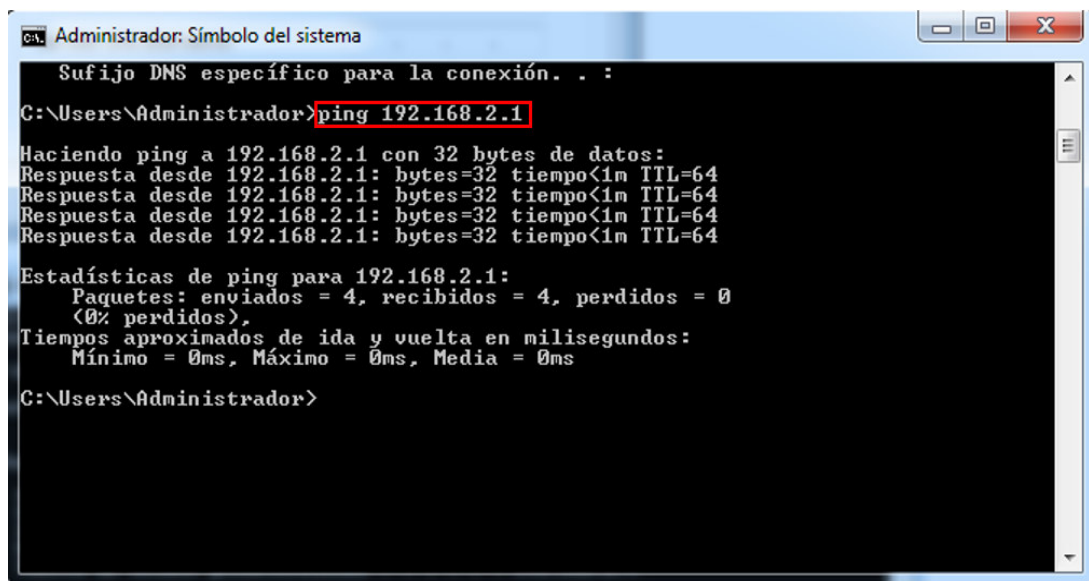
Adaptador de túnel isatap.{A5FAA9BA-EFEA-43CB-9345-B13DE1282E2C}:
    Estado de los medios. . . . . : medios desconectados
    Sufrido DNS específico para la conexión. . . :

Adaptador de túnel Teredo Tunneling Pseudo-Interface:
    Estado de los medios. . . . . : medios desconectados
    Sufrido DNS específico para la conexión. . . :
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se da el primer ping a la dirección **192.168.2.1** **Figura 5.47**

Figura 5.47 Ping 192.168.2.1



```
Administrador: Símbolo del sistema
Sufijo DNS específico para la conexión. . :
C:\Users\Administrador>ping 192.168.2.1

Haciendo ping a 192.168.2.1 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.2.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=64

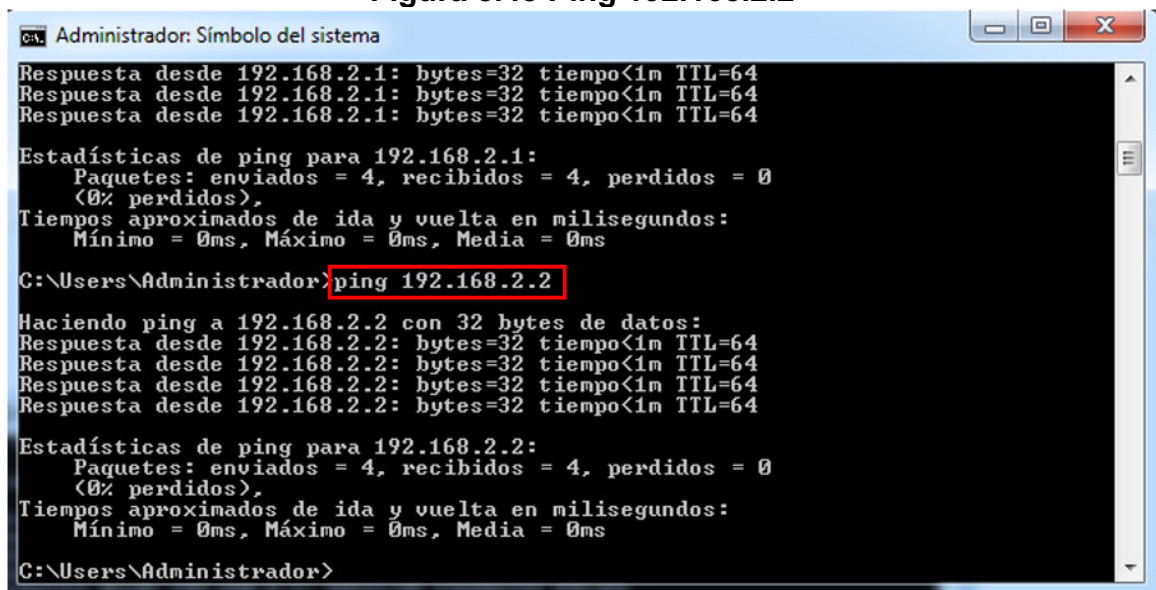
Estadísticas de ping para 192.168.2.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
              (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Users\Administrador>
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

El siguiente ping a la dirección **192.168.2.2**

Figura 5.48 Ping 192.168.2.2



```
Administrador: Símbolo del sistema
Respuesta desde 192.168.2.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=64

Estadísticas de ping para 192.168.2.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
              (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Users\Administrador>ping 192.168.2.2

Haciendo ping a 192.168.2.2 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.2.2: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.2: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.2: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.2: bytes=32 tiempo<1m TTL=64

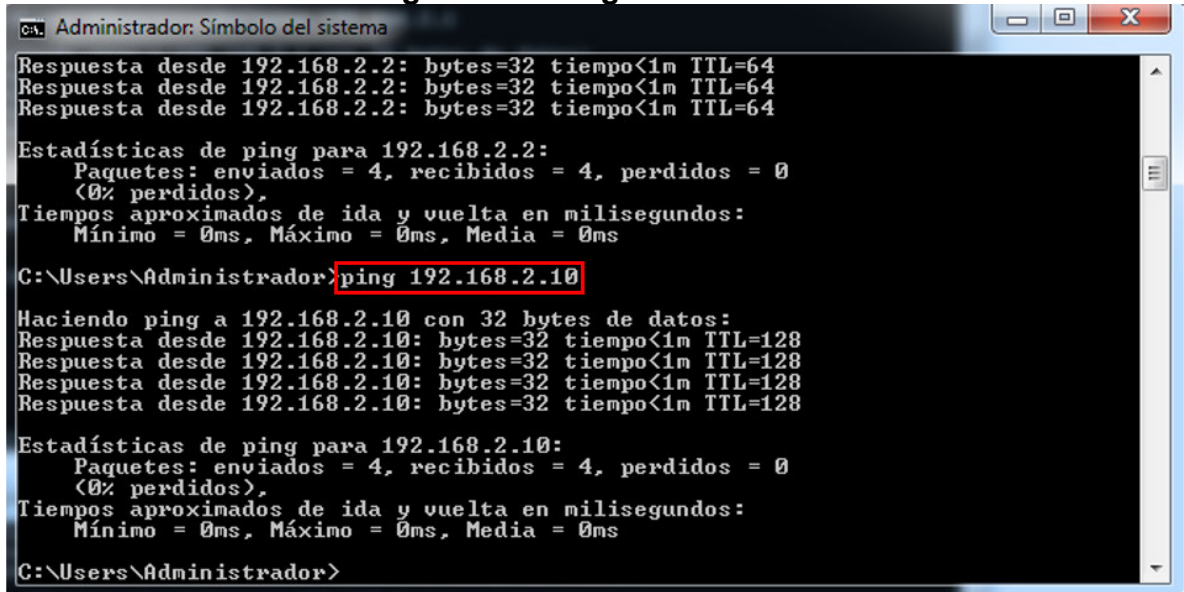
Estadísticas de ping para 192.168.2.2:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
              (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Users\Administrador>
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

El siguiente ping a la dirección **192.168.2.10**

Figura 5.49 Ping 192.168.2.10



```
C:\> Administrador: Símbolo del sistema

Respuesta desde 192.168.2.2: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.2: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.2: bytes=32 tiempo<1m TTL=64

Estadísticas de ping para 192.168.2.2:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Users\Administrador> ping 192.168.2.10

Haciendo ping a 192.168.2.10 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.2.10: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.2.10: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.2.10: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.2.10: bytes=32 tiempo<1m TTL=128

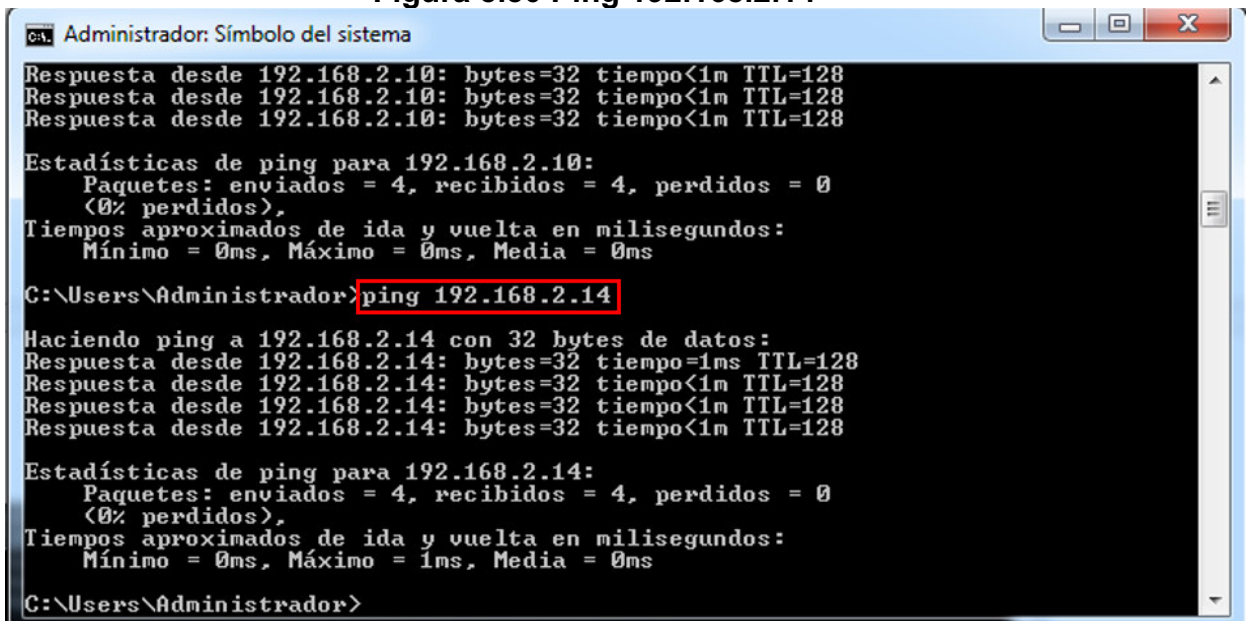
Estadísticas de ping para 192.168.2.10:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Users\Administrador>
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

El siguiente ping a la dirección **192.168.2.14**

Figura 5.50 Ping 192.168.2.14



```
C:\> Administrador: Símbolo del sistema

Respuesta desde 192.168.2.10: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.2.10: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.2.10: bytes=32 tiempo<1m TTL=128

Estadísticas de ping para 192.168.2.10:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Users\Administrador> ping 192.168.2.14

Haciendo ping a 192.168.2.14 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.2.14: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128
Respuesta desde 192.168.2.14: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.2.14: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.2.14: bytes=32 tiempo<1m TTL=128

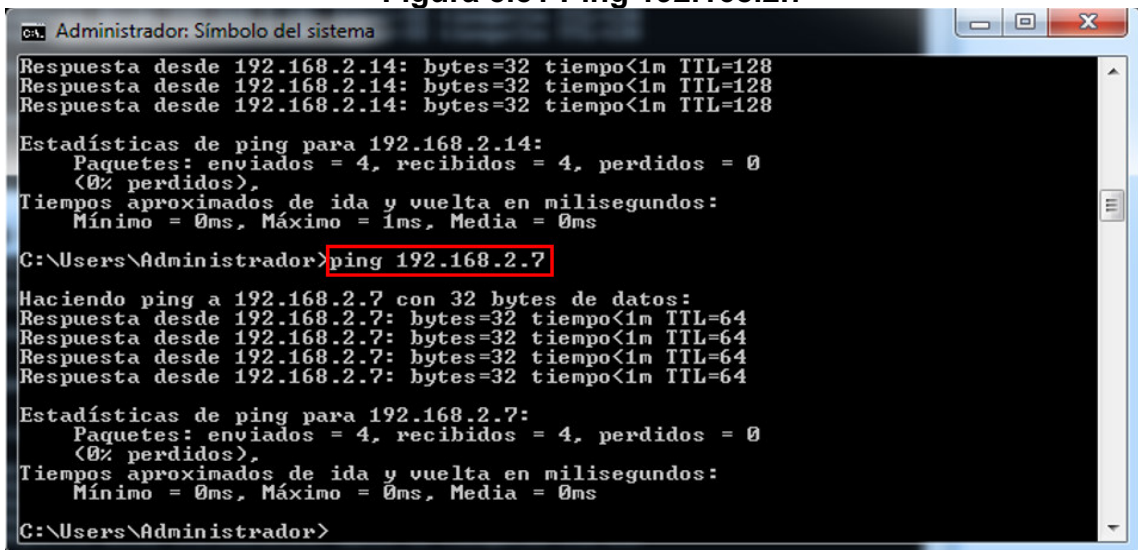
Estadísticas de ping para 192.168.2.14:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 1ms, Media = 0ms

C:\Users\Administrador>
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

El siguiente ping a la dirección **192.168.2.7**

Figura 5.51 Ping 192.168.2.7



```
C:\Users\Administrador>ping 192.168.2.7

Respuesta desde 192.168.2.14: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.2.14: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.2.14: bytes=32 tiempo<1m TTL=128

Estadísticas de ping para 192.168.2.14:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 1ms, Media = 0ms

C:\Users\Administrador>ping 192.168.2.7

Haciendo ping a 192.168.2.7 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.2.7: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.7: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.7: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.7: bytes=32 tiempo<1m TTL=64

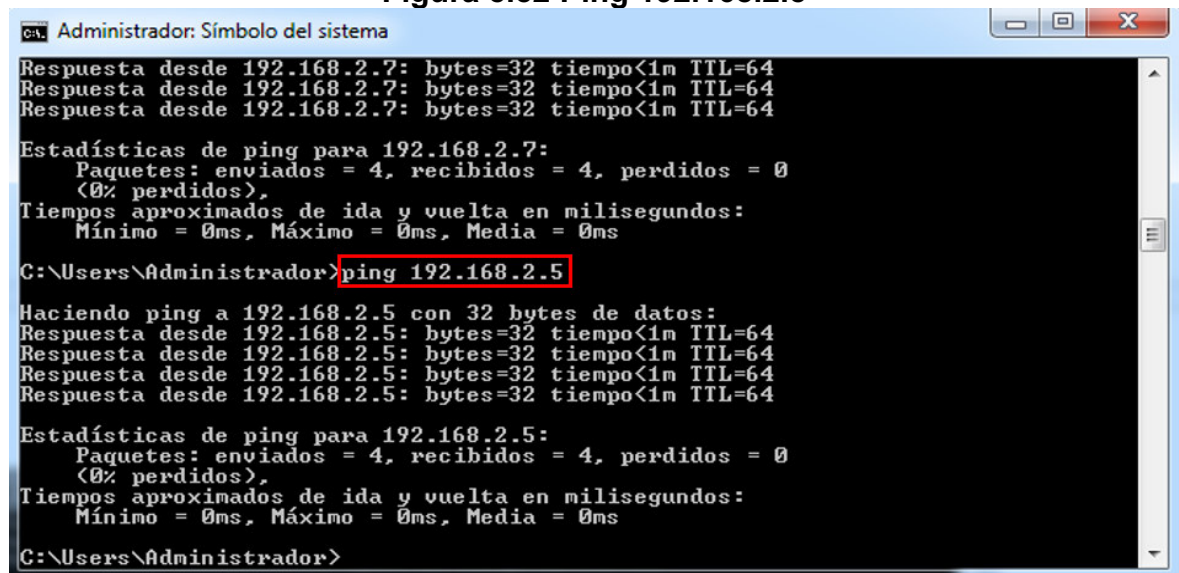
Estadísticas de ping para 192.168.2.7:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Users\Administrador>
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

El siguiente ping a la dirección **192.168.2.5**

Figura 5.52 Ping 192.168.2.5



```
C:\Users\Administrador>ping 192.168.2.5

Respuesta desde 192.168.2.7: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.7: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.7: bytes=32 tiempo<1m TTL=64

Estadísticas de ping para 192.168.2.7:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Users\Administrador>ping 192.168.2.5

Haciendo ping a 192.168.2.5 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.2.5: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.5: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.5: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.5: bytes=32 tiempo<1m TTL=64

Estadísticas de ping para 192.168.2.5:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Users\Administrador>
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

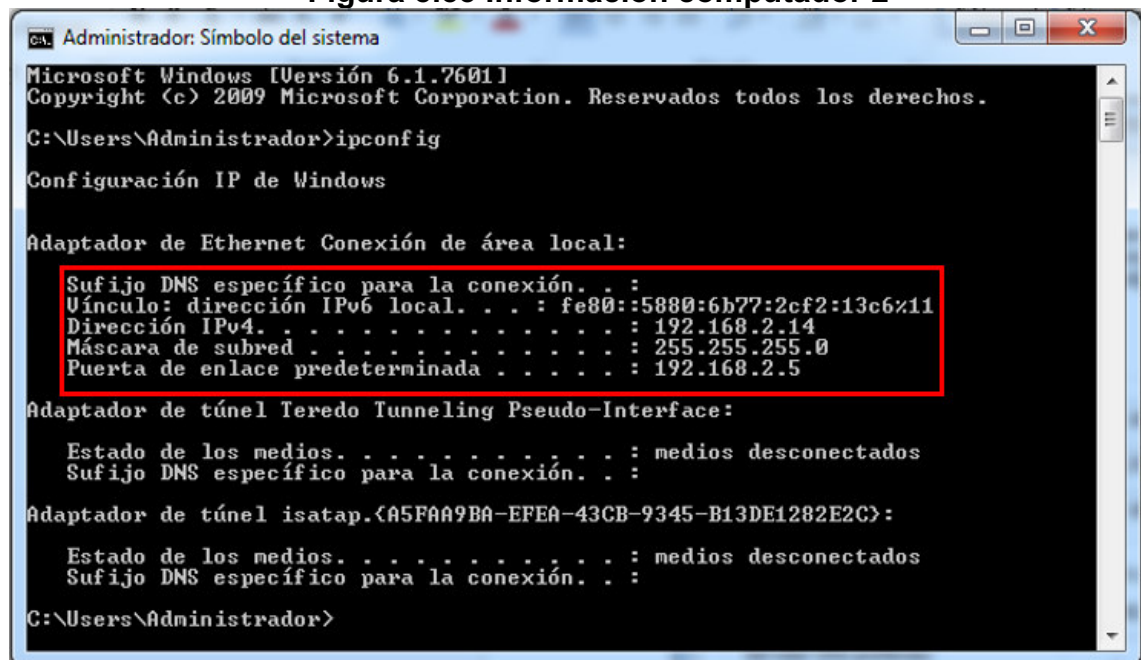
Como podemos observar en todas las capturas del computador uno se tiene conexión tanto con los Router de igual forma con cada uno de los computadores, de la misma manera se realiza la prueba de conexión con el segundo computador.

- Se dirige a símbolo del sistema o CMD tal como se muestra en la **Figura 5.45**

5.4.3.2 Prueba de conexión computador 2

Al acceder a **símbolo del sistema** en la ventana de comandos se digita `ipconfig` ↵ en este momento se muestra toda la información de red que esta guardada en el computador2.

Figura 5.53 Información computador 2



```
Administrador: Símbolo del sistema
Microsoft Windows [Versión 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

C:\Users\Administrador>ipconfig

Configuración IP de Windows

Adaptador de Ethernet Conexión de área local:

    Sufijo DNS específico para la conexión. . . : 
    Vínculo: dirección IPv6 local. . . : fe80::5880:6b77:2cf2:13c6%11
    Dirección IPv4. . . . . : 192.168.2.14
    Máscara de subred . . . . . : 255.255.255.0
    Puerta de enlace predeterminada . . . . . : 192.168.2.5

Adaptador de túnel Teredo Tunneling Pseudo-Interface:

    Estado de los medios. . . . . : medios desconectados
    Sufijo DNS específico para la conexión. . . : 

Adaptador de túnel isatap.{A5FAA9BA-EFEA-43CB-9345-B13DE1282E2C}:

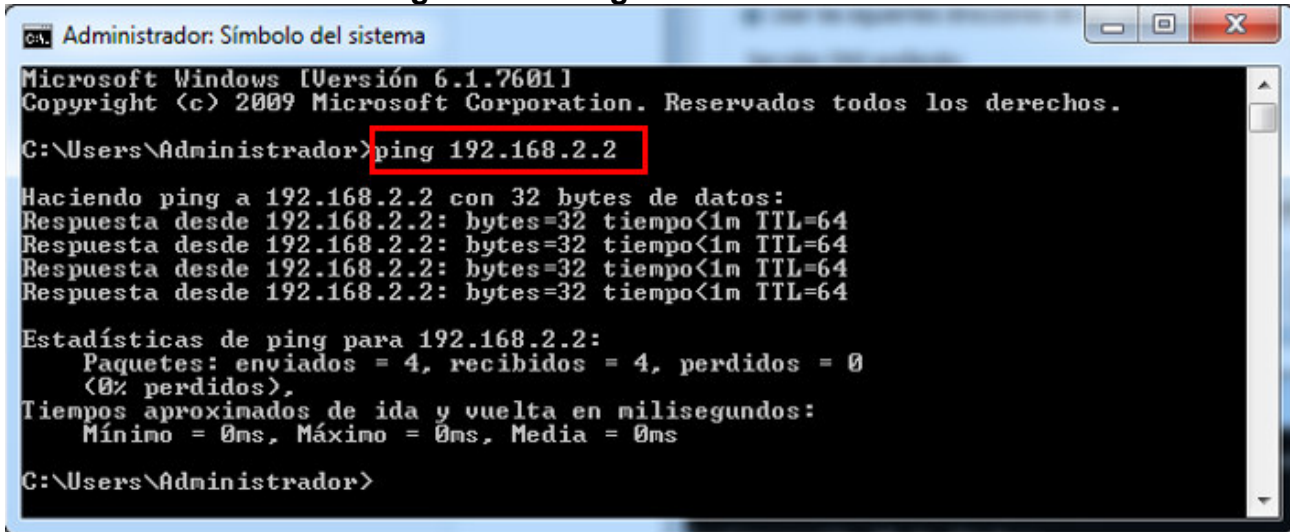
    Estado de los medios. . . . . : medios desconectados
    Sufijo DNS específico para la conexión. . . : 

C:\Users\Administrador>
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se da el primer ping a la dirección **192.168.2.2**.

Figura 5.54 Ping 192.168.2.2



```
Administrador: Símbolo del sistema
Microsoft Windows [Versión 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

C:\Users\Administrador>ping 192.168.2.2

Haciendo ping a 192.168.2.2 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.2.2: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.2: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.2: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.2: bytes=32 tiempo<1m TTL=64

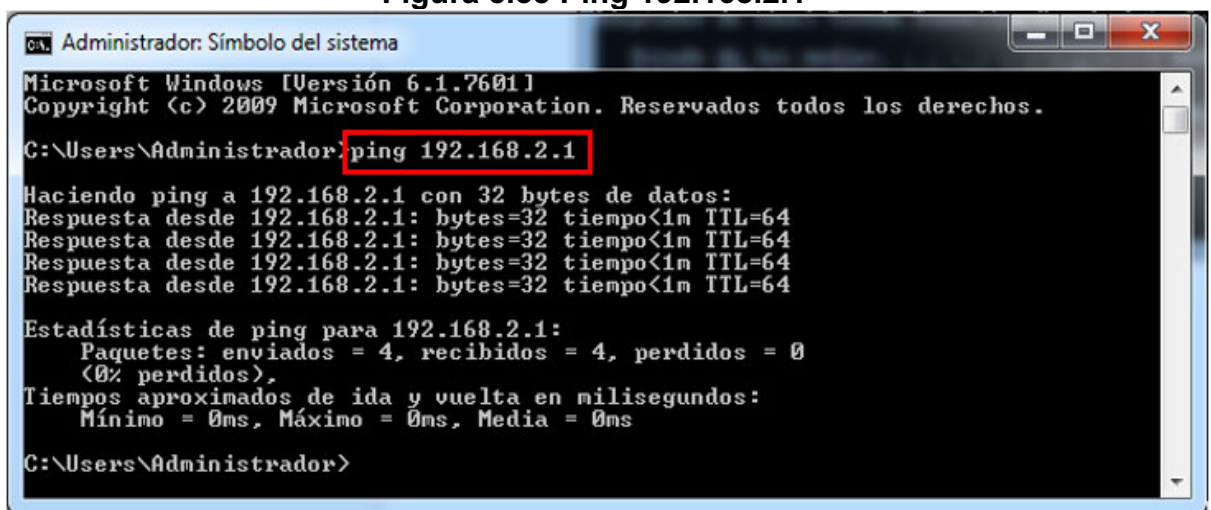
Estadísticas de ping para 192.168.2.2:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Users\Administrador>
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

El siguiente ping a la dirección **192.168.2.1**

Figura 5.55 Ping 192.168.2.1



```
Administrador: Símbolo del sistema
Microsoft Windows [Versión 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

C:\Users\Administrador>ping 192.168.2.1

Haciendo ping a 192.168.2.1 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.2.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=64

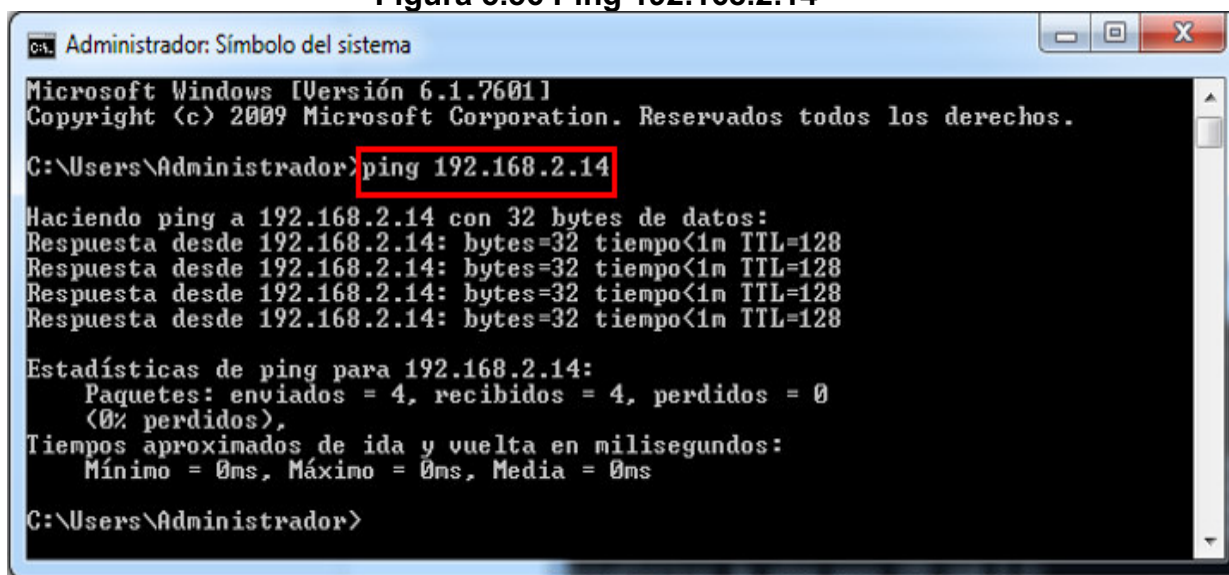
Estadísticas de ping para 192.168.2.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Users\Administrador>
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

El siguiente ping a la dirección **192.168.2.14**

Figura 5.56 Ping 192.168.2.14



```
C:\Users\Administrador>ping 192.168.2.14

Microsoft Windows [Versión 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

C:\Users\Administrador>ping 192.168.2.14

Haciendo ping a 192.168.2.14 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.2.14: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.2.14: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.2.14: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.2.14: bytes=32 tiempo<1m TTL=128

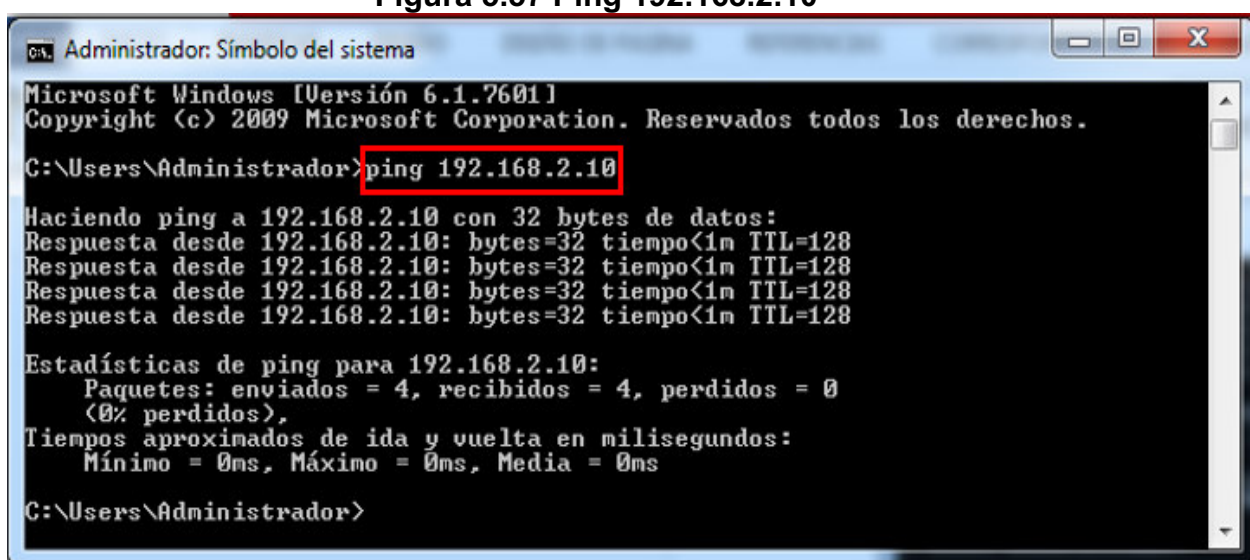
Estadísticas de ping para 192.168.2.14:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
              (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Users\Administrador>
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

El siguiente ping a la dirección **192.168.2.10**

Figura 5.57 Ping 192.168.2.10



```
C:\Users\Administrador>ping 192.168.2.10

Microsoft Windows [Versión 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

C:\Users\Administrador>ping 192.168.2.10

Haciendo ping a 192.168.2.10 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.2.10: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.2.10: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.2.10: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.2.10: bytes=32 tiempo<1m TTL=128

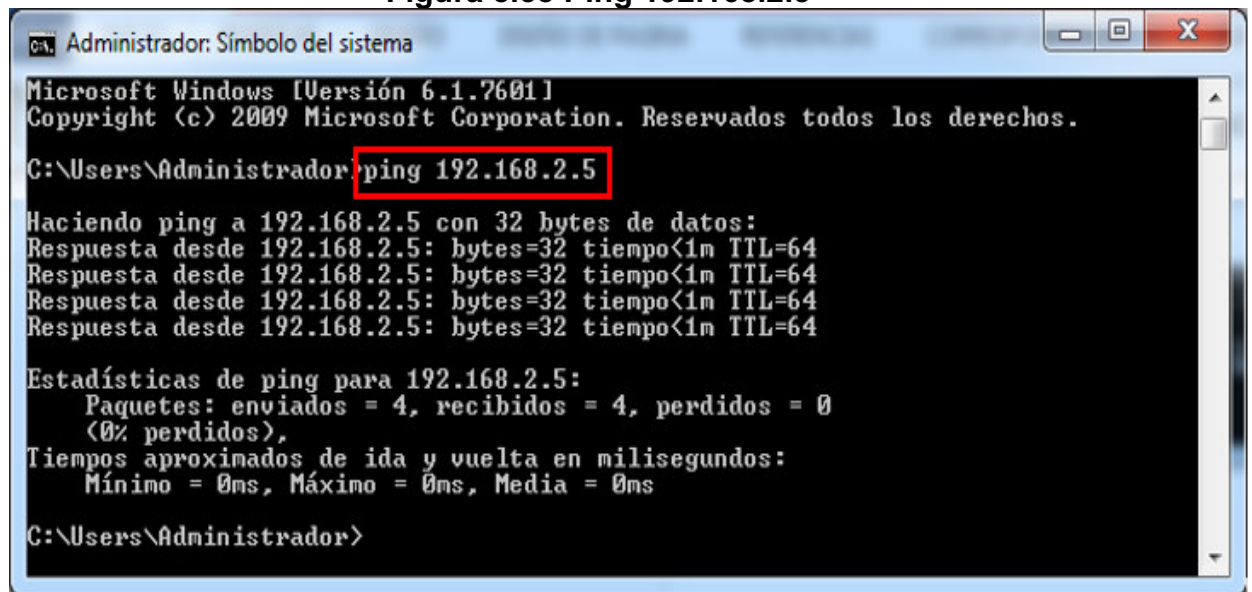
Estadísticas de ping para 192.168.2.10:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
              (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Users\Administrador>
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

El siguiente ping a la dirección **192.168.2.5**

Figura 5.58 Ping 192.168.2.5



```
Administrador: Símbolo del sistema
Microsoft Windows [Versión 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

C:\Users\Administrador>ping 192.168.2.5

Haciendo ping a 192.168.2.5 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.2.5: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.5: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.5: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.5: bytes=32 tiempo<1m TTL=64

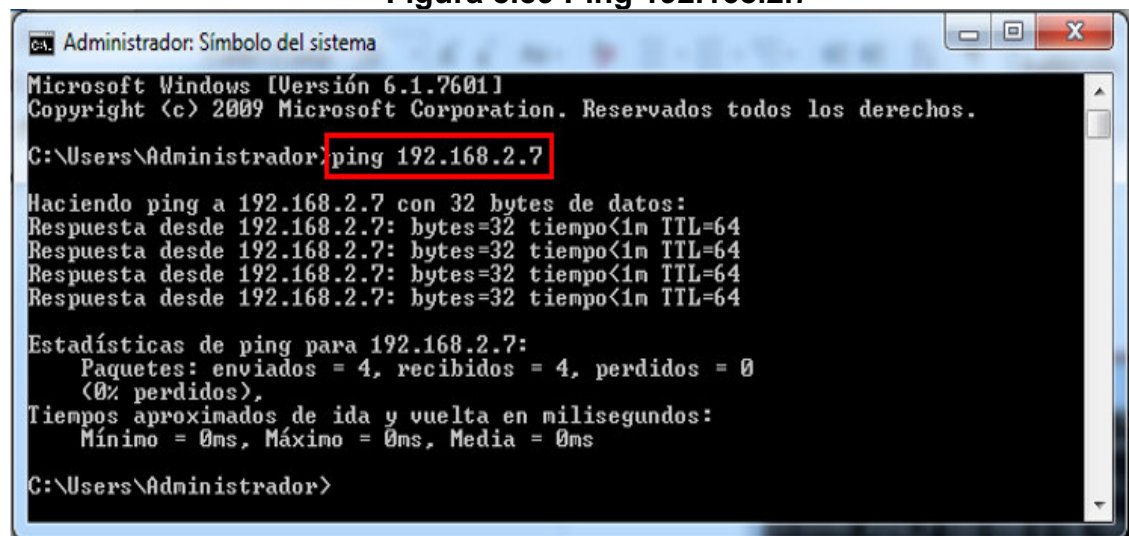
Estadísticas de ping para 192.168.2.5:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
        (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Users\Administrador>
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

El siguiente ping a la dirección **192.168.2.7**

Figura 5.59 Ping 192.168.2.7



```
Administrador: Símbolo del sistema
Microsoft Windows [Versión 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

C:\Users\Administrador>ping 192.168.2.7

Haciendo ping a 192.168.2.7 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.2.7: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.7: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.7: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.2.7: bytes=32 tiempo<1m TTL=64

Estadísticas de ping para 192.168.2.7:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
        (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

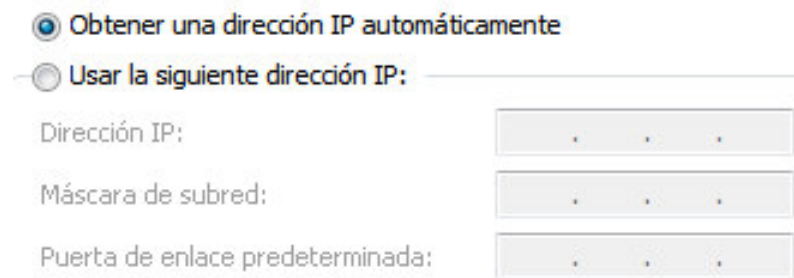
C:\Users\Administrador>
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Una vez terminada la prueba de comunicación que comprueba la conectividad entre los equipos, se limpiará la configuración realizada.

En cada computador, acceder nuevamente a propiedades del **protocolo de internet versión 4** y seleccionar la opción obtener una dirección IP automáticamente con el fin de limpiar la asignación manual.

Figura 5.60 Configuración dirección IP automática



The image shows a network configuration window for the Internet Protocol Version 4 (IPv4) properties. At the top, there are two radio button options. The first option, 'Obtener una dirección IP automáticamente' (Obtain an IP address automatically), is selected with a blue dot. The second option, 'Usar la siguiente dirección IP:' (Use the following IP address:), is unselected. Below the second option, there are three input fields: 'Dirección IP:' (IP address), 'Máscara de subred:' (Subnet mask), and 'Puerta de enlace predeterminada:' (Default gateway). Each of these fields contains three asterisks (* * *) as placeholders for the IP address, subnet mask, and default gateway respectively.

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

6 RED CON EL PROTOCOLO RIP

6.1 OBJETIVOS

- Familiarizar con la herramienta de monitoreo de tráfico en la red.
- Establecer direcciones IP dinámicas su configuración y funcionamiento.
- Implementar el protocolo RIP y analizar su funcionamiento en sus diferentes encaminamientos.

6.2 MATERIALES Y EQUIPOS

- Cable de consola
- 6 Cables Ethernet Rj-45
- Switch HP 2920-24G
- 1 computadores
- 3 Router Mikrotik RB2011UiAS-RM

6.3 MARCO TEÓRICO

6.3.1 Analizador de tráfico Wireshark

En tema de redes de comunicación es indispensable manejar analizadores de red como utilidad, para determinar lo que sucede en ellas mediante procesos de capturas de tráfico de red. La función de un analizador de red es decodificar los paquetes de datos de protocolos comunes y mostrar el tráfico de la red de forma ordenada.

En este caso wireshark es uno de los analizadores de red que se encuentran disponibles, es libre y de código abierto convirtiéndolo en uno de los mejores; dicha utilidad se usa normalmente para análisis de paquetes, localizar problemas de red y desarrollo de protocolos de comunicación. Está compuesto por una interfaz cómoda y grafica que permite observar el tráfico de datos por medio de una red, visualizando a su vez características que pueden ser: Retardo de llegada de paquetes, direcciones de destino y origen, protocolos usados y longitud de la trama de datos. También se puede de manera detallada visualizar el flujo de datos entre

paquetes, conversaciones entre los equipos y la cantidad de paquetes, con la posibilidad de filtrar la información requerida para su análisis.

6.3.2 Red

Conjunto de equipos informáticos conectados entre sí por medio de dispositivos físicos o inalámbricos que envían y reciben impulsos eléctricos, La finalidad principal para la creación de una red de computadoras es compartir la información en la distancia, asegurar la confiabilidad y la disponibilidad de la información, aumentar la velocidad de transmisión de los datos y reducir costos en estas acciones.

6.3.3 Paquete de Datos

Unidad de transporte de información en todas las redes de computadoras. Un paquete está compuesto de tres elementos: una cabecera contiene generalmente la información necesaria para trasladar el paquete desde el emisor hasta el receptor, el área de datos que contiene los datos que se desean trasladar, y la cola, que comúnmente incluye código de detección de errores.

6.3.4 Host

Son las computadoras o dispositivos que se encuentran conectados a una red que proveen y utilizan servicios de ella. Los usuarios deben utilizar anfitriones para tener acceso a la red. Dichos anfitriones son computadores monousuario o multiusuario que ofrecen servicios de transferencia de archivos, conexión remota, servidores de base de datos, servidores web, etc. Los usuarios que hacen uso de los anfitriones pueden pedir los mismos servicios a otras máquinas conectadas a la red.

6.3.5 Broadcast

Difusión masiva de información o paquetes de datos por medio de redes informáticas. El término se utiliza en la informática y en las telecomunicaciones.

6.3.6 Protocolo RIP

Es un protocolo de puerta de enlace interna, empleado por los Router para el intercambio de información. Su algoritmo de encaminamiento está fundamentado en el vector de distancia, dado que se encarga de calcular la ruta más corta hasta el destino a partir de los equipos intermedios por los cuales deben pasar los paquetes IP.

6.2.1.1 Características

- Protocolo de enrutamiento por vector de distancia.
- Utiliza el conteo de saltos como su única métrica para la selección de rutas.
- Las rutas con conteo de saltos mayores que 15 son inalcanzables.
- Se transmiten mensajes cada 30 segundos.

6.2.1.2 Versiones del RIP

- RIP v1: No soporta máscaras de tamaño variable ni direccionamiento sin clase. Las redes tratadas por este protocolo deben tener la máscara de red predefinida, volviendolo poco eficiente.
- RIP v2: Se desarrolló esta versión debido a las limitaciones de la versión anterior, esta versión soporta subredes. Cuenta con un "interruptor de compatibilidad" que permite ajustes más exactos.

6.2.1.3 Modo de Operación

Se envía un mensaje a cada uno de los vecinos con la solicitud de una copia de la tabla de encaminamiento a lo que los Router responden con una copia de las tablas de enrutamiento correspondientes. Cuando el protocolo se encuentra activo envía una parte de la tabla a todos los vecinos por medio de difusión masiva de información este procedimiento tiene una duración de 30 segundos, en el momento en el cual ocurre un cambio se difunde nuevamente a los demás Router y al momento de recibir una respuesta el mensaje es validado y la tabla se actualizan para mejorar el rendimiento, en el momento en el que un Router tiene conocimiento de una ruta debe guardarla hasta que conozca una mejor que sea menor.

6.2.1.4 Mensajes RIP

Pueden ser de dos tipos:

- Petición: Solicita información de los encaminadores vecinos.
- Respuesta: mensajes con la actualización de las tablas de encaminamiento. Existen tres tipos:
 1. Mensajes ordinarios: Se envían cada 30 segundos. Para indicar que el enlace y la ruta siguen activos. Se envía la tabla de encaminado completa.
 2. Mensajes enviados como respuesta a mensajes de petición.
 3. Mensajes enviados cuando cambia algún coste. Se envía toda la tabla de encaminado.

6.2.1.4.1 Formato de los mensajes RIP

Los mensajes tienen una cabecera que incluye el tipo de mensaje y la versión del protocolo RIP. En RIPv1 contienen la dirección IP de la red de destino y la métrica. Las entradas. En RIPv2 contienen la dirección IP de la red de destino, su máscara, el siguiente encaminador y la métrica.

Ventajas del protocolo RIP

- RIP es más fácil de configurar.
- Admite versiones derivadas no necesariamente compatibles.
- Es soportado por la mayoría de los fabricantes.

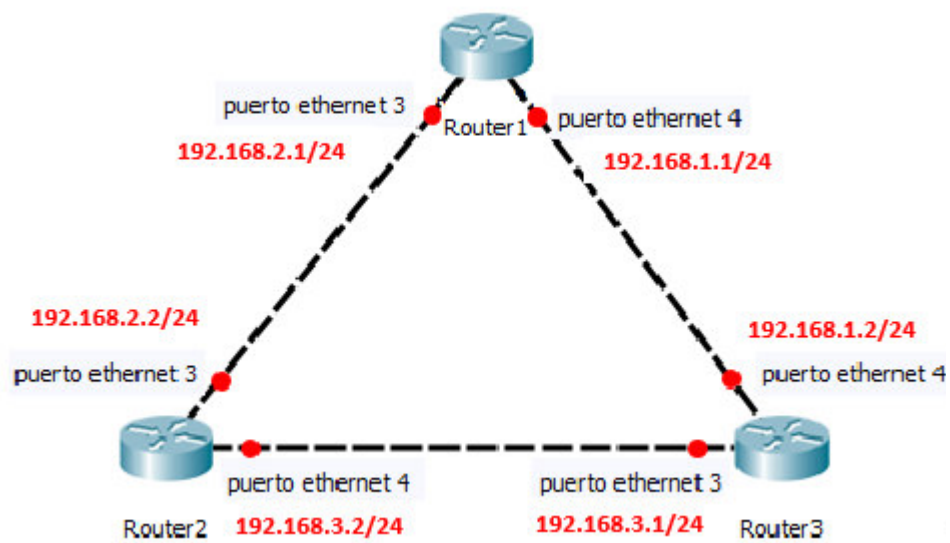
Desventajas del protocolo RIP

- Para determinar la mejor métrica, únicamente toma en el número de saltos.
- No está diseñado para resolver cualquier posible problema de encaminamiento.

6.4 DESARROLLO

El diagrama de conexión en este punto es solo para mostrar una idea de la red que se va a conectar, ya que no se debe conectar, solo hasta el paso que se indique para hacer las respectivas pruebas de conexión.

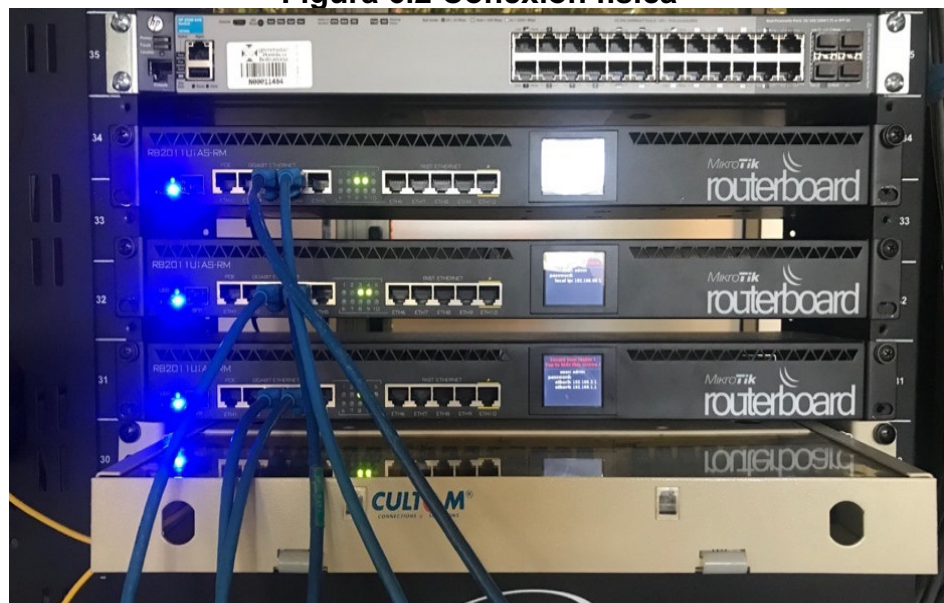
Figura 6.1 Diagrama de conexión



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

El primer paso es conectar cada equipo (ROUTER) desde el puerto de entrada ethernet 2 a la entrada del computador, el cual se va a utilizar para configurar cada uno de los dispositivos.

Figura 6.2 Conexión física

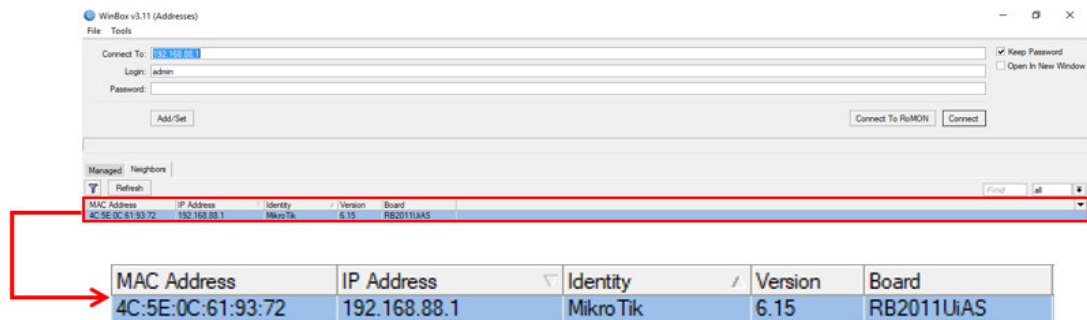


Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

- Apertura de WINBOX

En primera instancia se realiza la conexión de la **Figura 6.1** y se ingresa al software winbox, en este punto el Winbox identifica el Router con el cual está trabajando por medio de un escaneo. Se observa que tiene una IP por defecto y se procede con seleccionar la MAC address momento en el cual se observa un cambio de color.

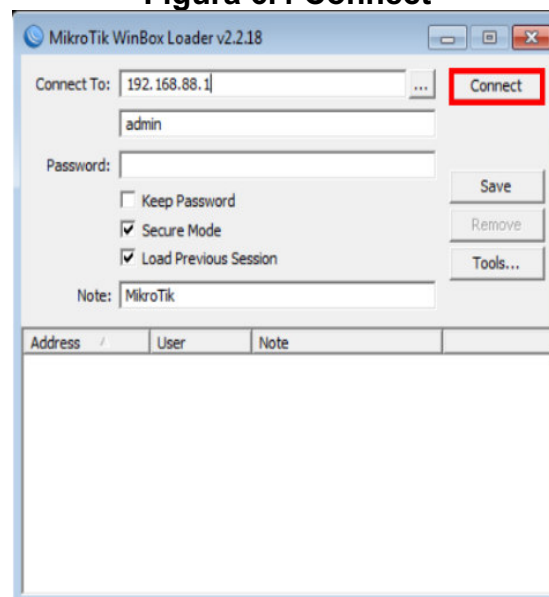
Figura 6.3 Winbox



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Seleccionada la MAC Address y en la parte superior derecha se da clic en el comando “Connect”.

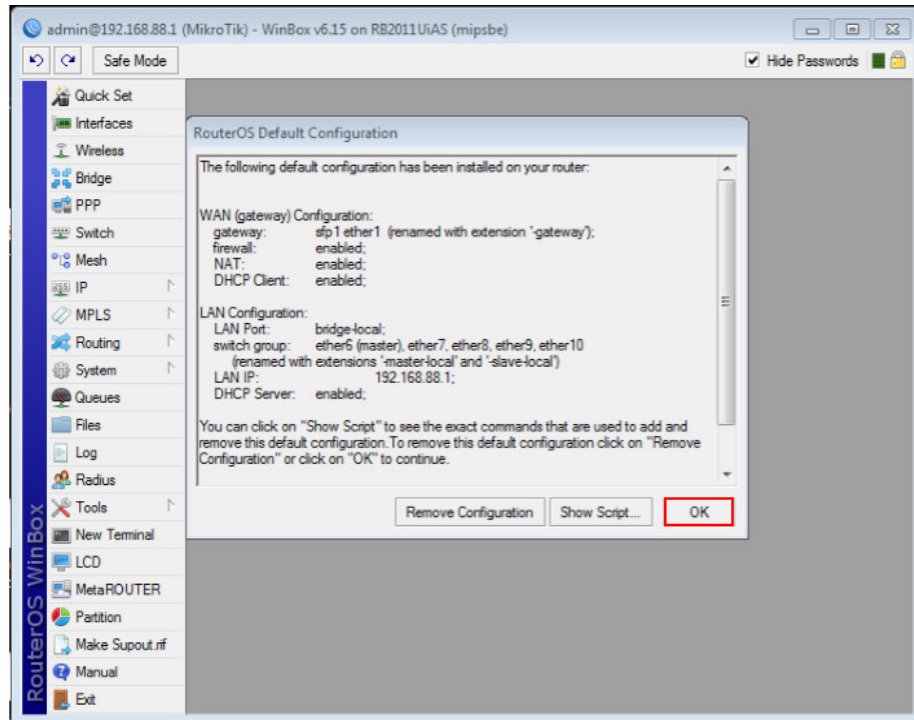
Figura 6.4 Connect



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Al seleccionar **connect** ya se accede al *winbox* **Figura 6.5** se despliega una ventana que muestra la configuración por defecto del Router. Se da clic en la opción “OK”.

Figura 6.5 Interfaz winbox



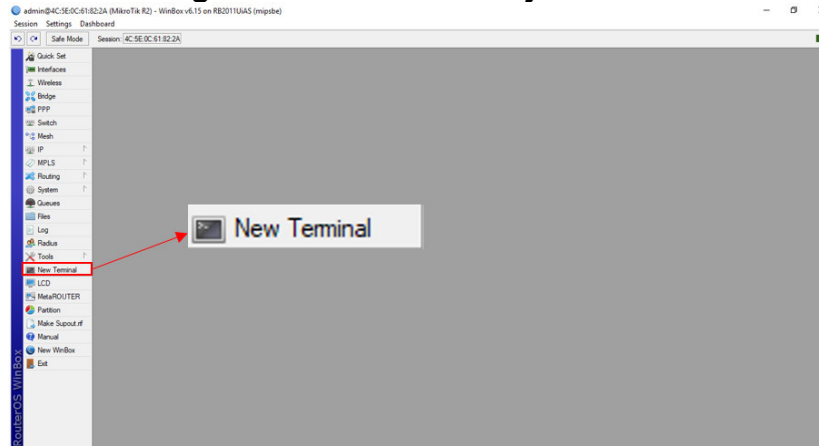
Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Para que no exista confusión al momento de asignar una IP con la que se encuentra por defecto y con el fin de eliminar un **puente (Bridge)** que existe entre los puertos se realiza un **reset** esto se evidencia cuando la IP **Address** se encuentra en 0.0.0.0. dicho procedimiento se encuentra en (LABORATORIO 2 TABLAS DE ENRUTAMIENTO Y IP ESTATICAS (PRINCIPIOS BASICOS) en la sección que dice “**PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR UN RESET**”). Además de esto Winbox nos presenta otra forma de realizar un **reset** por medio de terminal el cual elimina los ajustes iniciales del Router, este procedimiento es por medio de código.

6.4.1 Procedimiento para realizar un reset mediante CLI

Se encuentra en el área de trabajo del software **Winbox** en el menú que se localiza a la izquierda de la pantalla se selecciona el comando **new terminal** **Figura 6.6**.

Figura 6.6 Área de trabajo winbox



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En este momento se encuentra en la ventana **new termina Figura 6.7** para realizar el **reset** se deben seguir los siguientes pasos:

Figura 6.7 New Terminal



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

- 1- Digitar **System** el cual permite el acceso a las funciones del sistema **Figura 6.8**.

Figura 6.8 Comando system

