

JMeter Práctico, Ve más allá!

Capítulo 1

Este curso solo proporciona información básica sobre los principales conceptos de las pruebas de performance, debido a que el objetivo principal estará basado en el uso de la herramienta JMeter. Estos temas fueron incluidos para aquellos estudiantes que recién se inician en los temas de JMeter. Dándoles un entendimiento básico sobre las pruebas de performance.

Introducción a las Pruebas de Performance

Una aplicación web bien diseñada no se trata solamente de lo fácil que es usar o de lo elegante que se ve, un aspecto crítico pasado por alto muchas veces en el diseño de las aplicaciones es el performance. Las pruebas de performance se realizan para garantizar que una aplicación se ejecute lo suficientemente rápido como para mantener la atención y el interés del usuario.

Black Friday es uno de los días más complicados para los sistemas Ecommerce, debido al gran tráfico que en este día se genera, muchas veces supera el doble del tráfico habitual. A todos nos gustan los grandes descuentos en nuestras compras, muchas personas esperan este día para poder acceder y llevar un producto con descuentos. Aquellas empresas con sistemas de ventas online que no se preparan para este día, podrían tener

sus sistemas muy lentos o caídos. Y todo esto afectará las ventas, la experiencia de usuario y la imagen de la empresa.

Imagina que estás buscando una información concreta en Internet y escribes una consulta en la búsqueda. Ves una lista de resultados y quieres explorar la primera opción que parece relevante. Pero nada más pulsar el enlace, ves una pantalla vacía y entiendes que la página se está cargando. Esperas unos segundos, pero no pasa nada; haces clic en el botón "Atrás" y seleccionas la siguiente opción de la lista.

La velocidad de la página, una medida de la rapidez con la que se carga el contenido de su página, tiene un crítico impacto en la satisfacción del usuario. Cuando se trata de la experiencia del usuario, las páginas con un tiempo de carga más largo tienden a tener tasas de rebote más altas y un tiempo medio en la página más bajo.

Jakob Nielsen definió 3 límites de tiempo de respuesta que están determinados por las capacidades perceptivas humanas:

- 0,1 segundos. Este límite da a los usuarios la sensación de respuesta instantánea. Este nivel de respuesta es esencial para apoyar la sensación de manipulación directa. También es un tiempo de respuesta ideal para el sitio web.
- 1 segundo. Un segundo mantiene el flujo del usuario casi sin interrupciones. Aunque los usuarios notan un ligero retraso, siguen sintiendo que controlan la experiencia.
- 10 segundos es el límite para la atención del usuario. Para retrasos de más de 10 segundos, los usuarios querrán realizar otras tareas mientras esperan a que el ordenador termine. Un retraso de 10 segundos en la web sin ningún tipo de respuesta suele hacer que los visitantes abandonen un sitio inmediatamente.

Las pruebas de performance permiten estudiar el desempeño de un sistema, cuando el mismo se enfrenta a escenarios de carga y estrés similares a los que pueden suceder en producción. Estas pruebas permiten conocer la cantidad de usuarios simultáneos que soporta el sistema, obtener datos para el dimensionamiento de la infraestructura necesaria para un sistema, brindar información para mejorar los tiempos de respuesta del sistema, entre otros aspectos.

Utilizando herramientas de generación de carga, se ejecutan los scripts definidos y se realiza el monitoreo de los distintos aspectos de la aplicación, como los tiempos de



respuesta, consumo de recursos, entre otros. Como resultado se podrán detectar problemas de configuración del hardware y software de base, problemas en los enlaces, incluso problemas de performance debido a la implementación realizada.

Algunas preguntas que podemos hacernos relacionadas con: Cuándo y Por qué hacer pruebas de performance?

- La aplicación podrá responder adecuadamente a la carga?
- ¿Cuántos usuarios podrá soportar el sistema antes de dejar de responder?
- ¿Qué tan rápido se recupera la aplicación luego de un pico de carga?
- ¿Cómo afecta a los usuarios la ejecución de determinado proceso?
- ¿Cuáles son los cuellos de botella del sistema?
- ¿Cómo cambia la performance del sistema al tener un gran volumen de datos?
- ¿Qué configuración es óptima para la operativa diaria?
- ¿Será la aplicación capaz de responder adecuadamente ese día en que tendrá mucha mayor carga que lo habitual?

Los beneficios de las Pruebas de Performance:

- Medir tiempos de respuestas.
- Detectar mejoras a nivel de configuración, hardware y código.
- Conocer como la aplicación funciona cuando está sobrecargada
- Atraer y retener usuarios finales.
- Encontrar cuellos de botellas y prevenirlos.

Tipos de Pruebas de Performance

Según la ISO 25010, el syllabus de Performance Testing Foundations del ISTQB, y el syllabus de Performance Testing United:

Pruebas de Performance es un concepto genérico que puede referirse a muchos tipos diferentes de pruebas relacionadas con el performance.

Como pueden ser:

- Pruebas de carga: Las pruebas de carga se centran en la capacidad de un sistema para manejar niveles crecientes de cargas resultantes de las solicitudes de transacciones generadas por un número controlado de usuarios o procesos simultáneos.



