

9. PRUEBA 4

Para esta prueba volvemos a tener el sistema en anillo de pruebas anteriores, pero en este caso la diferencia radica en que se perderá una de las conexiones entre nodos; más concretamente se simula la caída del enlace que soporta a la conexión 99, que es la que une a los nodos 1 y 3. Esta caída se producirá una vez se haya estabilizado la red tras la conexión paulatina de todos los nodos que conforman el sistema, en el instante $t=20.0s$.

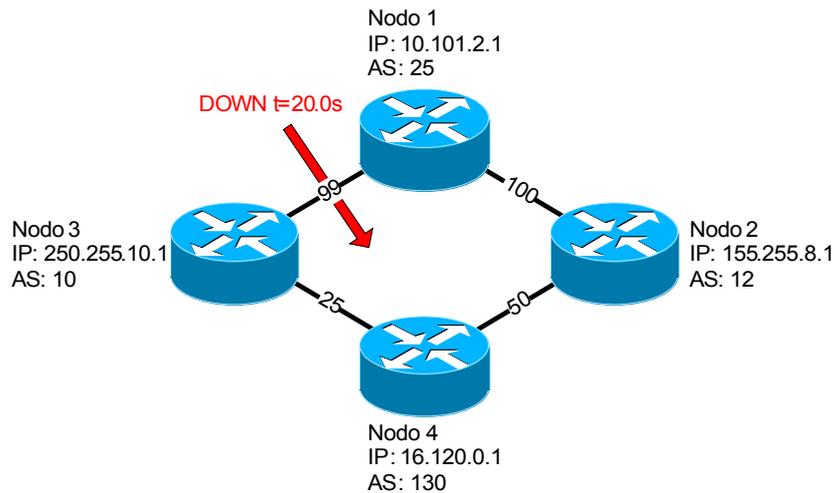


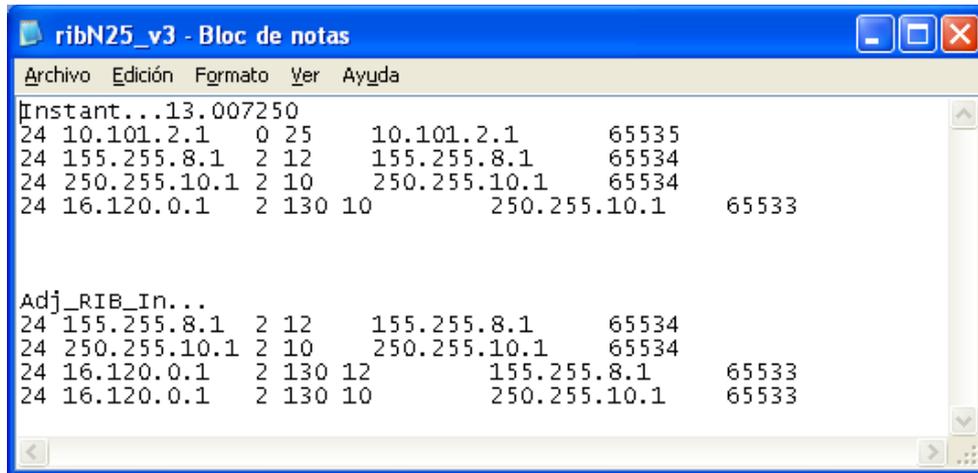
Figura 67. Esquema del escenario de la Prueba 4.

La simulación de la caída del enlace que soporta la conexión entre los nodos 1 y 3 se realiza mediante la llamada al método `BGPnode::stop_link(...)` del nodo 3, que como ya se ha explicado anteriormente inhabilita la conexión indicada entre los parámetros que se le pasa al método para el nodo considerado. Indicar, además, que al deshabilitar la conexión se “congela” el envío de mensajes, pero no su recepción, por lo que el Nodo 3 dejará de enviar mensajes al Nodo 1, éste último detectará el vencimiento del Hold Timer y enviará un mensaje NOTIFICATION que sí recibirá el Nodo 3 y que le permitirá detectar que dicha conexión ha dejado de ser válida. Si la llamada al método `BGPnode::stop_link(...)` se realizase en ambos extremos de la conexión ello haría que ambos extremos dejarasen de enviar mensajes por la conexión afectada, pero no se percatarían del vencimiento del Hold Timer, por lo que no verían la caída del enlace y en consecuencia las rutas aprendidas por la conexión inactiva nunca dejarían de ser válidas. Como vemos, es necesario que uno de los dos extremos vea la conexión activa hasta que detecte que el otro extremo no responde, ésta será la situación que dispare los procesos de desactivación de rutas.

Puesto que el sistema que analizamos es idéntico al de pruebas anteriores, no volveremos a ver los detalles de configuración y conexión del sistema, centrándonos en el estudio de la situación anómala que afecta al sistema provocando un reordenamiento de las rutas elegidas como mejores por los distintos nodos BGP que forman parte del mismo. Por tanto, como en la prueba anterior, comenzaremos el análisis a partir de la visión estabilizada que del sistema tiene cada nodo.