```
[admin@MikroTik R2] > system
[admin@MikroTik R2] /system>
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

- 2- En el nivel **system** se digita **Reset-configuration**, el cual elimina las configuraciones predeterminadas o asignadas que presente el Router **Figura 6.9**.

Figura 6.9 Comando reset

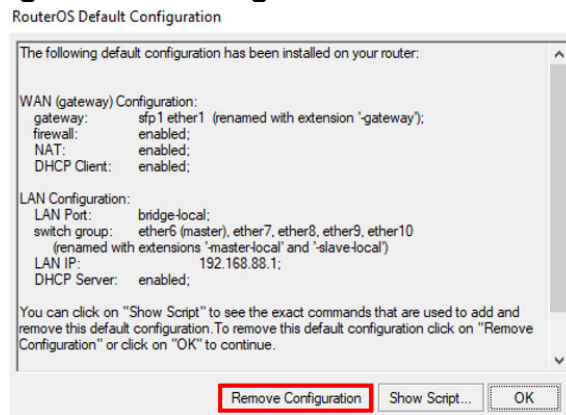
```
[admin@MikroTik R2] /system> reset-configuration
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Al momento de finalizar dichos pasos se da clic en enter (↵) y se espera un momento mientras el Router se reinicia, es normal que winbox se cierre y muestre la ventana de inicio, se debe volver a acceder con la misma IP local 192.168.88.1 y entrar en el área de trabajo del winbox con el fin de completar el procedimiento.

Es vital que después de acceder al Router se dé clic en **Remove Configuration** como se muestra en la **Figura 6.10**.

Figura 6.10 Configuración inicial Router



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Es recomendable esperar aproximadamente 30 segundos dado que el Router se desconecta y regresa a la pantalla de inicio **Figura 6.11**

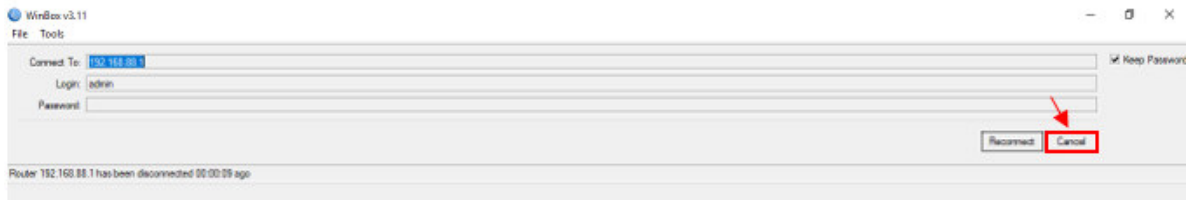
Figura 6.11 Pantalla de inicio Winbox



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En la pantalla de inicio se procede a dar clic en cancelar **Figura 6.12**

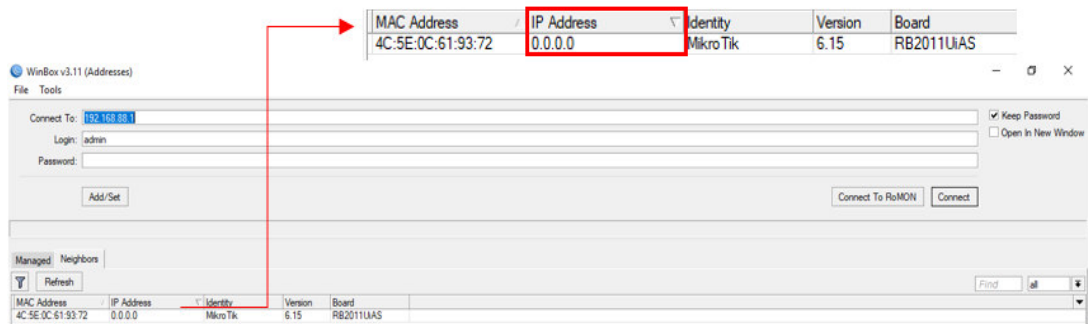
Figura 6.12 Pantalla inicial



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En el momento en el cual se da clic en cancelar en la MAC address se puede observar que la ip se encuentra en (0.0.0.0) con la misma dirección MAC del Router 1 **Figura 6.13**, esto comprueba que todas las configuraciones por defecto han sido eliminadas.

Figura 6.13 Verificación IP nueva



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Comprobado que se eliminaron todas las configuraciones por defecto ahora se da clic en **conectar** **Figura 6.14**.

Figura 6.14 Acceso a winbox



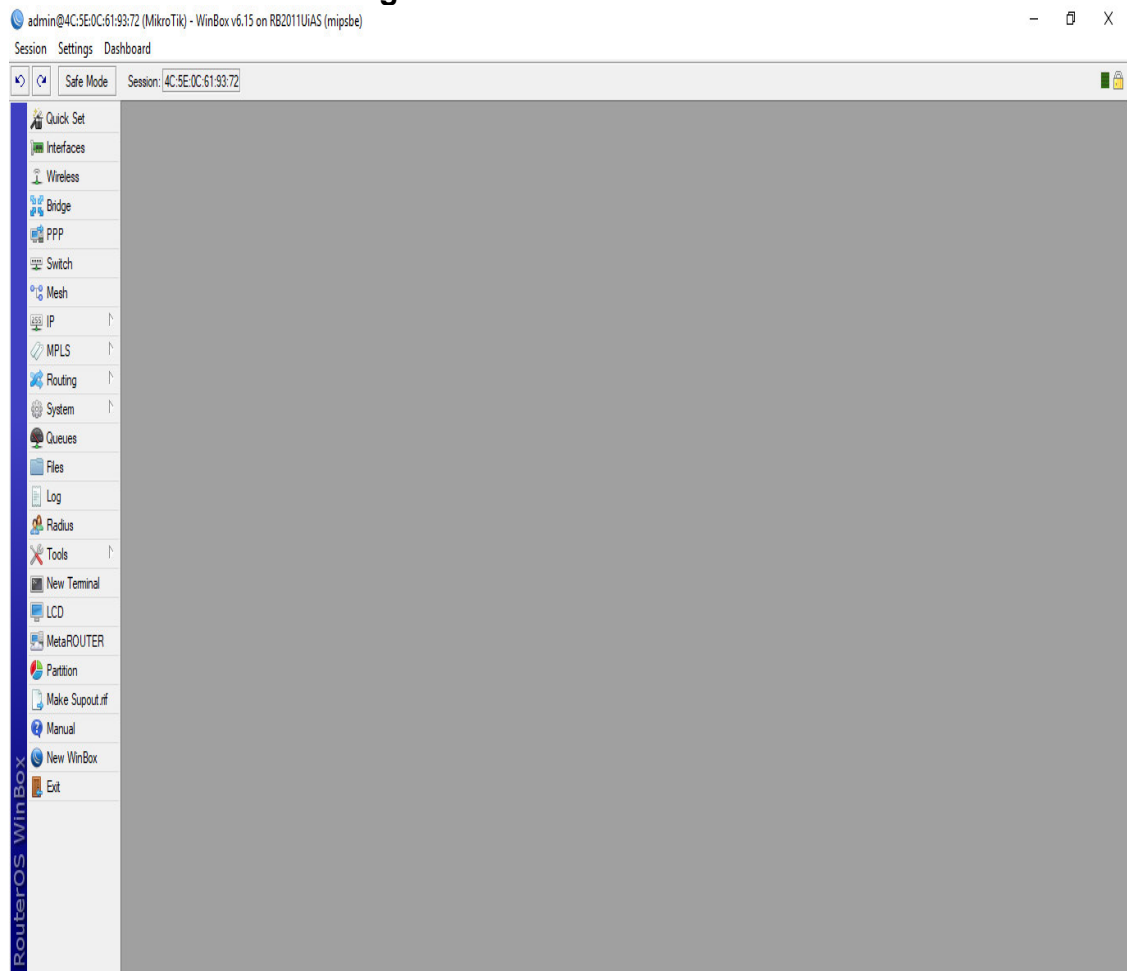
Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Con el Router listo para las configuraciones se procede a realizar la asignación de las direcciones IP.

6.4.2 Configuración Router 1

Se encuentra en el área de trabajo del Router 1 **Figura 6.15** es necesario agregar las direcciones IP que tendrán los puertos ethernet 3 y 4 del Router 1.

Figura 6.15 Raiz del Router 1



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Para asignar las direcciones se busca en la barra de menú el comando **IP** al darle clic se despliegan las opciones con las que cuenta dicho comando, en el submenú se busca el comando **Addresses** y se da clic **Figura 6.16**.

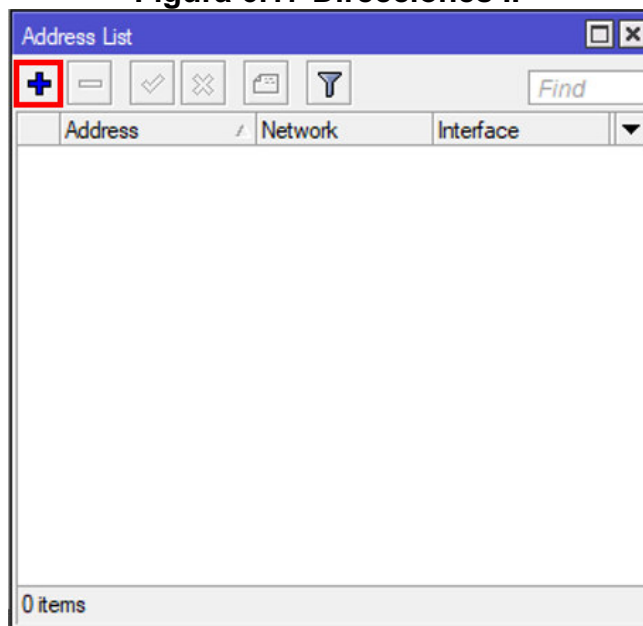
Figura 6.16 Opciones IP



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En la ventana **Address list** se selecciona el icono  **Figura 6.17**.

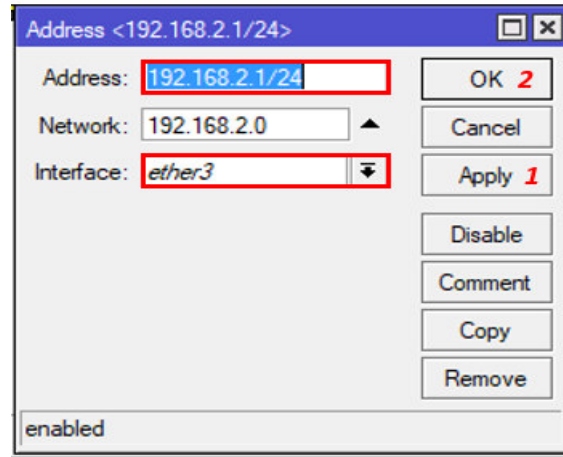
Figura 6.17 Direcciones IP



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

y se agrega la IP 192.168.2.1/24 en el puerto ethernet 3 **Figura 6.18**, se da clic en **apply** y luego en **OK** para guardar la IP.

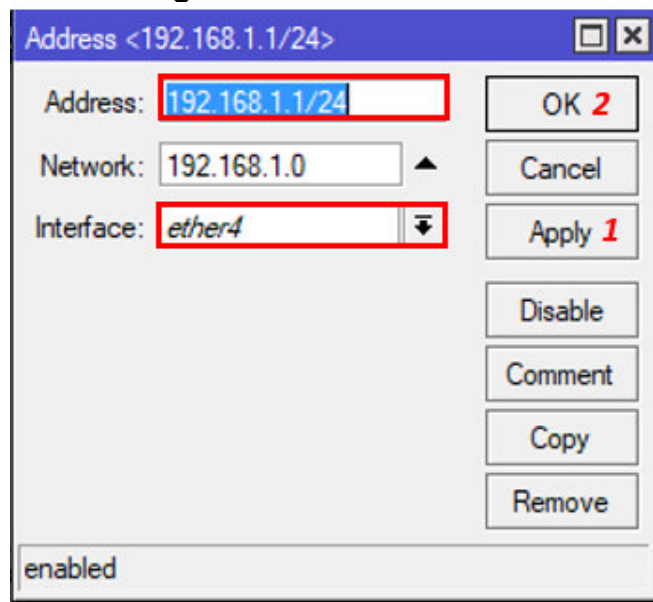
Figura 6.18 Dirección IP 1



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se da clic nuevamente en **+** y se añade la siguiente dirección IP 192.168.1.1/24 en el puerto ethernet 4, se da clic en **Apply** y luego clic en **OK** para guardar la nueva IP **Figura 6.19**.

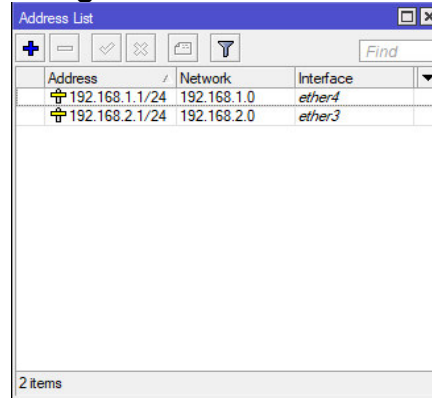
Figura 6.19 Dirección IP 2



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En el menú que se muestra en la **Figura 6.20** sirve para comprobar que las IP se han agregado correctamente.

Figura 6.20 Dirección IP



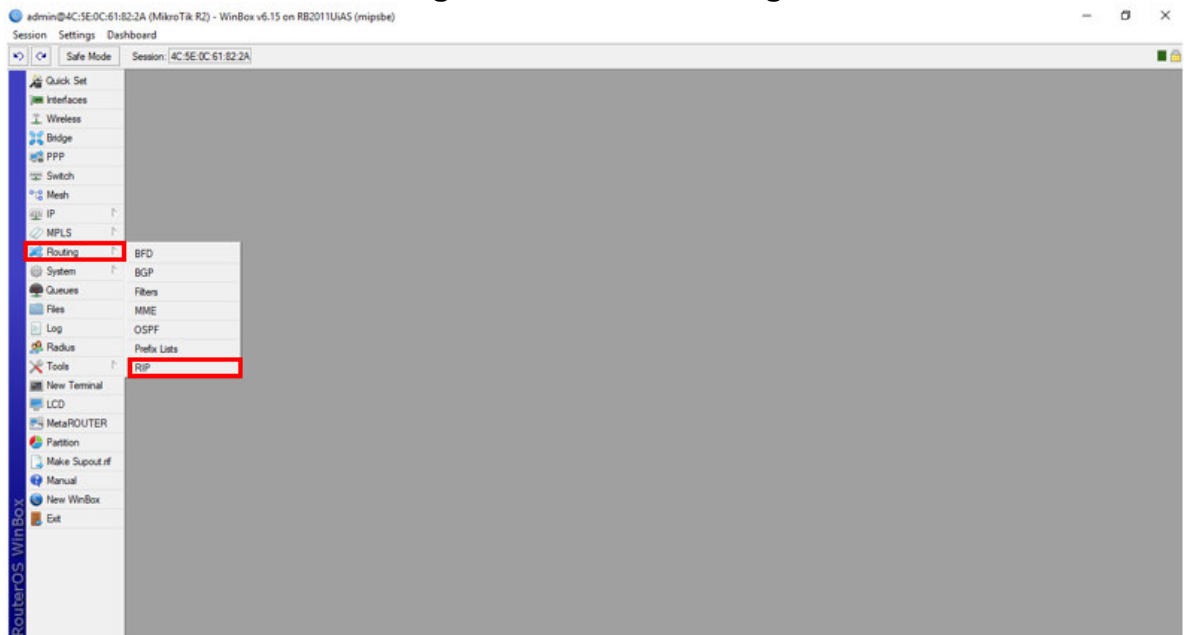
Address	Network	Interface
192.168.1.1/24	192.168.1.0	ether4
192.168.2.1/24	192.168.2.0	ether3

2 items

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Una vez se agreguen las IP en las dos interfaces (**ether 3 y ether 4**) se cierra la ventana y se dirige al menú y se accede a **routing** donde se despliega otro menú con diferentes protocolos en este caso se da clic en el protocolo RIP **Figura 6.21**.

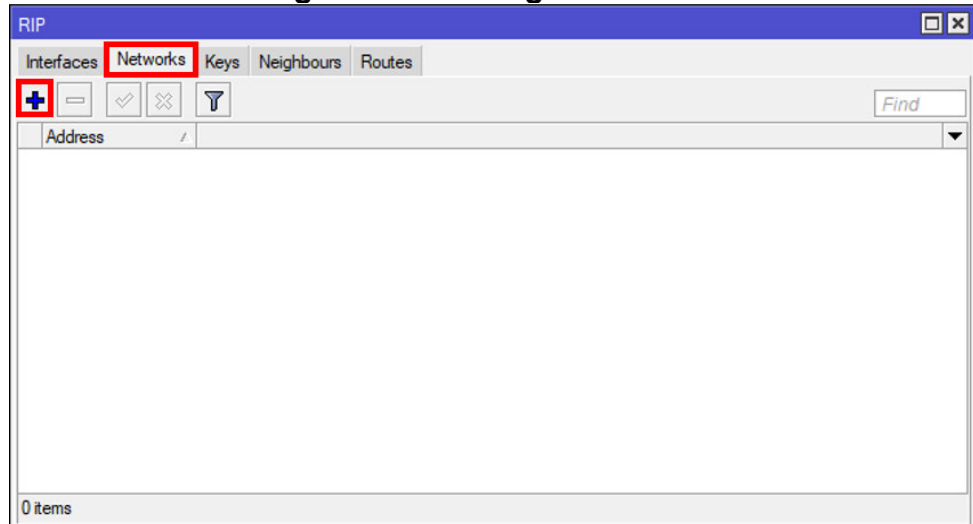
Figura 6.21 Menú routing



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Una vez en la ventana RIP como lo muestra la **Figura 6.22**, se ubica en el menú y selecciona **Networks** , luego da clic en el símbolo más **+**.

Figura 6.22 Configuración RIP

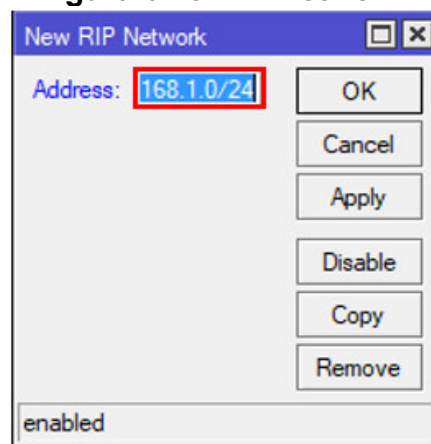


Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Al momento de seleccionar **+** se despliega una ventana en la cual se agrega la IP

- IP :192.168.2.0/24 se da clic en **Apply** y por último **OK** para guardar la configuración **Figura 6.23**.

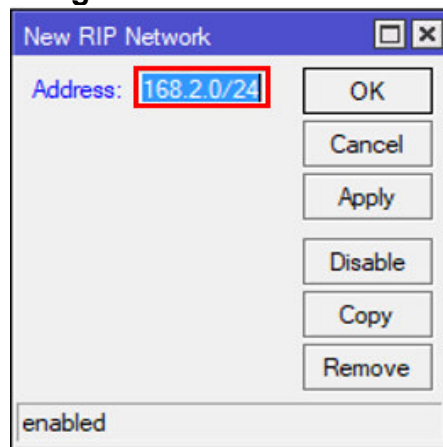
Figura 6.23 RIP Network1



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se repite el paso anterior para agregar la IP 192.168.3.0/24 en **Network** se da clic en **Apply** y luego en **OK** **Figura 6.24**.

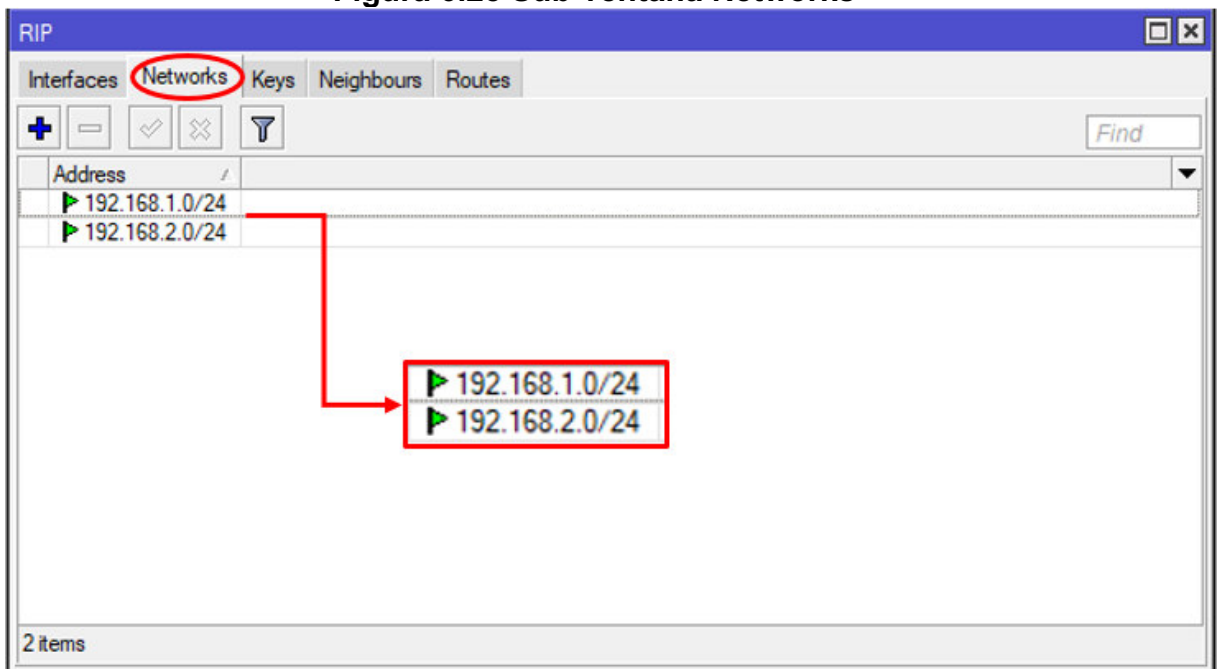
Figura 6.24 RIP Network2



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Una vez finalizada la configuración es necesario revisar que las dos IP se encuentren agregadas en la sub-ventana de **Networks** como lo muestra la **Figura 6.25**.

Figura 6.25 Sub-ventana Networks



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

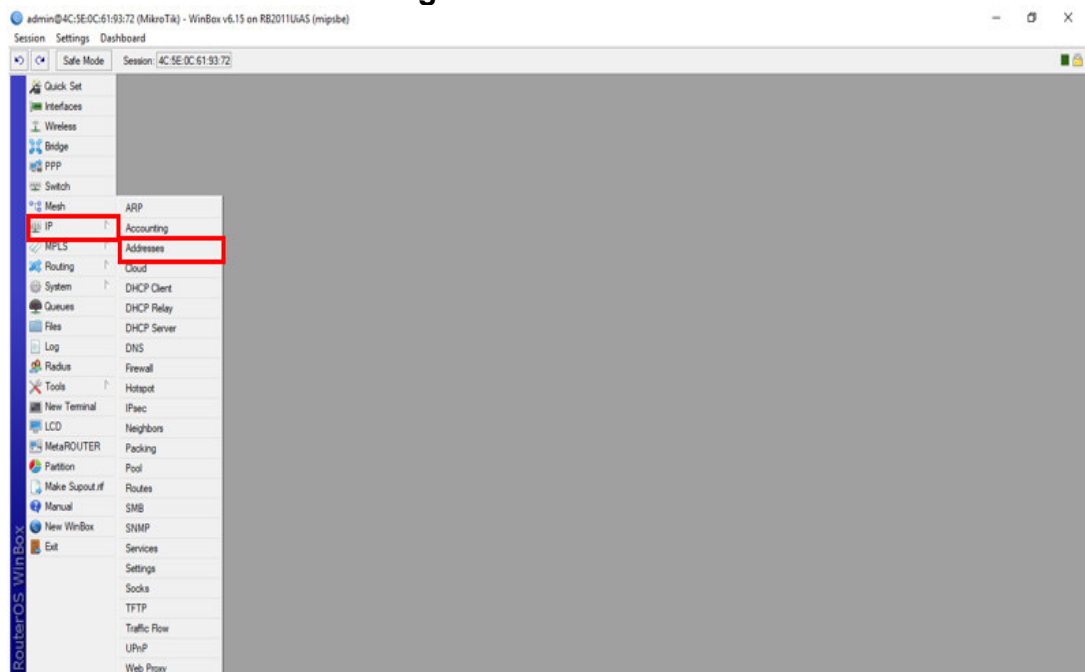
Ya comprobadas las configuraciones realizadas en el **Router1** se deben desconectar los cables ethernet previamente conectados dado que serán utilizados para la configuración del siguiente Router.

- ✓ Previamente a la configuración del Router2 es necesario realizar el mismo procedimiento del numeral “6.4.1 *PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR UN RESET MEDIANTE TERMINAL*”, con el fin de eliminar las configuraciones iniciales de la misma forma como se realizó para el Router1.

6.4.3 Configuración Router 2

En el área de trabajo de winbox en la barra de menú se selecciona IP en ese momento se despliega el menú correspondiente a ese comando, se da clic en **Addresses** con el fin de agregar las IP correspondientes al **Router2** en sus dos puertos (**ether 3 y ether 4**) como se muestra en la **Figura 6.26**.

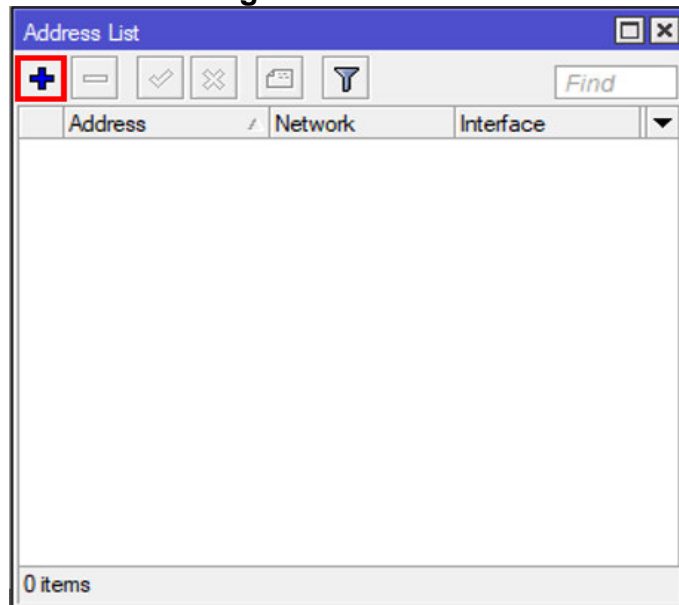
Figura 6.26 Añadir IP



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En este menú se da clic en el botón  con el fin de agregar las IP **Figura 6.27**.

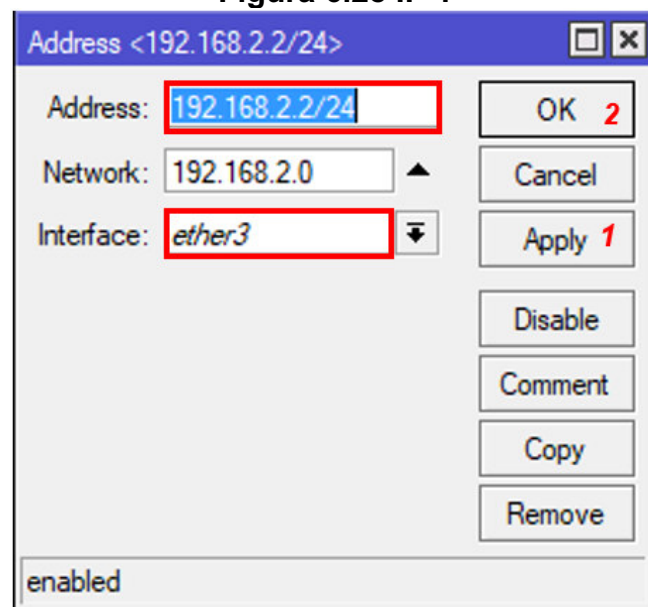
Figura 6.27 Añadir



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se agrega la ip 192.168.2.2/24 en el puerto ethernet 3 **Figura 6.28**, se da clic en **apply** y luego en **OK** para guardar la IP.

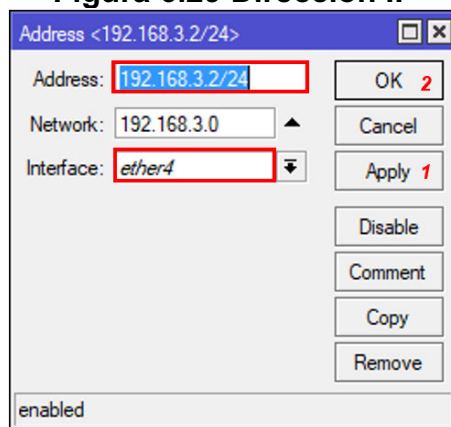
Figura 6.28 IP 1



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se da clic nuevamente en  y se añade la siguiente dirección IP 192.168.3.2/24 en el puerto ethernet 4, se da clic en **Apply** y luego clic en **OK** para guardar la nueva IP **Figura 6.29**.

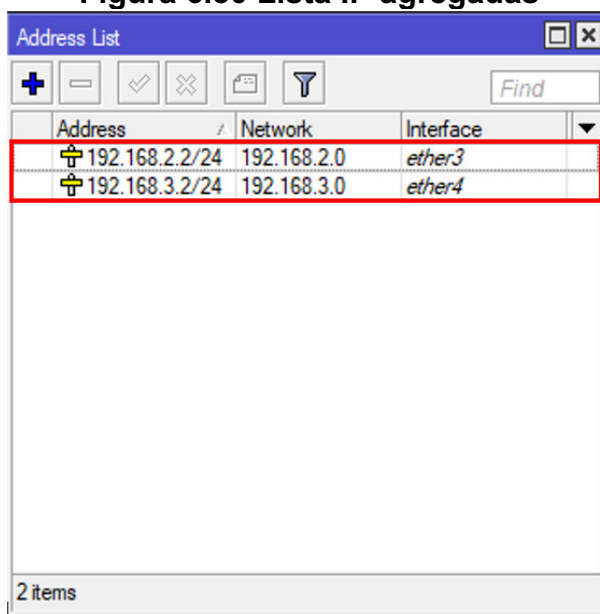
Figura 6.29 Dirección IP



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En este menú **Figura 6.30** se comprueba que las IP se han agregado correctamente.

Figura 6.30 Lista IP agregadas

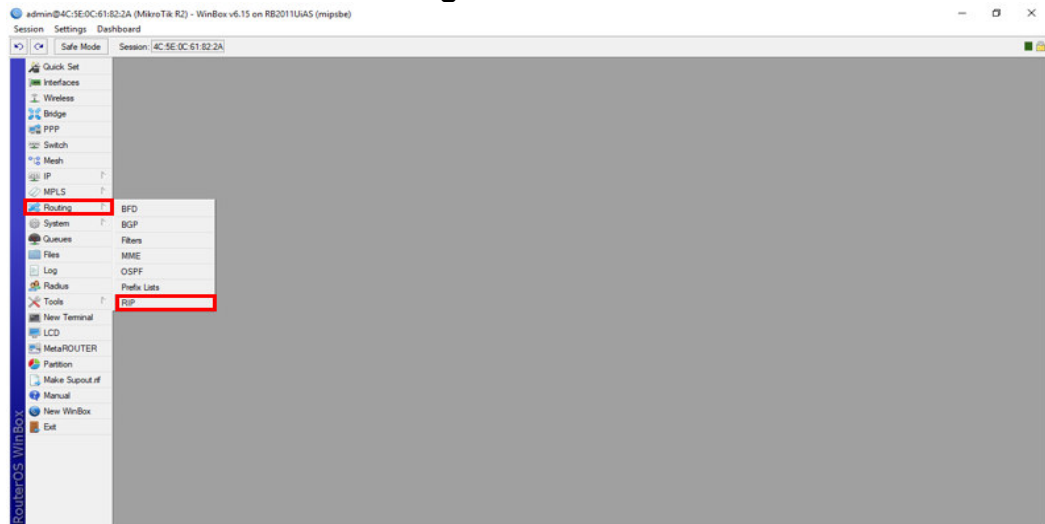


Address	Network	Interface
192.168.2.2/24	192.168.2.0	ether3
192.168.3.2/24	192.168.3.0	ether4

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Seguido a esto se cierra la ventana y se ubica en a la raíz del Router2 en la barra de menú en la zona izquierda de la pantalla se busca el comando **Routing** en este momento se despliegan las opciones con las cuales cuenta este comando seguido a esto se da clic en **RIP** para iniciar la configuración del protocolo **Figura 6.31**.

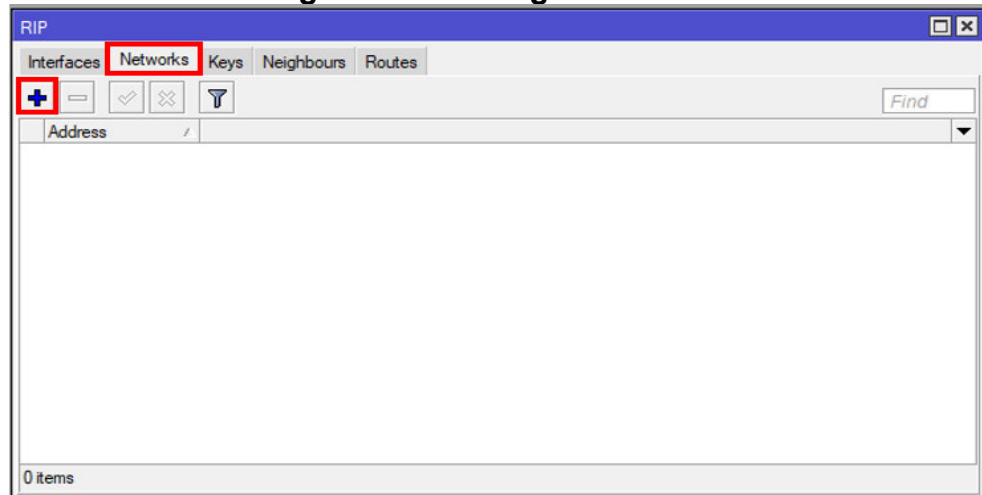
Figura 6.31 RIP



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Una vez se encuentre en la ventana **RIP** como lo muestra la **Figura 6.32**, se busca la sub-ventana **Networks** y luego clic en el símbolo más **+**.

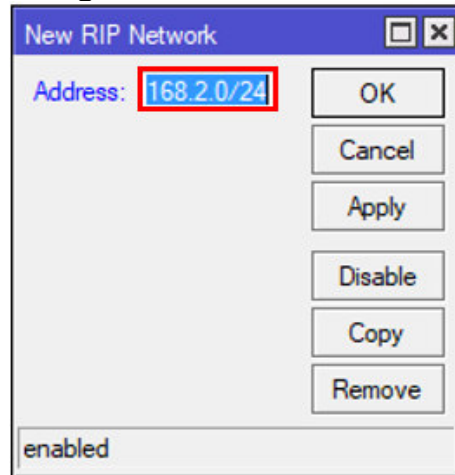
Figura 6.32 Configuración RIP



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Al dar clic en mas  se procede a agregar las dos IP como se muestra en la **Figura 6.33**, siendo la primer **IP 102.168.2.0/24**.

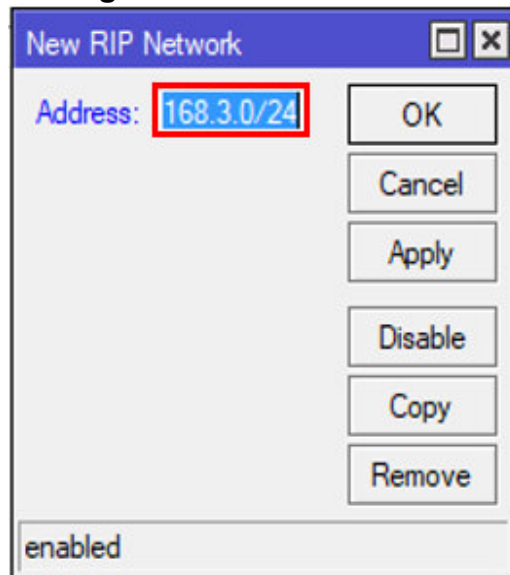
Figura 6.33 RIP Network1



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Al finalizar el paso anterior se repite el procedimiento dando clic en más  y se añade la segunda **IP 192.168.3.0/24** y se da clic en **apply** y luego clic en **OK** para guardar los cambios **Figura 6.34**.

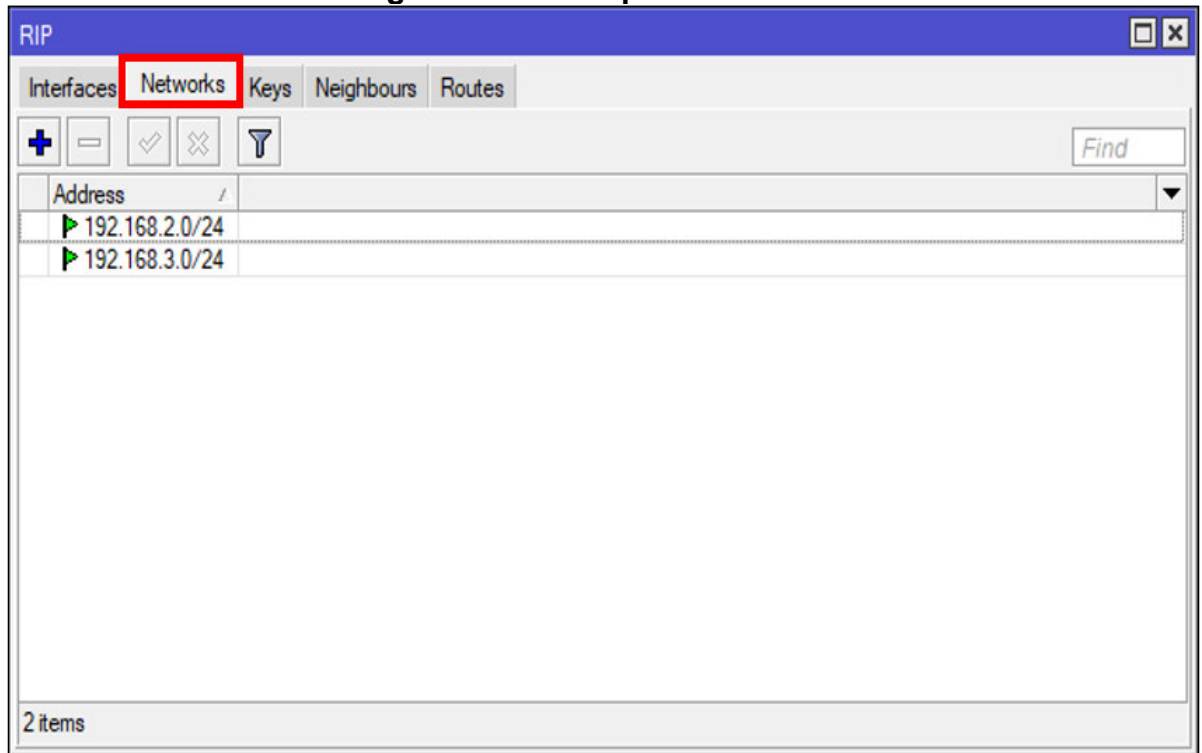
Figura 6.34 RIP Network 2



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Al cerrar la ventana y estar en la sub ventana Networks se verán las dos IP que se agregaron para el protocolo RIP **Figura 6.35**.

Figura 6.35 IP en protocolo RIP



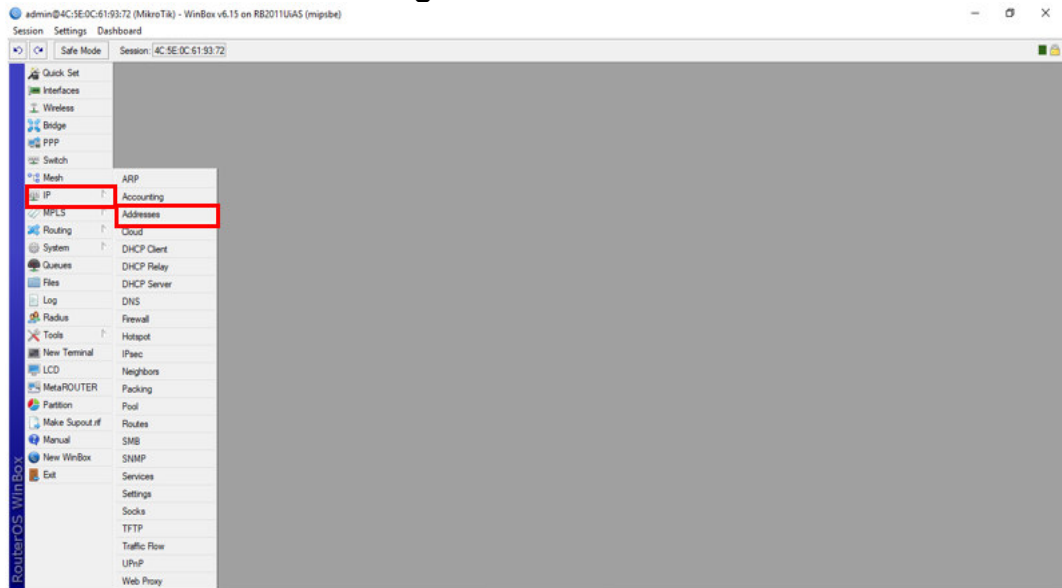
Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

- ✓ Previamente a la configuración del Router3 es necesario realizar el mismo procedimiento del numeral "6.4.1 PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR UN RESET MEDIANTE TERMINAL", con el fin de eliminar las configuraciones iniciales de la misma forma como se realizó para el Router1 y el Router2.

6.4.4 Configuración Router 3

Nuevamente se repite el procedimiento de configuración inicial, ubicado en la raíz del Router se debe buscar en el menú el ítem **IP** y acceder a **Adresses** con el fin de ingresar las direcciones IP del tercer Router **Figura 6.36**.

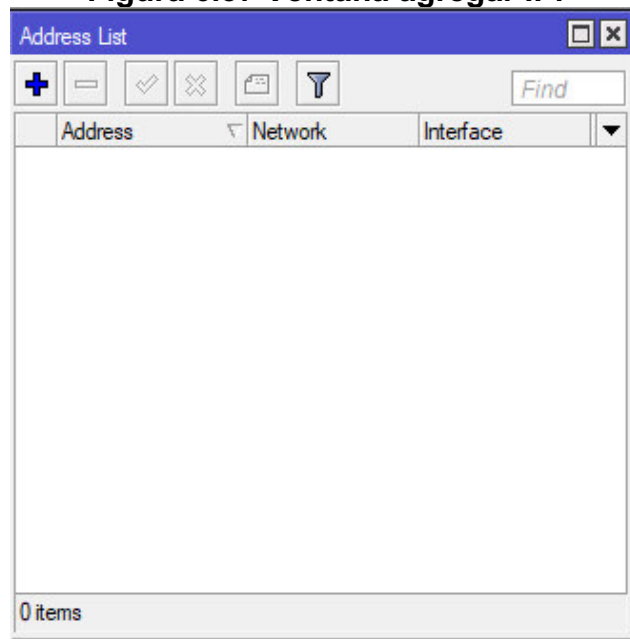
Figura 6.36 Menú IP



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Al momento de seleccionar **addresses** se despliega la ventana de la **Figura 6.37** en el cual se ingresan las IP correspondientes al **Router3** con el fin de completar la red.

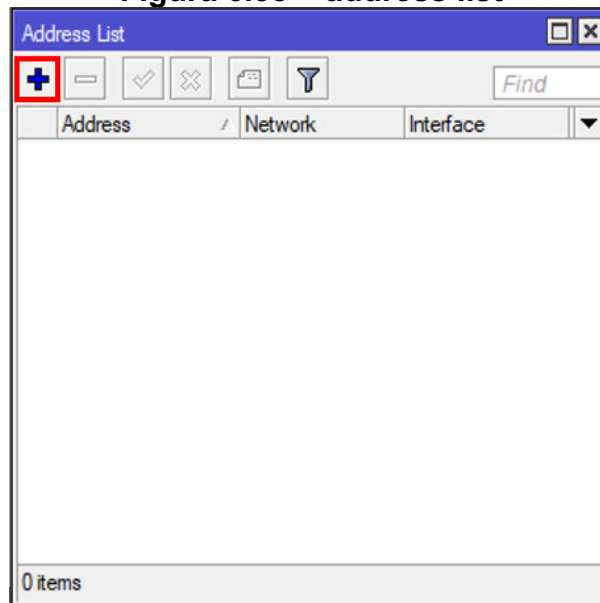
Figura 6.37 Ventana agregar IP.



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En este menú se da clic en el botón  con el fin de agregar las IP **Figura 6.38**.

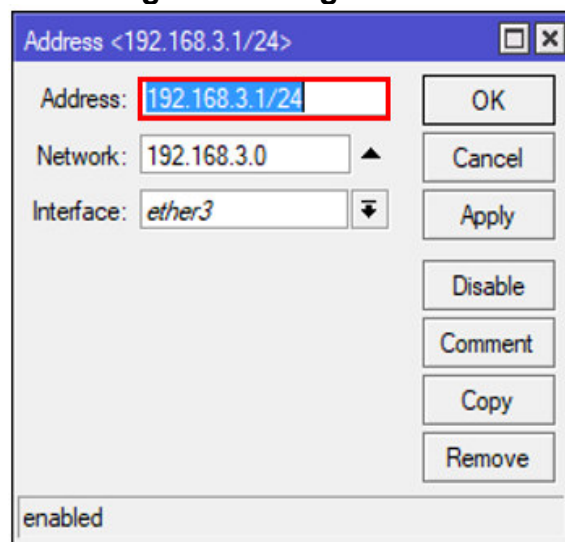
Figura 6.38 + address list



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

La primera IP ingresada es 192.168.3.1/24 como se muestra en la **Figura 6.39**.

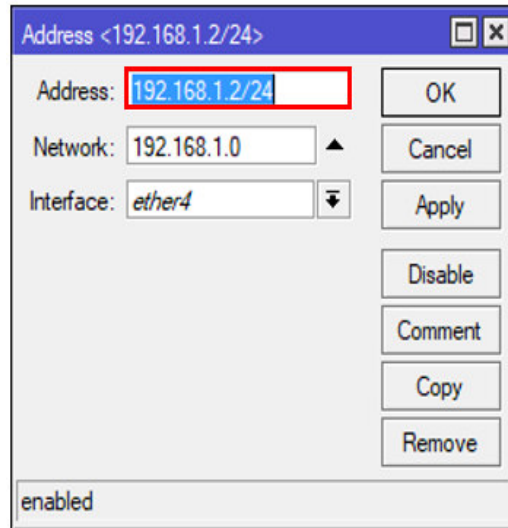
Figura 6.39 Ingreso IP 1



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Ahora es necesario hacer el paso anterior, pero ingresando la IP 192.168.1.2/24 **Figura 6.40.**

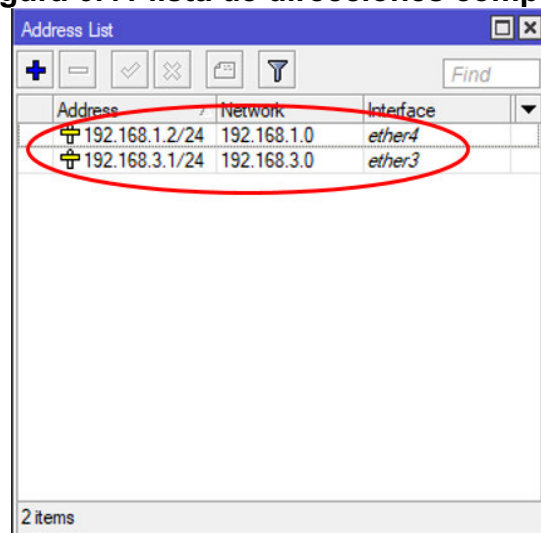
Figura 6.40 Ingreso IP 2



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Al ingresar las dos IP se debe comprobar la lista de direcciones ya que se debe tener cada dirección ip asignada a su respectivo puerto como se muestra en la **Figura 6.41.**

Figura 6.41 lista de direcciones completa

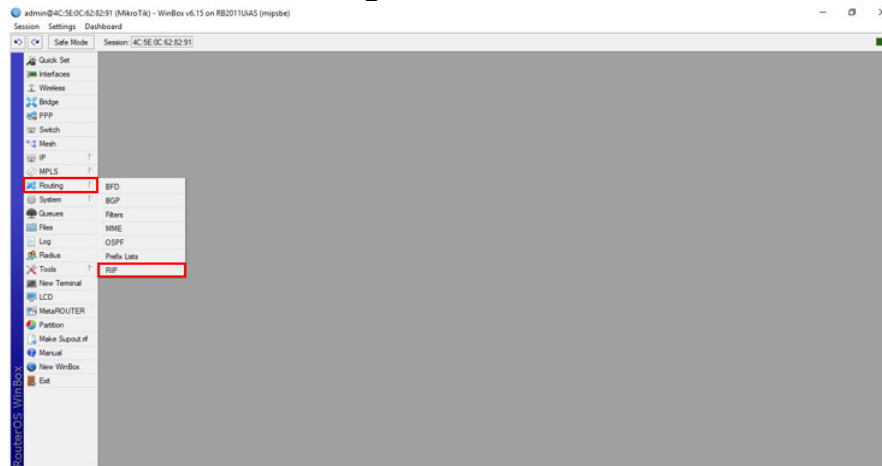


Address	Network	Interface
192.168.1.2/24	192.168.1.0	ether4
192.168.3.1/24	192.168.3.0	ether3

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Al tener la lista de direcciones completa se cerrará la venta para tener la lista de las demás configuraciones y se buscará **Routing** en el menú y luego se dará clic en **RIP** *Figura 6.42*.

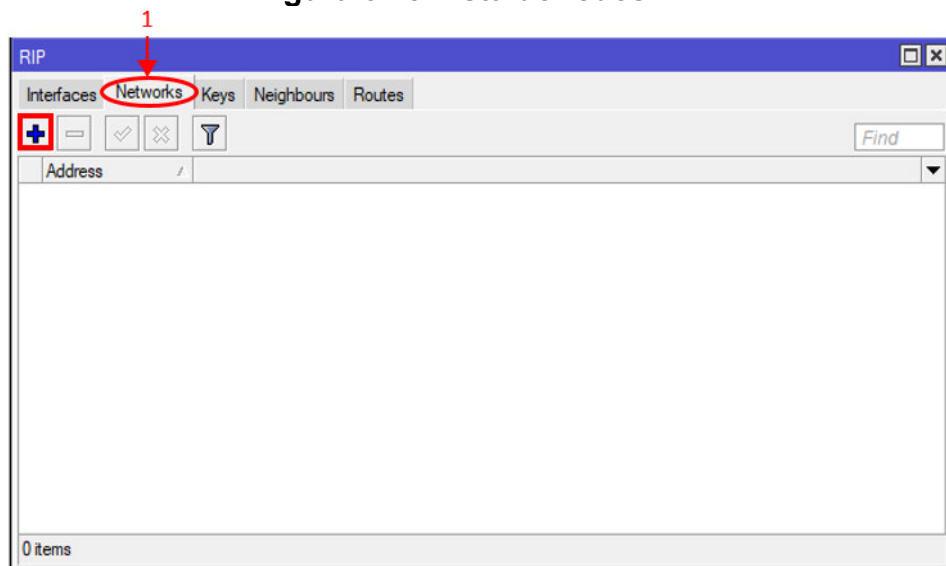
Figura 6.42 RIP



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En este menú se deben ingresar las IP que correspondan para hacer la red con el protocolo RIP, es necesario buscar el submenú **Networks** y dar clic en el botón (+) como se muestra en la *Figura 6.43*.

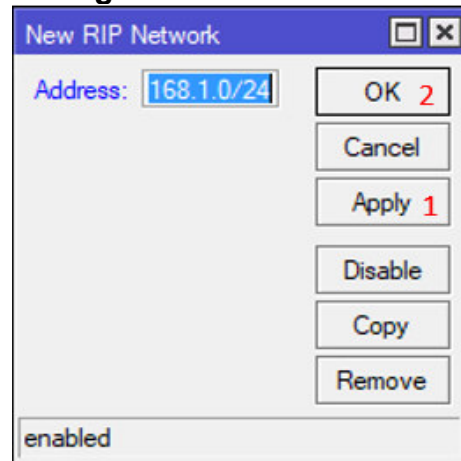
Figura 6.43 Lista de redes RIP



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se añade la dirección 192.16.1.0/24, luego dar clic en **Apply** y clic en **OK Figura 6.44**.

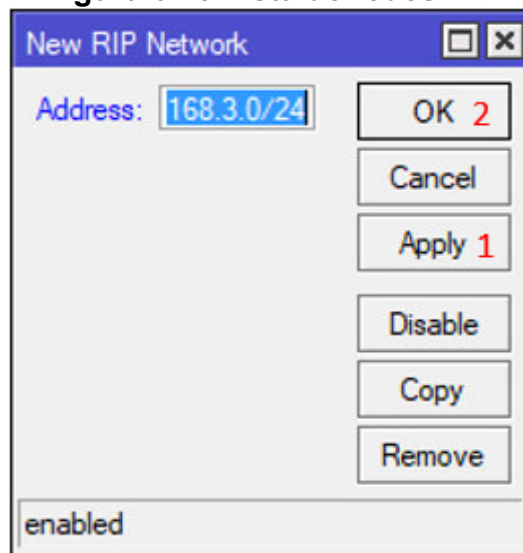
Figura 6.44 Lista de red



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Repetimos el anterior procedimiento, pero con la dirección 192.168.3.0/24 y la misma área Backbone después se dará clic en **Apply** y clic en **OK Figura 6.45**.

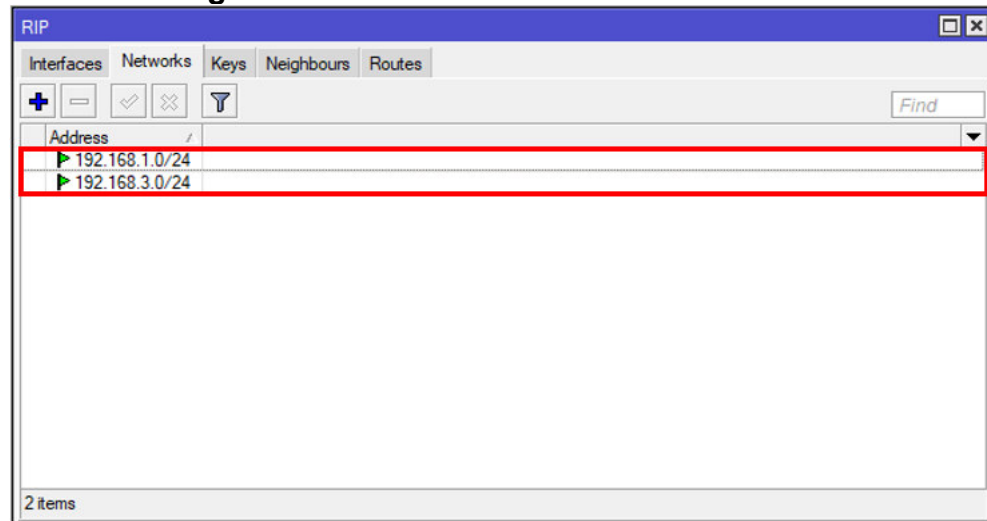
Figura 6.45 Lista de redes RIP



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Guardado lo anterior se comprueba que se tienen las dos direcciones ingresadas y que se encuentran en la misma área por defecto **Figura 6.46**.

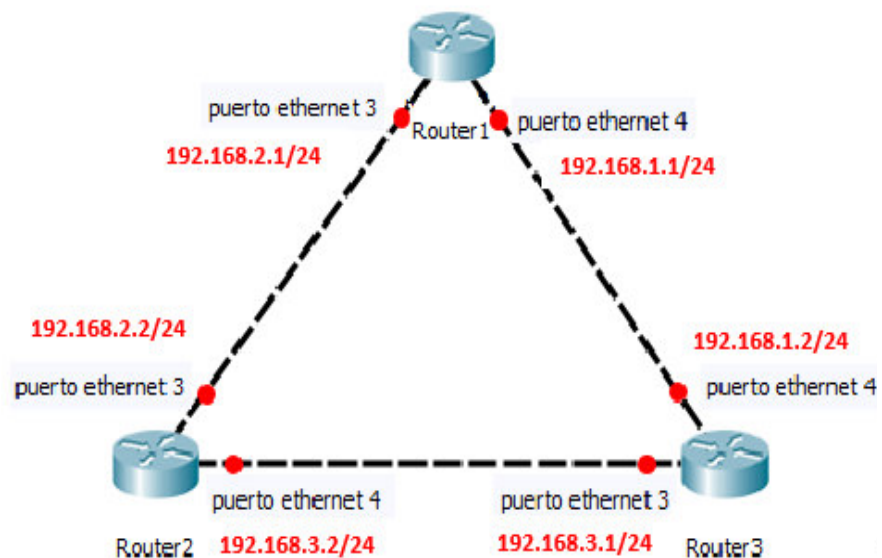
Figura 6.46 Lista de redes añadidas en RIP



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Es necesario que antes de empezar a probar el funcionamiento y el cumplimiento del protocolo se debe realizar la conexión de la red físicamente **Figura 6.47**.

Figura 6.47 Diagrama de conexiones físicas



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

- ✓ Al tener conectado cada cable ethernet en su respectivo puerto de cada Router como lo muestra la **Figura 6.1**, se debe utilizar un computador para la toma de pruebas, es necesario conectarse al puerto ethernet 2 de cada Router como se hacía en los pasos anteriores de configuración.

6.4.5 Prueba de conexión wireshark

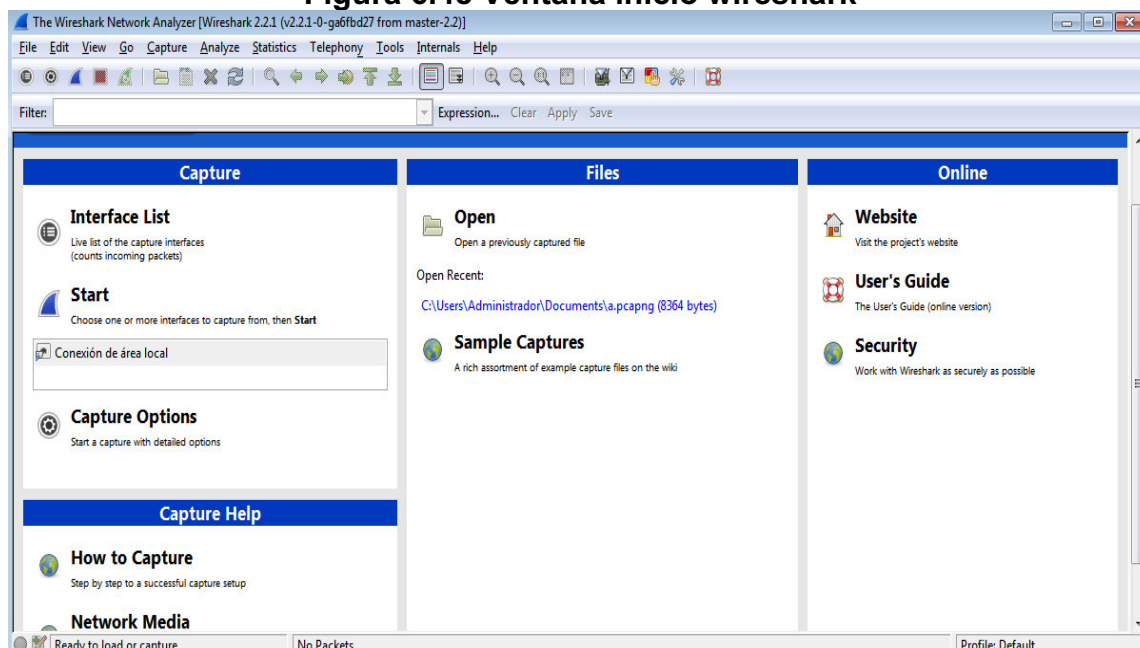
6.4.5.1 Monitoreo de paquetes entre equipos con Wireshark

Para esta parte se analizarán los paquetes enviados al momento de implementar el protocolo con el fin de familiarizarse con la herramienta **Wireshark** e interpretar sus elementos visuales.

Primero se debe conseguir el software, al ser libre se puede descargar directamente de la página web <https://www.wireshark.org/download.html>. **Seguir las instrucciones del instalador**

Una vez listo, se ejecuta el programa y se encontrará en una ventana con varias pestañas como en la **Figura 6.48**.

Figura 6.48 Ventana inicio wireshark



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

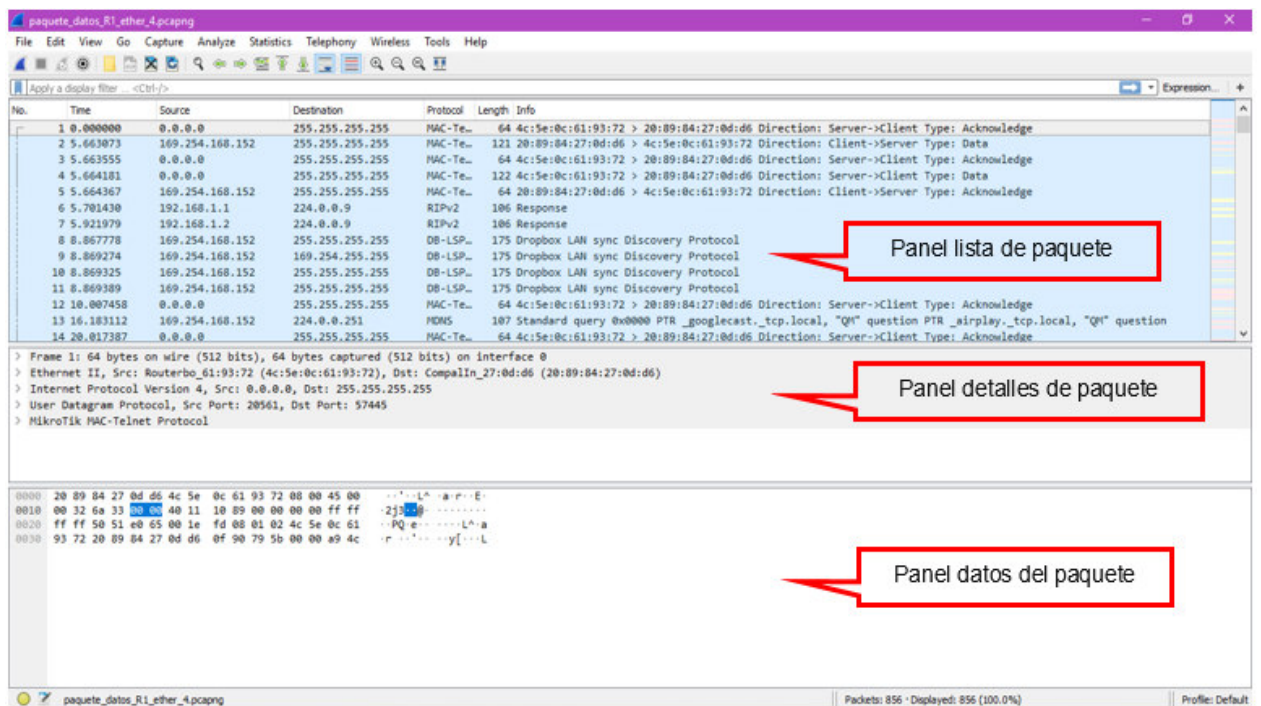
La pestaña **Capture** tiene como finalidad seleccionar una interfaz de la lista que se despliega e iniciar una sesión de captura de tráfico. De igual manera el software brinda links a la página para la resolución de problemas que se puedan generar al trabajar.

Se selecciona **Interface List** y se escoge **Conexión de área local** que es el adaptador conectado al *Router*, luego se hace clic a *start* para comenzar la sesión de captura.

En la nueva ventana hay una interfaz de usuario que cuenta con tres áreas principales: **Figura6.49**

1. El panel de lista de paquetes
2. El panel de detalles de paquete
3. El panel de datos

Figura6.49 Interfaz de usuario de captura wireshark



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Los paquetes tienen un color diferente dependiendo de su protocolo u otra indicación que se puede mirar y modificar haciendo clic en el ícono de editar reglas de color. 

Hacer clic en un paquete y observar que en el **panel detalles de paquete** se pueden ver características detalladas del paquete ordenadas en cabeceras como su dirección de origen y destino, así como las direcciones físicas de los computadores y la versión de internet que utiliza. Esto es útil al analizar parámetros del paquete.

El tercer campo es el correspondiente a la capa de transporte, con los datos propios de las cabeceras UDP o TCP

Figura 6.50 Paquetes de dato

1	0.000000	169.254.168.152	255.255.255.255	MAC-Te...	125	20:89:84:27:0d:d6	>	4c:5e:8c:61:93:72	Direction: Client->Server Type: Data
2	0.000457	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te...	64	4c:5e:8c:61:93:72	>	20:89:84:27:0d:d6	Direction: Server->Client Type: Acknowledge
3	0.000824	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te...	410	4c:5e:8c:61:93:72	>	20:89:84:27:0d:d6	Direction: Server->Client Type: Data
4	0.000615	169.254.168.152	255.255.255.255	MAC-Te...	64	20:89:84:27:0d:d6	>	4c:5e:8c:61:93:72	Direction: Client->Server Type: Acknowledge
5	2.830018	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te...	64	4c:5e:8c:61:93:72	>	20:89:84:27:0d:d6	Direction: Server->Client Type: Acknowledge
6	12.844438	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te...	64	4c:5e:8c:61:93:72	>	20:89:84:27:0d:d6	Direction: Server->Client Type: Acknowledge
7	19.999664	169.254.168.152	255.255.255.255	MAC-Te...	121	20:89:84:27:0d:d6	>	4c:5e:8c:61:93:72	Direction: Client->Server Type: Data
8	20.000153	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te...	64	4c:5e:8c:61:93:72	>	20:89:84:27:0d:d6	Direction: Server->Client Type: Acknowledge
9	20.000738	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te...	122	4c:5e:8c:61:93:72	>	20:89:84:27:0d:d6	Direction: Server->Client Type: Data
10	20.001117	169.254.168.152	255.255.255.255	MAC-Te...	64	20:89:84:27:0d:d6	>	4c:5e:8c:61:93:72	Direction: Client->Server Type: Acknowledge
