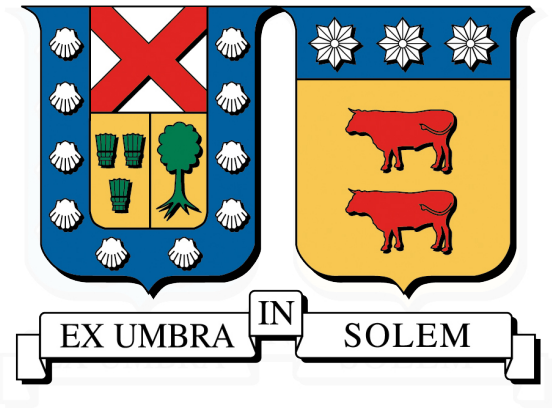
UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA
VALPARAÍSO - CHILE




# ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA TRANSFERENCIA DE MENSAJES EN ARQUITECTURAS DE MICROSERVICIOS

**BRIAN ALEJANDRO VIDAL CASTILLO**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERÍA DE EJECUCIÓN EN INFORMÁTICA

PROFESOR GUÍA : RAÚL MONGE ANDWANTER
PROFESOR CORREFERENTE : HERNÁN ASTUDILLO ROJAS

NOVIEMBRE 2016

# Agradecimientos

En esta sección escribiré los agradecimientos.

*Dedicatoria*

*En esta sección se incluirá la dedicatoria.*

# RESUMEN EJECUTIVO

Las Arquitecturas de Microservicios proponen la separación de grandes sistemas en pequeños componentes de responsabilidad reducida que poseen su propio almacén de datos, una interfaz de comunicación bien definida y son desarrollados por equipos pequeños e independientes. Un sistema de mediana embergadura suele poseer decenas de microservicios, los que requieren un entorno computacional adaptable a la carga del sistema y estrategias de comunicación entre ellos. Cada mensaje que viaja de un microservicio a otro debe ser serializado en el origen, transportado a través de la red, ruteado y deserializado en destino. La elección de tecnologías y estrategias para realizar dichas operaciones es vital para el perfecto desempeño del sistema y de los programadores, cuyos criterios dependen de la naturaleza del problema. Sin embargo, la estabilización del mercado de herramientas permite generar una matriz que ayude a los arquitectos de software a escoger las herramientas que han probado ser aptas en la industria y alejarse de aquellas combinaciones que han sido insuficientes o sobre complejizadas. La correcta elección puede acelerar el desarrollo de software, optimizar recursos humanos y mejorar la comunicación entre equipos, además de permitir la introducción de nuevos programadores de manera controlada, aislada y fomentar la innovación dentro de las empresas.

**Palabras Claves:** Arquitecturas de Microservicios, serialización binaria, protocolos binarios, desarrollo de software basado en mensajes

# ABSTRACT

Micro-services Arquitectures advocates the separation (shift from monoliths to smaller units...) of big systems to tiny components with single responsability, isolated databases, a single comunication interface; usually developed by small and independent teams. A medium-sized system usually consists of dozens microservices, which require a computationally adaptable environment and comunication strategies between them. Each message that travels from one microservice to another must be serialized on origin, transported trough the network, routed and deserialized on destination. The choice of technologies ans strategies to fullfill those operations is vital to the optimal performance of the system and the programmers. The criteria to choose depends of the nature of the solution. Nevertheless the stabilization of tools allows the construction of an arquitectural matrix that can be used by software architects to choose the tools that have been proven on the industry and stay away from the combinations that have been insuficient or overly complex. The right choice can accelerate software development, optimize human resources and improve comunication between teams, it also allows the introduction of new programmers in a controlled and isolated way, fostering innovation inside the organization.

**Keywords.** Micro-services Arquitectures, binary serialization, binary protocols, message-diven development

# GLOSARIO

Canal de mensajes: Es el medio por el cual un productor de mensajes y un consumidor se comunican

Mensaje: Unidad básica en la construcción de arquitecturas basasdas en mensajes? microservicios? No son necesarios los microservicios, pero sí el paso de mensajes. Microservicios sólo dramatizan esta situación. Ahí la utilidad. Un mensaje es una estructura de datos definida, sin comportamiento propio que es intercambiado entre componentes de un sistema.

Microservicio: Componente de un sistema. Posee una única responsabilidad y almacén propio de datos. Toda comunicación es a través de una interfaz bien definida.

Arquitectura de microservicios: Patrón de arquitectura de software donde los sistemas son construidos por numerosos componentes responsables de una única tarea en lugar de un gran monolito con múltiples responsabilidades.