9.1. Nodo 1

La situación de la que partimos es, como ya se ha dicho, una situación estable de la visión que del sistema tiene el Nodo 1. Esta situación estable se puede observar en la siguiente figura, que nos muestra las RIBs del nodo. En ella vemos que las rutas escogidas como mejores por el Nodo 1 son las que llevan al AS 12, a través del Nodo 2, al AS 10, a través del Nodo 3, y al AS 130 a través de los nodos 3 y 4.



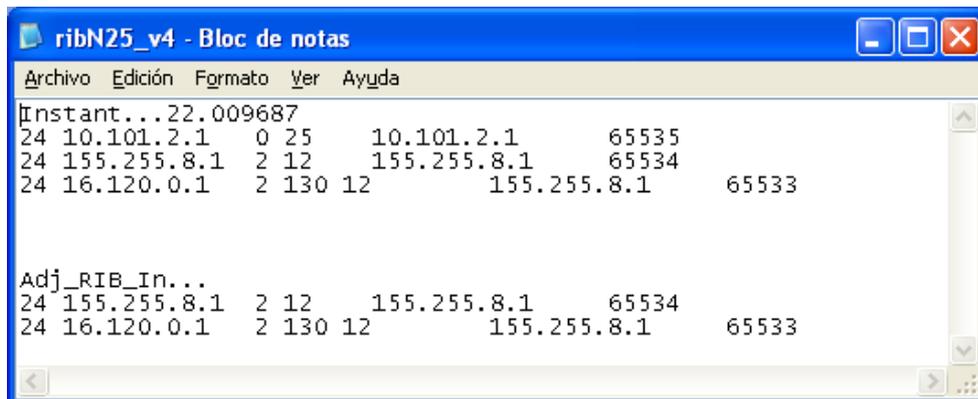
```

ribN25_v3 - Bloc de notas
Archivo  Edición  Formato  Ver  Ayuda
Instant...13.007250
24 10.101.2.1 0 25 10.101.2.1 65535
24 155.255.8.1 2 12 155.255.8.1 65534
24 250.255.10.1 2 10 250.255.10.1 65534
24 16.120.0.1 2 130 10 250.255.10.1 65533

Adj_RIB_In...
24 155.255.8.1 2 12 155.255.8.1 65534
24 250.255.10.1 2 10 250.255.10.1 65534
24 16.120.0.1 2 130 12 155.255.8.1 65533
24 16.120.0.1 2 130 10 250.255.10.1 65533
    
```

Figura 68. Prueba 4. RIBv3 Nodo1.

La situación descrita anteriormente se mantendrá hasta que venza el *Hold Timer* del Nodo 1 para la conexión 99, lo cuál indicará que la conexión no es válida, activando el proceso de eliminación de rutas y sustitución de aquellas rutas que sean eliminadas.



```

ribN25_v4 - Bloc de notas
Archivo  Edición  Formato  Ver  Ayuda
Instant...22.009687
24 10.101.2.1 0 25 10.101.2.1 65535
24 155.255.8.1 2 12 155.255.8.1 65534
24 16.120.0.1 2 130 12 155.255.8.1 65533

Adj_RIB_In...
24 155.255.8.1 2 12 155.255.8.1 65534
24 16.120.0.1 2 130 12 155.255.8.1 65533
    
```

Figura 69. Prueba 4. RIBv4 Nodo1.

Como podemos observar en la figura anterior, el proceso eliminación de rutas ha eliminado todas las rutas que fueron aprendidas por la conexión 99; la primera de estas rutas es la que llevaba al AS 10 a través del Nodo 3, para este destino no se tenía ninguna ruta alternativa. La segunda ruta eliminada es la que lleva al AS 130 a través de los nodos 3 y 4; para esta última ruta se ha encontrado una alternativa a través de los nodos 2 y 4 (el arco opuesto en el anillo). Para el AS 10 no se tendrá una ruta alternativa hasta que el Nodo 2 no le indique que a través de él (y los nodos 4 y 3) está accesible dicho AS. Tras esto, la visión del sistema según el Nodo 1 quedará

según se muestra en la siguiente figura.

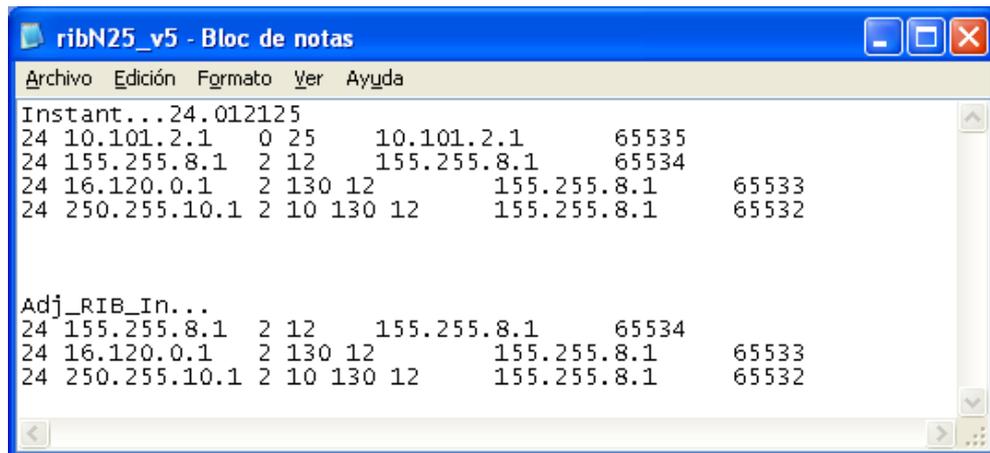


Figura 70. Prueba 4. RIBv5 Nodo1.

