

# Montaje de la maqueta MIND

Diego Chaparro dchaparro@acm.org

3 de Septiembre de 2001

## Índice General

<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Mobile IP sobre la maqueta</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Cellular IP sobre la maqueta</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Herramientas utilizadas para las pruebas de MobileIP</b>	<b>6</b>
4.1	Script Principal . . . . .	6
4.2	Script de programas de medición . . . . .	7
4.2.1	Script de netperf . . . . .	7
4.2.2	Script de cliente/servidor pierde paquetes . . . . .	7
<b>5</b>	<b>Pruebas ancho de banda en Mobile IP</b>	<b>8</b>
5.1	Resultados con FA jerárquicos . . . . .	9
5.1.1	Con TCP . . . . .	9
5.1.2	Con UDP . . . . .	10
5.2	Resultados sin FA jerárquicos . . . . .	11
5.2.1	Con TCP . . . . .	11
5.2.2	Con UDP . . . . .	12
<b>6</b>	<b>Pruebas pérdida de paquetes UDP en Mobile IP</b>	<b>13</b>
6.1	Resultados con FA jerárquicos . . . . .	14
6.1.1	Con tamaño de paquete de 32 bytes . . . . .	14
6.1.2	Con tamaño de paquete de 64 bytes . . . . .	18
6.1.3	Con tamaño de paquete de 512 bytes . . . . .	22
6.2	Resultados sin FA jerárquicos . . . . .	26
6.2.1	Con tamaño de paquete de 32 bytes . . . . .	26
6.2.2	Con tamaño de paquete de 64 bytes . . . . .	30
6.2.3	Con tamaño de paquete de 512 bytes . . . . .	34

# 1 Introducción

En este documento se explica el montaje de una maqueta construida sobre una serie de PCs, para hacer pruebas sobre varias implementaciones de movilidad en IPV4 y también una implementación de Cellular IP.

La parte fundamental de la maqueta se basa en el siguiente esquema:

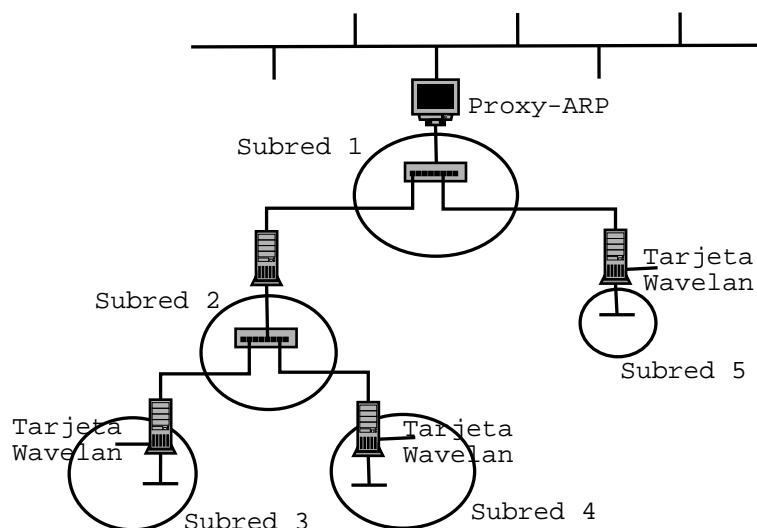


Figura 1

El objetivo de este esquema es poder tener el mayor número de subredes, con el menor número de ordenadores. Tenemos 5 ordenadores, y también tenemos 5 subredes. Solamente 1 ordenador está conectado directamente a Internet, y hace de ProxyARP para que los demás también puedan acceder.

Las direcciones IP que usamos para las subredes tienen la siguiente estructura: 29 bits para la dirección de red, y 3 bits para la dirección de máquina. Por tanto podemos tener 6 máquinas en cada una de las subredes, lo que es más que suficiente ..

## 2 Mobile IP sobre la maqueta

La implementación de Mobile IP utilizada para el montaje sobre la maqueta es la de la universidad de Helsinki: <http://www.cs.hut.fi/Research/Dynamics/>

Para la instalación de Mobile IP sobre la maqueta la configuramos de la siguiente manera:

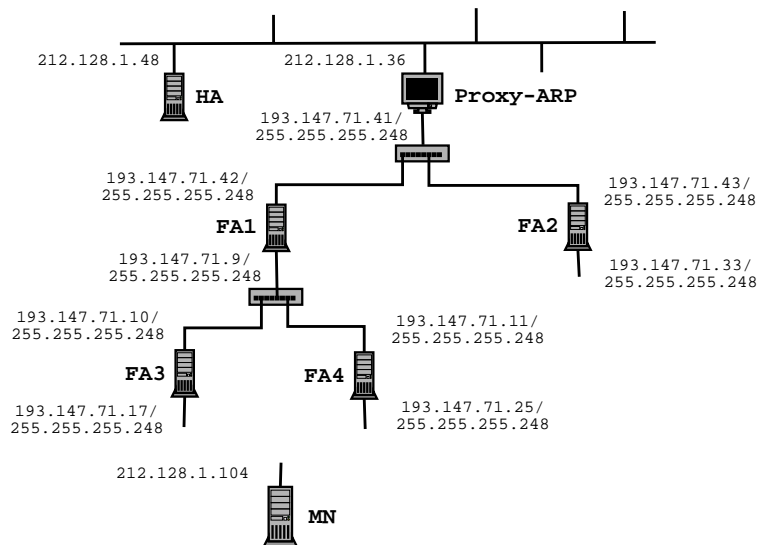


Figura 2

Tenemos las 5 subredes:

- Subred 1: 193.147.71.40 / 255.255.255.248
- Subred 2: 193.147.71.8 / 255.255.255.248
- Subred 3: 193.147.71.16 / 255.255.255.248
- Subred 4: 193.147.71.24 / 255.255.255.248
- Subred 5: 193.147.71.32 / 255.255.255.248

Tenemos un MN, con dirección 212.128.1.104, tiene una tarjeta wavelan mediante la que se conecta a los Foreign Agents (FA3, FA4 y FA2) que también tienen tarjetas wavelan, y todas ellas están configuradas de modo Ad-Hoc.

El MN se va moviendo por las subredes, y va cambiando de Foreign Agent sin cambiar su dirección IP, ya que usamos FA encapsulation. De este modo los paquetes que van desde el Correspondent Node al MN pasan por el HA, que encapsula los paquetes y se los envía al FA mediante un túnel, y después es el FA el que desencapsula el paquete y se lo entrega al MN.

Con la maqueta que tenemos también hacemos uso de los FA jerárquicos. Esto ocurre entre el FA1 y los FA3 y FA4. Esto proporciona cambios de subred para el MN más rápidos, ya que el túnel que tiene el HA siempre lo tiene con el FA1, y después dependiendo de si el MN está en el FA3 o el FA4, existirá otro túnel entre el FA1 y el FA3, o entre el FA1 y el FA4. Por eso cuando el MN cambia por ejemplo del FA3 al FA4, lo único que cambia es que el túnel entre FA1-FA3 se elimina y se crea otro entre FA1-FA4.

En el caso de no usar FA jerárquicos, como por ejemplo al cambiar del FA3 al FA2, el establecimiento de conexión del MN tiene un mayor retardo, ya que se debe establecer un túnel entre el HA y el FA2 y eso es más lento que el caso que se comentaba antes.

### 3 Cellular IP sobre la maqueta

La implementación de Cellular IP utilizada es la de la Universidad de Columbia:  
<http://comet.ctr.columbia.edu/cellularip/>

La configuración de la maqueta para el uso de Cellular IP es la siguiente:

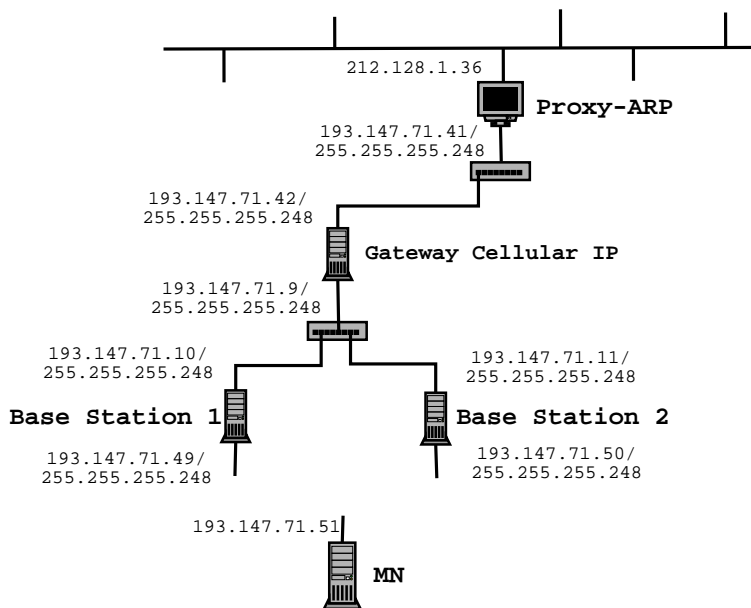


Figura 3

Con Cellular IP, el Mobile Host pertenece a las subredes de los Base Station para poder conectarse a ellos. En este caso el Mobile Host tiene una tarjeta wavelan, y los Base Station también tienen otra cada uno y todas configuradas en modo Ad-Hoc.

Con Cellular IP, en todo momento el Gateway sabe a que Base Station está conectado el Mobile Host, y lo que hace es enrutar los paquetes desde/hacia el MH por el Base Station adecuado en cada momento.

Los cambios de Base Station son más rápidos que los cambios de FA en Mobile IP, ya que aquí solo hay que cambiar una ruta en el Gateway-CellularIP y no hace falta establecer túneles ni encapsular paquetes que luego hay que desencapsular.

La solución ideal sería utilizar Cellular IP en las partes inferiores del árbol y Mobile IP para las partes más altas ...

## 4 Herramientas utilizadas para las pruebas de MobileIP

Las pruebas realizadas con Mobile IP sobre la maqueta se han realizado con algunas herramientas existentes para este fin, y otras herramientas implementadas para determinadas pruebas.

Para la automatización de las pruebas se han realizado scripts en perl. En estos script se definen el tipo de pruebas, se lanza el proceso, y se generan algunos ficheros con los resultados.

Básicamente existe un script principal en el que se define el tipo de pruebas, la duración, el número de repeticiones, el programa utilizado para realizar la medición, ... Y luego existen tantos scripts como herramientas de medición existen, en el que se indica la forma de ejecutar el programa de medición, y la forma de recoger sus resultados.

Los programas utilizados para las mediciones son netperf, y una implementación de un programa cliente/servidor que básicamente consiste en la medida de los paquetes que se pierden en una transferencia de paquetes entre el cliente/servidor.

### 4.1 Script Principal

## **4.2 Script de programas de medición**

### **4.2.1 Script de netperf**

### **4.2.2 Script de cliente/servidor pierde paquetes**

## 5 Pruebas ancho de banda en Mobile IP

Se han realizado una serie de pruebas sobre la maqueta para comprobar el rendimiento de Mobile IP.

Para ello las pruebas realizadas consisten en medir el ancho de banda que se consigue entre el Mobile Node y el Correspondent Node, sobre distintos escenarios.

