

DISEÑO DE REDES

PRÁCTICA 4

MANETs

LARA MIÑONES RODRÍGUEZ

Grupo 5.2

Índice

1. Introducción	8
2. Descripción de la red	8
3. Topología de la red	8
4. Implementación de la red	9
4.1. Fichero de definición de la red	9
4.2. Fichero .ini	10
5. Comportamiento de AODV	12
5.1. Definición y funcionamiento	12
5.2. Análisis referente a la simulación	14
6. Comportamiento de DSDV	27
6.1. Definición y funcionamiento	27
6.2. Análisis referente a la simulación	28
6.3. Conclusiones	33
7. Análisis de la conectividad	34
7.1. AODV	34
7.1.1. Caso base	34
7.1.2. Impacto del número de nodos móviles	35
7.1.2.1. 6 nodos	35
7.1.2.2. 5 nodos móviles	35
7.1.2.3. 4 nodos móviles	36
7.1.2.4. 8 nodos móviles	37
7.1.2.5. 9 nodos móviles	37
7.1.2.6. Curva del impacto del número de nodos móviles	38
7.1.3. Impacto de la potencia	39
7.1.3.1. 370m	39
7.1.3.2. 360m	39
7.1.3.3. 350m	40
7.1.3.4. 340m	41
7.1.3.5. 335m	41
7.1.3.6. Curva del impacto de la potencia	42
7.1.4. Impacto de la velocidad	43
7.1.4.1. 1.25 metros por segundo	43
7.1.4.2. 1.75 metros por segundo	43
7.1.4.3. 2 metros por segundo	44
7.1.4.4. 2.5 metros por segundo	45
7.1.4.5. 3 metros por segundo	45
7.1.4.6. Curva del impacto de la velocidad	46
7.2. DSDV	47
7.2.1. Caso Base	47
7.2.2. Impacto del número de nodos móviles	48
7.2.2.1. 6 nodos móviles	48
7.2.2.2. 5 nodos móviles	48

7.2.2.3.	3 nodos móviles	49
7.2.2.4.	8 nodos móviles	50
7.2.2.5.	10 nodos móviles	50
7.2.2.6.	Curva del impacto del número de nodos móviles	51
7.2.3.	Impacto de la potencia	52
7.2.3.1.	600 metros	52
7.2.3.2.	550 metros	52
7.2.3.3.	500 metros	53
7.2.3.4.	450 metros	54
7.2.3.5.	400 metros	54
7.2.3.6.	Curva del impacto de la potencia	55
7.2.4.	Impacto de la velocidad	56
7.2.4.1.	0.75 mps	56
7.2.4.2.	1.5 mps	56
7.2.4.3.	2.5 mps	57
7.2.4.4.	3.5 mps	58
7.2.4.5.	5 mps	58
7.2.4.6.	Curva del impacto de la velocidad	59

Índice de figuras

1.	Topología de la red	8
2.	Formación de las rutas AODV	13
3.	Nodo fijo envía RREQ vía broadcast	14
4.	Nodo fijo envía RREQ vía broadcast	14
5.	Paquetes RREQ enviados por el nodo fijo	14
6.	Nodo móvil 3 recibe RREQ y lo reenvía	15
7.	Nodo móvil 5 recibe RREQ y lo reenvía	15
8.	Nodo móvil 2 recibe RREQ y lo reenvía	15
9.	Tabla de enrutamiento nodo móvil 3	15
10.	Tabla de enrutamiento nodo móvil 5	15
11.	Tabla de enrutamiento nodo móvil 2	16
12.	Nodo móvil 5 retransmite RREQ	16
13.	Paquetes RREQ que retransmite el nodo móvil 5	16
14.	Nodo 2 descarta RREQ	16
15.	Nodo 3 descarta RREQ	17
16.	Nodo fijo 1 descarta RREQ	17
17.	Nodo móvil 4 añade RREQ	17
18.	Tabla de enrutamiento del nodo móvil 4	17
19.	Nodo móvil 3 retransmite RREQ	17
20.	Nodo móvil 5 descarta RREQ del nodo móvil 3	17
21.	Nodo fijo 1 descarta RREQ del nodo móvil 3	18
22.	Nodo móvil 2 reenvía RREQ	18
23.	Nodo móvil 5 descarta RREQ del nodo móvil 2	18
24.	Nodo móvil 4 descarta RREQ del nodo móvil 2	18
25.	Nodo fijo 1 descarta RREQ del nodo móvil 2	18
26.	Nodo fijo 1 quiere enviar otro paquete	18
27.	Nodo fijo envía nuevo RREQ	19
28.	Nodo fijo envía un nuevo RREQ paquetes	19
29.	Nodo móvil 3 recibe el nuevo RREQ del nodo fijo 1	19
30.	Nodo móvil 5 recibe el nuevo RREQ del nodo fijo 1	19
31.	Nodo móvil 2 recibe el nuevo RREQ del nodo fijo 1	19
32.	Nodo móvil 2 reenvía paquete RREQ	20
33.	Nodo móvil 5 descarta RREQ enviado por 2	20
34.	Nodo fijo 1 descarta RREQ enviado por 2	20
35.	Nodo móvil 4 recibe RREQ enviado por 2	20
36.	Nodo móvil 5 reenvía el paquete RREQ	20
37.	Nodo móvil 3 descarta RREQ enviado por 5	20
38.	Nodo fijo 1 descarta RREQ enviado por 5	21
39.	Nodo móvil 2 descarta RREQ enviado por 5	21
40.	Nodo móvil 4 descarta RREQ enviado por 5	21
41.	Nodo móvil 3 reenvía paquete RREQ	21
42.	Nodo fijo 1 descarta RREQ enviado por 3	21
43.	Nodo móvil 5 descarta RREQ enviado por 3	21
44.	Nodo móvil 4 reenvía RREQ	22
45.	Nodo móvil 5 descarta RREQ enviado por 4	22
46.	Nodo móvil 2 descarta RREQ enviado por 4	22
47.	Nodo móvil 0 recibe RREQ enviado por 4	22

48.	Nodo móvil 1 recibe RREQ enviado por 4	22
49.	Nodo móvil 0 reenvía RREQ	22
50.	Nodo móvil 4 descarta RREQ enviado por 0	23
51.	Nodo móvil 1 descarta RREQ enviado por 0	23
52.	Nodo móvil 1 reenvía RREQ	23
53.	Nodo móvil 0 descarta RREQ enviado por 1	23
54.	Nodo móvil 04descarta RREQ enviado por 1	23
55.	Nodo móvil 6 recibe RREQ enviado por 1	23
56.	Nodo fijo 2 recibe el paquete RREQ	24
57.	Nodo fijo 2 envía el paquete RREP	24
58.	Nodo fijo 2 envía RREP paquetes	24
59.	Nodo fijo 2 envía RREP a nodo móvil 1	24
60.	Nodo móvil 1 recibe el paquete RREP	24
61.	Nodo móvil 1 reenvía RREP	25
62.	Nodo móvil 4 recibe RREP	25
63.	Nodo móvil 4 reenvía RREP	25
64.	Nodo móvil 2 recibe RREP	25
65.	Nodo móvil 2 reenvía RREP	25
66.	Nodo fijo 1 recibe RREP y envía paquete de datos	26
67.	Tabla de enrutamiento del nodo fijo 1	26
68.	Nodo fijo 2 recibe paquete de datos	26
69.	Nodo móvil 6 envía Hello	28
70.	Nodo fijo 2 recibe Hello de nodo móvil 6	28
71.	Nodo móvil 1 recibe Hello de nodo móvil 6	28
72.	Tabla de enrutamiento Nodo fijo 2	29
73.	Tabla de enrutamiento Nodo móvil 1	29
74.	Paquetes hello	29
75.	Tabla de enrutamiento nodo fijo 1	29
76.	Tabla de enrutamiento nodo móvil 2	30
77.	Tabla de enrutamiento nodo móvil 3	30
78.	Tabla de enrutamiento nodo móvil 4	30
79.	Nodo fijo 1 recibe Hello nodo móvil 5	30
80.	Nodo móvil 2 recibe Hello nodo móvil 5	30
81.	Nodo móvil 3 recibe Hello nodo móvil 5	30
82.	Nodo móvil 4 recibe Hello nodo móvil 5	31
83.	Nodo móvil 4 retransmite mensaje Hello	31
84.	Tabla de enrutamiento nodo móvil 0	31
85.	Nodo fijo 1 envía paquete de datos	32
86.	Nodo fijo 1 envía quinto paquete de datos	32
87.	Nodo fijo 2 recibe paquete de datos	32
88.	Nodo fijo 2 recibe paquete de datos	32
89.	Nodo fijo 2 envía paquete echo	33
90.	Nodo fijo 2 envía paquete echo logs	33
91.	Tabla de enrutamiento del nodo fijo 2	33
92.	Paquetes enviados por el nodo fijo 1 - AODV	34
93.	Paquetes echo nodo fijo 2 - AODV	34
94.	Nodo fijo 1 paquetes 6 nodos - AODV	35
95.	Nodo fijo 2 paquetes 6 nodos - AODV	35
96.	Nodo fijo 1 paquetes 5 nodos - AODV	35

97.	Nodo fijo 1 paquetes 5 nodos - AODV	36
98.	Nodo fijo 1 paquetes 4 nodos - AODV	36
99.	Nodo fijo 1 paquetes 4 nodos - AODV	36
100.	Nodo fijo 1 paquetes 8 nodos - AODV	37
101.	Nodo fijo 1 paquetes 8 nodos - AODV	37
102.	Nodo fijo 1 paquetes 9 nodos - AODV	37
103.	Nodo fijo 1 paquetes 9 nodos - AODV	38
104.	Curva - Impacto del número de nodos móviles AODV	38
105.	Nodo fijo 1 paquetes 370m - AODV	39
106.	Nodo fijo 2 paquetes 370m - AODV	39
107.	Nodo fijo 1 paquetes 360m - AODV	39
108.	Nodo fijo 2 paquetes 360m - AODV	40
109.	Nodo fijo 1 paquetes 350m - AODV	40
110.	Nodo fijo 2 paquetes 350m - AODV	40
111.	Nodo fijo 1 paquetes 340m - AODV	41
112.	Nodo fijo 2 paquetes 340m - AODV	41
113.	Nodo fijo 1 paquetes 335m - AODV	41
114.	Nodo fijo 2 paquetes 335m - AODV	42
115.	Curva - Impacto de la potencia AODV	42
116.	Nodo fijo 1 paquetes 1.25 mps - AODV	43
117.	Nodo fijo 2 paquetes 1.25 mps - AODV	43
118.	Nodo fijo 1 paquetes 1.75 mps - AODV	43
119.	Nodo fijo 2 paquetes 1.75 mps - AODV	44
120.	Nodo fijo 1 paquetes 2 mps - AODV	44
121.	Nodo fijo 2 paquetes 2 mps - AODV	44
122.	Nodo fijo 1 paquetes 2.5 mps - AODV	45
123.	Nodo fijo 2 paquetes 2.5 mps - AODV	45
124.	Nodo fijo 1 paquetes 3 mps - AODV	45
125.	Nodo fijo 2 paquetes 3 mps - AODV	46
126.	Curva - Impacto de la velocidad AODV	46
127.	Nodo fijo 1 paquetes caso base - DSDV	47
128.	Nodo fijo 2 paquetes caso base - DSDV	47
129.	Nodo fijo 1 paquetes 6 nodos - DSDV	48
130.	Nodo fijo 2 paquetes 6 nodos - DSDV	48
131.	Nodo fijo 1 paquetes 5 nodos - DSDV	48
132.	Nodo fijo 2 paquetes 5 nodos - DSDV	49
133.	Nodo fijo 1 paquetes 3 nodos - DSDV	49
134.	Nodo fijo 2 paquetes 3 nodos - DSDV	49
135.	Nodo fijo 1 paquetes 8 nodos - DSDV	50
136.	Nodo fijo 2 paquetes 8 nodos - DSDV	50
137.	Nodo fijo 1 paquetes 10 nodos - DSDV	50
138.	Nodo fijo 2 paquetes 10 nodos - DSDV	51
139.	Curva - Impacto del número de nodos móviles DSDV	51
140.	Nodo fijo 1 paquetes 600m - DSDV	52
141.	Nodo fijo 2 paquetes 600m - DSDV	52
142.	Nodo fijo 1 paquetes 550m - DSDV	52
143.	Nodo fijo 2 paquetes 550m - DSDV	53
144.	Nodo fijo 1 paquetes 500m - DSDV	53
145.	Nodo fijo 2 paquetes 500m - DSDV	53

146.	Nodo fijo 1 paquetes 450m - DSDV	54
147.	Nodo fijo 2 paquetes 450m - DSDV	54
148.	Nodo fijo 1 paquetes 400m - DSDV	54
149.	Nodo fijo 2 paquetes 400m - DSDV	55
150.	Curva - Impacto de la potencia DSDV	55
151.	Nodo fijo 1 paquetes 0.75mps DSDV	56
152.	Nodo fijo 2 paquetes 0.75mps DSDV	56
153.	Nodo fijo 1 paquetes 1.5mps DSDV	56
154.	Nodo fijo 2 paquetes 1.5mps DSDV	57
155.	Nodo fijo 1 paquetes 2.5mps DSDV	57
156.	Nodo fijo 2 paquetes 2.5mps DSDV	57
157.	Nodo fijo 1 paquetes 3.5mps DSDV	58
158.	Nodo fijo 2 paquetes 3.5mps DSDV	58
159.	Nodo fijo 1 paquetes 5mps DSDV	58
160.	Nodo fijo 2 paquetes 5mps DSDV	59
161.	Curva del impacto de la velocidad - DSDV	59

Listings

1. Fichero .ned 9
2. Fichero .ini 11

1. Introducción

El objetivo de esta práctica es la simulación de una red mobile ad hoc (MANET) sobre INET para analizar las diferencias existentes entre protocolos reactivos (en nuestro caso AODV) y proactivos (en nuestro caso DSDV).

2. Descripción de la red

Dicha red constará de los siguientes **elementos**:

- Dos nodos fijos (tipo ManetRouter) separados por 1200 metros.
El primer nodo fijo será un cliente UDP (UdpBasicApp) y el segundo un servidor UDP (UdpEchoApp).
- Un número variable de nodos móviles (tipo ManetRouter), situados entre los nodos fijos, que seguirán un tipo de movilidad MassMobility.

3. Topología de la red

La topología de nuestra red puede observarse en la figura 1. Esta topología variará según el número de nodos móviles que queramos añadir (en el caso de la figura 1 hay 6 nodos móviles).

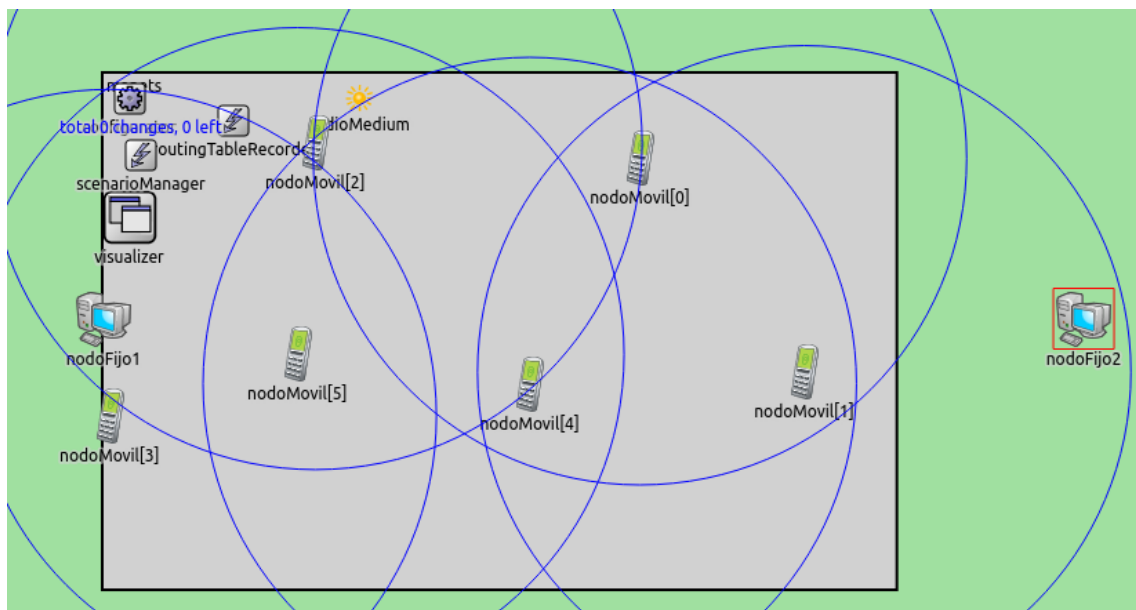


Figura 1: Topología de la red

4. Implementación de la red

4.1. Fichero de definición de la red

Para indicar los elementos de nuestra red hemos creado un fichero de definición de la red (.ned) que mostramos en el listing 1

- Indicamos el submódulo **radioMedium** para indicar la cobertura. (Líneas 21 a 24 1)
- Añadimos el submódulo **IntegratedCanvasVisualizer**, hemos decidido utilizar este submódulo ya que integra todos los canvas visualizer. (Líneas 25 a 27 1)
- Indicamos el **configurador de la red**, en este caso será IPv4, ya que los módulos ManetRouter no soportan IPv6. (Líneas 28 a 32 1)
- Añadimos los **nodos fijos** (nodoFijo1 y nodoFijo2) y un array de **nodos móviles** cuyo tamaño podremos elegir posteriormente en el fichero .ini. Todos estos nodos serán de tipo **ManetRouter** (el tipo de enrutamiento AODV o DSDV lo indicaremos posteriormente en el fichero .ini). (Líneas 42 a 50 1)

```
1 package inet.examples.Practica4;
2 import inet.common.scenario.ScenarioManager;
3 import inet.networklayer.configurator.ipv4.Ipv4NetworkConfigurator;
4 import inet.networklayer.ipv4.RoutingTableRecorder;
5 import inet.node.aodv.AodvRouter;
6 import inet.node.inet.AdhocHost;
7 import inet.node.inet.ManetRouter;
8 import inet.node.inet.StandardHost;
9 import inet.physicallayer.unitdisk.UnitDiskRadioMedium;
10 import inet.visualizer.integrated.IntegratedCanvasVisualizer;
11 import inet.visualizer.linklayer.DataLinkVisualizer;
12
13
14 network manets
15 {
16     parameters:
17         int n;
18         @display("bgb=969.52795,630.432");
19     submodules:
20         radioMedium: UnitDiskRadioMedium {
21             parameters:
22                 @display("p=313.91998,30.084;is=s");
23         }
24         visualizer: IntegratedCanvasVisualizer {
25             @display("p=31.392,176.58");
26         }
27         configurator: Ipv4NetworkConfigurator {
28             parameters:
29                 config = xml("<config><interface hosts='*' address='145.236.x.x'
30 netmask='255.255.0.0'/></config>");
31                 @display("p=31.392,30.084;is=s");
32         }
33         routingTableRecorder: RoutingTableRecorder {
34             parameters:
35                 @display("p=159.576,57.552;is=s");
36         }
37         scenarioManager: ScenarioManager {
38             parameters:
39                 script = default(xml("<scenario/>"));
```

```

39         @display("p=45.78,99.408;is=s");
40     }
41     nodoFijo1: ManetRouter {
42         @display("p=71.939995,336.156;i=device/pc2");
43     }
44     nodoFijo2: ManetRouter {
45         @display("p=767.79596,337;i=device/pc2");
46     }
47     nodoMovil[n]: ManetRouter {
48         @display("p=414.318,335.514");
49     }
50     connections allowunconnected:
51 }

```

Listing 1: Fichero .ned

4.2. Fichero .ini

Hemos creado un fichero .ini para indicar las distintas configuraciones, el código de este fichero puede verse en el listing 2

- En primer lugar inicializamos la **semilla**. (Línea 3 2)
- A continuación indicamos la **configuración del canal físico**. En este caso hemos elegido un communicationRange de 400m ya que con un valor más pequeño el servidor *udpEchoApp* no enviaba una cantidad óptima de paquetes para el análisis del funcionamiento.¹ (Líneas 5 a 16 2)
- Indicamos el **número de nodos móviles**, en este caso son 7 nodos móviles pero esto podrá variar en ciertos apartados de la práctica. (Línea 18 2).
- Realizamos la **configuración de la movilidad**. Indicamos que esta es de tipo "*MassMobility*", definimos una constraintArea general para todos los nodos y suficientemente grande para que los nodos fijos puedan estar separados 1200 metros. Además indicamos un changeInterval y changeAngleBy para la movilidad de los nodos móviles. (Líneas 20 a 31 2).
- Indicamos las **posiciones de los nodos fijos** para que haya una separación entre ambos de 1200m. (Líneas 33 a 37 2).
- Realizamos la **configuración relativa a la visualización** para que se muestren los enlaces y los rangos de comunicación. (Líneas 39 a 42 2).
- Creamos una configuración específica para **UDP** (que utilizarán posteriormente tanto AODV como DSDV). En ella indicamos el número de aplicaciones de cada nodo fijo (1 en nuestro caso) y especificamos el tipo de aplicación, siendo "*UdpBasicApp*" para el nodoFijo1 y "*UdpEchoApp*" para el nodoFijo2. Fijamos al nodoFijo2 como destino del nodoFijo1 para que le envíe a este los paquetes e indicamos un intervalo de envío de 0,25 segundos. (Líneas 48 a 56 2).

¹No se ha considerado la potencia en los parámetros debido al modelo de transmisión elegido (UnitDisk-Transmitter) el cual no trabaja con potencia sino con rango de comunicación. No ha sido posible modificar el modelo de transmisión ya que nos percatamos demasiado tarde de este error y repercutía en apartados realizados previamente.

- Por último creamos dos configuraciones específicas una para **AODV** y otra para **DSDV** (ambas extienden de la configuración UDP) en las que indicaremos el tipo de enrutamiento de los nodos ManetRouter (en el caso de AODV será "*Aodv*" y en el de DSDV "*Dsdv*"). (Líneas 58 a 66 2).

```

1  [General]
2  network = manets
3  seed -0 -mt = 4
4
5  # channel physical parameters
6  **.wlan[*].typename = "AckingWirelessInterface"
7  **.wlan[*].bitrate = 2Mbps
8  **.wlan[*].mac.headerLength = 20B
9  **.wlan[*].radio.typename = "UnitDiskRadio"
10 **.wlan[*].radio.transmitter.headerLength = 96b
11 **.wlan[*].radio.transmitter.communicationRange = 400m
12 **.wlan[*].radio.transmitter.interferenceRange = 0m
13 **.wlan[*].radio.transmitter.detectionRange = 0m
14 **.wlan[*].radio.receiver.ignoreInterference = true
15
16 *.n = 7 #numero de nodos moviles
17
18 #mobility
19 **.mobility.initFromDisplayString = false
20 **.nodoMovil[*].mobility.typename = "MassMobility"
21 **.nodoMovil[*].mobility.speed = 1mps #velocidad
22 **.mobility.constraintAreaMinZ = 0m
23 **.mobility.constraintAreaMaxZ = 0m
24 **.mobility.constraintAreaMinX = 0m
25 **.mobility.constraintAreaMinY = 0m
26 **.mobility.constraintAreaMaxX = 1200m
27 **.mobility.constraintAreaMaxY = 600m
28 **.nodoMovil[*].mobility.changeInterval = normal(5s, 0.1s)
29 **.nodoMovil[*].mobility.changeAngleBy = normal(0deg, 30deg)
30
31 #Posicion nodos fijos
32 **.nodoFijo1.mobility.initialX = 0m
33 **.nodoFijo1.mobility.initialY = 300m
34 **.nodoFijo2.mobility.initialX = 1200m
35 **.nodoFijo2.mobility.initialY = 300m
36
37 #visualizacion
38 **.dataLinkVisualizer.displayLinks = true
39 **.nodoMovil*.wlan[*].radio.displayCommunicationRange = true
40 **.networkRouteVisualizer.displayRoutes = true
41
42 [Config UDP]
43 **.nodoFijo1.numApps = 1
44 **.nodoFijo2.numApps = 1
45
46 **.nodoFijo1.app[0].typename="UdpBasicApp"
47 **.nodoFijo1.app[0].destAddresses = "nodoFijo2"
48 **.nodoFijo1.app[0].destPort = 1000
49 **.nodoFijo1.app[0].startTime = 5s
50 **.nodoFijo1.app[0].messageLength = 50B
51 **.nodoFijo1.app[0].sendInterval = 0.25s
52
53 **.nodoFijo2.app[0].typename="UdpEchoApp"
54 **.nodoFijo2.app[0].localPort = 1000
55

```

```

56 [ Config AODV]
57 extends = UDP
58 **.nodoMovil[*].routing.typename="Aodv"
59 **.nodoFijo*.routing.typename="Aodv"
60
61 [ Config DSDV]
62 extends = UDP
63 **.nodoMovil[*].routing.typename="Dsdv"
64 **.nodoFijo*.routing.typename="Dsdv"

```

Listing 2: Fichero .ini

5. Comportamiento de AODV

5.1. Definición y funcionamiento

”*Ad Hoc On-Demand Distance Vector*” (AODV) es un protocolo de enrutamiento reactivo. Los protocolos reactivos utilizan algoritmos de enrutamiento basados en la ”*demanda*”, es decir, solo establecen una ruta para un destino dado cuando un nodo realiza una petición mediante un proceso de descubrimiento.

Cuando la ruta se ha establecido, el nodo mantiene dicha ruta hasta que el destino ya no sea alcanzable a través de dicha ruta o, si esto no ocurre, hasta que la ruta expire.

En el **protocolo AODV** los nodos mantienen una tabla de enrutamiento para almacenar la información de enrutamiento.

Cada tabla de enrutamiento tiene un período de vida (un tiempo limitado de validez para las rutas), si la ruta no es solicitada en ese período expira y se necesitará encontrar una ruta nueva cuando sea necesario. Cada vez que se utiliza una ruta se actualiza su tiempo de vida (”*lifetime*”).

De esta forma, cuando un nodo fuente necesita enviar un paquete a un determinado nodo destino lo primero que hace es comprobar si en su tabla de enrutamiento existe una ruta válida hasta dicho nodo destino.

Si tiene una entrada en su tabla de enrutamiento para dicha ruta, simplemente envía el paquete a través de dicha ruta hasta el nodo destino.

Si no tiene una entrada para dicha ruta, el nodo fuente inicia un **proceso de descubrimiento de rutas**.

Este proceso comienza con el envío de un mensaje RREQ (Route Request) vía broadcast desde el nodo fuente a sus nodos vecinos.

Cuando un nodo vecino recibe este mensaje RREQ hace lo siguiente:

- Comprueba si existen mensajes RREQ duplicados y descarta los duplicados en caso de existir.
- Crea una ruta ”*reverse*”, una ruta hacia el nodo fuente (el nodo desde el cual se ha recibido el mensaje RREQ se corresponde con el siguiente salto hacia el nodo fuente). En la figura 2 puede verse la formación de una ruta ”*reverse*” en el protocolo AODV.
- Comprueba si tiene una ruta hacia el nodo destino más reciente (número de secuencia destino mayor o igual al número de secuencia existente en la cabecera del mensaje RREQ) y no expirada.

En caso de que se cumplan esas dos condiciones, el nodo responde al nodo fuente con un **mensaje RREP** que contendrá la última ruta conocida al nodo destino.

En caso de que no se cumplan, retransmite el mensaje RREQ y guarda en su tabla de enrutamiento la dirección del nodo vecino desde el que él ha recibido el mensaje RREQ. (Esta información la guardan para poder construir rutas "reverse" para enviar mensajes RREP (Route Reply).)

Si el paquete RREQ llega al nodo destino (ya que ningún nodo intermedio tenía una ruta válida hasta él) este responde con un RREP hacia el nodo fuente (a través de los nodos intermedios utilizando la ruta "reverse").

Cuando a un nodo intermedio le llega un mensaje RREP (ya sea desde otro nodo intermedio o desde el propio nodo destino):

- Retrasmite el mensaje RREP a través de la ruta "reverse".
- Guarda la ruta mediante la cual se está enviando el mensaje RREP al nodo fuente en su tabla de enrutamiento utilizando links simétricos.

Si el nodo fuente se mueve (volviéndose "unreachable") este simplemente reinicia el proceso de descubrimiento de rutas.

Si es un nodo intermedio el que se mueve (volviéndose "unreachable"):

- Envía un mensaje "link failure" a los nodos vecinos del upstream para asegurar el borrado de esa parte de la ruta.
- Una vez que el mensaje "link failure" llega al nodo fuente este reinicia el proceso de descubrimiento de rutas.

Finalmente, si el nodo fuente recibe el mensaje RREP transmitirá el paquete a través de dicha ruta (ruta forward 2).

El **objetivo** de AODV es reducir el número de mensajes broadcast enviados a través de la red (por eso solo realiza descubrimiento de rutas cuando un nodo la solicita).

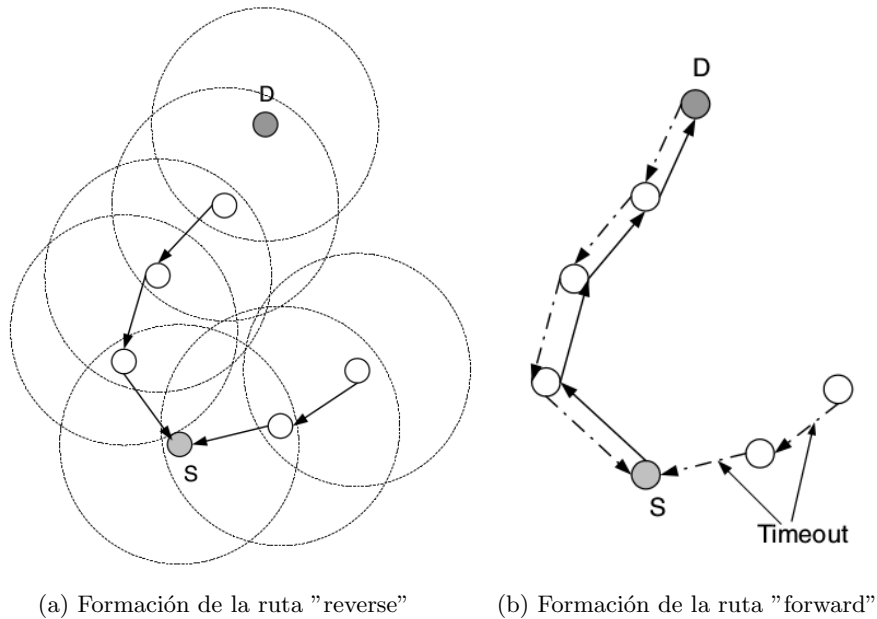


Figura 2: Formación de las rutas AODV

La información sobre la definición y funcionamiento del algoritmo AODV así como la figura 2 han sido obtenidas del libro "Algorithms and Protocols for wireless ad hoc networks" cuya referencia aparecerá al final del documento [1].

5.2. Análisis referente a la simulación

Cuando el nodo fijo 1 quiere enviar un paquete al nodo fijo 2:
El nodo fijo 1 envía un mensaje RREQ (Route Request) vía broadcast a todos los nodos de la red. Esto puede verse en las figuras 4, 3 y 5.