Vemos que tras la indicación del Nodo 2 al Nodo 1 de la presencia de una ruta alternativa al AS 10, éste último la adopta como válida pues es la única posibilidad de llegar al AS 10. Con esta actualización de la RIB Local se tiene acceso a todos los ASs del sistema. Esta será la situación estable y definitiva de la visión del sistema según el Nodo1.

A continuación podemos observar la evolución global de la visión del sistema según el Nodo 1 desde el inicio de la simulación:

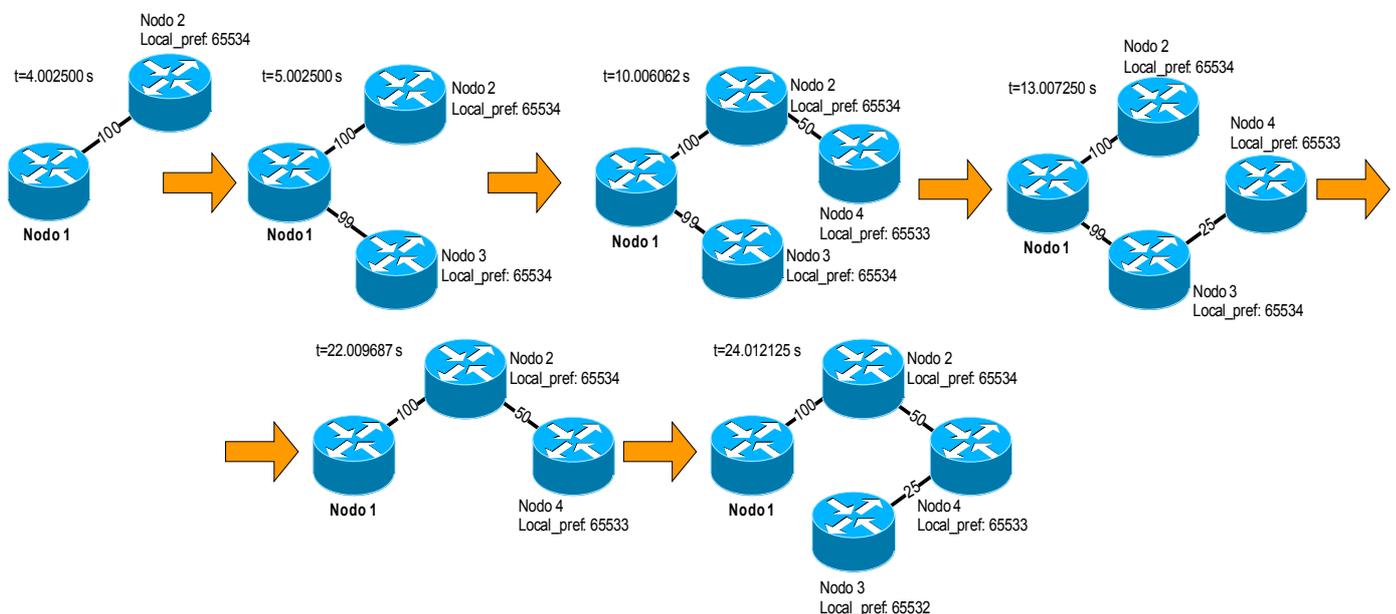
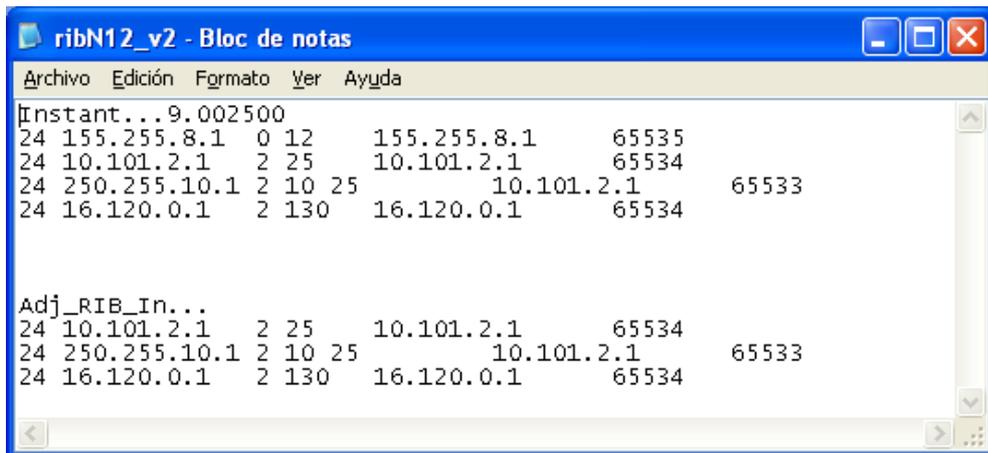


Figura 71. Prueba 4. Evolución según el Nodo1.

9.2. Nodo 2

Para el Nodo 2 partimos de la situación vista en pruebas anteriores y que recordaremos aquí. En esta situación el Nodo 2 tiene seleccionadas rutas a todos los ASs del sistema; al AS 25 a través del Nodo 1, al AS 130 a través del Nodo 4 y al AS

10 a través de los nodos 1 y 3.



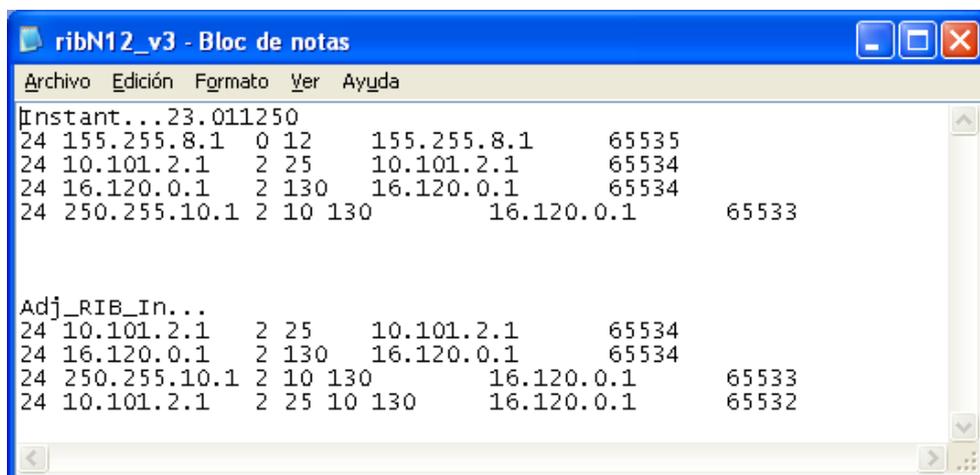
```

ribN12_v2 - Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
Instant...9.002500
24 155.255.8.1 0 12 155.255.8.1 65535
24 10.101.2.1 2 25 10.101.2.1 65534
24 250.255.10.1 2 10 25 10.101.2.1 65533
24 16.120.0.1 2 130 16.120.0.1 65534

Adj_RIB_In...
24 10.101.2.1 2 25 10.101.2.1 65534
24 250.255.10.1 2 10 25 10.101.2.1 65533
24 16.120.0.1 2 130 16.120.0.1 65534
    
```

Figura 72. Prueba 4. RIBv2 Nodo2.

Esta situación se mantendrá hasta que el Nodo 1 le indique que la ruta al AS 10 ha dejado de ser válida, pues habrá dejado de recibir mensajes KEEPALIVE del Nodo 3. Este hecho hará que se active el proceso de eliminación de rutas para eliminar la ruta mencionada. La ruta que sustituirá a la eliminada es una ruta conocida previamente pero que no era preferible a la eliminada (ya que la ruta a través del AS 25 era preferible a la que le llevaba a través del AS 130) y que por tanto estaba en Adj_RIB_In pero no en Loc_RIB (por esto no se tiene ningún archivo descriptor de RIBs donde aparezca, pues se conoció con posterioridad a la generación de *ribN12v2.txt*). Esta nueva ruta lleva al AS 10 pero a través de los nodos 4 y 3. Esta situación será estable hasta el fin de la simulación.



```

ribN12_v3 - Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
Instant...23.011250
24 155.255.8.1 0 12 155.255.8.1 65535
24 10.101.2.1 2 25 10.101.2.1 65534
24 16.120.0.1 2 130 16.120.0.1 65534
24 250.255.10.1 2 10 130 16.120.0.1 65533

Adj_RIB_In...
24 10.101.2.1 2 25 10.101.2.1 65534
24 16.120.0.1 2 130 16.120.0.1 65534
24 250.255.10.1 2 10 130 16.120.0.1 65533
24 10.101.2.1 2 25 10 130 16.120.0.1 65532
    
```

Figura 73. Prueba 4. RIBv3 Nodo2.

Podemos observar que en la Adj_RIB_In mostrada anteriormente hay una ruta al AS 25 a través de los nodos 4, 3 y 1; lógicamente esta ruta nunca será preferible, pues el Nodo 1 es vecino del Nodo 2, pero se conoce porque el Nodo 4 si prefiere ese camino en vez del que le lleva a través del propio Nodo 2 y por tanto así se lo habrá anunciado anteriormente al Nodo 2. Esta ruta desaparecerá de Adj_RIB_In una vez el Nodo 3 detecte que no llega directamente al AS 25, lo anuncie al Nodo 4 y éste, a su vez, lo anuncie al Nodo 2; esto último lo podemos observar en la siguiente figura.

```

ribN12_v4 - Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
Instant...35.000000
24 155.255.8.1 0 12 155.255.8.1 65535
24 10.101.2.1 2 25 10.101.2.1 65534
24 16.120.0.1 2 130 16.120.0.1 65534
24 250.255.10.1 2 10 130 16.120.0.1 65533

Adj_RIB_In...
24 10.101.2.1 2 25 10.101.2.1 65534
24 16.120.0.1 2 130 16.120.0.1 65534
24 250.255.10.1 2 10 130 16.120.0.1 65533
    
```

Figura 74. Prueba 4. RIBv4 Nodo2.

Visto lo anterior, la evolución del sistema según el Nodo 2 se puede observar a continuación:

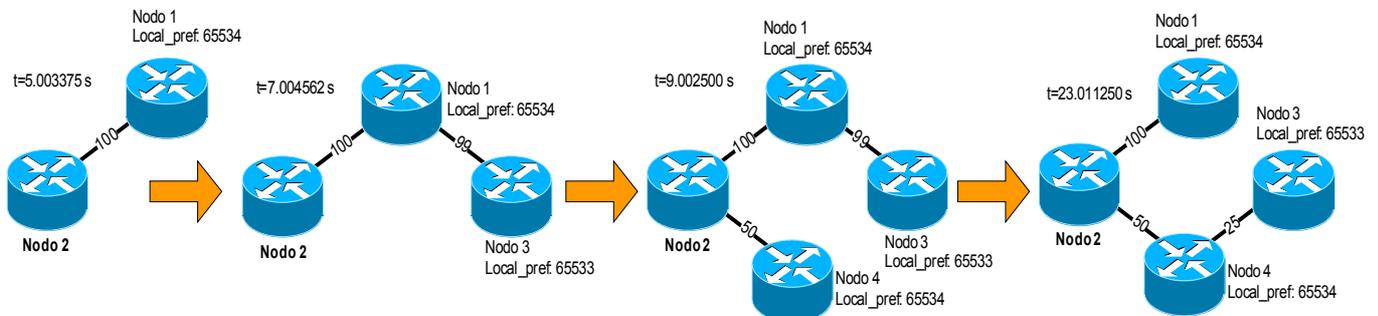


Figura 75. Prueba 4. Evolución según el Nodo2.

9.3. Nodo 3

En esta ocasión el Nodo 3 está operativo durante toda la simulación. La situación de partida según la visión del Nodo 3 es la presentada en la siguiente figura, según ésta, el Nodo 3 accedería al AS 25 a través del Nodo 1, al AS 12 a través de los nodos 1 y 2, y al AS 130 a través del Nodo 4.

```

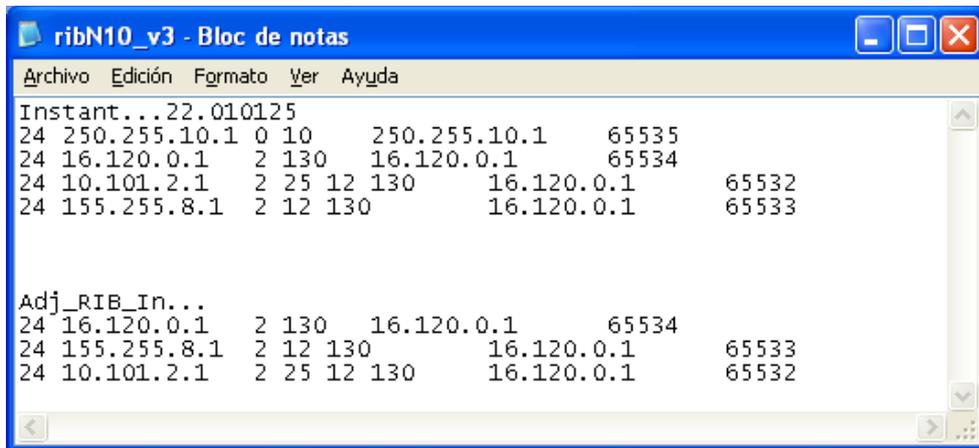
ribN10_v2 - Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
Instant...11.002500
24 250.255.10.1 0 10 250.255.10.1 65535
24 10.101.2.1 2 25 10.101.2.1 65534
24 155.255.8.1 2 12 25 10.101.2.1 65533
24 16.120.0.1 2 130 16.120.0.1 65534

Adj_RIB_In...
24 10.101.2.1 2 25 10.101.2.1 65534
24 155.255.8.1 2 12 25 10.101.2.1 65533
24 16.120.0.1 2 130 16.120.0.1 65534
    
```

Figura 76 Prueba 4. RIBv2 Nodo3.

La situación anterior se verá alterada cuando el Nodo 3 detecte la caída del enlace que soporta la conexión 99 que le lleva directamente al Nodo 1 (y por tanto al AS 25). Antes se ha explicado que en la simulación de la caída de un enlace se hace parando el gestor de conexión de uno de los extremos (más concretamente la transmisión), que será el extremo formado por este nodo, y haciendo que en el otro extremo venza el *Hold Timer*, envíe un mensaje NOTIFICATION y aplique la eliminación de rutas, el extremo “callado” recibirá dicho mensaje y aplicará el proceso de eliminación de rutas; con esto se tiene conciencia en ambos extremos de que la conexión deja de ser válida.