- Pruebas de estrés: Las pruebas de estrés se centran en la capacidad de un sistema o componente para manejar cargas máximas que están en o más allá de los límites de sus cargas de trabajo previstas o especificadas.
- Pruebas de escalabilidad: Las pruebas de escalabilidad se centran en la capacidad de un sistema para satisfacer futuros requisitos de eficiencia que pueden ir más allá de los requisitos actuales. El objetivo de estas pruebas es determinar la capacidad del sistema para crecer (por ejemplo, con más usuarios, mayores cantidades de datos almacenados) sin violar los requisitos de performance especificados.
- Pruebas de picos: Las pruebas de picos se centran en la capacidad de un sistema para responder correctamente a ráfagas repentinas de cargas máximas y volver después a un estado estable.
- Pruebas de resistencia: Las pruebas de resistencia se centran en la estabilidad del sistema durante un periodo de tiempo del contexto operativo del sistema. Este tipo de pruebas verifica que no hay problemas de capacidad de los recursos (por ejemplo, fugas de memoria, conexiones de bases de datos, grupos de hilos) que puedan degradar el performance y/o causar fallos en puntos de ruptura.
- Pruebas de concurrencia: Las pruebas de concurrencia se centran en el impacto de situaciones en las que se producen acciones específicas simultáneamente (por ejemplo, cuando un gran número de usuarios se conecta al mismo tiempo).
- Pruebas de capacidad: Las pruebas de capacidad determinan cuántos usuarios y/o transacciones puede soportar un sistema dado y aún así cumplir con los objetivos de performance establecidos. Estos objetivos también pueden establecerse con respecto a los volúmenes de datos resultantes de las transacciones.

Herramientas para Pruebas de Performance.

Existen diferentes tipos de herramientas dentro de las pruebas de performance, estas pueden ser categorizadas de la siguiente manera:

- **Creación de Script:** Para la creación de scripts existen varias herramientas, estas son algunas de las más populares:



- Gatling: Gatling es una herramienta de código abierto para pruebas de performance y estrés basado en lenguaje Scala, Akka y Netty. Gatling viene con un excelente soporte del protocolo HTTP que lo convierte en una herramienta de elección para las pruebas de carga de cualquier servidor HTTP. Como el motor central es en realidad agnóstico al protocolo, es perfectamente posible implementar el soporte para otros protocolos. Por ejemplo, Gatling actualmente también incluye soporte para JMS.
 - Locust es una herramienta de pruebas de performance fácil de usar, con capacidad de scripting y escalable. Usted define el comportamiento de sus usuarios en código Python normal, en lugar de estar limitado por una interfaz de usuario o un lenguaje específico de dominio que sólo pretende ser código real. Esto hace que Locust sea infinitamente ampliable y muy fácil de desarrollar.
 - JMeter: La aplicación Apache JMeter es un software de código abierto, una aplicación 100% pura de Java diseñada para cargar el comportamiento funcional y medir el performance. Se diseñó originalmente para probar aplicaciones web, pero desde entonces se ha ampliado a otras funciones de prueba. Será la herramienta que usaremos en el curso.
- **Generación de Carga:** Para la ejecución de las pruebas simulando una carga de usuarios concurrentes, se utilizan herramientas.
- Las anteriores 3 herramientas cuentan con esta capacidad.
 - Blazemeter le proporciona la infraestructura y la capacidad de seleccionar la ubicación geográfica deseada desde la que desea que se genere la carga mientras realiza la prueba de carga contra su aplicación. Puede ejecutar la prueba desde una sola ubicación o distribuir la carga en varias ubicaciones. Puede usar diferentes script creados desde JMeter, Gatling y otras.
 - Flood.io: Las pruebas de carga requieren la ejecución de decenas o cientos de generadores de carga para hacerlo a escala. Flood se encarga de todo eso por ti, ofreciéndote informes en tiempo real, despliegue en múltiples nubes -o en las instalaciones-, todo desde una sencilla interfaz.
- **Monitorización:** Durante la ejecución de las pruebas, se realiza el monitoreo de los componentes del sistema. Para esto se utilizan herramientas de monitoreo, que se encargan de tomar información de distintos indicadores de los componentes a

nivel de hardware y software.

- La plataforma Windows trae por defecto instalada la herramienta denominada PerfMon, que permite la recolección de indicadores como CPU, uso de memoria, uso de disco, entre otros.
- La plataforma Linux, permite la instalación de la herramienta denominada NMon (software libre), que también permite la recolección de distintos indicadores.
- Existen otros tipos de herramientas de monitorización más sofisticadas como son: Dynatrace[1], NewRelic[2], AppDynamics[3].

[1]: <https://www.dynatrace.com> [2]: <https://newrelic.com> [3]:
<https://www.appdynamics.com>

➤ **Soporte:** Existen otras herramientas de soporte a las pruebas de performance como por ejemplo:

- Fiddler[4] y Owasp Zap[5]: para la captura del tráfico entre el cliente y el servidor.
- Notepad++[6]: permite poder entender muchos de parámetros y estructuras que son recibidos o enviados en las peticiones.
- Jenking[7] es una herramienta enfocada en la integración continua y tiene una muy buena integración con JMeter.
- Taurus[8] es un framework opensource para las pruebas continuas que le ayuda a ocultar complejidades de la ejecución de las pruebas de performance.
- Grafana[9] es una plataforma de código abierto que permite crear gráficos basados en los resultados desde JMeter.

