



TRABAJO FIN DE GRADO  
INGENIERÍA INFORMÁTICA

# Análisis de escalabilidad PTP

---

Sincronización IEEE-1588

**Autor**

Adrián Bonel Bolívar

**Directores**

Javier Díaz Alonso



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS INFORMÁTICA Y DE  
TELECOMUNICACIÓN

Granada, Noviembre de 2017









# Título del proyecto

---

Subtítulo del proyecto.

## **Autor**

Nombre Apellido1 Apellido2 (alumno)

## **Directores**

Nombre Apellido1 Apellido2 (tutor1)

Nombre Apellido1 Apellido2 (tutor2)



# **Análisis de escalabilidad PTP: Sincronización IEEE-1588**

Adrián Bonel Bolívar

**Palabras clave:** Sincronización, PTP, precisión, escalabilidad.

## **Resumen**

A día de hoy la sincronización entre sistemas distribuidos es un problema muy importante, sobre todo si es un sistema en tiempo real. Cuando hablamos de sincronización en un sistema distribuido nos referimos a que todos los relojes del sistema tengan la misma hora, o lo más cercano posible. Cuando queremos obtener la mayor precisión posible, usamos el protocolo PTP para ello y en los sistemas Linux existen múltiples implementaciones de este, pero en este trabajo de fin de carrera nos centraremos principalmente en el estudio y análisis de escalabilidad de las pilas PTPd y PTP4Linux.

Sincronizar dispositivos puede ser relativamente fácil si el número no es muy elevado, pero ¿y si necesitamos tener cientos de dispositivos conectados a una misma fuente de tiempo?. Para poder decidirnos por qué implementación usar, debemos de disponer de alguna herramienta que nos permite simular lo máximo posible nuestro escenario.

Para poder realizar esa herramienta, hemos estudiado el comportamiento de las implementaciones PTPd y PTP4Linux en modo esclavo, como modifica el reloj local, como hace llamadas al sistema para modificar la hora, y en general, hemos estudiado el código de ambas implementaciones para que nos sea más sencillo desarrollar la aplicación de simulación de tráfico masivo.

Por último, una vez con la aplicación desarrollada y funcionando, hemos hecho un estudio de el rendimiento de PTPd y PTP4Linux funcionando en un sistema empujado en diferentes niveles de carga.





# PTP Scalability Analysis : Sync. Protocol IEEE-1588

Adrián Bonel Bolívar

**Keywords:** Synchronization, PTP, accuracy, scalability.

## Abstract

Time measurement is a very important issue in distributed systems. In centralized systems it is not a problem to get all processes to have the same reference because they all shared the same local clock. Instead in distributed systems each machine has its own clock and it is not easy to synchronize them. The accuracy required changes depending on the system, being real-time systems the ones that requires the highest precision. When we want to synchronize with the best accuracy, we have to use the Precision Time Protocol. In Linux, there is tons of PTP implementations, but in this Thesis we will focus on studying two of them, PTPd and PTP4Linux.

So, managing to synchronize a few systems with a master might be easy. But what if we want to have hundreds of systems synchronizing at the same time and using the same master source? Which ptp stack will be better? To know that, we will need a tool that allows us to monitorize the synchronization in different system load configurations and be able to generate all the massive traffic necessary for that.

To develop this tool, I have studied the source code of both of the ptp stacks, PTPd and PTP4Linux working as slaves, how they changed the local clock, how they made use of systems calls, etc.

Finally, with the tool already developed, we are able to make the analysis of the stacks getting massive ptp slave traffic and so we can determinate how they works with different parameters(unicast-multicast, different operating frequencies, etc).



---

Yo, **Adrián Bonel Bolívar**, alumno de la titulación Ingeniería Informática de la **Escuela Técnica Superior de Ingenierías Informática y de Telecomunicación de la Universidad de Granada**, con DNI 76668939A, autorizo la ubicación de la siguiente copia de mi Trabajo Fin de Grado en la biblioteca del centro para que pueda ser consultada por las personas que lo deseen.

Fdo: Adrián Bonel Bolívar

Granada a X de mes de 201 .



---

D. **Javier Díaz Alonso**, Profesor del Área de XXXX del Departamento de Arquitectura y Tecnología de Computadores de la Universidad de Granada.

**Informan:**

Que el presente trabajo, titulado *Análisis de escalabilidad PTP, Sincronización IEEE-1588*, ha sido realizado bajo su supervisión por **Adrián Bonel Bolívar**, y autorizamos la defensa de dicho trabajo ante el tribunal que corresponda.

Y para que conste, expiden y firman el presente informe en Granada a X de mes de 201 .

**Los directores:**

(Javier Díaz Alonso)



# Agradecimientos

Poner aquí agradecimientos...