Programación asíncrona: Capacidad de un sistema de entregar un contendor para un dato que eventualmente estará disponible

Reactividad: Capacidad de un sistema para responder ante la eventual disponibilidad de un dato

Arquitecturas basadas en mensajes: Patrones de arquitectura de software donde la comunicación es a través del paso de estructuras de datos conocidas tanto por el origen y el destino.

Serialización: Proceso reversible por el cual una estructura de datos es transformada a una representación transportable por la red

Deserialización: Proceso por el cual una estructura de datos es trabsformada desde su representación a su estado original

Protocolos de transporte: Conjunto de reglas por las cuales una estructura de datos es negociada, entregada o rechazada (ELABORAR)

The difference being that messages are directed, events are not — a message has a clear addressable recipient while an event just happen for others (0-N) to observe it.

Message oriented applications by default come with removal of shared memory. Publisher and subscriber don't need to share a memory space. On the other hand, all the other features (i.e. order, method name coupling and such) are not necessities.

# Índice de Contenidos

# Índice de Tablas

# Índice de Figuras

# INTRODUCCIÓN

### 0.0.1. Contexto:Motivo

*Justo después del resumen inicia la introducción, en la cual el tesista ubica al lector en el contexto mundial, nacional, así como señala la importancia del tema que se ha seleccionado en el área de su disciplina y así mismo guía al lector hacia la estructura de la tesis narrando lo que encontrará en casa uno de los capítulos del documento.*

La rama de la Informática que se dedica al diseño e implementación de sistemas distribuidos ha tenido una década sin tregua.

Desde la masificación de los navegadores web y los dispositivos móviles, se ha trabajado incesablemente por entregar mejores herramientas a quienes implementan servicios complejos, distribuidos en distintas regiones geográficas; sistemas que deben mantenerse en coordinación y coherencia. La práctica más común, hace un par de años, era desarrollar enormes sistemas con grandes almacenes de datos y alojarlos en costosa infraestructura.

Latinoamérica no puede darse esos lujos [1].

La revolución cultural informática que ha traído el uso de contenedores se ha reflejado en la forma de construir aplicaciones distribuidas; hoy ya no diseñamos monolitos y hemos adoptamos la cultura de construir un gran número de servicios informáticos con tareas muy específicas que, en conjunto, entregan un gran nivel de resilencia, elasticidad y por sobre todo, claridad mental a quienes los desarrollan.

Sin embargo, tal cantidad de servicios, cuyo número siempre crece (tal como nos indica la experiencia) se ven enfrentados a una disyuntiva; por un lado requieren de un fuerte contrato acerca de sus responsabilidades y las tareas que son capaces de recibir (nuestros mensajes) y por otro lado demandan un entorno que les permita iterar rápidamente sin acoplarlos demasiado al sistema como un todo.

Muchas de las necesidades de estos pequeños pero numerosos servicios han sido satisfechas por gigantes tecnológicos que saben de primera fuente lo complejo que resulta orquestarlos, distribuirlos, mantenerlos operativos, permitirles fallar elegantemente y más importante aún: mantener una tasa creciente de innovación. Sin embargo, muy poco se ha

estudiado acerca de la forma y la lengua en que se comunican.

La principal barrera en la implementación de soluciones ha sido hasta ahora la enorme diversidad de herramientas, los lenguajes de programación y especificidad en cada solución. Este trabajo busca transformar esta debilidad en una oportunidad para los arquitectos de software [2].

Hoy en día el método más utilizado en la comunicación inter-sistemas es a través de texto plano, a nivel de transporte vía HTTP o a través de protocolos binarios que transportan estructuras codificadas en… texto plano, lo que ha dado a luz a diversas técnicas de programación defensiva y, sin ir más lejos, pérdida de productividad en los desarrolladores que deben preocuparse por la "forma" que traen los datos que necesitan en lugar de simplemente utilizarlos [3].

Y es allí donde radica la oportunidad de abrazar la diversidad de lenguajes de programación y protocolos de transporte, utilizando datos estructurados o semi estructurados en un dialecto neutral (a los lenguajes de programación).

A pesar de no ser el tema de estudio en esta memoria, las diferencias en rendimiento computacional (considerando cada tecnología por separado) son abismantes [4] [4.1].

Entonces, ¿Por qué seguimos comunicando sistemas a través de texto? ¿No existen acaso convenciones que nos ayuden a diseñar tales sistemas? Y más importante aún ¿Por qué estamos usando el camino más lento y endeble para construir sistemas igual de endebles?