[4]: <https://www.telerik.com/fiddler> [5]: <https://owasp.org/www-project-zap> [6]:
<https://notepad-plus-plus.org>

[7]: <https://www.jenkins.io> [8]: <https://gettaurus.org> [9]: <https://grafana.com/>

⚠ Las pruebas de Performance es un término genérico que incluye otros tipos de pruebas

Introducción a JMeter.

Una de las herramientas más usadas para ejecutar este tipo de pruebas es JMeter, este es un proyecto de Apache centrado en prueba de carga y estrés para analizar y medir el performance de una variedad de servicios, con un enfoque en aplicaciones web. JMeter fue desarrollado por primera vez por Stefano Mazzocchi de Apache Software. Básicamente, es una aplicación de escritorio basada en Java.

Permite realizar simulaciones de carga a través de distintos tipos de aplicaciones y protocolos:

- Web - HTTP, HTTPS (Java, NodeJS, PHP, ASP.NET, etc.)
- Servicios web SOAP/REST
- FTP
- Base de datos vía JDBC
- LDAP
- Middleware orientado a mensajes (MOM) vía JMS
- Mail - SMTP, POP3 e IMAP
- Comandos nativos o scripts shell
- TCP
- Objetos java

Por que JMeter?

- **Herramienta gratuita** - JMeter es una herramienta gratuita y está fácilmente disponible en el sitio web de Apache
- **Interfaz amigable** - La interfaz de JMeter es muy fácil de usar y los probadores pueden familiarizarse fácilmente con la mayoría de sus componentes. Cuenta con un excelente componente de ayuda.
- **Característica de grabación** - JMeter incluye HTTP (S) Test Script Recorder puede grabar la interacción de un usuario en una aplicación. Luego se puede simular una concurrencia de usuario para probar el performance en diversas condiciones de carga.
- **Instalación simple:** Un proceso de instalación muy sencillo, se debe tener como requisito Java instalado en la PC.

- **Informes** - JMeter proporciona el árbol, los gráficos y la representación de la tabla de los resultados que se pueden utilizar según la demanda de su proyecto.

⚠ JMeter no es un explorador web, la herramienta trabaja a nivel de protocolo

JMeter incluye varios componentes. Puede encontrar todos estos componentes en el manual de usuario oficial de JMeter[10].

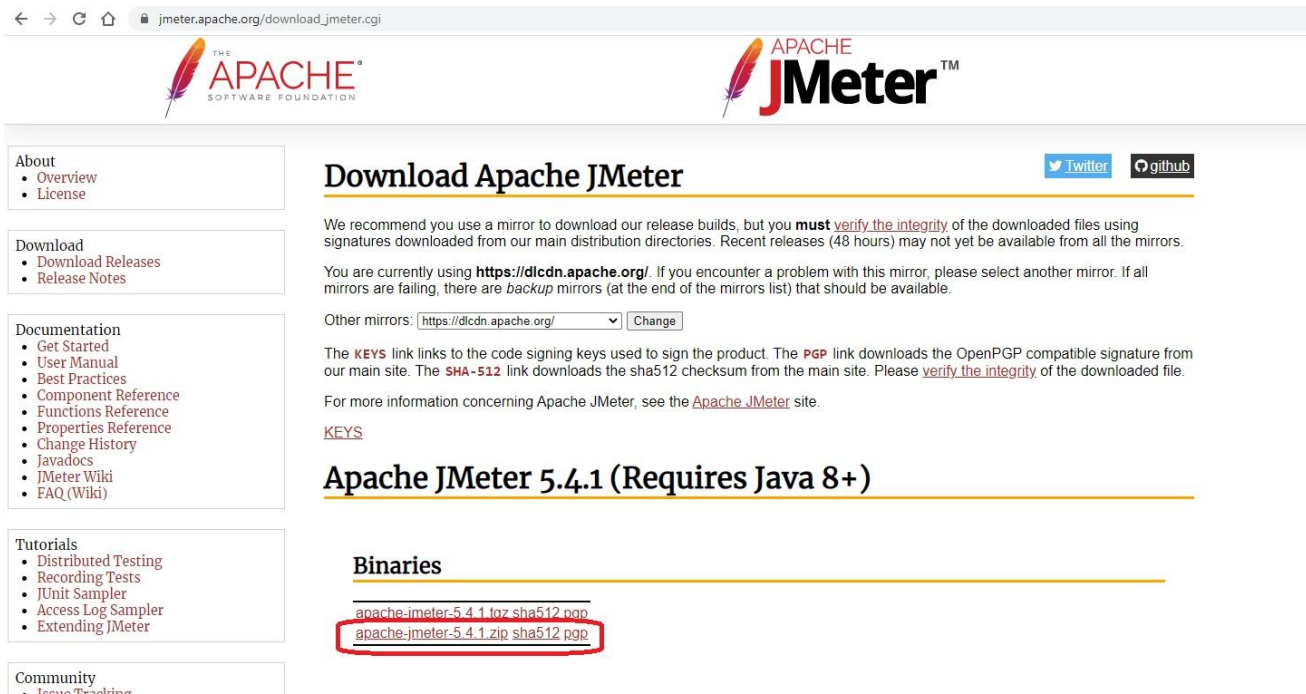
- Plan de prueba
- Banco de trabajo
- ThreadGroup
- Muestreadores
- Oyentes
- Elemento de configuración
- Preprocesador
- Post Procesador
- Controladores lógicos
- Afirmaciones
- Temporizador
- Grabador de secuencias de comandos HTTP (S)

[10]: <https://jmeter.apache.org/usermanual/index.html>

Instalando JMeter en Windows.