Así pues, una vez se detecta en el Nodo 3 la caída del enlace, se aplica el proceso de eliminación de todas aquellas rutas que fueron aprendidas del Nodo 1 (a través de la conexión 99). Estas rutas son las que le llevan al AS 25 (a través del Nodo 1) y al AS 12 (a través de los nodos 1 y 2). Y en sustitución de éstas resultan una ruta al AS 12 a través de los nodos 4 y 2, y otra ruta al AS 25 a través de los nodos 4, 2 y 1. Ambas rutas ya eran conocidas, por lo que el paso a esta visión es inmediato una vez se conoce la invalidez de las rutas sustituidas. Esta visión del sistema por parte del Nodo 3 será definitiva.



```

ribN10_v3 - Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
Instant...22.010125
24 250.255.10.1 0 10 250.255.10.1 65535
24 16.120.0.1 2 130 16.120.0.1 65534
24 10.101.2.1 2 25 12 130 16.120.0.1 65532
24 155.255.8.1 2 12 130 16.120.0.1 65533

Adj_RIB_In...
24 16.120.0.1 2 130 16.120.0.1 65534
24 155.255.8.1 2 12 130 16.120.0.1 65533
24 10.101.2.1 2 25 12 130 16.120.0.1 65532
    
```

Figura 77. Prueba 4. RIBv3 Nodo3.

Destacar en este caso que la ruta elegida hacia el AS 25 en sustitución de la que ha dejado de ser válida ya era conocida y se elige como válida aunque el Nodo 4 tiene como preferida la ruta a través del Nodo 3 en vez de a través del Nodo 2. Esto es así porque antes de elegir la ruta a través del Nodo 3 había elegido la ruta a través del Nodo 2 y la había anunciado, y aunque luego la eliminó de su *Loc_RIB*, no la eliminó de su *Adj_RIB_In*, ya que seguía siendo válida (aunque no preferente), por tanto el Nodo 3 seguía teniendo dicha ruta (a través del Nodo 2) en su *Adj_RIB_In* y la encontró como sustitutiva de la anteriormente eliminada. Este es un ejemplo del buen funcionamiento de los procesos de selección y eliminación de rutas.

Dicho lo anterior, a continuación se presenta la evolución de la visión del sistema según el Nodo 3:

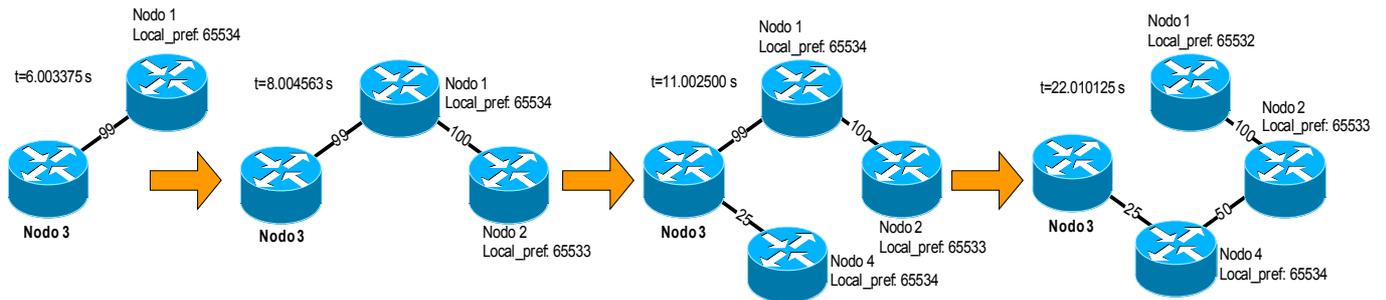


Figura 78. Prueba 4. Evolución según el Nodo3.

9.4. Nodo 4

El Nodo 4, antes de que se caiga el enlace que une los nodos 1 y 3, se encuentra en la situación descrita en la siguiente figura. En ella vemos que las rutas almacenadas en su Loc_RIB llevan al AS 12 a través del Nodo 2, al AS 10 a través del Nodo 3 y al AS 25 a través de los nodos 3 y 1.