# Índice general

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Introducción y motivación . . . . .	1
1.2. Objetivos . . . . .	2
1.3. Material y métodos . . . . .	2
1.4. Estructura del documento . . . . .	2
<b>2. Sistemas sincronizados en redes de computadores</b>	<b>1</b>
2.1. Introducción y usos de la sincronización . . . . .	1
2.2. Mecanismos de sincronización . . . . .	1
2.3. Protocolos de sincronización en red . . . . .	1
2.4. Software de virtualización de equipos . . . . .	1
<b>3. Implementaciones de PTP</b>	<b>1</b>
3.1. Integración PTP en Linux . . . . .	1
3.2. Pilas PTP . . . . .	1
3.3. Plataformas de ejecución . . . . .	1
<b>4. Problemas de escalabilidad en PTP</b>	<b>1</b>
4.1. Problema . . . . .	1
4.2. Setup experimental . . . . .	1
4.3. Pruebas pilas PTP . . . . .	1
4.4. Alternativas de implementación . . . . .	1
4.5. Software de test . . . . .	1
<b>5. Resultados</b>	<b>1</b>
<b>6. Conclusiones</b>	<b>1</b>
6.1. Conclusiones finales . . . . .	1
6.2. Opinión personal . . . . .	1
6.3. Trabajo futuro . . . . .	1
<b>7. Bibliografía</b>	<b>1</b>



# Capítulo 1

## Introducción

### 1.1. Introducción y motivación

La medida del tiempo es una cuestión muy importante en los sistemas distribuidos. En los sistemas centralizados también lo es pero no se le llega a dar tanta importancia debido a que no es ningún problema conseguir que todos los procesos tengan una misma referencia: el reloj compartido. En cambio en los sistemas distribuidos cada ordenador tiene su propio reloj y no es fácil sincronizarlos. La precisión requerida en cada caso varía, siendo los sistemas de tiempo real los que requieren una mayor precisión. Hay diversos métodos para la sincronización de relojes, los cuales veremos en más detalle más adelante, pero todos los métodos comparten algo común: Todos los clientes obtienen la hora de una misma fuente. Dependiendo del método que usemos, esta fuente dará una sincronización más o menos precisa. Para los sistemas de tiempo real, la resolución y precisión es tan baja (es decir, baja resolución y muy alta precisión), que el número de clientes conectados a esa fuente de tiempo puede llegar a afectar a la respuesta que se da.

Y aquí es donde podemos situar el trabajo de este proyecto. Debido a que los relojes deben de estar continuamente sincronizándose, necesitamos que para determinadas aplicaciones de sistemas en tiempo real, esta sincronización sea lo más precisa posible. Para ello debemos tener las herramientas necesarias para poder determinar cuán precisa es nuestra fuente, y que número de dispositivos pueden hacer uso de esta sin que la precisión se vea mermada y por ende, produzca un fallo en el sistema.

En este proyecto analizaremos la escalabilidad de las diferentes implementaciones del protocolo PTP (IEEE-1588). Estudiaremos diversas pilas del protocolo ptp como pueden ser PTPd o PTP4Linux y verificaremos la

escalabilidad de estos cambiando distintos parametros de operacion (unicast-multicast, frecuencias de operacion, etc...). Se implementará una herramienta de generación de trafico ptp esclavo masivo y de monitorización de la sincronización ofrecida en distintas configuraciones de carga del sistema.

## 1.2. Objetivos

El objetivo de este proyecto es realizar una herramienta que nos permita analizar la escalabilidad de las diferentes implementaciones del protocolo PTP (IEEE-1588). Dentro de las diferentes pilas PTP, se tendran en cuenta algunas como PTPd o PTP4Linux y se verificará su escalabilidad con distintos parámetros de operacion ( tambien llamados perfiles). Algunos de los diferentes parametros a estudiar seran el uso de trafico unicast o multicast, variar las frecuencias de operacion \*PONER ALGUNA MAS\*. Para cumplir este objetivo se desarrollará una herramienta de generacion y emulacion de trafico ptp esclavo que realizara el maximo numero de peticiones posibles y se monitorizará la respuesta del maestro ptp en distintas configuraciones de carga del sistema.

El objetivo principal es emular el mayor número posible de esclavos ptp, sin necesidad de que estos actualicen el reloj de su sistema, simplemente necesitamos que generen una peticion al maestro. Igualmente, no necesitamos emular una red compleja ya que en ese sentido se podria decir que buscamos “cantidad” y no “calidad”.

## 1.3. Material y métodos

## 1.4. Estructura del documento

## Capítulo 2

# Sistemas sincronizados en redes de computadores

- 2.1. Introducción y usos de la sincronización
- 2.2. Mecanismos de sincronización
- 2.3. Protocolos de sincronización en red
- 2.4. Software de virtualización de equipos



## Capítulo 3

# Implementaciones de PTP

3.1. Integración PTP en Linux

3.2. Pilas PTP

3.3. Plataformas de ejecución





## Capítulo 4

# Problemas de escalabilidad en PTP

4.1. Problema

4.2. Setup experimental

4.3. Pruebas pilas PTP

4.4. Alternativas de implementación

4.5. Software de test



## Capítulo 5

# Resultados



## Capítulo 6

# Conclusiones

6.1. Conclusiones finales

6.2. Opinión personal

6.3. Trabajo futuro



## Capítulo 7

# Bibliografía