El proceso de instalación de JMeter no es complejo. Solo debe tener en cuenta un conjunto de pasos a seguir:

1. Descargar JMeter.
 - Acceda a https://jmeter.apache.org/download_jmeter.cgi
 - Localice la categoría “Binaries”
 - Haga click sobre el archivo ZIP, y automáticamente se descargara el archivo a su computadora.



← → ↻ 🏠 jmeter.apache.org/download_jmeter.cgi

THE APACHE SOFTWARE FOUNDATION

APACHE JMeter™

[Twitter](#) [github](#)

About

- Overview
- License

Download

- Download Releases
- Release Notes

Documentation

- Get Started
- User Manual
- Best Practices
- Component Reference
- Functions Reference
- Properties Reference
- Change History
- Javadocs
- JMeter Wiki
- FAQ (Wiki)

Tutorials

- Distributed Testing
- Recording Tests
- JUnit Sampler
- Access Log Sampler
- Extending JMeter

Community

- Issue Tracking

Download Apache JMeter

We recommend you use a mirror to download our release builds, but you **must** [verify the integrity](#) of the downloaded files using signatures downloaded from our main distribution directories. Recent releases (48 hours) may not yet be available from all the mirrors.

You are currently using <https://d1cdn.apache.org/>. If you encounter a problem with this mirror, please select another mirror. If all mirrors are failing, there are *backup* mirrors (at the end of the mirrors list) that should be available.

Other mirrors:

The **KEYS** link links to the code signing keys used to sign the product. The **PGP** link downloads the OpenPGP compatible signature from our main site. The **SHA-512** link downloads the sha512 checksum from the main site. Please [verify the integrity](#) of the downloaded file.

For more information concerning Apache JMeter, see the [Apache JMeter site](#).

[KEYS](#)

Apache JMeter 5.4.1 (Requires Java 8+)

Binaries

[apache-jmeter-5.4.1.tar.gz sha512 pgp](#)
[apache-jmeter-5.4.1.zip sha512 pgp](#)

- Localice el archivo descargado.
- Haga clic derecho en el archivo ZIP y seleccione Extraer.
- Una vez descargado y descomprimido JMeter con éxito se generará una nueva carpeta. Debería ver los siguientes archivos dentro de la carpeta apache-jmeter-XX:
 - backups: contiene las copias de seguridad de los archivos JMX (también conocidos como proyectos JMeter) que ha editado dentro de JMeter,
 - bin: contiene los archivos ejecutables para lanzar JMeter, y los archivos de configuración para ajustar la configuración de JMeter,
 - docs: La documentación de JMeter en formato HTML,
 - extras: algunas herramientas secundarias útiles como hojas de Excel para calcular gráficos a partir de archivos de resultados JTL,
 - lib: Las bibliotecas de JMeter, que son en su mayoría archivos JAR de Java,
 - printable_docs: documentación en formato imprimible..

2. Instalar Java.

El Java Development Kit (JDK), cuyo nombre oficial es Java Platform Standard Edition o Java SE, es necesario para escribir programas Java. El JDK está disponible gratuitamente en Oracle.

A menudo la gente se confunde con JDK y JRE.

- JRE, significa Java Runtime Environment, es necesario para ejecutar programas Java.
- JDK, significa Java Development Kit, incluye JRE y las herramientas de desarrollo (como el compilador y el depurador), que se necesitan para escribir y ejecutar programas Java.

En otras palabras, JRE es un subconjunto de JDK. Dado que se supone que usted va a escribir programas Java, debe instalar el JDK, que incluye el JRE.

¿Cómo instalar Java?

- Descargar Java

Para instalar Java, primero hay que descargar el programa de instalación de Oracle. Visite la página de descarga de Java.

<https://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/index.html>.

Y seleccione el Sistema Operativo donde estará instalado JMeter y luego seleccione el instalador. En window estaremos seleccionado el siguiente, tenga en cuenta que este producto se estará actualizando constantemente y que las versiones pueden ir cambiando.



Java 17 available now

Java 17 LTS is the latest long-term support release for the Java SE platform. JDK 17 binaries are free to use in production and free to redistribute, at no cost, under the Oracle No-Fee Terms and Conditions.

JDK 17 will receive updates under these terms, until at least September 2024.

Java SE Development Kit 17.0.1 downloads

Thank you for downloading this release of the Java™ Platform, Standard Edition Development Kit (JDK™). The JDK is a development environment for building applications and components using the Java programming language.

The JDK includes tools for developing and testing programs written in the Java programming language and running on the Java platform.

Linux macOS Windows

Product/file description	File size	Download
x64 Compressed Archive	170.66 MB	https://download.oracle.com/java/17/latest/jdk-17_windows-x64_bin.zip (sha256)
x64 Installer	152 MB	https://download.oracle.com/java/17/latest/jdk-17_windows-x64_bin.exe (sha256)
x64 MSI Installer	150.89 MB	https://download.oracle.com/java/17/latest/jdk-17_windows-x64_bin.msi (sha256)

JDK 17 Script-friendly URLs

The URLs listed above will remain the same for all JDK 17 updates to allow their use in scripts.