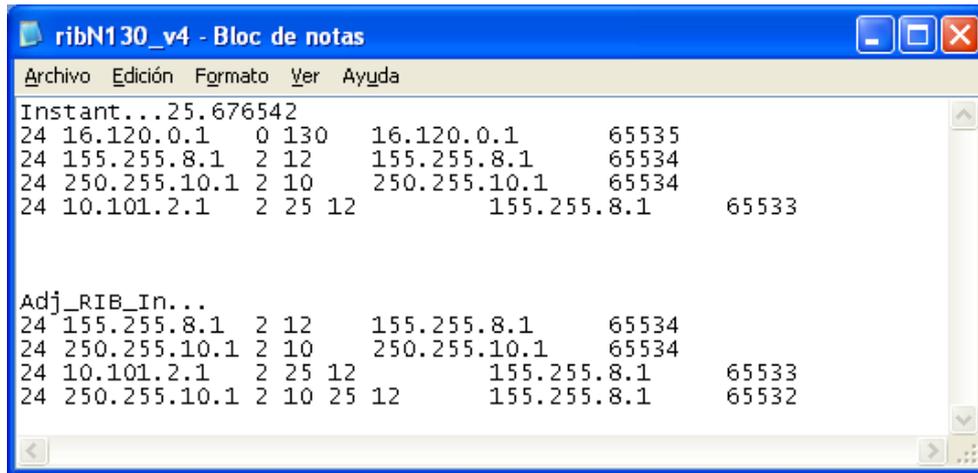
```

ribN130_v3 - Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
Instant...15.005125
24 16.120.0.1 0 130 16.120.0.1 65535
24 155.255.8.1 2 12 155.255.8.1 65534
24 250.255.10.1 2 10 250.255.10.1 65534
24 10.101.2.1 2 25 10 250.255.10.1 65533

Adj_RIB_In...
24 155.255.8.1 2 12 155.255.8.1 65534
24 250.255.10.1 2 10 250.255.10.1 65534
24 10.101.2.1 2 25 12 155.255.8.1 65533
24 10.101.2.1 2 25 10 250.255.10.1 65533
    
```

Figura 79. Prueba 4. RIBv3 Nodo4.

La situación descrita anteriormente se mantendrá estable para el Nodo 4 hasta que una vez el Nodo 3 perciba que su conexión con el Nodo 1 está inactiva y le anuncie en un mensaje UPDATE esta situación (mediante el campo *withdrawn routes*). Por tanto, el Nodo 4 eliminará la ruta que le lleva al AS 25 a través de los nodos 3 y 1. La ruta elegida en sustitución de la anterior le llevará al AS 25 a través de los nodos 2 y 1. Esta ruta le era ya conocida, puesto que el Nodo 2 se la había anunciado previamente. El resultado de este reordenamiento de la Loc_RIB del Nodo 4 se puede observar a continuación.



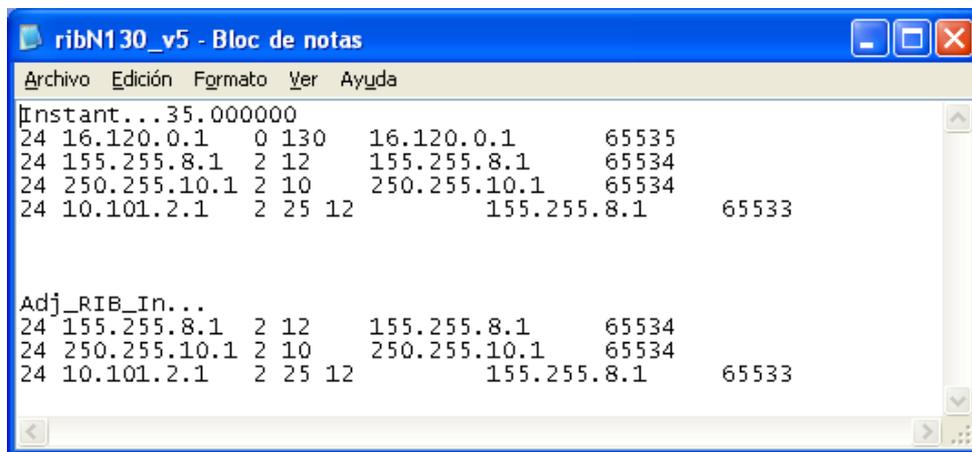
```

Instant...25.676542
24 16.120.0.1 0 130 16.120.0.1 65535
24 155.255.8.1 2 12 155.255.8.1 65534
24 250.255.10.1 2 10 250.255.10.1 65534
24 10.101.2.1 2 25 12 155.255.8.1 65533

Adj_RIB_In...
24 155.255.8.1 2 12 155.255.8.1 65534
24 250.255.10.1 2 10 250.255.10.1 65534
24 10.101.2.1 2 25 12 155.255.8.1 65533
24 250.255.10.1 2 10 25 12 155.255.8.1 65532
    
```

Figura 80. Prueba 4. RIBv4 Nodo4.

Esta nueva situación será definitiva y estable para el Nodo 4. Análogamente a como vimos en el caso del Nodo 2, tenemos una ruta en Adj_RIB_In que lleva al AS 10 a través de los nodos 2, 1 y 3. Esta ruta se tiene debido a que el Nodo 2 le anunció previamente la elección de una ruta al AS 10 a través del Nodo 1; lógicamente esta ruta ya no es válida, pero hasta que el Nodo 2 no le indique que ha dejado de ser válida permanecerá en Adj_RIB_In, lo cual sucederá poco después, este hecho lo podemos observar gracias a la generación de un fichero descriptor de RIBs que se genera al pararse el nodo al final de la simulación.



```

Instant...35.000000
24 16.120.0.1 0 130 16.120.0.1 65535
24 155.255.8.1 2 12 155.255.8.1 65534
24 250.255.10.1 2 10 250.255.10.1 65534
24 10.101.2.1 2 25 12 155.255.8.1 65533

Adj_RIB_In...
24 155.255.8.1 2 12 155.255.8.1 65534
24 250.255.10.1 2 10 250.255.10.1 65534
24 10.101.2.1 2 25 12 155.255.8.1 65533
    
```

Figura 81. Prueba 4. RIBv5 Nodo4.