11	21.816116	169.254.168.152	255.255.255.255	DB-LSP...	175	Dropbox LAN sync Discovery Protocol			
12	21.818913	169.254.168.152	169.254.255.255	DB-LSP...	175	Dropbox LAN sync Discovery Protocol			
13	21.819819	169.254.168.152	255.255.255.255	DB-LSP...	175	Dropbox LAN sync Discovery Protocol			
14	21.819168	169.254.168.152	255.255.255.255	DB-LSP...	175	Dropbox LAN sync Discovery Protocol			
15	22.052082	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te...	64	4c:5e:8c:61:93:72	>	20:89:84:27:0d:d6	Direction: Server->Client Type: Acknowledge
16	32.862147	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te...	64	4c:5e:8c:61:93:72	>	20:89:84:27:0d:d6	Direction: Server->Client Type: Acknowledge
17	39.996646	169.254.168.152	255.255.255.255	MAC-Te...	121	20:89:84:27:0d:d6	>	4c:5e:8c:61:93:72	Direction: Client->Server Type: Data
18	39.997158	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te...	64	4c:5e:8c:61:93:72	>	20:89:84:27:0d:d6	Direction: Server->Client Type: Acknowledge
19	39.997751	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te...	122	4c:5e:8c:61:93:72	>	20:89:84:27:0d:d6	Direction: Server->Client Type: Data
20	39.998135	169.254.168.152	255.255.255.255	MAC-Te...	64	20:89:84:27:0d:d6	>	4c:5e:8c:61:93:72	Direction: Client->Server Type: Acknowledge
21	42.871561	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te...	64	4c:5e:8c:61:93:72	>	20:89:84:27:0d:d6	Direction: Server->Client Type: Acknowledge
22	51.832255	169.254.168.152	255.255.255.255	DB-LSP...	175	Dropbox LAN sync Discovery Protocol			
23	51.835153	169.254.168.152	169.254.255.255	DB-LSP...	175	Dropbox LAN sync Discovery Protocol			
24	51.835267	169.254.168.152	255.255.255.255	DB-LSP...	175	Dropbox LAN sync Discovery Protocol			
25	51.835400	169.254.168.152	255.255.255.255	DB-LSP...	175	Dropbox LAN sync Discovery Protocol			
26	52.864420	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te...	64	4c:5e:8c:61:93:72	>	20:89:84:27:0d:d6	Direction: Server->Client Type: Acknowledge
27	53.716307	Routerbo_61:93:72	CDP/VTP/DTP/PagP/UD...	CDP	79	Device ID: Mikrotik R1 Port ID: ether2			

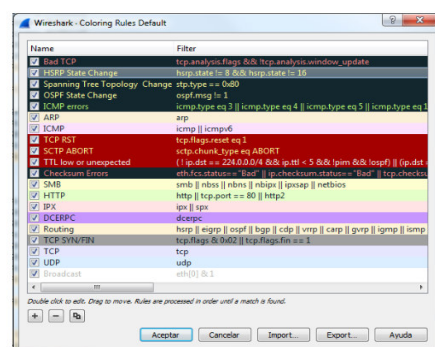
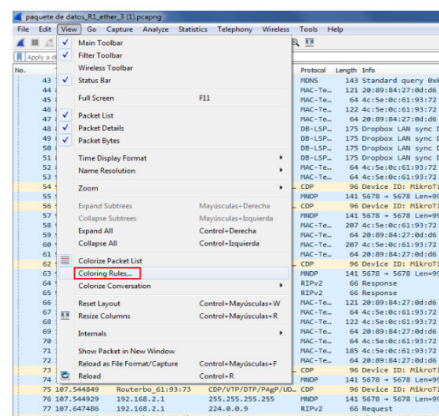
Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se puede ver **Figura 6.50** al principio de la captura que wireshark cuenta con un mecanismo que es la coloración de paquetes. En este caso se observan dos tipos de colores, para conocer el formato de color con el cual cuenta dirijase a **Figura 6.51A View → coloring rules** automáticamente Wireshark mostrará el cuadro de diálogo "Reglas para colorear" como se muestra en la **Figura 6.51**.

Figura 6.51 Colouring rules

A

B



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En la **Figura 6.51B** se pueden observar el nombre y el tipo de filtro al cual le corresponde determinado color en este caso **Figura 6.50** se observan en los primeros 26 paquetes el protocolo UDP el cual se define con del nivel de transporte que no es orientado a conexión y no es fiable. También se ve involucrado el **SMB**, el cual permite compartir archivos, entre hosts conectados en red.

En primer lugar, se encuentra el panel de lista de paquetes **Figura 6.52**, esta ventana tiene 3 partes importantes:

1. **No:** este campo indica el número del paquete que se está capturando.
2. **Time:** indica el tiempo transcurrido en cada paquete capturado.
3. **Source:** acá se indica la dirección IP origen que está generando la conexión.
4. **Destination:** nos indica la dirección IP destino de la conexión.
5. **Protocol:** este campo nos indica que protocolo se está utilizando para establecer una conexión.
6. **Length:** nos indica el tamaño del paquete.
7. **Info:** este campo nos muestra información en concreto del comportamiento del protocolo utilizado.

Figura 6.52 Protocolos

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	169.254.168.152	255.255.255.255	MAC-Te.	64	20:89:84:27:0d:d6 > 4c:5e:0c:61:93:72 Direction: Client->Server Type: Data
2	0.000457	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te.	64	4c:5e:0c:61:93:72 > 20:89:84:27:0d:d6 Direction: Server->Client Type: Acknowledge
3	0.000424	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te.	410	4c:5e:0c:61:93:72 > 20:89:84:27:0d:d6 Direction: Server->Client Type: Data
4	0.000415	169.254.168.152	255.255.255.255	MAC-Te.	64	20:89:84:27:0d:d6 > 4c:5e:0c:61:93:72 Direction: Client->Server Type: Acknowledge
5	2.830818	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te.	64	4c:5e:0c:61:93:72 > 20:89:84:27:0d:d6 Direction: Server->Client Type: Acknowledge
6	12.844438	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te.	64	4c:5e:0c:61:93:72 > 20:89:84:27:0d:d6 Direction: Server->Client Type: Acknowledge
7	19.999664	169.254.168.152	255.255.255.255	MAC-Te.	121	20:89:84:27:0d:d6 > 4c:5e:0c:61:93:72 Direction: Client->Server Type: Data
8	20.000153	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te.	64	4c:5e:0c:61:93:72 > 20:89:84:27:0d:d6 Direction: Server->Client Type: Acknowledge
9	20.000730	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te.	122	4c:5e:0c:61:93:72 > 20:89:84:27:0d:d6 Direction: Server->Client Type: Data
10	20.001117	169.254.168.152	255.255.255.255	MAC-Te.	64	20:89:84:27:0d:d6 > 4c:5e:0c:61:93:72 Direction: Client->Server Type: Acknowledge
11	21.816116	169.254.168.152	255.255.255.255	DB-LSP.	175	Dropbox LAN sync Discovery Protocol
12	21.818913	169.254.168.152	169.254.255.255	DB-LSP.	175	Dropbox LAN sync Discovery Protocol
13	21.819019	169.254.168.152	255.255.255.255	DB-LSP.	175	Dropbox LAN sync Discovery Protocol
14	21.819168	169.254.168.152	255.255.255.255	DB-LSP.	175	Dropbox LAN sync Discovery Protocol
15	22.852082	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te.	64	4c:5e:0c:61:93:72 > 20:89:84:27:0d:d6 Direction: Server->Client Type: Acknowledge
16	32.862147	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te.	121	20:89:84:27:0d:d6 > 4c:5e:0c:61:93:72 Direction: Client->Server Type: Data
17	39.996646	169.254.168.152	255.255.255.255	MAC-Te.	64	4c:5e:0c:61:93:72 > 20:89:84:27:0d:d6 Direction: Server->Client Type: Acknowledge
18	39.997158	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te.	122	4c:5e:0c:61:93:72 > 20:89:84:27:0d:d6 Direction: Server->Client Type: Data
19	39.997751	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te.	64	20:89:84:27:0d:d6 > 4c:5e:0c:61:93:72 Direction: Client->Server Type: Acknowledge
20	39.998135	169.254.168.152	255.255.255.255	MAC-Te.	122	4c:5e:0c:61:93:72 > 20:89:84:27:0d:d6 Direction: Server->Client Type: Data
21	42.871561	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te.	64	4c:5e:0c:61:93:72 > 20:89:84:27:0d:d6 Direction: Server->Client Type: Acknowledge
22	51.832255	169.254.168.152	255.255.255.255	DB-LSP.	175	Dropbox LAN sync Discovery Protocol
23	51.835153	169.254.168.152	169.254.255.255	DB-LSP.	175	Dropbox LAN sync Discovery Protocol
24	51.835267	169.254.168.152	255.255.255.255	DB-LSP.	175	Dropbox LAN sync Discovery Protocol
25	51.835400	169.254.168.152	255.255.255.255	DB-LSP.	175	Dropbox LAN sync Discovery Protocol
26	52.864420	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te.	64	4c:5e:0c:61:93:72 > 20:89:84:27:0d:d6 Direction: Server->Client Type: Acknowledge
27	53.716307	Routerbo_61:93:72	CDP/VTP/DTP/PagP/UD.	CDP	79	Device ID: Mikrotik R1 Port ID: ether2
28	53.716409	0.0.0.0	255.255.255.255	MNDP	141	5678 + 5678 Len=99
29	59.992459	169.254.168.152	255.255.255.255	MAC-Te.	121	20:89:84:27:0d:d6 > 4c:5e:0c:61:93:72 Direction: Client->Server Type: Data
30	59.992933	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te.	64	4c:5e:0c:61:93:72 > 20:89:84:27:0d:d6 Direction: Server->Client Type: Acknowledge
31	59.993121	169.254.168.152	255.255.255.255	MAC-Te.	125	20:89:84:27:0d:d6 > 4c:5e:0c:61:93:72 Direction: Client->Server Type: Data
32	59.993482	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te.	122	4c:5e:0c:61:93:72 > 20:89:84:27:0d:d6 Direction: Server->Client Type: Data
33	59.993483	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te.	64	4c:5e:0c:61:93:72 > 20:89:84:27:0d:d6 Direction: Server->Client Type: Acknowledge

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En la parte superior se encuentra la barra de herramientas principal **Figura 6.53**.

Figura 6.53 Barra de herramientas wireshark



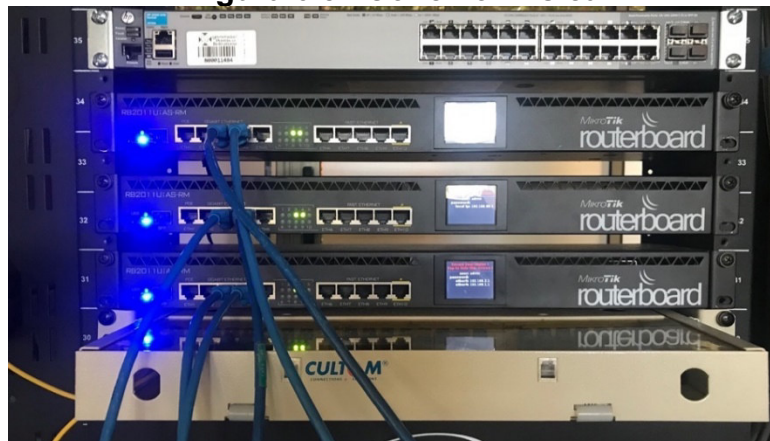
Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

- Entre las herramientas que podemos encontrar se encuentran las herramientas de captura. 
- Las herramientas de archivo de captura. 
- Las herramientas de navegación de paquetes. 
- Las opciones de lista de paquetes. 
- Las herramientas de zoom. 
- Las herramientas de filtrado, color y preferencias. 

6.4.6 Desarrollo monitoreo de paquetes con Wireshark

Dicho desarrollo consiste en analizar el comportamiento de R1 **Figura 6.54** en el momento en que se encuentra intercambiando datos y cuando una de sus rutas cae motivo de una desconexión por parte del estudiante **Figura 6.68** de esta forma se puede evidenciar el comportamiento del protocolo, debido a que el calcula la ruta más corta hasta el destino por medio del número de "saltos" o equipos intermedios que los paquetes IP deben atravesar.

Figura 6.54 Conexión física



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

6.4.7 Interpretación wireshark

Como se menciona anteriormente wireshark cuenta con tres zonas la primera corresponde con la lista de visualización de todos los paquetes que se están capturando en tiempo real. Al momento de interpretarlo se conocerán tipo de protocolo, números de secuencia, flags, marcas de tiempo, puertos, etc. **Figura 6.55**

Figura 6.55 Wireshark

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
66	100.006860	169.254.168.152	255.255.255.255	MAC-Te...	121	20:89:84:27:0d:d6 > 4c:5e:0c:61:93:72 Direction: Client->Server Type: Data
67	100.007385	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te...	64	4c:5e:0c:61:93:72 > 20:89:84:27:0d:d6 Direction: Server->Client Type: Acknowledge
68	100.008018	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te...	122	4c:5e:0c:61:93:72 > 20:89:84:27:0d:d6 Direction: Server->Client Type: Data
69	100.008442	169.254.168.152	255.255.255.255	MAC-Te...	64	20:89:84:27:0d:d6 > 4c:5e:0c:61:93:72 Direction: Client->Server Type: Acknowledge
70	102.931989	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te...	64	4c:5e:0c:61:93:72 > 20:89:84:27:0d:d6 Direction: Server->Client Type: Acknowledge
71	106.744856	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te...	185	4c:5e:0c:61:93:72 > 20:89:84:27:0d:d6 Direction: Server->Client Type: Data
72	106.745269	169.254.168.152	255.255.255.255	MAC-Te...	64	20:89:84:27:0d:d6 > 4c:5e:0c:61:93:72 Direction: Client->Server Type: Acknowledge
73	107.533604	Routerbo_61:82:2b	CDP/VTP/DTP/PagP/UD...	CDP	96	Device ID: Mikrotik R2 Port ID: ether3
74	107.533671	192.168.2.2	255.255.255.255	MNDP	141	5678 → 5678 Len=99
75	107.544849	Routerbo_61:93:73	CDP/VTP/DTP/PagP/UD...	CDP	96	Device ID: Mikrotik R1 Port ID: ether3
76	107.544929	192.168.2.1	255.255.255.255	MNDP	141	5678 → 5678 Len=99
77	107.647486	192.168.2.1	224.0.0.9	RIPv2	66	Request
78	107.647565	Routerbo_61:82:2b	Broadcast	ARP	60	Who has 192.168.2.1? Tell 192.168.2.2
79	107.647566	Routerbo_61:93:73	Routerbo_61:82:2b	ARP	60	192.168.2.1 is at 4c:5e:0c:61:93:73
80	107.647833	192.168.2.2	192.168.2.1	RIPv2	86	Response
81	107.662682	192.168.2.1	224.0.0.22	IGMPv3	60	Membership Report / Join group 224.0.0.9 for any sources
82	107.749890	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te...	207	4c:5e:0c:61:93:72 > 20:89:84:27:0d:d6 Direction: Server->Client Type: Data
83	107.750294	169.254.168.152	255.255.255.255	MAC-Te...	64	20:89:84:27:0d:d6 > 4c:5e:0c:61:93:72 Direction: Client->Server Type: Acknowledge
84	107.978865	Routerbo_61:82:2b	CDP/VTP/DTP/PagP/UD...	CDP	96	Device ID: Mikrotik R2 Port ID: ether3
85	107.978870	192.168.2.2	255.255.255.255	MNDP	141	5678 → 5678 Len=99
86	108.662608	192.168.2.1	224.0.0.9	RIPv2	66	Response
87	109.914407	192.168.2.2	224.0.0.9	RIPv2	86	Response
88	111.752260	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te...	185	4c:5e:0c:61:93:72 > 20:89:84:27:0d:d6 Direction: Server->Client Type: Data
89	111.752632	169.254.168.152	255.255.255.255	MAC-Te...	64	20:89:84:27:0d:d6 > 4c:5e:0c:61:93:72 Direction: Client->Server Type: Acknowledge
90	111.756399	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te...	185	4c:5e:0c:61:93:72 > 20:89:84:27:0d:d6 Direction: Server->Client Type: Data
91	111.756766	169.254.168.152	255.255.255.255	MAC-Te...	64	20:89:84:27:0d:d6 > 4c:5e:0c:61:93:72 Direction: Client->Server Type: Acknowledge
92	111.872153	169.254.168.152	255.255.255.255	DB-LSP...	175	Dropbox LAN sync Discovery Protocol
93	111.876116	169.254.168.152	169.254.255.255	DB-LSP...	175	Dropbox LAN sync Discovery Protocol
94	111.876301	169.254.168.152	255.255.255.255	DB-LSP...	175	Dropbox LAN sync Discovery Protocol
95	111.876442	169.254.168.152	255.255.255.255	DB-LSP...	175	Dropbox LAN sync Discovery Protocol
96	112.930461	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-Te...	64	4c:5e:0c:61:93:72 > 20:89:84:27:0d:d6 Direction: Server->Client Type: Acknowledge
97	113.535441	Routerbo_61:82:2b	CDP/VTP/DTP/PagP/UD...	CDP	96	Device ID: Mikrotik R2 Port ID: ether3
98	113.535536	192.168.2.2	255.255.255.255	MNDP	141	5678 → 5678 Len=99

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En este caso se están capturando 77 paquetes en un transcurso de tiempo de 107.647486 en cada paquete capturado con una IP origen de 192.168.2.1 la cual está generando la conexión y va a una IP 224.0.0.9 la cual es el destino de la conexión, se está utilizando el protocolo RIPv2 con un tamaño de paquete de 66 y finalmente el comportamiento del protocolo se encuentra en estado de solicitud. **Figura 6.56.**

Figura 6.56 Paquete request

77	107.647486	192.168.2.1	224.0.0.9	RIPv2	66	Request
----	------------	-------------	-----------	-------	----	---------

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

De igual forma se puede observar que en este caso se están capturando 80 paquetes en un transcurso de tiempo de 107.647833 en cada paquete capturado

con una IP origen de 192.168.2.2 la cual está generando la conexión y va a una IP 192.168.2.1 la cual es el destino de la conexión, se está utilizando el protocolo RIPv2 con un tamaño de paquete de 86 y finalmente el comportamiento del protocolo se encuentra en estado de solicitud. **Figura 6.57**

Figura 6.57 Paquete response

80	107.647833	192.168.2.2	192.168.2.1	RIPv2	86 Response
----	------------	-------------	-------------	-------	-------------

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Como se puede observar el comportamiento del protocolo implementado se encuentra en dos estados:

1 - solicitud Una solicitud para que el sistema que se encarga de responder envíe toda o parte de su tabla de enrutamiento.

2 - respuesta Un mensaje que contiene todo o parte de la tabla de enrutamiento del remitente. Este mensaje puede enviarse en respuesta a una solicitud, o puede ser una actualización de enrutamiento no solicitada generada por el remitente. Existen tres tipos:

- Mensajes *ordinarios*: Se envían cada 30 segundos. Para indicar que el enlace y la ruta siguen activos. Se envía la tabla de encaminado completa.
- Mensajes enviados como *respuesta* a mensajes de petición.
- Mensajes enviados cuando *cambia algún coste*. Se envía toda la tabla de encaminado.

La siguiente zona permite separar por capas cada una de las cabeceras de los paquetes seleccionados “**panel detalle de paquetes**” facilitando el movimiento en cada uno de los campos. En el cual se muestra los datos del frame elegido (En este caso 77 RIPv2) siguiendo las capas del modelo TCP/IP: Acceso a red, capa de red, capa de internet y capa de aplicación. **Figura 6.58**

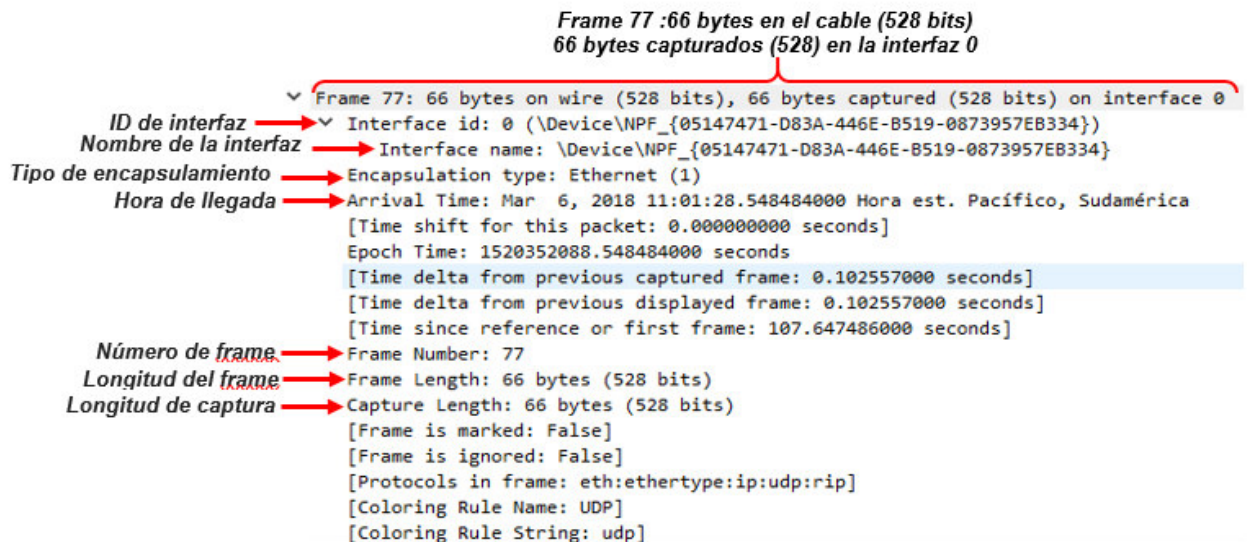
Figura 6.58 Panel detalle de paquetes

```
> Frame 77: 66 bytes on wire (528 bits), 66 bytes captured (528 bits) on interface 0
> Ethernet II, Src: Routerbo_61:93:73 (4c:5e:0c:61:93:73), Dst: IPv4mcast_09 (01:00:5e:00:00:09)
> Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.2.1, Dst: 224.0.0.9
> User Datagram Protocol, Src Port: 520, Dst Port: 520
> Routing Information Protocol
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En primer lugar, se muestran los datos propios del **frame** (tamaño de tramas o marcos) elegido, como hora de captura, tamaño, medidas de tiempo entre paquete y paquete capturados. En el primer campo se obtiene los datos correspondientes a la capa de acceso a red con los datos de destino, origen y tipo, como direcciones MAC o los medios físicos que atraviesa.