[Learn more about automating the downloads of JDK 17](#)

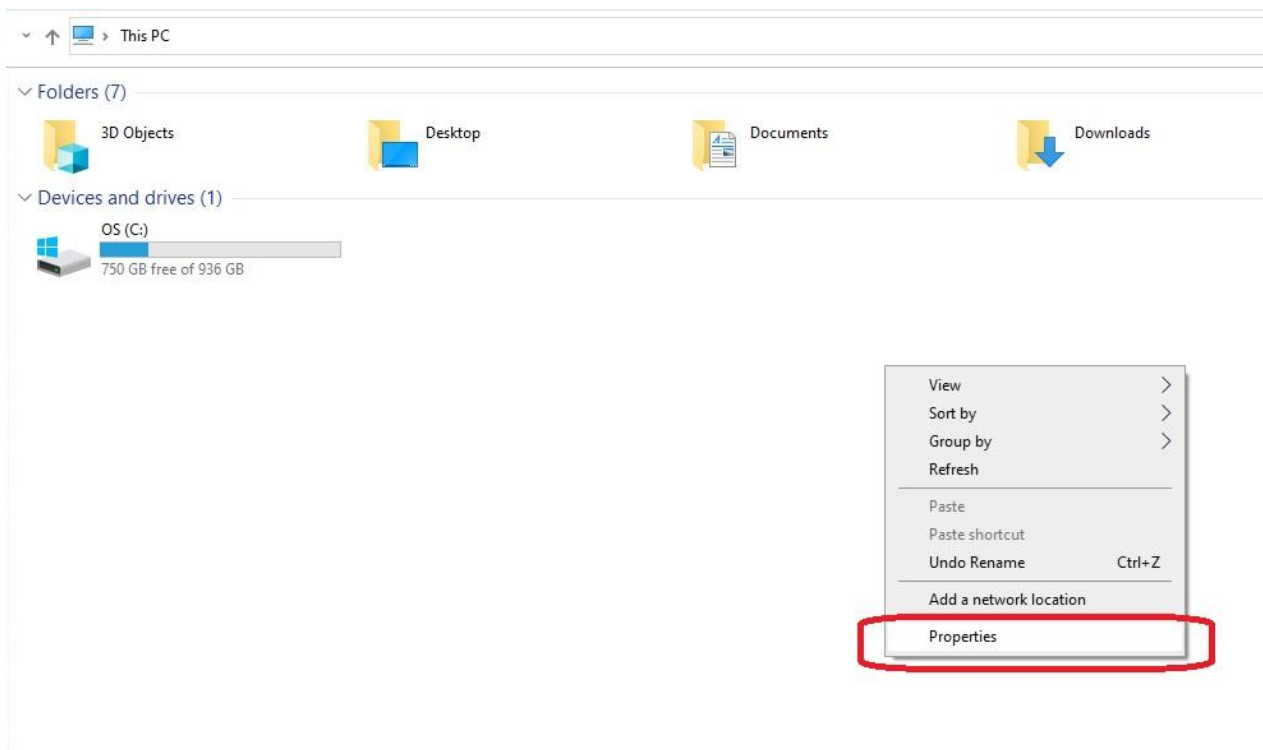
- Instalar Java

Una vez completada la descarga, haga doble clic en el archivo para comenzar la instalación del JDK. Esto iniciará el proceso de instalación. Permita que la instalación finalice. Unos breves diálogos confirman los pasos del proceso de instalación; haga clic en Cerrar en el último diálogo. Esto completará el proceso de instalación de Java.