En el desarrollo de esta memoria propongo desarrollar argumentos que motiven a los arquitectos de software a utilizar protocolos binarios para transportar estructuras de datos bien definidas, versionables, además de utilizar herramientas de generación de código para automatizar estas tareas, así como también formas de integrar estos procesos en la cadena de producción de software, para potenciar la integración continua.

A la vez, esta memoria pretende ser la antesala al fenómeno del Internet de las Cosas en Latinoamérica, cuyo núcleo es la comunicación entre pequeños sistemas [5].

# 1 | Capítulo 1

El foco de este trabajo es estudiar el comportamiento a escala de los diversos protocolos de transferencia de datos que reinan en el mercado, principalmente durante su crecimiento por demanda.

## 1.1. Definición del Problema

La infraestructura necesaria para el funcionamiento de internet es costosa en términos económicos, ambientales, climáticos, políticos y operacionales.

Los sistemas que se mantienen relevantes, se ven enfrentados a una gran cantidad de elementos que aumentan la complejidad de la puesta en marcha; la modularización de sus componentes de software, falta de resilencia, ineficiencias en recursos humanos y un alto costo de planificación y desarrollo son algunos de los síntomas que dan cuenta de esta complejidad que emerge al distribuir sistemas.

A lo largo de los años, con la proliferación de Internet, la necesidad de distribuir sistemas ha aumentado; diversos patrones de programación y arquitecturas de software han demostrado lo desafiante que resulta crear sistemas distribuidos confiables.

Latinoamérica es un continente nacido de venturas españolas y portuguesas, donde el foco de inversión de las industrias tecnológicas se dicta desde el otro extremo del mundo. Allá, el 85 % del intercambio de datos se realiza en redes móviles. Una tendencia que se refleja a todos los continentes, con un 51,3 % de todo el tráfico mundial de Internet en el 2016 provino desde y hacia dispositivos móviles [1]

# 2 | Capítulo 2

## 2.1. Marco Teórico

MANTENERSE OBJETIVO EN ESTE CAPÍTULO

INCLUIR NÚMERO DE RFC EN CADA PROTOCOLO

Lo que se va a analizar

- Protocolos
- Serialización
- Comunicación entre procesos

## 2.2. Protocolos de Transferencia de Datos

Para que un dato sea transportado desde un punto a otro necesita tener una forma determinada para ser apto en el mecanismo de transporte, además debe tener una estructura replicable por ambas partes de tal manera que el dato recibido sea una copia fiel del original y sea entendido por ambas partes.

Cuando se trata de la transferencia de datos en arquitecturas de microservicios se debe considerar que el fundamento de todos estos mecanismos es TCP, que pone a disposición el concepto de puertos, para utilizar más de un protocolo por dirección IP; garantiza también el orden e integridad de los grupos de bytes en tránsito, por lo cual, los protocolos pueden construir instrumentos más sofisticados usando estos cimientos.

Un Protocolo de Transferencia de Datos se compone tanto de comandos (esto es un conjunto de reglas que deben ser seguidas en un orden determinado) que son utilizadas

en iniciar, negociar, mantener y terminar la conexión entre los puntos involucrados; se compone además de una estructura bien definida y replicable para los datos que han de ser transferidos. Dichas estructuras suelen incluir metadatos, como delimitadores de inicio y términio de un dato o indicadores de la longitud de éstos mismos. Las presencia, ausencia y combinaciones de estos indicadores y su emplazamiento, dan origen a innumerables estructuras posibles (formas de serialización).

Las formas de serialización son elementos intercambiables (y reemplazables) en los protocolos y muy raramente son parte de los protocolos mismos. Esto permite una evolución continua de las arquitecturas y la experimentación con nuevos elementos para optimizar el funcionamiento de los sistemas. De no ser así, esta memoria no sería posible.

MONO: PROTOCOLO = COMANDOS + SERIALIZACION

Configuraciones comunes en los protocolos de transferencia de datos incluyen métodos de compresión, indicadores configurables de fin de transferencia, indicación del formato de serialización, semánticas de orden y distribución, mecanismos de sincronización, entre otros. Otros parámetros menos usados junto a TCP son las rutinas de detección y corrección de errores.

Es necesario hacer la distinción entre los protocolos de transporte y los protocolos de transmisión de datos. Los primeros son aquellos que determinan la manera en que viajan **bytes** a través de las redes (contemplan a TCP y UDP); los segundos determinan las maneras en que son transportadas, embaladas y abiertas las **estructuras de datos** formadas por bytes. Estos últimos son usados por las aplicaciones en la intercomunicación. Un término usado en lengua inglesa es *wire protocol*, cuya traducción literal puede ser protocolo de cable.

Los protocolos de transferencia de datos pueden ser estructurados como comandos de texto o como una secuencia de bytes (también llamado modo binario). La elección de un protocolo basado en texto o uno binario es una decisión arquitectural fundamental, que engloba implicancias en el rendimiento del sistema, complejidad para los desarrolladores de aplicaciones e incluso implicancias a nivel ético y de recursos humanos.

Será la última década en el campo de la informática el foco generacional de esta memoria, de donde se analizan los protocolos relevantes para el desarrollo de software de

ésta y la próxima oleada de tecnología. El campo de observación será la evolución temporal que se produce cuando un proyecto nace del revisitar ideas anteriores, como el caso de HTTP/1.1 y HTTP2.

### 2.2.1. Protocolos Basados en Texto

Cuando los comandos que componen el guión que intercambiarán los sistemas están escritos en lenguajes humanos, estamos en la presencia de protocolos basados en texto, esto es una serie de instrucciones legibles por personas y que deben ser traducidos a formas interpretables por máquinas antes de ser interpretadas por el hardware OJO ACÁ. Estos protocolos tienen la característica de que no necesitan herramientas de software específicas y su funcionamiento puede ser analizado con técnicas forenses.

La incidencia de los protocolos de transferencia de datos basados en texto es enorme en la actualidad (tan dramática incluso, que se podría metaforizar que son el combustible de lo que hoy conocemos por Internet).

De esta categoría de protocolos, serán estudiados tres de ellos:

- STOMP
- HTTP
- ZMTP

Esta elección responde a la necesidad de evaluarles en distintos modelos de comunicación (cliente-servidor, suscripción, punto-a-punto, etc) con el fin de que las mediciones a obtener sean útiles incluso en modelos nuevos.

#### 2.2.1.1. STOMP

STOMP (*Simple/Streaming Text Oriented Messaging Protocol*, Protocolo Sencillo de Mensajes Orientado a Texto). Sus mensajes se componen de un encabezado con propiedades y un cuerpo. Los principios del diseño del protocolo se basan en generar mensajes sencillos y ampliamente inter-operables.

STOMP no maneja colas ni temas; usa una semántica de envío (SEND) con un texto de destino. El intermediario (broker) debe transformar este texto de forma interna en un tema, cola o intercambio. Los consumidores pueden suscribirse a esos destinos. Dado que los destinos no están definidos en la especificación, queda a merced de la implementación el tipo de destino. No siempre es posible cambiar de implementación de manera directa.

Sin embargo, STOMP es sencillo y liviano, con un gran número de librerías en diversos lenguajes. Posee también semánticas transaccionales. Esfuerzos actuales han permitido utilizar el protocolo a través de WebSockets lo que abre la posibilidad de llegar a los navegadores web, dispositivos móviles y aplicaciones en tiempo real.

#### 2.2.1.2. HTTP 1.1

HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*, Protocolo de Transferencia de Hipertexto) fue diseñado para sistemas de medios distribuidos y colaborativos. Ha sido usado desde 1990 en la iniciativa de la red amplia mundial (World-Wide Web). La primera versión, conocida como HTTP/0.9, era un protocolo simple para la transferencia de datos en bruto a través de internet. Su iteración posterior, HTTP/1.0 mejoró el protocolo al permitir que los mensajes fuesen codificados usando MIME-types; añadiendo metadatos sobre la información transferida y añadiendo modificaciones en la semántica de petición-respuesta. Sin embargo, HTTP/1.0 poseía falencias; no estaba diseñado para permitir intermediarios (proxies), caché, conexiones persistentes o hosts virtuales.

Los mensajes tienen la siguiente estructura:

- **Línea inicial** Termina con retorno de carro y un salto de línea. Su estructura depende de si se trata de una petición o una respuesta
  - Para las peticiones: la acción requerida por el servidor (método de petición) seguido de la URL del recurso y la versión HTTP que soporta el cliente
  - Para respuestas: La versión del HTTP usado seguido del código de respuesta (que indica que ha pasado con la petición seguido de la URL del recurso) y de la frase asociada a dicho retorno.

- **Cabeceras** Son metadatos y terminan con una línea en blanco. Estas cabeceras le dan gran flexibilidad al protocolo
- **Cuerpo** Es opcional. Su presencia depende de la línea anterior del mensaje y del tipo de recurso al que hace referencia la URL. Típicamente tiene los datos que se intercambian cliente y servidor Por ejemplo para una petición podría contener ciertos datos que se quieren enviar al servidor para que los procese. Para una respuesta podría incluir los datos que el cliente ha solicitado.