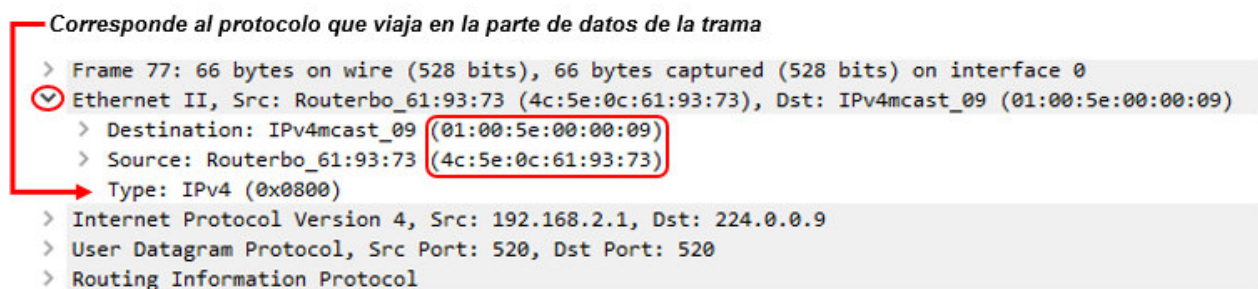
Figura 6.59 Datos del frame



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Con la trama aún seleccionada en la sección superior, navegue hasta la sección media. Haga clic en el signo > que está a la izquierda de la fila de Ethernet II para ver las direcciones MAC de origen y destino.

Figura 6.60 Datos de trama



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Después se encuentran los datos de la capa de internet, que son los más numerosos en el cual se puede sacar mayor información. Los datos que se pueden encontrar en este campo son: Versión del protocolo IP, tamaño de cabecera IP, flags y métodos de corrección de errores.

Figura 6.61 Datos de la capa de internet

```

Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.2.1, Dst: 224.0.0.9
  0100 .... = Version: 4
  .... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
  Differentiated Services Field: 0xc0 (DSCP: CS6, ECN: Not-ECT)
    1100 00.. = Differentiated Services Codepoint: Class Selector 6 (48)
    .... ..00 = Explicit Congestion Notification: Not ECN-Capable Transport (0)
  Total Length: 52
  Identification: 0x0000 (0)
  Flags: 0x4000, Don't fragment
    0... .... = Reserved bit: Not set
    .1. .... = Don't fragment: Set
    ..0. .... = More fragments: Not set
    ...0 0000 0000 0000 = Fragment offset: 0
  Time to live: 1
  Protocol: UDP (17)
  Header checksum: 0xd646 [validation disabled]
  [Header checksum status: Unverified]
  Source: 192.168.2.1
  Destination: 224.0.0.9

```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Seguido a esto se encuentra el protocolo que se está utilizando **Figura 6.62.**

Figura 6.62 Datos de protocolo

<i>Protocolo de datagrama de usuario</i>	→	User Datagram Protocol, Src Port: 520, Dst Port: 520
<i>Puerto de origen</i>	→	Source Port: 520
<i>Puerto de destino</i>	→	Destination Port: 520
<i>Longitud</i>	→	Length: 32
<i>Suma de comprobación</i>	→	Checksum: 0x57d9 [unverified]
<i>Índice de flujo</i>	→	[Checksum Status: Unverified]
	→	[Stream index: 9]

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

El tercer campo es el correspondiente a la capa de transporte, con los datos propios de las cabeceras UDP o TCP, según el protocolo de transporte que utilice el frame elegido. **Figura 6.63**

Figura 6.63 Campo capa de transporte

```

Routing Information Protocol
  Command: Request (1)
  Version: RIPv2 (2)
  > Address not specified, Metric: 16

```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Figura 6.64 Selección de datos del paquete

Offset	Hex	ASCII
0000	01 00 5e 00 00 09 4c 5e 0c 61 93 73 08 00 45 c0	..^...L^ .a.s..E
0010	00 34 00 00 40 00 01 11 d6 46 c0 a8 02 01 e0 00	.4...@...F.....
0020	00 09 02 08 02 08 00 20 57 d9 01 02 00 00 00 00	W.....
0030	00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00	
0040	00 10	..

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Para acceder a esta opción se ubica en la barra de herramientas del wireshark en la opción **Statistics > Flow Graph**. **Figura 6.65**

The screenshot shows the Wireshark network protocol analyzer interface. At the top, the file name is 'paquete de datos_R1_ether_3.pcapng'. The left-hand pane (Packet List) displays a single packet, 'Frame 1: 125 bytes on wire (10 Ethernet II, Src: Compaq127, Internet Protocol version 4, User Datagram Protocol, Src IP: Mikrotik RAN-Telnet Protocol)'. The middle pane (Packet Details) shows the hierarchical structure of the packet, with 'Raw Data' selected under the 'User Datagram Protocol' section. The right-hand pane (Raw Data) displays the packet data in hexadecimal and ASCII format. The top status bar indicates the packet is at offset 1170, with a size of 1276 (100.0%).

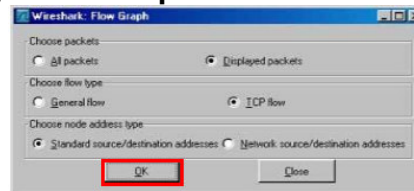
En el momento que se selecciona **Flow Graphs** se despliega la ventana de la **Figura 6.66** en esta ventana se presenta una serie de opciones como qué **paquetes**

queremos tratar: todos o los visualizados. El **tipo de flujo:** todo el flujo de la captura con todos los protocolos involucrados o solo el flujo TCP.se selecciona.

- *Displayed packets.*
- *TCP follow.*
- *Standard source/destination addresses.*

Se da clic en **OK**

Figura 6.66 Opciones Flow Graphs

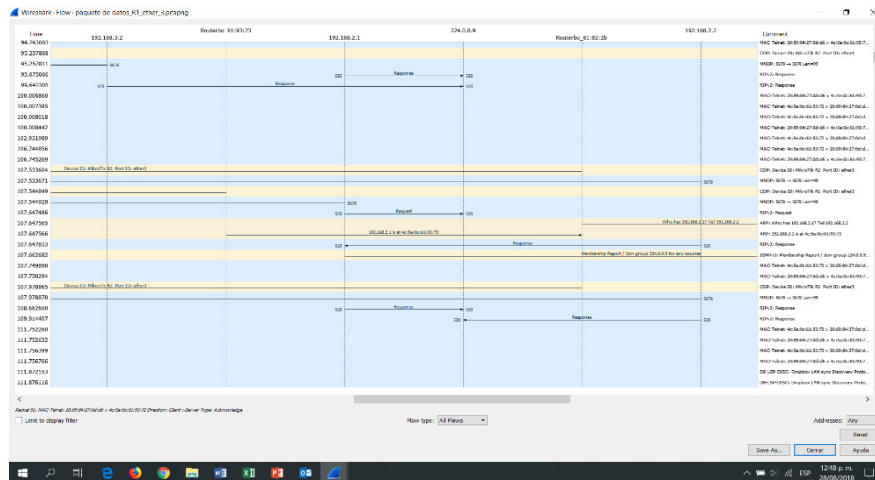


Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se da clic en OK y se presenta la ventana de folow graphs **Figura 6.66** En esta gráfica se pueden observar:

1. **Datos de tiempo.**
2. **Máquinas involucradas** en el flujo de conexión que son las representadas por las líneas verticales.
3. **Sentido del flujo de los datos.** Representado por las flechas que, además, indican entre que hosts o máquinas se establece conexión.
4. **Puertos que se representan** en la parte superior de las flechas.
5. **Números de secuencia** se muestra en la columna de la derecha.
6. Se ven los indicadores que muestran **el contenido y propósito del segmento TCP**

Figura 6.67 Ventana de folow graphs



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En nuestro caso se observa **Figura 6.67** que en el tiempo 107.647486 se tiene un intento de conexión de parte de la IP 192.168.2.1 a 192.168.3.2 con la solicitud de respuesta puede ser Un mensaje con toda o parte de la tabla de enrutamiento del remitente. En el tiempo 107.647486 se envía una solicitud de requerimiento por parte de la IP 192.168.2.1 solicitando la tabla de enrutamiento a 224.0.0.9 y en el tiempo 107.647833 la IP 192.168.2.2 envía una respuesta a 192.168.2.1. Finalmente en el tiempo 108.662600 y 109.914407 se ven las respuestas por parte de las IP 192.168.2.1 y 192.168.2.2 a 224.0.0.9 con todo el contenido de la tabla de enrutamiento del remitente.

Continuando con la captura de datos se realiza una desconexión física **Figura 6.68** con el fin de observar el funcionamiento del protocolo el cual implementa un algoritmo de encaminamiento más simple que otros protocolos, por lo que el calcula la ruta que contenga menor cantidad de saltos y en caso de desconexión crear una nueva ruta.

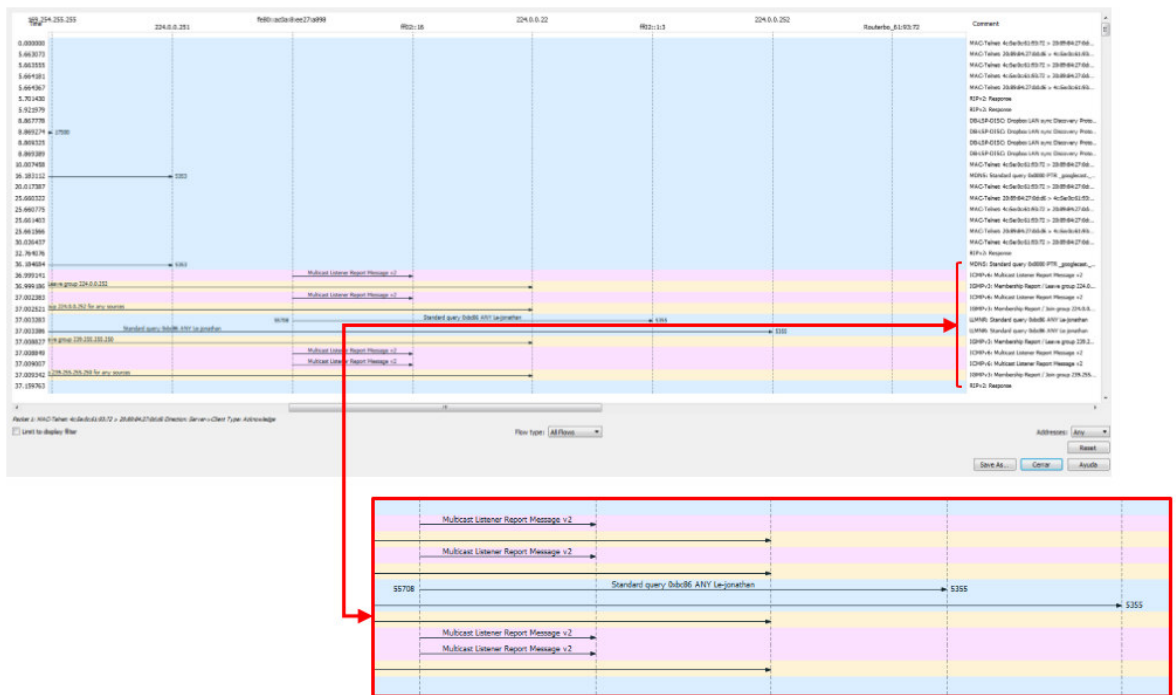
Figura 6.68 Desconexión física



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En la **Figura 6.69** se observa que aparece un nuevo protocolo que según las reglas de colores es el Protocolo de Mensajes de Control y Error de Internet, ICMP, su función es controlar si un paquete no puede alcanzar su destino, si su vida ha expirado, si el encabezamiento lleva un valor no permitido, si es un paquete de eco o respuesta, etc. El protocolo solamente informa de sucesos en la entrega de paquetes o de errores en la red en general, pero no toma decisión alguna al respecto.

Figura 6.69 Protocolo ICMP



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

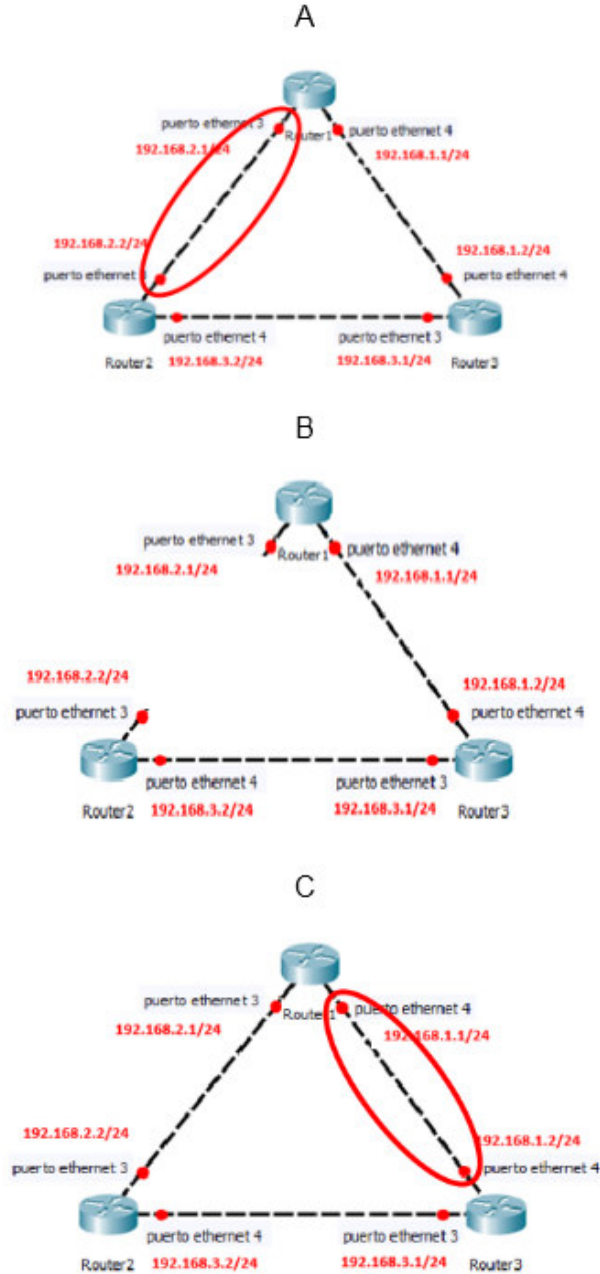
En este caso contamos con un mensaje informativo que nos da a conocer las peticiones y respuestas de eco que se usan para comprobar si existe una comunicación entre dos host a nivel de capa de red, este tipo de mensajes sirven para identificar fallos en este nivel, ya sea capa física (cableado), de enlace de datos (tarjeta de red) y red (configuración IP) se encuentran en buen estado y configuración.

En la **Figura 6.70** aparece un nuevo protocolo según la regla de colores es SMB que en un protocolo que se basa en la estructura cliente-servidor, donde el cliente formula una solicitud y el servidor envía su respuesta.

Figura 6.70 Nuevo protocolo

Como se puede observar en un primer momento el protocolo toma la ruta más corta que en este caso es la seleccionada en la **Figura 6.72A** y después de desconectar el cable **Figura 6.72B** el protocolo actúa buscando la próxima ruta más corta que encuentre en este caso la seleccionada en la figura 6.71C.

Figura 6.72 Pasos de rutas



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

7 REDES CON EL PROTOCOLO OSPF (OPEN SHORTEST PATH FIRST)

7.3 OBJETIVOS

- Conocer el protocolo de enrutamiento dinámico OSPF
- Diseñar un enlace de red aplicando el protocolo OSPF
- Desarrollar las pruebas de conexión para entender como debe ser un correcto funcionamiento del protocolo OSPF

7.4 MATERIALES Y EQUIPOS

- 6 cables ethernet Rj-45
- 3 Router Mikrotik RB2011UiAS-RM
- 1 computador
- Software WINBOX

7.5 MARCO TEORICO

7.5.1 Protocolo OSPF (Open Shortest Path First)

El OSPF es un protocolo de direccionamiento tipo enlace-estado, es basado en un algoritmo de la primera vía más corta, además se caracteriza por ser un protocolo de pasarela interior (IGP).

En conclusión, este protocolo “abre el camino más corto”. Es un método en el cual se prioriza la ruta más corta entre enrutadores que se encuentren en la misma red LAN.

Cuando la red se basa en protocolo IP el OSPF calcula cual es la manera más eficiente para que haya una transmisión de datos.

En el caso de más de dos enrutadores, el protocolo OSPF crea una tabla de enrutamiento. Dicha tabla sirve para que el protocolo OSPF compare opciones disponibles en cuanto a la comunicación y cuando hay un envío de datos el mismo elige la forma más eficiente lo cual es una ventaja muy grande para evitar demoras y bucles infinitos.

7.5.2 Las ventajas principales de OSPF son las siguientes:

- Comparando con otros protocolos como el RIP, el OSPF en redes heterogéneas tiene la ventaja de recalcular las rutas en poco tiempo, esto se da cuando se hace cambios de topología o desconexiones de enlace.
- Este protocolo tiene la ventaja de poder dividir un sistema autónomo en áreas y así separar para que se disminuya el direccionamiento y tamaño de enlace-estado de cada una de las áreas.
- OSPF proporciona un direccionamiento multivía de coste equivalente. Se pueden añadir rutas duplicadas a la pila TCP utilizando saltos siguientes distintos.

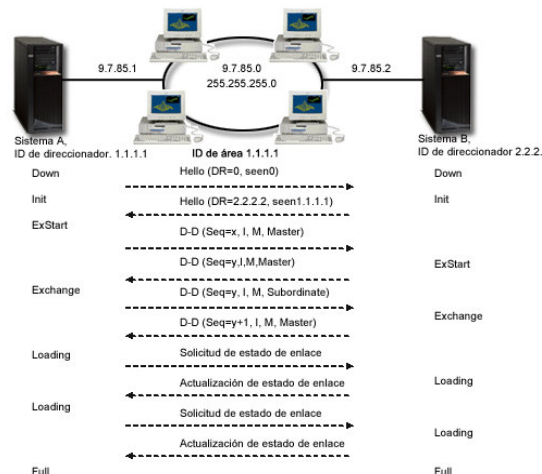
7.5.3 Protocolo OSPF Hello e intercambio de base de datos de enlace-estado

Los Router que están configurados con el protocolo OSPF aplican los paquetes Hello estos con el fin de crear adyacencias y así se cercioran de que los Router vecinos están en funcionamiento.

Estos paquetes Hello se están enviando cada 10 segundos, esta configuración es por defecto y es de gran utilidad para que el enlace sea eficiente y al notar algún cambio o desconexión el enlace de red se reconecte y haya una estabilidad en la red.

El paquete hello transmite información para la cual todos los vecinos deben estar de acuerdo antes de que se forme una adyacencia y que se pueda intercambiar información del estado de enlace.

Figura 7.1 Protocolo OSPF Hello e intercambio de base de datos



- **Fase EXSTART:**

Es el primer paso del intercambio de bases de datos de enlace-estado. Los dos sistemas negocian quién hace de maestro y quién hace de subordinado.

- **Fase EXCHANGE:**

Los dos sistemas intercambian paquetes de descripción de base de datos para averiguar qué anuncios de enlace-estado (LSA) no están en la base de datos de enlace-estado de cada sistema. Cada sistema almacena los LSA que no están en la base de datos de enlace-estado en la lista de retransmisiones.

- **Fase LOADING:**

Cada sistema envía paquetes de petición de enlace estado para pedir al vecino (en este ejemplo, sería el otro sistema) que envíe los LSA completos que se almacenaron en la lista de retransmisiones durante la fase EXCHANGE. El vecino responde a la petición con los LSA en paquetes de actualización de enlace estado.

- **Fase FULL:**

Cuando dos sistemas terminan de intercambiarse los LSA, y sus bases de datos de enlace-estado ya están sincronizadas, se establece la adyacencia entre los dos sistemas.

7.5.4 DR (Designated Router) – DRB(Backup Designated Router).

El intercambio de información entre los router genera algo conocido como Link State Update (LSU) que contiene Link State Advertisements (LSA) que son paquetes que contienen los enlaces con sus respectivos detalles. Esto lo envía cada router a los vecinos que se encuentran directamente conectados y después es reenviado a los demás. A esto se le conoce como ***inundación de información de LSA's***, en resumidas cuentas, es el proceso mediante el cual los router aprenden todos los enlaces de la red con el fin de armar un mapa topológico en su memoria y seguido a esto ser procesado con el algoritmo SPF.

Esto puede llegar a generar un problema de multiacceso generando una carga extra en todos los equipos como solución a esto se tienen:

- ***EL DR (Designated Router):***

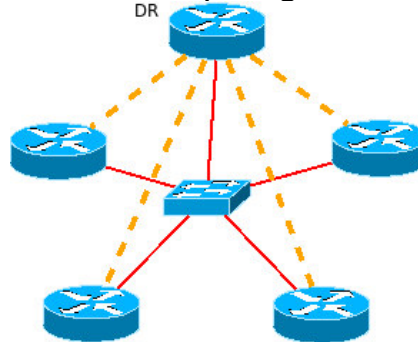
Posición que toma uno de los routers de cada segmento multiacceso, con el fin de que los intercambios de LSU se lleven a cabo únicamente contra el DR. En pocas

palabras todos los router dialogan solamente con el DR logrando minimizar la cantidad de diálogos de intercambio de LSU.

Al momento de elegir cual será el router DR se deben tener en cuenta:

1. El router que tenga configurada a mano la *ip ospf priority* más alta en la interfase.
2. El router que tenga el *router-id* más alto.

Figura 7.2 EL DR (Designated Router)

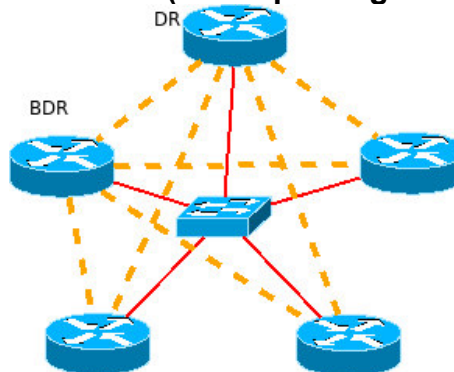


Fuente: http://blog.capaacho.net/2009/05/ospf-basico-i-dr-y-bdr_12.html

- **EL BDR (Backup Designated Router):**

Es otro router que realiza intercambios de LSU con los demás nodos del segmento multiacceso. Sirve como respaldo ya que, si el DR se cae, el BDR lo reemplazará. En este caso el intercambio se lleva a cabo para los dos.

Figura 7.3 EL BDR (Backup Designated Router)



Fuente: http://blog.capaacho.net/2009/05/ospf-basico-i-dr-y-bdr_12.html

Las características que con las que debe contar dicho router son las siguientes :

1. El router que tenga configurada la *ip ospf priority* más baja que el DR pero más alta que el resto.
2. El router que tenga el router-id más bajo que el DR pero más alto que el resto.

7.5.5 Dividir un AS OSPF en áreas

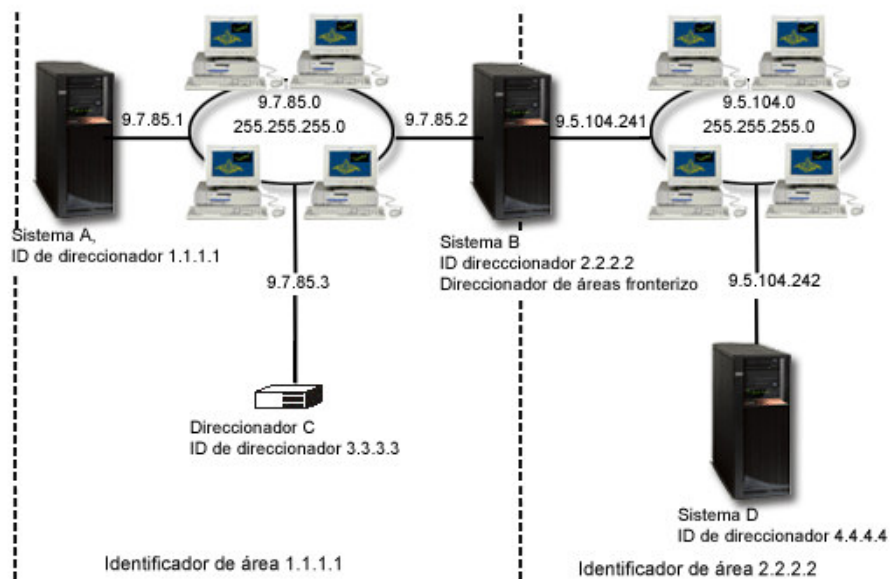
El AS es un grupo de redes que comparten un direccionamiento común que se puede dividir en áreas las cuales se encuentran conectadas entre sí por direccionadores. El área consta de grupos de redes y de hosts conectados. Las topologías de áreas separadas permiten disminuir el tráfico de direccionamiento y reducir el tamaño de la base de datos de enlace-estado para cada área.

Un direccionador que esté situado en la frontera de las áreas OSPF y conecte esas áreas con la red que sigue se llama direccionador de áreas fronterizo. Tiene variedad de interfaces con áreas y mantiene bases de datos de enlace-estado separadas para cada área.

En la siguiente figura se han configurado dos áreas (el área 1.1.1.1 y el área 2.2.2.2). El Sistema B es un direccionador de áreas fronterizo, con la interfaz 9.7.85.2 conectada al área 1.1.1.1 y la interfaz 9.5.104.241 conectada al área 2.2.2.2. El Sistema B tiene dos bases de datos de enlace-estado, una para cada área. El sistema B establece adyacencias con el sistema A y el direccionador C en el área 1.1.1.1 a través de la interfaz 9.7.85.2, y establece adyacencia con el sistema D en el área 2.2.2.2 a través de la interfaz 9.5.104.241.⁷

⁷ https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/ssw_ibm_i_72/rzajw/rzajwospf.htm

Figura 7.4 Dividir un AS OSPF en áreas



Fuente: <https://www.ibm.com/support/knowledgecenter>

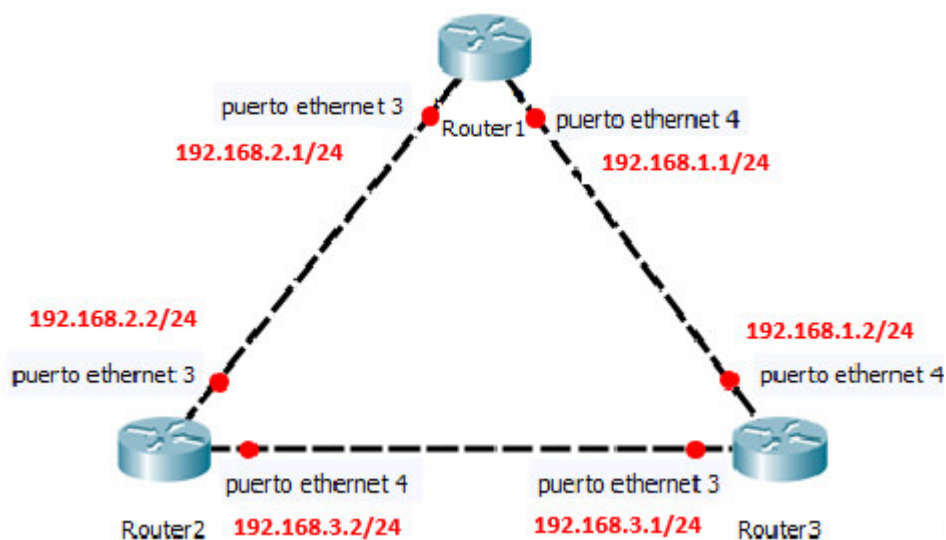
Cada red OSPF que se divide en diversas áreas debe seguir estas reglas:

- Un área de estructura básica - que combine un conjunto de las áreas independientes en un solo dominio - debe existir.
- Cada área de estructura no básica se debe conectar directamente con el área de estructura básica.
- El área de estructura básica no se debe dividir.

7.6 DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

Para configurar cada Router se debe tener disponible un cable ethernet para conectarlo al puerto ethernet 2 de cada uno, cada vez que se inicien las configuraciones se conecta y al finalizar se debe desconectar para repetir lo mismo en cada uno.

Figura 7.5 Topología de la red

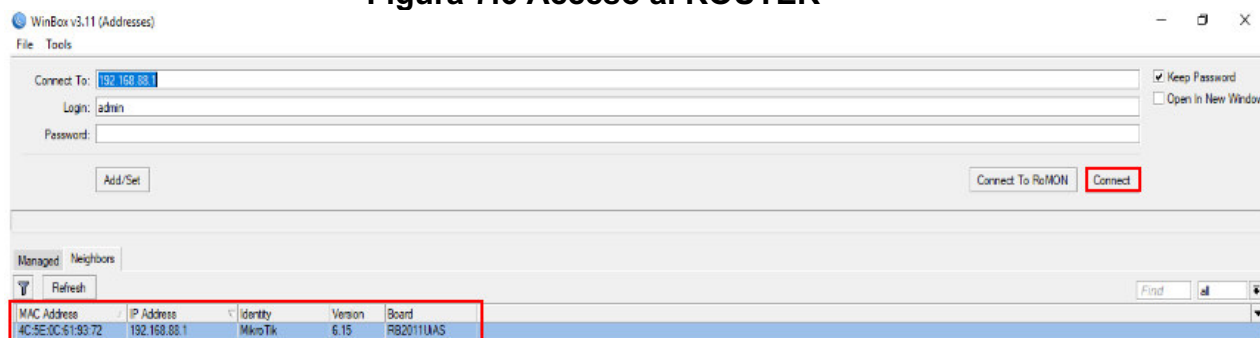


Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

7.6.1 Configuración Router 1

Cuando se conecta el cable ethernet al puerto 2 del Router y se abre el software winbox siempre saldrá una IP por defecto que tienen los Router mikrotik RB2011UiAS-rm, como en la **Figura 7.6**. Se selecciona la IP 192.168.88.2 y se accede al Router 1 dando clic en connect.

Figura 7.6 Acceso al ROUTER



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

- La ventana que se despliega es de la interfaz del Router, se debe buscar la opción **New Terminal** en el menú izquierdo como se muestra en la **Figura 7.7** y se da clic.
- El **New Terminal** es necesario para borrar los ajustes iniciales del Router ya que se debe eliminar un puente o Bridge que existe entre los puertos y este procedimiento se hace por CLI.

Figura 7.7 Interfaz inicial winbox



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

- Al tener la ventana del New Terminal como se muestra en la **Figura 7.8** se deben digitar los siguientes comandos:
- **System** que es para acceder a las funciones del sistema **Figura 7.9**
- **Reset-configuration**, sirve para eliminar configuraciones predeterminadas o asignadas en los anteriores procedimientos **Figura 7.10**.
- después de escribir esos dos comandos se teclea enter y se espera que el Router se reinicie.

Figura 7.8 New Terminal

```
Terminal
MikroTik RouterOS 6.15 (c) 1999-2014 http://www.mikrotik.com/
[?] Gives the list of available commands
command [?] Gives help on the command and list of arguments
[Tab] Completes the command/word, if the input is ambiguous,
a second [Tab] gives possible options
/ Move up to base level
.. Move up one level
/command Use command at the base level
[admin@MikroTik R2] >
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Figura 7.9 Comando system

```
[admin@MikroTik R2] > system
[admin@MikroTik R2] /system>
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Figura 7.10 Comando reset