Finalmente, vemos en la siguiente figura la evolución de la visión que del sistema tiene el presente nodo.

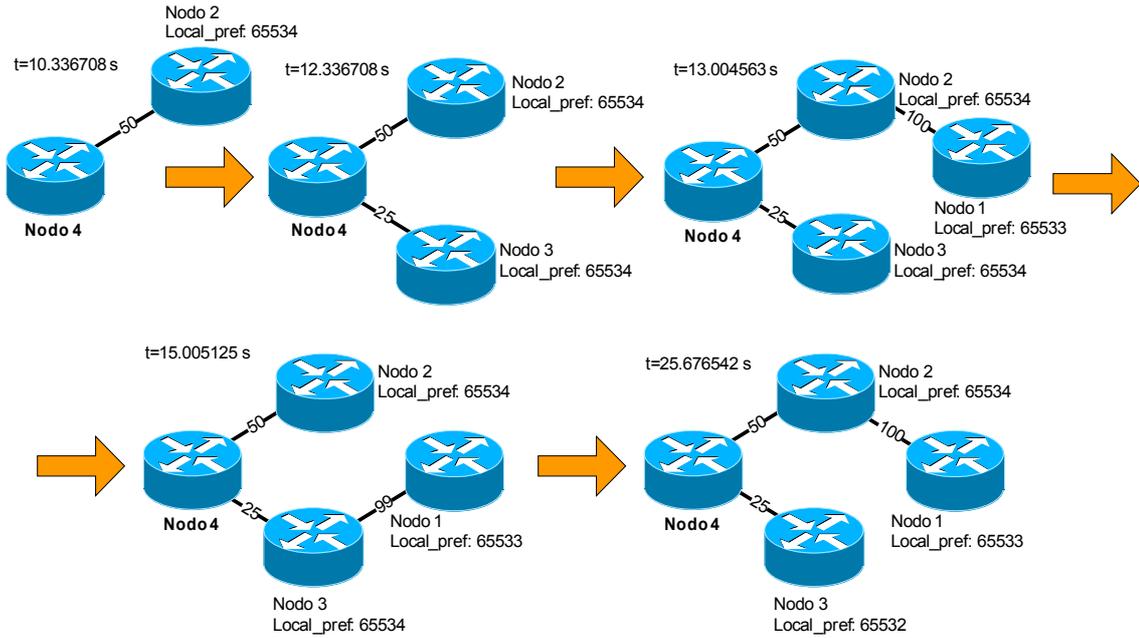


Figura 82. Prueba 4. Evolución según el Nodo4.

9.5. Conclusiones

Como apunte de interés, destacar cómo se simula la caída de una conexión, vemos que hay un evento que dispara el proceso, que consiste en callar a uno de los extremos de la conexión, esto provoca que en el otro extremo venza el *Hold Timer*, lo cual, a su vez, provoca el envío de un mensaje NOTIFICATION y el consecuente proceso de eliminación de rutas. En el extremo callado no se puede transmitir, pero sí recibir, con lo que la recepción del mensaje NOTIFICATION le hace ver que la conexión tratada deja de ser válida, activando así el proceso de eliminación de rutas. Ortodoxamente hablando no es esta la mejor forma de emular la caída de una conexión, pero sí es la de más fácil integración y su resultado es estrictamente correcto como se puede concluir del estudio que se acaba de hacer.

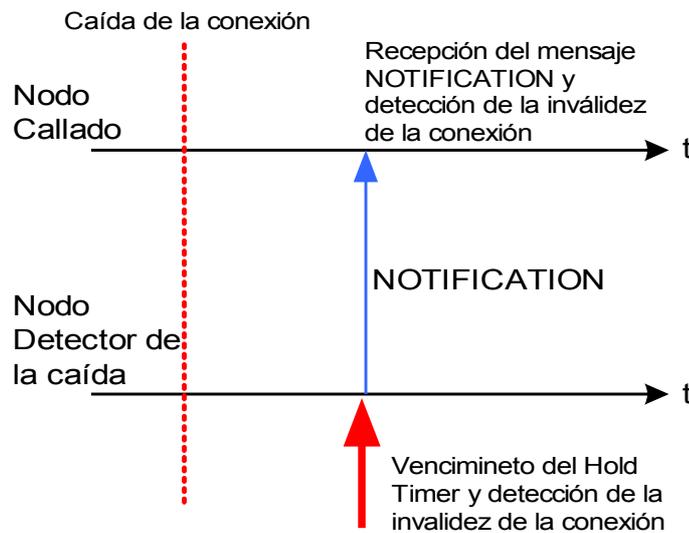


Figura 83. Prueba 4. Emulación de la caída de una conexión.