Ejemplo

**Petición**

```
GET /index.html HTTP/1.1
Host: www.example.com
User-Agent: nombre-cliente
Referer: www.google.com
User-Agent: Mozilla/5.0
Connection: keep-alive
[Línea en blanco]
```

**Respuesta**

```
HTTP/1.1 200 OK
Date: Fri, 31 Dec 2003 23:59:59 GMT
Content-Type: text/html
Content-Length: 1221

<html>
</html>
```

#### 2.2.1.3. ZMTP

ZMTP (ZeroMQ Message Transport Protocol) es un protocolo para la capa de transporte para intercambiar mensajes entre dos pares conectados a una capa de transporte para

intercambiar mensajes. Se trata de un protocolo de par a par.

Una conexión típica involucra

- Ambos pares acuerdan la versión y los mecanismos de seguridad de la conexión al enviarse mensajes y eligiendo continuar la conexión o bien cerrrándola
- Se acuerda el mecanismo de seguridad intercambiando cero o más comandos. Si el acuerdo es exitoso, los pares continúan la discusión, de lo contrario uno o ambos cierran la conexión.
- Cada par envía al otro metadatos sobre la conexión a modo de último comando. Los pares combrueban los metadatos y deciden si seguir o cerrar la conexión.
- Cada par queda listo para intercambiar mensajes con el otro. Cualquiera de ellos puede cerrar la conexión en cualquier momento.

### 2.2.2. Protocolos Binarios

DEFINICION

Un protocolo binario es aquel diseñado para ser leído por máquinas o software en lugar de personas. Estos protocolos tienen la característica de ser sucintos, lo que se traduce en una potencial ventaja en rendimiento tanto en transmisión como interpretación,

Dichos protocolos requieren herramientas específicas para ayudar en el desarrollo y la detección de problemas. A diferencia de los protocolos basados en texto, estas no pueden ser usadas para más de un protocolo.

http://martin.kleppmann.com/2012/12/05/schema-evolution-in-avro-protocol-buf
html

- AMQP
- MQTT
- Thrift
- HTTP2

#### 2.2.2.1. AMQP

AMQP (*Advanced Message Queuing Protocol*, Protocolo Avanzado de Mensajería basado en Colas) fue diseñado como un reemplazo abierto frente a soluciones propietarias de mensajería. Dos de las razones más potentes para la adopción de AMQP han sido confiabilidad e interoperabilidad.

El protocolo incluye una gran cantidad de características de mensajería, incluyendo colas persistentes, mensajería de publicación-suscripción basada en tópicos, ruteo flexible, transacciones y seguridad. Los mensajes pueden ser entregados de forma directa, por tema e incluso basándose en las cabeceras.

Existe una gran flexibilidad para ajustar el funcionamiento del protocolo; es posible controlar el acceso a las colas de mensajes y manejar su profundidad, entre otras cosas.

Todo el protocolo se diseñó desde el comienzo para permitir la interoperabilidad entre implementadores.

**BNF**

```
amqp                = protocol-header *amqp-unit
protocol-header     = literal-AMQP protocol-id protocol-version
literal-AMQP        = %d65.77.81.80             ; "AMQP"
protocol-id         = %d0                       ; Must be 0
protocol-version    = %d0.9.1                   ; 0-9-1
method              = method-frame [ content ]
method-frame        = %d1 frame-properties method-payload frame-end
frame-properties    = channel payload-size
channel             = short-uint                ; Non-zero
payload-size        = long-uint
method-payload      = class-id method-id *amqp-field
class-id            = %x00.01-%xFF.FF
method-id           = %x00.01-%xFF.FF
amqp-field          = BIT / OCTET
                    / short-uint / long-uint / long-long-uint
```

```
                    / short-string / long-string
                    / timestamp
                    / field-table
short-uint          = 2*OCTET
long-uint           = 4*OCTET
long-long-uint      = 8*OCTET
short-string        = OCTET *string-char        ; length + content
string-char         = %x01 .. %xFF
long-string         = long-uint *OCTET          ; length + content
timestamp           = long-long-uint            ; 64-bit POSIX
field-table         = long-uint *field-value-pair
field-value-pair    = field-name field-value
field-name          = short-string
field-value         = 't' boolean
                    / 'b' short-short-int
                    / 'B' short-short-uint
                    / 'U' short-int
                    / 'u' short-uint
                    / 'I' long-int
                    / 'i' long-uint
                    / 'L' long-long-int
                    / 'l' long-long-uint
                    / 'f' float
                    / 'd' double
                    / 'D' decimal-value
                    / 's' short-string
                    / 'S' long-string
                    / 'A' field-array
                    / 'T' timestamp
                    / 'F' field-table
```

```
                    / 'V'                       ; no field
boolean             = OCTET                     ; 0 = FALSE, else TRUE
short-short-int     = OCTET
short-short-uint    = OCTET
short-int           = 2*OCTET
long-int            = 4*OCTET
long-long-int       = 8*OCTET
float               = 4*OCTET                   ; IEEE-754
double              = 8*OCTET                   ; rfc1832 XDR double
decimal-value       = scale long-uint
scale               = OCTET                     ; number of decimal digits
field-array         = long-int *field-value     ; array of values
frame-end           = %xCE
content             = %d2 content-header *content-body
content-header      = frame-properties header-payload frame-end
header-payload      = content-class content-weight content-body-size
                      property-flags property-list
content-class       = OCTET
content-weight      = %x00
content-body-size   = long-long-uint
property-flags      = 15*BIT %b0 / 15*BIT %b1 property-flags
property-list       = *amqp-field
content-body        = %d3 frame-properties body-payload frame-end
body-payload        = *OCTET
heartbeat           = %d8 %d0 %d0 frame-end
```