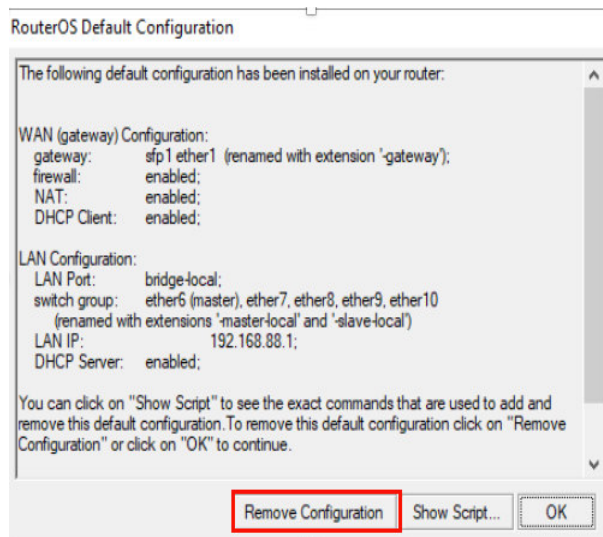
```
[admin@MikroTik R2] /system> reset-configuration
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Realizados los pasos anteriores, es normal que el programa cierre las ventanas y muestre la ventana de inicio de winbox. Se accede con la misma IP local 192.168.88.1 y se entra a la interfaz del Router para completar un paso importante como borrar el puente que existe por defecto.

Es necesario que después de entrar al Router se dé clic a **Remove Configuration** como se muestra en la **Figura 7.11**

Figura 7.11 Configuración inicial Router



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se debe esperar cerca de 30 segundos ya que el mismo Router se desconectará y regresará a la pantalla inicial **Figura 7.12**. Se debe dar clic en cancelar.

Figura 7.12 Pantalla inicial



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Al dar clic en cancelar aparecerá una nueva IP (0.0.0.0) con la misma dirección MAC del Router 1, después de verificar esa nueva IP, se comprueba que todas las configuraciones por defecto se han borrado satisfactoriamente. A continuación, se da clic en la **MAC** del Router y en **connect** **Figura 7.13**.

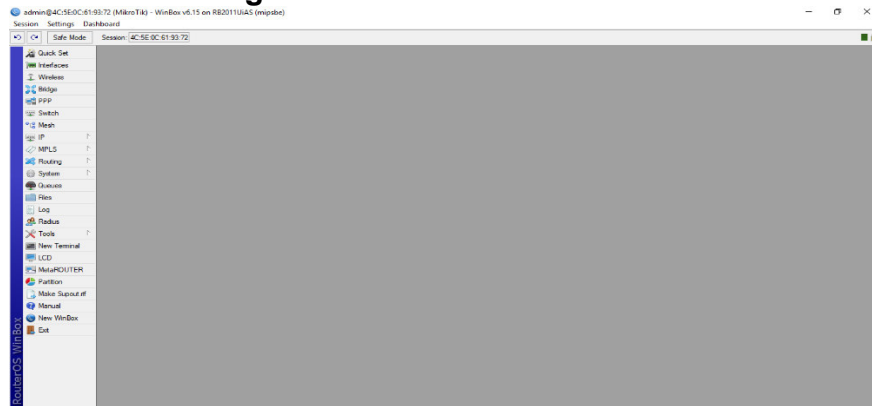
Figura 7.13 Verificación IP nueva



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se accede a la interfaz del Router como se muestra en la **Figura 7.14**.

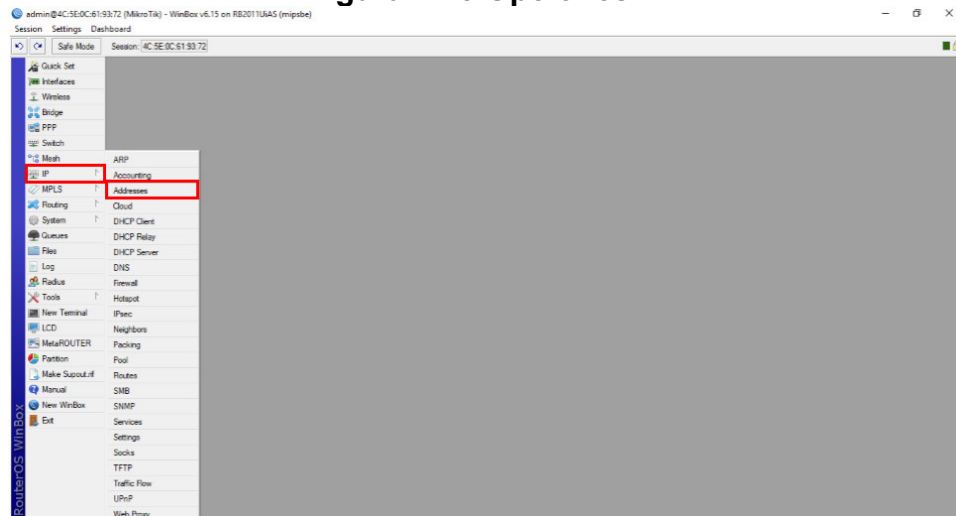
Figura 7.14 Interfaz del Router



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se deben agregar las direcciones IP que tendrán los puertos ethernet 3 y 4 del Router 1. Se hace clic en IP para que despliegue las opciones que tiene el menú, se busca **Adresses** y se da clic como se ve en la **Figura 7.15**.

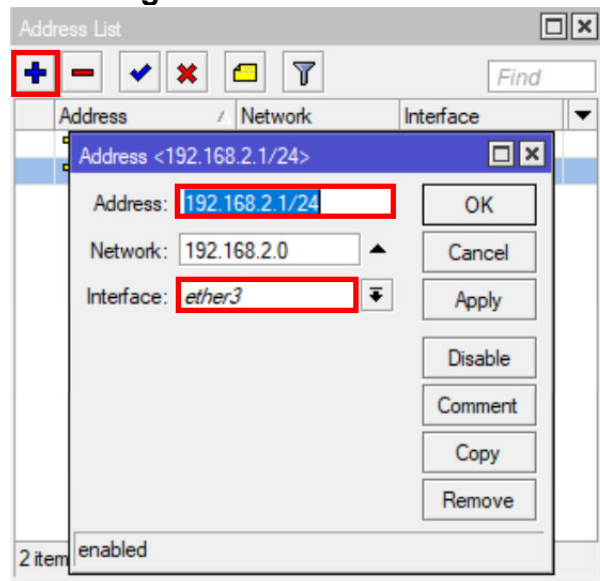
Figura 7.15 Opciones IP



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En **Address list** se hace Clic en el signo + y se agrega la IP 192.168.2.1/24 en el puerto ethernet 3 **Figura 7.16**. Se hace clic en **apply** y luego en **OK** para guardar la IP.

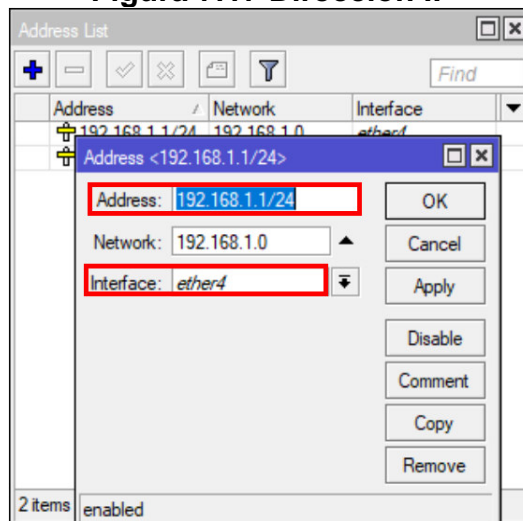
Figura 7.16 Direcciones IP



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se vuelve a dar clic en el signo + y se añade la siguiente dirección IP 192.168.1.1/24 en el puerto ethernet 4. Se hace clic en **Apply** y luego en **OK** para guardar la nueva IP **Figura 7.17**.

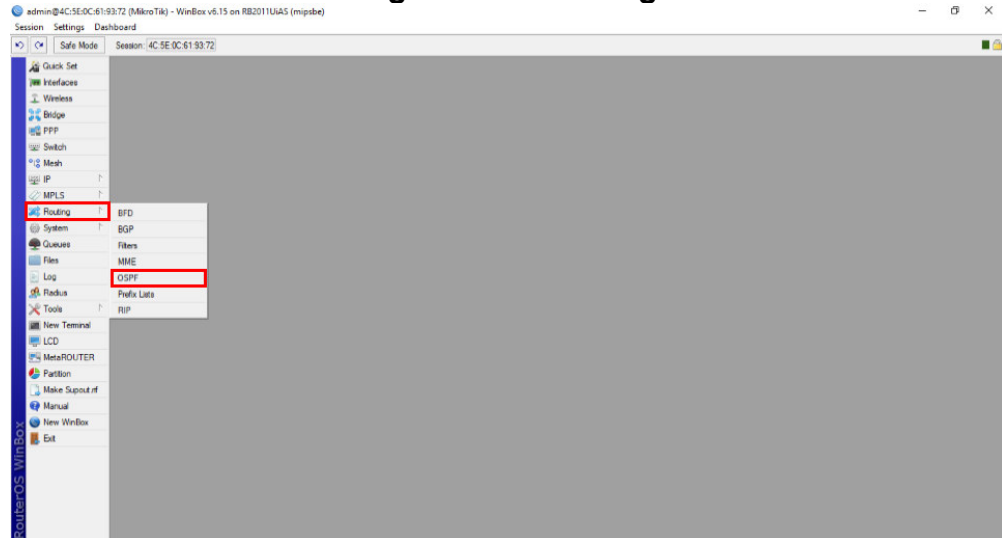
Figura 7.17 Dirección IP



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Una vez se agreguen las IP en las dos interfaces (**ether 3** y **ether 4**) se cierra la ventana; se despliega la interfaz y se busca **routing** en el menú y se despliega otro menú con diferentes protocolos, a continuación, se hace clic en el protocolo **OSPF** **Figura 7.18**.

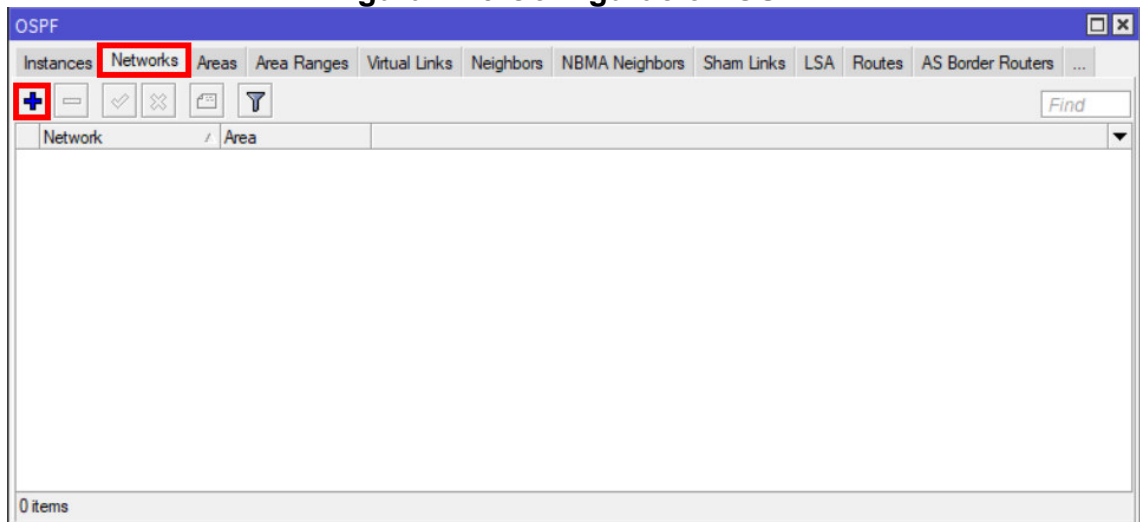
Figura 7.18 Routing



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Una vez se encuentre en la ventana OSPF como lo muestra la **Figura 7.19**, se busca la subventana **Networks** y luego clic en el símbolo más (+).

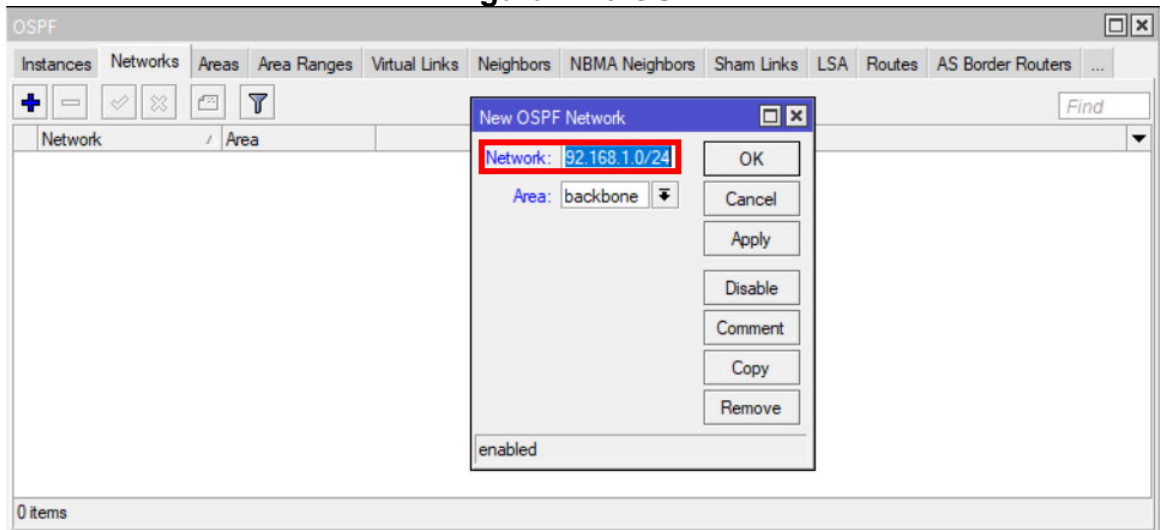
Figura 7.19 Configuración OSPF



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En este menú se agrega la dirección 192.168.1.0/24 en **network** y el área por defecto es **backbone**, luego se da clic en **Apply** y por último **OK** para guardar la configuración **Figura 7.20**.

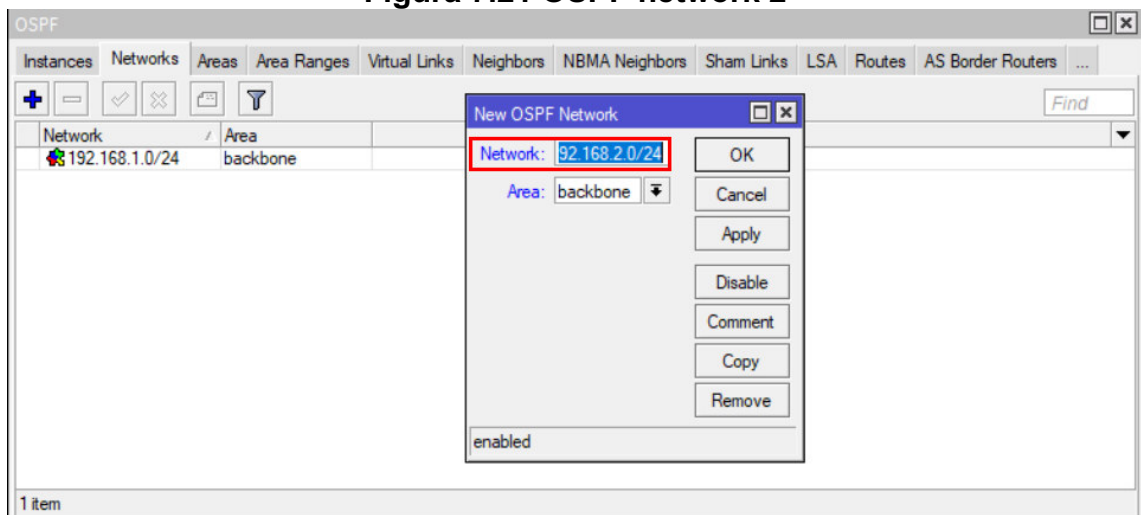
Figura 7.20 OSPF



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se repite el paso anterior para agregar la dirección 192.168.2.0/24 en **network** y el área por defecto es **backbone** una vez hecho esto se da clic en **Apply** y luego en **OK** **Figura 7.21**.

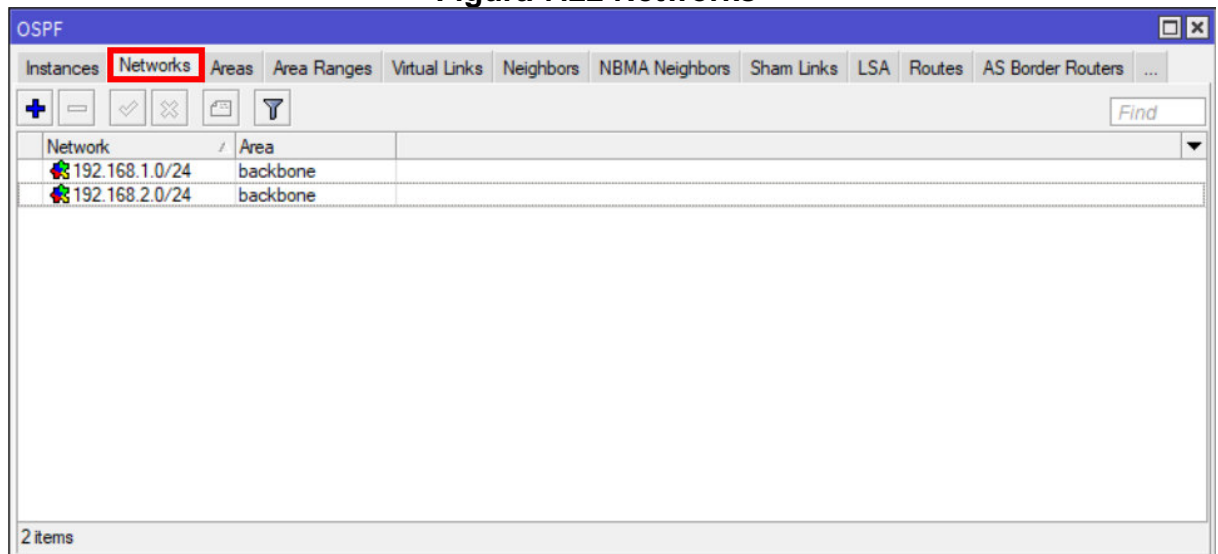
Figura 7.21 OSPF network 2



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Una vez hechas las configuraciones se debe revisar que aparezcan las dos direcciones agregadas en la sub ventana **Networks** como lo muestra la **Figura 7.22**.

Figura 7.22 Networks



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Al comprobar las configuraciones que se hicieron con el Router 1 se debe desconectar el cable Ethernet previamente conectado en el Router 1 y se debe tener disponible para el paso 7.4.2.

7.6.2 Configuración Router 2

Para empezar con la configuración se deben realizar los primeros pasos que se hicieron en el Router #1. Esto se muestra en las **Figuras 7.6** hasta la **Figura 7.11**, desde que se utilizan los códigos y se borran ajustes iniciales hasta que aparece la ventana que se muestra en la **Figura 7.23** en la que se debe dar clic en **Remove Configuration**.

Figura 7.23 Remover configuración

RouterOS Default Configuration

The following default configuration has been installed on your router:

WAN (gateway) Configuration:

gateway: sfp1 ether1 (renamed with extension '-gateway');
firewall: enabled;
NAT: enabled;
DHCP Client: enabled;

LAN Configuration:

LAN Port: bridge-local;
switch group: ether6 (master), ether7, ether8, ether9, ether10
(renamed with extensions '-master-local' and '-slave-local')
LAN IP: 192.168.88.1;
DHCP Server: enabled;

You can click on "Show Script" to see the exact commands that are used to add and remove this default configuration. To remove this default configuration click on "Remove Configuration" or click on "OK" to continue.

Remove Configuration Show Script... OK

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se esperan 30 segundos aproximadamente hasta que aparezca la nueva IP (0.0.0.0); esto permite comprobar que el Router se desconectó y eliminó las configuraciones iniciales. Para continuar se da clic en **connect** *Figura 7.24*.

Figura 7.24 Conexión Router

WinBox v3.11 (Addresses)

File Tools

Connect To: 4C:5E:0C:61:82:2A ☒ Keep Password
Login: admin ☐ Open in New Window
Password:
Add/Set

Managed Neighbors

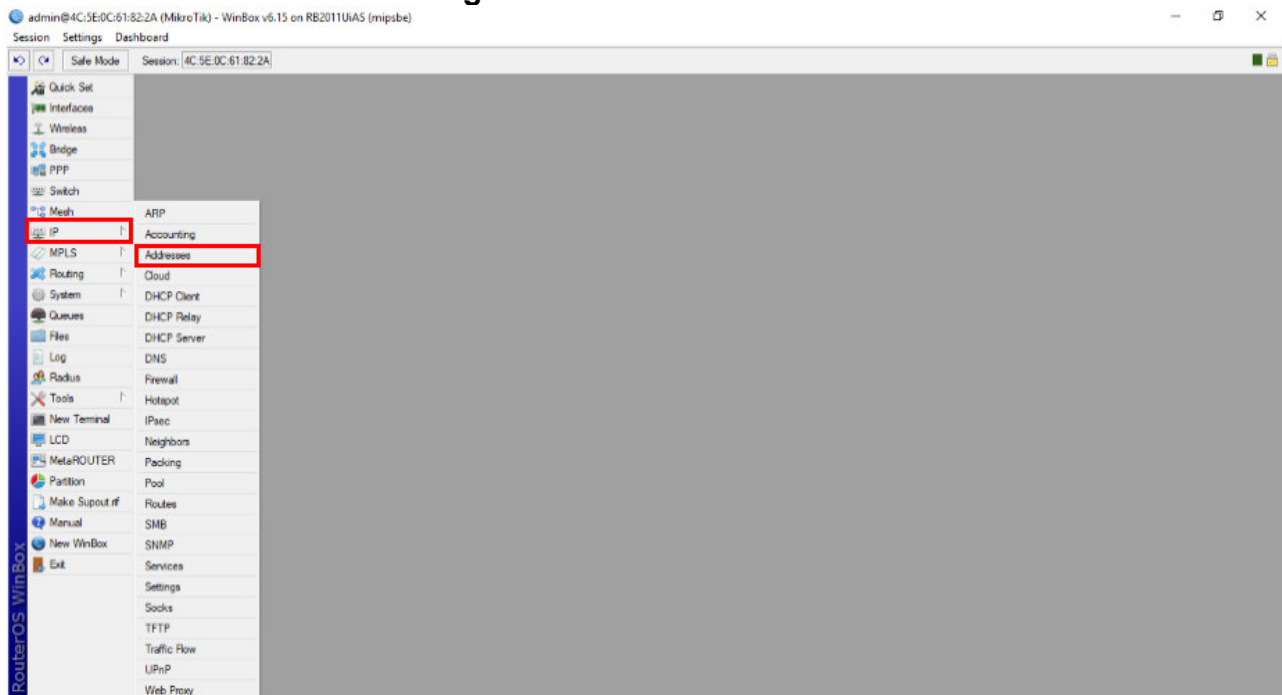
Refresh Find all

MAC Address	IP Address	Identity	Version	Board
4C:5E:0C:61:82:2A	0.0.0.0	MicroTik	6.15	RB2011UAS

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En este menú se da clic a la parte de IP y luego en **Adresses** para agregar las IP que tendrá el Router en sus dos puertos (ether 3 y ether 4) como se muestra en la **Figura 7.25**.

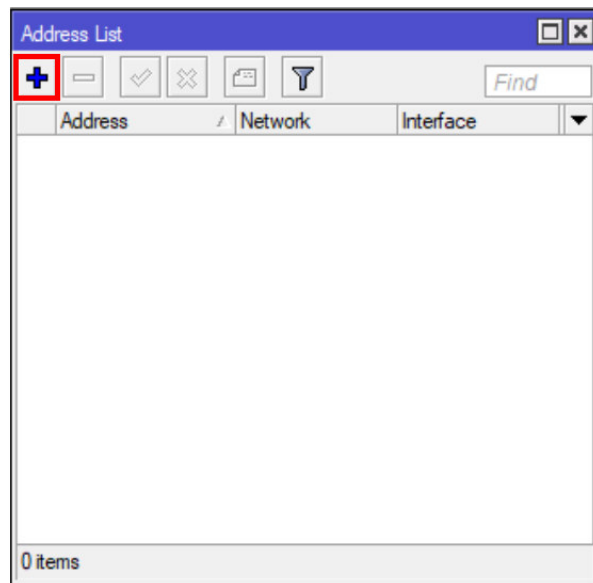
Figura 7.25 Añadir IP



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

A continuación, se da clic en el botón más (+) como se muestra en la **Figura 7.26**.

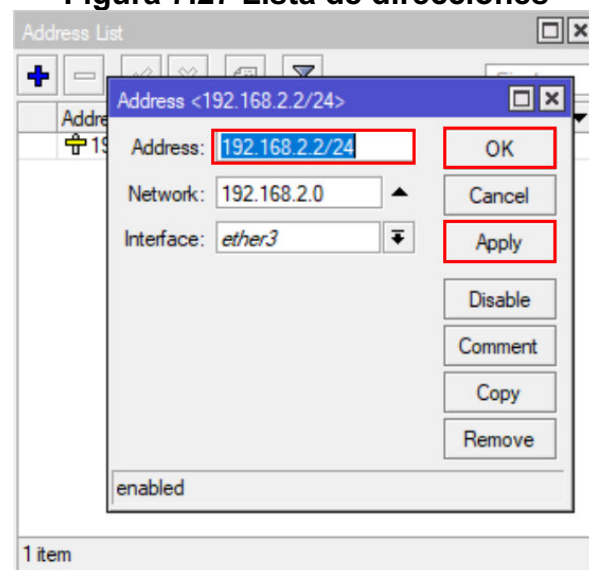
Figura 7.26 Lista IP



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En la lista de direcciones o **Address list** se hace clic en el **mas** (+) y se agrega la IP 192.168.2.2/24 en el puerto ethernet 3 **Figura 7.27**. Se hace clic en **apply** y luego en **OK** para guardar la IP.

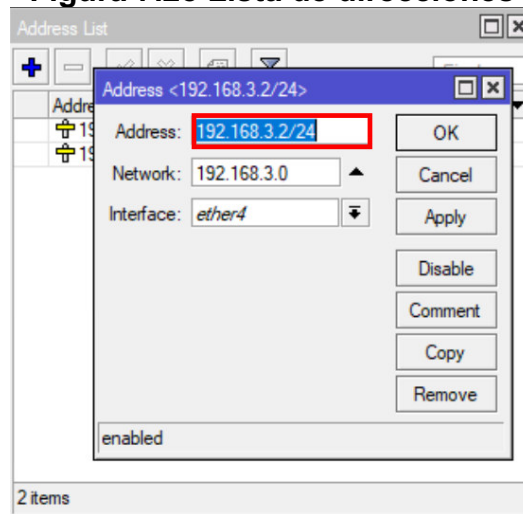
Figura 7.27 Lista de direcciones



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se vuelve a dar clic en el signo (+) y se agrega la dirección IP 192.168.3.2/24 en el puerto ethernet 4. Se da clic en **Apply** y luego en **OK** para guardar la nueva IP **Figura 7.28**.

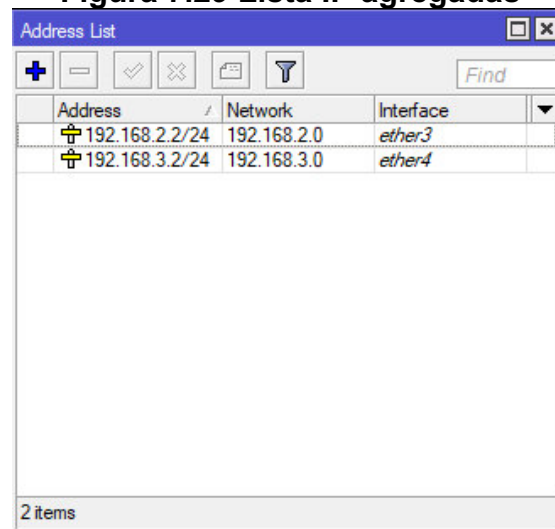
Figura 7.28 Lista de direcciones



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

El menú que se muestra en la **Figura 7.29** sirve para comprobar que las IP se han agregado correctamente.

Figura 7.29 Lista IP agregadas



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Hechos los pasos anteriores, se procede a cerrar la ventana y debe aparecer la **Figura 7.30**. Para empezar a configurar el protocolo como se observa en la **Figura 7.30**, se busca en el menú y se da clic en **Routing** y luego en **OSPF**.

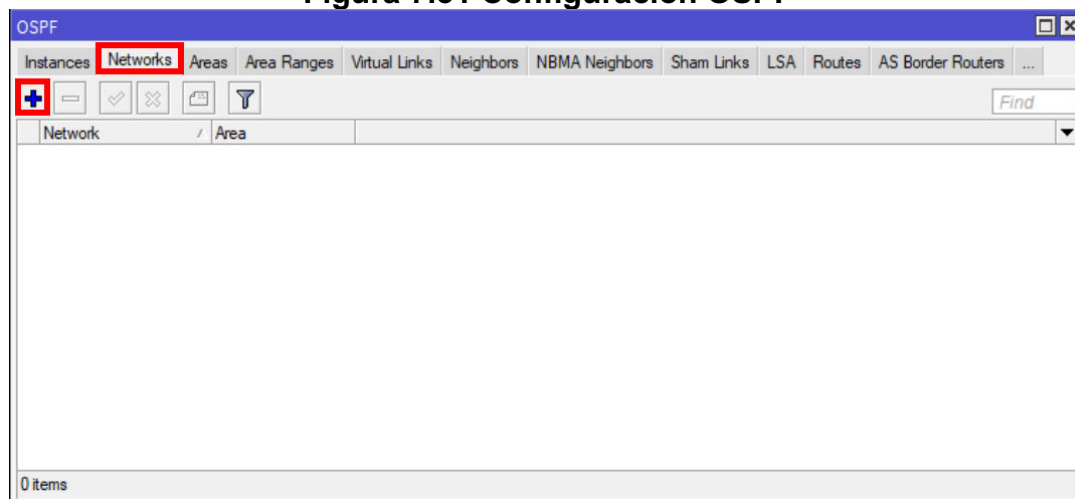
Figura 7.30 OSPF



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Una vez se encuentre en la ventana **OSPF** como lo muestra la **Figura 7.31**, se busca la subventana **Networks** y luego se da clic en el símbolo más (+).

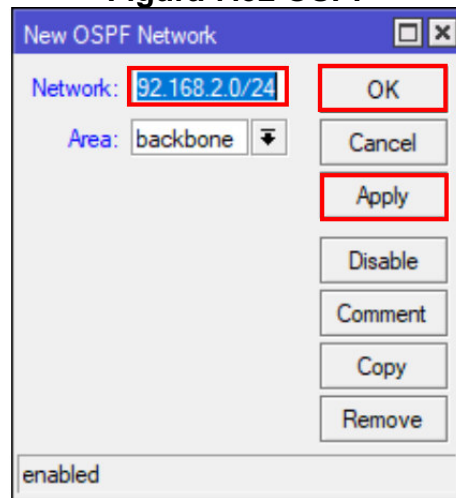
Figura 7.31 Configuración OSPF



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Al dar clic en mas (+) se procede a agregar la dirección como se muestra en la **Figura 7.32**. Se añade 102.168.2.0/24 y el área por defecto **backbone**.

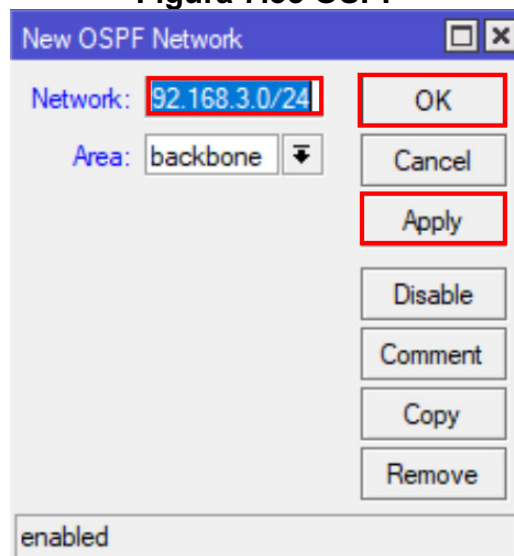
Figura 7.32 OSPF



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se repite el paso de dar clic en el botón más (+), se añade la segunda IP 192.168.3.0/24 y se da clic en **apply** y luego en **OK** para guardar los cambios **Figura 7.33**.

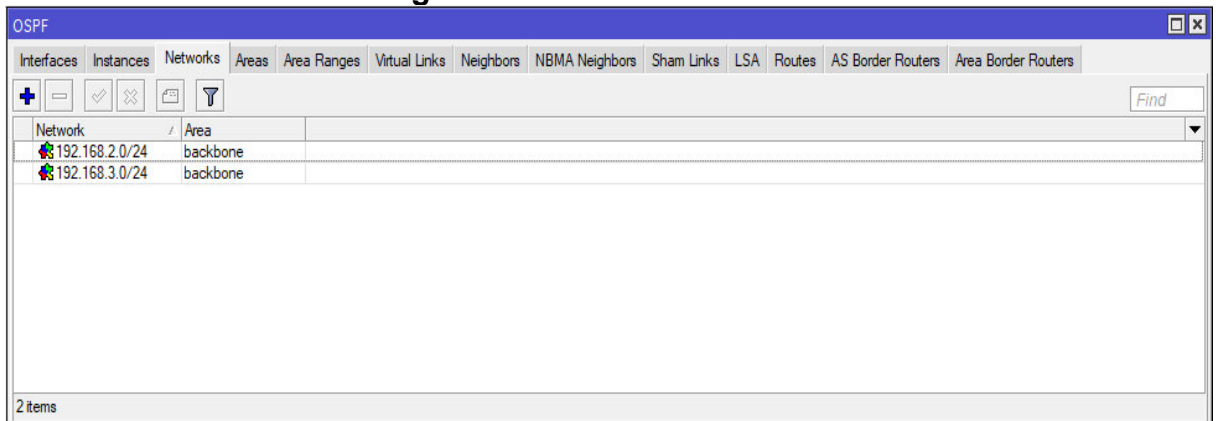
Figura 7.33 OSPF



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Al cerrar la ventana y estar en la sub ventana **Networks** se verán las dos IP que se agregaron para el protocolo OSPF **Figura 7.34**.

Figura 7.34 Protocolo OSPF



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

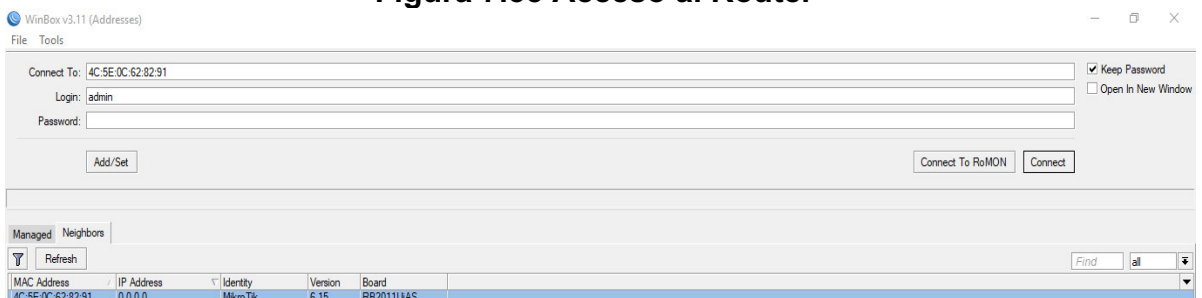
7.6.3 Configuración Router 3

Se sigue el procedimiento del borrado de ajustes como se hizo en los anteriores Router:

- Acceder al Router
- Buscar **New Terminal** y acceder
- Digitar **system** y teclear enter
- Escribir **Reset-configuration** y enter
- Cuando se vuelva a acceder al Router dar clic en **Remove configuration**

Esto se evidencia en las **Figuras 7.7** hasta la **Figura 7.11**.

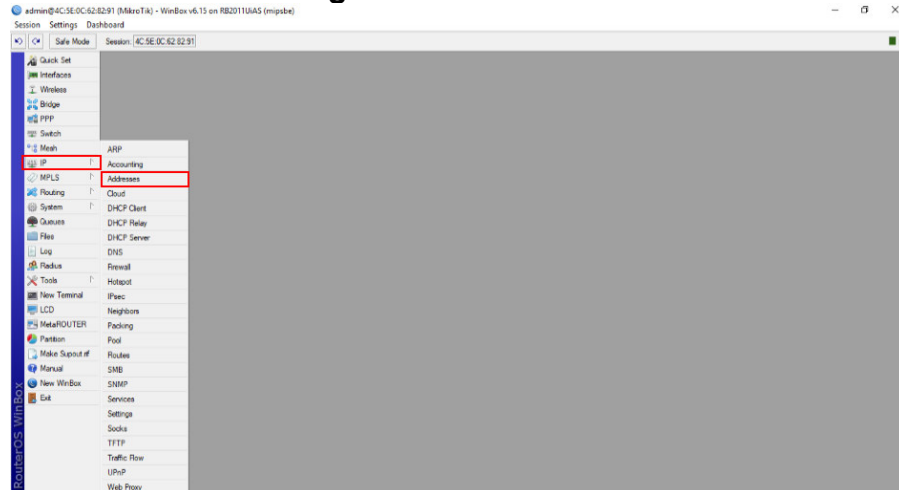
Figura 7.35 Acceso al Router



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Ya con acceso a la interfaz del Router se debe buscar en los menús el ítem **IP** y acceder a **Addresses** para poder ingresar las direcciones IP de este tercer Router **Figura 7.36**.

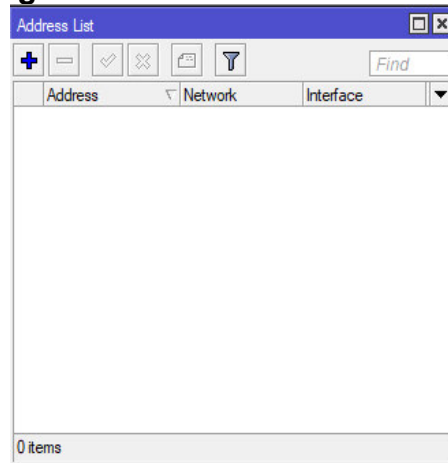
Figura 7.36 Añadir IP



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En este menú se ingresarán las IP para completar la red, se da clic en el botón (+) **Figura 7.37**.

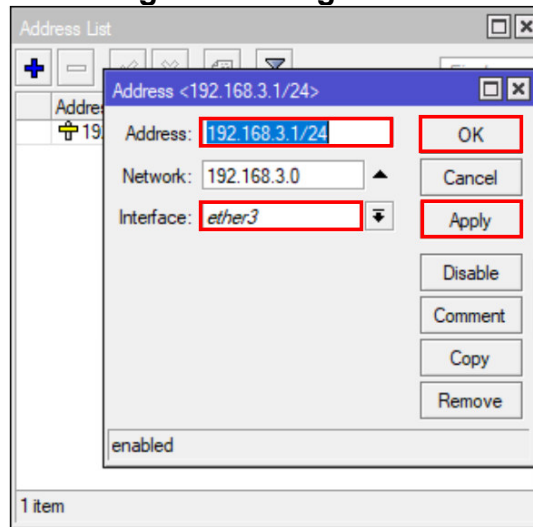
Figura 7.37 Lista de direcciones.



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

La primera IP ingresada es 192.168.3.1/24 como se muestra en la **Figura 7.38**.

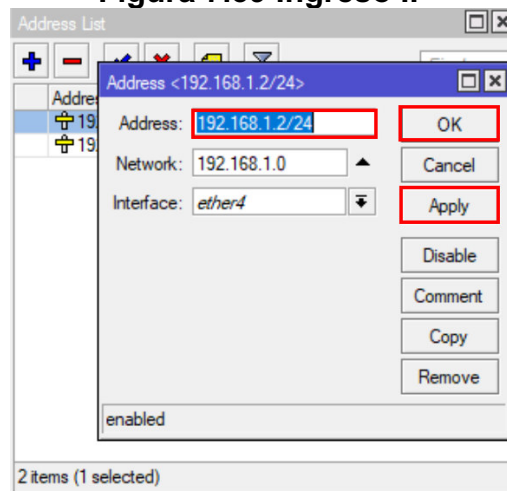
Figura 7.38 Ingreso IP



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se debe dar clic en el signo (+) para agregar una nueva IP 192.168.1.2/24 como se muestra en la **Figura 7.39**.

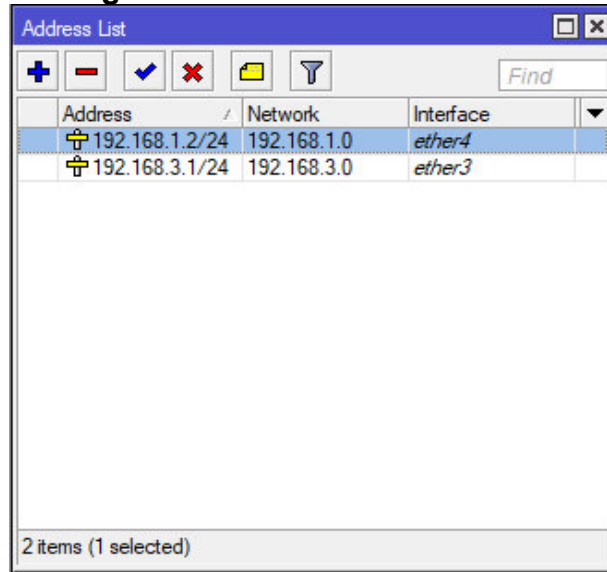
Figura 7.39 Ingreso IP



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Al ingresar las dos IP se debe comprobar la lista de direcciones ya que se debe tener cada dirección IP asignada a su respectivo puerto como se muestra en la **Figura 7.40**.

Figura 7.40 Lista de direcciones



Address	Network	Interface
192.168.1.2/24	192.168.1.0	ether4
192.168.3.1/24	192.168.3.0	ether3

2 items (1 selected)

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Al tener la lista de direcciones completa se cerrará la venta para tener la lista de las demás configuraciones y se buscará **Routing** en el menú y luego se dará clic en **OSPF** *Figura 7.41*.

Figura 7.41 OSPF



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En este menú se deben ingresar las IP que correspondan para hacer la red con el protocolo OSPF, es necesario buscar el submenú **Networks** y dar clic en el botón (+) como se muestra en la **Figura 7.42**.

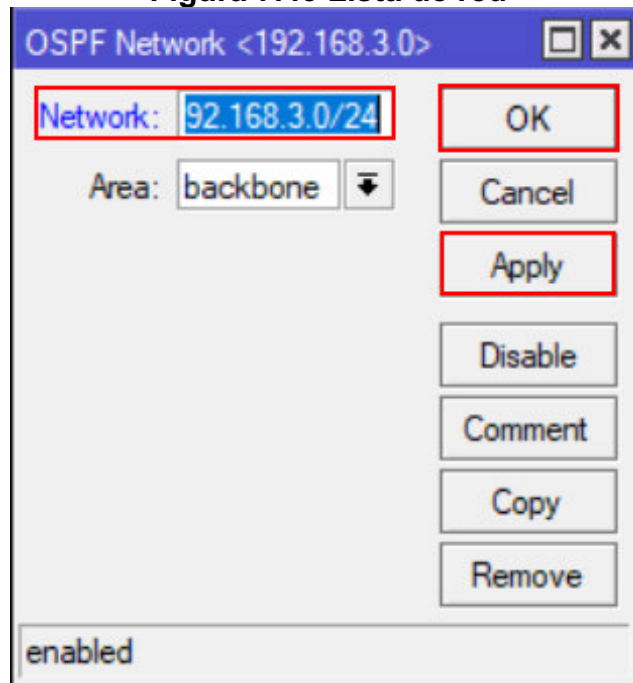
Figura 7.42 OSPF



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se añade la dirección 192.16.3.0/24 en el área **Backbone** que es por defecto, luego dar clic en **Apply** y clic en **OK** **Figura 7.43**.

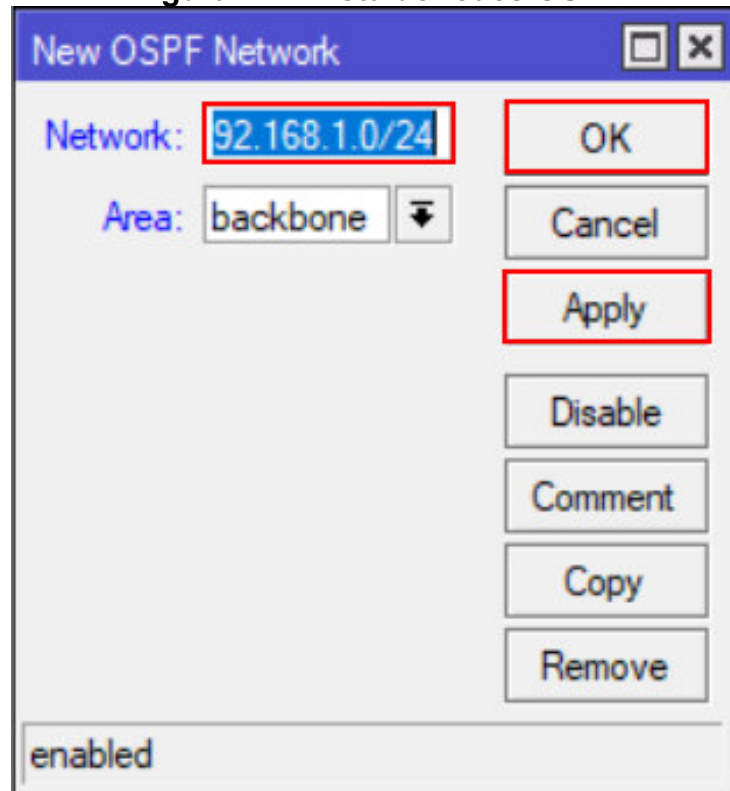
Figura 7.43 Lista de red



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Repetimos lo anterior, pero con la dirección 192.168.1.0/24 y la misma área Backbone después se dará clic en **Apply** y clic en **OK** **Figura 7.44**.

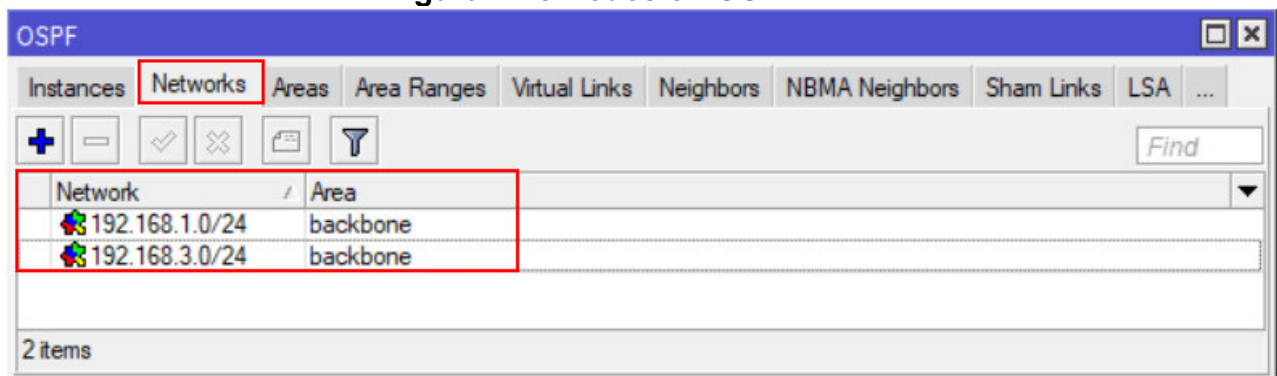
Figura 7.44 Lista de redes OSPF



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Guardado lo anterior se comprueba que se tienen las dos direcciones ingresadas y que se encuentran en la misma área por defecto **Figura 7.45**.

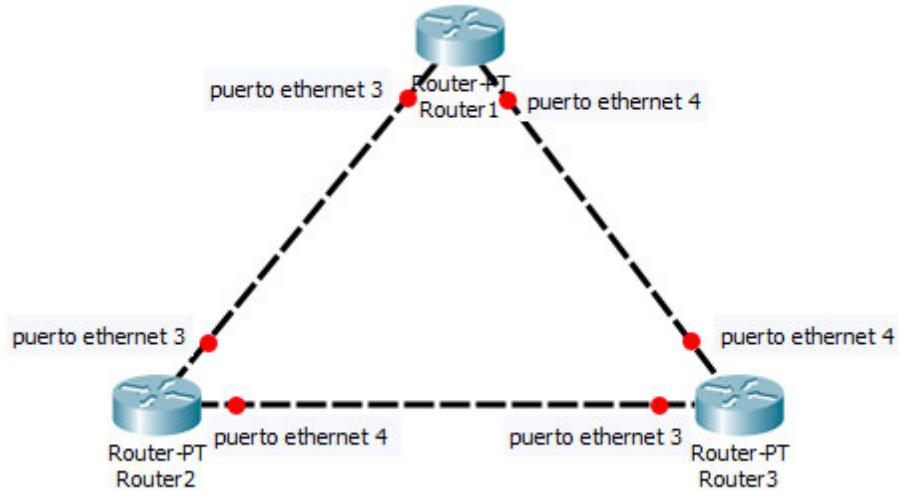
Figura 7.45 Redes en OSPF



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

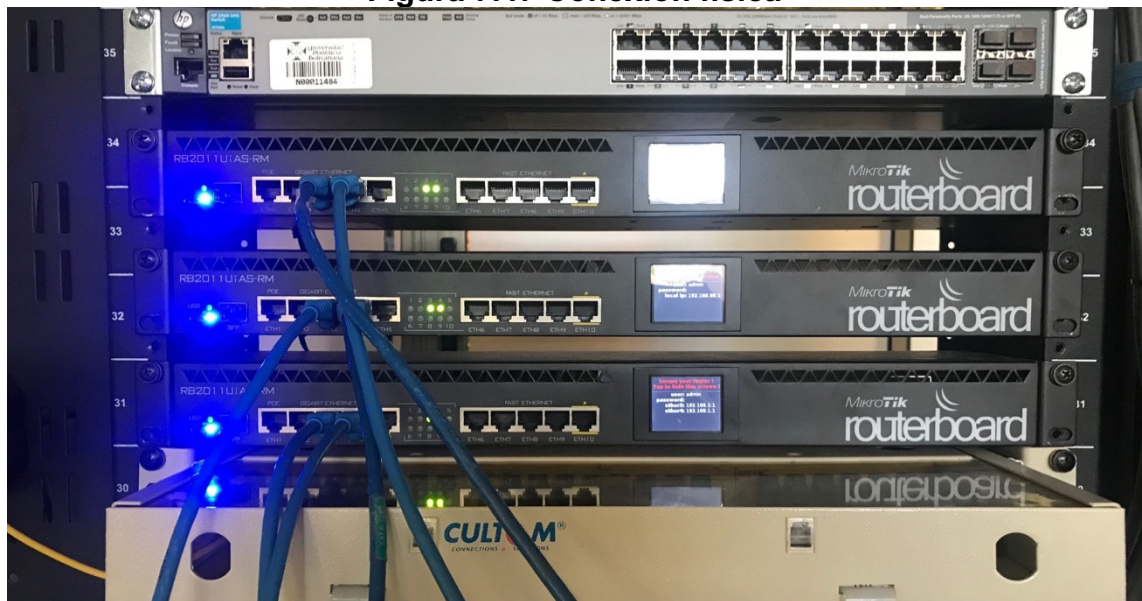
Es necesario que antes de empezar a probar el funcionamiento y el cumplimiento del protocolo se debe realizar la conexión de la red físicamente **Figura 7.46**.

Figura 7.46 Diagrama de conexiones



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Figura 7.47 Conexión física



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

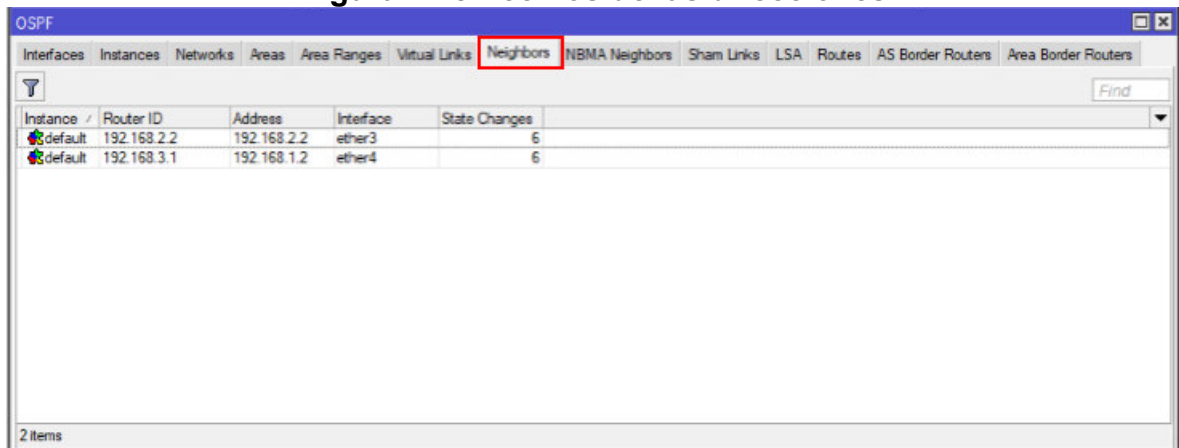
7.6.4 Pruebas de conectividad del Router 1:

Al tener conectado cada cable ethernet en su respectivo puerto de cada Router como lo muestra la **Figura 7.46**, se debe utilizar un computador para la toma de

pruebas, es necesario conectarse al puerto ethernet 2 de cada Router como se hacía en los pasos anteriores de configuración.

Al conectarse al Router 1 desde el puerto ethernet 2 y acceder con el programa Winbox es necesario hacer búsqueda de **Routing** en el menú e ingresar a **OSPF**, cuando se ingresa a **OSPF** se busca **Neighbors** para comprobar que los vecinos de las direcciones IP del Router 1 sean las correctas como lo muestra la **Figura 7.48**.

Figura 7.48 Vecinos de las direcciones



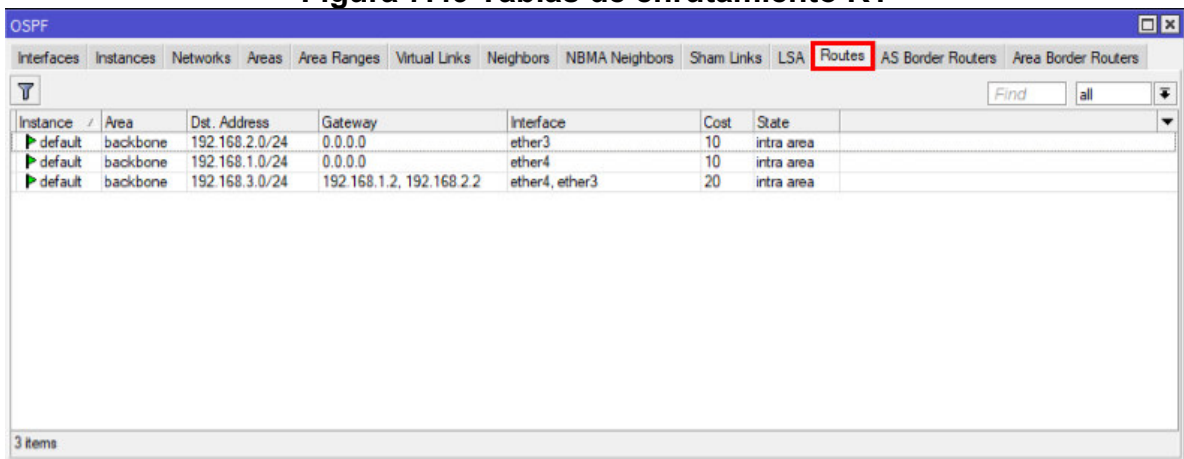
Instance /	Router ID	Address	Interface	State	Changes
default	192.168.2.2	192.168.2.2	ether3	6	
default	192.168.3.1	192.168.1.2	ether4	6	

2 items

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Al comprobar los vecinos se debe ahora acceder a **Routes**, ahí se podrá observar las tablas de enrutamiento como se pueden ver en la **Figura 7.49**.

Figura 7.49 Tablas de enrutamiento R1



Instance /	Area	Dst. Address	Gateway	Interface	Cost	State
default	backbone	192.168.2.0/24	0.0.0.0	ether3	10	intra area
default	backbone	192.168.1.0/24	0.0.0.0	ether4	10	intra area
default	backbone	192.168.3.0/24	192.168.1.2, 192.168.2.2	ether4, ether3	20	intra area

3 items

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Para ver mejor las configuraciones, los vecinos (neighbors) y tablas de enrutamiento es necesario hacerlo por código ya que con los comandos indicados entrega un informe más detallado de lo que está pasando en el Router, para iniciar con el código se debe buscar en el menú del software el icono de **New Terminal** .

Una vez se abra el terminal se debe ingresar el comando **Routing** y así tener acceso a los protocolos, al ingresar OSPF se tendrá control sobre el protocolo para ingresar o ver cada una de las redes o tablas de enrutamiento según lo que se quiera comprobar, en la **Figura 7.50** se tendrán los pasos más detallados para comprobar el funcionamiento.

El comando (routing ospf neighbor> print) mostrara cada uno de los vecinos que se tiene y los puntos donde se tienen conectados por ejemplo en la **Figura 7.51** se ve los vecinos del ethernet 3 y ethernet 4 del Router 1.

Figura 7.50 Neighbors

```
[admin@MikroTik] > routing
[admin@MikroTik] /routing ospf>
[admin@MikroTik] /routing ospf> neighbor
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Al querer ver las Rutas o lista de enrutamiento del Router se tendrá que usar el comando IP route> print como lo detalla la **Figura 7.46**.

Figura 7.51 Enrutamiento

```
[admin@MikroTik] > ip
[admin@MikroTik] /ip> route
[admin@MikroTik] /ip route> print
Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic, C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, m - mme, B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit
```

#	DST-ADDRESS	PREF-SRC	GATEWAY	DISTANCE
0	ADC 192.168.1.0/24	192.168.1.1	ether4	0
1	ADC 192.168.2.0/24	192.168.2.1	ether3	0
2	ADo 192.168.3.0/24		192.168.1.2	110
			192.168.2.2	

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Al saber que se obtienen los resultados esperados de la red procedemos a hacer ping a cada una de las direcciones que hay conectadas en cada una de los Router como se muestra en las **Figuras 7.52(a), (b), (c) y (d)**.

Figura 7.52 Ping

a.

```
[admin@MikroTik] > ping 192.168.2.2
HOST                                SIZE TTL TIME  STATUS
192.168.2.2                         56  64 0ms
192.168.2.2                         56  64 0ms
192.168.2.2                         56  64 0ms
192.168.2.2                         56  64 0ms
192.168.2.2                         56  64 0ms
192.168.2.2                         56  64 0ms
192.168.2.2                         56  64 0ms
sent=7 received=7 packet-loss=0% min-rtt=0ms avg-rtt=0ms max-rtt=0ms
```

b.

```
[admin@MikroTik] > ping 192.168.3.2
HOST                                SIZE TTL TIME  STATUS
192.168.3.2                         56  64 0ms
192.168.3.2                         56  64 0ms
192.168.3.2                         56  64 0ms
192.168.3.2                         56  64 0ms
192.168.3.2                         56  64 0ms
192.168.3.2                         56  64 0ms
192.168.3.2                         56  64 0ms
sent=7 received=7 packet-loss=0% min-rtt=0ms avg-rtt=0ms max-rtt=0ms
```

c.

```
[admin@MikroTik] > ping 192.168.3.1
HOST                                SIZE TTL TIME  STATUS
192.168.3.1                         56  64 0ms
192.168.3.1                         56  64 0ms
192.168.3.1                         56  64 0ms
192.168.3.1                         56  64 0ms
192.168.3.1                         56  64 0ms
192.168.3.1                         56  64 0ms
192.168.3.1                         56  64 0ms
sent=7 received=7 packet-loss=0% min-rtt=0ms avg-rtt=0ms max-rtt=0ms
```

d.

```
[admin@MikroTik] > ping 192.168.1.2
HOST                                SIZE TTL TIME  STATUS
192.168.1.2                         56  64 0ms
192.168.1.2                         56  64 0ms
192.168.1.2                         56  64 0ms
192.168.1.2                         56  64 0ms
192.168.1.2                         56  64 0ms
192.168.1.2                         56  64 0ms
192.168.1.2                         56  64 0ms
sent=7 received=7 packet-loss=0% min-rtt=0ms avg-rtt=0ms max-rtt=0ms
```

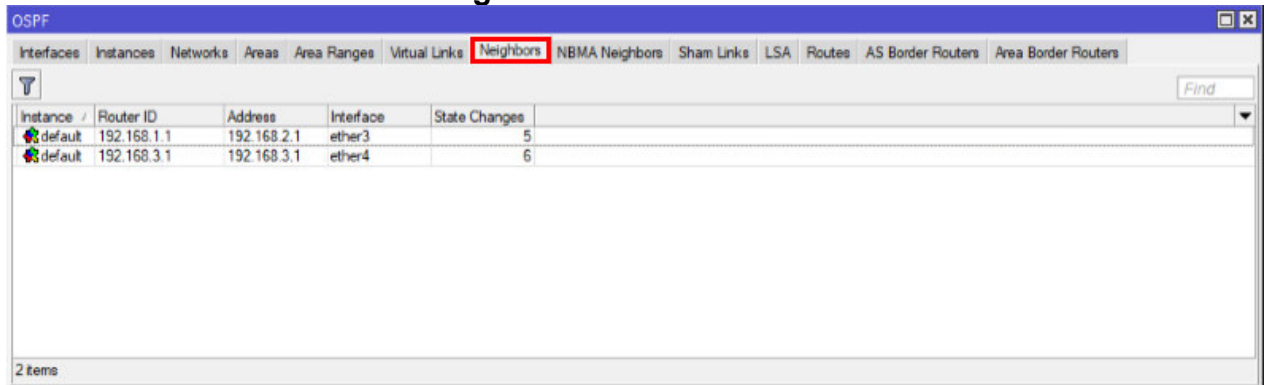
Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

7.6.5 Pruebas de conectividad con el Router 2:

Las pruebas que se hacen en el Router 2 son idénticas a las anteriores así que se deben repetir los pasos previos y comprobar cómo se hizo en lo anterior, a continuación, hay una serie de figuras para tener el paso a paso.