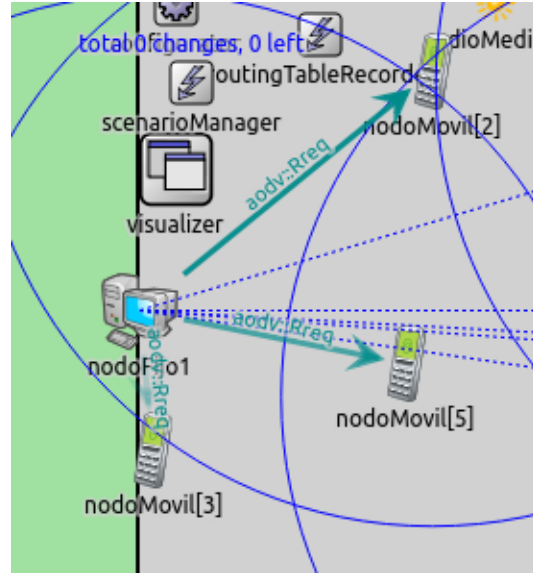


Figura 3: Nodo fijo envía RREQ vía broadcast

```
** Event #400 t=5 manets.nodoFijo1.udp (Udp, id=50) on UdpBasicAppData-0 (inet::Packet, id=255)
INFO (Udp)manets.nodoFijo1.udp: Sending app packet UdpBasicAppData-0 over ipv4.
** Event #401 t=5 manets.nodoFijo1.ipv4.ip (Ipv4, id=74) on UdpBasicAppData-0 (inet::Packet, id=255)
INFO (Ipv4)manets.nodoFijo1.ipv4.ip: Received (inet::Packet)UdpBasicAppData-0 (58 bytes) [[inet::UdpHeader, port:1025->1000, payloadLength:50 B, len]
INFO (Aodv)manets.nodoFijo1.routing: manets.nodoFijo1.routing: Finding route for source <unspec> with destination 145.236.0.2
INFO (Aodv)manets.nodoFijo1.routing: manets.nodoFijo1.routing: Missing route for destination 145.236.0.2
DETAIL (Aodv)manets.nodoFijo1.routing: manets.nodoFijo1.routing: Queuing datagram, source <unspec>, destination 145.236.0.2
INFO (Aodv)manets.nodoFijo1.routing: manets.nodoFijo1.routing: Starting route discovery with originator 145.236.0.1 and destination 145.236.0.2
INFO (Aodv)manets.nodoFijo1.routing: manets.nodoFijo1.routing: Sending a Route Request with target 145.236.0.2 and TTL= 2
** Event #402 t=5.001055902778 manets.nodoFijo1.ipv4.ip (Ipv4, id=74) on aodv::Rreq (inet::Packet, id=259)
INFO (Ipv4)manets.nodoFijo1.ipv4.ip: Received (inet::Packet)aodv::Rreq (32 bytes) [[inet::UdpHeader, port:654->654, payloadLength:-9 B, length = 8 B
DETAIL (Ipv4)manets.nodoFijo1.ipv4.ip: Sending datagram 'aodv::Rreq' with destination = 255.255.255.255
DETAIL (Ipv4)manets.nodoFijo1.ipv4.ip: destination address is broadcast, sending packet to broadcast MAC address
INFO (Ipv4)manets.nodoFijo1.ipv4.ip: Sending (inet::Packet)aodv::Rreq (52 bytes) [[inet::Ipv4Header, length = 20 B | inet::UdpHeader, port:654->654,
```

Figura 4: Nodo fijo envía RREQ vía broadcast

#405	5.001055902778	nodoFijo1 --> nodoFijo2	aodv::Rreq	145.236.0.1	255.255.255.255	IPv4
#405	5.001055902778	nodoFijo1 --> nodoMovil[0]	aodv::Rreq	145.236.0.1	255.255.255.255	IPv4
#405	5.001055902778	nodoFijo1 --> nodoMovil[1]	aodv::Rreq	145.236.0.1	255.255.255.255	IPv4
#405	5.001055902778	nodoFijo1 --> nodoMovil[2]	aodv::Rreq	145.236.0.1	255.255.255.255	IPv4
#405	5.001055902778	nodoFijo1 --> nodoMovil[3]	aodv::Rreq	145.236.0.1	255.255.255.255	IPv4
#405	5.001055902778	nodoFijo1 --> nodoMovil[4]	aodv::Rreq	145.236.0.1	255.255.255.255	IPv4
#405	5.001055902778	nodoFijo1 --> nodoMovil[5]	aodv::Rreq	145.236.0.1	255.255.255.255	IPv4
#405	5.001055902778	nodoFijo1 --> nodoMovil[6]	aodv::Rreq	145.236.0.1	255.255.255.255	IPv4

Figura 5: Paquetes RREQ enviados por el nodo fijo

Los nodos móviles que se encuentren dentro de la cobertura del nodo fijo 1 recibirán el mensaje RREQ. En el caso de esta simulación lo recibirán los nodos móviles 3, 5 y 2. Esto puede verse en las figuras 6, 7 y 8.

```
** Event #418 t=5.001392311521 manets.nodoMovil[3].routing (Aodv, id=241) on aodv::Rreq (inet::Packet, id=309)
INFO (Aodv)manets.nodoMovil[3].routing: AODV Route Request arrived with source addr: 145.236.0.1 originator addr: 145.236.0.1 destination addr: 145.236.0.2
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[3].routing: Adding new route destination = 145.236.0.1, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.1, metric = 1, interface = wlan0
INFO (Ipv4RoutingTable)manets.nodoMovil[3].ipv4.routingTable: manets.nodoMovil[3].ipv4.routingTable: add route dest:145.236.0.1 gw:145.236.0.1 mask:255.255.255.255
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[3].routing: Updating existing route: destination = 145.236.0.1, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.1, metric = 1, interface = wlan0
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[3].routing: Route updated: destination = 145.236.0.1, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.1, metric = 1, interface = wlan0
INFO (Aodv)manets.nodoMovil[3].routing: Forwarding the Route Request message with TTL= 1
```

Figura 6: Nodo móvil 3 recibe RREQ y lo reenvía

```
** Event #422 t=5.001392696449 manets.nodoMovil[5].routing (Aodv, id=315) on aodv::Rreq (inet::Packet, id=318)
INFO (Aodv)manets.nodoMovil[5].routing: AODV Route Request arrived with source addr: 145.236.0.1 originator addr: 145.236.0.1 destination addr: 145.236.0.2
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[5].routing: Adding new route destination = 145.236.0.1, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.1, metric = 1, interface = wlan0
INFO (Ipv4RoutingTable)manets.nodoMovil[5].ipv4.routingTable: manets.nodoMovil[5].ipv4.routingTable: add route dest:145.236.0.1 gw:145.236.0.1 mask:255.255.255.255
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[5].routing: Updating existing route: destination = 145.236.0.1, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.1, metric = 1, interface = wlan0
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[5].routing: Route updated: destination = 145.236.0.1, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.1, metric = 1, interface = wlan0
INFO (Aodv)manets.nodoMovil[5].routing: Forwarding the Route Request message with TTL= 1
```

Figura 7: Nodo móvil 5 recibe RREQ y lo reenvía

```
** Event #426 t=5.001393012424 manets.nodoMovil[2].routing (Aodv, id=204) on aodv::Rreq (inet::Packet, id=327)
INFO (Aodv)manets.nodoMovil[2].routing: AODV Route Request arrived with source addr: 145.236.0.1 originator addr: 145.236.0.1 destination addr: 145.236.0.2
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[2].routing: Adding new route destination = 145.236.0.1, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.1, metric = 1, interface = wlan0
INFO (Ipv4RoutingTable)manets.nodoMovil[2].ipv4.routingTable: manets.nodoMovil[2].ipv4.routingTable: add route dest:145.236.0.1 gw:145.236.0.1 mask:255.255.255.255
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[2].routing: Updating existing route: destination = 145.236.0.1, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.1, metric = 1, interface = wlan0
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[2].routing: Route updated: destination = 145.236.0.1, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.1, metric = 1, interface = wlan0
INFO (Aodv)manets.nodoMovil[2].routing: Forwarding the Route Request message with TTL= 1
```

Figura 8: Nodo móvil 2 recibe RREQ y lo reenvía

Todos estos 3 nodos (nodo móvil 3, nodo móvil 5 y el nodo móvil 2) al recibir el mensaje RREQ desde el nodo fijo 1 actualizarán su tabla de enrutamiento añadiendo 2 entradas, una para la ruta "forward" y otra para la ruta "reverse", esto puede verse en las figuras 9, 10 y 11.

```
manets.nodoMovil[3].ipv4.routingTable.routes (vector<Ipv4Route *>) size=3
  elements[3] (inet::Ipv4Route *)
    [0] dest:145.236.0.0 gw:* mask:255.255.255.240 metric:0 if:wlan0(145.236.0.6) DIRECT MANUAL
    [1] dest:145.236.0.0 gw:* mask:255.255.0.0 metric:1000 if:wlan0(145.236.0.6) DIRECT IFACENETMASK
    [2] dest:127.0.0.0 gw:* mask:255.0.0.0 metric:1 if:lo0(127.0.0.1) DIRECT IFACENETMASK
```

Figura 9: Tabla de enrutamiento nodo móvil 3

```
manets.nodoMovil[5].ipv4.routingTable.routes (vector<Ipv4Route *>) size=3
  elements[3] (inet::Ipv4Route *)
    [0] dest:145.236.0.0 gw:* mask:255.255.255.240 metric:0 if:wlan0(145.236.0.8) DIRECT MANUAL
    [1] dest:145.236.0.0 gw:* mask:255.255.0.0 metric:1000 if:wlan0(145.236.0.8) DIRECT IFACENETMASK
    [2] dest:127.0.0.0 gw:* mask:255.0.0.0 metric:1 if:lo0(127.0.0.1) DIRECT IFACENETMASK
```

Figura 10: Tabla de enrutamiento nodo móvil 5


```

manets.nodoMovil[2].ipv4.routingTable.routes (vector<Ipv4Route *>) size=3
elements[3] (inet::Ipv4Route *)
[0] dest:145.236.0.0 gw:* mask:255.255.255.240 metric:0 if:wlan0(145.236.0.5) DIRECT MANUAL
[1] dest:145.236.0.0 gw:* mask:255.255.0.0 metric:1000 if:wlan0(145.236.0.5) DIRECT IFACENETMASK
[2] dest:127.0.0.0 gw:* mask:255.0.0.0 metric:1 if:lo0(127.0.0.1) DIRECT IFACENETMASK

```

Figura 11: Tabla de enrutamiento nodo móvil 2

Cada uno de los nodos que han recibido el mensaje RREQ lo retransmiten vía broadcast, en las figuras 12 y 13 vemos como lo hace el nodo5.

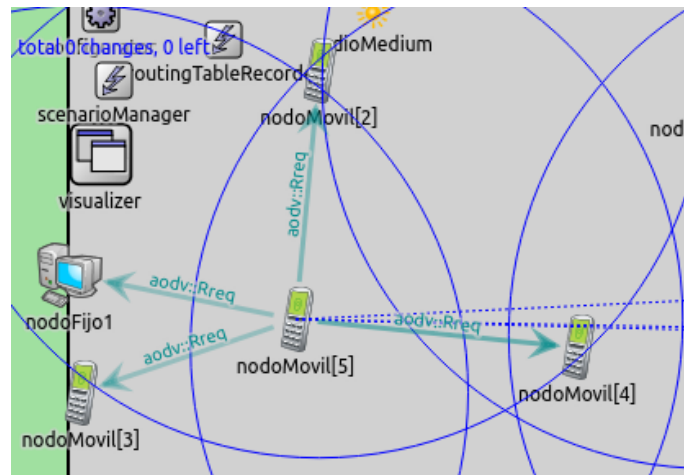


Figura 12: Nodo móvil 5 retransmite RREQ

```

#435      5.00229629942      nodoMovil[5] --> nodoFijo1 aodv::Rreq 145.236.0.8 255.255.255.255 IPv4
#435      5.00229629942      nodoMovil[5] --> nodoFijo2 aodv::Rreq 145.236.0.8 255.255.255.255 IPv4
#435      5.00229629942      nodoMovil[5] --> nodoMovil[0] aodv::Rreq 145.236.0.8 255.255.255.255 IPv4
#435      5.00229629942      nodoMovil[5] --> nodoMovil[1] aodv::Rreq 145.236.0.8 255.255.255.255 IPv4
#435      5.00229629942      nodoMovil[5] --> nodoMovil[2] aodv::Rreq 145.236.0.8 255.255.255.255 IPv4
#435      5.00229629942      nodoMovil[5] --> nodoMovil[3] aodv::Rreq 145.236.0.8 255.255.255.255 IPv4
#435      5.00229629942      nodoMovil[5] --> nodoMovil[4] aodv::Rreq 145.236.0.8 255.255.255.255 IPv4
#435      5.00229629942      nodoMovil[5] --> nodoMovil[6] aodv::Rreq 145.236.0.8 255.255.255.255 IPv4

```

Figura 13: Paquetes RREQ que retransmite el nodo móvil 5

En este caso tanto el nodo móvil 2 (figura 14) como el nodo móvil 3 (figura 15) y el nodo fijo 1 (figura 16) van a descartar este paquete retransmitido pues ya tienen uno almacenado con el mismo número de secuencia.

```

** Event #456 t=5.002633160363 manets.nodoMovil[2].routing (Aodv, id=204) on aodv::Rreq (inet::Packet, id=407)
INFO (Aodv)manets.nodoMovil[2].routing: AODV Route Request arrived with source addr: 145.236.0.8 originator addr: 145.236.0.1 destination addr: 145.236.0.2
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[2].routing: Adding new route destination = 145.236.0.8, prefixLength = 32, nexthop = 145.236.0.8, metric = 1, interface = wlan0
INFO (Ipv4RoutingTable)manets.nodoMovil[2].ipv4.routingTable: manets.nodoMovil[2].ipv4.routingTable: add route dest:145.236.0.8 gw:145.236.0.8 mask:255.255.2
WARN (Aodv)manets.nodoMovil[2].routing: The same packet has arrived within PATH_DISCOVERY_TIME= 5.6. Discarding it

```

Figura 14: Nodo 2 descarta RREQ

```

** Event #448 t=5.002633080929 manets.nodoMovil[3].routing (Aodv, id=241) on aodv::Rreq (inet::Packet, id=393)
INFO (Aodv)manets.nodoMovil[3].routing: AODV Route Request arrived with source addr: 145.236.0.8 originator addr: 145.236.0.1 destination addr: 145.236.0.2
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[3].routing: Adding new route destination = 145.236.0.8, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.8, metric = 1, interface = wlan0
INFO (Ipv4RoutingTable)manets.nodoMovil[3].ipv4.routingTable: manets.nodoMovil[3].ipv4.routingTable: add route dest:145.236.0.8 gw:145.236.0.8 mask:255.255.255
WARN (Aodv)manets.nodoMovil[3].routing: The same packet has arrived within PATH_DISCOVERY_TIME= 5.6. Discarding it

```

Figura 15: Nodo 3 descarta RREQ

```

** Event #452 t=5.002633093089 manets.nodoFijo1.routing (Aodv, id=55) on aodv::Rreq (inet::Packet, id=400)
INFO (Aodv)manets.nodoFijo1.routing: AODV Route Request arrived with source addr: 145.236.0.8 originator addr: 145.236.0.1 destination addr: 145.236.0.2
DETAIL (Aodv)manets.nodoFijo1.routing: Adding new route destination = 145.236.0.8, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.8, metric = 1, interface = wlan0
INFO (Ipv4RoutingTable)manets.nodoFijo1.ipv4.routingTable: manets.nodoFijo1.ipv4.routingTable: add route dest:145.236.0.8 gw:145.236.0.8 mask:255.255.255
WARN (Aodv)manets.nodoFijo1.routing: The same packet has arrived within PATH_DISCOVERY_TIME= 5.6. Discarding it

```

Figura 16: Nodo fijo 1 descarta RREQ

Sin embargo cuando el paquete RREQ llega al nodo 4 (desde el nodo 5) este añade las rutas a su tabla de enrutamiento (figura 18) ² pero no puede retransmitir el RREQ porque el TTL es 0 (figura 17).

```

** Event #460 t=5.002633275965 manets.nodoMovil[4].routing (Aodv, id=278) on aodv::Rreq (inet::Packet, id=414)
INFO (Aodv)manets.nodoMovil[4].routing: AODV Route Request arrived with source addr: 145.236.0.8 originator addr: 145.236.0.1 destination addr: 145.236.0.2
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[4].routing: Adding new route destination = 145.236.0.8, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.8, metric = 1, interface = wlan0
INFO (Ipv4RoutingTable)manets.nodoMovil[4].ipv4.routingTable: manets.nodoMovil[4].ipv4.routingTable: add route dest:145.236.0.8 gw:145.236.0.8 mask:255.255.255
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[4].routing: Adding new route destination = 145.236.0.1, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.8, metric = 2, interface = wlan0
INFO (Ipv4RoutingTable)manets.nodoMovil[4].ipv4.routingTable: manets.nodoMovil[4].ipv4.routingTable: add route dest:145.236.0.1 gw:145.236.0.8 mask:255.255.255
WARN (Aodv)manets.nodoMovil[4].routing: Can't forward the RREQ because of its small (<= 1) TTL: 0 or the AODV reboot has not completed yet

```

Figura 17: Nodo móvil 4 añade RREQ

```

manets.nodoMovil[4].ipv4.routingTable.routes (vector<Ipv4Route *>) size=3
elements[3] (inet::Ipv4Route *)
[0] dest:145.236.0.0 gw:* mask:255.255.255.240 metric:0 if:wlan0(145.236.0.7) DIRECT MANUAL
[1] dest:145.236.0.0 gw:* mask:255.255.0.0 metric:1000 if:wlan0(145.236.0.7) DIRECT IFACENETMASK
[2] dest:127.0.0.0 gw:* mask:255.0.0.0 metric:1 if:lo0(127.0.0.1) DIRECT IFACENETMASK

```

Figura 18: Tabla de enrutamiento del nodo móvil 4

De igual forma el nodo móvil 3 reenvía el RREQ (figura 19) y tanto el nodo móvil 5 (figura 20) como el nodo fijo 1 (figura 21) lo descartan.

```

#468      5.004014331941      nodoMovil[3] --> nodoFijo1 aodv::Rreq 145.236.0.6 255.255.255.255 IPv4
#468      5.004014331941      nodoMovil[3] --> nodoFijo2 aodv::Rreq 145.236.0.6 255.255.255.255 IPv4
#468      5.004014331941      nodoMovil[3] --> nodoMovil[0] aodv::Rreq 145.236.0.6 255.255.255.255 IPv4
#468      5.004014331941      nodoMovil[3] --> nodoMovil[1] aodv::Rreq 145.236.0.6 255.255.255.255 IPv4
#468      5.004014331941      nodoMovil[3] --> nodoMovil[2] aodv::Rreq 145.236.0.6 255.255.255.255 IPv4
#468      5.004014331941      nodoMovil[3] --> nodoMovil[4] aodv::Rreq 145.236.0.6 255.255.255.255 IPv4
#468      5.004014331941      nodoMovil[3] --> nodoMovil[5] aodv::Rreq 145.236.0.6 255.255.255.255 IPv4
#468      5.004014331941      nodoMovil[3] --> nodoMovil[6] aodv::Rreq 145.236.0.6 255.255.255.255 IPv4

```

Figura 19: Nodo móvil 3 retransmite RREQ

```

** Event #485 t=5.004351113441 manets.nodoMovil[5].routing (Aodv, id=315) on aodv::Rreq (inet::Packet, id=482)
INFO (Aodv)manets.nodoMovil[5].routing: AODV Route Request arrived with source addr: 145.236.0.6 originator addr: 145.236.0.1 destination addr: 145.236.0.2
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[5].routing: Adding new route destination = 145.236.0.6, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.6, metric = 1, interface = wlan
INFO (Ipv4RoutingTable)manets.nodoMovil[5].ipv4.routingTable: manets.nodoMovil[5].ipv4.routingTable: add route dest:145.236.0.6 gw:145.236.0.6 mask:255.255.255
WARN (Aodv)manets.nodoMovil[5].routing: The same packet has arrived within PATH_DISCOVERY_TIME= 5.6. Discarding it

```

Figura 20: Nodo móvil 5 descarta RREQ del nodo móvil 3

²Se obviarán las capturas de las tablas de enrutamiento a partir de este punto pues al incluirlas todas obtendríamos un número desmesurado de figuras.

```

** Event #481 t=5.004350740691 manets.nodoFijo1.routing (Aodv, id=55) on aodv::Rreq (inet::Packet, id=475)
INFO (Aodv)manets.nodoFijo1.routing: AODV Route Request arrived with source addr: 145.236.0.6 originator addr: 145.236.0.1 destination addr: 145.236.0.2
DETAIL (Aodv)manets.nodoFijo1.routing: Adding new route destination = 145.236.0.6, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.6, metric = 1, interface = wlan0
INFO (Ipv4RoutingTable)manets.nodoFijo1.ipv4.routingTable: manets.nodoFijo1.ipv4.routingTable: add route dest:145.236.0.6 gw:145.236.0.6 mask:255.255.255
WARN (Aodv)manets.nodoFijo1.routing: The same packet has arrived within PATH_DISCOVERY_TIME= 5.6. Discarding it

```

Figura 21: Nodo fijo 1 descarta RREQ del nodo móvil 3

Igual que con los nodos 5 y 3, el nodo 2 reenvía el paquete RREQ (figura 22) y en su caso lo descartan el nodo móvil 5 (figura 23), nodo móvil 4 (figura 24) y el nodo fijo (figura 25).

```

#1060      5.343350737332      nodoMovil[2] --> nodoFijo1 aodv::Rrep 145.236.0.5 145.236.0.1      IPv4
#1060      5.343350737332      nodoMovil[2] --> nodoFijo2 aodv::Rrep 145.236.0.5 145.236.0.1      IPv4
#1060      5.343350737332      nodoMovil[2] --> nodoMovil[0] aodv::Rrep 145.236.0.5 145.236.0.1      IPv4
#1060      5.343350737332      nodoMovil[2] --> nodoMovil[1] aodv::Rrep 145.236.0.5 145.236.0.1      IPv4
#1060      5.343350737332      nodoMovil[2] --> nodoMovil[3] aodv::Rrep 145.236.0.5 145.236.0.1      IPv4
#1060      5.343350737332      nodoMovil[2] --> nodoMovil[4] aodv::Rrep 145.236.0.5 145.236.0.1      IPv4
#1060      5.343350737332      nodoMovil[2] --> nodoMovil[5] aodv::Rrep 145.236.0.5 145.236.0.1      IPv4
#1060      5.343350737332      nodoMovil[2] --> nodoMovil[6] aodv::Rrep 145.236.0.5 145.236.0.1      IPv4

```

Figura 22: Nodo móvil 2 reenvía RREQ

```

** Event #508 t=5.004917924609 manets.nodoMovil[5].routing (Aodv, id=315) on aodv::Rreq (inet::Packet, id=542)
INFO (Aodv)manets.nodoMovil[5].routing: AODV Route Request arrived with source addr: 145.236.0.5 originator addr: 145.236.0.1 destination addr: 145.236.0.2
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[5].routing: Adding new route destination = 145.236.0.5, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.5, metric = 1, interface = wlan0
INFO (Ipv4RoutingTable)manets.nodoMovil[5].ipv4.routingTable: manets.nodoMovil[5].ipv4.routingTable: add route dest:145.236.0.5 gw:145.236.0.5 mask:255.255.255
WARN (Aodv)manets.nodoMovil[5].routing: The same packet has arrived within PATH_DISCOVERY_TIME= 5.6. Discarding it

```

Figura 23: Nodo móvil 5 descarta RREQ del nodo móvil 2

```

** Event #516 t=5.004918368913 manets.nodoMovil[4].routing (Aodv, id=278) on aodv::Rreq (inet::Packet, id=556)
INFO (Aodv)manets.nodoMovil[4].routing: AODV Route Request arrived with source addr: 145.236.0.5 originator addr: 145.236.0.1 destination addr: 145.236.0.2
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[4].routing: Adding new route destination = 145.236.0.5, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.5, metric = 1, interface = wlan0
INFO (Ipv4RoutingTable)manets.nodoMovil[4].ipv4.routingTable: manets.nodoMovil[4].ipv4.routingTable: add route dest:145.236.0.5 gw:145.236.0.5 mask:255.255.255
WARN (Aodv)manets.nodoMovil[4].routing: The same packet has arrived within PATH_DISCOVERY_TIME= 5.6. Discarding it

```

Figura 24: Nodo móvil 4 descarta RREQ del nodo móvil 2

```

** Event #512 t=5.004918173304 manets.nodoFijo1.routing (Aodv, id=55) on aodv::Rreq (inet::Packet, id=549)
INFO (Aodv)manets.nodoFijo1.routing: AODV Route Request arrived with source addr: 145.236.0.5 originator addr: 145.236.0.1 destination addr: 145.236.0.2
DETAIL (Aodv)manets.nodoFijo1.routing: Adding new route destination = 145.236.0.5, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.5, metric = 1, interface = wlan0
INFO (Ipv4RoutingTable)manets.nodoFijo1.ipv4.routingTable: manets.nodoFijo1.ipv4.routingTable: add route dest:145.236.0.5 gw:145.236.0.5 mask:255.255.255
WARN (Aodv)manets.nodoFijo1.routing: The same packet has arrived within PATH_DISCOVERY_TIME= 5.6. Discarding it

```

Figura 25: Nodo fijo 1 descarta RREQ del nodo móvil 2

Cuando el nodo fijo 1 quiere volver a enviar otro paquete (figura 26) y aún no ha recibido el RREP (Router Reply) para conocer la ruta vuelve a enviar otro paquete RREQ (Router Request) (figuras 27 y 28).

```

** Event #544 t=5.25 manets.nodoFijo1.ipv4.ip (Ipv4, id=74) on UdpBasicAppData-1 (inet::Packet, id=567)
INFO (Ipv4)manets.nodoFijo1.ipv4.ip: Received (inet::Packet)UdpBasicAppData-1 (58 bytes) [[inet::UdpHeader, port:1025->1000, payloadLength:50 B,
INFO (Aodv)manets.nodoFijo1.routing: manets.nodoFijo1.routing: Finding route for source <unspec> with destination 145.236.0.2
INFO (Aodv)manets.nodoFijo1.routing: manets.nodoFijo1.routing: Missing route for destination 145.236.0.2
DETAIL (Aodv)manets.nodoFijo1.routing: manets.nodoFijo1.routing: Queuing datagram, source <unspec>, destination 145.236.0.2
DETAIL (Aodv)manets.nodoFijo1.routing: manets.nodoFijo1.routing: Route discovery is in progress, originator 145.236.0.1 target 145.236.0.2

```

Figura 26: Nodo fijo 1 quiere enviar otro paquete

```

** Event #551 t=5.32 manets.nodoFijo1.routing (Aodv, id=55) on selfmsg (inet::aodv::WaitForRrep, id=258)
INFO (Aodv)manets.nodoFijo1.routing: We didn't get any Route Reply within RREP timeout
INFO (Aodv)manets.nodoFijo1.routing: Sending a Route Request with target 145.236.0.2 and TTL= 4

```

Figura 27: Nodo fijo envía nuevo RREQ

```

#555      5.323433335408      nodoFijo1 --> nodoFijo2 aodv::Rreq 145.236.0.1      255.255.255.255 IPv4
#555      5.323433335408      nodoFijo1 --> nodoMovil[0] aodv::Rreq 145.236.0.1      255.255.255.255 IPv4
#555      5.323433335408      nodoFijo1 --> nodoMovil[1] aodv::Rreq 145.236.0.1      255.255.255.255 IPv4
#555      5.323433335408      nodoFijo1 --> nodoMovil[2] aodv::Rreq 145.236.0.1      255.255.255.255 IPv4
#555      5.323433335408      nodoFijo1 --> nodoMovil[3] aodv::Rreq 145.236.0.1      255.255.255.255 IPv4
#555      5.323433335408      nodoFijo1 --> nodoMovil[4] aodv::Rreq 145.236.0.1      255.255.255.255 IPv4
#555      5.323433335408      nodoFijo1 --> nodoMovil[5] aodv::Rreq 145.236.0.1      255.255.255.255 IPv4
#555      5.323433335408      nodoFijo1 --> nodoMovil[6] aodv::Rreq 145.236.0.1      255.255.255.255 IPv4

```

Figura 28: Nodo fijo envía un nuevo RREQ paquetes

Los nodos que se encuentran dentro de la cobertura del nodo fijo 1 reciben el nuevo RREQ y lo propagan:

El **nodo 3** recibe el nuevo RREQ, actualiza las rutas en su tabla de enrutamiento y retransmite el mensaje RREQ. (Figura 29)

```

** Event #568 t=5.323769744638 manets.nodoMovil[3].routing (Aodv, id=241) on aodv::Rreq (inet::Packet, id=620)
INFO (Aodv)manets.nodoMovil[3].routing: AODV Route Request arrived with source addr: 145.236.0.1 originator addr: 145.236.0.1 destination addr: 145.236.0.2
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[3].routing: Updating existing route: destination = 145.236.0.1, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.1, metric = 1, interface = wlan0
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[3].routing: Route updated: destination = 145.236.0.1, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.1, metric = 1, interface = wlan0
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[3].routing: Updating existing route: destination = 145.236.0.1, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.1, metric = 1, interface = wlan0
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[3].routing: Route updated: destination = 145.236.0.1, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.1, metric = 1, interface = wlan0
INFO (Aodv)manets.nodoMovil[3].routing: Forwarding the Route Request message with TTL= 3

```

Figura 29: Nodo móvil 3 recibe el nuevo RREQ del nodo fijo 1

De igual forma, el **nodo 5** recibe el nuevo RREQ, actualiza las rutas en su tabla de enrutamiento y retransmite el mensaje RREQ. (Figura 30)

```

** Event #572 t=5.323770128676 manets.nodoMovil[5].routing (Aodv, id=315) on aodv::Rreq (inet::Packet, id=629)
INFO (Aodv)manets.nodoMovil[5].routing: AODV Route Request arrived with source addr: 145.236.0.1 originator addr: 145.236.0.1 destination addr: 145.236.0.2
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[5].routing: Updating existing route: destination = 145.236.0.1, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.1, metric = 1, interface = wlan0
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[5].routing: Route updated: destination = 145.236.0.1, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.1, metric = 1, interface = wlan0
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[5].routing: Updating existing route: destination = 145.236.0.1, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.1, metric = 1, interface = wlan0
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[5].routing: Route updated: destination = 145.236.0.1, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.1, metric = 1, interface = wlan0
INFO (Aodv)manets.nodoMovil[5].routing: Forwarding the Route Request message with TTL= 3

```

Figura 30: Nodo móvil 5 recibe el nuevo RREQ del nodo fijo 1

Igualmente, el **nodo móvil 2** recibe el nuevo RREQ, actualiza las rutas en su tabla de enrutamiento y retransmite el mensaje RREQ. (Figura 29)

```

** Event #576 t=5.323770444126 manets.nodoMovil[2].routing (Aodv, id=204) on aodv::Rreq (inet::Packet, id=638)
INFO (Aodv)manets.nodoMovil[2].routing: AODV Route Request arrived with source addr: 145.236.0.1 originator addr: 145.236.0.1 destination addr: 145.236.0.2
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[2].routing: Updating existing route: destination = 145.236.0.1, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.1, metric = 1, interface = wlan0
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[2].routing: Route updated: destination = 145.236.0.1, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.1, metric = 1, interface = wlan0
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[2].routing: Updating existing route: destination = 145.236.0.1, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.1, metric = 1, interface = wlan0
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[2].routing: Route updated: destination = 145.236.0.1, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.1, metric = 1, interface = wlan0
INFO (Aodv)manets.nodoMovil[2].routing: Forwarding the Route Request message with TTL= 3

```

Figura 31: Nodo móvil 2 recibe el nuevo RREQ del nodo fijo 1

El nodo móvil 2 reenvía el paquete RREQ, este paquete lo reciben los nodos que se encuentran dentro de la cobertura del nodo móvil 2 (nodo móvil 5, nodo fijo 1 y nodo móvil 4). (Figura 32)


```
#585      5.3241862896      nodoMovil[2] --> nodoFijo1 aodv::Rreq 145.236.0.5 255.255.255.255 IPv4
#585      5.3241862896      nodoMovil[2] --> nodoFijo2 aodv::Rreq 145.236.0.5 255.255.255.255 IPv4
#585      5.3241862896      nodoMovil[2] --> nodoMovil[0] aodv::Rreq 145.236.0.5 255.255.255.255 IPv4
#585      5.3241862896      nodoMovil[2] --> nodoMovil[1] aodv::Rreq 145.236.0.5 255.255.255.255 IPv4
#585      5.3241862896      nodoMovil[2] --> nodoMovil[3] aodv::Rreq 145.236.0.5 255.255.255.255 IPv4
#585      5.3241862896      nodoMovil[2] --> nodoMovil[4] aodv::Rreq 145.236.0.5 255.255.255.255 IPv4
#585      5.3241862896      nodoMovil[2] --> nodoMovil[5] aodv::Rreq 145.236.0.5 255.255.255.255 IPv4
#585      5.3241862896      nodoMovil[2] --> nodoMovil[6] aodv::Rreq 145.236.0.5 255.255.255.255 IPv4
```

Figura 32: Nodo móvil 2 reenvía paquete RREQ

El nodo móvil 5 descarta el paquete. (Figura 33)

```
** Event #598 t=5.324523150444 manets.nodoMovil[5].routing (Aodv, id=315) on aodv::Rreq (inet::Packet, id=703)
INFO (Aodv)manets.nodoMovil[5].routing: AODV Route Request arrived with source addr: 145.236.0.5 originator addr: 145.236.0.1 destination addr: 145.236.0.2
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[5].routing: Updating existing route: destination = 145.236.0.5, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.5, metric = 1, interface = wlan0
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[5].routing: Route updated: destination = 145.236.0.5, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.5, metric = 1, interface = wlan0
WARN (Aodv)manets.nodoMovil[5].routing: The same packet has arrived within PATH_DISCOVERY_TIME= 5.6. Discarding it
```

Figura 33: Nodo móvil 5 descarta RREQ enviado por 2

El nodo fijo 1 también descarta el paquete. (Figura 34)

```
** Event #602 t=5.324523398315 manets.nodoFijo1.routing (Aodv, id=55) on aodv::Rreq (inet::Packet, id=710)
INFO (Aodv)manets.nodoFijo1.routing: AODV Route Request arrived with source addr: 145.236.0.5 originator addr: 145.236.0.1 destination addr: 145.236.0.2
DETAIL (Aodv)manets.nodoFijo1.routing: Updating existing route: destination = 145.236.0.5, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.5, metric = 1, interface = wlan0
DETAIL (Aodv)manets.nodoFijo1.routing: Route updated: destination = 145.236.0.5, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.5, metric = 1, interface = wlan0
WARN (Aodv)manets.nodoFijo1.routing: The same packet has arrived within PATH_DISCOVERY_TIME= 5.6. Discarding it
```

Figura 34: Nodo fijo 1 descarta RREQ enviado por 2

El nodo móvil 4 actualiza las rutas y reenviará los mensajes. (Figura 35)

```
** Event #606 t=5.324523594656 manets.nodoMovil[4].routing (Aodv, id=278) on aodv::Rreq (inet::Packet, id=717)
INFO (Aodv)manets.nodoMovil[4].routing: AODV Route Request arrived with source addr: 145.236.0.5 originator addr: 145.236.0.1 destination addr: 145.236.0.2
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[4].routing: Updating existing route: destination = 145.236.0.5, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.5, metric = 1, interface = wlan0
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[4].routing: Route updated: destination = 145.236.0.5, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.5, metric = 1, interface = wlan0
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[4].routing: Updating existing route: destination = 145.236.0.1, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.8, metric = 2, interface = wlan0
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[4].routing: Route updated: destination = 145.236.0.1, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.5, metric = 2, interface = wlan0
INFO (Aodv)manets.nodoMovil[4].routing: Forwarding the Route Request message with TTL= 2
```

Figura 35: Nodo móvil 4 recibe RREQ enviado por 2

El nodo móvil 5 reenvía el paquete RREQ (figura 36), este paquete lo reciben los nodos que se encuentran dentro de la cobertura del nodo móvil 5 (nodo móvil 3, nodo fijo 1, nodo móvil 2 y nodo móvil 4) todos ellos descartan el paquete. (Figuras 37, 38, 39, 40 respectivamente).

```
#615      5.325038526941      nodoMovil[5] --> nodoFijo1 aodv::Rreq 145.236.0.8 255.255.255.255 IPv4
#615      5.325038526941      nodoMovil[5] --> nodoFijo2 aodv::Rreq 145.236.0.8 255.255.255.255 IPv4
#615      5.325038526941      nodoMovil[5] --> nodoMovil[0] aodv::Rreq 145.236.0.8 255.255.255.255 IPv4
#615      5.325038526941      nodoMovil[5] --> nodoMovil[1] aodv::Rreq 145.236.0.8 255.255.255.255 IPv4
#615      5.325038526941      nodoMovil[5] --> nodoMovil[2] aodv::Rreq 145.236.0.8 255.255.255.255 IPv4
#615      5.325038526941      nodoMovil[5] --> nodoMovil[3] aodv::Rreq 145.236.0.8 255.255.255.255 IPv4
#615      5.325038526941      nodoMovil[5] --> nodoMovil[4] aodv::Rreq 145.236.0.8 255.255.255.255 IPv4
#615      5.325038526941      nodoMovil[5] --> nodoMovil[6] aodv::Rreq 145.236.0.8 255.255.255.255 IPv4
```

Figura 36: Nodo móvil 5 reenvía el paquete RREQ

```
** Event #628 t=5.325375306819 manets.nodoMovil[3].routing (Aodv, id=241) on aodv::Rreq (inet::Packet, id=778)
INFO (Aodv)manets.nodoMovil[3].routing: AODV Route Request arrived with source addr: 145.236.0.8 originator addr: 145.236.0.1 destination addr: 145.236.0.2
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[3].routing: Updating existing route: destination = 145.236.0.8, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.8, metric = 1, interface = wlan0
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[3].routing: Route updated: destination = 145.236.0.8, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.8, metric = 1, interface = wlan0
WARN (Aodv)manets.nodoMovil[3].routing: The same packet has arrived within PATH_DISCOVERY_TIME= 5.6. Discarding it
```

Figura 37: Nodo móvil 3 descarta RREQ enviado por 5

```

** Event #632 t=5.325375320207 manets.nodoFijo1.routing (Aodv, id=55) on aodv::Rreq (inet::Packet, id=785)
INFO (Aodv)manets.nodoFijo1.routing: AODV Route Request arrived with source addr: 145.236.0.8 originator addr: 145.236.0.1 destination addr: 145.236.0.2
DETAIL (Aodv)manets.nodoFijo1.routing: Updating existing route: destination = 145.236.0.8, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.8, metric = 1, interface = wlan0
DETAIL (Aodv)manets.nodoFijo1.routing: Route updated: destination = 145.236.0.8, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.8, metric = 1, interface = wlan0
WARN (Aodv)manets.nodoFijo1.routing: The same packet has arrived within PATH_DISCOVERY_TIME= 5.6. Discarding it

```

Figura 38: Nodo fijo 1 descarta RREQ enviado por 5

```

** Event #636 t=5.325375387785 manets.nodoMovil[2].routing (Aodv, id=204) on aodv::Rreq (inet::Packet, id=792)
INFO (Aodv)manets.nodoMovil[2].routing: AODV Route Request arrived with source addr: 145.236.0.8 originator addr: 145.236.0.1 destination addr: 145.236.0.2
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[2].routing: Updating existing route: destination = 145.236.0.8, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.8, metric = 1, interface = wlan0
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[2].routing: Route updated: destination = 145.236.0.8, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.8, metric = 1, interface = wlan0
WARN (Aodv)manets.nodoMovil[2].routing: The same packet has arrived within PATH_DISCOVERY_TIME= 5.6. Discarding it

```

Figura 39: Nodo móvil 2 descarta RREQ enviado por 5

```

** Event #640 t=5.325375504885 manets.nodoMovil[4].routing (Aodv, id=278) on aodv::Rreq (inet::Packet, id=799)
INFO (Aodv)manets.nodoMovil[4].routing: AODV Route Request arrived with source addr: 145.236.0.8 originator addr: 145.236.0.1 destination addr: 145.236.0.2
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[4].routing: Updating existing route: destination = 145.236.0.8, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.8, metric = 1, interface = wlan0
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[4].routing: Route updated: destination = 145.236.0.8, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.8, metric = 1, interface = wlan0
WARN (Aodv)manets.nodoMovil[4].routing: The same packet has arrived within PATH_DISCOVERY_TIME= 5.6. Discarding it

```

Figura 40: Nodo móvil 4 descarta RREQ enviado por 5

El nodo móvil 3 reenvía el paquete RREQ (figura 41), este paquete lo reciben los nodos que se encuentran dentro de la cobertura del nodo móvil 3 (nodo fijo 1, nodo móvil 5) ambos descartan el paquete. (Figuras 42 y 43 respectivamente).

#648	5.325563576504	nodoMovil[3] --> nodoFijo1 aodv::Rreq 145.236.0.6 255.255.255.255 IPv4
#648	5.325563576504	nodoMovil[3] --> nodoFijo2 aodv::Rreq 145.236.0.6 255.255.255.255 IPv4
#648	5.325563576504	nodoMovil[3] --> nodoMovil[0] aodv::Rreq 145.236.0.6 255.255.255.255 IPv4
#648	5.325563576504	nodoMovil[3] --> nodoMovil[1] aodv::Rreq 145.236.0.6 255.255.255.255 IPv4
#648	5.325563576504	nodoMovil[3] --> nodoMovil[2] aodv::Rreq 145.236.0.6 255.255.255.255 IPv4
#648	5.325563576504	nodoMovil[3] --> nodoMovil[4] aodv::Rreq 145.236.0.6 255.255.255.255 IPv4
#648	5.325563576504	nodoMovil[3] --> nodoMovil[5] aodv::Rreq 145.236.0.6 255.255.255.255 IPv4
#648	5.325563576504	nodoMovil[3] --> nodoMovil[6] aodv::Rreq 145.236.0.6 255.255.255.255 IPv4

Figura 41: Nodo móvil 3 reenvía paquete RREQ

```

** Event #661 t=5.325899985736 manets.nodoFijo1.routing (Aodv, id=55) on aodv::Rreq (inet::Packet, id=857)
INFO (Aodv)manets.nodoFijo1.routing: AODV Route Request arrived with source addr: 145.236.0.6 originator addr: 145.236.0.1 destination addr: 145.236.0.2
DETAIL (Aodv)manets.nodoFijo1.routing: Updating existing route: destination = 145.236.0.6, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.6, metric = 1, interface = wlan0
DETAIL (Aodv)manets.nodoFijo1.routing: Route updated: destination = 145.236.0.6, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.6, metric = 1, interface = wlan0
WARN (Aodv)manets.nodoFijo1.routing: The same packet has arrived within PATH_DISCOVERY_TIME= 5.6. Discarding it

```

Figura 42: Nodo fijo 1 descarta RREQ enviado por 3

```

** Event #665 t=5.325900356379 manets.nodoMovil[5].routing (Aodv, id=315) on aodv::Rreq (inet::Packet, id=864)
INFO (Aodv)manets.nodoMovil[5].routing: AODV Route Request arrived with source addr: 145.236.0.6 originator addr: 145.236.0.1 destination addr: 145.236.0.2
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[5].routing: Updating existing route: destination = 145.236.0.6, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.6, metric = 1, interface = wlan0
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[5].routing: Route updated: destination = 145.236.0.6, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.6, metric = 1, interface = wlan0
WARN (Aodv)manets.nodoMovil[5].routing: The same packet has arrived within PATH_DISCOVERY_TIME= 5.6. Discarding it

```

Figura 43: Nodo móvil 5 descarta RREQ enviado por 3

El nodo móvil 4 reenvía el paquete RREQ (figura 44), este paquete lo reciben los nodos que se encuentran dentro de la cobertura del nodo móvil 4 (nodo móvil 5, nodo móvil 0, nodo móvil 1 y nodo móvil 2).

```
#675      5.327297298979  nodoMovil[4] --> nodoFijo1 aodv::Rreq 145.236.0.7 255.255.255.255 IPv4
#675      5.327297298979  nodoMovil[4] --> nodoFijo2 aodv::Rreq 145.236.0.7 255.255.255.255 IPv4
#675      5.327297298979  nodoMovil[4] --> nodoMovil[0] aodv::Rreq 145.236.0.7 255.255.255.255 IPv4
#675      5.327297298979  nodoMovil[4] --> nodoMovil[1] aodv::Rreq 145.236.0.7 255.255.255.255 IPv4
#675      5.327297298979  nodoMovil[4] --> nodoMovil[2] aodv::Rreq 145.236.0.7 255.255.255.255 IPv4
#675      5.327297298979  nodoMovil[4] --> nodoMovil[3] aodv::Rreq 145.236.0.7 255.255.255.255 IPv4
#675      5.327297298979  nodoMovil[4] --> nodoMovil[5] aodv::Rreq 145.236.0.7 255.255.255.255 IPv4
#675      5.327297298979  nodoMovil[4] --> nodoMovil[6] aodv::Rreq 145.236.0.7 255.255.255.255 IPv4
```

Figura 44: Nodo móvil 4 reenvía RREQ

Los nodos móviles 5 y 2 descartan el paquete (figuras 45 y 46).

```
** Event #688 t=5.327634276932 manets.nodoMovil[5].routing (Aodv, id=315) on aodv::Rreq (inet::Packet, id=924)
INFO (Aodv)manets.nodoMovil[5].routing: AODV Route Request arrived with source addr: 145.236.0.7 originator addr: 145.236.0.1 destination addr: 145.236.0.2
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[5].routing: Adding new route destination = 145.236.0.7, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.7, metric = 1, interface = wlan0
INFO (Ipv4RoutingTable)manets.nodoMovil[5].ipv4.routingTable: manets.nodoMovil[5].ipv4.routingTable: add route dest:145.236.0.7 gw:145.236.0.7 mask:255.255
WARN (Aodv)manets.nodoMovil[5].routing: The same packet has arrived within PATH_DISCOVERY_TIME= 5.6. Discarding it
```

Figura 45: Nodo móvil 5 descarta RREQ enviado por 4

```
** Event #700 t=5.327634604034 manets.nodoMovil[2].routing (Aodv, id=204) on aodv::Rreq (inet::Packet, id=949)
INFO (Aodv)manets.nodoMovil[2].routing: AODV Route Request arrived with source addr: 145.236.0.7 originator addr: 145.236.0.1 destination addr: 145.236.0.2
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[2].routing: Adding new route destination = 145.236.0.7, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.7, metric = 1, interface = wlan0
INFO (Ipv4RoutingTable)manets.nodoMovil[2].ipv4.routingTable: manets.nodoMovil[2].ipv4.routingTable: add route dest:145.236.0.7 gw:145.236.0.7 mask:255.255
WARN (Aodv)manets.nodoMovil[2].routing: The same packet has arrived within PATH_DISCOVERY_TIME= 5.6. Discarding it
```

Figura 46: Nodo móvil 2 descarta RREQ enviado por 4

Los nodos móviles 0 y 1 reciben el paquete (figuras 47 y 48).

```
** Event #692 t=5.327634322551 manets.nodoMovil[0].routing (Aodv, id=130) on aodv::Rreq (inet::Packet, id=931)
INFO (Aodv)manets.nodoMovil[0].routing: AODV Route Request arrived with source addr: 145.236.0.7 originator addr: 145.236.0.1 destination addr: 145.236.0.2
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[0].routing: Adding new route destination = 145.236.0.7, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.7, metric = 1, interface = wlan0
INFO (Ipv4RoutingTable)manets.nodoMovil[0].ipv4.routingTable: manets.nodoMovil[0].ipv4.routingTable: add route dest:145.236.0.7 gw:145.236.0.7 mask:255.255.
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[0].routing: Adding new route destination = 145.236.0.1, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.7, metric = 3, interface = wlan0
INFO (Ipv4RoutingTable)manets.nodoMovil[0].ipv4.routingTable: manets.nodoMovil[0].ipv4.routingTable: add route dest:145.236.0.1 gw:145.236.0.7 mask:255.255.
INFO (Aodv)manets.nodoMovil[0].routing: Forwarding the Route Request message with TTL= 1
```

Figura 47: Nodo móvil 0 recibe RREQ enviado por 4

```
** Event #696 t=5.327634395601 manets.nodoMovil[1].routing (Aodv, id=167) on aodv::Rreq (inet::Packet, id=940)
INFO (Aodv)manets.nodoMovil[1].routing: AODV Route Request arrived with source addr: 145.236.0.7 originator addr: 145.236.0.1 destination addr: 145.236.0.2
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[1].routing: Adding new route destination = 145.236.0.7, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.7, metric = 1, interface = wlan0
INFO (Ipv4RoutingTable)manets.nodoMovil[1].ipv4.routingTable: manets.nodoMovil[1].ipv4.routingTable: add route dest:145.236.0.7 gw:145.236.0.7 mask:255.255.
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[1].routing: Adding new route destination = 145.236.0.1, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.7, metric = 3, interface = wlan0
INFO (Ipv4RoutingTable)manets.nodoMovil[1].ipv4.routingTable: manets.nodoMovil[1].ipv4.routingTable: add route dest:145.236.0.1 gw:145.236.0.7 mask:255.255.
INFO (Aodv)manets.nodoMovil[1].routing: Forwarding the Route Request message with TTL= 1
```

Figura 48: Nodo móvil 1 recibe RREQ enviado por 4

El nodo móvil 0 reenvía el paquete RREQ (figura 49), este paquete lo reciben los nodos que se encuentran dentro de la cobertura del nodo móvil 0 (nodo móvil 4 y nodo móvil 1) ambos descartan el paquete (figuras 50 y 51 respectivamente).

```
#708      5.328898870597  nodoMovil[0] --> nodoFijo1 aodv::Rreq 145.236.0.3 255.255.255.255 IPv4
#708      5.328898870597  nodoMovil[0] --> nodoFijo2 aodv::Rreq 145.236.0.3 255.255.255.255 IPv4
#708      5.328898870597  nodoMovil[0] --> nodoMovil[1] aodv::Rreq 145.236.0.3 255.255.255.255 IPv4
#708      5.328898870597  nodoMovil[0] --> nodoMovil[2] aodv::Rreq 145.236.0.3 255.255.255.255 IPv4
#708      5.328898870597  nodoMovil[0] --> nodoMovil[3] aodv::Rreq 145.236.0.3 255.255.255.255 IPv4
#708      5.328898870597  nodoMovil[0] --> nodoMovil[4] aodv::Rreq 145.236.0.3 255.255.255.255 IPv4
#708      5.328898870597  nodoMovil[0] --> nodoMovil[5] aodv::Rreq 145.236.0.3 255.255.255.255 IPv4
#708      5.328898870597  nodoMovil[0] --> nodoMovil[6] aodv::Rreq 145.236.0.3 255.255.255.255 IPv4
```

Figura 49: Nodo móvil 0 reenvía RREQ


```

** Event #721 t=5.329235894169 manets.nodoMovil[4].routing (Aodv, id=278) on aodv::Rreq (inet::Packet, id=1007)
INFO (Aodv)manets.nodoMovil[4].routing: AODV Route Request arrived with source addr: 145.236.0.3 originator addr: 145.236.0.1 destination addr: 145.236.0.2
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[4].routing: Adding new route destination = 145.236.0.3, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.3, metric = 1, interface = wlan0
INFO (Ipv4RoutingTable)manets.nodoMovil[4].ipv4.routingTable: manets.nodoMovil[4].ipv4.routingTable: add route dest:145.236.0.3 gw:145.236.0.3 mask:255.255.255.0
WARN (Aodv)manets.nodoMovil[4].routing: The same packet has arrived within PATH_DISCOVERY_TIME= 5.6. Discarding it

```

Figura 50: Nodo móvil 4 descarta RREQ enviado por 0

```

** Event #725 t=5.329235954782 manets.nodoMovil[1].routing (Aodv, id=167) on aodv::Rreq (inet::Packet, id=1014)
INFO (Aodv)manets.nodoMovil[1].routing: AODV Route Request arrived with source addr: 145.236.0.3 originator addr: 145.236.0.1 destination addr: 145.236.0.2
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[1].routing: Adding new route destination = 145.236.0.3, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.3, metric = 1, interface = wlan0
INFO (Ipv4RoutingTable)manets.nodoMovil[1].ipv4.routingTable: manets.nodoMovil[1].ipv4.routingTable: add route dest:145.236.0.3 gw:145.236.0.3 mask:255.255.255.0
WARN (Aodv)manets.nodoMovil[1].routing: The same packet has arrived within PATH_DISCOVERY_TIME= 5.6. Discarding it

```

Figura 51: Nodo móvil 1 descarta RREQ enviado por 0

El nodo móvil 1 reenvía el paquete RREQ (figura 52), este paquete lo reciben los nodos que se encuentran dentro de la cobertura del nodo móvil 1 (nodo móvil 6, nodo móvil 0, nodo móvil 4 y nodo fijo 2).

```

#735 5.330759049851 nodoMovil[1] --> nodoFijo1 aodv::Rreq 145.236.0.4 255.255.255.255 IPv4
#735 5.330759049851 nodoMovil[1] --> nodoFijo2 aodv::Rreq 145.236.0.4 255.255.255.255 IPv4
#735 5.330759049851 nodoMovil[1] --> nodoMovil[0] aodv::Rreq 145.236.0.4 255.255.255.255 IPv4
#735 5.330759049851 nodoMovil[1] --> nodoMovil[2] aodv::Rreq 145.236.0.4 255.255.255.255 IPv4
#735 5.330759049851 nodoMovil[1] --> nodoMovil[3] aodv::Rreq 145.236.0.4 255.255.255.255 IPv4
#735 5.330759049851 nodoMovil[1] --> nodoMovil[4] aodv::Rreq 145.236.0.4 255.255.255.255 IPv4
#735 5.330759049851 nodoMovil[1] --> nodoMovil[5] aodv::Rreq 145.236.0.4 255.255.255.255 IPv4
#735 5.330759049851 nodoMovil[1] --> nodoMovil[6] aodv::Rreq 145.236.0.4 255.255.255.255 IPv4

```

Figura 52: Nodo móvil 1 reenvía RREQ

Los nodos móviles 0 y 4 descartan el paquete (figuras 53 y 54).

```

** Event #752 t=5.331096134029 manets.nodoMovil[0].routing (Aodv, id=130) on aodv::Rreq (inet::Packet, id=1081)
INFO (Aodv)manets.nodoMovil[0].routing: AODV Route Request arrived with source addr: 145.236.0.4 originator addr: 145.236.0.1 destination addr: 145.236.0.2
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[0].routing: Adding new route destination = 145.236.0.4, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.4, metric = 1, interface = wlan0
INFO (Ipv4RoutingTable)manets.nodoMovil[0].ipv4.routingTable: manets.nodoMovil[0].ipv4.routingTable: add route dest:145.236.0.4 gw:145.236.0.4 mask:255.255.255.0
WARN (Aodv)manets.nodoMovil[0].routing: The same packet has arrived within PATH_DISCOVERY_TIME= 5.6. Discarding it

```

Figura 53: Nodo móvil 0 descarta RREQ enviado por 1

```

** Event #756 t=5.331096146459 manets.nodoMovil[4].routing (Aodv, id=278) on aodv::Rreq (inet::Packet, id=1088)
INFO (Aodv)manets.nodoMovil[4].routing: AODV Route Request arrived with source addr: 145.236.0.4 originator addr: 145.236.0.1 destination addr: 145.236.0.2
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[4].routing: Adding new route destination = 145.236.0.4, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.4, metric = 1, interface = wlan0
INFO (Ipv4RoutingTable)manets.nodoMovil[4].ipv4.routingTable: manets.nodoMovil[4].ipv4.routingTable: add route dest:145.236.0.4 gw:145.236.0.4 mask:255.255.255.0
WARN (Aodv)manets.nodoMovil[4].routing: The same packet has arrived within PATH_DISCOVERY_TIME= 5.6. Discarding it

```

Figura 54: Nodo móvil 04descarta RREQ enviado por 1

El nodo móvil 6 recibe el paquete pero no lo reenvía porque el TTL = 0 (figura 55).

```

** Event #748 t=5.33109612382 manets.nodoMovil[6].routing (Aodv, id=352) on aodv::Rreq (inet::Packet, id=1074)
INFO (Aodv)manets.nodoMovil[6].routing: AODV Route Request arrived with source addr: 145.236.0.4 originator addr: 145.236.0.1 destination addr: 145.236.0.2
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[6].routing: Adding new route destination = 145.236.0.4, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.4, metric = 1, interface = wlan0
INFO (Ipv4RoutingTable)manets.nodoMovil[6].ipv4.routingTable: manets.nodoMovil[6].ipv4.routingTable: add route dest:145.236.0.4 gw:145.236.0.4 mask:255.255.255.0
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[6].routing: Adding new route destination = 145.236.0.1, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.4, metric = 4, interface = wlan0
INFO (Ipv4RoutingTable)manets.nodoMovil[6].ipv4.routingTable: manets.nodoMovil[6].ipv4.routingTable: add route dest:145.236.0.1 gw:145.236.0.4 mask:255.255.255.0
WARN (Aodv)manets.nodoMovil[6].routing: Can't forward the RREQ because of its small (<= 1) TTL: 0 or the AODV reboot has not completed yet

```

Figura 55: Nodo móvil 6 recibe RREQ enviado por 1

El nodo fijo 2 recibe el paquete RREQ y responderá un RREP ya que se identifica a si mismo como nodo destino del paquete RREQ.


```

** Event #760 t=5.331096224514 manets.nodoFijo2.routing (Aodv, id=93) on aodv::Rreq (inet::Packet, id=1095)
INFO (Aodv)manets.nodoFijo2.routing: AODV Route Request arrived with source addr: 145.236.0.4 originator addr: 145.236.0.1 destination addr: 145.236.0.2
DETAIL (Aodv)manets.nodoFijo2.routing: Adding new route destination = 145.236.0.4, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.4, metric = 1, interface = wlan0
INFO (Ipv4RoutingTable)manets.nodoFijo2.ipv4.routingTable: manets.nodoFijo2.ipv4.routingTable: add route dest:145.236.0.4 gw:145.236.0.4 mask:255.255.255
DETAIL (Aodv)manets.nodoFijo2.routing: Adding new route destination = 145.236.0.1, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.4, metric = 4, interface = wlan0
INFO (Ipv4RoutingTable)manets.nodoFijo2.ipv4.routingTable: manets.nodoFijo2.ipv4.routingTable: add route dest:145.236.0.1 gw:145.236.0.4 mask:255.255.255
INFO (Aodv)manets.nodoFijo2.routing: I am the destination node for which the route was requested
INFO (Aodv)manets.nodoFijo2.routing: Sending Route Reply to 145.236.0.1

```

Figura 56: Nodo fijo 2 recibe el paquete RREQ

El nodo fijo 2 envía el paquete RREP (figuras 57, 58 y 59)

```

** Event #812 t=5.33157857384 manets.nodoFijo2.wlan[0].mac (AckingMac, id=98) on aodv::Rrep (inet::Packet, id=1101)
INFO (AckingMac)manets.nodoFijo2.wlan[0].mac: Received (inet::Packet)aodv::Rrep (48 bytes) [[inet::Ipv4Header, length = 20 B | inet::UdpHeader,
INFO (AckingMac)manets.nodoFijo2.wlan[0].mac: Starting transmission of (inet::Packet)aodv::Rrep (68 bytes) [[inet::AckingMacHeader, length = 26

```

Figura 57: Nodo fijo 2 envía el paquete RREP

#813	5.33157857384	nodoFijo2 --> nodoFijo1	aodv::Rrep	145.236.0.2	145.236.0.4	IPv4
#813	5.33157857384	nodoFijo2 --> nodoMovil[0]	aodv::Rrep	145.236.0.2	145.236.0.4	IPv4
#813	5.33157857384	nodoFijo2 --> nodoMovil[1]	aodv::Rrep	145.236.0.2	145.236.0.4	IPv4
#813	5.33157857384	nodoFijo2 --> nodoMovil[2]	aodv::Rrep	145.236.0.2	145.236.0.4	IPv4
#813	5.33157857384	nodoFijo2 --> nodoMovil[3]	aodv::Rrep	145.236.0.2	145.236.0.4	IPv4
#813	5.33157857384	nodoFijo2 --> nodoMovil[4]	aodv::Rrep	145.236.0.2	145.236.0.4	IPv4
#813	5.33157857384	nodoFijo2 --> nodoMovil[5]	aodv::Rrep	145.236.0.2	145.236.0.4	IPv4
#813	5.33157857384	nodoFijo2 --> nodoMovil[6]	aodv::Rrep	145.236.0.2	145.236.0.4	IPv4

Figura 58: Nodo fijo 2 envía RREP paquetes

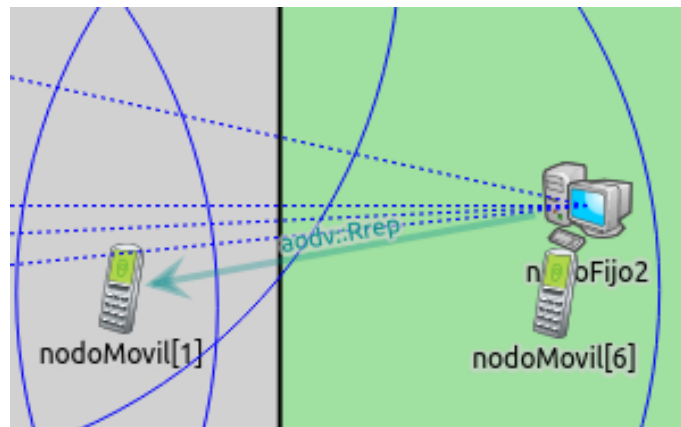


Figura 59: Nodo fijo 2 envía RREP a nodo móvil 1

El nodo móvil 1 recibe el RREP (figura 60) y lo reenvía (figura 61).

```

** Event #832 t=5.331899748503 manets.nodoMovil[1].routing (Aodv, id=167) on aodv::Rrep (inet::Packet, id=1298)
INFO (Aodv)manets.nodoMovil[1].routing: AODV Route Reply arrived with source addr: 145.236.0.2 originator addr: 145.236.0.1 destination addr: 145.236.0.2
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[1].routing: Adding new route destination = 145.236.0.2, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.2, metric = 1, interface = wlan0
INFO (Ipv4RoutingTable)manets.nodoMovil[1].ipv4.routingTable: manets.nodoMovil[1].ipv4.routingTable: add route dest:145.236.0.2 gw:145.236.0.2 mask:255.255.255
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[1].routing: Updating existing route: destination = 145.236.0.2, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.2, metric = 1, interface = wlan0
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[1].routing: Route updated: destination = 145.236.0.2, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.2, metric = 1, interface = wlan0
INFO (Aodv)manets.nodoMovil[1].routing: Forwarding the Route Reply to the node 145.236.0.1 which originated the Route Request