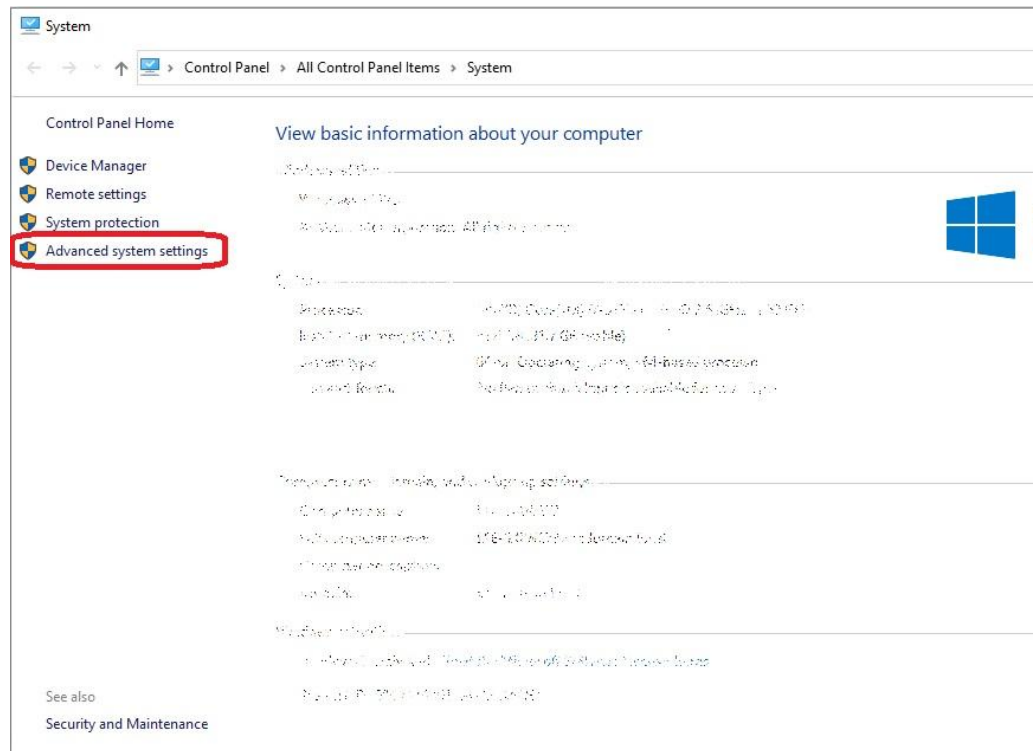
- Establecer la ruta de entorno de Java

La variable Path brinda la ubicación de los ejecutables como javac, java, etc. Los programas del JDK (como el compilador de Java javac.exe y el tiempo de ejecución de Java java.exe) residen en el subdirectorio bin del directorio instalado el JDK. Es necesario incluir el bin del JDK en la ruta para ejecutar los programas del JDK. Veamos cómo hacerlo.

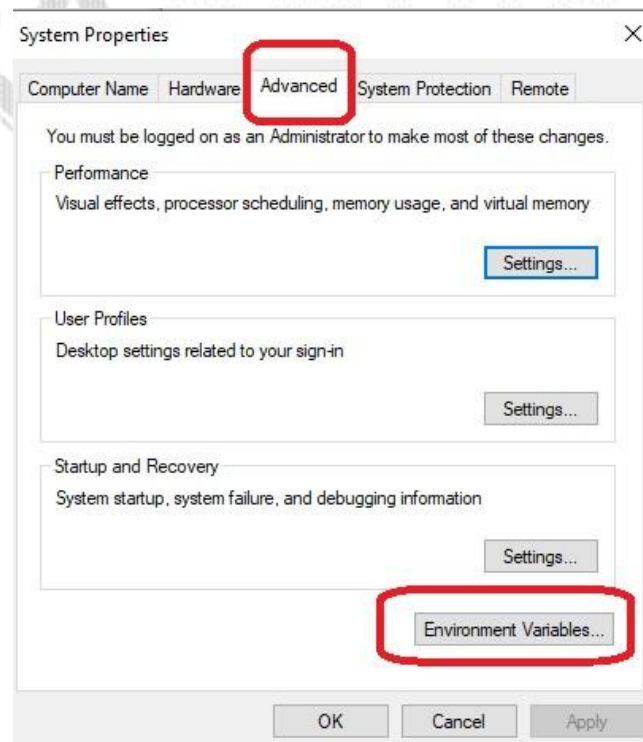
Debe ir a Mi PC y seleccionar Click Derecho y luego seleccionar propiedades.



Luego le debe aparecer la siguiente ventana, y aquí debe seleccionar Configuración Avanzada del Sistema.

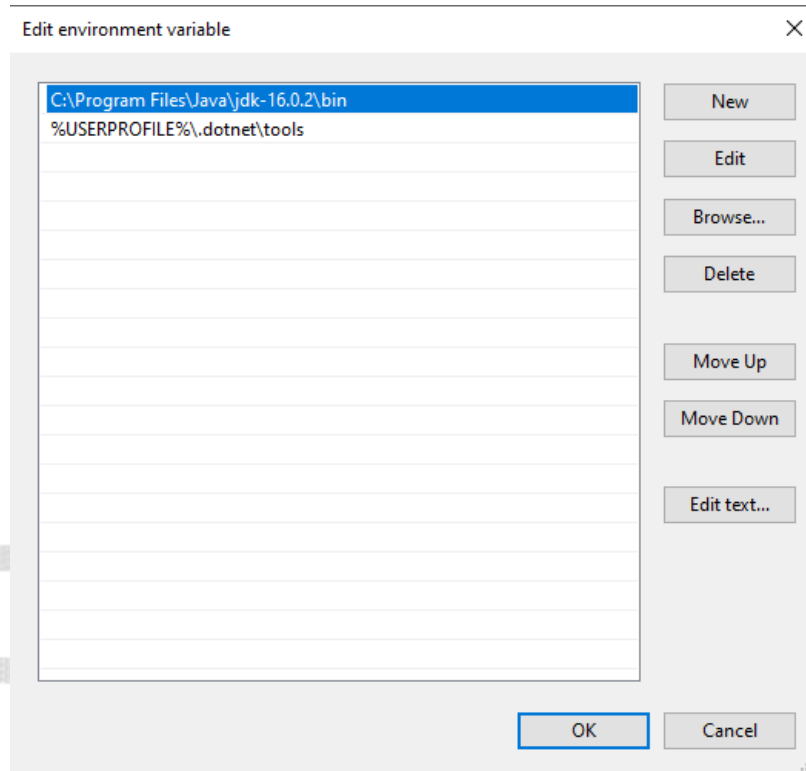


En la siguiente ventana debe seleccionar Avanzado y luego Variables de Entorno.