Los vecinos se deben comprobar para saber que tenemos el punto a punto de cada uno de los Router como se muestra en la **Figura 7.53**.

Figura 7.53 Vecinos



Instance	Router ID	Address	Interface	State	Changes
default	192.168.1.1	192.168.2.1	ether3	Full	5
default	192.168.3.1	192.168.3.1	ether4	Full	6

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Como la interfaz no muestra mayor información respecto a los vecinos entonces se introducirán unos comandos para tener mayor información de las conexiones del Router, se debe abrir el **new terminal** y ingresar los comandos mostrados en la **Figura 7.54**.

Figura 7.54 Vecino por CLI

```
[admin@MikroTik] > routing
[admin@MikroTik] /routing>
[admin@MikroTik] /routing ospf>
[admin@MikroTik] /routing ospf> neighbor
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Al escribir los comandos anteriores se debe escribir **print** para que en la CLI aparezca información más detallada de los vecinos como se muestra en la **Figura 7.53** por ejemplo en la Figura antes mencionada se muestra la dirección del Router, las interfaces, el Router designado (DR) y el Router designado de respaldo (DBR).

Figura 7.55 Neighbors en CLI

```
[admin@MikroTik] /routing ospf neighbor> print
0 instance=default router-id=192.168.3.1 address=192.168.3.1 interface=ether4
priority=1 dr-address=192.168.3.1 backup-dr-address=192.168.3.2 state="Full"
state-changes=6 ls-retransmits=0 ls-requests=0 db-summaries=0
adjacency=16m16s

1 instance=default router-id=192.168.1.1 address=192.168.2.1 interface=ether3
priority=1 dr-address=192.168.2.2 backup-dr-address=192.168.2.1 state="Full"
state-changes=5 ls-retransmits=0 ls-requests=0 db-summaries=0
adjacency=16m29s
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En la **Figura 7.56** se pueden apreciar las rutas (routes) que se tienen configuradas, en ella se pueden apreciar las IP que se agregaron previamente pero no muestra detalladamente lo que se tiene configurado.

Figura 7.56 Rutas

Instance	Area	Dst. Address	Gateway	Interface	Cost	State
default	backbone	192.168.2.0/24	0.0.0.0	ether3	10	intra area
default	backbone	192.168.3.0/24	0.0.0.0	ether4	10	intra area
default	backbone	192.168.1.0/24	192.168.2.1, 192.168.3.1	ether3, ether4	20	intra area

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Para obtener las tablas de enrutamiento también se debe abrir el New terminal y empezar a ejecutar comandos, en este caso sería **IP>route – IP route>print** y ahí se tendrá la lista por ejemplo en la **Figura 7.57** se tiene la IP 192.168.1.0/24 como ADo (activa, dinámica y ospf) conectada a las IP 192.168.2.1 y 192.168.3.1

Figura 7.57 Tabla de enrutamiento

```
[admin@MikroTik] > ip
[admin@MikroTik] /ip> route
[admin@MikroTik] /ip route> pr
Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic, C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, m - mme, B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit
# DST-ADDRESS PREP-SRC GATEWAY DISTANCE
0 ADo 192.168.1.0/24 192.168.2.1 110
192.168.3.1
1 ADC 192.168.2.0/24 192.168.2.2 ether3 0
2 ADC 192.168.3.0/24 192.168.3.2 ether4 0
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En las **Figuras 7.58 (a) (b) (c) y (d)** se realizan los pings a las direcciones IP de los otros Router para comprobar que las configuraciones anteriores estan funcionando correctamente.

Figura 7.58 Ping

a.

```
[admin@MikroTik] > ping 192.168.2.1
HOST                                     SIZE  TTL  TIME  STATUS
192.168.2.1                             56    64  0ms
192.168.2.1                             56    64  0ms
192.168.2.1                             56    64  0ms
192.168.2.1                             56    64  0ms
192.168.2.1                             56    64  0ms
192.168.2.1                             56    64  0ms
192.168.2.1                             56    64  0ms
sent=7 received=7 packet-loss=0% min-rtt=0ms avg-rtt=0ms max-rtt=0ms
```

b.

```
[admin@MikroTik] > ping 192.168.1.1
HOST                                     SIZE  TTL  TIME  STATUS
192.168.1.1                             56    64  0ms
192.168.1.1                             56    64  0ms
192.168.1.1                             56    64  0ms
192.168.1.1                             56    64  0ms
192.168.1.1                             56    64  0ms
192.168.1.1                             56    64  0ms
192.168.1.1                             56    64  0ms
sent=7 received=7 packet-loss=0% min-rtt=0ms avg-rtt=0ms max-rtt=0ms
```

c.

```
[admin@MikroTik] > ping 192.168.1.2
HOST                                     SIZE  TTL  TIME  STATUS
192.168.1.2                             56    64  0ms
192.168.1.2                             56    64  0ms
192.168.1.2                             56    64  0ms
192.168.1.2                             56    64  0ms
192.168.1.2                             56    64  0ms
192.168.1.2                             56    64  0ms
192.168.1.2                             56    64  0ms
sent=7 received=7 packet-loss=0% min-rtt=0ms avg-rtt=0ms max-rtt=0ms
```

d.

```
[admin@MikroTik] > ping 192.168.3.1
HOST                                     SIZE  TTL  TIME  STATUS
192.168.3.1                             56    64  0ms
192.168.3.1                             56    64  0ms
192.168.3.1                             56    64  0ms
192.168.3.1                             56    64  0ms
192.168.3.1                             56    64  0ms
192.168.3.1                             56    64  0ms
192.168.3.1                             56    64  0ms
sent=7 received=7 packet-loss=0% min-rtt=0ms avg-rtt=0ms max-rtt=0ms
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

7.6.6 Pruebas de conectividad en el Router 3:

Se deben repetir los pasos de los anteriores Router, primero se conecta un cable ethernet al puerto 2 del Router 3 y se ingresa por medio del software winbox a la interfaz del Router, ya dentro de todas las opciones se busca en los submenús **Routing** y se ingresa a **OSPF Figura 7.59** ahí se tendrán unas ventanas para comprobar que la red este bien especificada así que se debe comprobar en la ventana **neighbors** ahí se tienen los vecinos de los puertos del Router.

Figura 7.59 Neighbors Router 3

Instance	Router ID	Address	Interface	State Changes
default	192.168.2.2	192.168.3.2	ether3	5
default	192.168.1.1	192.168.1.1	ether4	5

2 items

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En la **Figura 7.60** se ve la tabla de enrutamiento que quedo configurada con los pasos anteriores en esta se puede observar que el Router tiene las rutas claras para que se vea con las demás IP.

Figura 7.60 Tabla de enrutamiento

Instance	Area	Dst. Address	Gateway	Interface	Cost	State
default	backbone	192.168.3.0/24	0.0.0.0	ether3	10	intra area
default	backbone	192.168.1.0/24	0.0.0.0	ether4	10	intra area
default	backbone	192.168.2.0/24	192.168.1.1, 192.168.3.2	ether4, ether3	20	intra area

3 items

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Para empezar, se debe abrir el **terminal** como se muestra en la **Figura 7.58** allí se van a escribir los comandos necesarios para hacer todas las pruebas de conexión.

Figura 7.61 Terminal

```

MikroTik RouterOS 6.15 (c) 1999-2014      http://www.mikrotik.com/

[?]          Gives the list of available commands
command [?]  Gives help on the command and list of arguments

[Tab]        Completes the command/word. If the input is ambiguous,
              a second [Tab] gives possible options

/            Move up to base level
..          Move up one level
/command     Use command at the base level
  
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Estando en el terminal se deben escribir comandos específicos para entrar a la configuración del protocolo en este caso se debe acceder por medio del comando **Routing** como anteriormente se habían usado, en la **Figura 7.62** se puede detallar mejor los pasos a seguir.

Figura 7.62 Vecinos por CLI

```

[admin@MikroTik] > routing
[admin@MikroTik] /routing>
bfd bgp filter mme ospf prefix-lists rip export
[admin@MikroTik] /routing> ospf

[admin@MikroTik] /routing ospf> neighbor
[admin@MikroTik] /routing ospf neighbor>
find print
[admin@MikroTik] /routing ospf neighbor> print
  
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Para tener detalles sobre la lista de enrutamiento por medio de CLI se deben aplicar los comandos mostrados en la **Figura 7.63**, ahí se tendrá cada una de las direcciones que se configuraron para que existiera la comunicación entre los Router.

Figura 7.63 Lista de enrutamiento

```

[admin@MikroTik] > ip
[admin@MikroTik] /ip> route
[admin@MikroTik] /ip route> pr
Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic, C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, m - mme, B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit
#  DST-ADDRESS  PREF-SRC  GATEWAY  DISTANCE
0  ADC  192.168.1.0/24  192.168.1.2  ether4  0
1  ADo  192.168.2.0/24  192.168.1.1  110
   192.168.3.2
  
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Ya hechas las pruebas anteriores se puede empezar a hacer el ping a cada una de las direcciones que se han configurado en los demás Router por ejemplo en la **Figura 7.64 (a) (b) (c) y (d)** se puede observar cada uno de los pings a las diferentes direcciones.

Figura 7.64 Pings

a.

```
[admin@MikroTik] > ping 192.168.3.2
HOST                                SIZE  TTL  TIME  STATUS
192.168.3.2                        56    64  1ms
192.168.3.2                        56    64  0ms
192.168.3.2                        56    64  0ms
192.168.3.2                        56    64  0ms
192.168.3.2                        56    64  0ms
192.168.3.2                        56    64  0ms
192.168.3.2                        56    64  0ms
sent=7 received=7 packet-loss=0% min-rtt=0ms avg-rtt=0ms max-rtt=1ms
```

b.

```
[admin@MikroTik] > ping 192.168.1.1
HOST                                SIZE  TTL  TIME  STATUS
192.168.1.1                        56    64  0ms
192.168.1.1                        56    64  0ms
192.168.1.1                        56    64  0ms
192.168.1.1                        56    64  0ms
192.168.1.1                        56    64  0ms
192.168.1.1                        56    64  0ms
192.168.1.1                        56    64  0ms
sent=7 received=7 packet-loss=0% min-rtt=0ms avg-rtt=0ms max-rtt=0ms
```

c.

```
[admin@MikroTik] > ping 192.168.2.1
HOST                                SIZE  TTL  TIME  STATUS
192.168.2.1                        56    64  0ms
192.168.2.1                        56    64  0ms
192.168.2.1                        56    64  0ms
192.168.2.1                        56    64  0ms
192.168.2.1                        56    64  0ms
192.168.2.1                        56    64  0ms
192.168.2.1                        56    64  0ms
sent=7 received=7 packet-loss=0% min-rtt=0ms avg-rtt=0ms max-rtt=0ms
```

d.

```
[admin@MikroTik] > ping 192.168.2.2
HOST                                SIZE  TTL  TIME  STATUS
192.168.2.2                        56    64  0ms
192.168.2.2                        56    64  0ms
192.168.2.2                        56    64  0ms
192.168.2.2                        56    64  0ms
192.168.2.2                        56    64  0ms
192.168.2.2                        56    64  0ms
192.168.2.2                        56    64  0ms
sent=7 received=7 packet-loss=0% min-rtt=0ms avg-rtt=0ms max-rtt=0ms
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Hecho esto se puede decir que el protocolo está en correcto funcionamiento en cada de uno de los Router ya que los pings y los ***neighbors*** se encuentran bien configurados y se tiene una visibilidad eficiente con las demás direcciones, esta práctica se diseñó para evaluar el correcto funcionamiento y sus pruebas correspondientes del protocolo OSPF.

8 PROTOCOLO OSPF CONFIGURADO POR MEDIO DE CLI

8.3 OBJETIVOS

- Configurar el protocolo OSPF en los 3 routers por medio de CLI
- Comprobar la comunicación entre los router
- Analizar los paquetes generados por los router cuando hay conexión total y desconexión parcial

8.4 MATERIALES Y EQUIPOS

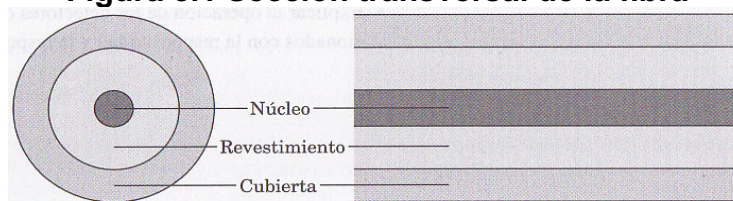
- 1 computador
- 7 cables ethernet
- 3 Router RB2011UiAS-RM mikrotik
- 6 cables de fibra óptica
- 6 conversores eléctrico-ópticos

8.5 MARCO TEORICO

8.5.1 Fibra Óptica

“Una fibra óptica es en esencia una guía de ondas para luz. Consiste en un núcleo y un revestimiento que rodea el núcleo. Ambos están hechos de material transparente, ya sea vidrio o plástico, pero el índice de refracción del revestimiento es menor que el del núcleo, lo cual provoca que los rayos de luz salgan del núcleo para ser refractados de nuevo hacia él, de modo que la luz se propaga por la fibra.”⁸

Figura 8.1 Sección transversal de la fibra

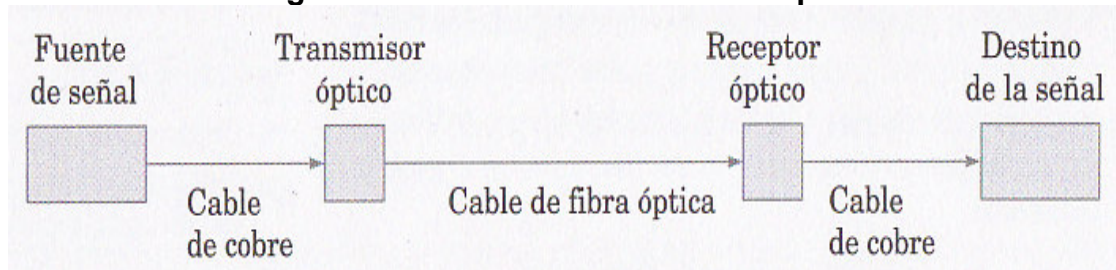


Fuente: R. Blake, Sistemas Electrónicos de Comunicacione

⁸ R. Blake, Sistemas electrónicos de comunicaciones, Ontario: International Thomson Editores, 2004.

La fibra óptica puede utilizarse para comunicaciones en redes de computadores ya que estas presentan varias ventajas frente al cable eléctrico, como el ancho de banda, el cual es mayor y permite manejar mayores tasas de transmisión de datos. También posee menores pérdidas que los cables de cobre, permitiendo que la distancia entre repetidores sea mayor. Al no transportar señales eléctricas son inmunes a la interferencia electromagnética y a la diafonía entre cables, además que hacen más segura la comunicación, ya que para acceder a la información habría que cortar el cable lo que se haría evidente debido a la interrupción inmediata de la comunicación.

Figura 8.2 Transformación Cobre-Óptica



Fuente: R. Blake, Sistemas Electrónicos de Comunicaciones

Para realizar la transformación de medio eléctrico a óptico se utilizan el conversor de medios, en este caso de Ethernet UTP / RJ45 a un enlace que puede utilizar un transceptor de fibra óptica, que permite establecer conexiones de equipos UTP Ethernet a través de un enlace de fibra óptica, y de esta manera aprovechar las ventajas que presenta la fibra.

8.5.2 Determinación de la mejor ruta

El estado de enlace o primero el camino más corto se caracteriza por:

- Todos los routers de un área tienen la misma base de datos.
- Las redes están agrupadas en áreas.
- Las bases de datos describen la topología completa del área.
- La topología describe todos los enlaces de los routers del área.
- Cada router construye su tabla a partir del camino más corto a cada destino.
- SPF (Shortest Path First) es el algoritmo que se usa para determinar los mejores caminos.
- Envía actualizaciones a los routers vecinos para asegurar que la conexión sigue activa.

- Los routers envía periódicamente una descripción de su conexión a la cual se le llama LSA (Link State Advertisement).
- El LSA inunda el dominio del router.
- Cada router ejecuta un algoritmo sobre su base de datos obteniendo un MST (Minimun Spanning Tree), que contiene la ruta más corta para cada router y red.
- Se intercambia información del estado del enlace.

Consiguen respuestas a los eventos de red más rápido y la convergencia es más veloz.

8.5.3 Topología de las redes de comunicación

Las topologías de red se refieren a la manera en que están conectados los nodos y los vínculos de una red, es decir, es la forma en que los nodos se conectan entre sí y con los vínculos de comunicaciones. Para entender mejor el concepto de redes se explicarán los elementos que la constituyen.

8.5.3.1 Topologías Básicas

Cuando la cantidad de equipos terminales en una red es muy elevada, se deben instalar nodos de conmutación que permitan disminuir el número de vínculos necesarios. La topología que se decida desarrollar depende de varios factores como lo son:

- Topografía del lugar.
- Costo de los vínculos.
- Flexibilidad para incorporar nuevos usuarios.
- La performance de la red.

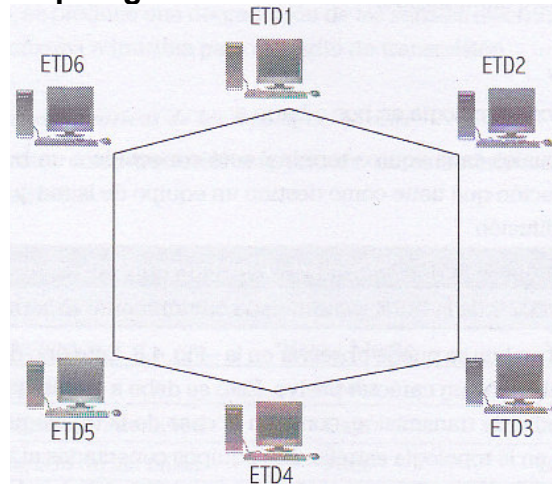
8.5.3.1.1 Anillo

Cada equipo terminal de esta red está conectado a los dos adyacentes, hasta formar un círculo entre todos. En esta topología si un nodo o equipo se interrumpe, toda la red podría dejar de funcionar, otro inconveniente que presenta esta tipología es que la velocidad de la red se disminuye notablemente. Existen dos tipos de topología de anillo:

- **Anillo con control distribuido**

Cada estación está conectada a otras dos y los datos se transmiten mediante repetidores de manera secuencias hasta cerrar un círculo. El control está distribuido entre todas las estaciones, ninguna prevalece del resto.

Figura 8.3 Topología anillo con control distribuido

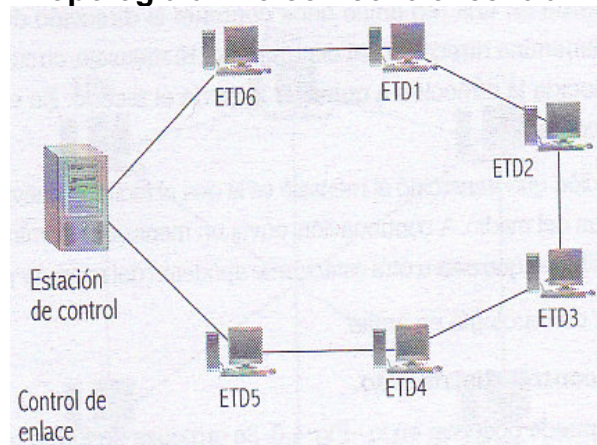


Fuente: A. Castro, R. Fusario, **Comunicaciones y Redes para profesionales en sistemas de información.**

- **Anillo con control centralizado**

Uno de los nodos o estaciones posee mayores atributos que el resto, y tiene la responsabilidad de efectuar el control de las comunicaciones. Esta estación de control determina que nodo utilizara para la transmisión. Un inconveniente de esta topología es que es dependiente del elemento controlador.

Figura 8.4 Topología anillo con control centralizado



Fuente: A. Castro, R. Fusario, **Comunicaciones y Redes para profesionales en sistemas de información.**

8.6 DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

Se debe hacer la conexión de la red para comodidad del usuario, este laboratorio es conectado por medio de fibra óptica y las distancias que se manejan son largas y es incómodo ir y configurar cada Router en cada salón, entonces se van a explicar los pasos para que los Router se puedan configurar desde solo una sala.

8.6.1 Conexión

El primer paso es entender la conexión que se hace con la fibra óptica, en la **Figura 8.5** se ve el módulo de fibra óptica

- El puerto 1 del laboratorio de comunicaciones (K-304) al puerto 1 de la caja de conexiones ubicada en el laboratorio de redes (K-309) de la universidad.
- El puerto 13 del laboratorio de comunicaciones con el puerto 1 de la caja de conexiones en sala de proyectos (K-307).
- El puerto 13 del laboratorio de comunicaciones con el puerto 13 de la sala de proyectos.

Figura 8.5 Modulo fibra óptica



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Cuando se tiene una conexión por fibra óptica son necesarios los conversores eléctrico óptico como los muestra la **Figura 8.6**.

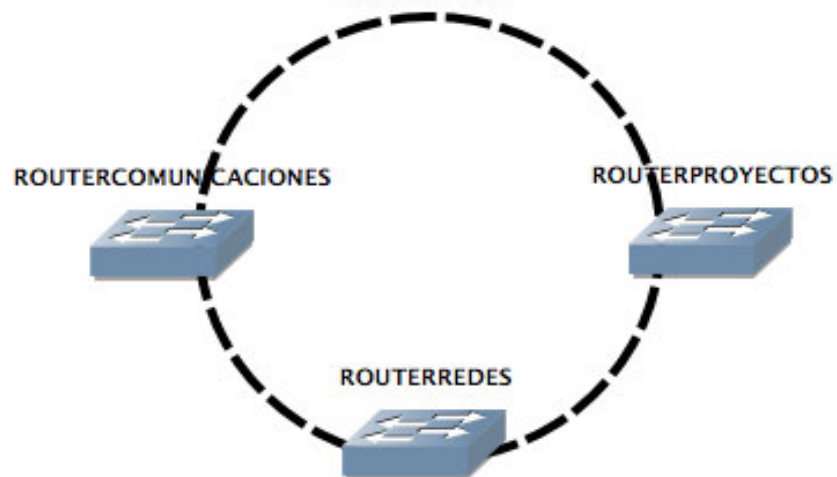
Figura 8.6 Conversor eléctrico-óptico



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

El diagrama de conexión se muestra en la **Figura 8.7** y los respectivos routers se muestran en las **Figuras 8.8, 8.9 y 8.10**.

**Figura 8.7 Diagrama de conexión
FIBRA OPTICA**



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Figura 8.8 Router salón comunicaciones



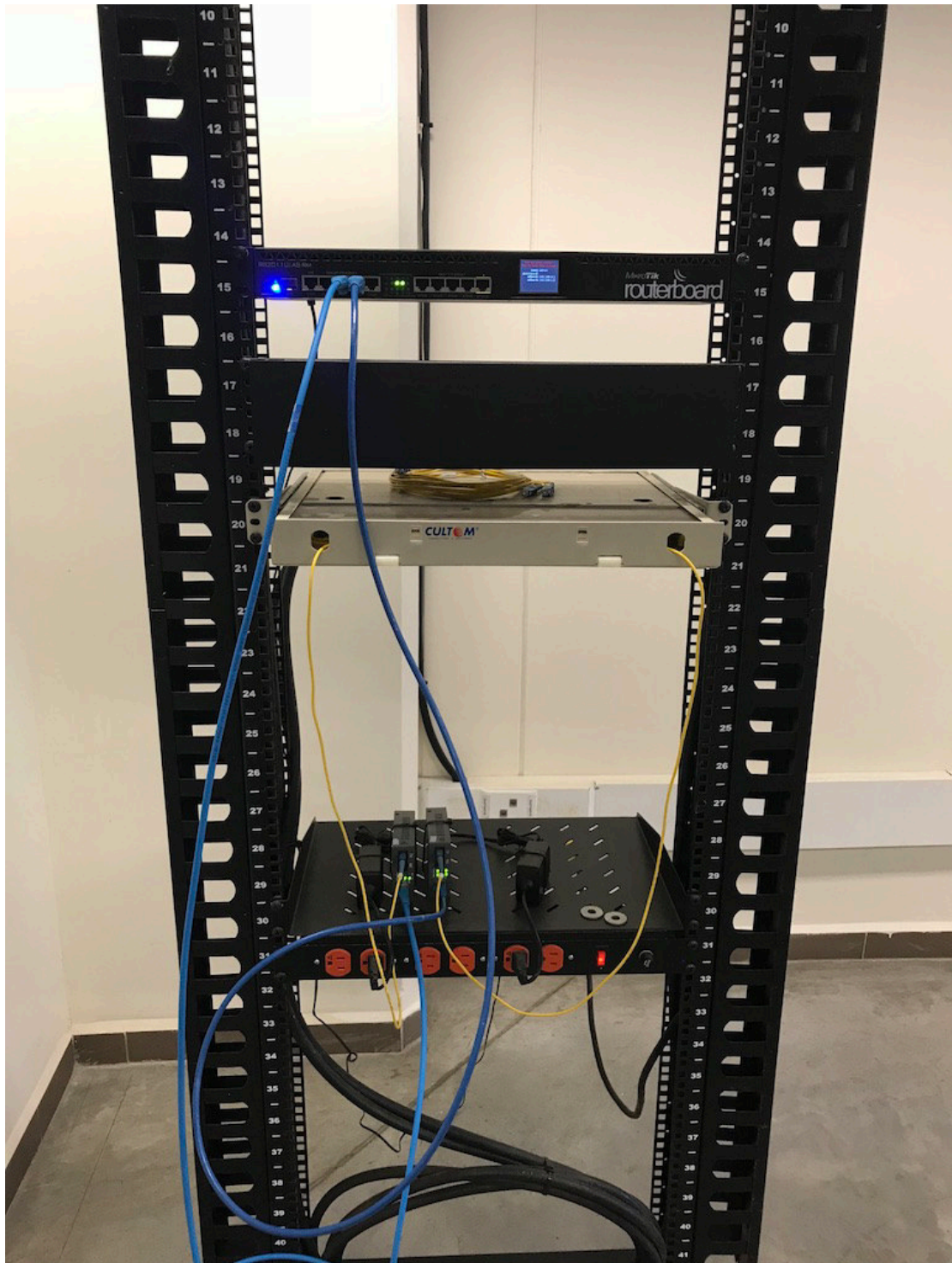
Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Figura 8.9 Router laboratorio de redes



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Figura 8.10 Router sala de proyectos

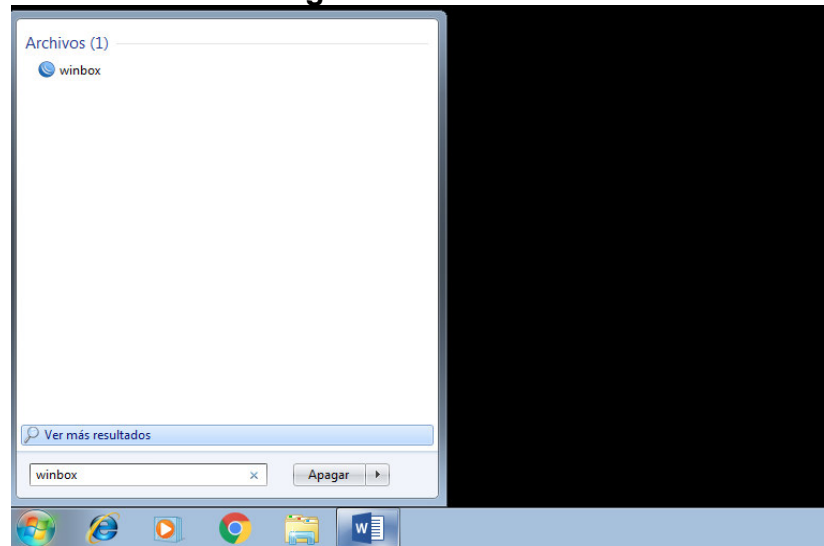


Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

8.6.2 Apertura de winbox

El primer paso que se debe tener en cuenta es la apertura del winbox, herramienta para configurar por medio de CLI, en la **Figura 8.11** se muestra la búsqueda.

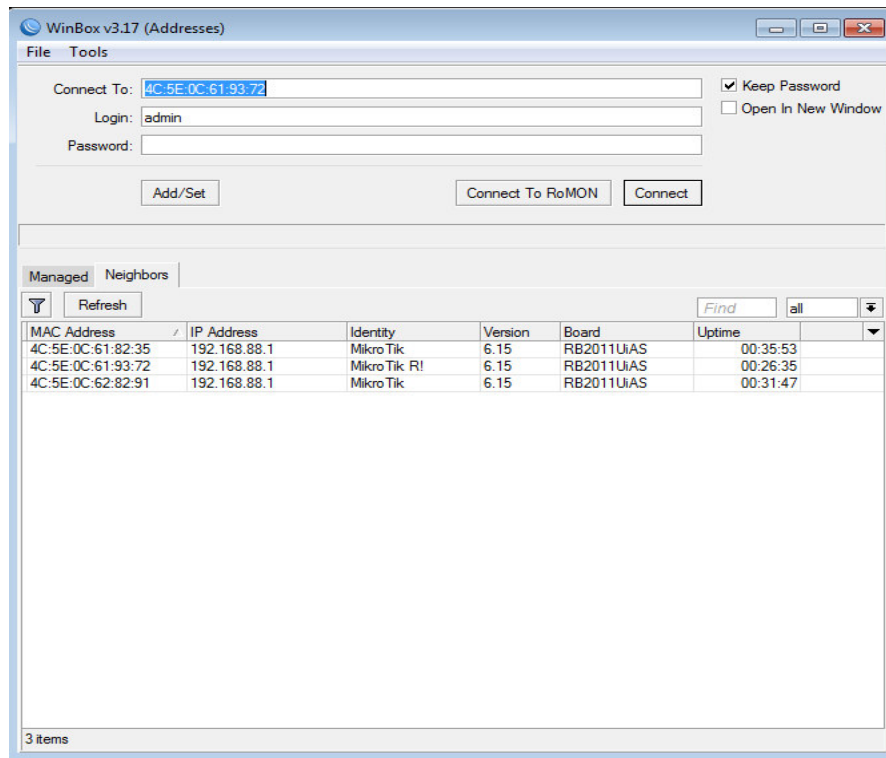
Figura 8.11 Winbox



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Al estar en el salón que el usuario desee se va a conectar al Router por medio del puerto **Ether 2** como se ha hecho en todos los anteriores laboratorios, pero en este caso como se hizo la conexión antes de programar cada Router y se deja el puente que se tiene por defecto, se mostrara la **Figura 8.12** y mostrara los tres Routers conectados en el anillo.

Figura 8.12 Lista de Router



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Como el enlace se hizo por medio de fibra óptica se debe realizar la conexión y mirar la dirección MAC de cada uno de los Router, en el caso de la práctica se tienen las direcciones mostradas en la figura anterior y se hará una tabla con las MAC de los router de cada salón.

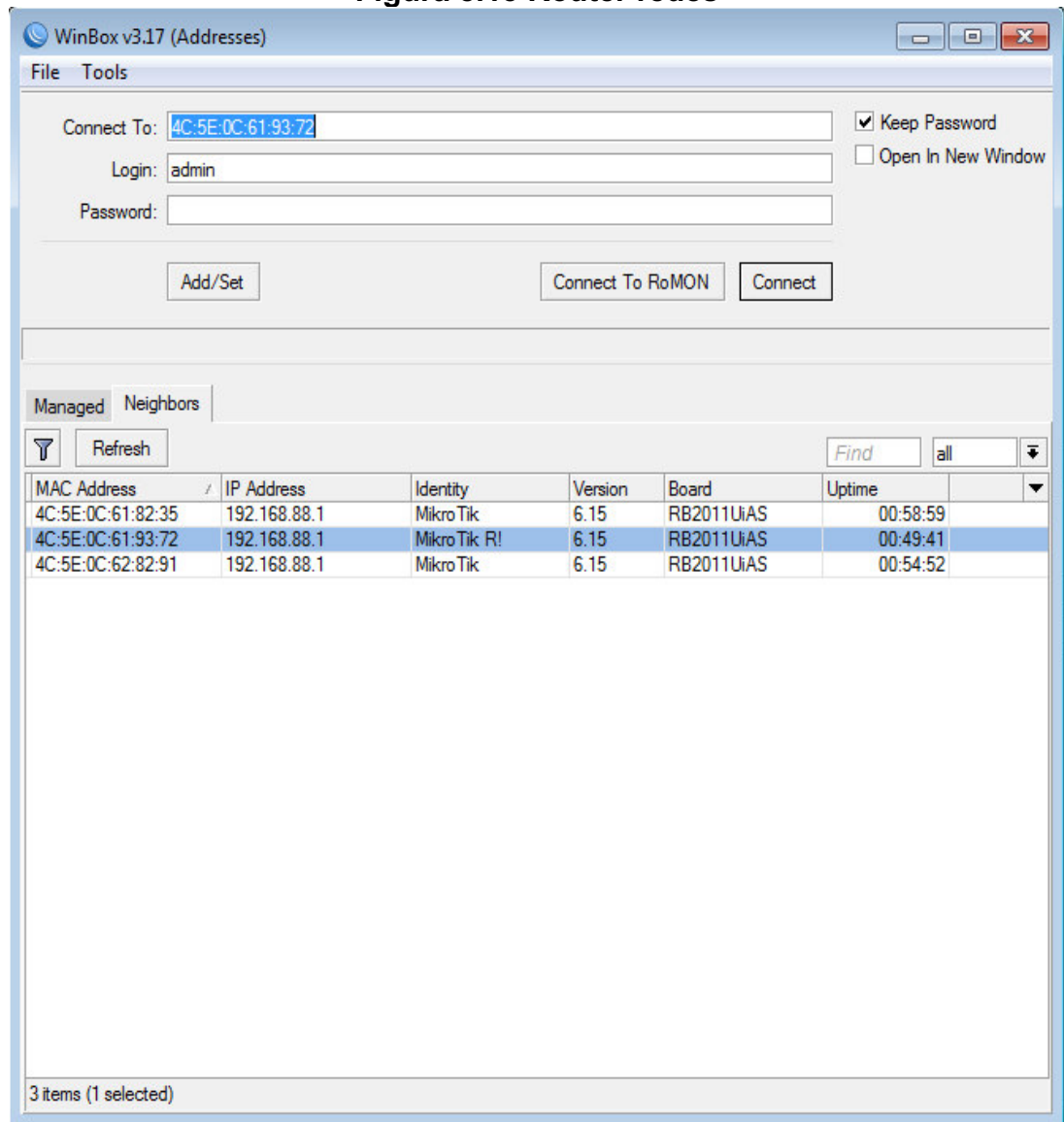
Tabla 8.1 Direcciones MAC
SALÓN DIRECCIÓN MAC

COMUNICACIONES	4C:5E:0C:61:82:35
REDES	4C:5E:0C:61:93:72
PROYECTOS	4C:5E:0C:62:82:91

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Como primer paso se ingresará al Router del salón de redes haciendo clic en la **MAC** del Router y en **connect** como se muestra en la **Figura 8.13** para hacer un borrado de ajustes y la identificación de este.

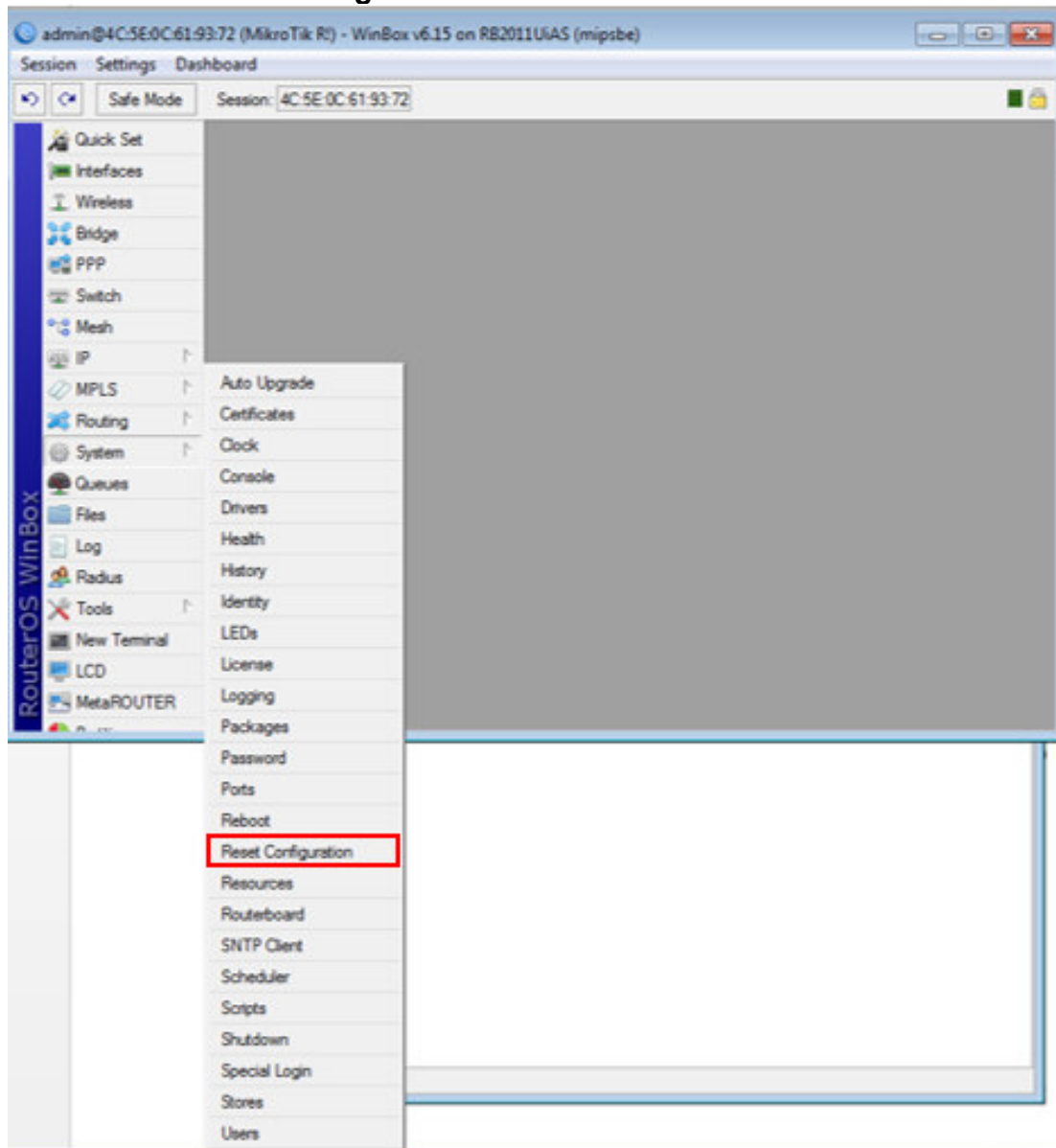
Figura 8.13 Router redes



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Al entrar en la interfaz del Router 1 se busca en el menú **System** y en el menú que se despliega se da clic en **Reset configuration** como se muestra en la **Figura 8.14**.

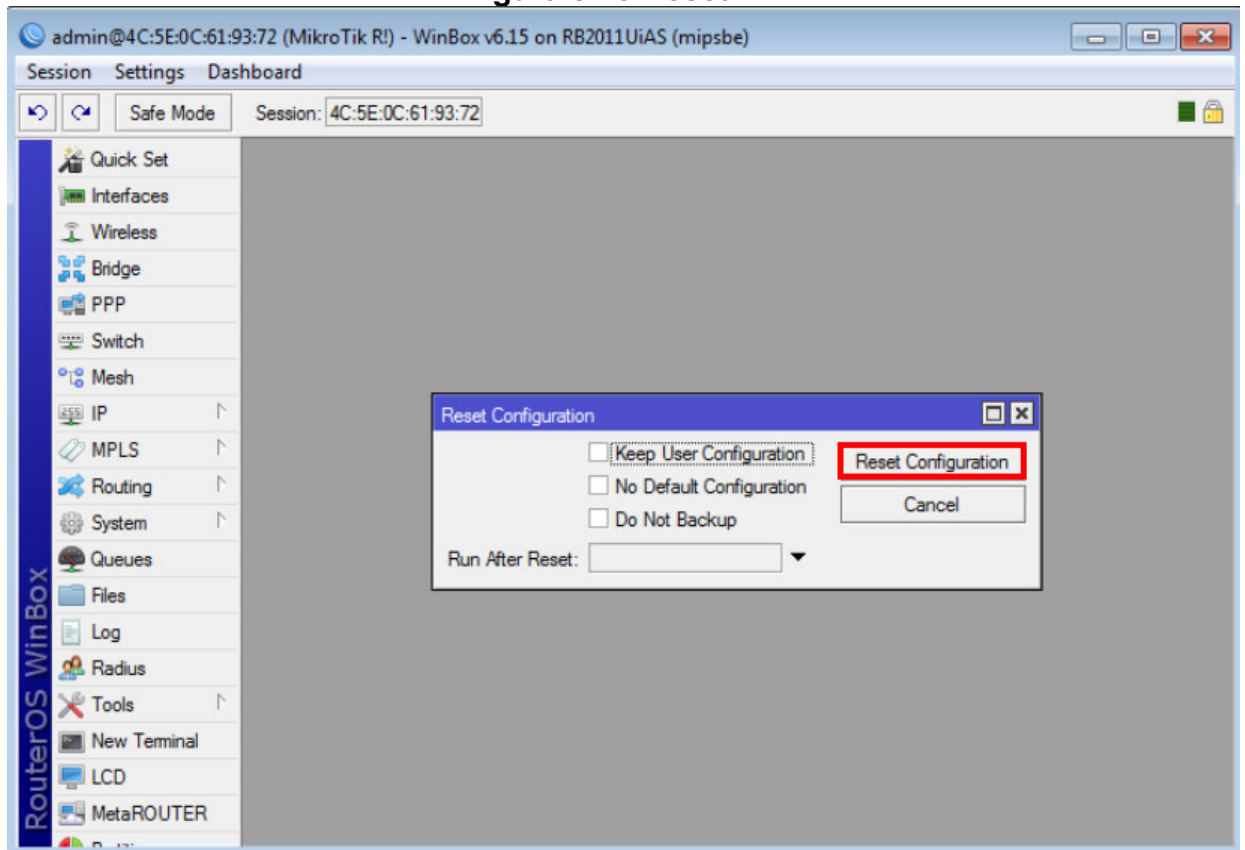
Figura 8.14 Interfaz Router 1



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

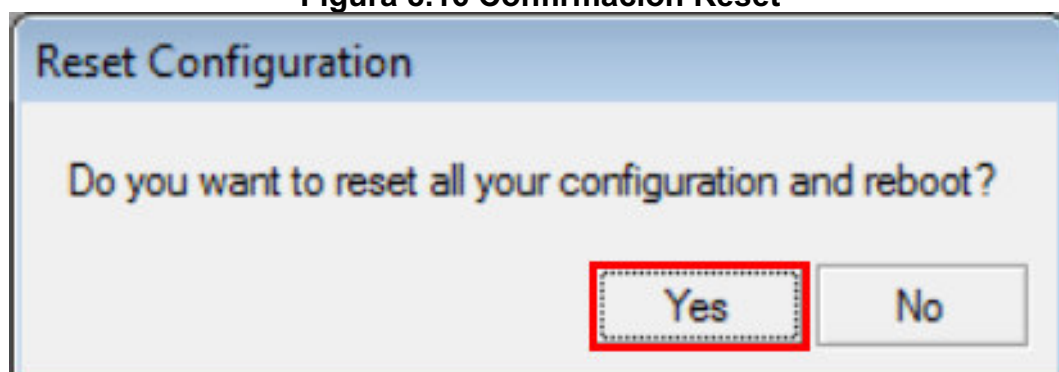
Al dar clic en **Reset configuration** como lo muestra la **Figura 8.15**, aparecerá una ventana a la cual se dará clic en **yes** como lo muestra la **Figura 8.16**.

Figura 8.15 Reset



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

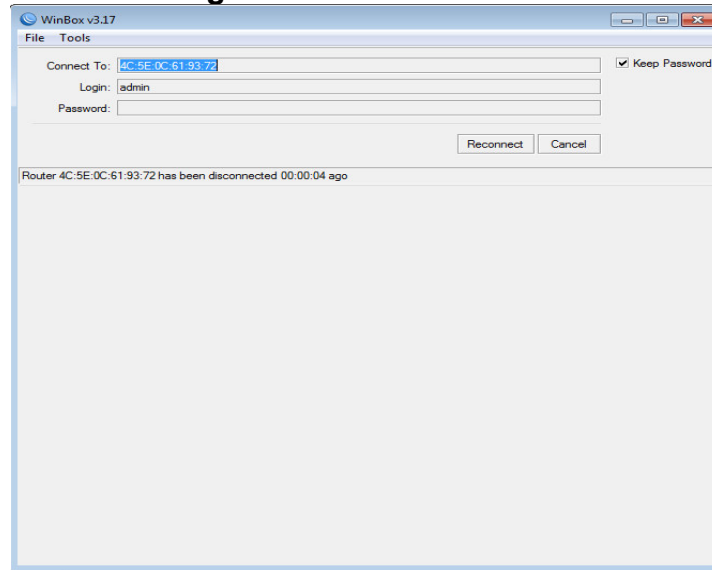
Figura 8.16 Confirmación Reset



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Cuando se da clic en **Yes** el Router se desconectará y mostrará la **Figura 8.17**.

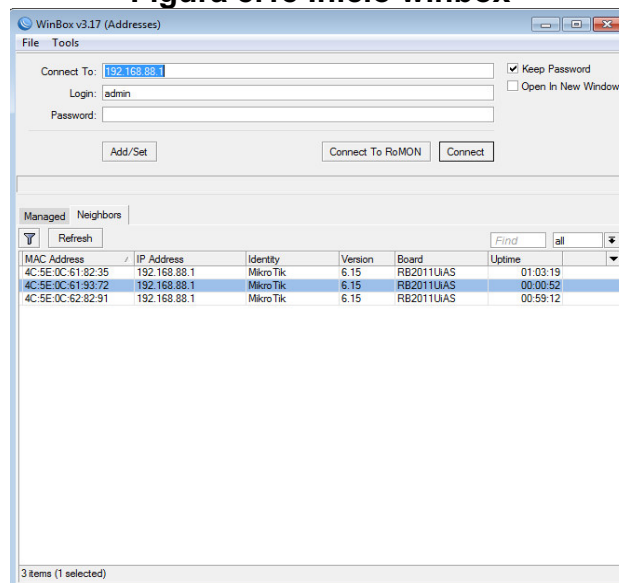
Figura 8.17 Desconexión



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Cuando el Router hace el proceso de borrado y vuelve a iniciar se mostrará de nuevo en el inicio de Winbox como se ve en la **Figura 8.18** y se procede a dar clic en la **MAC** del Router y **connect** para acceder de nuevo.