```

Figura 60: Nodo móvil 1 recibe el paquete RREP

```
#889      5.332618969181  nodoMovil[1] --> nodoFijo1 aodv::Rrep 145.236.0.4 145.236.0.7 IPv4
#889      5.332618969181  nodoMovil[1] --> nodoFijo2 aodv::Rrep 145.236.0.4 145.236.0.7 IPv4
#889      5.332618969181  nodoMovil[1] --> nodoMovil[0] aodv::Rrep 145.236.0.4 145.236.0.7 IPv4
#889      5.332618969181  nodoMovil[1] --> nodoMovil[2] aodv::Rrep 145.236.0.4 145.236.0.7 IPv4
#889      5.332618969181  nodoMovil[1] --> nodoMovil[3] aodv::Rrep 145.236.0.4 145.236.0.7 IPv4
#889      5.332618969181  nodoMovil[1] --> nodoMovil[4] aodv::Rrep 145.236.0.4 145.236.0.7 IPv4
#889      5.332618969181  nodoMovil[1] --> nodoMovil[5] aodv::Rrep 145.236.0.4 145.236.0.7 IPv4
#889      5.332618969181  nodoMovil[1] --> nodoMovil[6] aodv::Rrep 145.236.0.4 145.236.0.7 IPv4
```

Figura 61: Nodo móvil 1 reenvía RREP

El nodo móvil 4 recibe el paquete RREP (figura 62) y lo reenvía (figura 63).

```
** Event #911 t=5.332940065781 manets.nodoMovil[4].ipv4.ip (Ipv4, id=297) on aodv::Rrep (inet::Packet, id=1545)
INFO (Ipv4)manets.nodoMovil[4].ipv4.ip: Received (inet::Packet)aodv::Rrep from network.
DETAIL (Ipv4)manets.nodoMovil[4].ipv4.ip: Received datagram '' with dest=145.236.0.7
INFO (Ipv4)manets.nodoMovil[4].ipv4.ip: Delivering (inet::Packet)aodv::Rrep (48 bytes) [[inet::UnitDiskPhyHeader, length = 12 B | inet::AckingMacHeader, l
INFO (Ipv4)manets.nodoMovil[4].ipv4.ip: Passing up to protocol 0x7f1444cb3fa0
** Event #912 t=5.332940065781 manets.nodoMovil[4].routing (Aodv, id=278) on aodv::Rrep (inet::Packet, id=1545)
INFO (Aodv)manets.nodoMovil[4].routing: AODV Route Reply arrived with source addr: 145.236.0.4 originator addr: 145.236.0.1 destination addr: 145.236.0.2
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[4].routing: Updating existing route: destination = 145.236.0.4, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.4, metric = 1, interf
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[4].routing: Route updated: destination = 145.236.0.4, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.4, metric = 1, interface = wlan
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[4].routing: Adding new route destination = 145.236.0.2, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.4, metric = 2, interface = wlan
INFO (Ipv4RoutingTable)manets.nodoMovil[4].ipv4.routingTable: manets.nodoMovil[4].ipv4.routingTable: add route dest:145.236.0.2 gw:145.236.0.4 mask:255.
INFO (Aodv)manets.nodoMovil[4].routing: Forwarding the Route Reply to the node 145.236.0.1 which originated the Route Request
```

Figura 62: Nodo móvil 4 recibe RREP

```
#974      5.337900181687  nodoMovil[4] --> nodoFijo1 aodv::Rrep 145.236.0.7 145.236.0.5 IPv4
#974      5.337900181687  nodoMovil[4] --> nodoFijo2 aodv::Rrep 145.236.0.7 145.236.0.5 IPv4
#974      5.337900181687  nodoMovil[4] --> nodoMovil[0] aodv::Rrep 145.236.0.7 145.236.0.5 IPv4
#974      5.337900181687  nodoMovil[4] --> nodoMovil[1] aodv::Rrep 145.236.0.7 145.236.0.5 IPv4
#974      5.337900181687  nodoMovil[4] --> nodoMovil[2] aodv::Rrep 145.236.0.7 145.236.0.5 IPv4
#974      5.337900181687  nodoMovil[4] --> nodoMovil[3] aodv::Rrep 145.236.0.7 145.236.0.5 IPv4
#974      5.337900181687  nodoMovil[4] --> nodoMovil[5] aodv::Rrep 145.236.0.7 145.236.0.5 IPv4
#974      5.337900181687  nodoMovil[4] --> nodoMovil[6] aodv::Rrep 145.236.0.7 145.236.0.5 IPv4
```

Figura 63: Nodo móvil 4 reenvía RREP

El nodo móvil 2 recibe el paquete RREP (figura 64) y lo reenvía (figura 65).

```
** Event #997 t=5.338221486736 manets.nodoMovil[2].ipv4.ip (Ipv4, id=223) on aodv::Rrep (inet::Packet, id=1791)
INFO (Ipv4)manets.nodoMovil[2].ipv4.ip: Received (inet::Packet)aodv::Rrep from network.
DETAIL (Ipv4)manets.nodoMovil[2].ipv4.ip: Received datagram '' with dest=145.236.0.5
INFO (Ipv4)manets.nodoMovil[2].ipv4.ip: Delivering (inet::Packet)aodv::Rrep (48 bytes) [[inet::UnitDiskPhyHeader, length = 12 B | inet::AckingMacHeader, l
INFO (Ipv4)manets.nodoMovil[2].ipv4.ip: Passing up to protocol 0x7f1444cb3fa0
** Event #998 t=5.338221486736 manets.nodoMovil[2].routing (Aodv, id=204) on aodv::Rrep (inet::Packet, id=1791)
INFO (Aodv)manets.nodoMovil[2].routing: AODV Route Reply arrived with source addr: 145.236.0.7 originator addr: 145.236.0.1 destination addr: 145.236.0.2
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[2].routing: Updating existing route: destination = 145.236.0.7, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.7, metric = 1, interf
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[2].routing: Route updated: destination = 145.236.0.7, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.7, metric = 1, interface = wlan
DETAIL (Aodv)manets.nodoMovil[2].routing: Adding new route destination = 145.236.0.2, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.7, metric = 3, interface = wlan
INFO (Ipv4RoutingTable)manets.nodoMovil[2].ipv4.routingTable: manets.nodoMovil[2].ipv4.routingTable: add route dest:145.236.0.2 gw:145.236.0.7 mask:255.
INFO (Aodv)manets.nodoMovil[2].routing: Forwarding the Route Reply to the node 145.236.0.1 which originated the Route Request
```

Figura 64: Nodo móvil 2 recibe RREP

```
#1060     5.343350737332  nodoMovil[2] --> nodoFijo1 aodv::Rrep 145.236.0.5 145.236.0.1 IPv4
#1060     5.343350737332  nodoMovil[2] --> nodoFijo2 aodv::Rrep 145.236.0.5 145.236.0.1 IPv4
#1060     5.343350737332  nodoMovil[2] --> nodoMovil[0] aodv::Rrep 145.236.0.5 145.236.0.1 IPv4
#1060     5.343350737332  nodoMovil[2] --> nodoMovil[1] aodv::Rrep 145.236.0.5 145.236.0.1 IPv4
#1060     5.343350737332  nodoMovil[2] --> nodoMovil[3] aodv::Rrep 145.236.0.5 145.236.0.1 IPv4
#1060     5.343350737332  nodoMovil[2] --> nodoMovil[4] aodv::Rrep 145.236.0.5 145.236.0.1 IPv4
#1060     5.343350737332  nodoMovil[2] --> nodoMovil[5] aodv::Rrep 145.236.0.5 145.236.0.1 IPv4
#1060     5.343350737332  nodoMovil[2] --> nodoMovil[6] aodv::Rrep 145.236.0.5 145.236.0.1 IPv4
```

Figura 65: Nodo móvil 2 reenvía RREP

Una vez el nodo hijo 1 recibe el RREP envía el paquete de datos, siguiendo la ruta descubierta, al nodo hijo 2 (figura 66).

```
** Event #1079 t=5.343671845992 manets.nodoFijo1.ipv4.ip (Ipv4, id=74) on aodv::Rrep (inet::Packet, id=2020)
INFO (Ipv4)manets.nodoFijo1.ipv4.ip: Received (inet::Packet)aodv::Rrep from network.
DETAIL (Ipv4)manets.nodoFijo1.ipv4.ip: Received datagram '' with dest=145.236.0.1
INFO (Ipv4)manets.nodoFijo1.ipv4.ip: Delivering (inet::Packet)aodv::Rrep (48 bytes) [[inet::UnitDiskPhyHeader, length = 12 B | inet::AckingMacHeader
INFO (Ipv4)manets.nodoFijo1.ipv4.ip: Passing up to protocol 0x7f1444cb3fa0
** Event #1080 t=5.343671845992 manets.nodoFijo1.routing (Aodv, id=55) on aodv::Rrep (inet::Packet, id=2020)
INFO (Aodv)manets.nodoFijo1.routing: AODV Route Reply arrived with source addr: 145.236.0.5 originator addr: 145.236.0.1 destination addr: 145.236.0
DETAIL (Aodv)manets.nodoFijo1.routing: Updating existing route: destination = 145.236.0.5, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.5, metric = 1, int
DETAIL (Aodv)manets.nodoFijo1.routing: Route updated: destination = 145.236.0.5, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.5, metric = 1, interface = w
DETAIL (Aodv)manets.nodoFijo1.routing: Adding new route destination = 145.236.0.2, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.5, metric = 4, interface =
INFO (Ipv4RoutingTable)manets.nodoFijo1.ipv4.routingTable: manets.nodoFijo1.ipv4.routingTable: add route dest:145.236.0.2 gw:145.236.0.5 mask:255.
INFO (Aodv)manets.nodoFijo1.routing: The Route Reply has arrived for our Route Request to node 145.236.0.2
DETAIL (Aodv)manets.nodoFijo1.routing: Updating existing route: destination = 145.236.0.2, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.5, metric = 4, int
DETAIL (Aodv)manets.nodoFijo1.routing: Route updated: destination = 145.236.0.2, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.5, metric = 4, interface = w
DETAIL (Aodv)manets.nodoFijo1.routing: Completing route discovery, originator 145.236.0.1, target 145.236.0.2
DETAIL (Aodv)manets.nodoFijo1.routing: Sending queued datagram: source <unspec>, destination 145.236.0.2
DETAIL (Ipv4)manets.nodoFijo1.ipv4.ip: manets.nodoFijo1.ipv4.ip: Sending datagram 'UdpBasicAppData-0' with destination = 145.236.0.2
INFO (Ipv4)manets.nodoFijo1.ipv4.ip: manets.nodoFijo1.ipv4.ip: Routing (inet::Packet)UdpBasicAppData-0 (78 bytes) [[inet::Ipv4Header, length = 20 B
INFO (Ipv4)manets.nodoFijo1.ipv4.ip: manets.nodoFijo1.ipv4.ip: Sending (inet::Packet)UdpBasicAppData-0 (78 bytes) [[inet::Ipv4Header, length = 20 B
DETAIL (Aodv)manets.nodoFijo1.routing: Sending queued datagram: source <unspec>, destination 145.236.0.2
DETAIL (Ipv4)manets.nodoFijo1.ipv4.ip: manets.nodoFijo1.ipv4.ip: Sending datagram 'UdpBasicAppData-1' with destination = 145.236.0.2
INFO (Ipv4)manets.nodoFijo1.ipv4.ip: manets.nodoFijo1.ipv4.ip: Routing (inet::Packet)UdpBasicAppData-1 (78 bytes) [[inet::Ipv4Header, length = 20 B
INFO (Ipv4)manets.nodoFijo1.ipv4.ip: manets.nodoFijo1.ipv4.ip: Sending (inet::Packet)UdpBasicAppData-1 (78 bytes) [[inet::Ipv4Header, length = 20 B
```

Figura 66: Nodo hijo 1 recibe RREP y envía paquete de datos

Cuando el nodo hijo 1 recibe el RREP añade a su tabla de enrutamiento (figura 67) la ruta hasta el nodo hijo 2 (el nodo destino de su paquete de datos) por lo que ya puede enviar el paquete de datos.

```
manets.nodoMovil[4].ipv4.routingTable.routes (vector<Ipv4Route*>) size=9
elements[9] (inet::Ipv4Route*)
[0] dest:145.236.0.1 gw:145.236.0.5 mask:255.255.255.255 metric:2 if:wlan0(145.236.0.7) REMOTE AODV isActive = 1, hasValidDestNum = 1, destNum = 2, lifetime = 10.764523594656
[1] dest:145.236.0.2 gw:145.236.0.4 mask:255.255.255.255 metric:2 if:wlan0(145.236.0.7) REMOTE AODV isActive = 1, hasValidDestNum = 1, destNum = 0, lifetime = 11.332940065781, precursor list: 145.236.0.5
[2] dest:145.236.0.3 gw:145.236.0.3 mask:255.255.255.255 metric:1 if:wlan0(145.236.0.7) REMOTE AODV isActive = 1, hasValidDestNum = 0, destNum = 2, lifetime = 8.329235894169
[3] dest:145.236.0.4 gw:145.236.0.4 mask:255.255.255.255 metric:1 if:wlan0(145.236.0.7) REMOTE AODV isActive = 1, hasValidDestNum = 0, destNum = 2, lifetime = 8.332940065781, precursor list: 145.236.0.5
[4] dest:145.236.0.5 gw:145.236.0.5 mask:255.255.255.255 metric:1 if:wlan0(145.236.0.7) REMOTE AODV isActive = 1, hasValidDestNum = 0, destNum = 2, lifetime = 8.332940065781, precursor list: 145.236.0.5
[5] dest:145.236.0.8 gw:145.236.0.8 mask:255.255.255.255 metric:1 if:wlan0(145.236.0.7) REMOTE AODV isActive = 1, hasValidDestNum = 0, destNum = 2, lifetime = 8.325375504885
[6] dest:145.236.0.0 gw:* mask:255.255.255.240 metric:0 if:wlan0(145.236.0.7) DIRECT MANUAL
[7] dest:145.236.0.0 gw:* mask:255.255.0.0 metric:1000 if:wlan0(145.236.0.7) DIRECT IFACENETMASK
[8] dest:127.0.0.0 gw:* mask:255.0.0.0 metric:1 if:lo(127.0.0.1) DIRECT IFACENETMASK
```

Figura 67: Tabla de enrutamiento del nodo hijo 1

En la figura 68 podemos ver que el nodo hijo 2 ha recibido el paquete de datos en el segundo 5.348778, y fue enviado por el nodo hijo 2 en el segundo 5, por lo que tarda 0.349778 segundos en llegar al nodo destino.

```
** Event #1303 t=5.345877835964 manets.nodoFijo2.ipv4.ip (Ipv4, id=112) on UdpBasicAppData-1 (inet::Packet, id=2697)
INFO (Ipv4)manets.nodoFijo2.ipv4.ip: Received (inet::Packet)UdpBasicAppData-1 (58 bytes) [[inet::UdpHeader, port:1000->1025, payloadLength:50 B, length = 8 B |
INFO (Aodv)manets.nodoFijo2.routing: manets.nodoFijo2.routing: Finding route for source <unspec> with destination 145.236.0.1
INFO (Aodv)manets.nodoFijo2.routing: manets.nodoFijo2.routing: Active route found: destination = 145.236.0.1, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.4, metric
DETAIL (Aodv)manets.nodoFijo2.routing: manets.nodoFijo2.routing: Updating destination = 145.236.0.1, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.4, metric = 4, inte
DETAIL (Aodv)manets.nodoFijo2.routing: manets.nodoFijo2.routing: Updating destination = 145.236.0.4, prefixLength = 32, nextHop = 145.236.0.4, metric = 1, inte
DETAIL (Ipv4)manets.nodoFijo2.ipv4.ip: Sending datagram 'UdpBasicAppData-1' with destination = 145.236.0.1
INFO (Ipv4)manets.nodoFijo2.ipv4.ip: Routing (inet::Packet)UdpBasicAppData-1 (78 bytes) [[inet::Ipv4Header, length = 20 B | inet::UdpHeader, port:1000->1025, p
INFO (Ipv4)manets.nodoFijo2.ipv4.ip: Sending (inet::Packet)UdpBasicAppData-1 (78 bytes) [[inet::Ipv4Header, length = 20 B | inet::UdpHeader, port:1000->1025, p
```

Figura 68: Nodo hijo 2 recibe paquete de datos

6. Comportamiento de DSDV

6.1. Definición y funcionamiento

"*Destination-Sequenced Distance-Vector*" (DSDV) es un **protocolo de enrutamiento proactivo** basado en el algoritmo de enrutamiento de Bellman-Ford.

Todos los **nodos móviles** mantienen una **tabla de enrutamiento** que contiene una entrada para todos los posibles destinos en la red, el número de saltos necesarios para alcanzar dichos destinos y el número de secuencia (que es asignado por el nodo destino).

Los números de secuencia se utilizan para identificar entradas antiguas y evitar bucles. Para mantener la consistencia de las tablas de enrutamiento se envían updates periódicamente a través de la red.

Se pueden utilizar dos tipos de update, "*full dump*" y "*incremental*":

Un update "*full dump*" envía una tabla de enrutamiento completa a los nodos vecinos y puede requerir un gran número de NPDUs (network protocol data units).

Un update "*incremental*" son más pequeños y son transmitidos como paquetes; se utilizan para transmitir aquellas entradas de la tabla de enrutamiento almacenadas desde el último update "*full dump*".

Cuando la red es estable, se suelen utilizar los updates "*incremental*" y los "*full dump*" son poco habituales.

Sin embargo, en una red en la que los nodos tienen un movimiento muy rápido, son los "*full dump*" los updates más frecuentes.

Los nodos móviles mantienen otra tabla de enrutamiento para almacenar la información enviada en los updates "*incremental*". Además de la información de la tabla de enrutamiento, cada paquete update contiene un número de secuencia distinto que es asignado por el emisor. La ruta asignada con el número de secuencia más reciente (el número más alto) es la que se utiliza. Si las rutas tienen el mismo número de secuencia entonces se elige la más corta.

Por lo tanto, si a un nodo le llega una ruta que ya tiene almacenada en su tabla de enrutamiento:

1. Si la ruta que tiene almacenada tiene un número de secuencia más alto que la que le ha llegado descarta la ruta que le acaba de llegar.
2. Si la ruta que le ha llegado tiene un número de secuencia más alto que la que tiene almacenada, actualiza su tabla de enrutamiento con la nueva ruta y descarta la que tenía almacenada.
3. Si ambas rutas tienen el mismo número de secuencia, compara el coste y se quedará con aquella ruta con el coste más bajo.

La información sobre la definición y funcionamiento del algoritmo DSDV ha sido obtenida del libro "*Algorithms and Protocols for wireless ad hoc networks*" cuya referencia aparecerá al final del documento [1].

6.2. Análisis referente a la simulación

En el caso de nuestra simulación se utilizan mensajes "Hello" para actualizar las tablas de enrutamiento (en lugar de llamarse como los mensajes "full dump" e "incremental mencionados en el apartado anterior).

Al principio de la simulación los nodos van enviando mensajes de tipo "Hello" para poder formar rutas.

Por ejemplo, el nodo móvil 6 envía un mensaje de tipo "Hello" vía broadcast a todos los nodos de la red (figura 69), aquellos nodos que se encuentren dentro de la cobertura del nodo móvil 6 recibirán dicho paquete y actualizarán su tabla de enrutamiento con la información contenida en el mensaje.

#14	0.108193386579	nodoMovil[6] --> nodoFijo1 Hello	145.236.0.9	255.255.255.255	IPv4
#14	0.108193386579	nodoMovil[6] --> nodoFijo2 Hello	145.236.0.9	255.255.255.255	IPv4
#14	0.108193386579	nodoMovil[6] --> nodoMovil[0] Hello	145.236.0.9	255.255.255.255	IPv4
#14	0.108193386579	nodoMovil[6] --> nodoMovil[1] Hello	145.236.0.9	255.255.255.255	IPv4
#14	0.108193386579	nodoMovil[6] --> nodoMovil[2] Hello	145.236.0.9	255.255.255.255	IPv4
#14	0.108193386579	nodoMovil[6] --> nodoMovil[3] Hello	145.236.0.9	255.255.255.255	IPv4
#14	0.108193386579	nodoMovil[6] --> nodoMovil[4] Hello	145.236.0.9	255.255.255.255	IPv4
#14	0.108193386579	nodoMovil[6] --> nodoMovil[5] Hello	145.236.0.9	255.255.255.255	IPv4

Figura 69: Nodo móvil 6 envía Hello

En este caso los nodos que se encontraban dentro de la cobertura del nodo móvil 6 eran el nodo móvil 1 y el nodo fijo 2, por lo que ambos reciben el paquete Hello y añaden una entrada a su tabla de enrutamiento con la información (figuras 70 y 71)

```

** Event #26 t=0.108465605576 manets.nodoFijo2.ipv4.ip (Ipv4, id=112) on Hello (inet::Packet, id=108)
INFO (Ipv4)manets.nodoFijo2.ipv4.ip: Received (inet::Packet)Hello from network.
DETAIL (Ipv4)manets.nodoFijo2.ipv4.ip: Received datagram '' with dest=255.255.255.255
INFO (Ipv4)manets.nodoFijo2.ipv4.ip: Broadcast received
INFO (Ipv4)manets.nodoFijo2.ipv4.ip: Delivering (inet::Packet)Hello (36 bytes) [[inet::UnitDiskPhyHeader, length = 12 B | inet::AckingMacHeader, length = 20 B |
INFO (Ipv4)manets.nodoFijo2.ipv4.ip: Passing up to protocol 0x7f7f1962bfa0
** Event #27 t=0.108465605576 manets.nodoFijo2.routing (Dsdv, id=93) on Hello (inet::Packet, id=108)
INFO (Ipv4RoutingTable)manets.nodoFijo2.ipv4.routingTable: manets.nodoFijo2.ipv4.routingTable: add route dest:145.236.0.9 gw:145.236.0.9 mask:255.255.255.255
DETAIL (Dsdv)manets.nodoFijo2.routing: waittime for forward before was 0.1 And host is 145.236.0.2
DETAIL (Dsdv)manets.nodoFijo2.routing: waittime for forward is 0.1 And host is 145.236.0.2

```

Figura 70: Nodo fijo 2 recibe Hello de nodo móvil 6

```

** Event #30 t=0.108466461687 manets.nodoMovil[1].ipv4.ip (Ipv4, id=186) on Hello (inet::Packet, id=117)
INFO (Ipv4)manets.nodoMovil[1].ipv4.ip: Received (inet::Packet)Hello from network.
DETAIL (Ipv4)manets.nodoMovil[1].ipv4.ip: Received datagram '' with dest=255.255.255.255
INFO (Ipv4)manets.nodoMovil[1].ipv4.ip: Broadcast received
INFO (Ipv4)manets.nodoMovil[1].ipv4.ip: Delivering (inet::Packet)Hello (36 bytes) [[inet::UnitDiskPhyHeader, length = 12 B | inet::AckingMacHeader, length = 20 B |
INFO (Ipv4)manets.nodoMovil[1].ipv4.ip: Passing up to protocol 0x7f7f1962bfa0
** Event #31 t=0.108466461687 manets.nodoMovil[1].routing (Dsdv, id=167) on Hello (inet::Packet, id=117)
INFO (Ipv4RoutingTable)manets.nodoMovil[1].ipv4.routingTable: manets.nodoMovil[1].ipv4.routingTable: add route dest:145.236.0.9 gw:145.236.0.9 mask:255.255.255.255
DETAIL (Dsdv)manets.nodoMovil[1].routing: waittime for forward before was 0.49 And host is 145.236.0.4
DETAIL (Dsdv)manets.nodoMovil[1].routing: waittime for forward is 0.49 And host is 145.236.0.4

```

Figura 71: Nodo móvil 1 recibe Hello de nodo móvil 6

A continuación mostramos como tanto el nodo móvil 1 como el nodo fijo 2 han añadido una entrada en su tabla de enrutamiento correspondiente al nodo móvil 6 (figuras 72 y 73). La métrica nos indica que hay un salto entre el nodo en cuestión (nodo fijo 2 y nodo móvil 1) y el nodo móvil 6.

```

manets.nodoFijo2.ipv4.routingTable.routes (vector<Ipv4Route *>) size=2
elements[2] (inet::Ipv4Route *)
[0] dest:145.236.0.9 gw:145.236.0.9 mask:255.255.255.255 metric:1 if:wlan0(145.236.0.2) REMOTE MANET
[1] dest:127.0.0.0 gw:* mask:255.0.0.0 metric:1 if:lo0(127.0.0.1) DIRECT IFACENETMASK

```

Figura 72: Tabla de enrutamiento Nodo fijo 2

```

manets.nodoMovil[1].ipv4.routingTable.routes (vector<Ipv4Route *>) size=2
elements[2] (inet::Ipv4Route *)
[0] dest:145.236.0.9 gw:145.236.0.9 mask:255.255.255.255 metric:1 if:wlan0(145.236.0.4) REMOTE MANET
[1] dest:127.0.0.0 gw:* mask:255.0.0.0 metric:1 if:lo0(127.0.0.1) DIRECT IFACENETMASK

```

Figura 73: Tabla de enrutamiento Nodo móvil 1

Todos los nodos de la red van siguiendo este comportamiento, es decir, todos envían mensajes "Hello" periódicamente para mantener la consistencia de las tablas de enrutamiento.

#49	0.208465605576	nodoFijo2 --> nodoFijo1 Hello	145.236.0.2	255.255.255.255	IPv4	68 B
#49	0.208465605576	nodoFijo2 --> nodoMovil[0] Hello	145.236.0.2	255.255.255.255	IPv4	68 B
#49	0.208465605576	nodoFijo2 --> nodoMovil[1] Hello	145.236.0.2	255.255.255.255	IPv4	68 B
#49	0.208465605576	nodoFijo2 --> nodoMovil[2] Hello	145.236.0.2	255.255.255.255	IPv4	68 B
#49	0.208465605576	nodoFijo2 --> nodoMovil[3] Hello	145.236.0.2	255.255.255.255	IPv4	68 B
#49	0.208465605576	nodoFijo2 --> nodoMovil[4] Hello	145.236.0.2	255.255.255.255	IPv4	68 B
#49	0.208465605576	nodoFijo2 --> nodoMovil[5] Hello	145.236.0.2	255.255.255.255	IPv4	68 B
#49	0.208465605576	nodoFijo2 --> nodoMovil[6] Hello	145.236.0.2	255.255.255.255	IPv4	68 B
#78	0.26097207889	nodoMovil[5] --> nodoFijo1 Hello	145.236.0.8	255.255.255.255	IPv4	68 B
#78	0.26097207889	nodoMovil[5] --> nodoFijo2 Hello	145.236.0.8	255.255.255.255	IPv4	68 B
#78	0.26097207889	nodoMovil[5] --> nodoMovil[0] Hello	145.236.0.8	255.255.255.255	IPv4	68 B
#78	0.26097207889	nodoMovil[5] --> nodoMovil[1] Hello	145.236.0.8	255.255.255.255	IPv4	68 B
#78	0.26097207889	nodoMovil[5] --> nodoMovil[2] Hello	145.236.0.8	255.255.255.255	IPv4	68 B
#78	0.26097207889	nodoMovil[5] --> nodoMovil[3] Hello	145.236.0.8	255.255.255.255	IPv4	68 B
#78	0.26097207889	nodoMovil[5] --> nodoMovil[4] Hello	145.236.0.8	255.255.255.255	IPv4	68 B
#78	0.26097207889	nodoMovil[5] --> nodoMovil[6] Hello	145.236.0.8	255.255.255.255	IPv4	68 B
#119	0.3012450367	nodoMovil[4] --> nodoFijo1 Hello	145.236.0.7	255.255.255.255	IPv4	68 B
#119	0.3012450367	nodoMovil[4] --> nodoFijo2 Hello	145.236.0.7	255.255.255.255	IPv4	68 B
#119	0.3012450367	nodoMovil[4] --> nodoMovil[0] Hello	145.236.0.7	255.255.255.255	IPv4	68 B
#119	0.3012450367	nodoMovil[4] --> nodoMovil[1] Hello	145.236.0.7	255.255.255.255	IPv4	68 B
#119	0.3012450367	nodoMovil[4] --> nodoMovil[2] Hello	145.236.0.7	255.255.255.255	IPv4	68 B
#119	0.3012450367	nodoMovil[4] --> nodoMovil[3] Hello	145.236.0.7	255.255.255.255	IPv4	68 B
#119	0.3012450367	nodoMovil[4] --> nodoMovil[5] Hello	145.236.0.7	255.255.255.255	IPv4	68 B
#119	0.3012450367	nodoMovil[4] --> nodoMovil[6] Hello	145.236.0.7	255.255.255.255	IPv4	68 B

Figura 74: Paquetes hello

Por ejemplo, como podemos ver en la figura 74, el nodo móvil 5 también envía un paquete hello, este será recibido por el nodo fijo 1, el nodo móvil 2, el nodo móvil 3 y el nodo móvil 4 (figuras 79, 80, 81 y 82), pues son aquellos que se encuentran dentro de la cobertura del nodo móvil 5, y actualizarán sus tablas de enrutamiento (figuras 75, 76, 77 y 78).

```

manets.nodoFijo1.ipv4.routingTable.routes (vector<Ipv4Route *>) size=2
elements[2] (inet::Ipv4Route *)
[0] dest:145.236.0.8 gw:145.236.0.8 mask:255.255.255.255 metric:1 if:wlan0(145.236.0.1) REMOTE MANET
[1] dest:127.0.0.0 gw:* mask:255.0.0.0 metric:1 if:lo0(127.0.0.1) DIRECT IFACENETMASK

```

Figura 75: Tabla de enrutamiento nodo fijo 1

```

manets.nodoMovil[2].ipv4.routingTable.routes (vector<Ipv4Route *>) size=2
elements[2] (inet::Ipv4Route *)
[0] dest:145.236.0.8 gw:145.236.0.8 mask:255.255.255.255 metric:1 if:wlan0(145.236.0.5) REMOTE MANET
[1] dest:127.0.0.0 gw:* mask:255.0.0.0 metric:1 if:lo0(127.0.0.1) DIRECT IFACENETMASK

```

Figura 76: Tabla de enrutamiento nodo móvil 2

```

manets.nodoMovil[3].ipv4.routingTable.routes (vector<Ipv4Route *>) size=2
elements[2] (inet::Ipv4Route *)
[0] dest:145.236.0.8 gw:145.236.0.8 mask:255.255.255.255 metric:1 if:wlan0(145.236.0.6) REMOTE MANET
[1] dest:127.0.0.0 gw:* mask:255.0.0.0 metric:1 if:lo0(127.0.0.1) DIRECT IFACENETMASK

```

Figura 77: Tabla de enrutamiento nodo móvil 3

```

manets.nodoMovil[4].ipv4.routingTable.routes (vector<Ipv4Route *>) size=2
elements[2] (inet::Ipv4Route *)
[0] dest:145.236.0.8 gw:145.236.0.8 mask:255.255.255.255 metric:1 if:wlan0(145.236.0.7) REMOTE MANET
[1] dest:127.0.0.0 gw:* mask:255.0.0.0 metric:1 if:lo0(127.0.0.1) DIRECT IFACENETMASK

```

Figura 78: Tabla de enrutamiento nodo móvil 4

```

** Event #90 t=0.261244882753 manets.nodoFijo1.ipv4.ip (Ipv4, id=74) on Hello (inet::Packet, id=274)
INFO (Ipv4)manets.nodoFijo1.ipv4.ip: Received (inet::Packet)Hello from network.
DETAIL (Ipv4)manets.nodoFijo1.ipv4.ip: Received datagram '' with dest=255.255.255.255
INFO (Ipv4)manets.nodoFijo1.ipv4.ip: Broadcast received
INFO (Ipv4)manets.nodoFijo1.ipv4.ip: Delivering (inet::Packet)Hello (36 bytes) [[inet::UnitDiskPhyHeader, length = 12 B | inet::AckingMacHeader, length = 20 B | i
INFO (Ipv4)manets.nodoFijo1.ipv4.ip: Passing up to protocol 0x7f7f7be7ffa0
** Event #91 t=0.261244882753 manets.nodoFijo1.routing (Dsdv, id=55) on Hello (inet::Packet, id=274)
INFO (Ipv4RoutingTable)manets.nodoFijo1.ipv4.routingTable: manets.nodoFijo1.ipv4.routingTable: add route dest:145.236.0.8 gw:145.236.0.8 mask:255.255.255.255
DETAIL (Dsdv)manets.nodoFijo1.routing: waittime for forward before was 0.24 And host is 145.236.0.1
DETAIL (Dsdv)manets.nodoFijo1.routing: waittime for forward is 0.24 And host is 145.236.0.1

```

Figura 79: Nodo fijo 1 recibe Hello nodo móvil 5

```

** Event #98 t=0.261244944171 manets.nodoMovil[2].ipv4.ip (Ipv4, id=223) on Hello (inet::Packet, id=292)
INFO (Ipv4)manets.nodoMovil[2].ipv4.ip: Received (inet::Packet)Hello from network.
DETAIL (Ipv4)manets.nodoMovil[2].ipv4.ip: Received datagram '' with dest=255.255.255.255
INFO (Ipv4)manets.nodoMovil[2].ipv4.ip: Broadcast received
INFO (Ipv4)manets.nodoMovil[2].ipv4.ip: Delivering (inet::Packet)Hello (36 bytes) [[inet::UnitDiskPhyHeader, length = 12 B | inet::AckingMacHeader, length = 20 B | i
INFO (Ipv4)manets.nodoMovil[2].ipv4.ip: Passing up to protocol 0x7f7f7be7ffa0
** Event #99 t=0.261244944171 manets.nodoMovil[2].routing (Dsdv, id=284) on Hello (inet::Packet, id=292)
INFO (Ipv4RoutingTable)manets.nodoMovil[2].ipv4.routingTable: manets.nodoMovil[2].ipv4.routingTable: add route dest:145.236.0.8 gw:145.236.0.8 mask:255.255.255.255
DETAIL (Dsdv)manets.nodoMovil[2].routing: waittime for forward before was 0.23 And host is 145.236.0.5
DETAIL (Dsdv)manets.nodoMovil[2].routing: waittime for forward is 0.23 And host is 145.236.0.5

```

Figura 80: Nodo móvil 2 recibe Hello nodo móvil 5

```

** Event #94 t=0.261244884381 manets.nodoMovil[3].ipv4.ip (Ipv4, id=268) on Hello (inet::Packet, id=283)
INFO (Ipv4)manets.nodoMovil[3].ipv4.ip: Received (inet::Packet)Hello from network.
DETAIL (Ipv4)manets.nodoMovil[3].ipv4.ip: Received datagram '' with dest=255.255.255.255
INFO (Ipv4)manets.nodoMovil[3].ipv4.ip: Broadcast received
INFO (Ipv4)manets.nodoMovil[3].ipv4.ip: Delivering (inet::Packet)Hello (36 bytes) [[inet::UnitDiskPhyHeader, length = 12 B | inet::AckingMacHeader, length = 20 B | i
INFO (Ipv4)manets.nodoMovil[3].ipv4.ip: Passing up to protocol 0x7f7f7be7ffa0
** Event #95 t=0.261244884381 manets.nodoMovil[3].routing (Dsdv, id=241) on Hello (inet::Packet, id=283)
INFO (Ipv4RoutingTable)manets.nodoMovil[3].ipv4.routingTable: manets.nodoMovil[3].ipv4.routingTable: add route dest:145.236.0.8 gw:145.236.0.8 mask:255.255.255.255
DETAIL (Dsdv)manets.nodoMovil[3].routing: waittime for forward before was 0.31 And host is 145.236.0.6
DETAIL (Dsdv)manets.nodoMovil[3].routing: waittime for forward is 0.31 And host is 145.236.0.6

```

Figura 81: Nodo móvil 3 recibe Hello nodo móvil 5

```

** Event #102 t=0.2612450367 manets.nodoMovil[4].ipv4.ip (Ipv4, id=297) on Hello (inet::Packet, id=301)
INFO (Ipv4)manets.nodoMovil[4].ipv4.ip: Received (inet::Packet)Hello from network.
DETAIL (Ipv4)manets.nodoMovil[4].ipv4.ip: Received datagram '' with dest=255.255.255.255
INFO (Ipv4)manets.nodoMovil[4].ipv4.ip: Broadcast received
INFO (Ipv4)manets.nodoMovil[4].ipv4.ip: Delivering (inet::Packet)Hello (36 bytes) [[inet::UnitDiskPhyHeader, length = 12 B | inet::AckingMacHeader, length = 20 B | in
INFO (Ipv4)manets.nodoMovil[4].ipv4.ip: Passing up to protocol 0x7f7f7be7ffa0
** Event #103 t=0.2612450367 manets.nodoMovil[4].routing (Dsdv, id=278) on Hello (inet::Packet, id=301)
INFO (Ipv4RoutingTable)manets.nodoMovil[4].ipv4.routingTable: manets.nodoMovil[4].ipv4.routingTable: add route dest:145.236.0.8 gw:145.236.0.8 mask:255.255.255.255
DETAIL (Dsdv)manets.nodoMovil[4].routing: waittime for forward before was 0.04 And host is 145.236.0.7
DETAIL (Dsdv)manets.nodoMovil[4].routing: waittime for forward is 0.04 And host is 145.236.0.7

```

Figura 82: Nodo móvil 4 recibe Hello nodo móvil 5

Además los nodos van a retransmitir los mensajes "Hello" de sus nodos vecinos, por ejemplo, el nodo 4 va a retransmitir el mensaje "Hello" que le había llegado desde el nodo móvil 5. (Figuras 74 y 83)

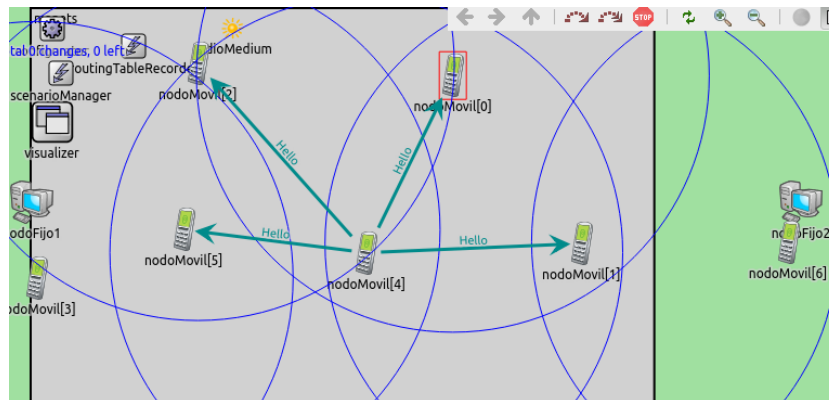


Figura 83: Nodo móvil 4 retransmite mensaje Hello

De este modo los nodos, como el nodo móvil 0 y el nodo móvil 1, que se encontraban fuera del alcance del nodo móvil 5, añadirán a su tabla de enrutamiento la ruta al nodo móvil 5. Por ejemplo, a continuación en la figura 84 se muestra la tabla de enrutamiento del nodo móvil 0, en la cual se ha añadido una entrada para la ruta al nodo móvil 5 (con métrica = 2 pues tiene una distancia de 2 saltos al nodo móvil 5).

```

manets.nodoMovil[0].ipv4.routingTable.routes (vector<Ipv4Route *>) size=2
elements[2] (inet::Ipv4Route *)
[0] dest:145.236.0.8 gw:145.236.0.7 mask:255.255.255.255 metric:2 if:wlan0(145.236.0.3) REMOTE MANET
[1] dest:127.0.0.0 gw:* mask:255.0.0.0 metric:1 if:lo0(127.0.0.1) DIRECT IFACENETMASK

```

Figura 84: Tabla de enrutamiento nodo móvil 0

De este modo los nodos van añadiendo rutas a su tabla de enrutamiento. En el momento en el que el nodo fijo 1 quiere enviar un paquete de datos al nodo fijo 2 este mira en su tabla de enrutamiento y enviará los paquetes por la ruta cuya entrada está asociada a la dirección del nodo fijo 2 (destino). En nuestro caso la envía al nodo móvil 2 (figura 85).

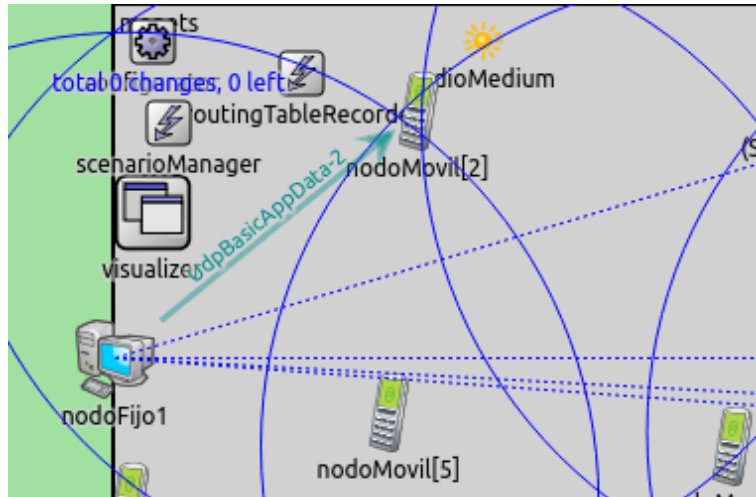


Figura 85: Nodo fijo 1 envía paquete de datos

Sin embargo estos paquetes de datos se perderán siempre que los nodos involucrados en la ruta no tengan una entrada en su tabla de enrutamiento asociada a la dirección de destino. En nuestro caso el primer paquete de datos que llega al nodo destino (nodo fijo 2) es el quinto enviado por el nodo fuente (nodo fijo 1).

```
** Event #5058 t=6.25 manets.nodoFijo1.ipv4.ip (Ipv4, id=74) on UdpBasicAppData-5 (inet::Packet, id=11579)
INFO (Ipv4)manets.nodoFijo1.ipv4.ip: Received (inet::Packet)UdpBasicAppData-5 (58 bytes) [[inet::UdpHeader, port:1025->1000, payloadLength:50 B, length = 8 B
DETAIL (Ipv4)manets.nodoFijo1.ipv4.ip: Sending datagram 'UdpBasicAppData-5' with destination = 145.236.0.2
INFO (Ipv4)manets.nodoFijo1.ipv4.ip: Routing (inet::Packet)UdpBasicAppData-5 (78 bytes) [[inet::Ipv4Header, length = 20 B | inet::UdpHeader, port:1025->1000,
INFO (Ipv4)manets.nodoFijo1.ipv4.ip: Sending (inet::Packet)UdpBasicAppData-5 (78 bytes) [[inet::Ipv4Header, length = 20 B | inet::UdpHeader, port:1025->1000,
```

Figura 86: Nodo fijo 1 envía quinto paquete de datos

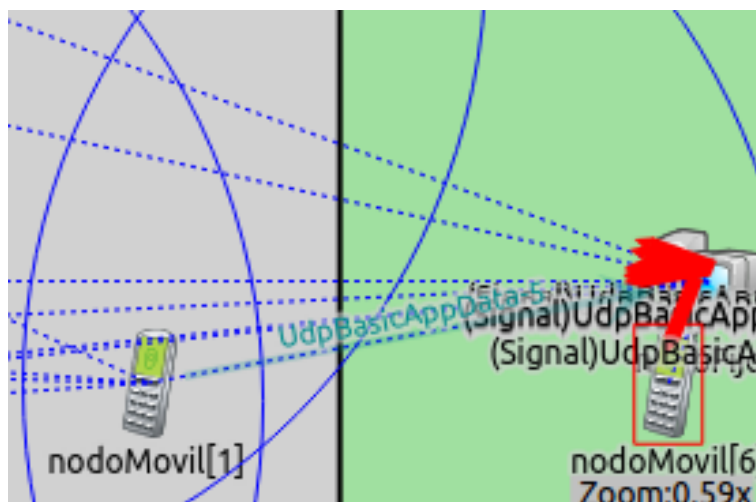


Figura 87: Nodo fijo 2 recibe paquete de datos

```
** Event #5308 t=6.253211831038 manets.nodoFijo2.udp (Udp, id=88) on UdpBasicAppData-5 (inet::Packet, id=12280)
INFO (Udp)manets.nodoFijo2.udp: Packet UdpBasicAppData-5 received from network, dest port 1000
INFO (Udp)manets.nodoFijo2.udp: Sending payload up to socket sockId=1
```

Figura 88: Nodo fijo 2 recibe paquete de datos

Por lo tanto, en nuestro caso, el primer paquete de datos recibido por el nodo fijo 2 ha sido en el segundo 6.2532118 (y el nodo fijo lo ha enviado en el segundo 6.25s) por lo que tarda milisegundos en llegar el mensaje al destino en este caso (0.0032118s).
 Acto seguido el nodo fijo 2 enviará un mensaje de datos haciendo echo siguiendo la ruta asociada al nodo fijo 1 existente tabla de enrutamiento (figura ??):

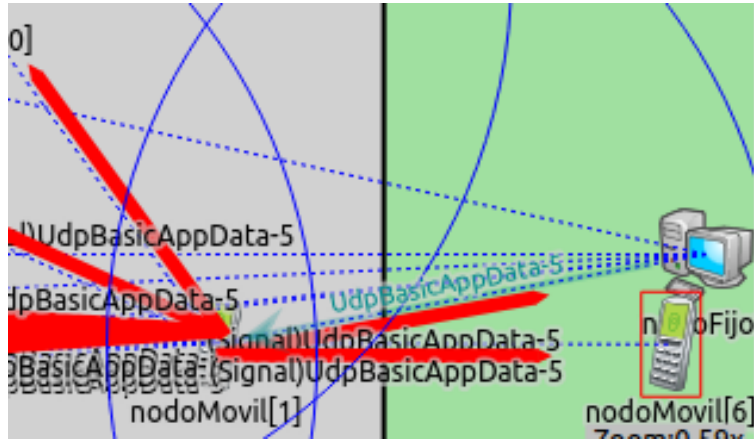


Figura 89: Nodo fijo 2 envía paquete echo

```
** Event #5309 t=6.253211831038 manets.nodoFijo2.app[0] (UdpEchoApp, id=91) on UdpBasicAppData-5 (inet::Packet, id=12280)
** Event #5310 t=6.253211831038 manets.nodoFijo2.udp (Udp, id=88) on UdpBasicAppData-5 (inet::Packet, id=12280)
INFO (Udp)manets.nodoFijo2.udp: Sending app packet UdpBasicAppData-5 over ipv4.
```

Figura 90: Nodo fijo 2 envía paquete echo logs

```
manets.nodoFijo2.ipv4.routingTable.routes (vector<Ipv4Route *>) size=5
elements[5] (inet::Ipv4Route *)
[0] dest:145.236.0.1 gw:145.236.0.4 mask:255.255.255.255 metric:4 if:wlan0(145.236.0.2) REMOTE AODV isActive = 1, hasValidDestNum = 1, destNum = 2, lifetime = 10.611096224514
[1] dest:145.236.0.4 gw:145.236.0.4 mask:255.255.255.255 metric:1 if:wlan0(145.236.0.2) REMOTE AODV isActive = 1, hasValidDestNum = 0, destNum = 2, lifetime = 9.251764678682
[2] dest:145.236.0.0 gw:* mask:255.255.255.240 metric:0 if:wlan0(145.236.0.2) DIRECT MANUAL
[3] dest:145.236.0.0 gw:* mask:255.255.0.0 metric:1000 if:wlan0(145.236.0.2) DIRECT IFACENETMASK
[4] dest:127.0.0.0 gw:* mask:255.0.0.0 metric:1 if:lo0(127.0.0.1) DIRECT IFACENETMASK
```

Figura 91: Tabla de enrutamiento del nodo fijo 2

6.3. Conclusiones

En el algoritmo DSDV cuando todos los nodos conocen las rutas de la red es mucho más rápido que el algoritmo AODV, sin embargo sobrecarga mucho más la red con paquetes "Hello" para actualizar las tablas de enrutamiento que el algoritmo AODV que solo envía paquetes RREQ y RREP cuando un nodo lo requiere.

7. Análisis de la conectividad

7.1. AODV

7.1.1. Caso base

Para realizar el análisis de la conectividad utilizaremos un caso base en el que tendremos un número de nodos móviles = 7, rango de transmisión = 400m³ y velocidad 1mps.

Con esta configuración no se pierden paquetes.

En una simulación realizada durante 240 segundos hemos obtenido los siguientes resultados:

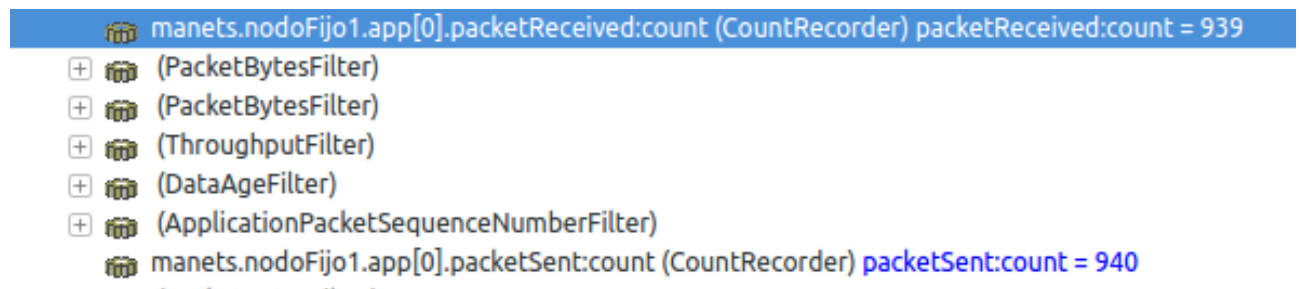


Figura 92: Paquetes enviados por el nodo fijo 1 - AODV

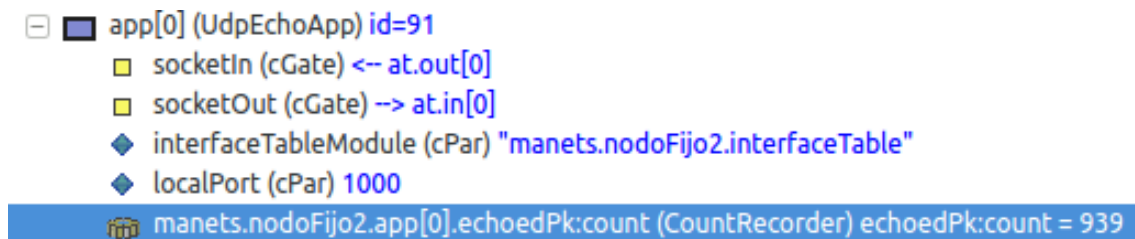


Figura 93: Paquetes echo nodo fijo 2 - AODV

En las figuras 92 y 93 vemos que el servidor `udpEchoApp` (del nodo fijo 2) ha hecho echo de todos los paquetes que el `udpBasicServer` (del nodo fijo 1) ha enviado. (El paquete de diferencia entre 940 y 939 todavía no ha llegado al nodo fijo 2). A su vez, el servidor `udpBasicServer` (nodo fijo 1) ha recibido los 939 paquetes que el servidor `udpEchoApp` (nodo fijo 2) ha enviado. Por lo tanto hay una **pérdida de 0 paquetes**.

³Nota: debido al tipo de modelo de transmisión elegido al inicio de la práctica (`UnitDiskTransmitter`) hemos tenido que sustituir la potencia por el rango de transmisión ya que en este modelo de transmisión no trabajan con potencia sino con rango. El parámetro se corresponde a `communicationRange` y es el rango en el que la recepción de las transmisiones es posible. No nos ha sido posible cambiar el modelo de transmisión pues nos percatamos demasiado tarde de este error y repercutía en apartados anteriores de la memoria.

7.1.2. Impacto del número de nodos móviles

7.1.2.1. 6 nodos

Al reducir en 1 el número de nodos (pasamos de 7 nodos móviles en el caso base a 6 en este caso) se pierden muchos más paquetes:

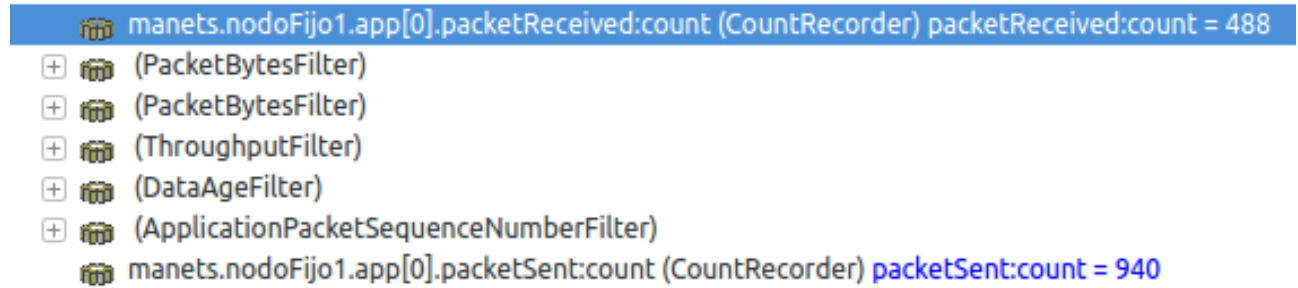


Figura 94: Nodo fijo 1 paquetes 6 nodos - AODV

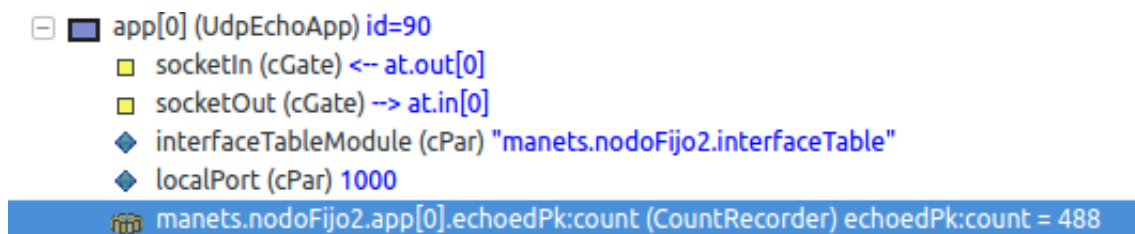


Figura 95: Nodo fijo 2 paquetes 6 nodos - AODV

En las figuras 94 y 95 podemos ver que el nodo fijo 1 envía 940 paquetes mientras que el nodo fijo 2 recibe 488, por lo que se pierden un **total de 452 paquetes**. Sin embargo no se pierde ninguno de los paquetes enviados por el nodo fijo 2 al nodo fijo 1 (envía 488 y el nodo fijo 1 recibe 488).

7.1.2.2. 5 nodos móviles

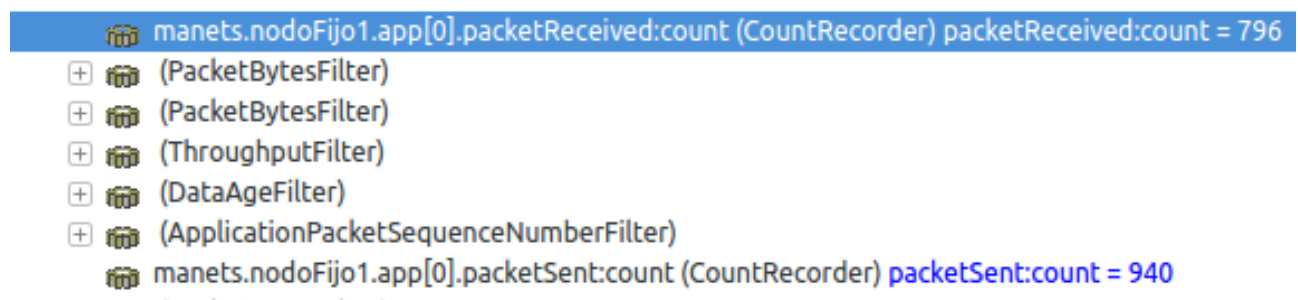


Figura 96: Nodo fijo 1 paquetes 5 nodos - AODV

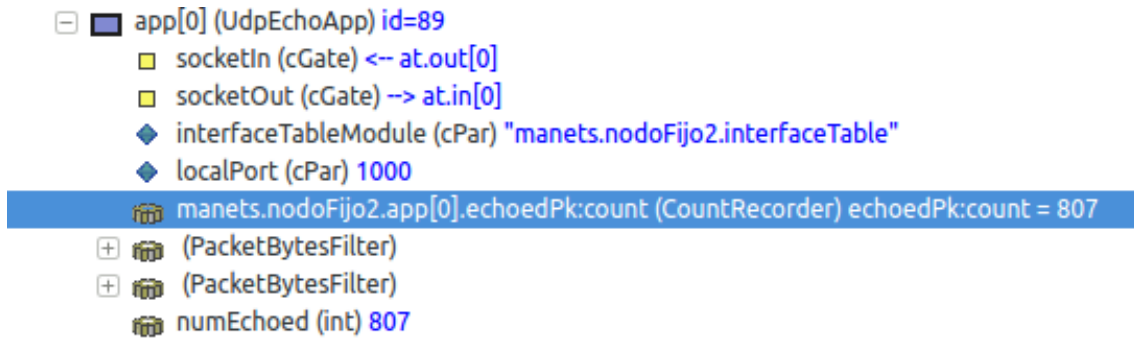


Figura 97: Nodo fijo 1 paquetes 5 nodos - AODV

Como podemos ver en las figuras 96 y 97 se pierden muchos menos paquetes que en el caso anterior (6 nodos móviles) pero se pierden paquetes en ambos sentidos (tanto de los enviados por el nodo fijo 1 al 2 como viceversa).

El nodo fijo 1 envía 940 paquetes al nodo fijo 2 y este recibe 807, por lo que se pierden **133 paquetes**.

Mientras, en el otro sentido, el nodo fijo 2 envía 807 paquetes al nodo fijo 1 y este recibe 796, por lo que se pierden **11 paquetes**.

En **total** se pierden **144 paquetes**.

7.1.2.3. 4 nodos móviles

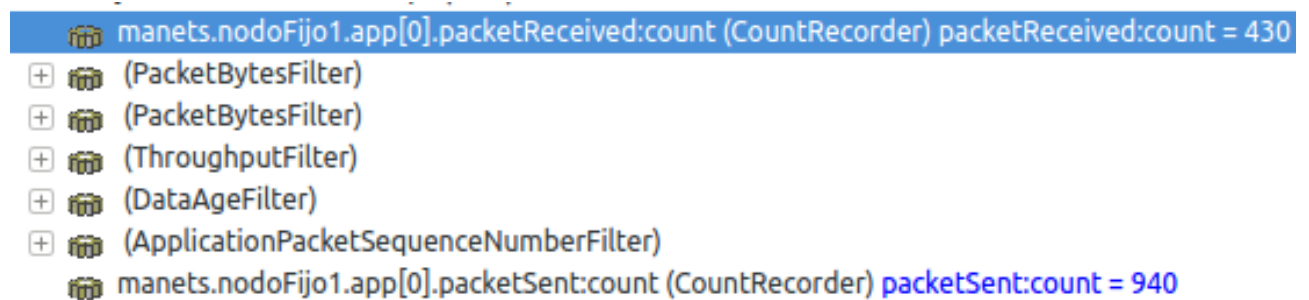


Figura 98: Nodo fijo 1 paquetes 4 nodos - AODV

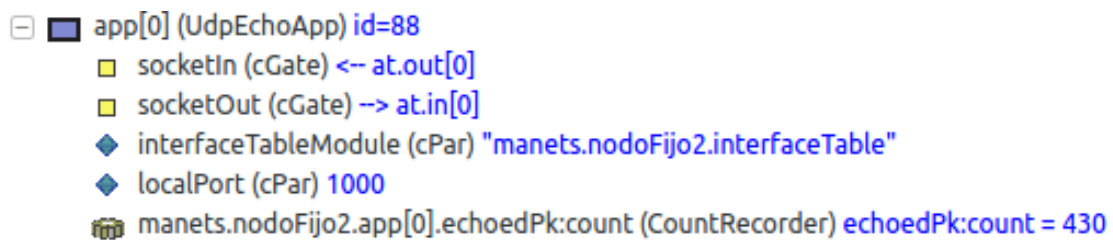


Figura 99: Nodo fijo 1 paquetes 4 nodos - AODV

Como podemos ver en las figuras 98 y 99 bastantes más paquetes que en el caso anterior (5 nodos móviles).

El nodo fijo 1 envía 940 paquetes al nodo fijo 2 y este recibe 430, por lo que se pierden **510 paquetes**.

Mientras, en el otro sentido, el nodo fijo 2 envía 430 paquetes al nodo fijo 1 y este recibe 430,

por lo que se pierden **0 paquetes**.
En **total** se pierden **510 paquetes**.

7.1.2.4. 8 nodos móviles

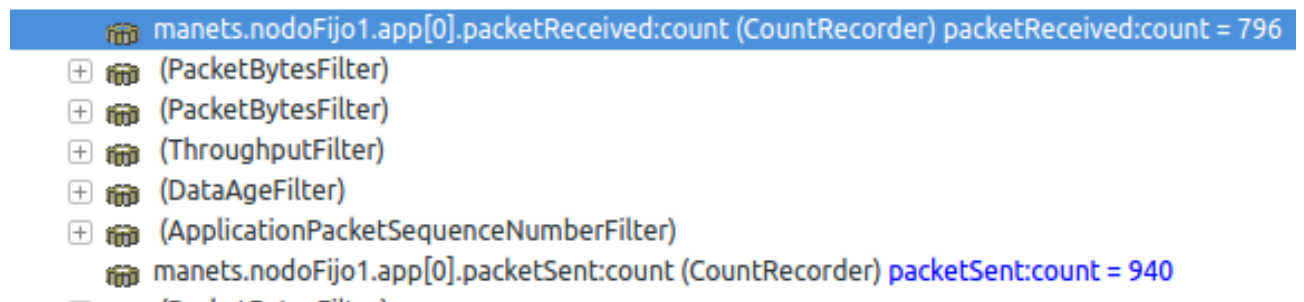


Figura 100: Nodo fijo 1 paquetes 8 nodos - AODV

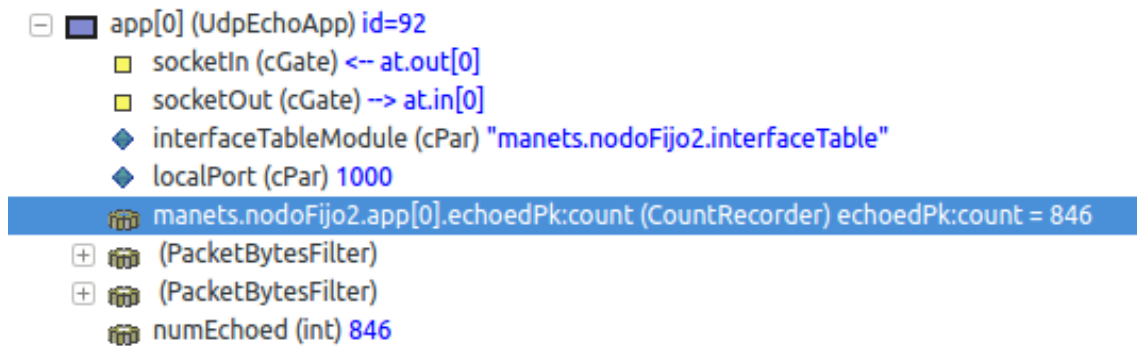


Figura 101: Nodo fijo 1 paquetes 8 nodos - AODV

Como podemos ver en las figuras 100 y 101 se pierden muchos menos paquetes que en el caso anterior (4 nodos móviles) pero vuelven a perderse paquetes en ambos sentidos (tanto de los enviados por el nodo fijo 1 al 2 como viceversa).

El nodo fijo 1 envía 940 paquetes al nodo fijo 2 y este recibe 846, por lo que se pierden **94 paquetes**.

Mientras, en el otro sentido, el nodo fijo 2 envía 846 paquetes al nodo fijo 1 y este recibe 796, por lo que se pierden **50 paquetes**.

En **total** se pierden **144 paquetes**.

7.1.2.5. 9 nodos móviles

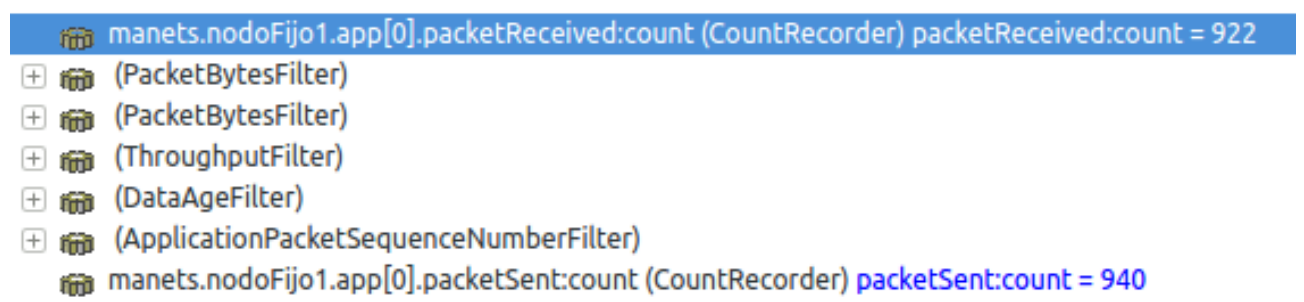


Figura 102: Nodo fijo 1 paquetes 9 nodos - AODV

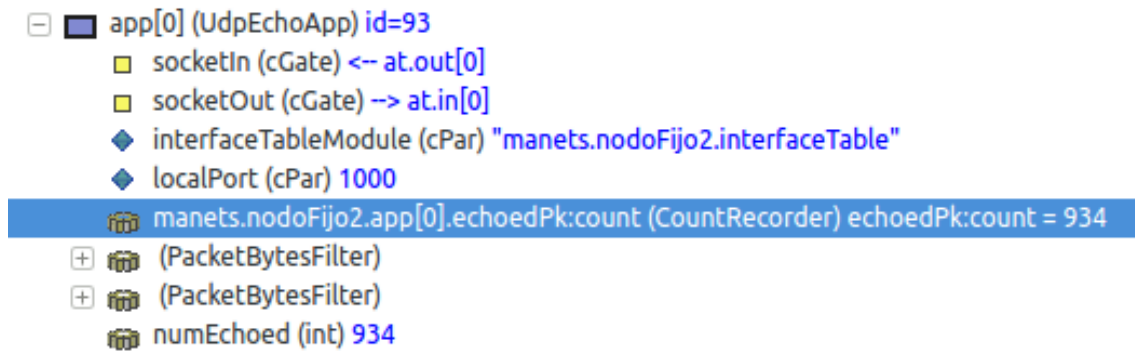


Figura 103: Nodo fijo 1 paquetes 9 nodos - AODV

Como podemos ver en las figuras 102 y 103 se pierden muchos menos paquetes que en el caso anterior (6 nodos móviles) pero se pierden paquetes en ambos sentidos (tanto de los enviados por el nodo fijo 1 al 2 como viceversa).

El nodo fijo 1 envía 940 paquetes al nodo fijo 2 y este recibe 934, por lo que se pierden **6 paquetes**.

Mientras, en el otro sentido, el nodo fijo 2 envía 934 paquetes al nodo fijo 1 y este recibe 922, por lo que se pierden **12 paquetes**.

En **total** se pierden **18 paquetes**.

7.1.2.6. Curva del impacto del número de nodos móviles

En la siguiente figura 104 se muestra la curva representativa del impacto del número de nodos móviles en la pérdida de paquetes (siendo el caso base 7 nodos móviles sin pérdida de paquetes) utilizando el algoritmo AODV.

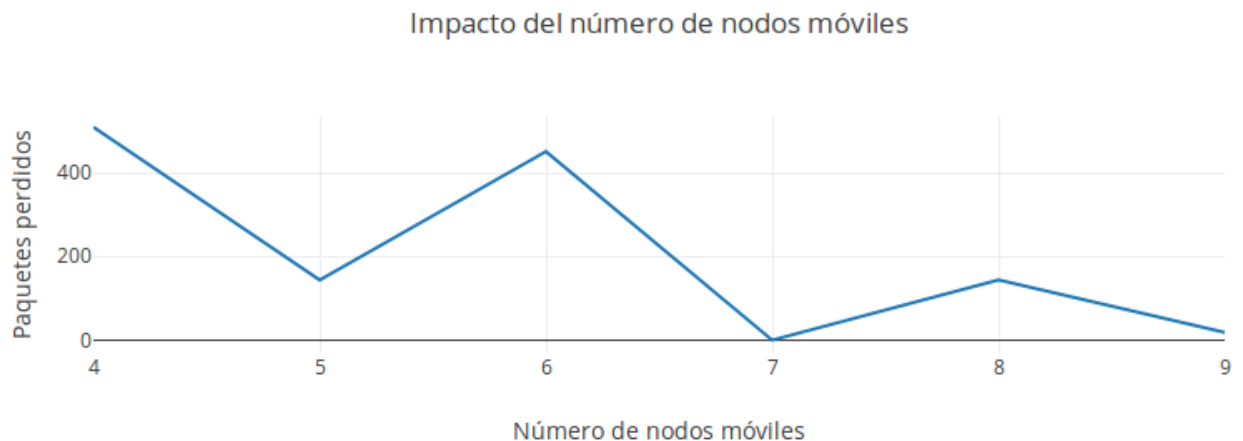


Figura 104: Curva - Impacto del número de nodos móviles AODV

7.1.3. Impacto de la potencia

7.1.3.1. 370m

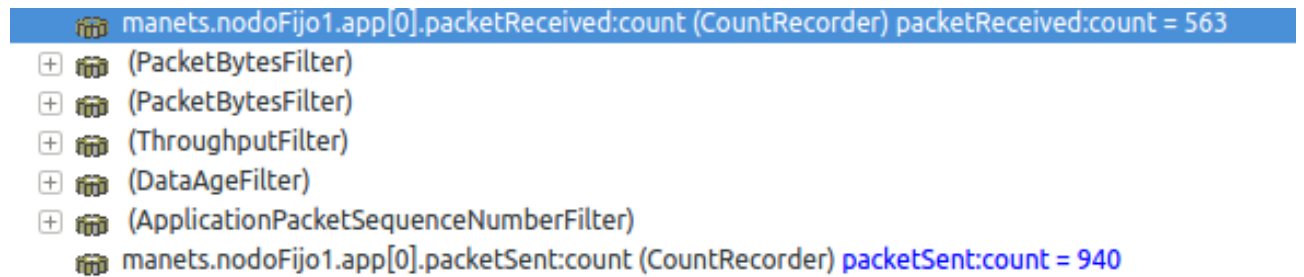


Figura 105: Nodo fijo 1 paquetes 370m - AODV

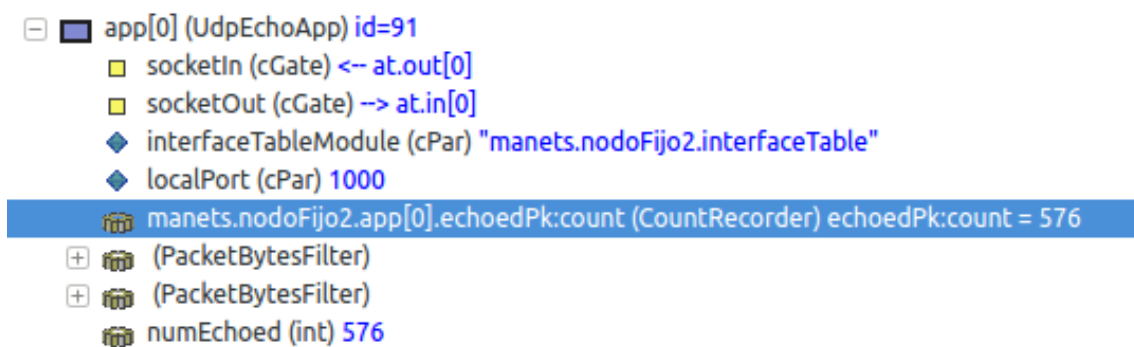


Figura 106: Nodo fijo 2 paquetes 370m - AODV

En este caso el nodo fijo 1 envía 940 paquetes y el nodo fijo 2 recibe 576. Por lo tanto se pierden **364 paquetes**.

El nodo fijo 2 envía 576 paquetes y el nodo fijo 1 recibe 563 paquetes, por lo que en este sentido se pierden **13 paquetes**.

En **total** se pierden **377 paquetes**.

7.1.3.2. 360m

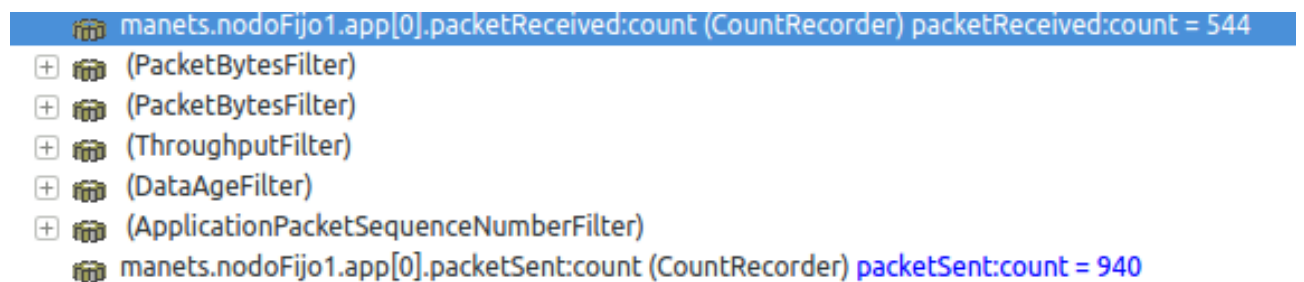


Figura 107: Nodo fijo 1 paquetes 360m - AODV

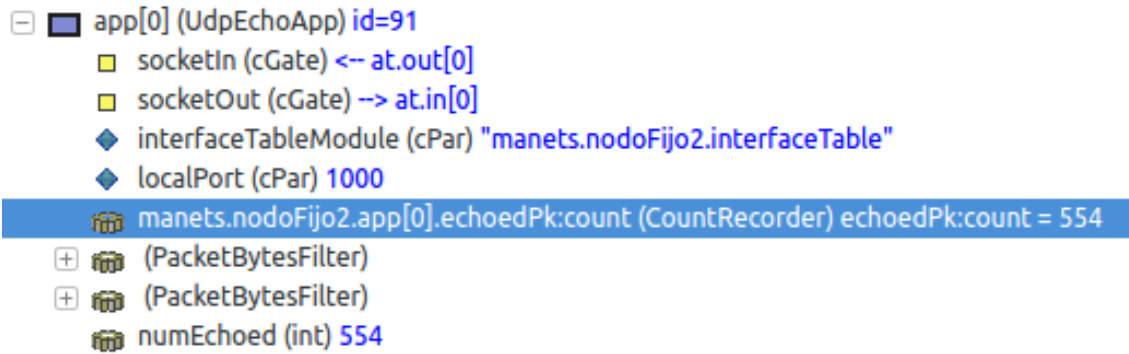


Figura 108: Nodo fijo 2 paquetes 360m - AODV

En este caso el nodo fijo 1 envía 940 paquetes y el nodo fijo 2 recibe 554. Por lo tanto se pierden **386 paquetes**.

El nodo fijo 2 envía 554 paquetes y el nodo fijo 1 recibe 544 paquetes, por lo que en este sentido se pierden **10 paquetes**.

En **total** se pierden **396 paquetes**.

7.1.3.3. 350m

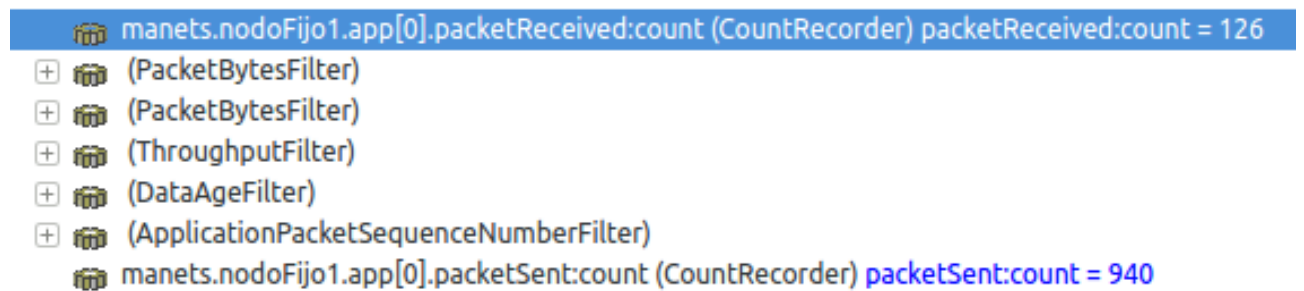


Figura 109: Nodo fijo 1 paquetes 350m - AODV

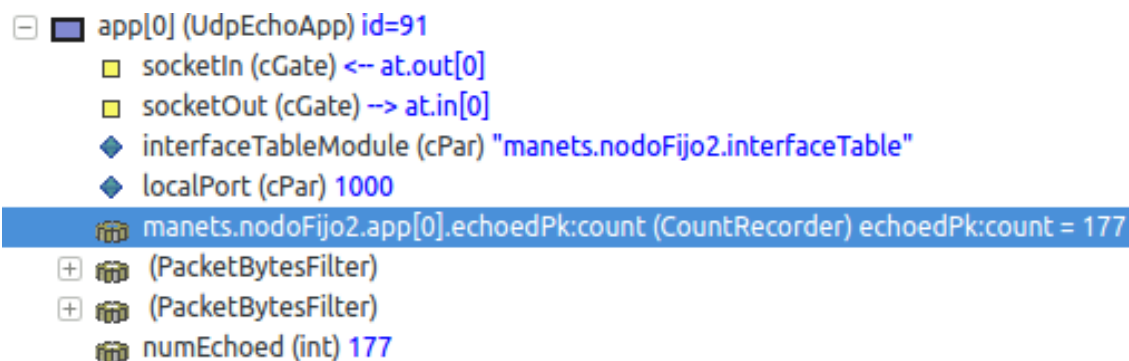


Figura 110: Nodo fijo 2 paquetes 350m - AODV

En este caso el nodo fijo 1 envía 940 paquetes y el nodo fijo 2 recibe 177. Por lo tanto se pierden **763 paquetes**.

El nodo fijo 2 envía 177 paquetes y el nodo fijo 1 recibe 126 paquetes, por lo que en este sentido se pierden **51 paquetes**.

En **total** se pierden **814 paquetes**.

7.1.3.4. 340m

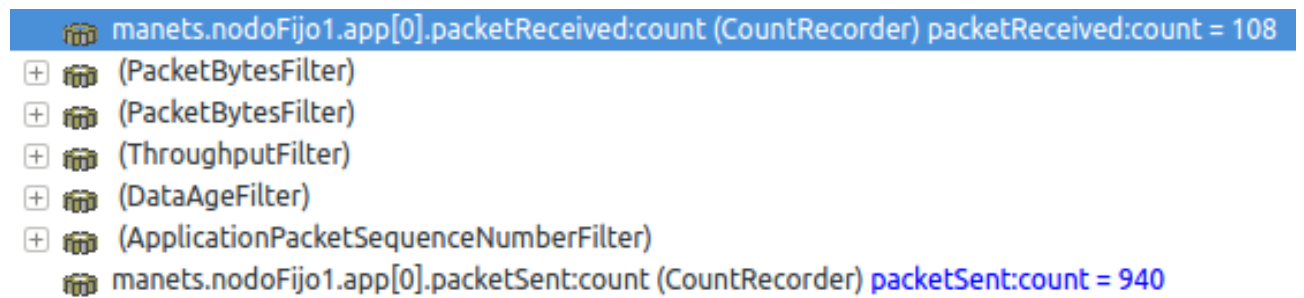


Figura 111: Nodo fijo 1 paquetes 340m - AODV

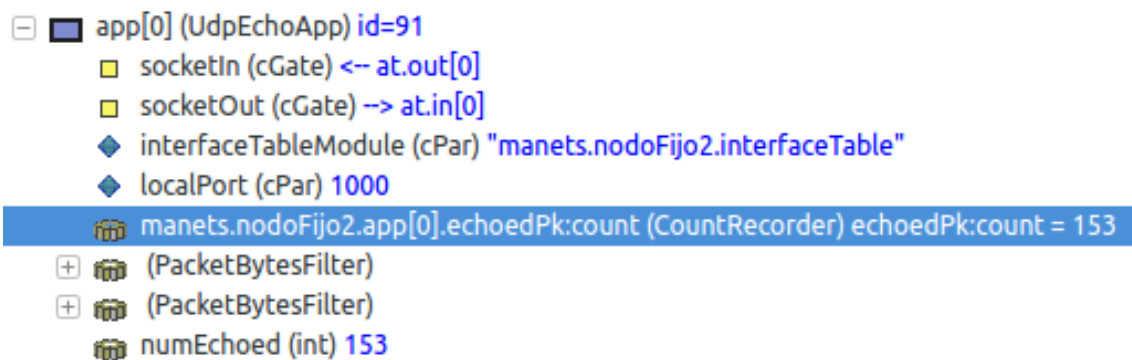


Figura 112: Nodo fijo 2 paquetes 340m - AODV

En este caso el nodo fijo 1 envía 940 paquetes y el nodo fijo 2 recibe 153. Por lo tanto se pierden **787 paquetes**.

El nodo fijo 2 envía 153 paquetes y el nodo fijo 1 recibe 108 paquetes, por lo que en este sentido se pierden **45 paquetes**.

En **total** se pierden **832 paquetes**.

7.1.3.5. 335m

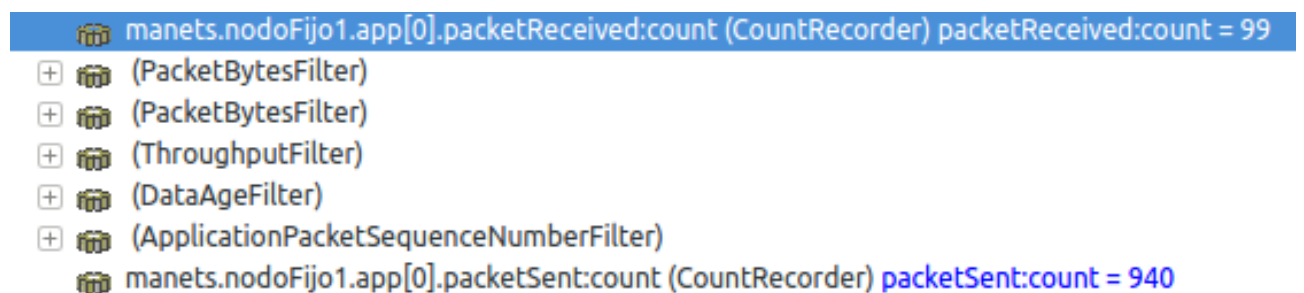


Figura 113: Nodo fijo 1 paquetes 335m - AODV

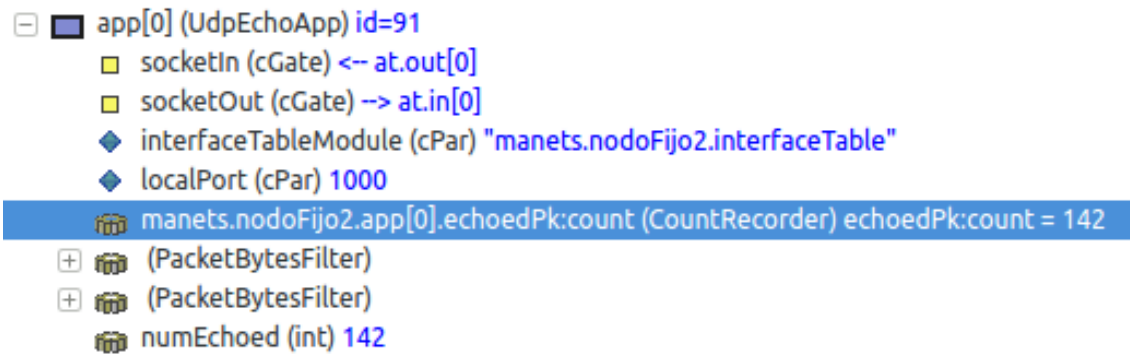


Figura 114: Nodo fijo 2 paquetes 335m - AODV

En este caso el nodo fijo 1 envía 940 paquetes y el nodo fijo 2 recibe 142. Por lo tanto se pierden **798 paquetes**.

El nodo fijo 2 envía 142 paquetes y el nodo fijo 1 recibe 99 paquetes, por lo que en este sentido se pierden **43 paquetes**.

En **total** se pierden **841 paquetes**.

7.1.3.6. Curva del impacto de la potencia

En la siguiente figura 115 se muestra la curva representativa del impacto de la potencia en la pérdida de paquetes utilizando el algoritmo AODV.

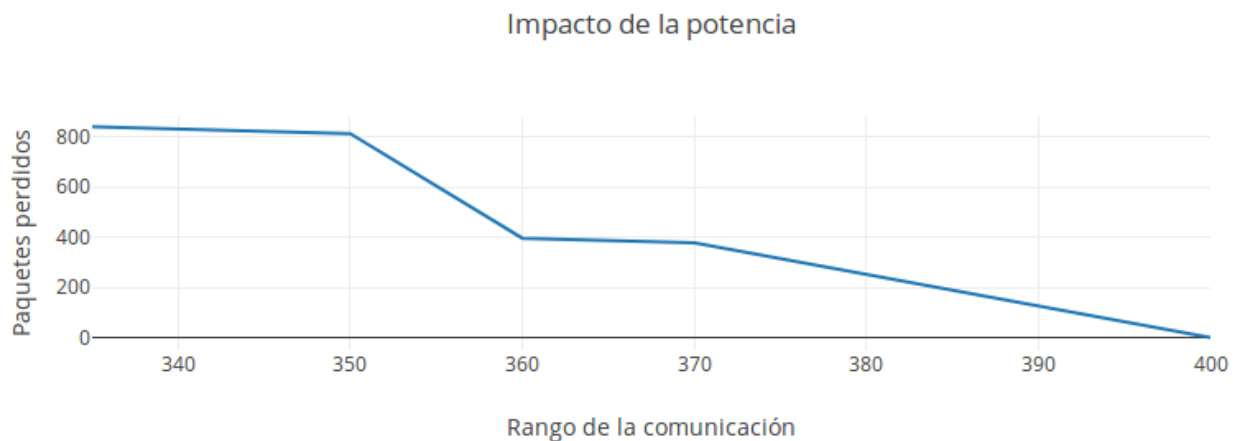


Figura 115: Curva - Impacto de la potencia AODV

7.1.4. Impacto de la velocidad

7.1.4.1. 1.25 metros por segundo

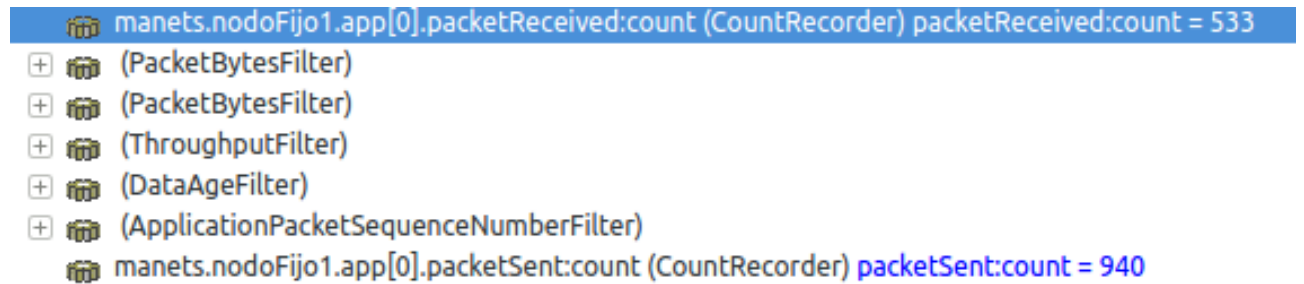


Figura 116: Nodo fijo 1 paquetes 1.25 mps - AODV

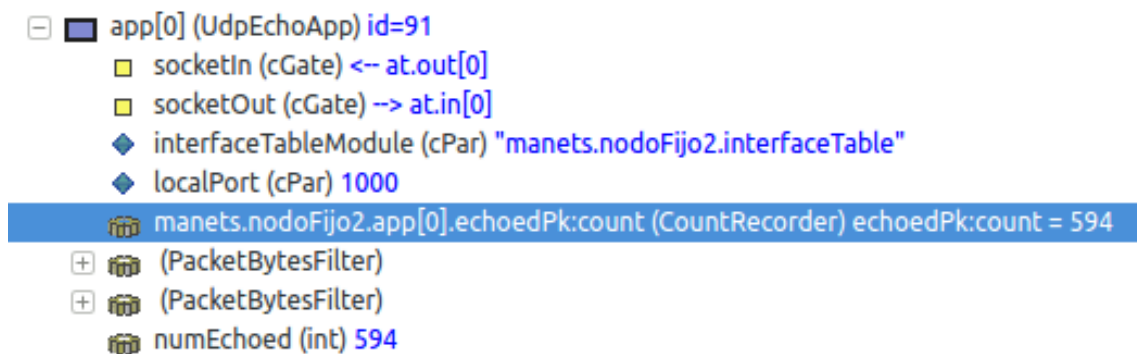


Figura 117: Nodo fijo 2 paquetes 1.25 mps - AODV

En este caso el nodo fijo 1 envía 940 paquetes y el nodo fijo 2 recibe 594 paquetes. Por lo tanto se pierden **346 paquetes**.

El nodo fijo 2 envía 594 paquetes y el nodo fijo 1 recibe 533 paquetes, por lo que en este sentido se pierden **61 paquetes**.

En **total** se pierden **407 paquetes**.

7.1.4.2. 1.75 metros por segundo

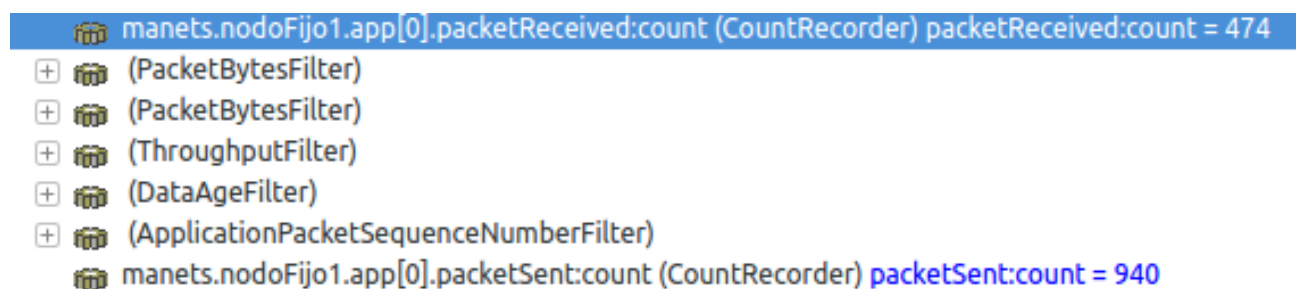


Figura 118: Nodo fijo 1 paquetes 1.75 mps - AODV

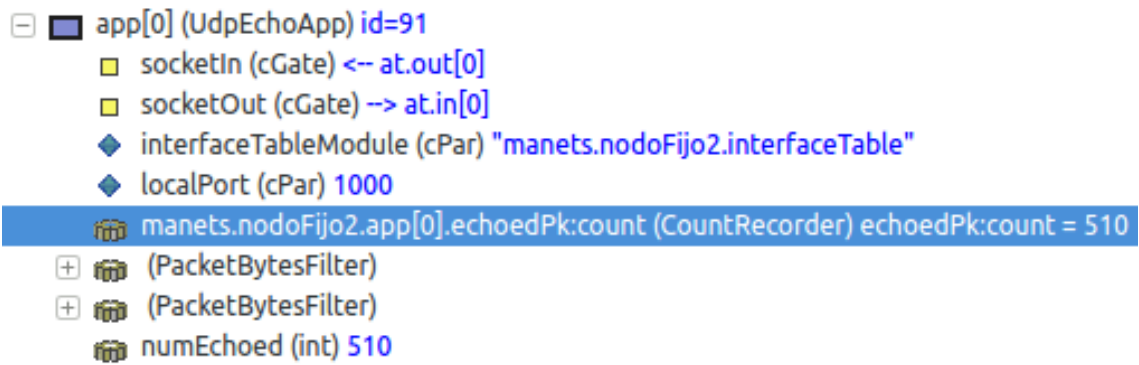


Figura 119: Nodo fijo 2 paquetes 1.75 mps - AODV

En este caso el nodo fijo 1 envía 940 paquetes y el nodo fijo 2 recibe 510 paquetes. Por lo tanto se pierden **430 paquetes**.

El nodo fijo 2 envía 510 paquetes y el nodo fijo 1 recibe 474 paquetes, por lo que en este sentido se pierden **36 paquetes**.

En **total** se pierden **466 paquetes**.

7.1.4.3. 2 metros por segundo

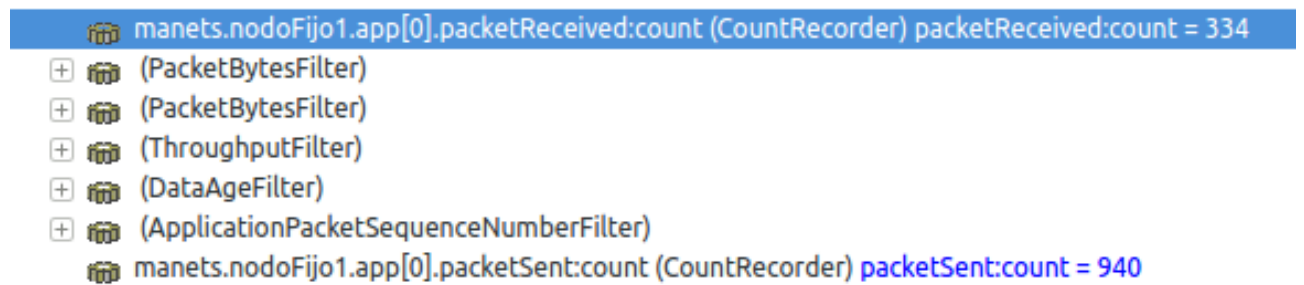


Figura 120: Nodo fijo 1 paquetes 2 mps - AODV

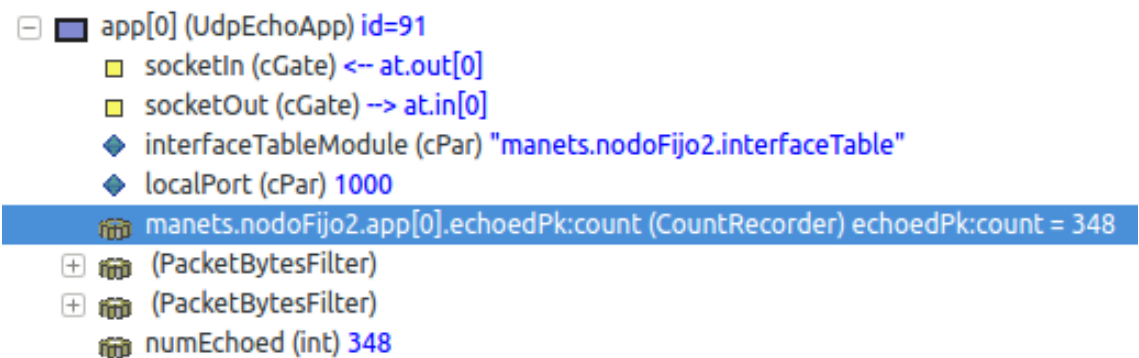


Figura 121: Nodo fijo 2 paquetes 2 mps - AODV

En este caso el nodo fijo 1 envía 940 paquetes y el nodo fijo 2 recibe 348 paquetes. Por lo tanto se pierden **592 paquetes**.

El nodo fijo 2 envía 348 paquetes y el nodo fijo 1 recibe 334 paquetes, por lo que en este sentido se pierden **4 paquetes**.

En **total** se pierden **596 paquetes**.

7.1.4.4. 2.5 metros por segundo

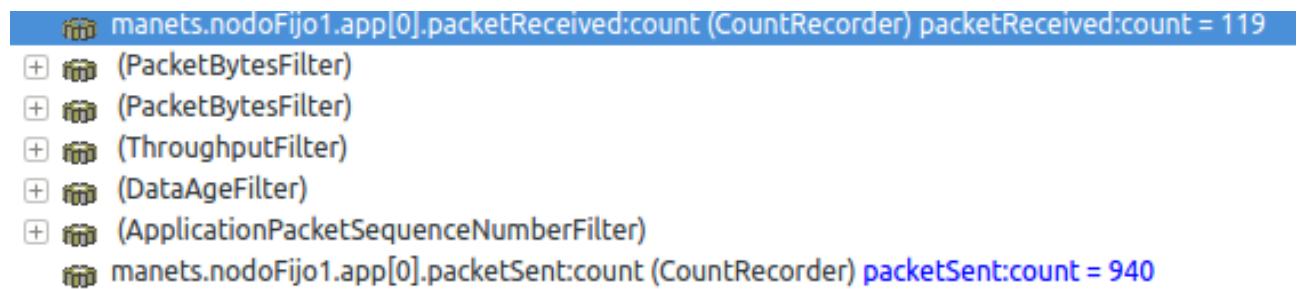


Figura 122: Nodo fijo 1 paquetes 2.5 mps - AODV

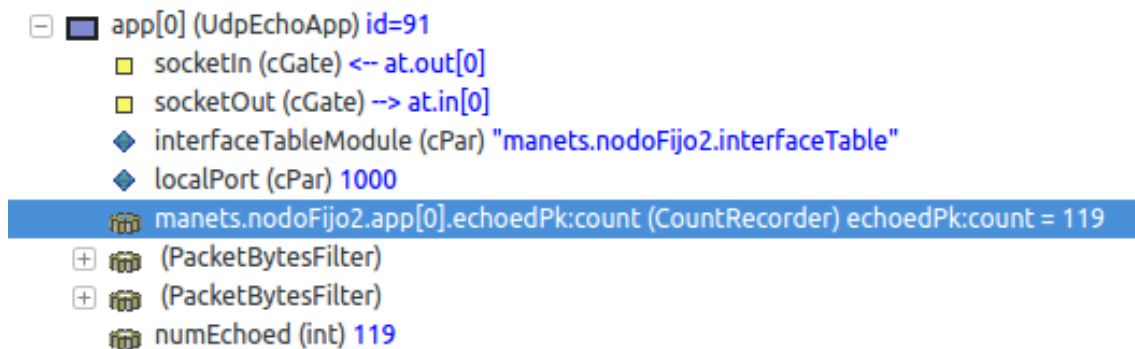


Figura 123: Nodo fijo 2 paquetes 2.5 mps - AODV

En este caso el nodo fijo 1 envía 940 paquetes y el nodo fijo 2 recibe 119 paquetes. Por lo tanto se pierden **821 paquetes**.

El nodo fijo 2 envía 119 paquetes y el nodo fijo 1 recibe 119 paquetes, por lo que en este sentido se pierden **0 paquetes**.

En **total** se pierden **821 paquetes**.

7.1.4.5. 3 metros por segundo

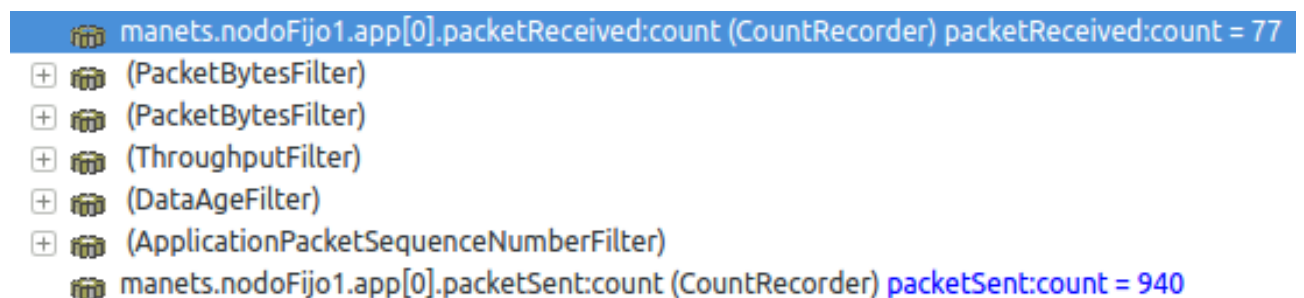


Figura 124: Nodo fijo 1 paquetes 3 mps - AODV

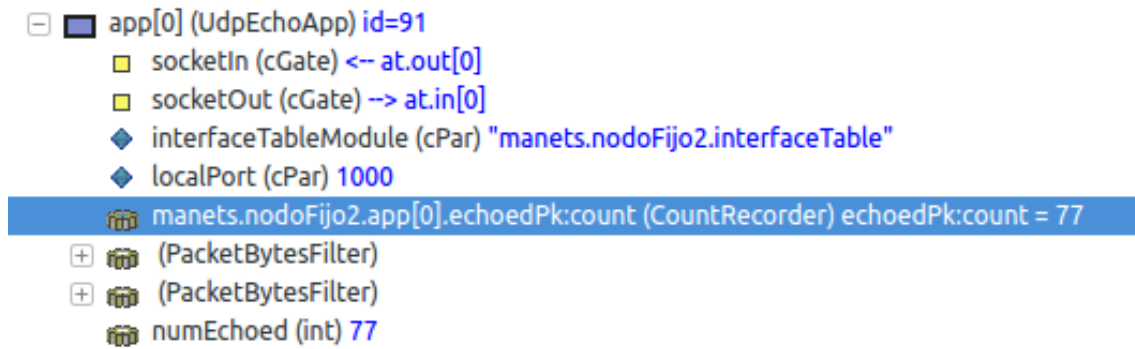


Figura 125: Nodo fijo 2 paquetes 3 mps - AODV

En este caso el nodo fijo 1 envía 940 paquetes y el nodo fijo 2 recibe 77 paquetes. Por lo tanto se pierden **863 paquetes**.

El nodo fijo 2 envía 77 paquetes y el nodo fijo 1 recibe 77 paquetes, por lo que en este sentido se pierden **0 paquetes**.

En total se pierden **863 paquetes**.

7.1.4.6. Curva del impacto de la velocidad

En la siguiente figura 126 se muestra la curva representativa del impacto de la velocidad de los nodos móviles en la pérdida de paquetes utilizando el algoritmo AODV.

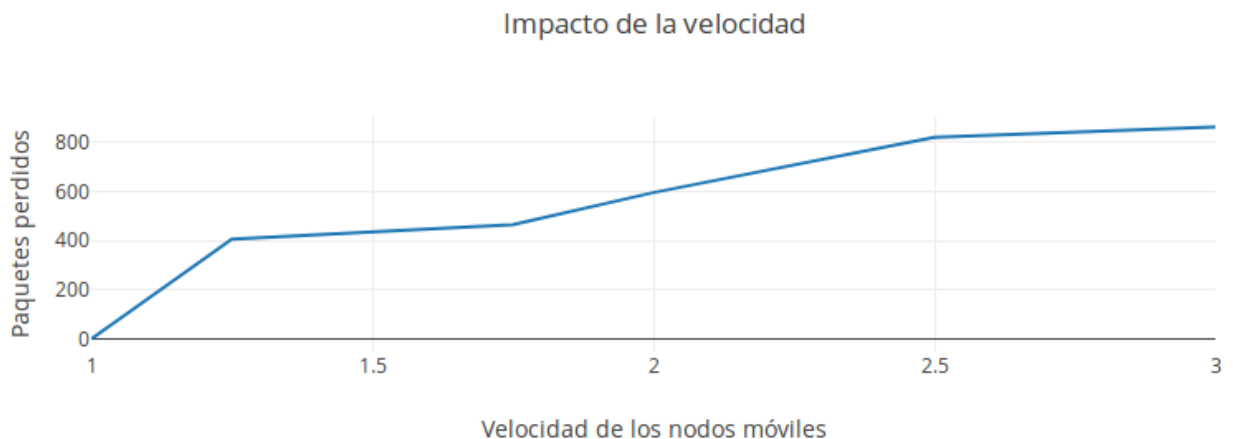


Figura 126: Curva - Impacto de la velocidad AODV

7.2. DSDV

7.2.1. Caso Base

Para realizar el análisis de la conectividad utilizaremos un caso base en el que tendremos un número de nodos móviles = 7, rango de transmisión = 650 m⁴ y velocidad = 0.15mps. En una simulación realizada durante 240 segundos hemos obtenido los siguientes resultados:

```
manets.nodoFijo1.app[0].packetReceived:count (CountRecorder) packetReceived:count = 881
+ (PacketBytesFilter)
+ (PacketBytesFilter)
+ (ThroughputFilter)
+ (DataAgeFilter)
+ (ApplicationPacketSequenceNumberFilter)
manets.nodoFijo1.app[0].packetSent:count (CountRecorder) packetSent:count = 940
```

Figura 127: Nodo fijo 1 paquetes caso base - DSDV

```
app[0] (UdpEchoApp) id=91
  socketIn (cGate) <- at.out[0]
  socketOut (cGate) -> at.in[0]
  interfaceTableModule (cPar) "manets.nodoFijo2.interfaceTable"
  localPort (cPar) 1000
manets.nodoFijo2.app[0].echoedPk:count (CountRecorder) echoedPk:count = 908
+ (PacketBytesFilter)
+ (PacketBytesFilter)
numEchoed (int) 908
```

Figura 128: Nodo fijo 2 paquetes caso base - DSDV

En este caso vemos que el nodo fijo 1 envía 940 paquetes y el nodo fijo 2 recibe 908, por lo que se pierden **32 paquetes**. El nodo fijo 2 envía 908 paquetes y el nodo fijo 1 recibe 881, por lo que se pierden **27 paquetes**. En **total** se pierden **59 paquetes**.

⁴Nota: debido al tipo de modelo de transmisión elegido al inicio de la práctica (UnitDiskTransmitter) hemos tenido que sustituir la potencia por el rango de transmisión ya que en este modelo de transmisión no se trabaja con potencia sino con rango. El parámetro se corresponde a communicationRange y es el rango en el que la recepción de las transmisiones es posible. No nos ha sido posible cambiar el modelo de transmisión pues nos percatamos demasiado tarde de este error y repercutía en apartados anteriores de la memoria.

7.2.2. Impacto del número de nodos móviles

7.2.2.1. 6 nodos móviles

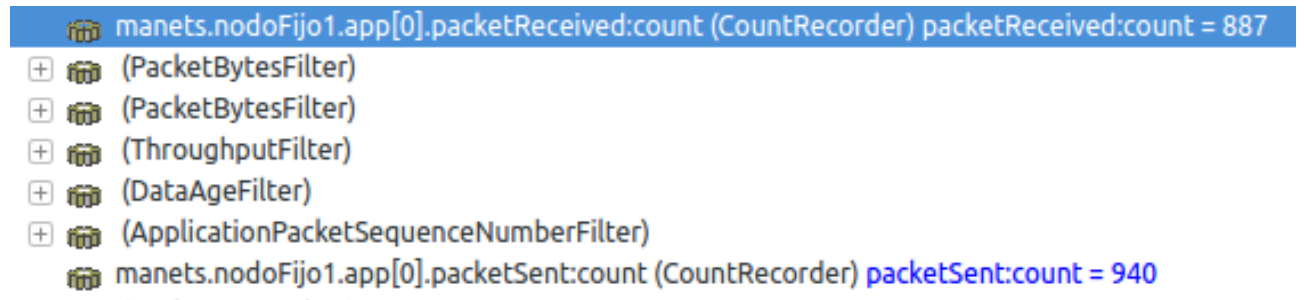


Figura 129: Nodo fijo 1 paquetes 6 nodos - DSDV

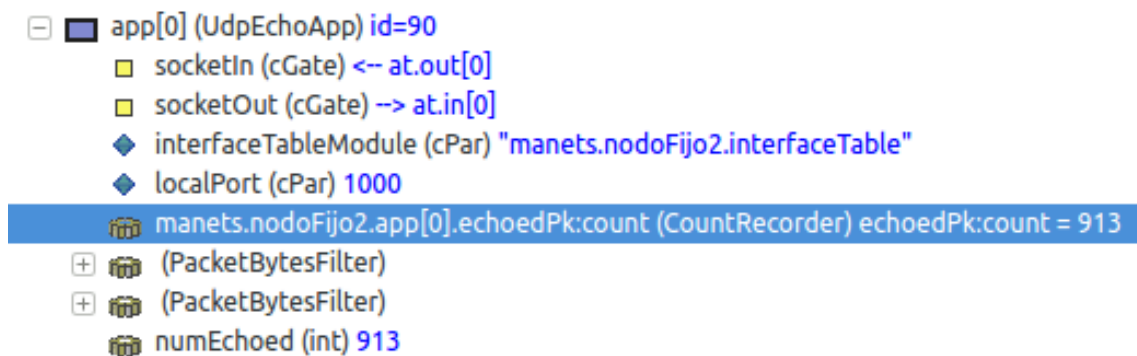


Figura 130: Nodo fijo 2 paquetes 6 nodos - DSDV

En este caso el nodo fijo 1 envía 940 paquetes y el nodo fijo 2 recibe 913, por lo que se pierden **27 paquetes**.

El nodo fijo 2 envía 913 paquetes y el nodo fijo 1 recibe 887, por lo que se pierden **26 paquetes**. En total se pierden **53 paquetes**.

7.2.2.2. 5 nodos móviles

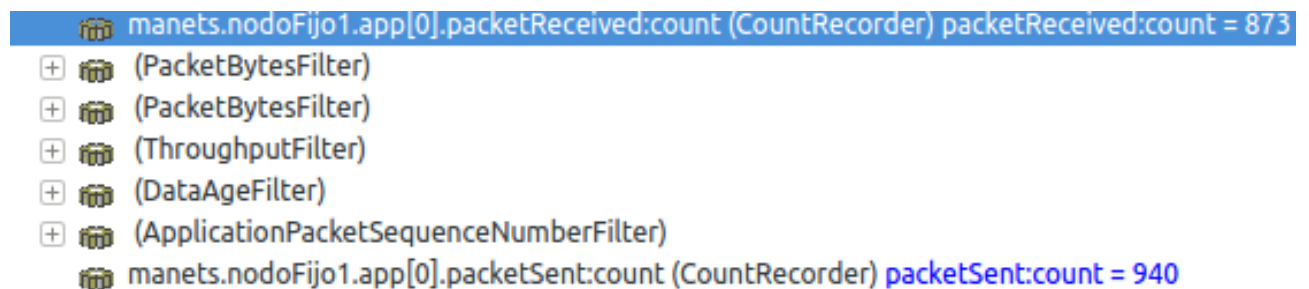


Figura 131: Nodo fijo 1 paquetes 5 nodos - DSDV

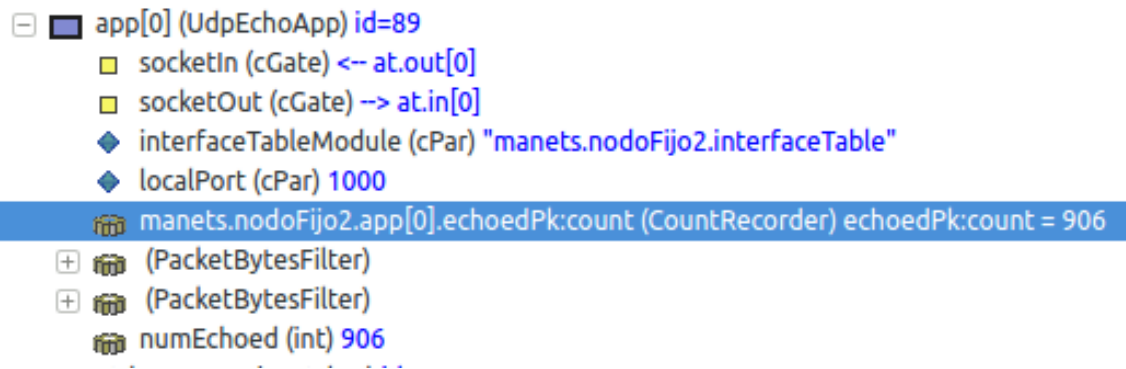


Figura 132: Nodo fijo 2 paquetes 5 nodos - DSDV

En este caso el nodo fijo 1 envía 940 paquetes y el nodo fijo 2 recibe 906, por lo que se pierden **34 paquetes**.

El nodo fijo 2 envía 906 paquetes y el nodo fijo 1 recibe 873, por lo que se pierden **33 paquetes**. En total se pierden **67 paquetes**.

7.2.2.3. 3 nodos móviles

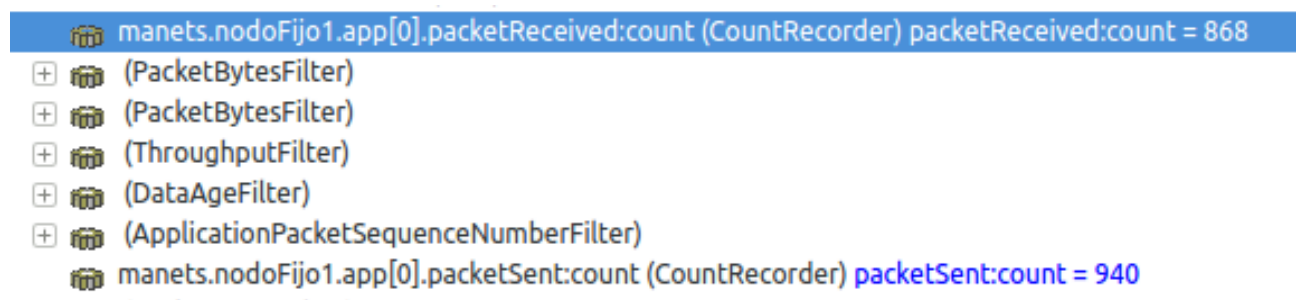


Figura 133: Nodo fijo 1 paquetes 3 nodos - DSDV

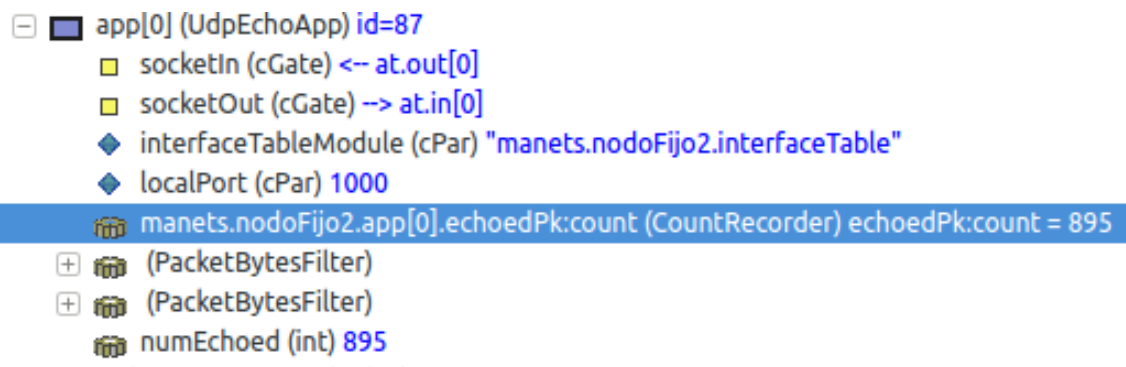


Figura 134: Nodo fijo 2 paquetes 3 nodos - DSDV

En este caso el nodo fijo 1 envía 940 paquetes y el nodo fijo 2 recibe 895, por lo que se pierden **45 paquetes**.

El nodo fijo 2 envía 895 paquetes y el nodo fijo 1 recibe 868, por lo que se pierden **27 paquetes**. En **total** se pierden **72 paquetes**.

7.2.2.4. 8 nodos móviles

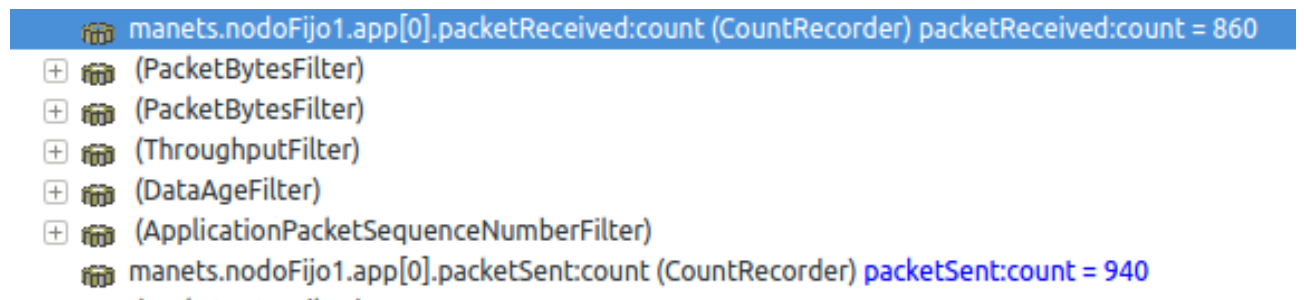


Figura 135: Nodo fijo 1 paquetes 8 nodos - DSDV

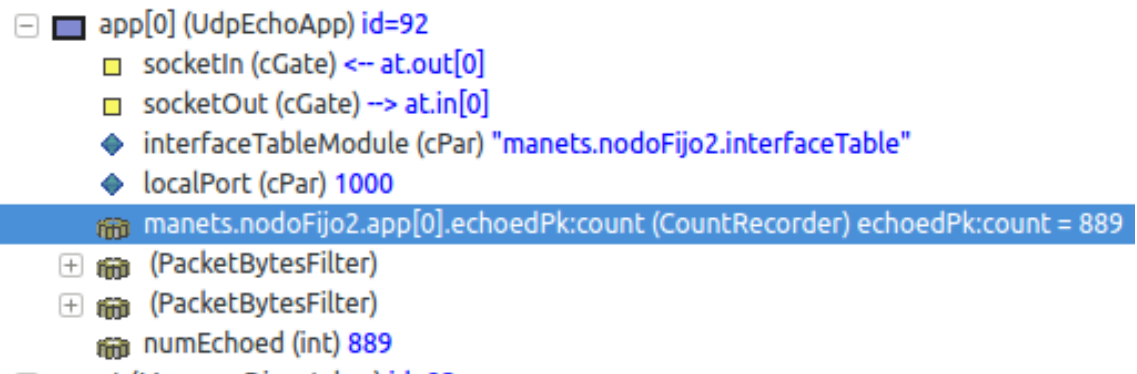


Figura 136: Nodo fijo 2 paquetes 8 nodos - DSDV

En este caso el nodo fijo 1 envía 940 paquetes y el nodo fijo 2 recibe 889, por lo que se pierden **51 paquetes**.

El nodo fijo 2 envía 889 paquetes y el nodo fijo 1 recibe 860, por lo que se pierden **29 paquetes**.

En **total** se pierden **80 paquetes**.

7.2.2.5. 10 nodos móviles

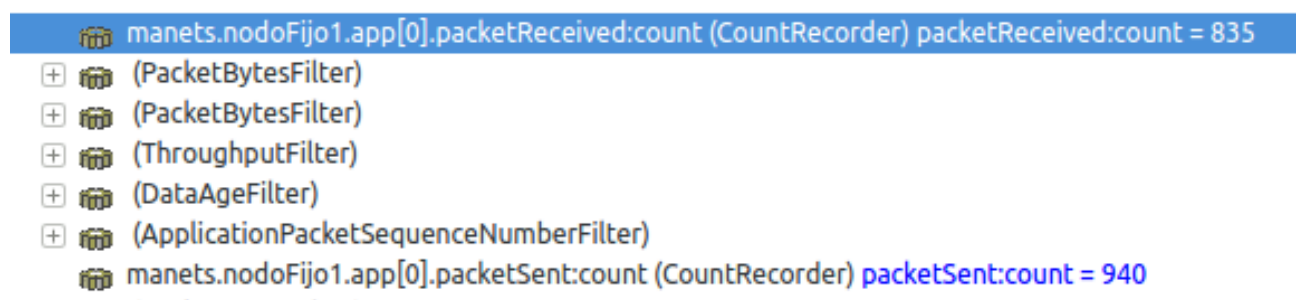


Figura 137: Nodo fijo 1 paquetes 10 nodos - DSDV

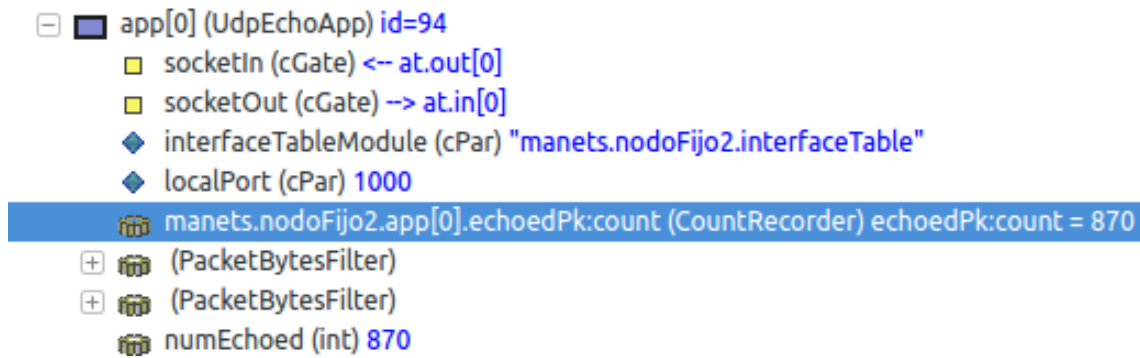


Figura 138: Nodo fijo 2 paquetes 10 nodos - DSDV

En este caso el nodo fijo 1 envía 940 paquetes y el nodo fijo 2 recibe 870, por lo que se pierden **70 paquetes**.

El nodo fijo 2 envía 870 paquetes y el nodo fijo 1 recibe 835, por lo que se pierden **35 paquetes**. En **total** se pierden **105 paquetes**.

7.2.2.6. Curva del impacto del número de nodos móviles

A continuación se muestra la curva representativa del impacto del número de nodos móviles en la pérdida de paquetes al utilizar el algoritmo DSDV.

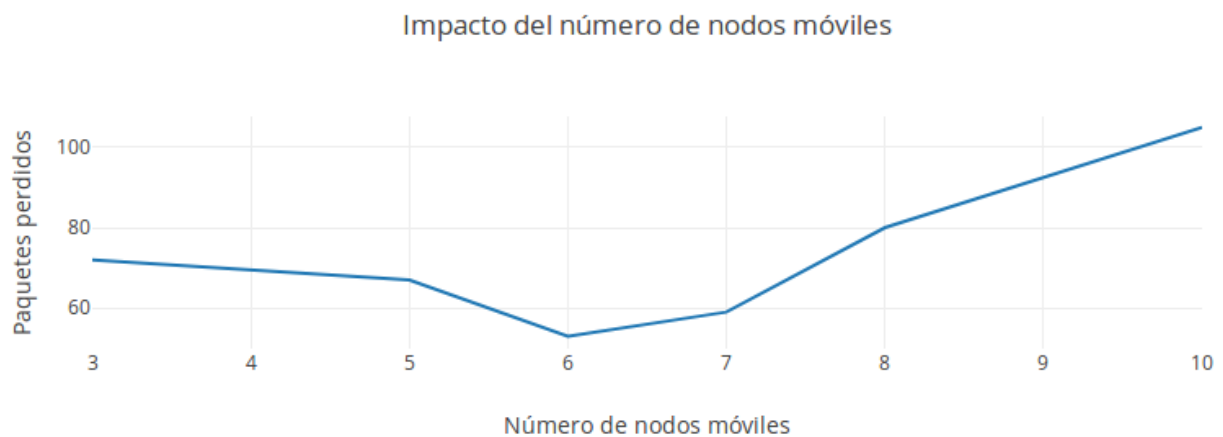


Figura 139: Curva - Impacto del número de nodos móviles DSDV

7.2.3. Impacto de la potencia

7.2.3.1. 600 metros

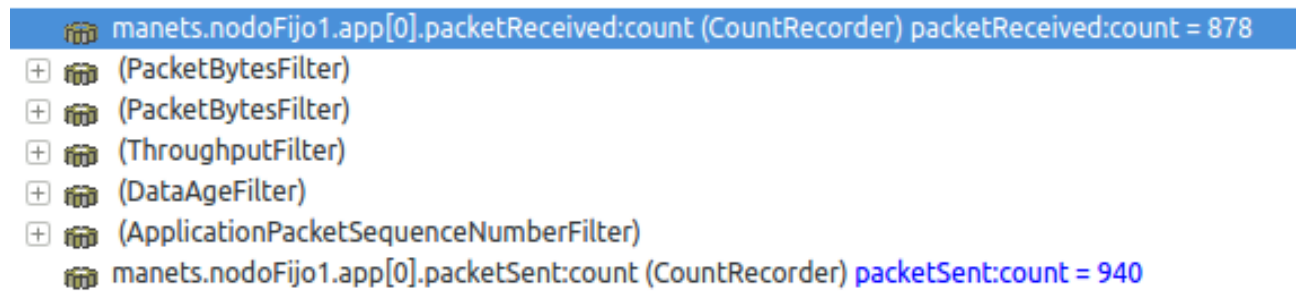


Figura 140: Nodo fijo 1 paquetes 600m - DSDV

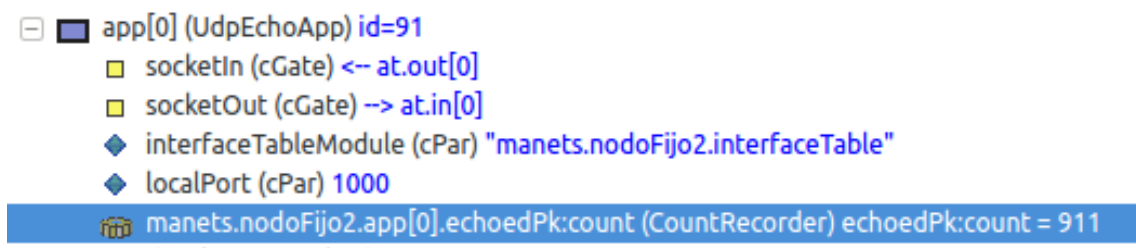


Figura 141: Nodo fijo 2 paquetes 600m - DSDV

En este caso el nodo fijo 1 ha enviado 940 paquetes y el nodo fijo 2 ha recibido 911, por lo que se han perdido **29 paquetes**.

El nodo fijo 2 ha enviado 911 paquetes y el nodo fijo 1 ha recibido 878, por lo que se han perdido **33 paquetes**.

En **total** se han perdido **62 paquetes**.