#### 2.2.2.2. MQTT

MQTT (*Message Queue Telemetry Transport*, Cola de Mensajes para Transporte Telerimétrico), fue desarrollado originalmente por IBM junto a otros actores de la industria y liberado años más tarde a la comunidad de código abierto. Actualmente está siendo

desarrollado por el consorcio OASIS.

Los principios de diseño y metas de MQTT son mucho más simples que AMQP: entregar un modelo de publicación-suscripción sin colas (a pesar del nombre), donde el énfasis está en el intercambio de información entre dispositivos de recursos limitados, altas latencias y bajos anchos de banda.

- Sólo cinco métodos
- No es posible agregar metadatos a los mensajes
- Encabezados comprimidos

Soporta QoS 1, 2 y 3

Facebook usa el protocolo para sus servicios de mensajería ("Facebook Messenger") con gran éxito REFERENCIA

#### 2.2.2.3. HTTP2

HTTP/2 es desarrollado por la división HTTP del Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet (IETF por sus sigla en inglés), quien se encarga de mantener también el protocolo HTTP. Se trata de un esfuerzo conjunto de implementadores, usuarios, operadores de red y expertos en el campo.

A diferencia de su predecesor (HTTP1.1), esta versión ya no está basada en texto plano, si no que se estructura de forma binaria. Dejar las órdenes basadas en texto, sumado a la nueva compresión de encabezados, permite que el protocolo haya reducido dramáticamente la transferencia de datos a cambio de dejar de ser legible por el ojo humano. Sin embargo, ya existen herramientas para facilitar la tarea de analizar el tráfico.

Otra diferencia dramática de esta versión del protocolo es la posibilidad de un cliente de enviar múltiples peticiones usando una misma conexión, es más, el servidor puede responder las peticiones en cualquier orden, lo que permite mantener un flujo contante de respuestas. Es más, el servidor es ahora capaz de enviar recursos al cliente sin que hayan sido explícitamente requeridos. Estos aspectos son muy importantes en escuelas de programación reactiva y arquitecturas de microservicios.

ESPECIFICACIÓN <– principalmente ventajas

MÁQUINAS DE ESTADO <– mono

QoS <– 1,2,3 QUIÉN LO USA <– farándula

#### 2.2.2.4. Apache Thrift

Thrift es un proyecto que engloba un protocolo binario orientado a flujos, un lenguaje de definición de interfaces, un conjunto de mecanismos de serialización y herramientas para la generación de código. A diferencia del resto de los proyectos estudiados acá, Thrift intenta entregar una solución completa ARGUMENTAR ACÁ en la transferencia de mensajes.

Fue desarrollado inicialmente en Facebook para el desarrollo escalable de servicios que abarcan múltiples lenguajes de programación. Más tarde, fue donado a la fundación Apache quien es el actual gobernante del proyecto.

## 2.3. Serialización

### 2.3.1. Serialización Basada en Texto

DEFINIR

Una forma de serialización común es a través del uso de carácteres de texto como delimitadores de las estructuras de datos o bien, el uso de estructuras de datos usando únicamente texto legible por el humano.