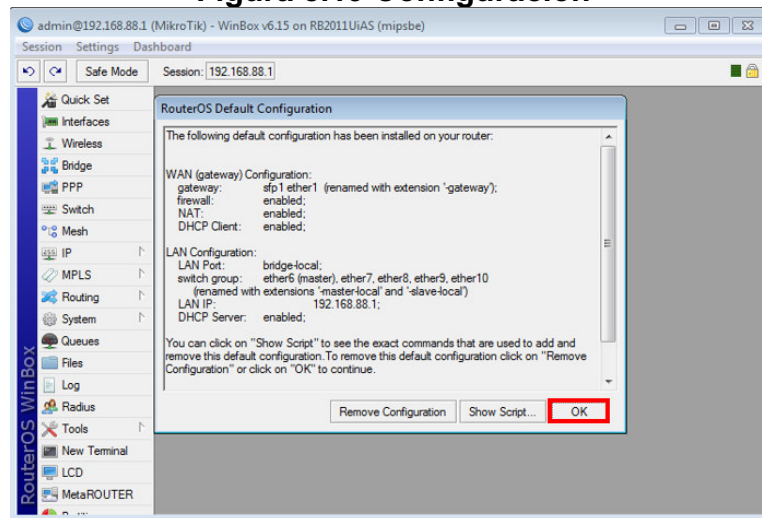
Figura 8.18 Inicio winbox



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Al acceder al Router aparecerá un mensaje de configuración, en este se dará clic en OK **Figura 8.19**.

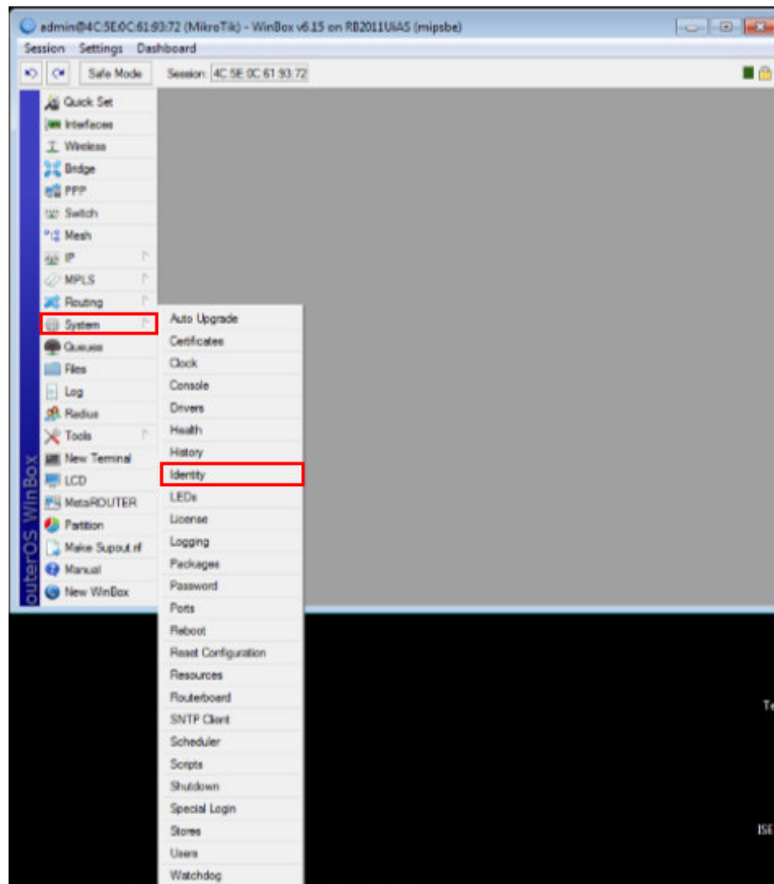
Figura 8.19 Configuración



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

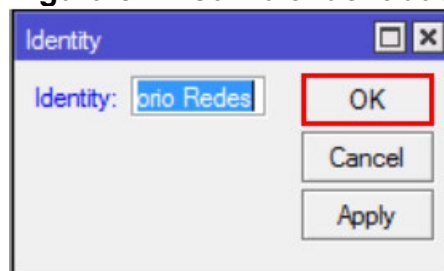
En esta práctica para ser más ordenado el proceso y además es necesario para reconocer cada Router se debe aplicar una identidad así que se buscará en el menú **System** y el menú que se despliega se dará clic en **identity** **Figura 8.20**. En el menú que aparece se escribirá **Router laboratorio Redes** como se muestra en la **Figura 8.21**.

Figura 8.20 Identidad R1



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

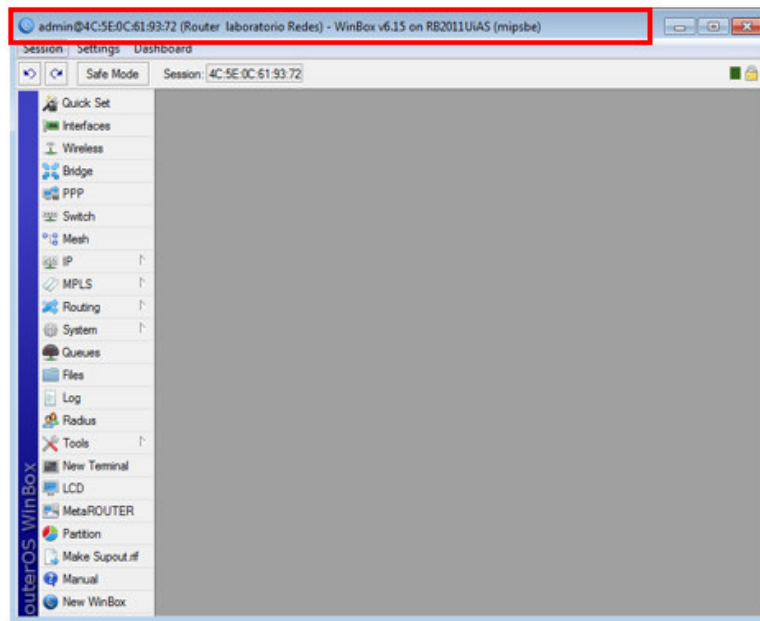
Figura 8.21 Cambio identidad



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En la **Figura 8.22** se muestra la MAC del Router y el nombre que se le dio de identidad.

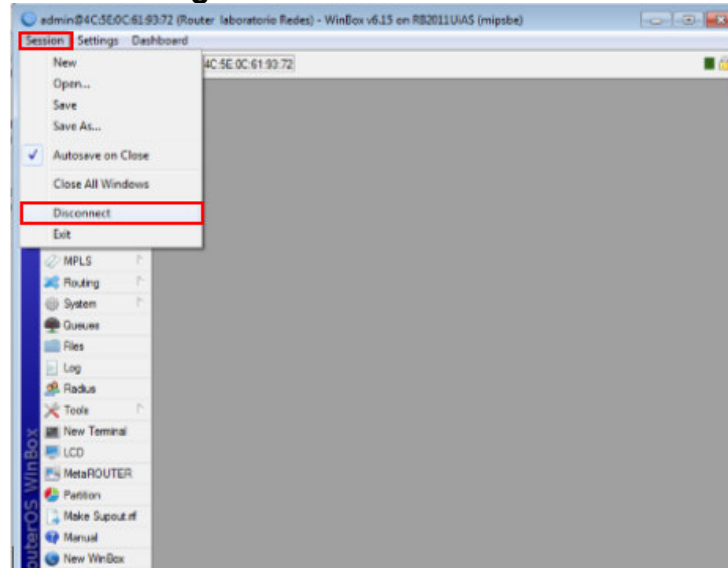
Figura 8.22 Comprobación identidad



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Al aplicar la identidad se seguirán los pasos a los demás Router, se procede a desconectar del Router para volver a la lista de Router conectados a la red **Figura 8.23**

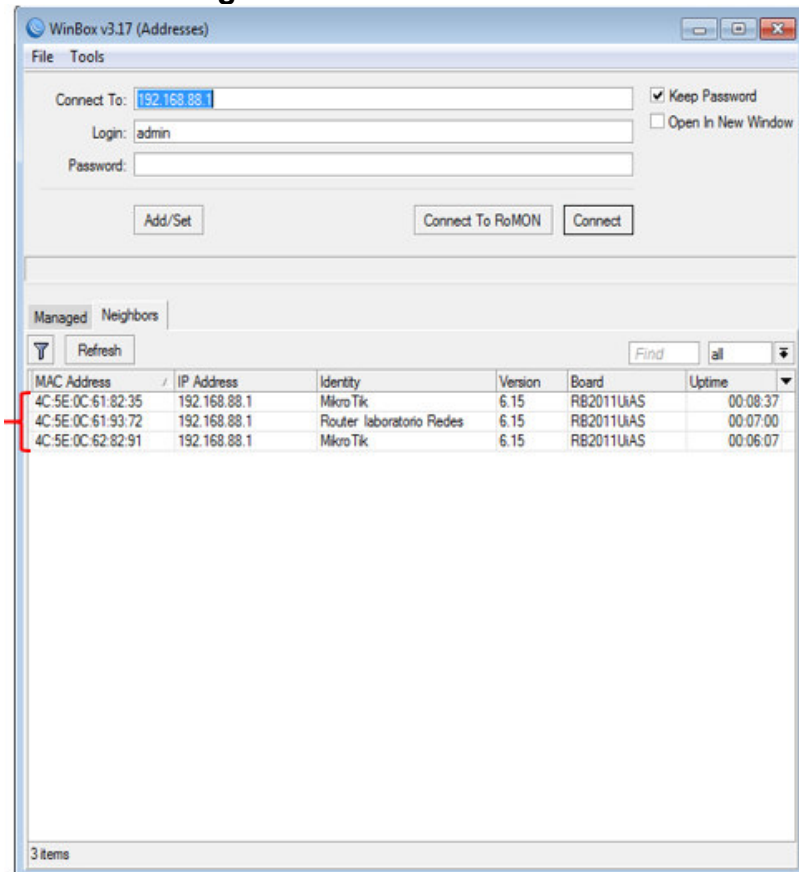
Figura 8.23 Desconexión R1



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Como se puede ver en la **Figura 8.24** ya el Router del laboratorio de redes tiene su identidad y este paso se hará para cada uno de los Router.

Figura 8.24 Lista de Router 2



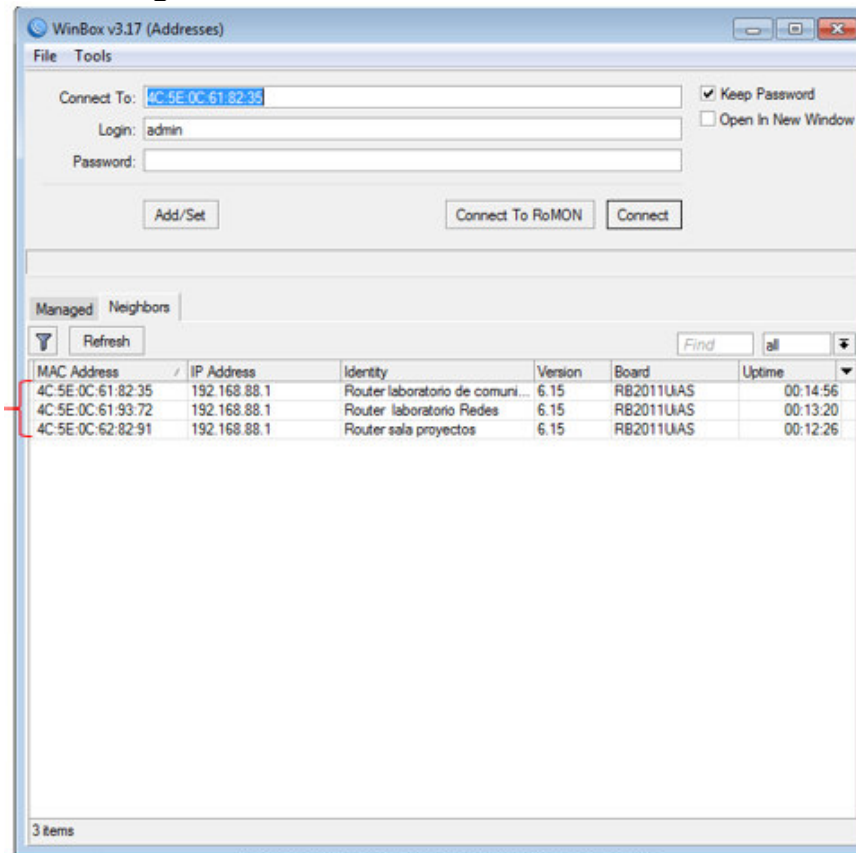
Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Es necesario repetir los pasos que se le aplicaron al Router de redes en cada uno de los demás Router estos pasos se ven reflejados desde la **Figura 8.12** hasta la **Figura 8.17**. Pasos:

- Reset configuration (borrado de ajustes)
- Dar identidad a cada uno de los Router: **Router laboratorio comunicaciones, Router sala de proyectos y el ya configurado Router laboratorio Redes.**

Al completar los pasos mencionados se debería tener la lista de Router con identidad cada uno como lo muestra la **Figura 8.25**.

Figura 8.25 Lista de Router con identidad

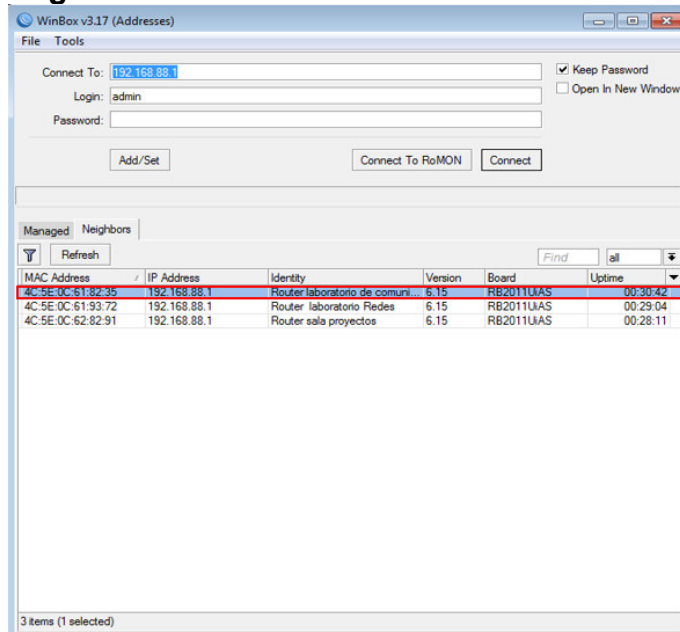


Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

8.6.3 Configuración Router laboratorio Comunicaciones

El usuario puede es coger con cual Router desea empezar la practica en este caso se empezará con el laboratorio de comunicaciones. Se da clic en la **MAC** del Router de laboratorio de comunicaciones y clic en **connect** **Figura 8.26**.

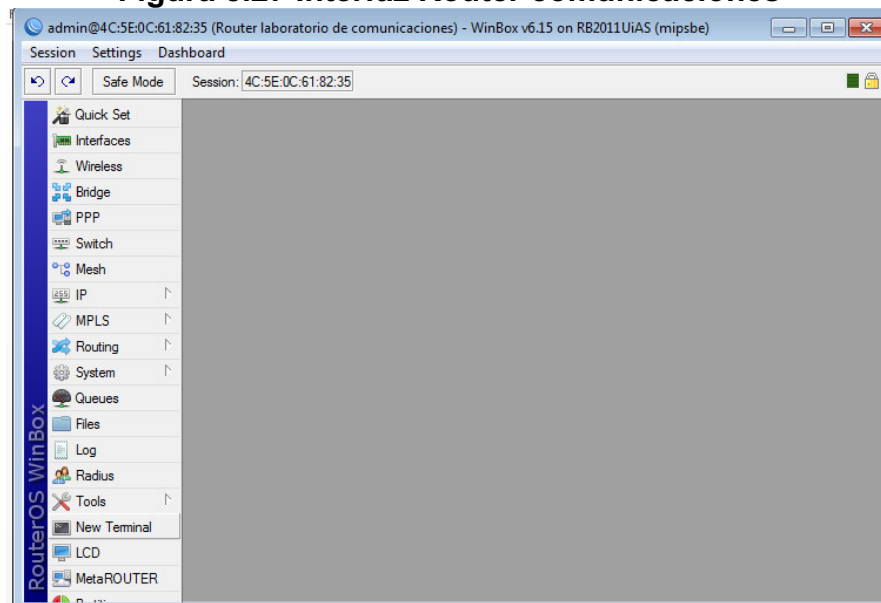
Figura 8.26 Acceso Router comunicaciones



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Al conectarse se accede a la interfaz del Router mencionado **Figura 8.27**.

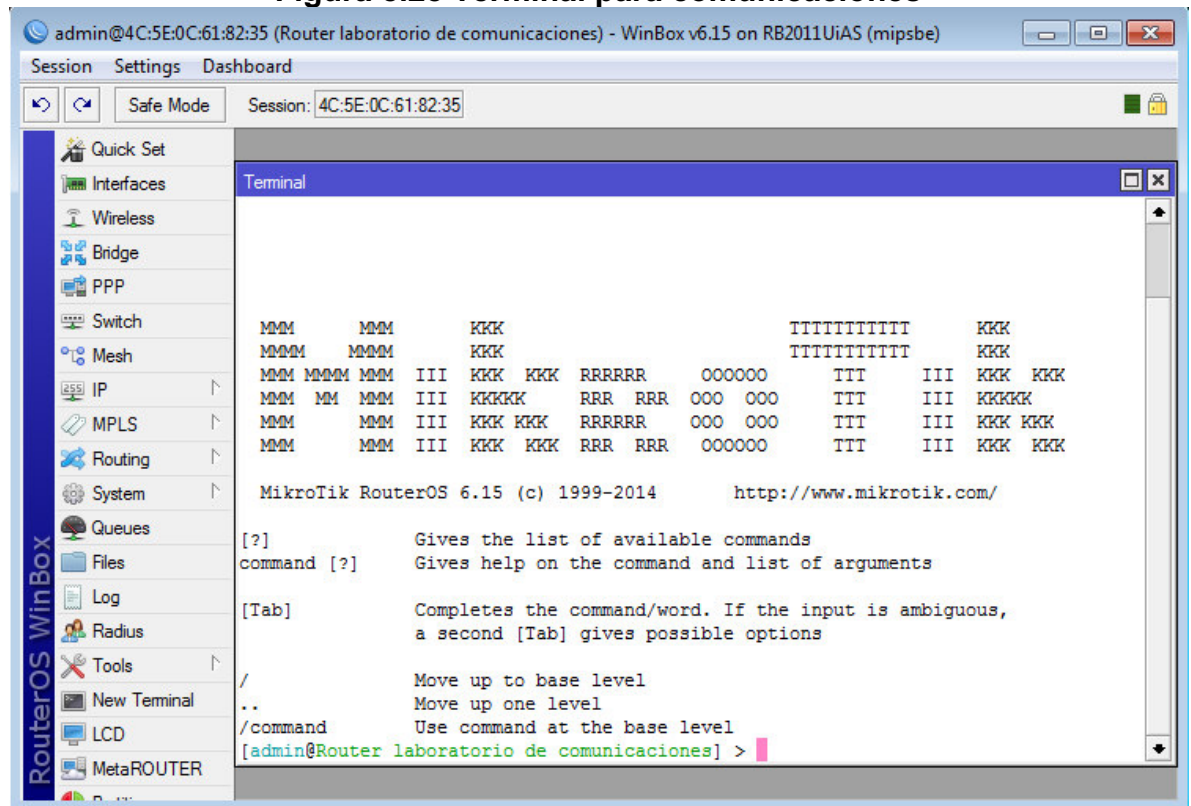
Figura 8.27 Interfaz Router comunicaciones



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Para empezar con la configuración se busca New terminal en el menú y se da clic **Figura 8.28**.

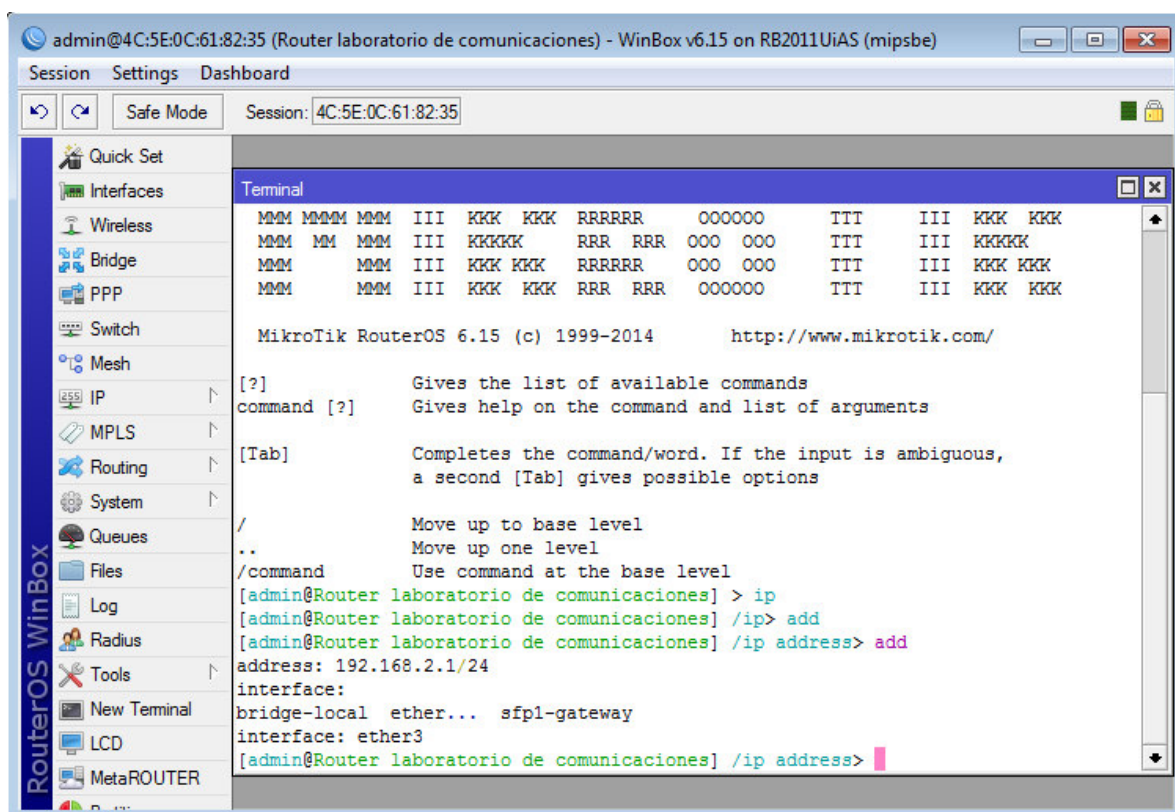
Figura 8.28 Terminal para comunicaciones



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Para empezar con la configuración se debe ingresar el comando **IP** ↵, se accede a las direcciones escribiendo **add** ↵ y para añadir una dirección IP se vuelve a escribir **add** ↵ la dirección para este caso es 192.168.2.1/24 en **interface** se escribe **ether 3** ya que se quiere guardar en el puerto 3 del Router **Figura 8.29**.

Figura 8.29 Primera IP Router comunicaciones



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Para ingresar la segunda IP se digita **add** ↵ y de una vez permitirá ingresar la segunda IP por estar en el nivel de direcciones, en este caso se digita 192.168.1.1/24 y la **interface** es **ether 4** **Figura 8.30**.

Figura 8.30 Segunda IP router comunicaciones

```
[admin@Router laboratorio de comunicaciones] /ip address> add
address: 192.168.1.1/24
interface: ether4
[admin@Router laboratorio de comunicaciones] /ip address>
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Estando en el nivel de direcciones (**address**) se digita **print** ↵ para comprobar las direcciones que fueron agregadas en los respectivos puertos **Figura 8.31**.

Figura 8.31 Lista de direcciones

```
[admin@Router laboratorio de comunicaciones] /ip address> print
Flags: X - disabled, I - invalid, D - dynamic
#   ADDRESS          NETWORK          INTERFACE
0   ;;; default configuration
    192.168.88.1/24    192.168.88.0     bridge-local
1   192.168.2.1/24     192.168.2.0      ether3
2   192.168.1.1/24     192.168.1.0      ether4
[admin@Router laboratorio de comunicaciones] /ip address> █
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Para retroceder al nivel inicial se usan 2 puntos “..” ↵ y el regresara a un nivel inferior como se muestra en la **Figura 8.32**.

Figura 8.32 Nivel inferior

```
[admin@Router laboratorio de comunicaciones] /ip address> ..
[admin@Router laboratorio de comunicaciones] /ip> ..
[admin@Router laboratorio de comunicaciones] > █
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Para configura el protocolo OSPF se deben añadir las redes en este caso Networks para que haya una conexión entre los diferentes puntos de los Router. Para eso se debe ingresar el comando **Routing** ↵, **ospf** ↵, **network**↵ y el comando usado para agregar una network es: **add network= dirección a ingresar** (192.168.2.0/24) y el **área** por defecto es **backbone** ↵ **Figura 8.33**.

Figura 8.33 Ingreso network 1 comunicaciones

```
[admin@Router laboratorio de comunicaciones] > routing
[admin@Router laboratorio de comunicaciones] /routing> ospf
[admin@Router laboratorio de comunicaciones] /routing ospf> network
[admin@Router laboratorio de comunicaciones] /routing ospf network> add network=192.68.2.0/2
4 area=backbone
[admin@Router laboratorio de comunicaciones] /routing ospf network> pr
Flags: X - disabled, I - invalid
#   NETWORK          AREA
0   192.68.2.0/24     backbone
[admin@Router laboratorio de comunicaciones] /routing ospf network> █
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Para agrega la segunda network solo se debe escribir el comando **add netwrok= dirección a ingresar** (192.168.1.0/24) y **área= backbone** que es el área por

defecto ↴ **Figura 8.34**. También se debe comprobar que las direcciones fueron agregadas correctamente y para esto se usa el comando **print** ↴.

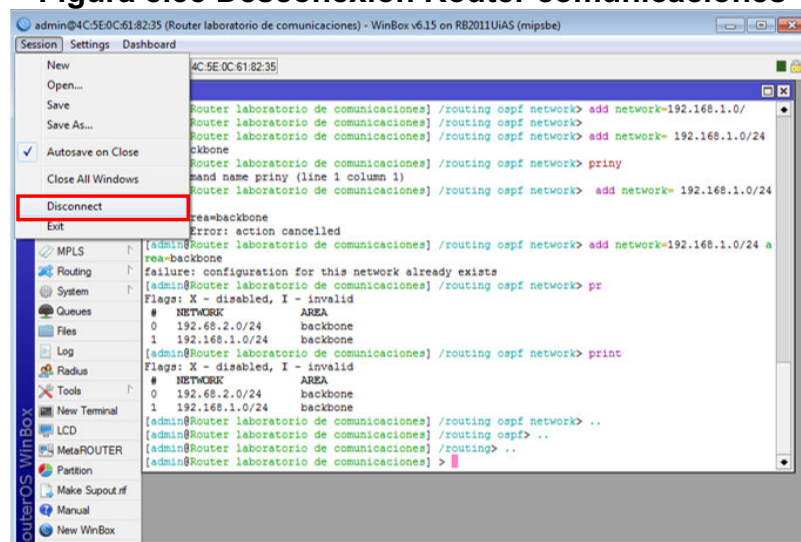
Figura 8.34 Ingreso network 2 y comprobación

```
[admin@Router laboratorio de comunicaciones] /routing ospf network> add network= 192.168.1.0/24
area=backbone
[admin@Router laboratorio de comunicaciones] /routing ospf network> print
Flags: X - disabled, I - invalid
#  NETWORK      AREA
0   192.68.2.0/24  backbone
1   192.168.1.0/24  backbone
[admin@Router laboratorio de comunicaciones] /routing ospf network>
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Al comprobar las configuraciones se procede a desconectar del Router del Laboratorio de comunicaciones ya que se comprobó que todo fue agregado correctamente, se busca en la ventana del Winbox la pestaña **Session** se da clic y luego en **Disconnect** **Figura 8.35**.

Figura 8.35 Desconexión Router comunicaciones

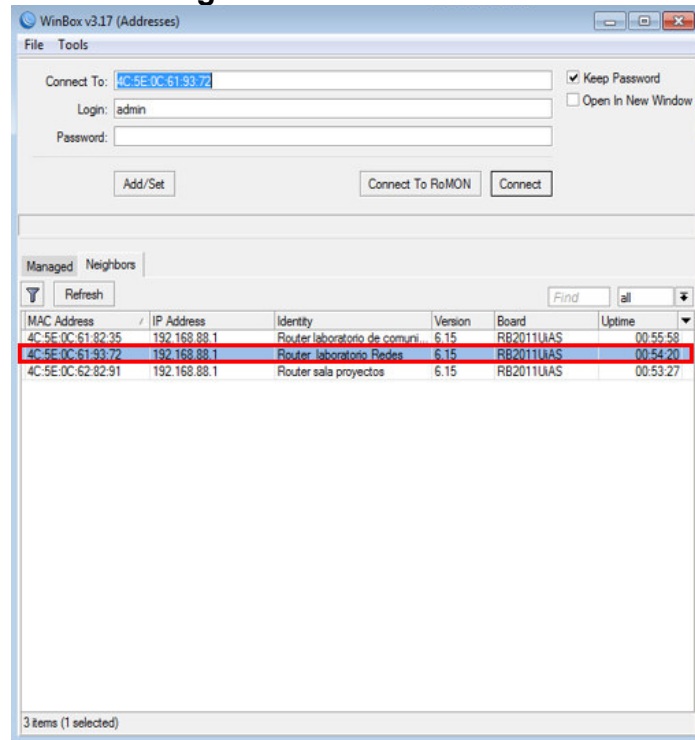


Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

8.6.4 Configuración Router Laboratorio de redes

Se da clic en la **MAC** del Router del laboratorio de redes y accede dando clic en **connect** *Figura 8.36*.

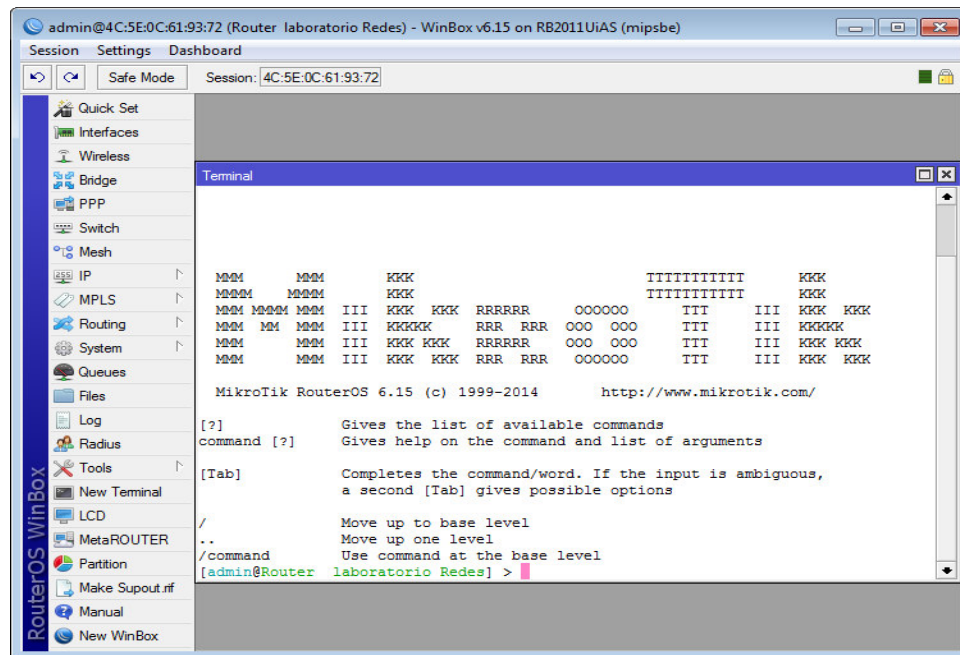
Figura 8.36 Inicio winbox



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Al tener acceso al Router y ingresar a su interfaz se debe buscar en el menu y dar clic en **New terminal** como se muestra en la *Figura 8.37*.

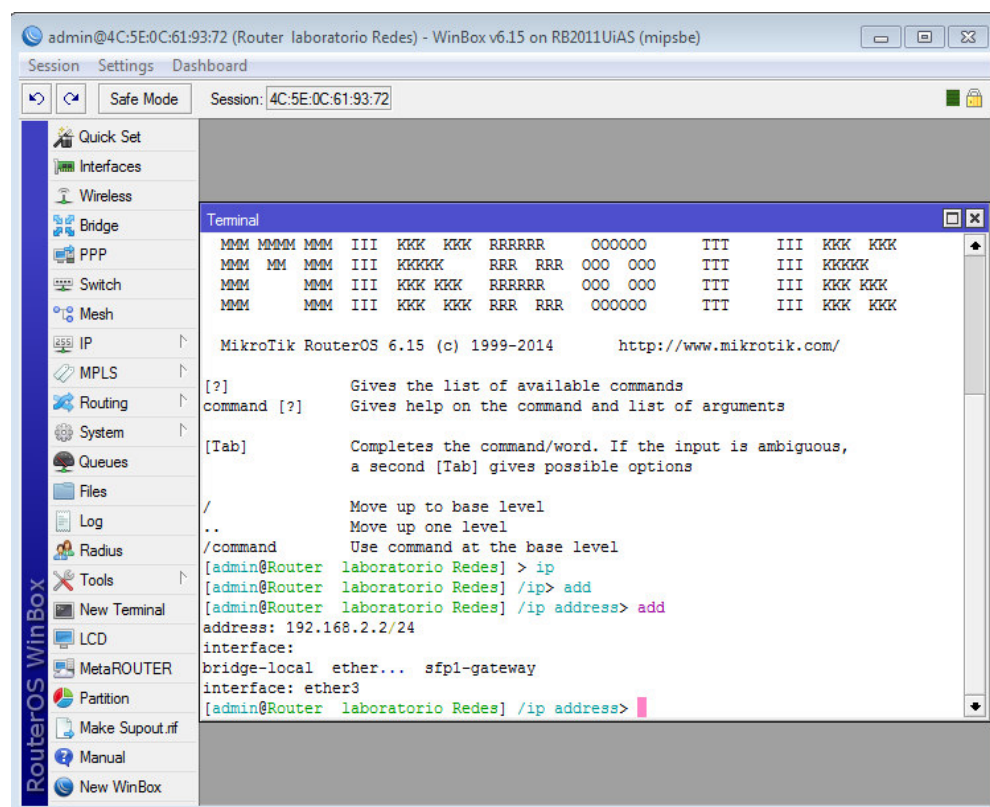
Figura 8.37 Terminal para redes



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Al entrar al New terminal se va a añadir la primera IP para empezar se debe escribir **ip**, se necesita acceder al nivel de direcciones así que se escribe **add** y de nuevo **add** para que despliegue la dirección IP que se quiere ingresar en este caso es 192.168.2.2/24 y la **interface** se guardara en el puerto **ether 3** como se muestra en la **Figura 8.38**.

Figura 8.38 Primera IP router redes



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Como ya se está en el nivel de IP solo se debe volver a escribir **add** y la dirección a agregar es 192.168.3.2/24 y luego se agrega la **interface** que en este caso es **ether4** **Figura 8.39**.

Figura 8.39 Segunda IP router redes

```
[admin@Router laboratorio Redes] /ip address> add
address: 192.168.3.2/24
interface: ether4
[admin@Router laboratorio Redes] /ip address>
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Para comprobar que las direcciones IP fueron correctamente agregadas se utiliza el comando **print** como lo muestra la **Figura 8.40** y ahí se puede evidenciar cada IP con su respectiva interfaz.

Figura 8.40 Lista de dirección para el router de redes


```
[admin@Router laboratorio Redes] /ip address>
[admin@Router laboratorio Redes] /ip address> print
Flags: X - disabled, I - invalid, D - dynamic
# ADDRESS NETWORK INTERFACE
0 ;;: default configuration
192.168.88.1/24 192.168.88.0 bridge-local
1 192.168.2.2/24 192.168.2.0 ether3
2 192.168.3.2/24 192.168.3.0 ether4
[admin@Router laboratorio Redes] /ip address>
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Como se encuentra en el nivel de IP se utilizan los “..” ↵ para regresar al nivel inicial de la CLI y cuando ya se esté en el nivel de comando inicial se escribirá **routing**↵, **ospf**↵ y por último **network** ↵ como se ve en la **Figura 8.41**.

Figura 8.41 Routing redes

```
[admin@Router laboratorio Redes] /ip address> ..
[admin@Router laboratorio Redes] /ip> ..
[admin@Router laboratorio Redes] >
[admin@Router laboratorio Redes] > routing
[admin@Router laboratorio Redes] /routing> ospf
[admin@Router laboratorio Redes] /routing ospf> network
[admin@Router laboratorio Redes] /routing ospf network>
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Para añadir la primera network se debe escribir en el CLI **add network=** 192.168.2.0/24 y el área es **backbone** ↵ **Figura 8.42**. Para ver la dirección agregada se utiliza el comando **print**↵ y se va comprobando el proceso.

Figura 8.42 Ingreso network 1 redes

```
[admin@Router laboratorio Redes] /routing ospf network> add network=192.168.2.0/2
4 area=backbone
[admin@Router laboratorio Redes] /routing ospf network> print
Flags: X - disabled, I - invalid
# NETWORK AREA
0 192.168.2.0/24 backbone
[admin@Router laboratorio Redes] /routing ospf network>
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Para agregar la segunda network se repite el paso escribiendo el comando de **add network= 192.168.3.0/24 area = backbone.** y siguiente a eso se digita **print.** para comprobar la red como se muestra en la **Figura 8.43**.

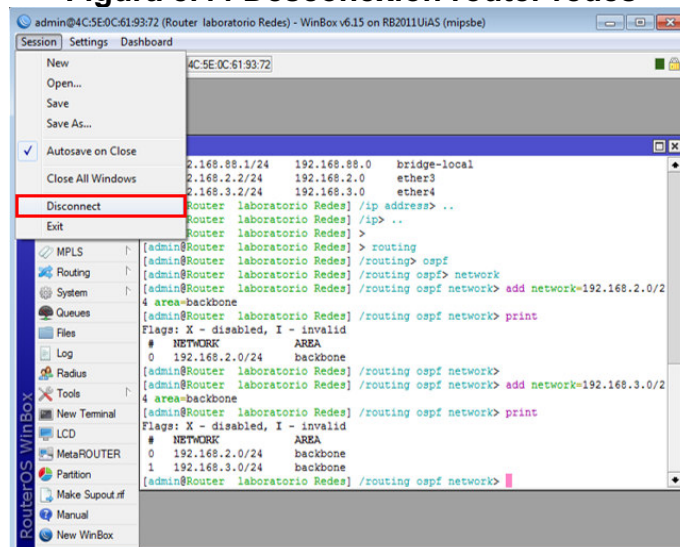
Figura 8.43 Ingreso network 2 redes

```
[admin@Router laboratorio Redes] /routing ospf network>
[admin@Router laboratorio Redes] /routing ospf network> add network=192.168.3.0/2
4 area=backbone
[admin@Router laboratorio Redes] /routing ospf network> print
Flags: X - disabled, I - invalid
# NETWORK AREA
0 192.168.2.0/24 backbone
1 192.168.3.0/24 backbone
[admin@Router laboratorio Redes] /routing ospf network>
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Hechos los pasos anteriores se debe desconectar del Router del laboratorio de redes para programar el siguiente Router, para hacer esto se debe buscar en la ventana la pestaña **session** dar clic y luego en **disconnect** como se muestra en la **Figura 8.44**.

Figura 8.44 Desconexión router redes

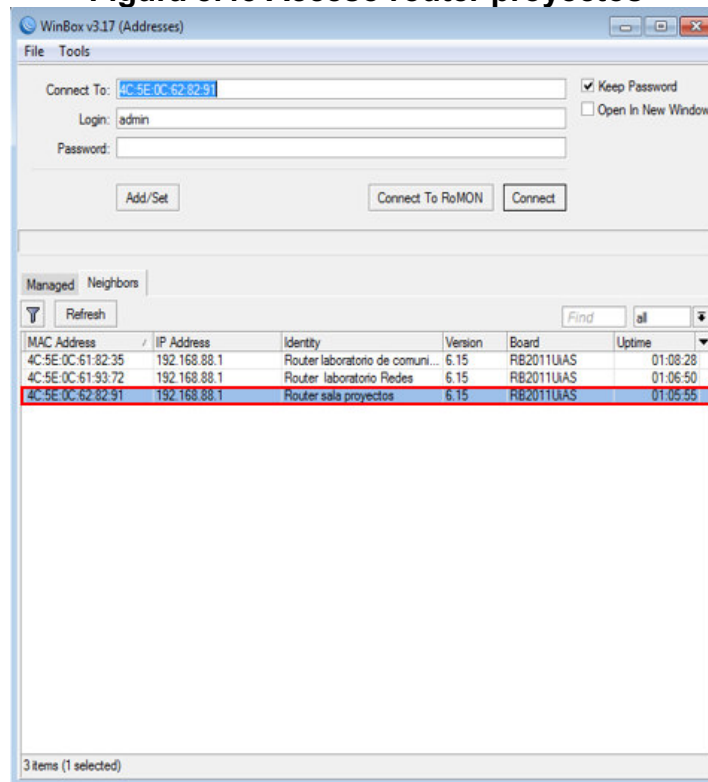


Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

8.6.5 Configuración Router sala de proyectos

Al salir del anterior Router se debe ahora acceder al Router de la sala de proyectos, se da clic en la **MAC** del Router y en **connect** **Figura 8.45**.

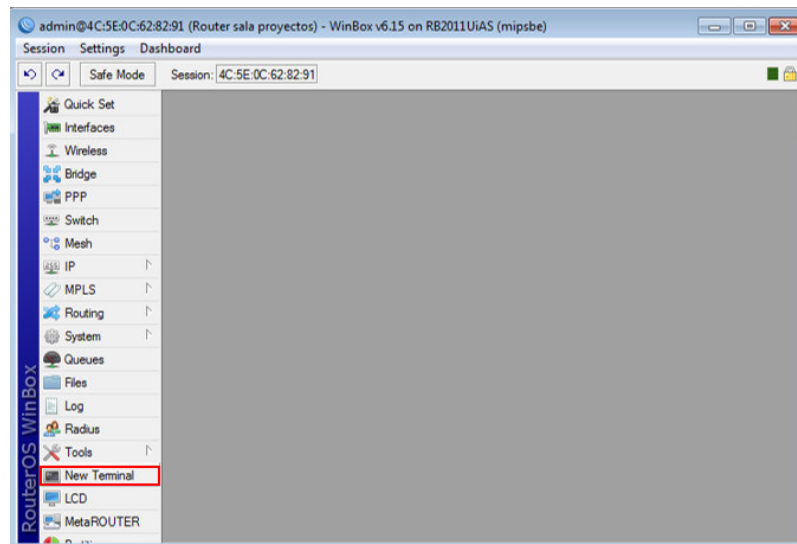
Figura 8.45 Acceso router proyectos



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Al darle en **connect** se accede a la interfaz del Router y se busca en el menú **New terminal** y se accede a la CLI de la sala de proyectos como se muestra en la **Figura 8.46**.

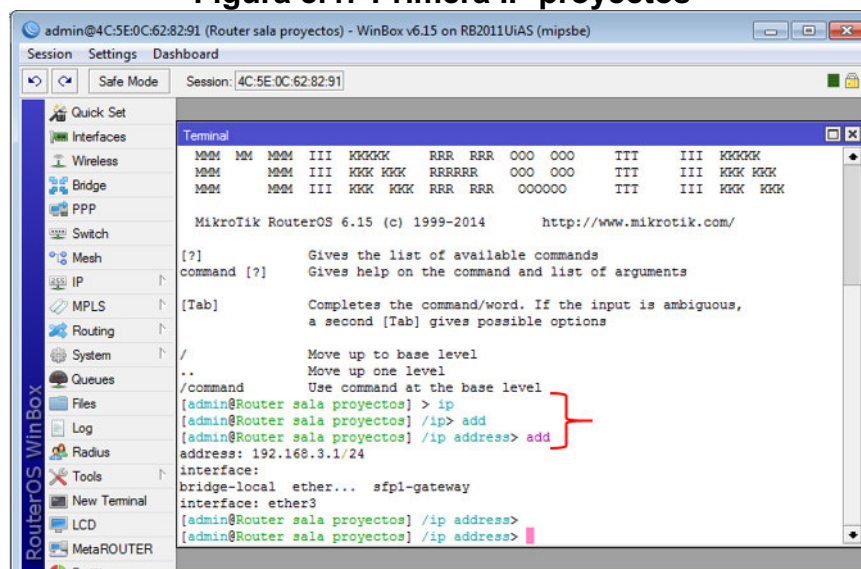
Figura 8.46 Interfaz router proyectos



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Al dar clic en el New terminal se procede a agregar la dirección IP, se debe ingresar **ip.**, **add.** y de nuevo **add.** cuando aparezca **address** se escribe 192.168.3.1/24. y se agrega en la **interface ether3** como se muestra en la **Figura 8.47**.

Figura 8.47 Primera IP proyectos



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Como ya se encuentra en el nivel de IP para agregar la segunda IP solo se debe escribir **add** ↵ y escribir la dirección a agregar 192.168.1.2/24 ↵ y la **interface ether4** **Figura 8.48.**

Figura 8.48 Segunda ip proyectos

```
[admin@Router sala proyectos] /ip address>
[admin@Router sala proyectos] /ip address> add
address: 192.168.1.2/24
interface: ether4
[admin@Router sala proyectos] /ip address>
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Para comprobar que las IP se asignaron correctamente se debe digitar **print** ↵ **Figura 8.49.**

Figura 8.49 Lista de direcciones router proyectos

```
[admin@Router sala proyectos] /ip address>
[admin@Router sala proyectos] /ip address> print
Flags: X - disabled, I - invalid, D - dynamic
#  ADDRESS          NETWORK    INTERFACE
0  ;;: default configuration
   192.168.88.1/24    192.168.88.0  bridge-local
1  192.168.3.1/24     192.168.3.0   ether3
2  192.168.1.2/24     192.168.1.0   ether4
[admin@Router sala proyectos] /ip address>
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Para volver al nivel inicial se debe escribir “..” ↵ y de nuevo “..” ↵ y escribir **routing** ↵, **ospf** ↵ y **network** ↵ **Figura 8.50.**

Figura 8.50 Routing sala proyectos

```
[admin@Router sala proyectos] /ip address> ..
[admin@Router sala proyectos] /ip> ..
[admin@Router sala proyectos] > routing
[admin@Router sala proyectos] /routing> ospf
[admin@Router sala proyectos] /routing ospf> network
[admin@Router sala proyectos] /routing ospf network>
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Como ya se ingreso al nivel de **routing network** ahora se debe escribir el comando para el ingreso de la primera network **add network=192.168.3.0/24 area=backbone** ↵ y se digita **print** ↵ para comprobar el ingreso como se muestra en la **Figura 8.51**.

Figura 8.51 Ingreso network 1 proyectos

```
[admin@Router sala proyectos] /routing ospf network>
[admin@Router sala proyectos] /routing ospf network> add network=192.168.3.0/24 ar
ea=backbone
[admin@Router sala proyectos] /routing ospf network> print
Flags: X - disabled, I - invalid
#  NETWORK          AREA
0   192.168.3.0/24   backbone
[admin@Router sala proyectos] /routing ospf network>
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Para añadir la segunda network se debe ingresar el mismo comando **add network=192.168.1.0/24 area=backbone** ↵ y se digita **print** ↵ para ver las redes que se agregaron **Figura 8.52**.