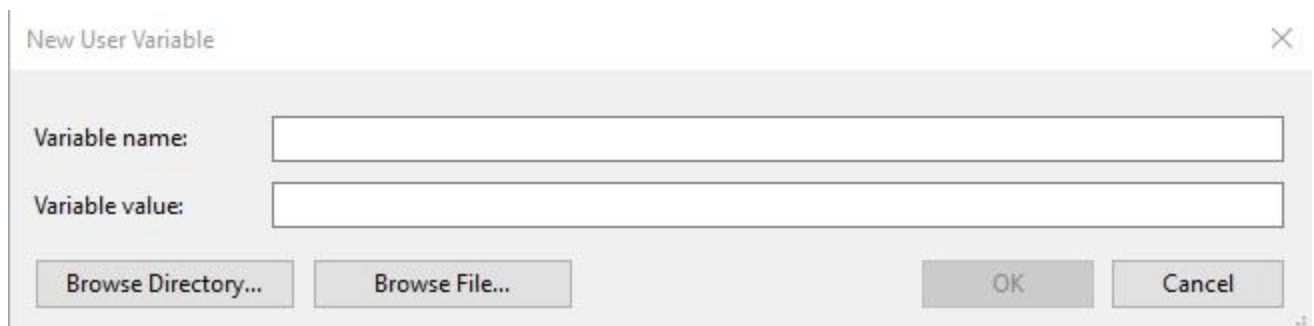


En caso de que usted ya tenga una variable definida (PATH) solo tiene que editar la variable y agregar el nuevo Variable Value. Este valor será el directorio de la carpeta BIN

que se generó después del proceso de instalación de Java. En la mayoría de los casos se puede encontrar en: C:\Program Files\Java aquí debe seleccionar el directoria de la carpeta BIN, en mi caso quedaría de la siguiente manera, tenga presente que puede cambiar en dependencia del número de la versión. C:\Program Files\Java\jdk-16.0.2\bin

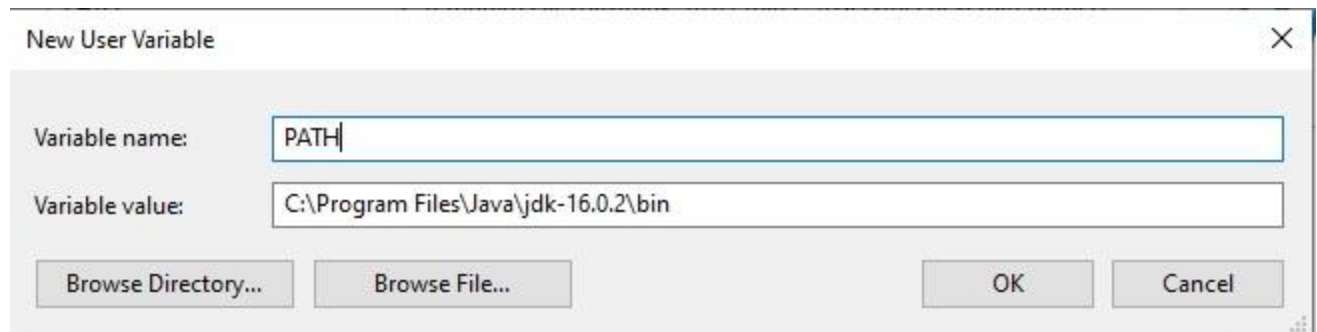


En caso de que la variable de ruta no esté ahí (PATH), Debe seleccionar Nueva y entrar la siguiente información:



Variable Name: PATH

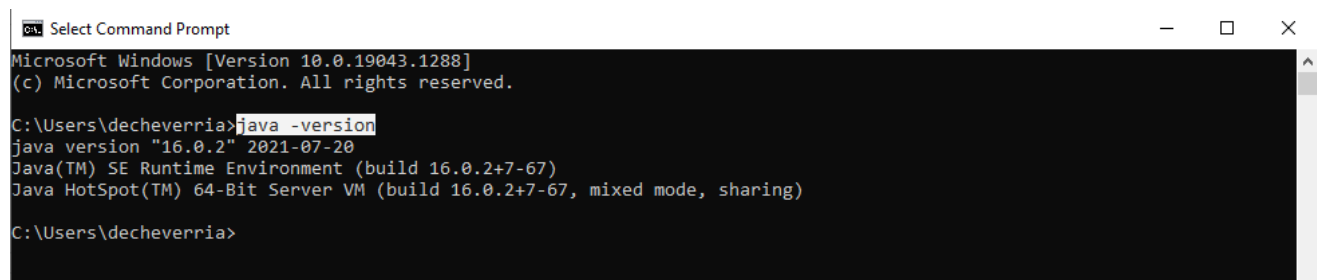
Variable Value: Este valor será el directorio de la carpeta BIN que se generó después del proceso de instalación de Java. En la mayoría de los casos se puede encontrar en: C:\Program Files\Java aquí debe seleccionar el directorio de la carpeta BIN, en mi caso quedaría de la siguiente manera, tenga presente que puede cambiar en dependencia del número de la versión.



Seleccione OK, y quedarán los cambios guardados.

3. Verificar la instalación de Java

Vaya a Command Prompt y escriba `java -version` Si ve una pantalla como la siguiente, Java está instalado.