- XML
- JSON

#### 2.3.1.1. XML

XML (Extensible Markup Language, Lenguaje de Marcado Extensible) es un lenguaje basado en etiquetas que define un conjunto de reglas para la codificación de documentos en un formato que a la vez legible por humanos y máquinas. La especificación es gobernada por el Consorcio Mundial de la Web (W3C, World Wide Web Consortium).

Los principios de diseño de XML enfatizan la simplicidad, generalización y usabilidad a través de todo Internet. El formato se basa netamente en texto, con soporte Unicode para permitir el uso amplio de lenguajes humanos. El lenguaje es ampliamente usado para transmitir estructuras de datos a través de servicios webs.

Dado que se trata de un formato extensible, es necesario el uso de esquemas que especifiquen la forma de las estructuras de datos.

#### 2.3.1.2. JSON

La Notación de Objeto de JavaScript (JSON) es un formato ligero para el intercambio de datos. Es sencillo de leer y escribir por humanos; es simple de procesar y generar para las máquinas.

Tiene sus raíces en un subconjunto del Estándar ECMA de JavaScript ECMA-262 3rd Edition - Decem
A nivel de programación, es independiente del lenguaje, pero utiliza convenciones familiares para programadores de C, C++, C#, Java, JavaScript, Perl, Python, entre otros.

Se construye en base a dos estructuras

- Una colección de pares clave-valor, conocido en otros lenguajes como un objeto, registro, estructura, diccionario, tablas, listas indexadas or arreglos asociativos
- Una lista ordenada de valores: arreglos, vectores, listas o secuencias.

### 2.3.2. Serialización Binaria

DEFINIR

Acá se hace uso de semánticas al nivel de byte para definir los atributos que permiten generar y procesar las estructuras de datos.

- Protocol Buffers
- Avro
- Thrift

| | Uno a uno | Uno a muchos |
|---|---|---|
| Síncrono | Petición-respuesta | |
| Asíncrono | Notificación<br>Productor-consumidor | Petición-respuesta asíncrona<br>Productor asíncrono |

#### 2.3.2.1. Protocol Buffers

#### 2.3.2.2. Avro

#### 2.3.2.3. Thrift

- BinaryProtocol
- CompactProtocol

## 2.4. Patrones de Transferencia de Datos Entre Procesos

### 2.4.1. Transferencia Síncrona

#### 2.4.1.1. Petición-Respuesta

### 2.4.2. Transferencia Asíncrona

#### 2.4.2.1. Uno a uno

**Notificación Productor-Consumidor**

#### 2.4.2.2. Uno a muchos

**Petición/Respuesta asíncrona (push) Productor asíncrono (suscripción)**

## 2.5. Lenguajes de programación

Por último, incompleto estaría este trabajo al no considerar las implicancias de los paradigmas de programación en la implementación de sistemas y sus métricas a observar.

La principal fuerza modelando la industria en este momento es la programación desde, hacia y mediante la web. Donde se incluye

- lenguajes que son diseñados para crear aplicaciones de plataforma mediante el uso de herramientas nativas de la web (orientadas al navegador)
- lenguajes que transportan y transforman datos para ser consumidos por aplicaciones web (orientadas a cómputo)

#### 2.5.0.1.

# 3 | Capítulo 3

## 3.1. Diseño y Construcción de las Pruebas

Para evaluar el rendimiento, complejidad y escalabilidad de cada combinación de protocolo de transferencia, formato de serialización y patrón de comunicación entre procesos, se diseñarán dos arquitecturas de software; una enfocada en operaciones transaccionales y otra con menos garantías.

El artefacto principal es una técnica para medir ad-hoc la eficiencia de una configuración de protocolos de transmisión de datos.

## 3.2. Metodología

Mido escalabilidad con peticiones bidireccionales.

Establecer un criterio para diferenciar la manera en que se distribuyen las peticiones dentro del sistema; argumentar que la naturaleza de la arquitectura tiene grandes repercusiones en la utilidad de los resultados de esta memoria; aún así, es posible generar mediciones que sirvan de aproximación.

Curvas de tráfico principales incluyen round robin/equilibrado, lightail/arrastre, blackhole. Round robin corresponde al clásico algoritmo de distribuir los mensajes de forma equitativa y espaciosa (considerar supergrupos para aumentar espacialidad); lightsail funciona como un punto de gravedad que atrae los mensajes en curso y finalmente, black hole es un anillo de lightsails.

Usar una matriz de 3x3 (o R3) con un eje que indique densidad de la arquitectura, el otro indica peticiones y el último indica tipo de distribución (aleatoria, euclidiana, constante)

MODELOS DE DISTRIBUCIÓN

El uso de modelos de distribución permite comprobar la solidez de los resultados cuando cambia la arquitectura o demostrar que no son corroborables. Es también una medida para ir controlando los experimentos.

Tomar tiempo hasta el primer byte útil, latencias aportadas por el protocolo usando el mismo broker, mismos servidores, mismos servicios en una misma arquitectura; sólo medir lo que aporta el protocolo y las serializaciones cuando el resto se mantiene constante.

- Aleatorio
- Euclidiano
- Constante (acá hay que crear una forma de generar un patrón aleatorio que se mantenga durante toda la medición)
- Levantar máquinas
- instalar software
- escoger apps
- programar gateway
- programar scheduler de tareas
- alguna forma de variar los parámetros

## 3.2.1. Procedimiento

Una vez implementadas las arquitecturas, brokers,

Apps capaces de intercambiar en tiempo de ejecución los brokers y formatos de serialización. Implica que las apps deben tener soporte para todo lo estudiado.

### 3.2.1.1. Instrumentos

La infraestructura será montada sobre redes elásticas (SDN) y el cómputo será realizado por teléfonos móviles, routers y microcomputadores.

#### 3.2.1.2. Software

Para realizar las mediciones se utilizará un recolector de métricas dirigido a un graficador volátil.

- Typhoon
- Apache jMeter
- collectd

### 3.2.2. Estrategia de análisis

Los patrones de tráfico son autogenerados por el algoritmo en estudio. Dichos patrones son luego ejecutados por un software que genera las peticiones especificadas en el diseño. La arquitectura se encarga de dar cómputo a dichas peticiones.

Es labor del patrón de tráfico logar que el itinerario entre los nodos de la red sea predecible y llevado a cabo.

Se utiliza afinidad a los nodos como parámetro para el diseño del tráfico y proximidad entre nodo para crear asociaciones geométricas (para generar topologías de anillos, etc).

## 3.3. Métricas

**Rendimiento**

- Mensajes por segundo
- Operaciones por segundo
- Overhead de transporte
- Overhead de serialización
- Latencia hasta el primer byte del cuerpo
- Latencia hasta el último byte de un buffer fijo.

**Operacionales**

- Infraestructura
- Complejidad percibida
- Líneas de código
- Tareas automatizables
- Costos operacionales
- Energía consumida

**Documentación**

- Estándares: Estado del arte de los protocolos de comunicación
- Librerías disponibles
- Lenguajes soportados: Acá considerar el estado del arte en la programación basada en la web.

# 4 | Capítulo 4

## 4.1. Mediciones

INCLUIR ACÁ LOS RESULTADOS DE LAS MEDICIONES
INCLUIR ANÁLISIS INICIAL DE LOS RESULTADOS

# 5 | Capítulo 5

## 5.1. Validación y Análisis de los Resultados

***Recomendaciones generales:***

- *Presenta los resultados interpretando los datos a la luz del marco teórico planteado, dependiendo de la pregunta de investigación y los objetivos de la misma.*
- *Recuerda que los datos no son los resultados. Los resultados vienen del análisis de los datos para encontrarles sentido. Se apoyan en los datos, pero son interpretaciones del estudiante que requieren de argumentación para que tengan sentido. Además, se debe presentar la respuesta que el estudiante da a la pregunta de investigación, con la argumentación que lo lleva a dar esta respuesta.*

## 5.2. Conclusiones

*La función principal de las conclusiones es exponer los hallazgos, observaciones y posibles retos que se desprendan de la investigación realizada. Esta sección nunca puede, como parte formal, ser más extensa que la investigación misma. Una buena sección de conclusiones expondrá de manera puntual y ordenada una síntesis de la investigación realizada a partir de los resultados obtenidos en relación con la hipótesis que dio inicio al trabajo. Al exponer los resultados, debe poder apreciarse si se trata de resultados esperados, si difieren de la expectativas, si son parciales o insuficientes. Es decir, los resultados deben referenciarse con el punto de partida de la investigación. Esto hace que, entre la*

*sección de introducción y la de las conclusiones, haya un vínculo evidente.*

*Es importante considerar que las conclusiones no constituyen un resumen de los capítulos o partes de la tésis. En esta sección tampoco es apropiado introducir nuevos elementos teóricos ni hay lugar para retomar el objeto de estudio desde otras perspectivas.*

*La parte más valiosa de las conclusiones es la reflexión que se deriva de los resultados obtenidos. No es suficiente listar los resultados. A partir de ellos hay qye elaborar observaciones y, sobre todo, nuevas preguntas para futuras investigaciones que permitan aportar en la contrucción del conocimiento.*

# A | ANEXO 1