Para las pruebas se ha utilizado la herramienta netperf. Esta herramienta consiste en un modelo cliente/servidor, ejecutamos el servidor en el CN y el cliente en el MN. Durante el tiempo que dura cada prueba este programa realiza una transferencia entre ambos y mide el ancho de banda que se consigue...

Para la automatización de las pruebas se han construido unos scripts en perl, que realizan todas las pruebas que se le indiquen durante el tiempo que se le indique.

Las pruebas con netperf consisten en medir el ancho de banda conseguido entre ambos nodos, cuando el número de handoffs del MN varía. Se han tomado medidas cuando el MN no hace handoffs, y también se han hecho medidas cuando el MN hace unos handoffs de 8, 5, 4, 3 y 2 segundos. Los handoffs consisten en que el MN va cambiando de FA al que se conecta.

También se han hecho pruebas utilizando FA jerárquicos y sin utilizarlos para comprobar cual es la mejora que proporcionan los FA jerárquicos, en el que el túnel entre el HA y el FA superior no varía.

También se ha utilizado el programa nistnet, que sirve para variar el comportamiento de ciertos paquetes en la red. Por ejemplo para nuestras pruebas hemos hecho que el nistnet retrase todos los paquetes desde/hacia el HA 1 segundo, para simular cual sería la situación en la que el HA se encontrara lejos del MN.

Los resultados son los siguientes:

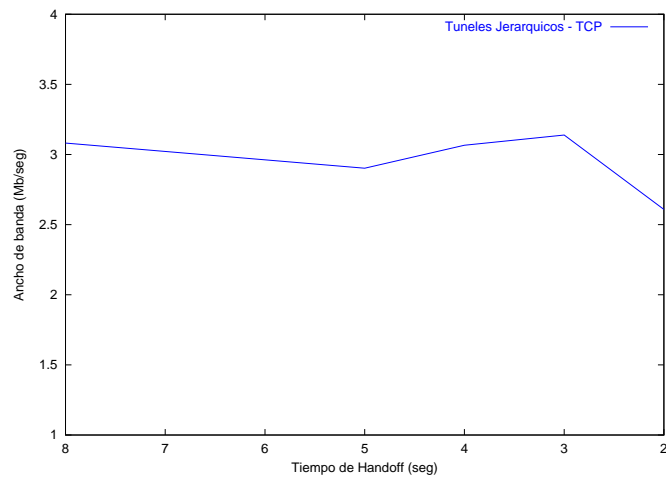


## 5.1 Resultados con FA jerárquicos

### 5.1.1 Con TCP

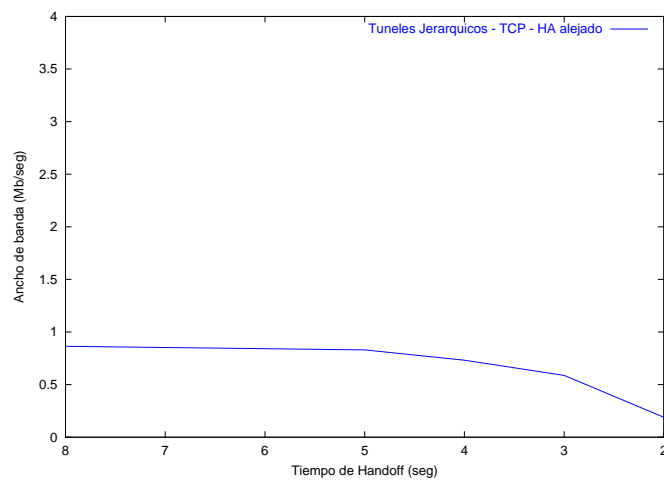
Ancho de banda:

Handoffs (seg.)	10	5	4	3	2
Ancho de banda (Mb/seg)	3.20125	2.9025	3.06625	3.13875	2.8025



Ancho de banda alejando al HA:

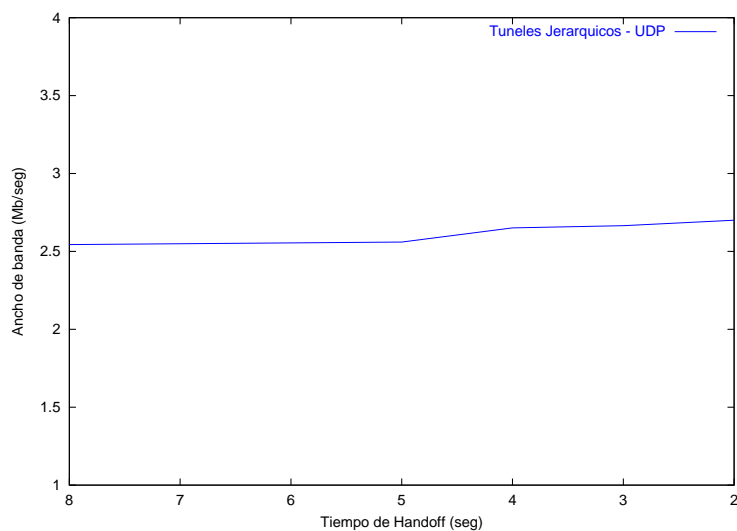
Handoffs (seg.)	10	5	4	3	2
Ancho de banda (Mb/seg)	0.8875	0.83	0.7325	0.5875	0.19



### 5.1.2 Con UDP

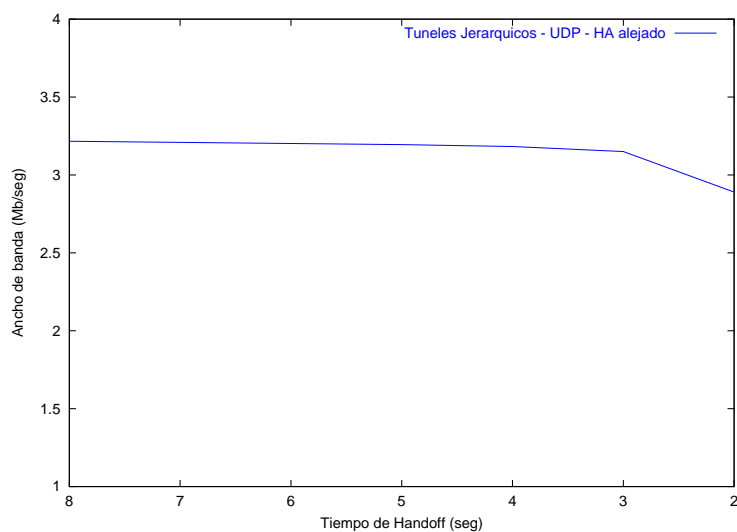
Ancho de banda:

Handoffs (seg.)	10	5	4	3	2
Ancho de banda (Mb/seg)	2.5325	2.56	2.65125	2.665	2.7



Ancho de banda alejando al HA:

Handoffs (seg.)	10	5	4	3	2
Ancho de banda (Mb/seg)	3.23	3.195	3.1825	3.15	2.89

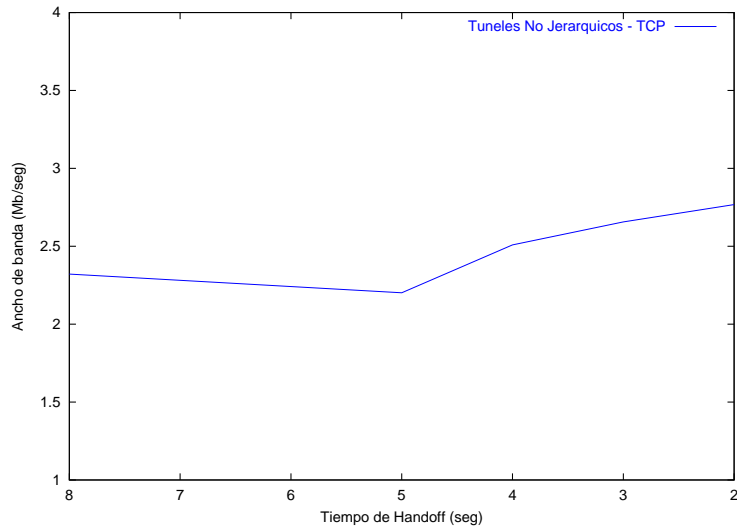


## 5.2 Resultados sin FA jerárquicos

### 5.2.1 Con TCP

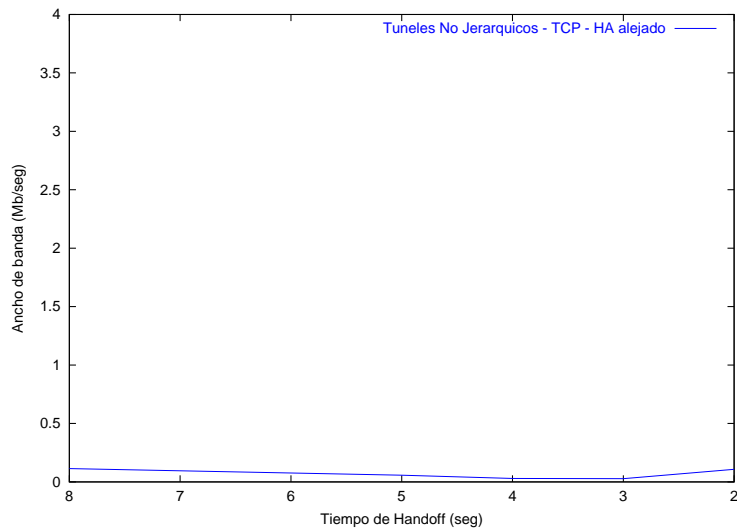
Ancho de banda:

Handoffs (seg.)	10	5	4	3	2
Ancho de banda (Mb/seg)	2.40125	2.20125	2.50875	2.65625	2.7675



Ancho de banda alejando al HA:

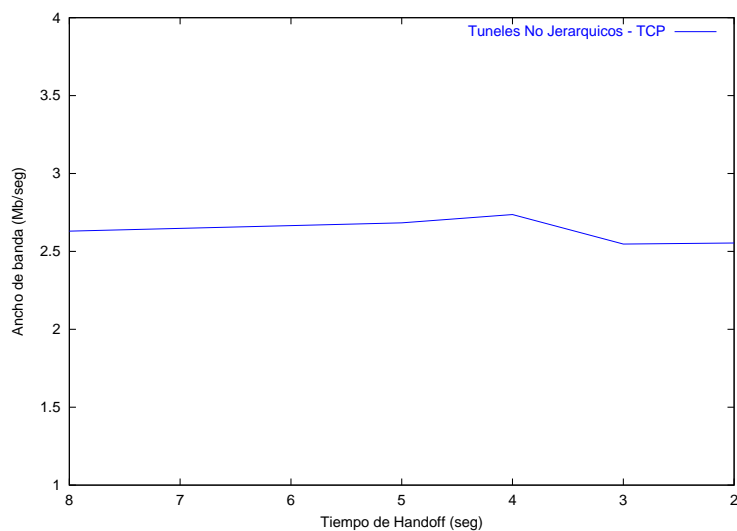
Handoffs (seg.)	10	5	4	3	2
Ancho de banda (Mb/seg)	0.1525	0.0575	0.03	0.0275	0.1075