7.2.3.2. 550 metros

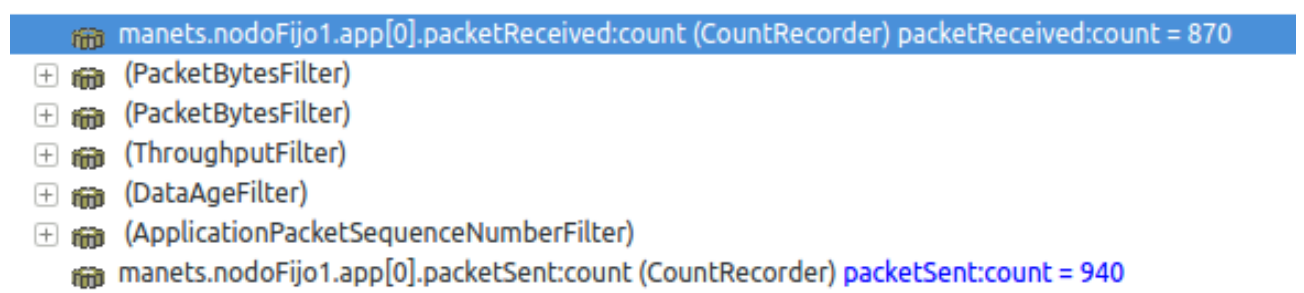


Figura 142: Nodo fijo 1 paquetes 550m - DSDV

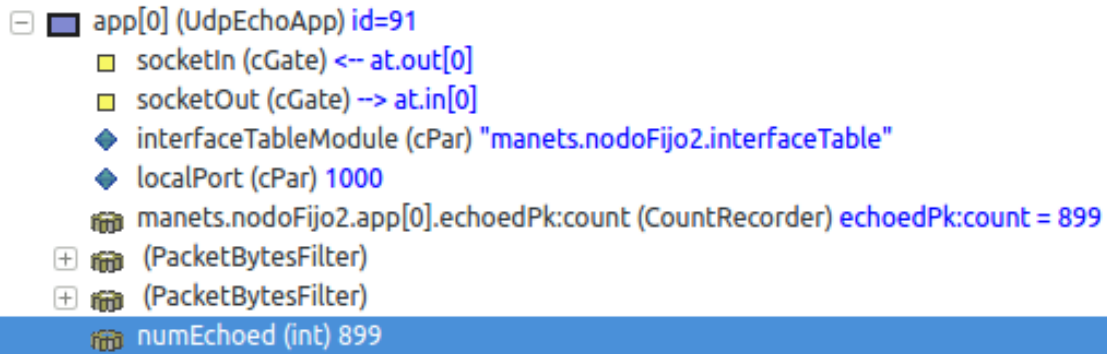


Figura 143: Nodo fijo 2 paquetes 550m - DSDV

En este caso el nodo fijo 1 ha enviado 940 paquetes y el nodo fijo 2 ha recibido 899, por lo que se han perdido **41 paquetes**.

El nodo fijo 2 ha enviado 899 paquetes y el nodo fijo 1 ha recibido 870, por lo que se han perdido **29 paquetes**.

En **total** se han perdido **70 paquetes**.

7.2.3.3. 500 metros

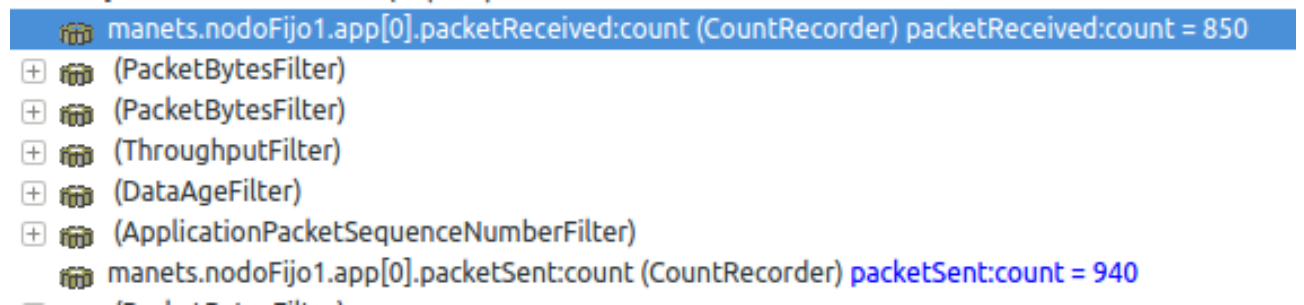


Figura 144: Nodo fijo 1 paquetes 500m - DSDV

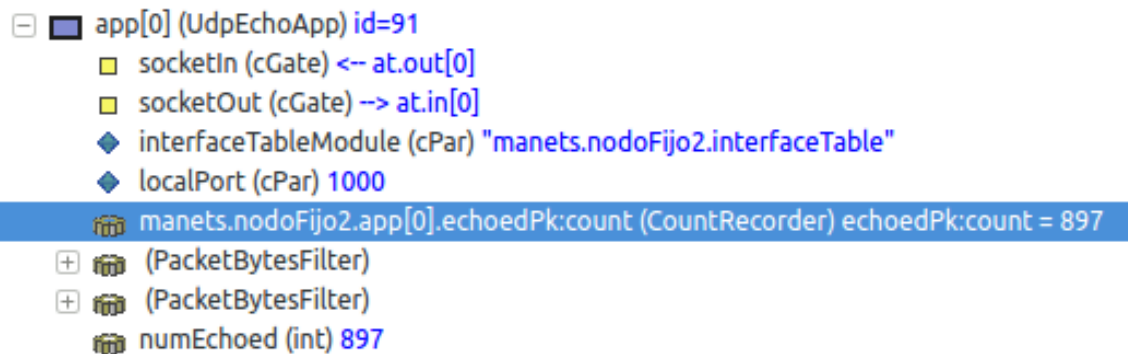


Figura 145: Nodo fijo 2 paquetes 500m - DSDV

En este caso el nodo fijo 1 ha enviado 940 paquetes y el nodo fijo 2 ha recibido 897, por lo que se han perdido **43 paquetes**.

El nodo fijo 2 ha enviado 897 paquetes y el nodo fijo 1 ha recibido 850, por lo que se han perdido **47 paquetes**.

En **total** se han perdido **90 paquetes**.

7.2.3.4. 450 metros

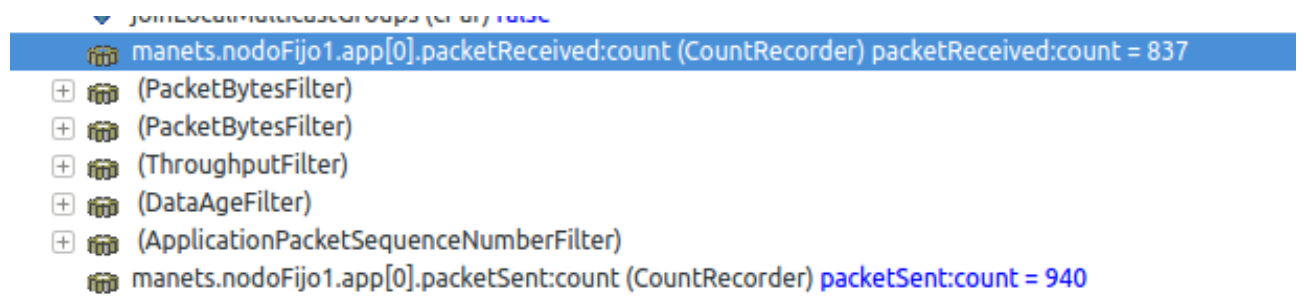


Figura 146: Nodo fijo 1 paquetes 450m - DSDV

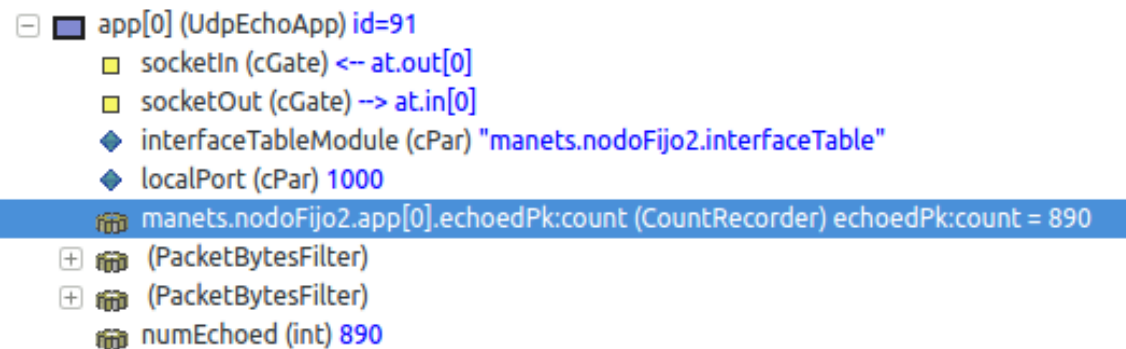


Figura 147: Nodo fijo 2 paquetes 450m - DSDV

En este caso el nodo fijo 1 ha enviado 940 paquetes y el nodo fijo 2 ha recibido 890, por lo que se han perdido **50 paquetes**.

El nodo fijo 2 ha enviado 890 paquetes y el nodo fijo 1 ha recibido 837, por lo que se han perdido **53 paquetes**.

En **total** se han perdido **103 paquetes**.

7.2.3.5. 400 metros

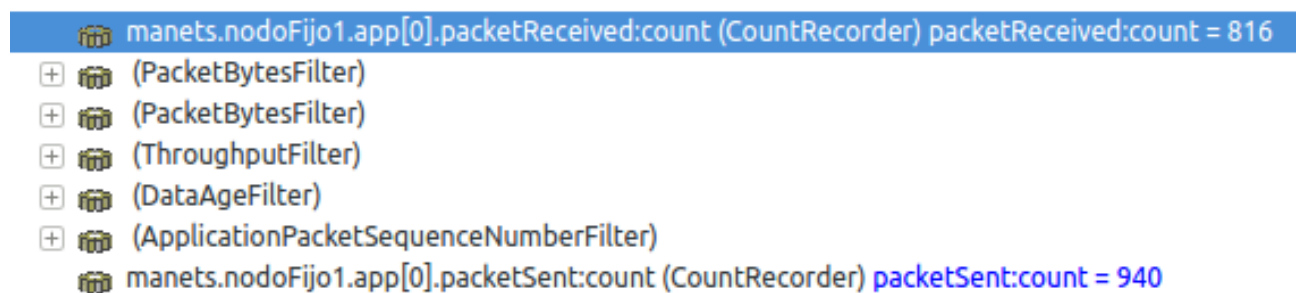


Figura 148: Nodo fijo 1 paquetes 400m - DSDV

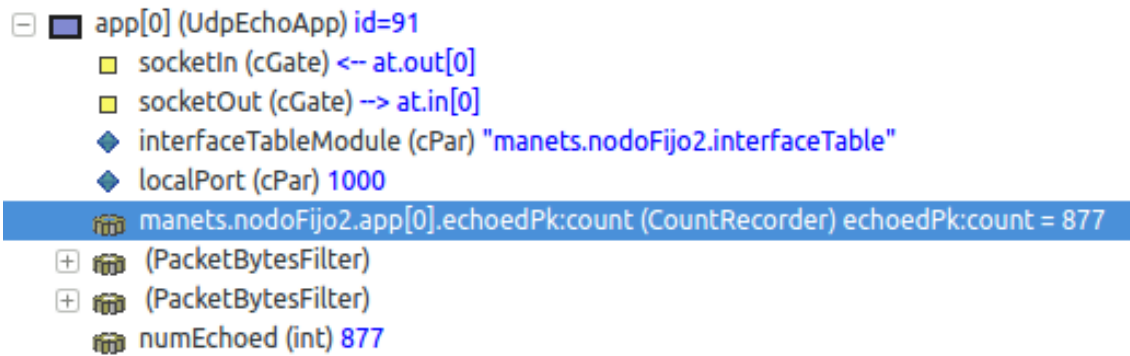


Figura 149: Nodo fijo 2 paquetes 400m - DSDV

En este caso el nodo fijo 1 ha enviado 940 paquetes y el nodo fijo 2 ha recibido 877, por lo que se han perdido **63 paquetes**.

El nodo fijo 2 ha enviado 877 paquetes y el nodo fijo 1 ha recibido 816, por lo que se han perdido **61 paquetes**.

En **total** se han perdido **124 paquetes**.

7.2.3.6. Curva del impacto de la potencia

A continuación se muestra la curva representativa del impacto de la potencia en la pérdida de paquetes al utilizar el algoritmo DSDV.

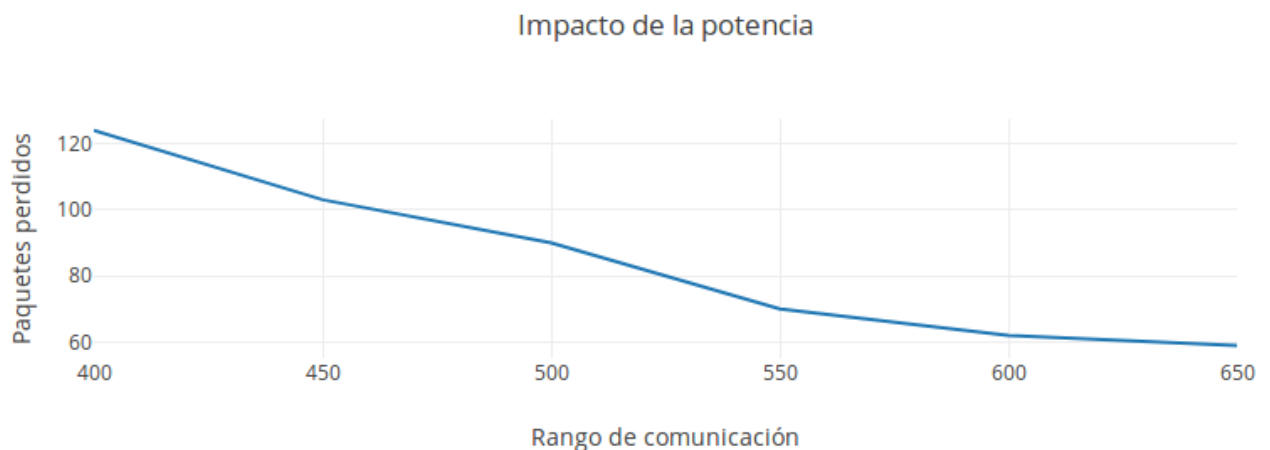


Figura 150: Curva - Impacto de la potencia DSDV

7.2.4. Impacto de la velocidad

7.2.4.1. 0.75 mps

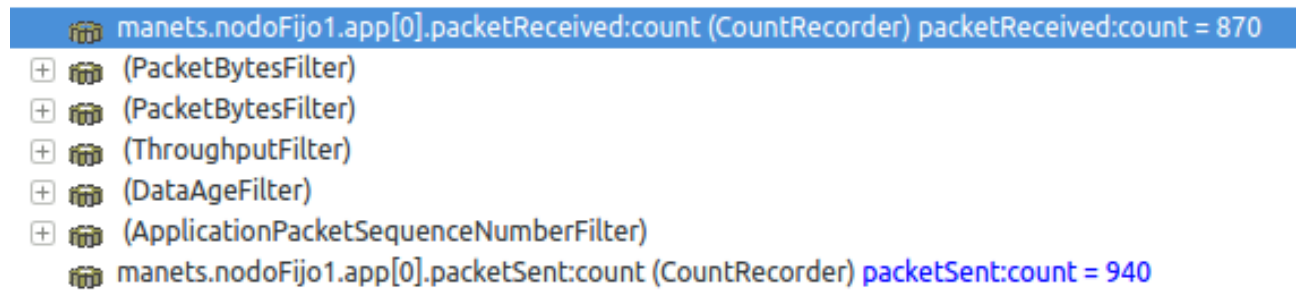


Figura 151: Nodo fijo 1 paquetes 0.75mps DSDV

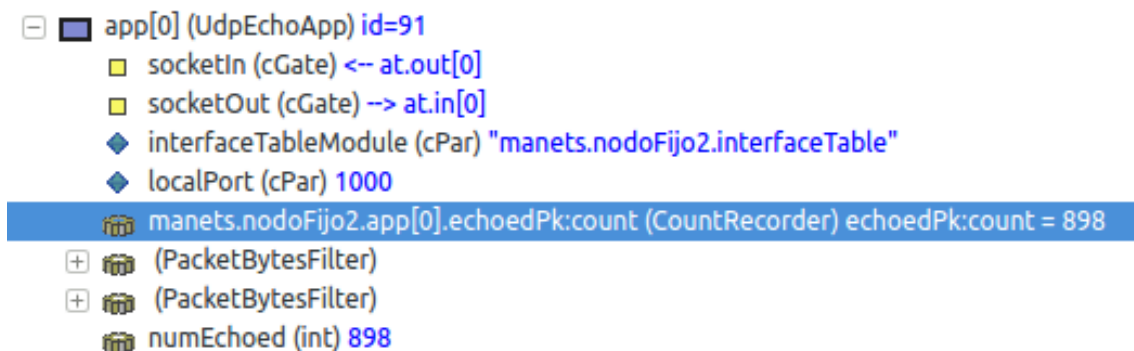


Figura 152: Nodo fijo 2 paquetes 0.75mps DSDV

En este caso el nodo fijo 1 envía 940 paquetes y el nodo fijo 2 recibe 898, por lo que se pierden **42 paquetes**.

El nodo fijo 2 envía 898 paquetes y el nodo fijo 1 recibe 870, por lo que se pierden **28 paquetes**.

En **total** se pierden **70 paquetes**.

7.2.4.2. 1.5 mps

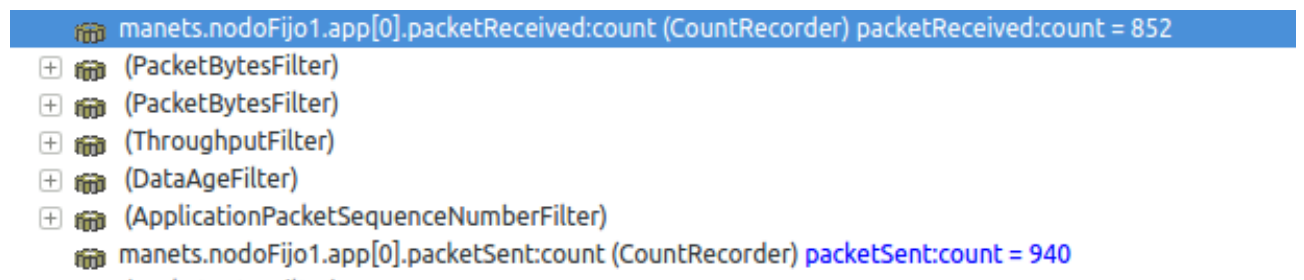


Figura 153: Nodo fijo 1 paquetes 1.5mps DSDV

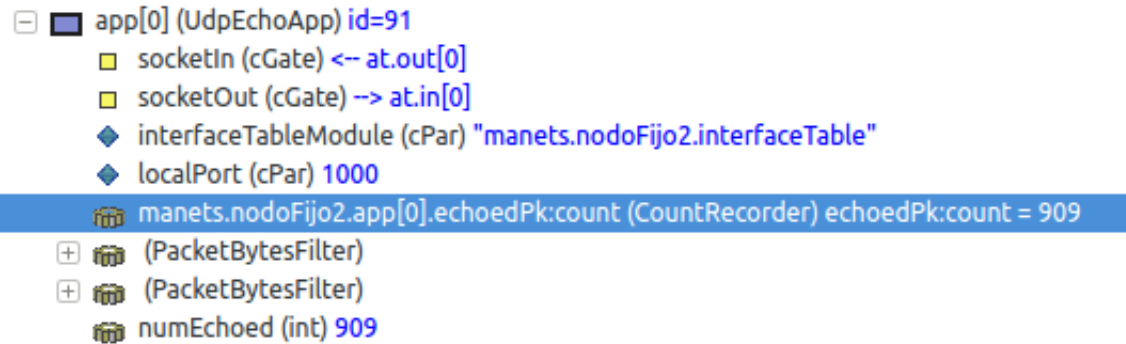


Figura 154: Nodo fijo 2 paquetes 1.5mps DSDV

En este caso el nodo fijo 1 envía 940 paquetes y el nodo fijo 2 recibe 909, por lo que se pierden **31 paquetes**.

El nodo fijo 2 envía 909 paquetes y el nodo fijo 1 recibe 852, por lo que se pierden **57 paquetes**.

En **total** se pierden **88 paquetes**.

7.2.4.3. 2.5 mps

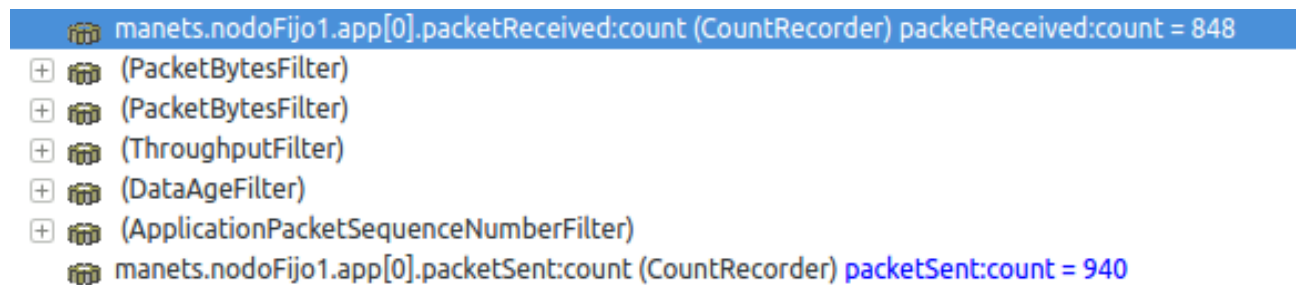


Figura 155: Nodo fijo 1 paquetes 2.5mps DSDV

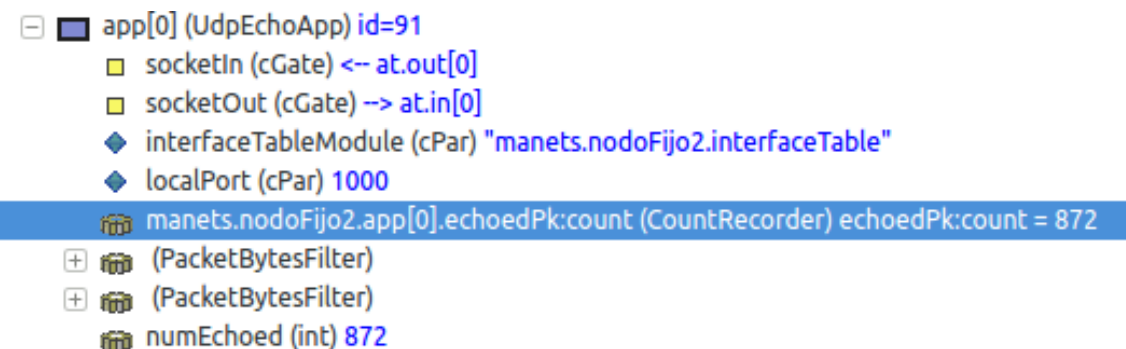


Figura 156: Nodo fijo 2 paquetes 2.5mps DSDV

En este caso el nodo fijo 1 envía 940 paquetes y el nodo fijo 2 recibe 872, por lo que se pierden **68 paquetes**.

El nodo fijo 2 envía 872 paquetes y el nodo fijo 1 recibe 848, por lo que se pierden **24 paquetes**.

En **total** se pierden **92 paquetes**.

7.2.4.4. 3.5 mps

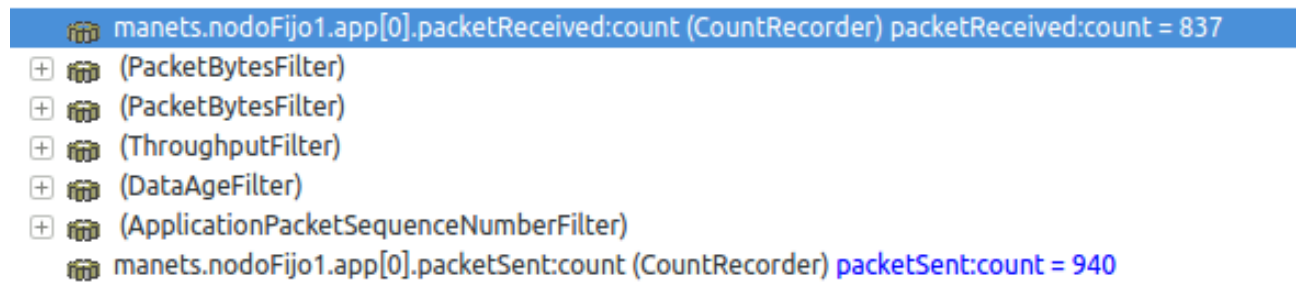


Figura 157: Nodo fijo 1 paquetes 3.5mps DSDV

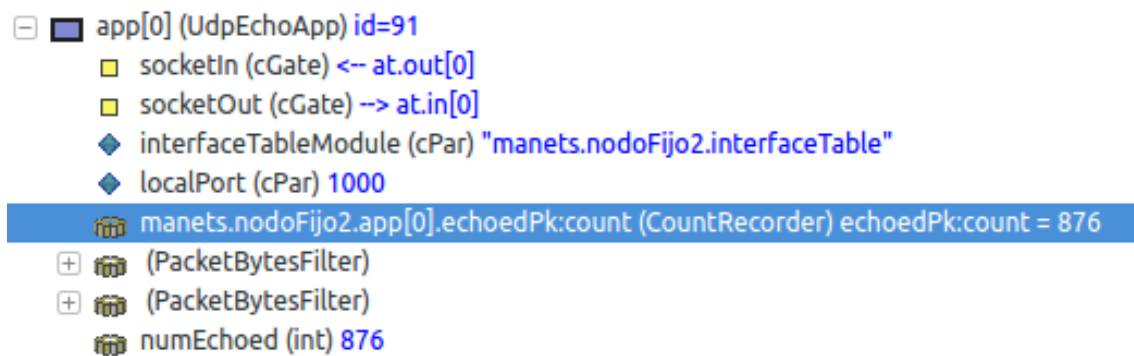


Figura 158: Nodo fijo 2 paquetes 3.5mps DSDV

En este caso el nodo fijo 1 envía 940 paquetes y el nodo fijo 2 recibe 876, por lo que se pierden **64 paquetes**.

El nodo fijo 2 envía 876 paquetes y el nodo fijo 1 recibe 837, por lo que se pierden **39 paquetes**.

En **total** se pierden **103 paquetes**.

7.2.4.5. 5 mps

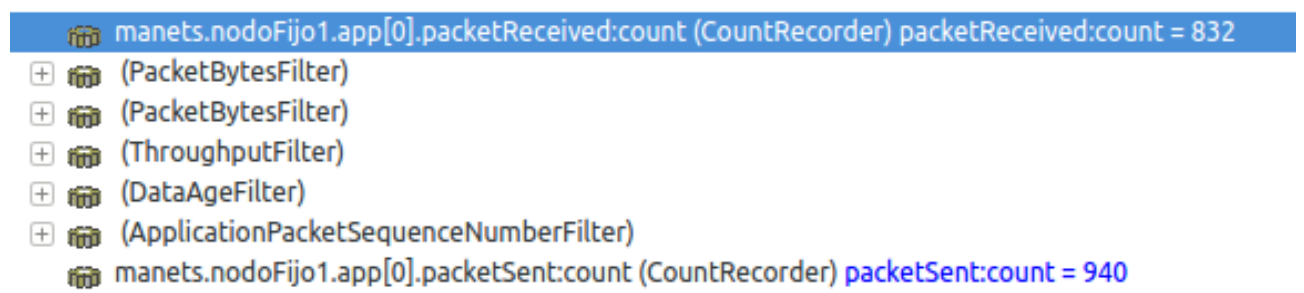


Figura 159: Nodo fijo 1 paquetes 5mps DSDV

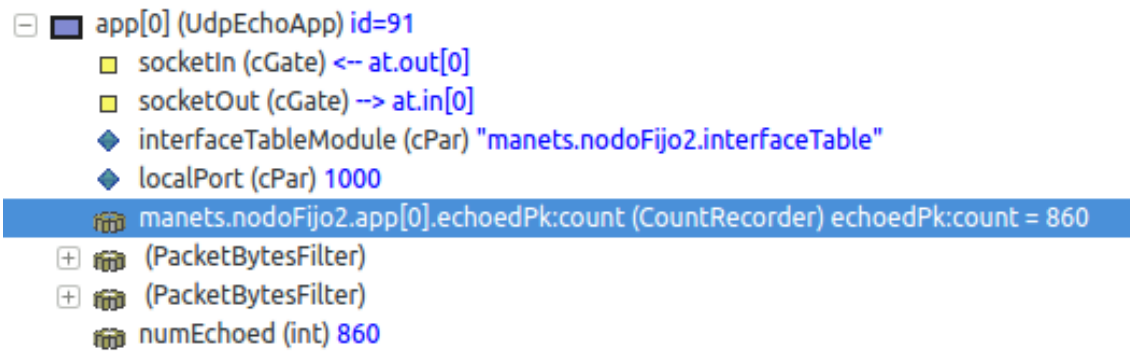


Figura 160: Nodo fijo 2 paquetes 5mps DSDV

En este caso el nodo fijo 1 envía 940 paquetes y el nodo fijo 2 recibe 860, por lo que se pierden **80 paquetes**.

El nodo fijo 2 envía 860 paquetes y el nodo fijo 1 recibe 832, por lo que se pierden **28 paquetes**. En **total** se pierden **108 paquetes**.

7.2.4.6. Curva del impacto de la velocidad A continuación se muestra la curva representativa del impacto de la velocidad en la pérdida de paquetes al utilizar el algoritmo DSDV.

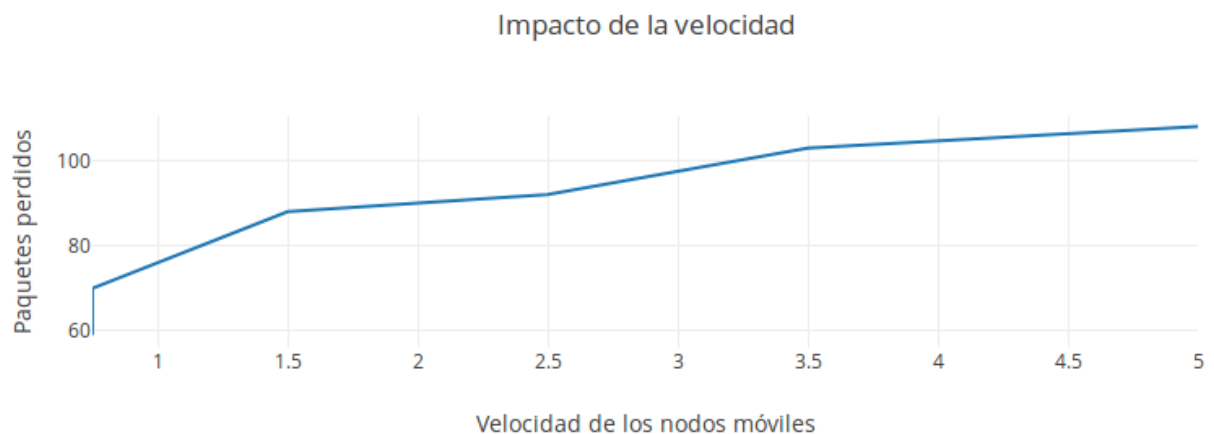


Figura 161: Curva del impacto de la velocidad - DSDV

Referencias

- [1] Azzedine Boukerche. *Algorithms and protocols for wireless and mobile ad hoc networks*. Vol. 77. John Wiley & Sons, 2008.