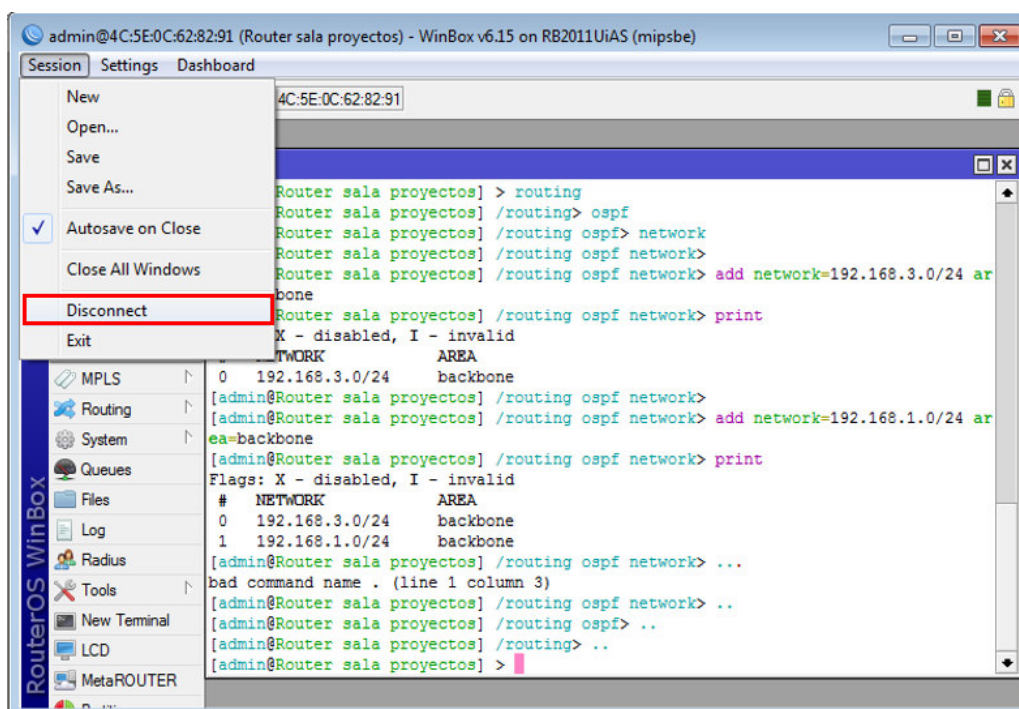
Figura 8.52 Ingreso network 2 proyectos

```
[admin@Router sala proyectos] /routing ospf network>
[admin@Router sala proyectos] /routing ospf network> add network=192.168.1.0/24 ar
ea=backbone
[admin@Router sala proyectos] /routing ospf network> print
Flags: X - disabled, I - invalid
#  NETWORK          AREA
0   192.168.3.0/24   backbone
1   192.168.1.0/24   backbone
[admin@Router sala proyectos] /routing ospf network>
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se busca la pestaña **session** se da clic y luego en **disconnect** **Figura 8.53**.

Figura 8.53 Desconexión router proyectos



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

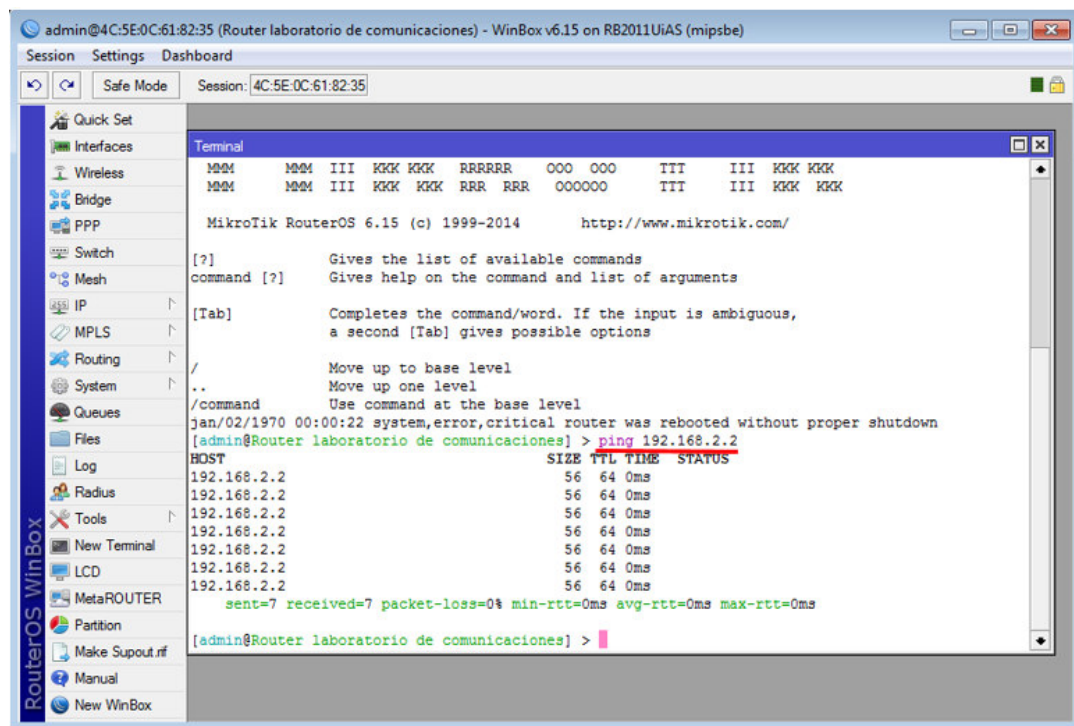
8.6.6 Pruebas de conexión

En este punto se deberá seleccionar un Router para empezar con las pruebas de conexión en este casi se selección el Router de laboratorio de comunicaciones para empezar con las pruebas de conexión

Como se realizó anteriormente se accede al Router de comunicaciones **Figura 8.26**.

Cuando se ingrese a la interfaz del Router se busca en el menú el **New terminal** y se escribe ping 192.168.2.2, este ping es desde el Router de comunicaciones al Router de redes **Figura 8.54**.

Figura 8.54 Ping comunicaciones a redes



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Como el Router de redes está conectado a dos puertos entonces se debe mandar ping a la segunda dirección IP, se escribe **ping** 192.168.3.2 ↵ **Figura 8.55**.

Figura 8.55 Ping de comunicaciones a redes 2

```
[admin@Router laboratorio de comunicaciones] > ping 192.168.3.2
HOST                               SIZE TTL TIME  STATUS
192.168.3.2                         56  63 1ms
192.168.1.2                         84  64 0ms  redirect host
192.168.3.2                         56  63 0ms
192.168.1.2                         84  64 0ms  redirect host
192.168.3.2                         56  63 2ms
192.168.1.2                         84  64 0ms  redirect host
192.168.3.2                         56  63 0ms
192.168.1.2                         84  64 0ms  redirect host
192.168.3.2                         56  63 2ms
192.168.1.2                         84  64 0ms  redirect host
192.168.3.2                         56  63 0ms
sent=6 received=6 packet-loss=0% min-rtt=0ms avg-rtt=0ms max-rtt=2ms
[admin@Router laboratorio de comunicaciones] >
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Lo siguiente es hacer ping a las direcciones IP que se guardaron en el Router de la sala de proyectos, para empezar, se va a escribir **ping** 192.168.3.1 ↵ **Figura 8.56**

Figura 8.56 Ping de comunicaciones a sala de proyectos

```
[admin@Router laboratorio de comunicaciones] > ping 192.168.3.1
HOST                               SIZE TTL TIME  STATUS
192.168.3.1                        56  64 0ms
192.168.3.1                        56  64 0ms
192.168.3.1                        56  64 0ms
192.168.3.1                        56  64 0ms
192.168.3.1                        56  64 0ms
192.168.3.1                        56  64 0ms
192.168.3.1                        56  64 0ms
sent=7 received=7 packet-loss=0% min-rtt=0ms avg-rtt=0ms max-rtt=0ms

[admin@Router laboratorio de comunicaciones] > █
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

El siguiente ping es a la segunda dirección IP que está asignada en la sala de proyectos, se escribirá **ping** 192.168.1.2 ↵ **Figura 8.57**.

Figura 8.57 Ping de comunicaciones a sala de proyectos 2

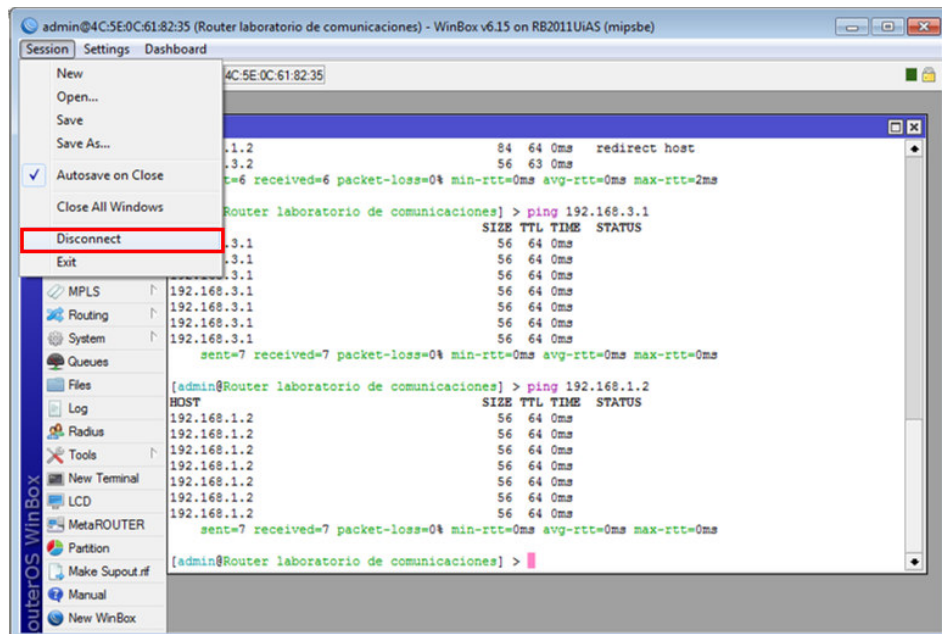
```
[admin@Router laboratorio de comunicaciones] > ping 192.168.1.2
HOST                               SIZE TTL TIME  STATUS
192.168.1.2                        56  64 0ms
192.168.1.2                        56  64 0ms
192.168.1.2                        56  64 0ms
192.168.1.2                        56  64 0ms
192.168.1.2                        56  64 0ms
192.168.1.2                        56  64 0ms
192.168.1.2                        56  64 0ms
sent=7 received=7 packet-loss=0% min-rtt=0ms avg-rtt=0ms max-rtt=0ms

[admin@Router laboratorio de comunicaciones] > █
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se debe cerrar sesión para esto es necesario buscar la pestaña **session**, se da clic y en **disconnect** **Figura 8.58**.

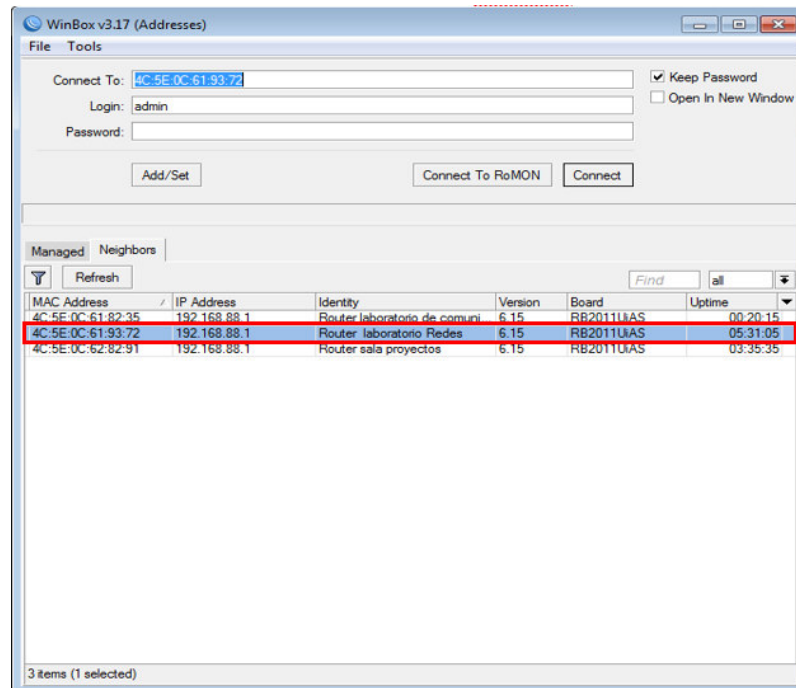
Figura 8.58 Desconexión router comunicaciones 2



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Para terminar la prueba de conexión se hará **ping** de redes a sala de proyectos ya que es la comunicación que falta comprobar para ver que la red se encuentra en total funcionamiento. Se dará clic en la **MAC** del router del laboratorio de redes y luego en **connect** como se ve en la **Figura 8.59**.

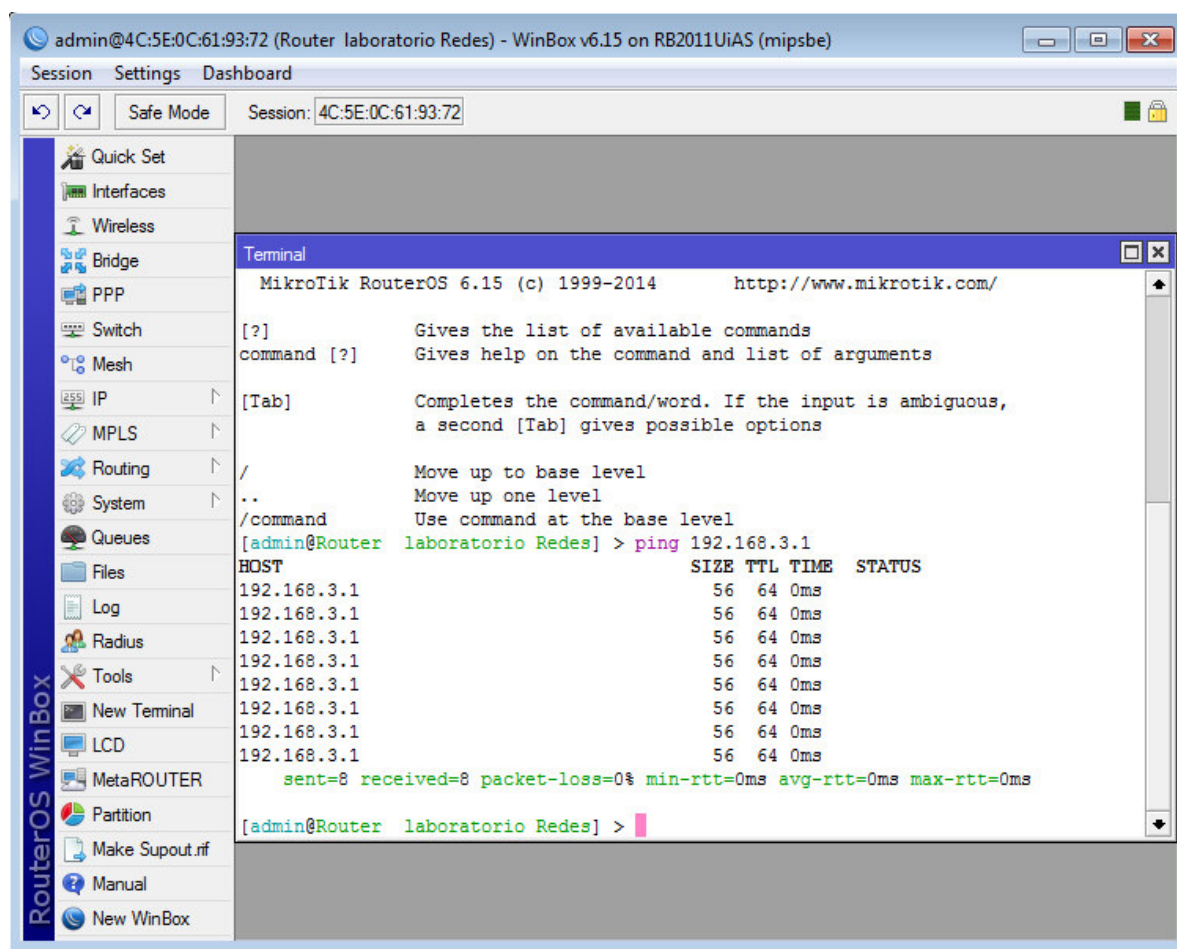
Figura 8.59 Acceso router redes



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Como primer paso se accede al **New Terminal** y ya en la interfaz de comando CLI se escribe **ping** 192.168.3.1↵ y se comprueba la conexión como se muestra en la **Figura 8.60**.

Figura 8.60 Ping redes a sala de proyectos



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Para hacer ping a la segunda dirección IP configurada en el Router de la sala de proyectos se debe escribir **ping** 192.168.1.2 ↵ y ver que se envían y reciben todos los paquetes **Figura 8.61**

Figura 8.61 Ping redes a sala de proyectos 2

```
[admin@Router laboratorio Redes] > ping 192.168.1.2
HOST                SIZE TTL TIME  STATUS
192.168.1.2         56  64 0ms
192.168.1.2         56  64 0ms
192.168.1.2         56  64 0ms
192.168.1.2         56  64 0ms
192.168.1.2         56  64 0ms
192.168.1.2         56  64 0ms
192.168.1.2         56  64 0ms
sent=7 received=7 packet-loss=0% min-rtt=0ms avg-rtt=0ms max-rtt=0ms

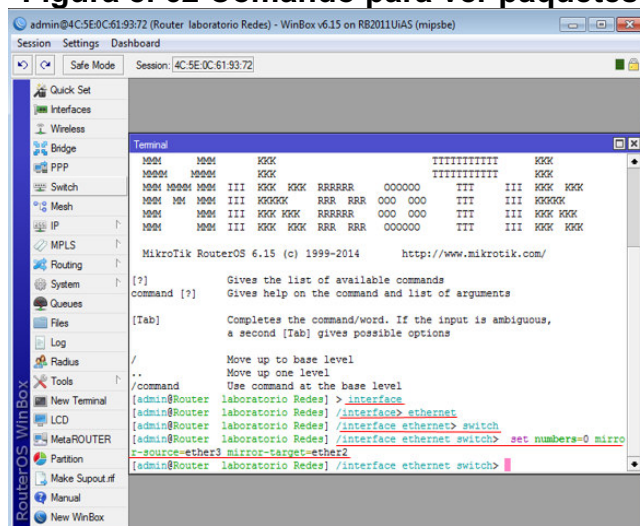
[admin@Router laboratorio Redes] >
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Hecho todos los pasos anteriores y de haber cumplido con todas las pruebas de conexión se entiende que la programación, conexión y comunicación entre los Router está funcionando correctamente, el siguiente paso es tomar captura de los paquetes que se envían y simular una desconexión para ver cómo se comportan los router.

Desde el Router del laboratorio de redes que es en el que se estaban haciendo los pings ahora se va a escribir un comando que es necesario para ver el tráfico de datos. Se debe escribir en la CLI **interface**, **ethernet**, **switch** al estar en el nivel **/interface ethernet swtich>** se escribe **set numbers=0 mirror-source=ether3 mirror-target=2** **Figura 8.62**; este comando quiere decir que todo el tráfico que pase por el puerto **ether3** se vea desde el puerto **ether2** que es al que se ha conectado el usuario.

Figura 8. 62 Comando para ver paquetes



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Para comprobar que el comando antes digitado se ha aceptado en el Router es necesario escribir **print** como se muestra en la **Figura 8.63** al comprobar se puede cerrar la sesión ya que se dará el salto a analizar los paquetes y para eso es necesario otro software.

Figura 8.63 Mirror

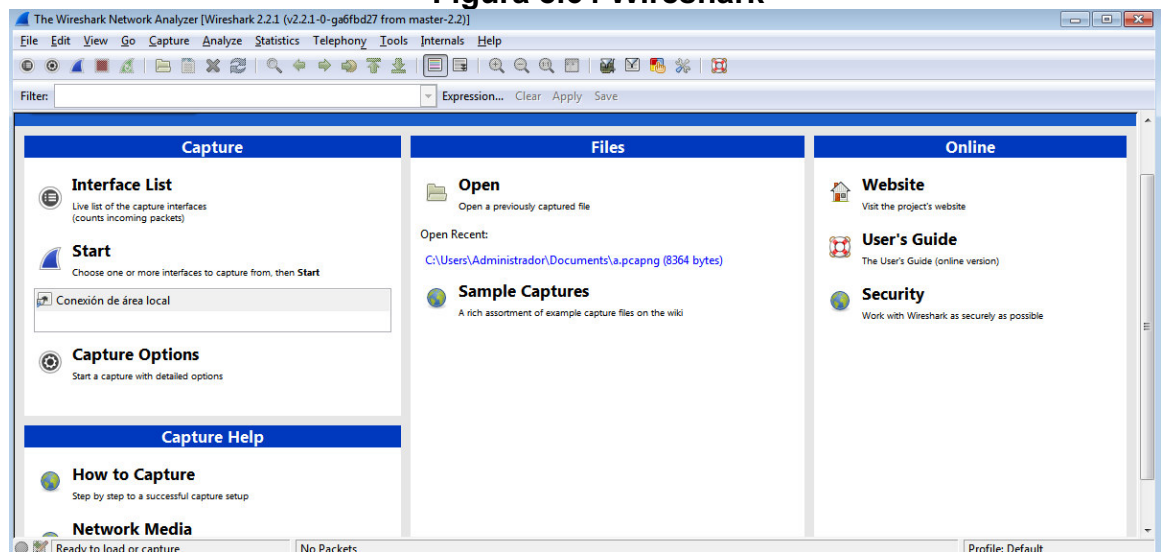
```
[admin@Router laboratorio Redes] /interface ethernet switch> print
Flags: I - invalid
#  NAME      TYPE      MIRROR-SOURCE  MIRROR-TARGET  SWITCH-ALL-PORTS
0  switch1   Atheros-8327  ether3          ether2
1  switch2   Atheros-8227  none            none
[admin@Router laboratorio Redes] /interface ethernet switch>
```

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

8.6.7 Analizador de paquetes (wireshark)

Al comprobar esos pasos ahora se debe abrir el software wireshark y empezar a capturar los paquetes dando clic en el botón azul como se muestra en la **Figura 8.64** que pasan por la red local del computador.

Figura 8.64 Wireshark



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Se debe dejar que capture bastantes paquetes y después de un tiempo, cuando ya se hayan capturado bastantes paquetes se procede a hacer una desconexión física en el Router de comunicaciones, específicamente se desconecta el cable conectado en el puerto **ether4** **Figura 8.65**, esto para que en el analizador aparezca el comportamiento de la conexión, después de eso se para la toma de paquetes **Figura 8.66** para así poder analizarlos y ver si el protocolo está funcionando y evidenciándose en nuestra tarjeta de red.

Figura 8.65 Desconexión física ether 4



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Figura 8.66 Paquetes

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	192.168.3.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
2	0.000002	192.168.1.2	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
3	1.061994	192.168.2.2	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet
4	1.061995	192.168.3.2	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
5	1.581250	Routerbo_61:82:35	Spanning-tree-for...	STP	60	RST, Root = 32768/8/4c15e0c61:82:35 Cost = 0 Port = 0x8005
6	3.048840	192.168.88.1	255.255.255.255	MNDP	161	5678 - 5678 Len=119
7	3.048956	Routerbo_61:93:72	CDP/VTP/DTP/PagP/U...	CDP	116	Device ID: Router laboratorio Redes Port ID: bridge-local
8	3.536554	Routerbo_61:82:35	Spanning-tree-for...	STP	60	RST, Root = 32768/8/4c15e0c61:82:35 Cost = 0 Port = 0x8005
9	3.547053	192.168.88.254	192.168.88.1	DNS	80	Standard query 0x3d7 A ping3.teamviewer.com
10	3.548059	192.168.88.1	192.168.88.254	DNS	80	Standard query response 0x3d7 Server failure A ping3.teamviewer.com
11	5.573953	Routerbo_61:82:35	Spanning-tree-for...	STP	60	RST, Root = 32768/8/4c15e0c61:82:35 Cost = 0 Port = 0x8005
12	7.576188	Routerbo_61:82:35	Spanning-tree-for...	STP	60	RST, Root = 32768/8/4c15e0c61:82:35 Cost = 0 Port = 0x8005
13	7.784201	192.168.1.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
14	9.371104	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-T...	64	4c15e0c61:93:72 > 34:17:eb:b2:58:36 Direction: Server->Client Type: Acknowled
15	9.578373	Routerbo_61:82:35	Spanning-tree-for...	STP	60	RST, Root = 32768/8/4c15e0c61:82:35 Cost = 0 Port = 0x8005
16	10.000963	192.168.3.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
17	10.000965	192.168.1.2	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
18	11.063052	192.168.3.2	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
19	11.063053	192.168.2.2	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet
20	11.588723	Routerbo_61:82:35	Spanning-tree-for...	STP	60	RST, Root = 32768/8/4c15e0c61:82:35 Cost = 0 Port = 0x8005
21	12.549409	192.168.88.254	192.168.88.1	DNS	80	Standard query 0xbbe9 A ping3.teamviewer.com
22	12.550450	192.168.88.1	192.168.88.254	DNS	80	Standard query response 0xbbe9 Server failure A ping3.teamviewer.com
23	13.255745	192.168.88.254	255.255.255.255	MAC-T...	121	34:17:eb:b2:58:36 > 4c15e0c61:93:72 Direction: Client->Server Type: Data
24	13.256356	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-T...	64	4c15e0c61:93:72 > 34:17:eb:b2:58:36 Direction: Server->Client Type: Acknowled
25	13.256927	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-T...	122	4c15e0c61:93:72 > 34:17:eb:b2:58:36 Direction: Server->Client Type: Data
26	13.257214	192.168.88.254	255.255.255.255	MAC-T...	64	34:17:eb:b2:58:36 > 4c15e0c61:93:72 Direction: Client->Server Type: Acknowled
27	13.582908	Routerbo_61:82:35	Spanning-tree-for...	STP	60	RST, Root = 32768/8/4c15e0c61:82:35 Cost = 0 Port = 0x8005
28	15.451868	192.168.88.254	217.146.4.132	TCP	60	64365 -> 5938 [SYN] Seq=0 Win=65535 Len=0 MSS=1460 WS=4 SACK_PERM=1
29	15.452275	192.168.88.1	192.168.88.254	ICMP	94	Destination unreachable (Network unreachable)
30	15.585126	Routerbo_61:82:35	Spanning-tree-for...	STP	60	RST, Root = 32768/8/4c15e0c61:82:35 Cost = 0 Port = 0x8005
31	17.184778	192.168.88.254	255.255.255.255	MAC-T...	125	34:17:eb:b2:58:36 > 4c15e0c61:93:72 Direction: Client->Server Type: Data
32	17.185438	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-T...	64	4c15e0c61:93:72 > 34:17:eb:b2:58:36 Direction: Server->Client Type: Acknowled
33	17.188730	0.0.0.0	255.255.255.255	MAC-T...	410	4c15e0c61:93:72 > 34:17:eb:b2:58:36 Direction: Server->Client Type: Data
34	17.188806	192.168.88.364	255.255.255.255	MAC-T...	64	34:17:eb:b2:58:36 > 4c15e0c61:93:72 Direction: Client->Server Type: Acknowled

▶ Frame 1: 82 bytes on wire (656 bits), 82 bytes captured (656 bits) on interface 0
 ▶ Ethernet II, Src: Routerbo_62:82:91 (4c15e0c62:82:91), Dst: IPv4mcast_05 (01:00:5e:00:00:05)
 ▶ Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.3.1, Dst: 224.0.0.5
 ▶ Open Shortest Path First

captura_paquetes_ether3_ether2_desde_reds.pcapng Packets: 721 - Displayed: 721 (100.0%) Profile: Default

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Después de parar la captura se va a aplicar un filtro para solo ver el protocolo OSPF como se muestra en la **Figura 8.67** y se evidencia que las IP guardadas en los diferentes Router están mandando los paquetes **Hello** estos sirven para mantener la adyacencia entre los Router vecinos como se quería configurar desde el inicio de la práctica.

Figura 8.67 Paquetes Hello

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	192.168.1.1	224.0.0.5	OSPF	8	LS Hello Packet
2	0.000002	192.168.1.2	224.0.0.5	OSPF	8	Hello Packet
3	1.061994	192.168.2.2	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet
4	1.061995	192.168.3.2	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
13	7.784201	192.168.1.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
16	10.000963	192.168.3.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
17	10.000965	192.168.1.2	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
18	11.063052	192.168.3.2	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
19	11.063053	192.168.2.2	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet
26	17.781387	192.168.1.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
42	20.004543	192.168.1.2	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
43	20.004545	192.168.3.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
46	21.066672	192.168.2.2	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
47	21.066673	192.168.2.2	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet
64	27.786655	192.168.1.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
69	29.999861	192.168.3.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
70	29.999863	192.168.1.2	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
71	31.061349	192.168.3.2	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
72	31.061495	192.168.2.2	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet
88	37.782106	192.168.1.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
112	40.005270	192.168.3.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
113	40.005272	192.168.1.2	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
132	47.784289	192.168.1.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
136	49.996635	192.168.1.2	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
137	49.996677	192.168.3.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
150	57.787386	192.168.1.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
157	60.000553	192.168.3.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
158	60.000554	192.168.1.2	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
182	67.784830	192.168.1.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
184	69.997573	192.168.1.2	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
185	69.997575	192.168.3.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
109	70.780472	192.168.1.2	224.0.0.5	OSPF	110	LS Update
190	71.061783	192.168.3.2	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
191	71.061818	192.168.3.2	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet

Frame 1: 82 bytes on wire (656 bits), 82 bytes captured (656 bits) on interface 0
Ethernet II, Src: Routerbo_62:82:91 (4c:5e:0c:62:82:91), Dst: IPv4mcast_05 (01:00:5e:00:00:05)
Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.3.1, Dst: 224.0.0.5
Open Shortest Path First

Packets: 721 - Displayed: 172 (23.9%)

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Para ver el comportamiento de la desconexión se debe mirar los paquetes que aparecen en negro como se muestra en la **Figura 8.68**. Ahí se tienen los paquetes que se muestran en el momento que hay una desconexión en el protocolo OSPF por ejemplo el paquete **LS Update** es cuando el enlace-estado busca una actualización porque se interrumpió un camino y las adyacencias no están completándose. El paquete **LSAck** se envía para notificar que el Router recibió un **LSU** y cuando esto pasa el protocolo se actualiza para que la conexión se establezca **Figura 8.69** y funcione de igual manera haciendo llegar los paquetes a todos los Router vecinos.

Figura 8.68 Paquetes LSU y LSAck

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
184	69.997573	192.168.1.2	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
185	69.997575	192.168.3.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
189	70.730472	192.168.1.2	224.0.0.5	OSPF	118	LS Update
190	71.061783	192.168.3.2	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
191	71.061910	192.168.2.2	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet
193	71.733184	192.168.2.2	224.0.0.5	OSPF	78	LS Acknowledge
195	74.900772	192.168.3.2	224.0.0.5	OSPF	94	LS Update
196	74.999399	192.168.1.2	224.0.0.5	OSPF	94	LS Update
197	75.000091	192.168.1.2	224.0.0.5	OSPF	158	LS Update
198	75.000092	192.168.3.1	224.0.0.5	OSPF	110	LS Update
199	75.000803	192.168.3.2	224.0.0.5	OSPF	142	LS Update
201	75.992120	192.168.3.2	224.0.0.5	OSPF	78	LS Acknowledge
202	76.002584	192.168.1.1	224.0.0.5	OSPF	118	LS Acknowledge
203	76.002595	192.168.3.1	224.0.0.5	OSPF	98	LS Acknowledge
205	77.706496	192.168.1.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
210	79.999998	192.168.3.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
211	80.000038	192.168.1.2	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
212	81.061969	192.168.3.2	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
213	81.061970	192.168.2.2	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet
216	85.008445	192.168.1.2	224.0.0.5	OSPF	142	LS Update
218	85.990109	192.168.3.2	224.0.0.5	OSPF	78	LS Acknowledge
219	86.010516	192.168.1.1	224.0.0.5	OSPF	98	LS Acknowledge
220	86.010563	192.168.3.1	224.0.0.5	OSPF	98	LS Acknowledge
222	87.704703	192.168.1.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
226	89.997368	192.168.1.2	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
227	89.997407	192.168.3.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
228	91.069381	192.168.2.2	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet
229	91.069382	192.168.3.2	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
237	97.705957	192.168.1.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
240	99.999471	192.168.3.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
241	99.999472	192.168.1.2	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
242	101.061429	192.168.2.2	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet
243	101.061468	192.168.3.2	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
251	107.699894	192.168.1.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
254	110.002548	192.168.3.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
255	110.002587	192.168.1.2	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
256	111.064555	192.168.3.2	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
257	111.064557	192.168.2.2	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet
269	117.703446	192.168.1.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
272	119.996864	192.168.1.2	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
273	119.996904	192.168.3.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
274	121.068877	192.168.2.2	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet
275	121.068878	192.168.3.2	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
288	127.706879	192.168.1.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
291	130.000303	192.168.1.2	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
292	130.000304	192.168.3.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
293	131.062325	192.168.2.2	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet
294	131.062327	192.168.3.2	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
300	137.710797	192.168.1.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
303	140.004428	192.168.3.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
304	140.004429	192.168.1.2	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
305	141.066422	192.168.3.2	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
306	141.066424	192.168.2.2	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet

▶ Frame 195: 94 bytes on wire (752 bits), 94 bytes captured (752 bits) on interface 0
 ▶ Ethernet II, Src: Routerbo_61:93:72 (4c:5e:8c:61:93:72), Dst: IPv4mcast_05 (01:00:5e:00:00:05)
 ▶ Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.3.2, Dst: 224.0.0.5
 ▶ Open Shortest Path First

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Figura 8.69 Estabilización de paquetes

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
216	85.008445	192.168.1.2	224.0.0.5	OSPF	142	LS Update
218	85.990109	192.168.3.2	224.0.0.5	OSPF	78	LS Acknowledge
219	86.010516	192.168.1.1	224.0.0.5	OSPF	98	LS Acknowledge
220	86.010563	192.168.3.1	224.0.0.5	OSPF	98	LS Acknowledge
222	87.704703	192.168.1.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
226	89.997368	192.168.1.2	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
227	89.997407	192.168.3.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
228	91.069381	192.168.2.2	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet
229	91.069382	192.168.3.2	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
237	97.705957	192.168.1.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
240	99.999471	192.168.3.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
241	99.999472	192.168.1.2	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
242	101.061429	192.168.2.2	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet
243	101.061468	192.168.3.2	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
251	107.699894	192.168.1.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
254	110.002548	192.168.3.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
255	110.002587	192.168.1.2	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
256	111.064555	192.168.3.2	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
257	111.064557	192.168.2.2	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet
269	117.703446	192.168.1.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
272	119.996864	192.168.1.2	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
273	119.996904	192.168.3.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
274	121.068877	192.168.2.2	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet
275	121.068878	192.168.3.2	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
288	127.706879	192.168.1.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
291	130.000303	192.168.1.2	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
292	130.000304	192.168.3.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
293	131.062325	192.168.2.2	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet
294	131.062327	192.168.3.2	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
300	137.710797	192.168.1.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
303	140.004428	192.168.3.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
304	140.004429	192.168.1.2	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
305	141.066422	192.168.3.2	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
306	141.066424	192.168.2.2	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet

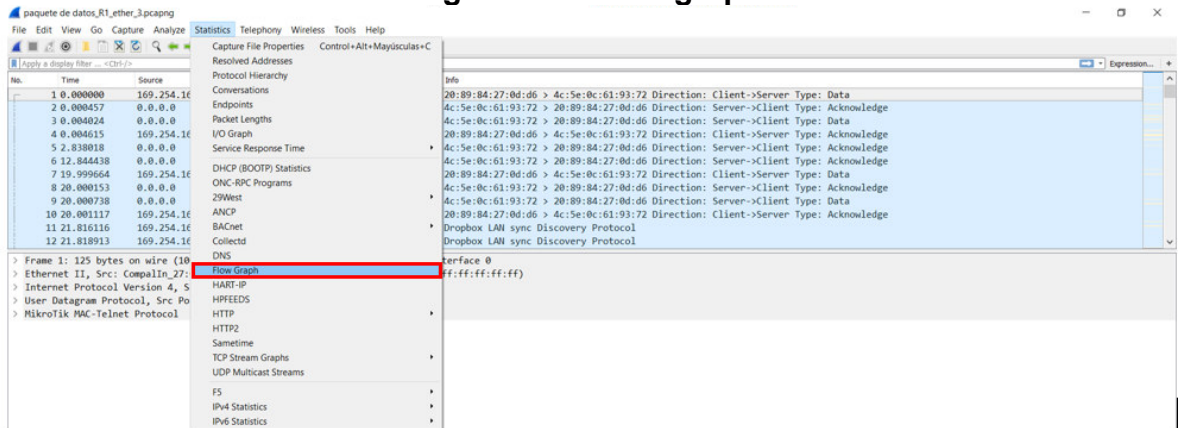
▶ Frame 618: 82 bytes on wire (656 bits), 82 bytes captured (656 bits) on interface 0
 ▶ Ethernet II, Src: Routerbo_61:93:72 (4c:5e:8c:61:93:72), Dst: IPv4mcast_05 (01:00:5e:00:00:05)
 ▶ Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.3.2, Dst: 224.0.0.5
 ▶ Open Shortest Path First

Se estabilizan al comprobar que se recibió un LSU

Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

Para ver la gráfica de los paquetes que se envían y se reciben es necesario dar clic en **statistics** y luego en **flow graph** **Figura 8.70**.

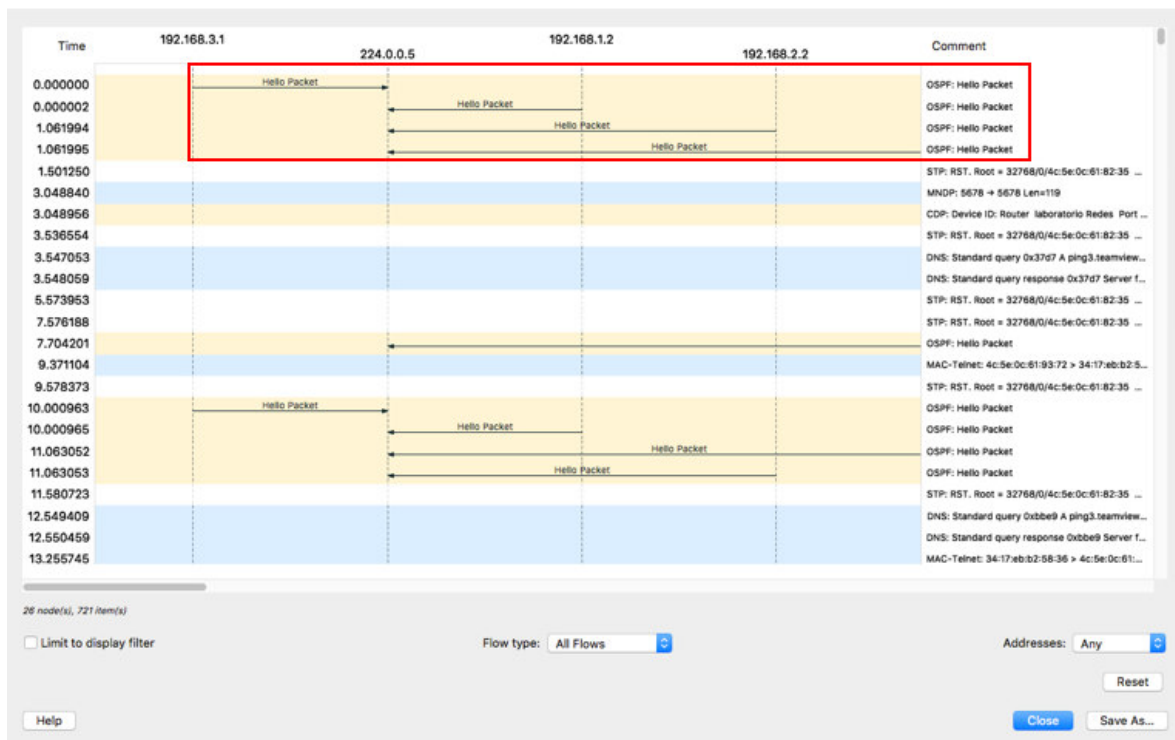
Figura 8.70 Flow graph



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

En la **Figura 8.71** se puede ver que las diferentes IP configuradas en los router envían los paquetes Hello y existe una adyacencia entre los Router para comprobar que hay conexión.

Figura 8.71 Adyacencia



Fuente: Mantilla Jonathan, Jaimes Maria Paula

9 CONCLUSIONES

- El trabajo de grado desarrolló de manera completa las guías para programar los router mikrotik, profundizando en temas como la identificación hardware del router, estudio del software apropiado para la asignación de IP estáticas, programación de protocolos de enrutamiento y pruebas de conexión.

Para el desarrollo del trabajo de grado se hizo una investigación de varios protocolos. Entre ellos se estudiaron los siguientes:

RIP:	Routing Information Protocol
OSPF:	Open Shortest Path First
BGP:	Border Gateway Protocol
EGP:	Exterior Gateway Protocol

Y dada que la infraestructura con la que cuenta el laboratorio de comunicaciones para este desarrollo es de 4 enrutadores RBUiAS2011-RM mikrotik, 6 conversores eléctrico-óptico y 3 puntos de conexión de fibra óptica, se consideró que para un acercamiento de los estudiantes de ingeniería electrónica al tema de routers, los protocolos RIP y OSPF conocidos como “protocolos de pasarela interior” eran los mas adecuados dado que son los utilizados en los sistemas autónomos de red ya que con estos se asignan las direcciones IP y las rutas de manera independiente.

- Se analizaron los métodos de configuración del sistema operativo Mikrotik RouterOS con el software winbox y también mediante la interfaz de línea de comando-CLI.
- Se explicó detalladamente el funcionamiento del router y de su interfaz. Se creó y configuró una red de área local a través del router RB2011UiAS-RM mikrotik
- Se desarrollaron las prácticas de laboratorio como un manual de operación en las cuales se describió paso a paso cómo realizar la construcción y manejo de redes de comunicaciones de tal manera que el estudiante podrá adquirir conocimientos básicos de la programación del router RB2011UiAS-RM Mikrotik.
- El trabajo de grado entrega la documentación tal que proporciona los fundamentos que permitirán la profundización en la construcción y gestión de redes de comunicaciones a través de los router RB2011UiAS-RM Mikrotik con los que cuenta el laboratorio de comunicaciones.
- Se analizaron los paquetes enviados y recibidos durante las pruebas de conectividad y se observó su comportamiento cuando la red estaba parcialmente desconectada y totalmente conectada.

- Como complemento al trabajo de grado se desarrolló una página web cuyo contenido principal son las prácticas de laboratorio. El estudio paso a paso de esta permite la comprensión del concepto de redes de área local y el uso de los Routers de las mismas.
- Se vincularon estudiantes de la asignatura redes de comunicaciones y comunicaciones básicas quienes desarrollaron las guías propuestas. De esta experiencia se recibieron recomendaciones las cuales se incorporaron al trabajo.
- Durante el proceso llevado a cabo en el trabajo de grado se logró una integración de los contenidos teóricos adquiridos en las asignaturas de telecomunicaciones y la puesta en práctica al desarrollar la red de área local por medio de la fibra óptica instalada a lo largo del tercer piso del edificio K, puesta allí con fines académicos.

10 BIBLIOGRAFIA

Sabino Carlos, el proceso de investigación. Panamericana, tercera edición, Colombia 1997.

Tanenbaum Andrew S, Redes de ordenadores. Prentice Hall, Segunda edición, México 1998.

Stallings William, Comunicaciones y redes de computadores, Prentice Hall, Séptima edición, España 2004.

Rodríguez Aquilino, Sistemas Scada. Alfaomega, segunda edición, México 2007.

Castro, Antonio / Fusario, Rubén, Comunicaciones y Redes PARA PROFESIONALES EN SISTEMAS DE INFORMACION, Alfaomega grupo editor, primera edición, Argentina 2015.

Historia de la ISO, Modelo OSI y sus Capa Física [en línea], 15 de octubre de 2017 [revisado 15 marzo 2018]. Disponible en Internet: [http://www.mintic.gov.co.http://tecnologiadeinternetjc.blogspot.com.co/2012/10/historia-de-la-iso-modelo-osi-y-sus.html](http://www.mintic.gov.co/http://tecnologiadeinternetjc.blogspot.com.co/2012/10/historia-de-la-iso-modelo-osi-y-sus.html)

EL MUNDO DE LA ENSEÑANZA ASISTIDA POR ORDENADOR [en línea], 10 de agosto de 2010 [revisado 17 marzo 2018]. Disponible en Internet: <https://previa.uclm.es/profesorado/ricardo/WEBNNTT/Bloque%202/EAO.htm>

Medina, María Alejandra. ¿Cómo va Colombia en desarrollo tecnológico?, El espectador. Economía 26 Nov, 2017. Consultado 12 abril, 2018.

MinTIC financiará la incubación de empresas de tecnologías de la información [en línea], 21 de marzo de 2018 [revisado 9 Abril 2018]. Disponible en Internet: <http://www.mintic.gov.co>.

Manual de entrenamiento para la construcción y manejo de redes de comunicación con el switch HP 2920-24G. Olejua Ramírez, Sergio David Enrique Santos Quintero, Luis Fernando-Bucaramanga: Universidad Pontificia Bolivariana-Seccional Bucaramanga, 2017

Manual de entrenamiento para la configuración de los equipos de VHF del Laboratorio de Telecomunicaciones. Porras Delgado, José Andrés, Sánchez Tristancho, Omar Elías - Bucaramanga: Universidad Pontificia Bolivariana-Seccional Bucaramanga, 2018

Elaboración de guías de laboratorio sobre IPV6 basados sobre un software de simulación –Estudiantes: Soranyeli Mancera Meza, Jenny Marcela Ardila Cruz- Bucaramanga: Universidad Pontificia Bolivariana-Seccional Bucaramanga

Montaje de un laboratorio de televisión sobre IP con análisis de calidad de servicios- Efrén David Mendoza Gutiérrez- Bucaramanga: Universidad Pontificia Bolivariana-Seccional Bucaramanga

Software libre para la evolución de calidad de servicio en voz sobre IP- Oscar Maestre- -- Bucaramanga: Universidad Pontificia Bolivariana-Seccional Bucaramanga, 2015

Evaluación de un modelo de red de cola cerrada para la estimación de la capacidad de canal de una red de datos universitaria. -Cardozo Moreno, Elga Ximena- -- Bucaramanga: Universidad Pontificia Bolivariana-Seccional Bucaramanga, 2009