4. Abriendo JMeter.

Para abrir JMeter, vaya hacia la carpeta donde se descargo JMeter, y seguido vaya a la carpeta /bin

Name	Date modified	Type	Size
backups	10/11/2021 4:37 PM	File folder	
bin	10/11/2021 4:28 PM	File folder	
docs	9/11/2021 9:29 AM	File folder	
extras	9/11/2021 9:29 AM	File folder	
lib	10/10/2021 11:16 AM	File folder	
licenses	9/11/2021 9:29 AM	File folder	
printable_docs	9/11/2021 9:30 AM	File folder	
LICENSE	9/11/2021 9:29 AM	File	16 KB
NOTICE	9/11/2021 9:29 AM	File	1 KB
README.md	9/11/2021 9:29 AM	MD File	10 KB

y allí haga doble clic en el archivo jmeter.bat

apache-jmeter-5.4.1 > apache-jmeter-5.4.1 > bin >

Name	Date modified	Type	Size
examples	9/11/2021 9:29 AM	File folder	
report-template	9/11/2021 9:29 AM	File folder	
templates	9/11/2021 9:29 AM	File folder	
ApacheJMeter	9/11/2021 9:29 AM	Executable Jar File	14 KB
ApacheJMeterTemporaryRootCA	10/9/2021 9:53 AM	Security Certificate	2 KB
ApacheJMeterTemporaryRootCA.usr	10/9/2021 9:53 AM	USR File	2 KB
BeanShellAssertion.bshrc	9/11/2021 9:29 AM	BSHRC File	2 KB
BeanShellFunction.bshrc	9/11/2021 9:29 AM	BSHRC File	3 KB
BeanShellListeners.bshrc	9/11/2021 9:29 AM	BSHRC File	2 KB
BeanShellSampler.bshrc	9/11/2021 9:29 AM	BSHRC File	3 KB
create-rmi-keystore	9/11/2021 9:29 AM	Windows Batch File	2 KB
create-rmi-keystore	9/11/2021 9:29 AM	Shell Script	2 KB
erer.jmx	10/10/2021 11:19 AM	JMX File	84 KB
hc.parameters	9/11/2021 9:29 AM	PARAMETERS File	2 KB
heapdump	9/11/2021 9:29 AM	Windows Comma...	2 KB
heapdump	9/11/2021 9:29 AM	Shell Script	1 KB
jaas.conf	9/11/2021 9:29 AM	CONF File	2 KB
jmeter	9/11/2021 9:29 AM	File	9 KB
jmeter	9/11/2021 9:29 AM	Windows Batch File	9 KB
jmeter	10/11/2021 4:55 PM	Text Document	50 KB
jmeter.properties	9/11/2021 9:29 AM	PROPERTIES File	56 KB
jmeter	9/11/2021 9:29 AM	Shell Script	4 KB
jmeter-n	9/11/2021 9:29 AM	Windows Comma...	2 KB



Y automáticamente quedará abierto JMeter.

Instalando JMeter en Mac.

Instalación de JMeter a través de Homebrew.

En caso de que no sepas lo que significa Homebrew, se trata de un gestor de paquetes para macOS. (Para más información sobre cómo configurar Homebrew puedes encontrarla en <https://brew.sh/>.)

La instalación de JMeter utilizando HomeBrew implica los siguientes pasos:

1. Abre un terminal de Mac donde ejecutarás todos los comandos.
2. Comprueba si el gestor de paquetes Homebrew está instalado en tu Mac. Para ello, ejecute:
`brew help o brew -v`
3. Si Homebrew no está instalado, puedes instalarlo fácilmente con el siguiente comando:
`/bin/bash -c "$(curl -fsSL https://raw.githubusercontent.com/Homebrew/install/master/install.sh)"`
4. Para instalar JMeter sin ningún tipo de plugins adicionales es necesario ejecutar el siguiente comando:
`brew install jmeter`
5. Para instalar JMeter con todos los plugins extra necesitas ejecutar el siguiente comando:
`brew install jmeter --with-plugins` (desde Homebrew 2.0 esta opción ya no funciona)
6. Verifique la instalación utilizando el comando:
`jmeter -v`
7. Ejecute JMeter con el comando:
`jmeter`



Instalación de JMeter descargando el archivo con la última versión.

La segunda opción para instalar JMeter consiste en descargar el archivo con la última versión, descomprimirlo y ejecutarlo desde la línea de comandos.

Para ello hay que seguir los siguientes pasos:

- Ir a https://jmeter.apache.org/download_jmeter.cgi
- Descargue los últimos binarios zip o tgz
- Descomprimir el archivo
- Una vez descomprimido con éxito, vaya a la carpeta bin y ejecute el siguiente comando para iniciar JMeter: `sh jmeter.sh`

Queda a tu elección el método que prefieras ya que al final obtendrás resultados similares. Tenga presente que debe tener como requisito Java instalada en tu MAC.

Referencias Bibliográficas:

- **Performance testing guidance for web applications: patterns & practices.** Libro Microsoft Press (2007)
- **The Art of Application Performance Testing.** Libro
- **Introducción a las Pruebas de sistemas de información.** Libro:
<https://www.federico-toledo.com/libro-de-testing-introduccion-a-las-pruebas-de-sistemas-de-informacion/>
- **Performance Testing United.** Syllabus (PtU):
https://www.pt-united.com/_files/ugd/b7b6d6_306fc46f0d6b4c6a83f11f33e47b83fa.pdf
- **Foundation Level Performance Testing Certification.** ISTQB Syllabus:
<https://www.istqb.org/documents/ISTQB%20CTFL-PT%20Syllabus%202018%20GA.pdf>
- **ISO 25010 - Características de Calidad de los productos de Software.** Norma Internacional.
<https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010>
- Página Oficial JMeter: <https://jmeter.apache.org/>