### 5.2.2 Con UDP

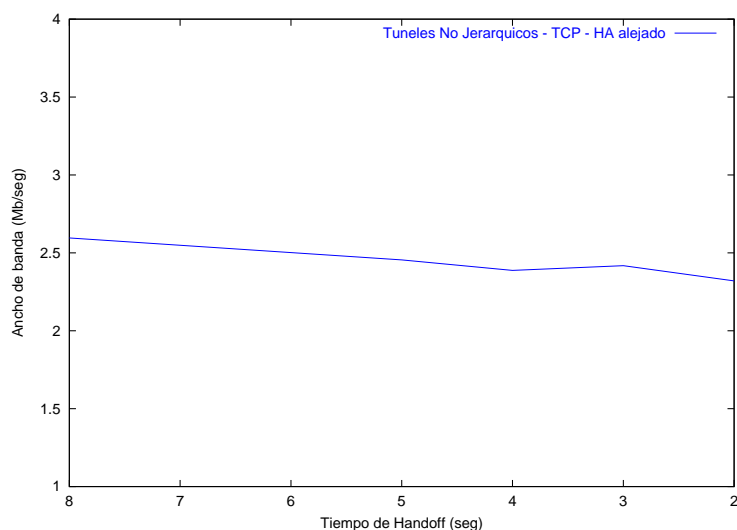
Ancho de banda:

Handoffs (seg.)	10	5	4	3	2
Ancho de banda (Mb/seg)	2.595	2.683	2.73625	2.5475	2.5537



Ancho de banda alejando al HA:

Handoffs (seg.)	10	5	4	3	2
Ancho de banda (Mb/seg)	2.69	2.455	2.3875	2.4175	2.32



## 6 Pruebas pérdida de paquetes UDP en Mobile IP

Otro tipo de pruebas realizado consiste en medir el número de paquetes que se pierden entre el MN y el CN, con diferentes parámetros de configuración de la maqueta.

Para las pruebas de pérdida de paquetes se han realizado unos simples programas en Ada, utilizando la librería de comunicaciones Lower Layer, que consisten en un modelo cliente/servidor en el que se envían paquetes UDP de distinto tamaño, y se mide el número de paquetes perdidos.

En las pruebas de pérdidas de paquetes el método es el mismo pero se han realizado con tiempos de handoffs de 15, 12, 10, 8, 6, 5, 4, 3 y 2 segundos.

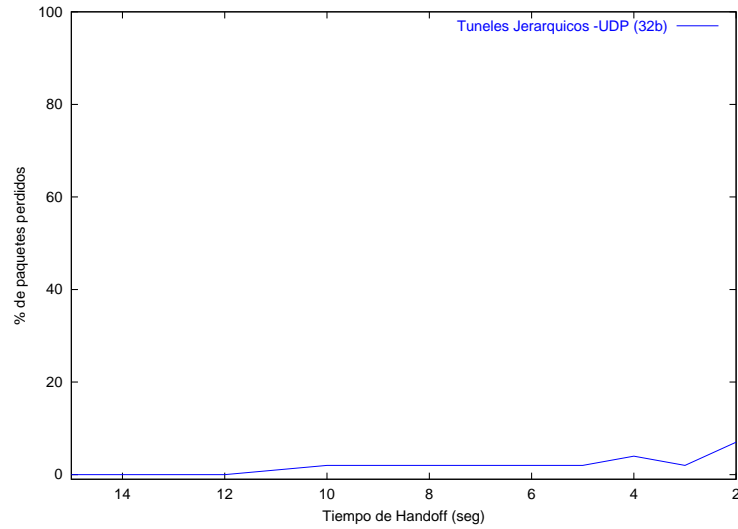
También se han usado FA jerárquicos y FA no jerárquicos, y también se ha utilizado la herramienta nistnet para alejar al HA.

## 6.1 Resultados con FA jerárquicos

### 6.1.1 Con tamaño de paquete de 32 bytes

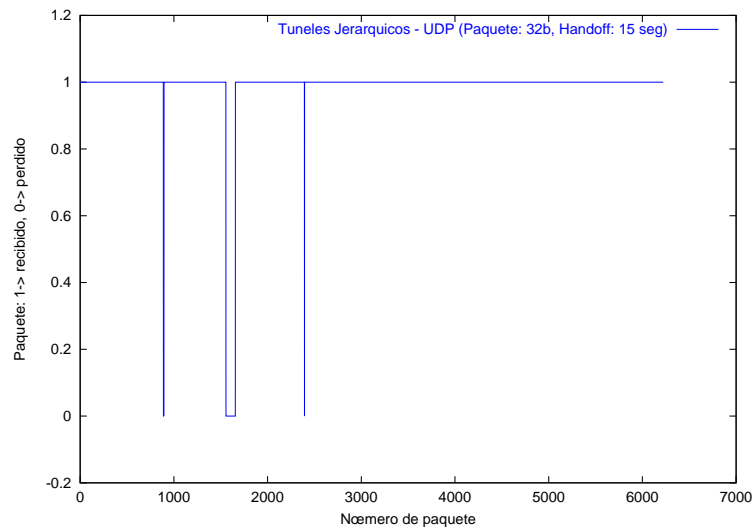
Pérdida de paquetes:

Handoffs (seg.)	15	12	10	8	6	5	4	3	2
Paquetes perdidos (%)	0	0	2	2	2	2	4	2	7

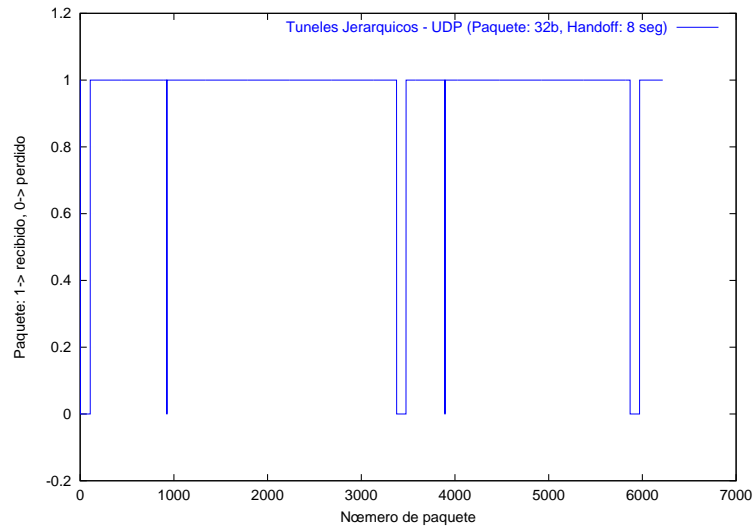


Muestra de los mensajes que se pierden en el tiempo que duran las pruebas con alguno de los handoffs:

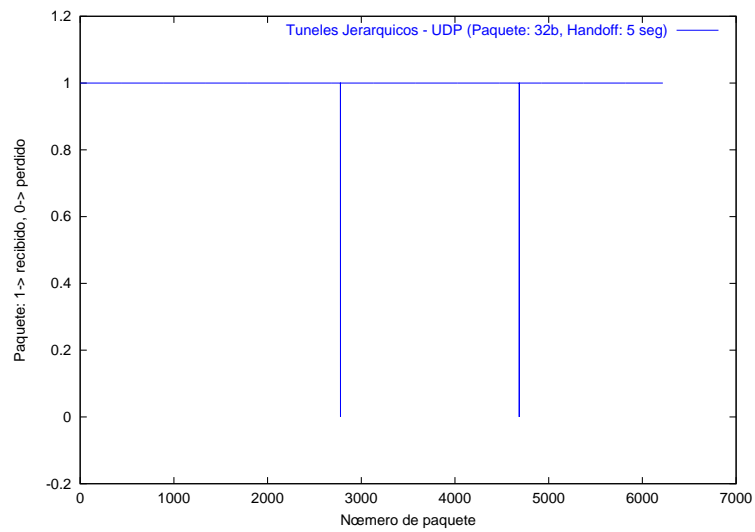
- Con handoffs de 15 segundos:



- Con handoffs de 8 segundos:

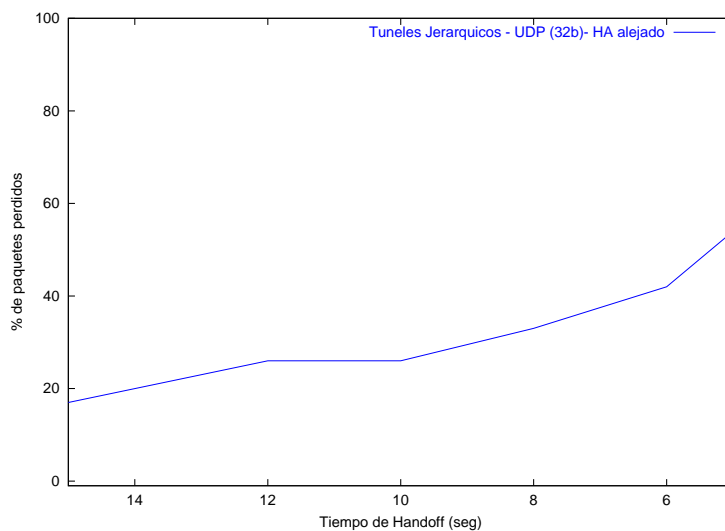


- Con handoffs de 5 segundos:



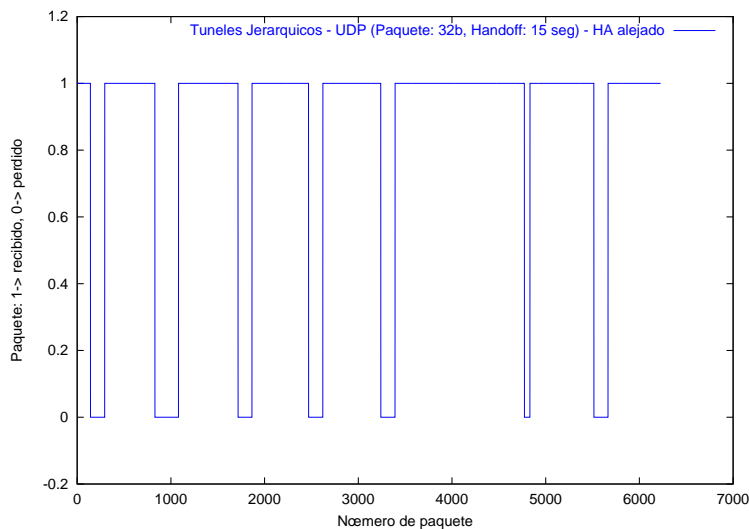
**Pérdida de paquetes alejando al HA:**

Handoffs (seg.)	15	12	10	8	6	5
Paquetes perdidos (%)	17	26	26	33	42	54



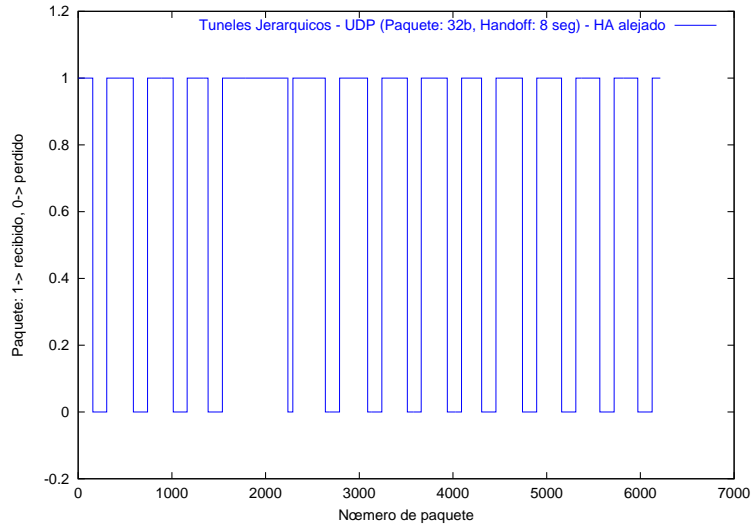
Muestra de los mensajes que se pierden en el tiempo que duran las pruebas con alguno de los handoffs:

- Con handoffs de 15 segundos:

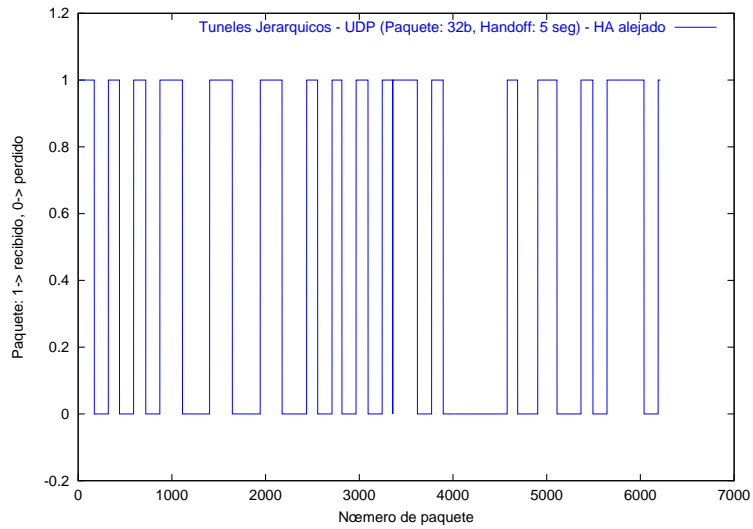




- Con handoffs de 8 segundos:



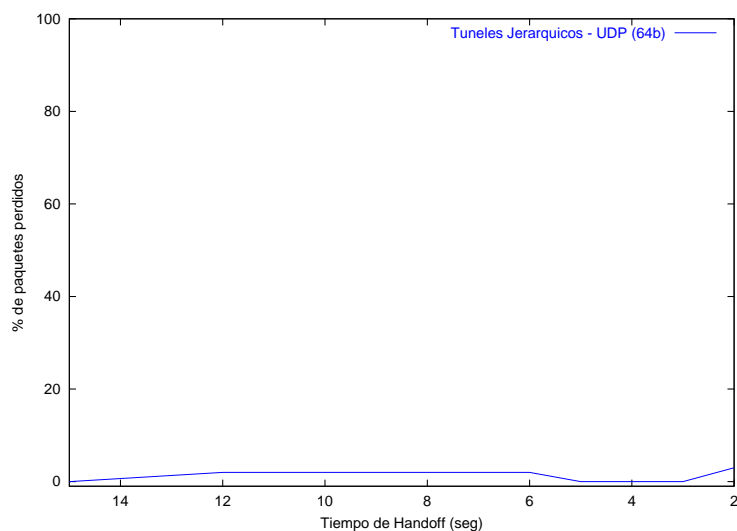
- Con handoffs de 5 segundos:



### 6.1.2 Con tamaño de paquete de 64 bytes

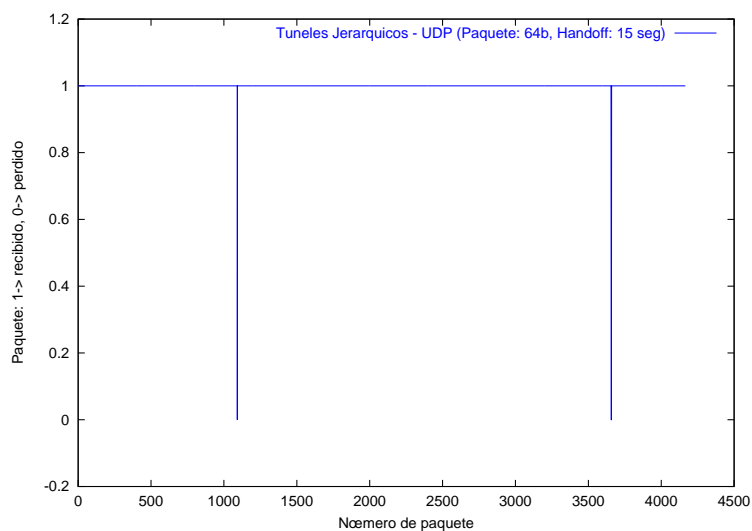
Pérdida de paquetes:

Handoffs (seg.)	15	12	10	8	6	5	4	3	2
Paquetes perdidos (%)	0	2	2	2	2	0	0	0	3

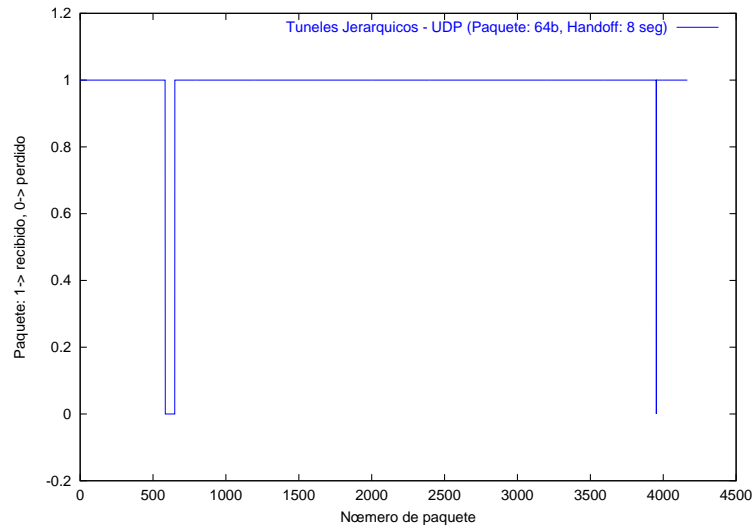


Muestra de los mensajes que se pierden en el tiempo que duran las pruebas con alguno de los handoffs:

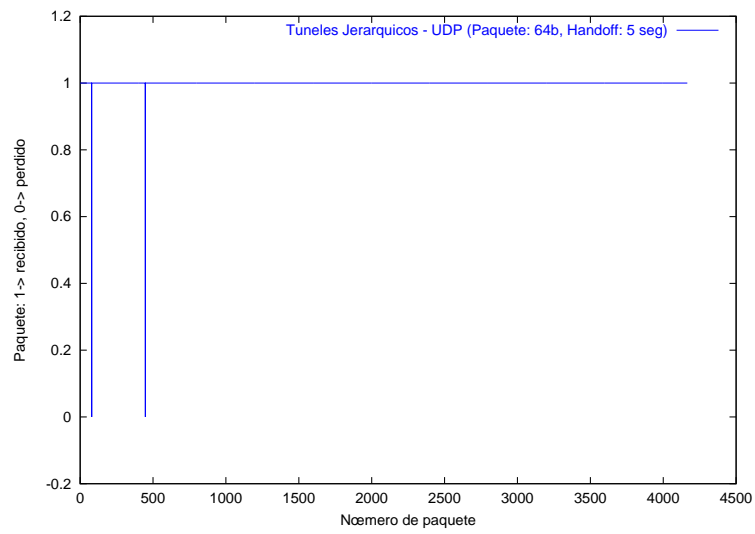
- Con handoffs de 15 segundos:



- Con handoffs de 8 segundos:

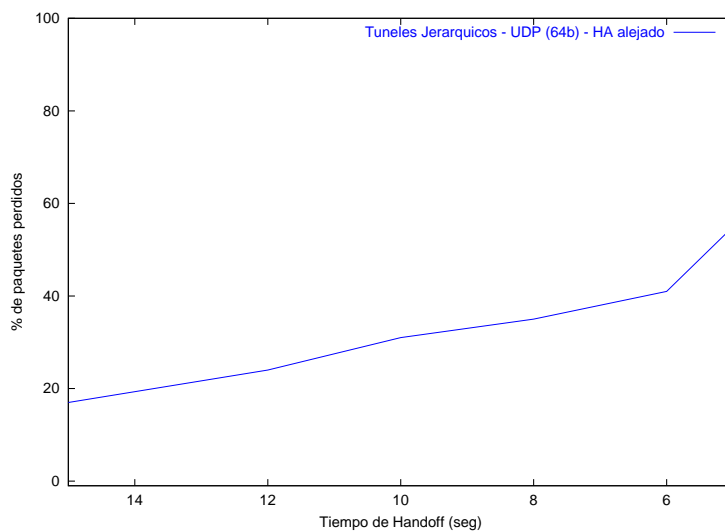


- Con handoffs de 5 segundos:



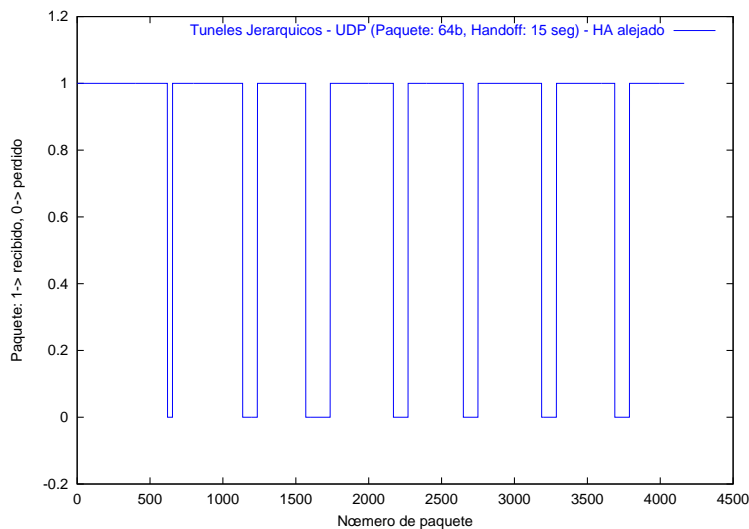
**Pérdida de paquetes alejando al HA:**

Handoffs (seg.)	15	12	10	8	6	5
Paquetes perdidos (%)	17	24	31	35	41	55

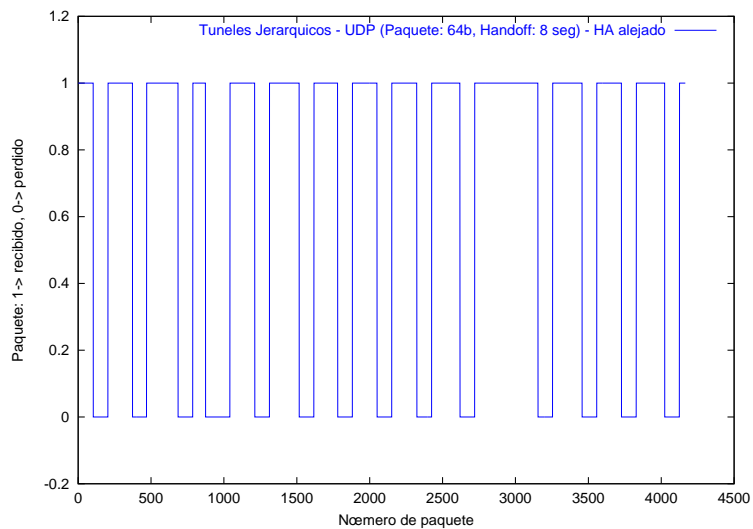


Muestra de los mensajes que se pierden en el tiempo que duran las pruebas con alguno de los handoffs:

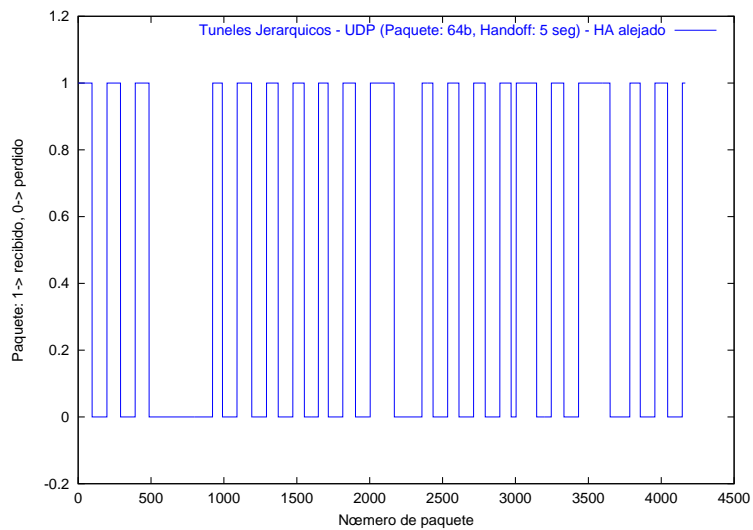
- Con handoffs de 15 segundos:



- Con handoffs de 8 segundos:



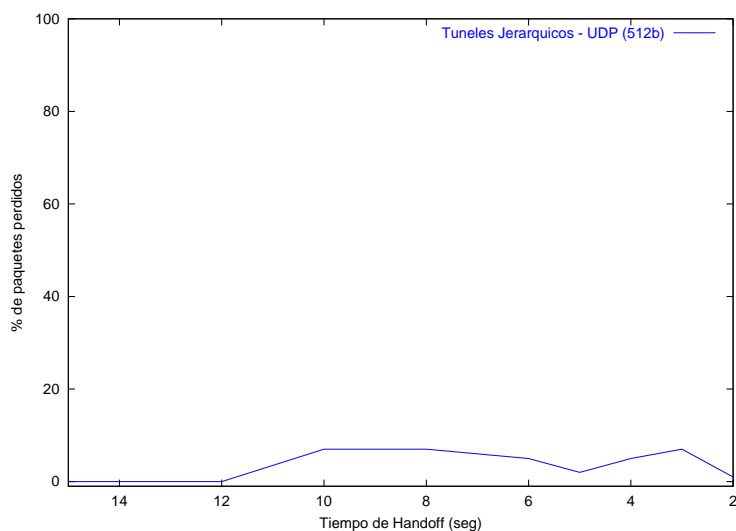
- Con handoffs de 5 segundos:



### 6.1.3 Con tamaño de paquete de 512 bytes

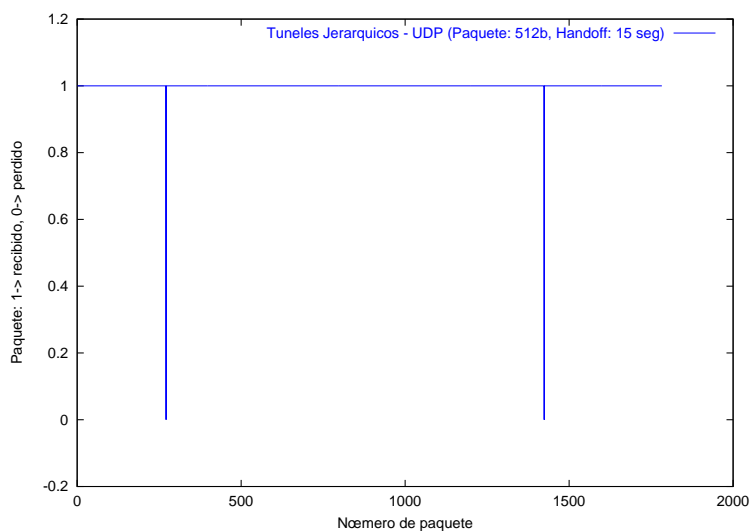
Pérdida de paquetes:

Handoffs (seg.)	15	12	10	8	6	5	4	3	2
Paquetes perdidos (%)	0	0	7	7	5	2	5	7	1

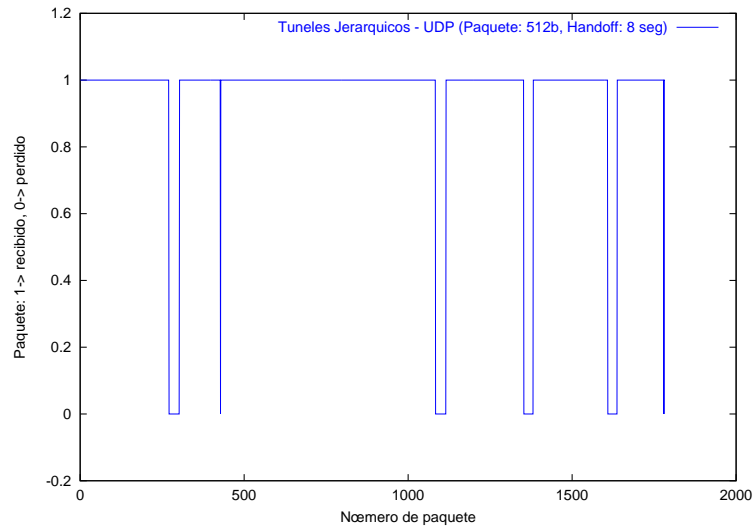


Muestra de los mensajes que se pierden en el tiempo que duran las pruebas con alguno de los handoffs:

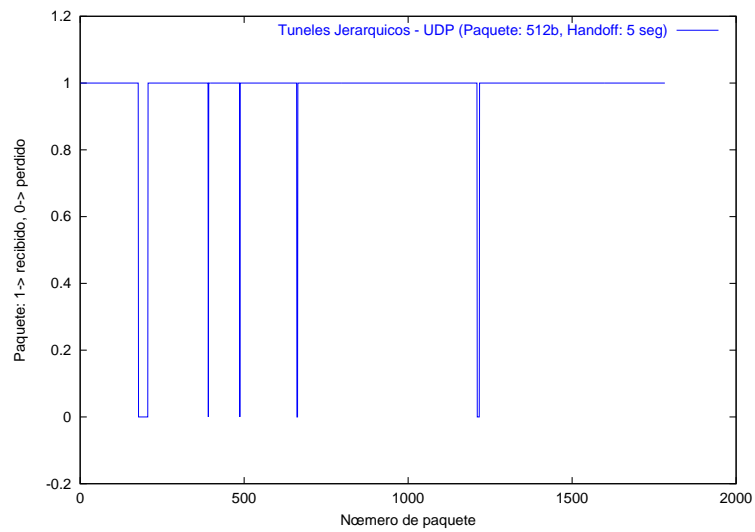
- Con handoffs de 15 segundos:



- Con handoffs de 8 segundos:

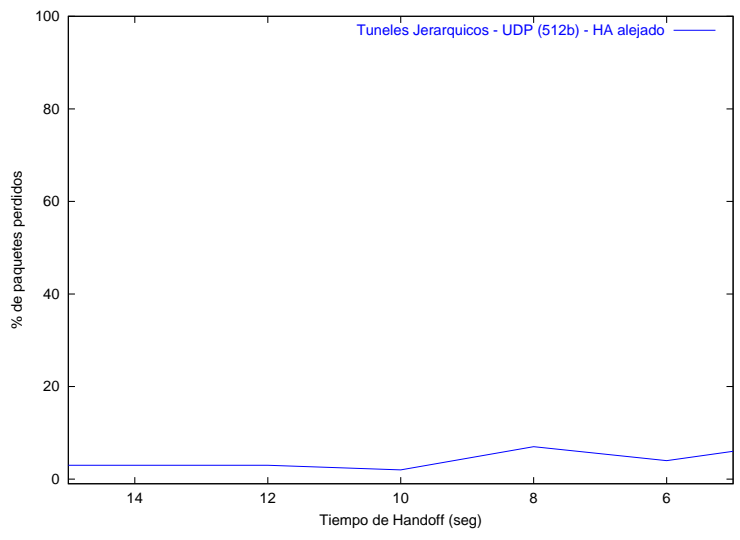


- Con handoffs de 5 segundos:



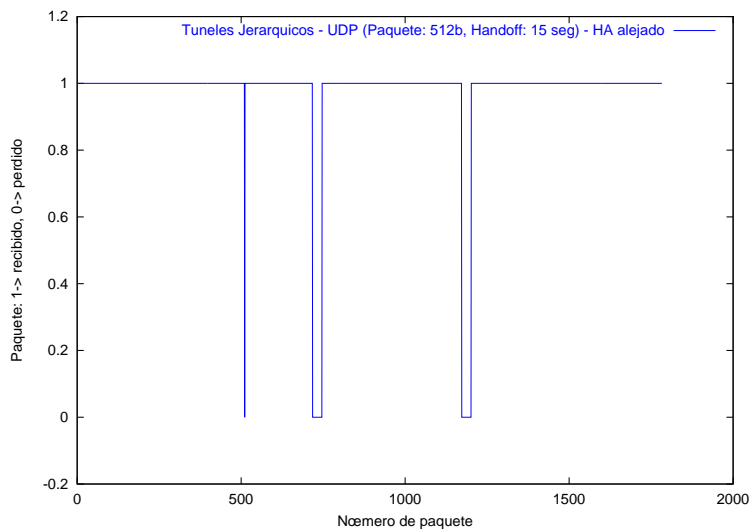
**Pérdida de paquetes alejando al HA:**

Handoffs (seg.)	15	12	10	8	6	5
Paquetes perdidos (%)	3	3	2	7	4	6



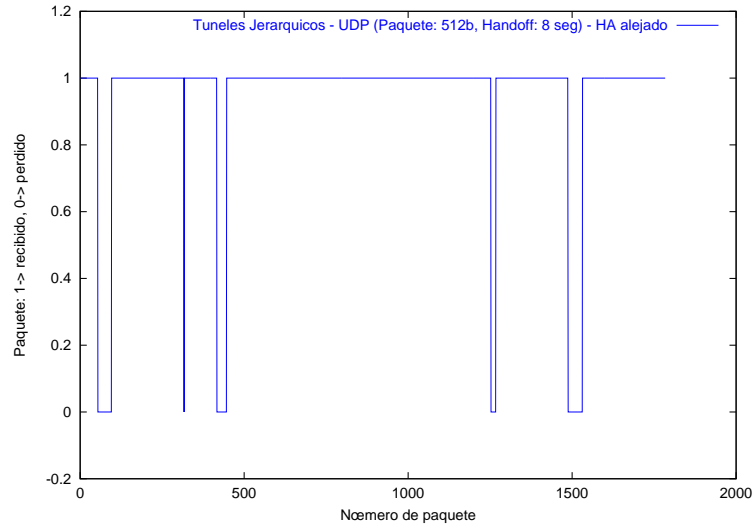
Muestra de los mensajes que se pierden en el tiempo que duran las pruebas con alguno de los handoffs:

- Con handoffs de 15 segundos:

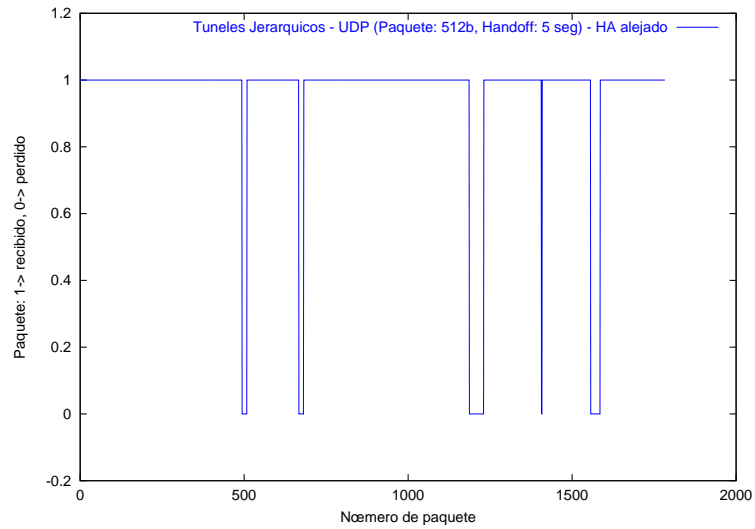




- Con handoffs de 8 segundos:



- Con handoffs de 5 segundos:

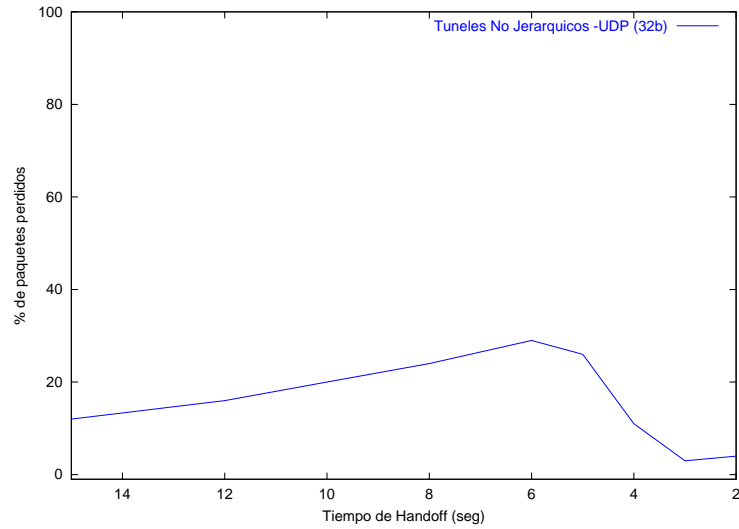


## 6.2 Resultados sin FA jerárquicos

### 6.2.1 Con tamaño de paquete de 32 bytes

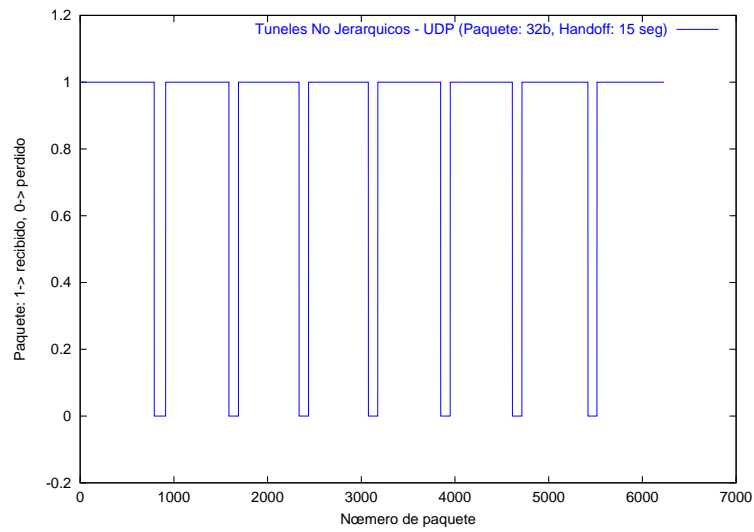
Pérdida de paquetes:

Handoffs (seg.)	15	12	10	8	6	5	4	3	2
Paquetes perdidos (%)	12	16	20	24	29	26	11	3	4

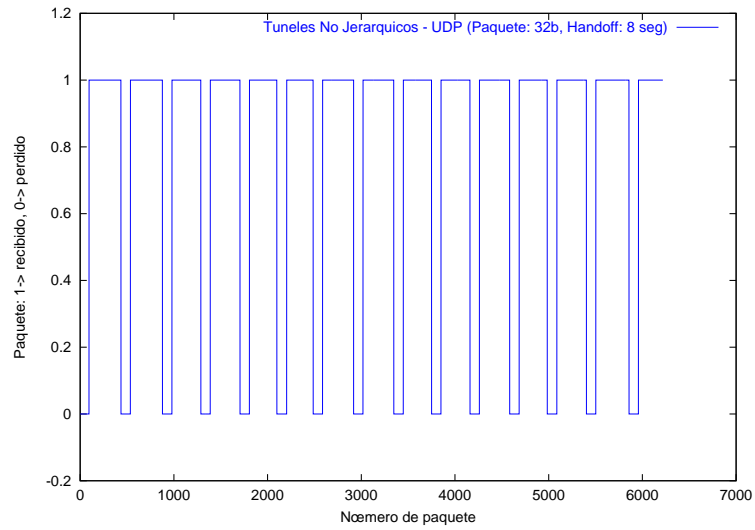


Muestra de los mensajes que se pierden en el tiempo que duran las pruebas con alguno de los handoffs:

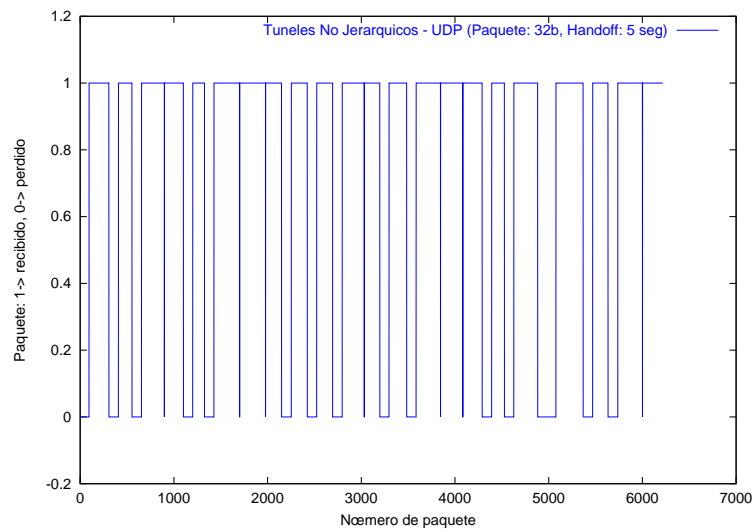
- Con handoffs de 15 segundos:



- Con handoffs de 8 segundos:

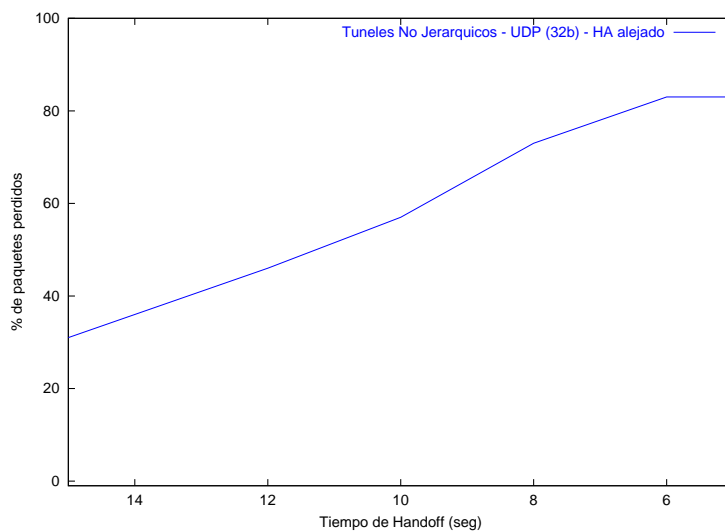


- Con handoffs de 5 segundos:



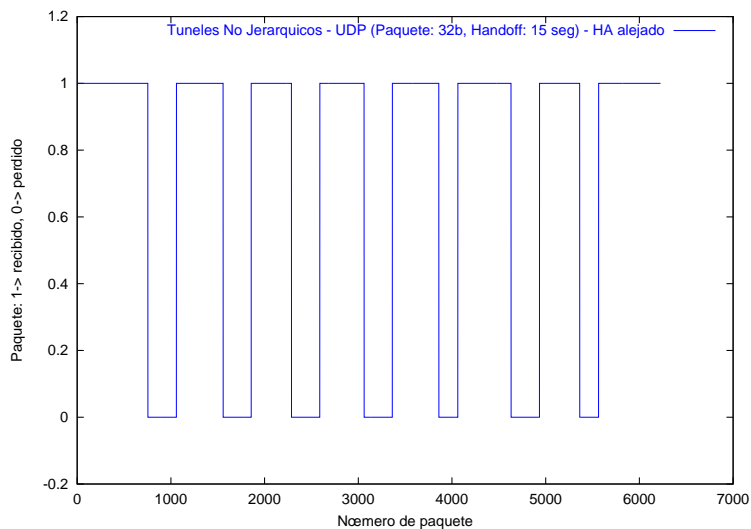
**Pérdida de paquetes alejando al HA:**

Handoffs (seg.)	15	12	10	8	6	5
Paquetes perdidos (%)	31	46	57	73	83	83

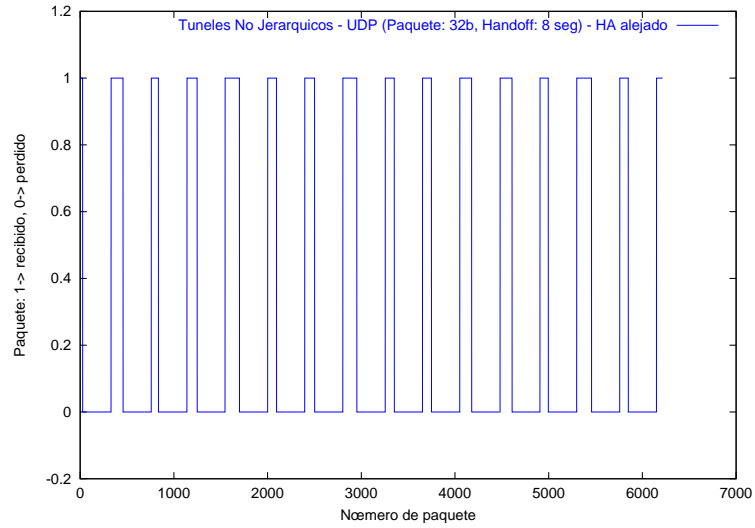


Muestra de los mensajes que se pierden en el tiempo que duran las pruebas con alguno de los handoffs:

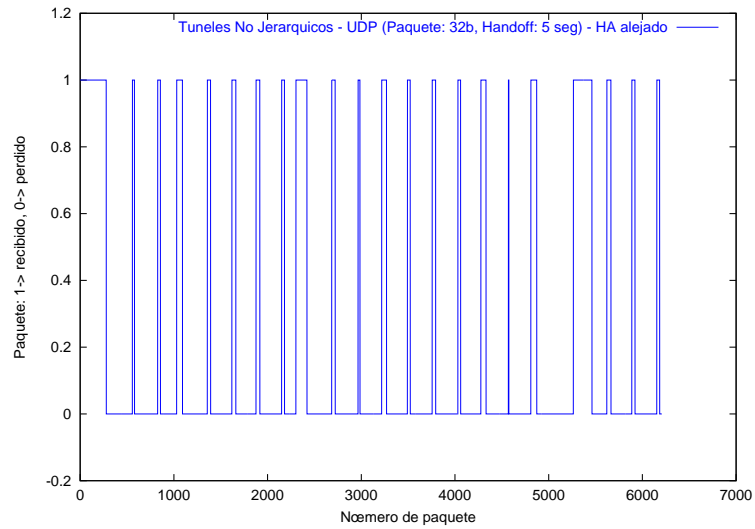
- Con handoffs de 15 segundos:



- Con handoffs de 8 segundos:



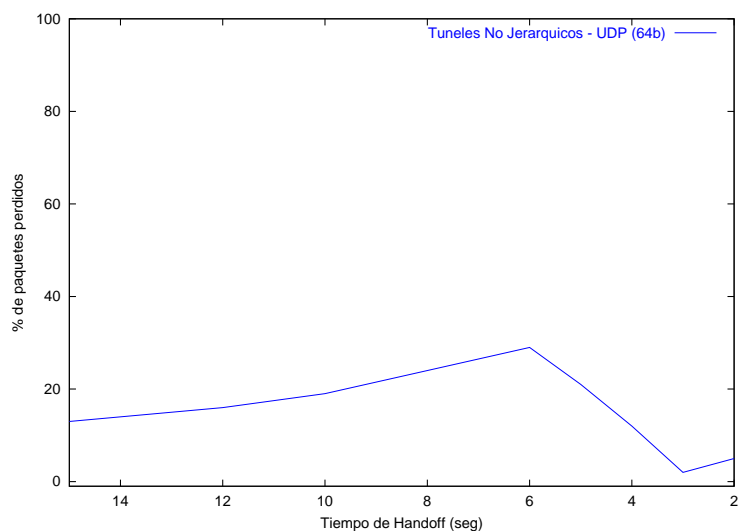
- Con handoffs de 5 segundos:



### 6.2.2 Con tamaño de paquete de 64 bytes

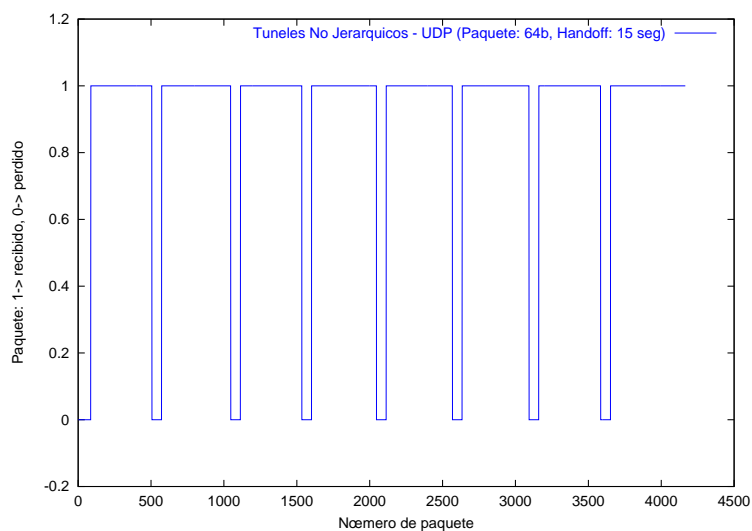
Pérdida de paquetes:

Handoffs (seg.)	15	12	10	8	6	5	4	3	2
Paquetes perdidos (%)	13	16	19	24	29	21	12	2	5

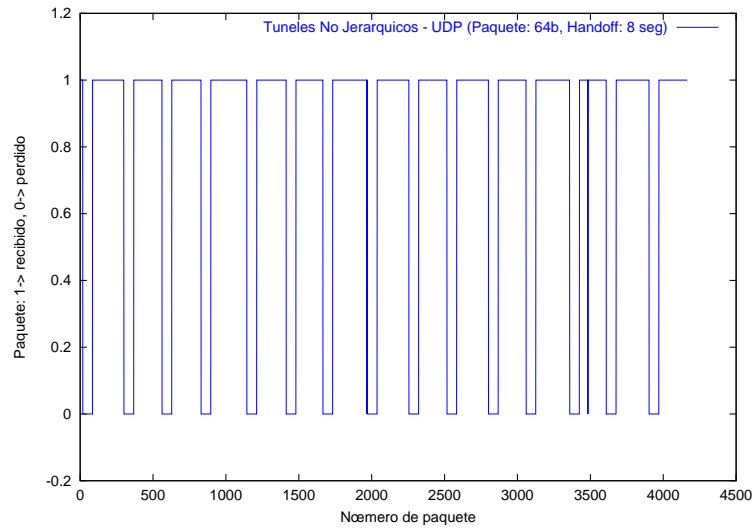


Muestra de los mensajes que se pierden en el tiempo que duran las pruebas con alguno de los handoffs:

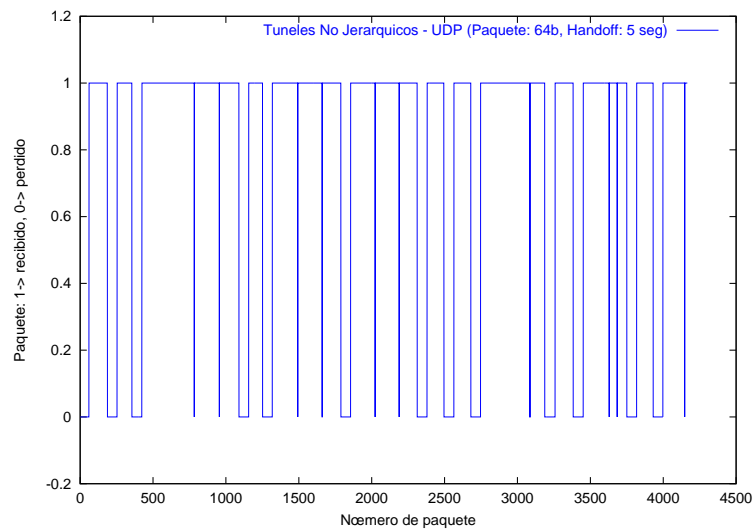
- Con handoffs de 15 segundos:



- Con handoffs de 8 segundos:

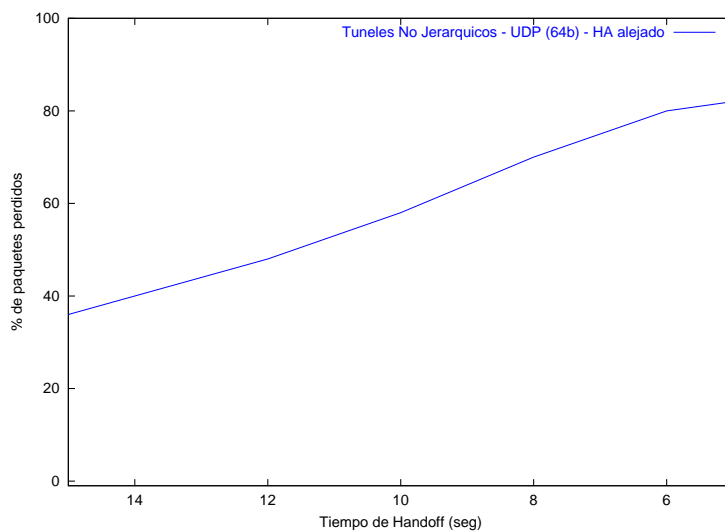


- Con handoffs de 5 segundos:



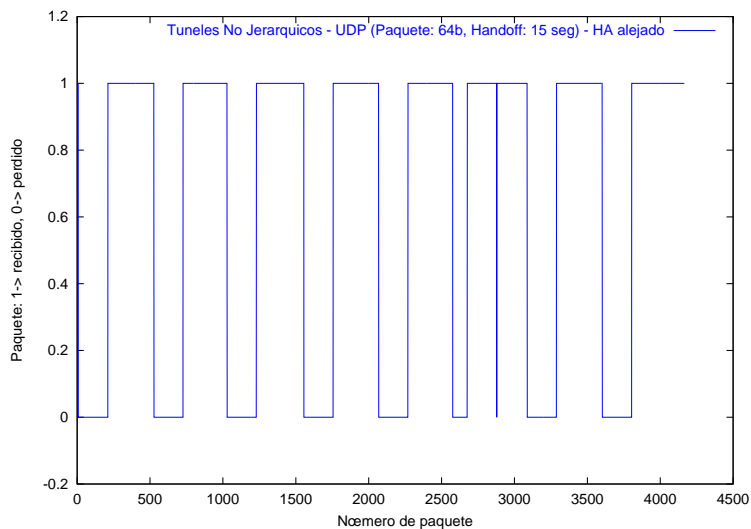
**Pérdida de paquetes alejando al HA:**

Handoffs (seg.)	15	12	10	8	6	5
Paquetes perdidos (%)	36	48	58	70	80	82



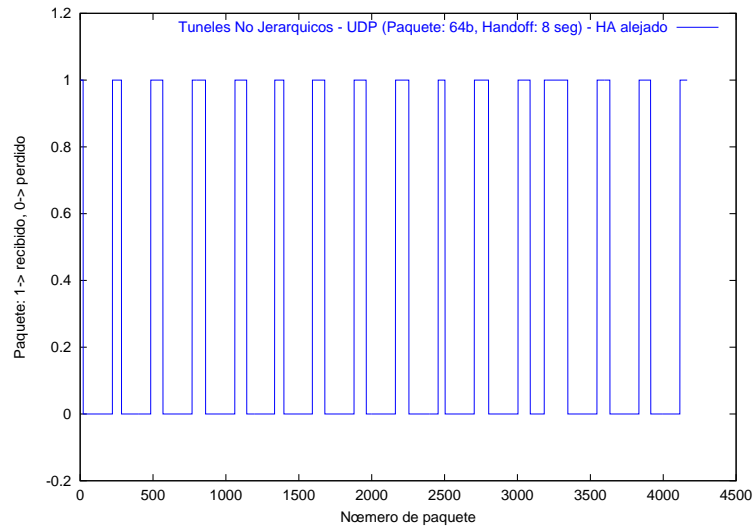
Muestra de los mensajes que se pierden en el tiempo que duran las pruebas con alguno de los handoffs:

- Con handoffs de 15 segundos:

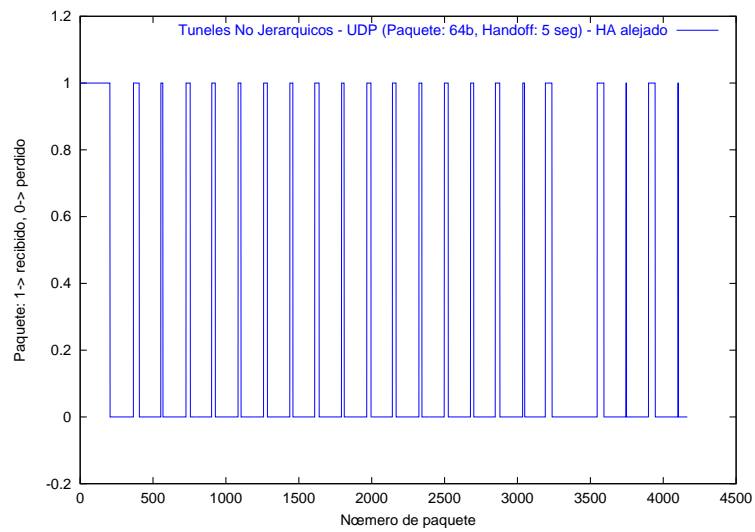




- Con handoffs de 8 segundos:



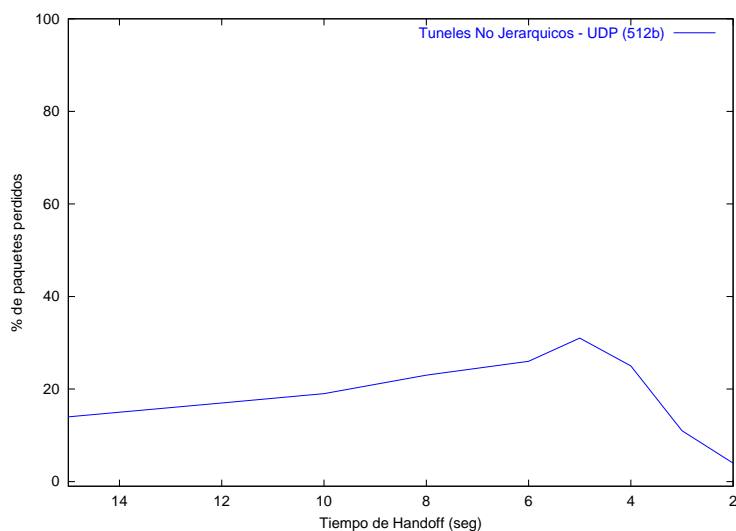
- Con handoffs de 5 segundos:



### 6.2.3 Con tamaño de paquete de 512 bytes

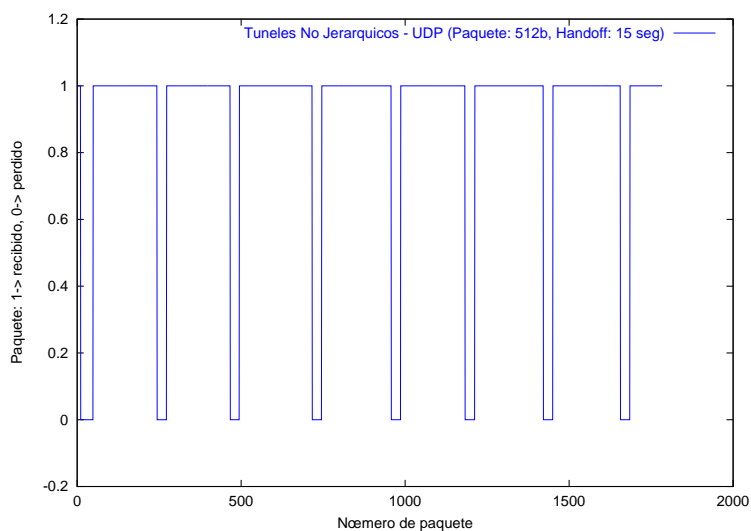
Pérdida de paquetes:

Handoffs (seg.)	15	12	10	8	6	5	4	3	2
Paquetes perdidos (%)	14	17	19	23	26	31	25	11	4

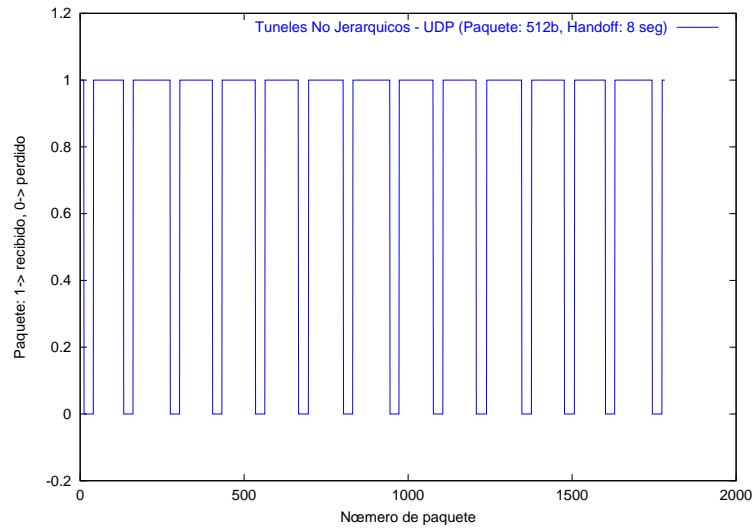


Muestra de los mensajes que se pierden en el tiempo que duran las pruebas con alguno de los handoffs:

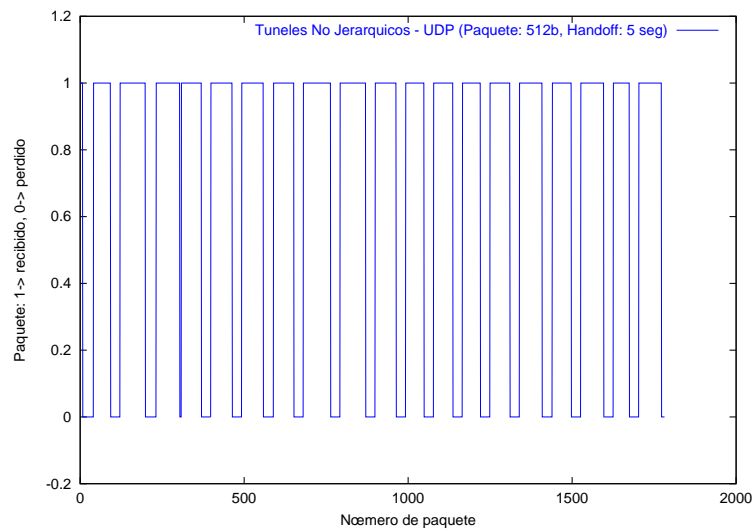
- Con handoffs de 15 segundos:



- Con handoffs de 8 segundos:

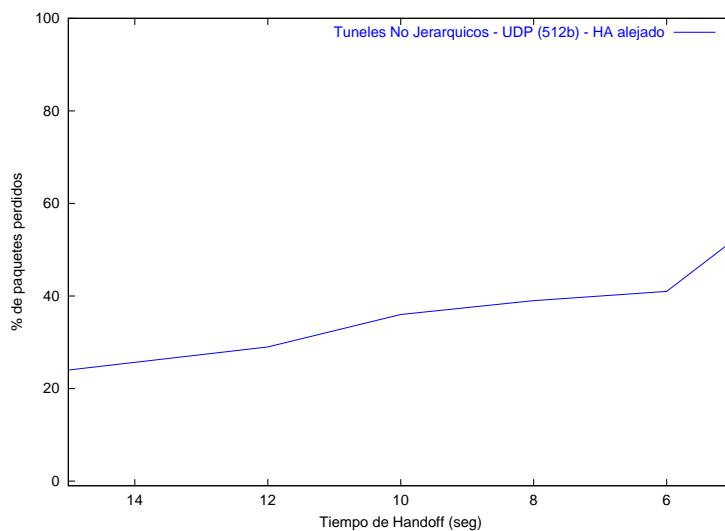


- Con handoffs de 5 segundos:



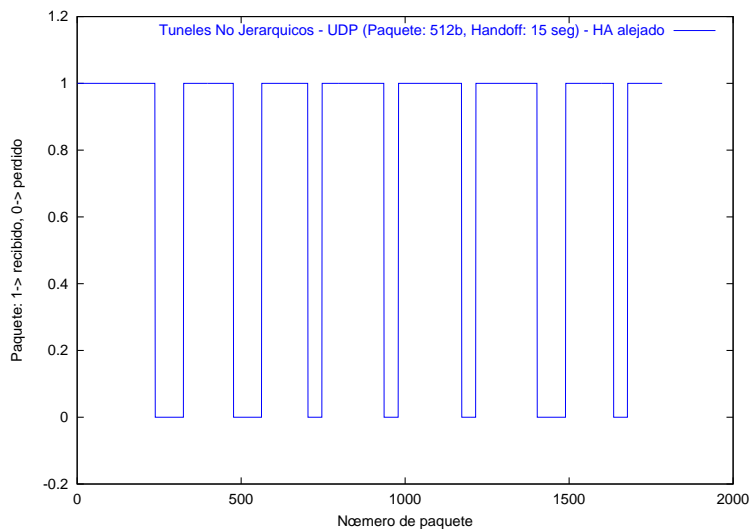
**Pérdida de paquetes alejando al HA:**

Handoffs (seg.)	15	12	10	8	6	5
Paquetes perdidos (%)	24	29	36	39	41	52

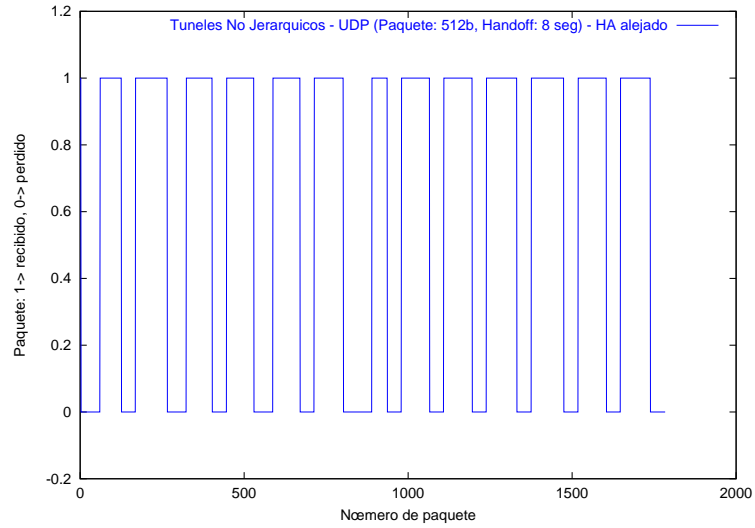


Muestra de los mensajes que se pierden en el tiempo que duran las pruebas con alguno de los handoffs:

- Con handoffs de 15 segundos:



- Con handoffs de 8 segundos:



- Con handoffs de 5 segundos:

