



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

**SISTEMA DE MONITOREO PARA EL CENTRO DE DATOS DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Ariel Jesú Hernández Monterroso

Asesorado por el Ing. Sergio Arnoldo Méndez Aguilar

Guatemala, junio de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**SISTEMA DE MONITOREO PARA EL CENTRO DE DATOS DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

ARIEL JESUÁ HERNÁNDEZ MONTERROSO

ASESORADO POR EL ING. SERGIO ARNOLDO MÉNDEZ AGUILAR

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO EN CIENCIAS Y SISTEMAS

GUATEMALA, JUNIO DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Floriza Felipa Ávila Pesquera
EXAMINADOR	Ing. Marlon Antonio Pérez Türk
EXAMINADORA	Inga. Sonia Yolanda Castañeda Ramírez
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

SISTEMA DE MONITOREO PARA EL CENTRO DE DATOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, con fecha 15 de octubre de 2013.



Ariel Jesuá Hernández Monterroso



Ciudad de Guatemala, 5 de Mayo de 2014

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director de la Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Ingeniero Silvio José Rodríguez Serrano:

Por este medio atentamente le informo que el estudiante **ARIEL JESUÁ HERNÁNDEZ MONTERROSO, Carné 200817739** de la Carrera de Ciencias y Sistemas, ha finalizado y presentado el informe final del proyecto de EPS titulado: **"SISTEMA DE MONITOREO PARA EL CENTRO DE DATOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA"**, el cual he tenido la oportunidad de revisar y doy visto bueno del mismo.

Agradeciendo la atención a la presente y quedando a sus ordenes para cualquier información adicional.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Sergio Arnaldo Méndez Aguilar
Ingeniero en Ciencias y Sistemas
Colegiado No. 10958

Ing. Sergio Arnaldo Méndez Aguilar



Guatemala, 12 de mayo de 2014.
REF.EPS.DOC.559.05.2014.

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano .

Por este medio atentamente le informo que como Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, **Ariel Jesuá Hernández Monterroso** carné No. **200817739** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **SISTEMA DE MONITOREO PARA EL CENTRO DE DATOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

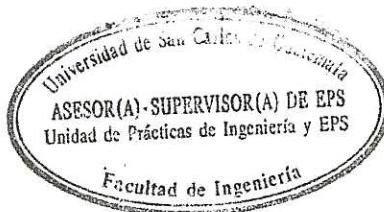
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Floriza Felipa Avila Pesquera de Medinilla
Supervisora de EPS
Área de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

FFAPdM/RA





Guatemala, 12 de mayo de 2014.
REF.EPS.D.249.05.2014.

Ing. Marlon Antonio Pérez Turk
Director Escuela de Ingeniería Ciencias y Sistemas
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Perez Turk.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **SISTEMA DE MONITOREO PARA EL CENTRO DE DATOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**. que fue desarrollado por el estudiante universitario **Ariel Jesuá Hernández Monterroso carné No. 200817739** quien fue debidamente asesorado por la Ing. Sergio Arnaldo Méndez y supervisado por la Inga. Floriza Felipa Ávila Pesquera de Medinilla.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor y la Supervisora de EPS, en mi calidad de Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

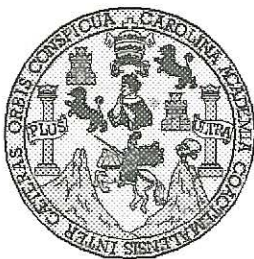
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvia José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS

SJRS/ra





Universidad San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

Guatemala, 28 de Mayo de 2014

Ingeniero
Marlon Antonio Pérez Turk
Director de la Escuela de Ingeniería
En Ciencias y Sistemas

Respetable Ingeniero Pérez:

Por este medio hago de su conocimiento que he revisado el trabajo de graduación-EPS del estudiante **ARIEL JESUÁ HERNÁNDEZ MONTERROSO**, carné 2008-17739, titulado: **"SISTEMA DE MONITOREO PARA EL CENTRO DE DATOS DE LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA"**, y a mi criterio el mismo cumple con los objetivos propuestos para su desarrollo, según el protocolo.

Al agradecer su atención a la presente, aprovecho la oportunidad para suscribirme,

Atentamente,


Ing. Carlos Alfredo Azurdia
Coordinador de Privados
y Revisión de Trabajos de Graduación



E
S
C
U
E
L
A
D
E
C
I
E
N
C
I
A
S
Y
S
I
S
T
E
M
A
S

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIENCIAS Y SISTEMAS
TEL: 24767644

*El Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor con el visto bueno del revisor y del Licenciado en Letras, del trabajo de graduación **“SISTEMA DE MONITOREO PARA EL CENTRO DE DATOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA”**, realizado por el estudiante **ARIEL JESUÁ HERNÁNDEZ MONTERROSO**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.*

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Marlon Antonio Pérez Türk

Director, Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas



Guatemala, 17 de junio 2014

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 283.2014

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, al Trabajo de Graduación titulado: **SISTEMA DE MONITOREO PARA EL CENTRO DE DATOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Ariel Jesú Hernández Monterroso**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Récinos
Decano



Guatemala, 18 de junio de 2014

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme la vida y demostrarme su presencia amorosa en cada uno de los días de mi vida.
- Mis padres** Armando Hernández Bol y Rosa Elida Monterroso Méndez. Por su apoyo fundamental en todo momento.
- Mis hermanos** Jonatan, Luis y Gamaliel Hernández Monterroso. Por ser un gran ejemplo a seguir en mi vida.
- Mi novia** Flor De Azucena López Guarcas. Por su apoyo incondicional a lo largo de toda la carrera.
- Mis amigos** Por brindarme su apoyo en situaciones difíciles que se presentaron a lo largo de la carrera.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por darme la capacidad de lograr mis sueños y metas junto a Él.
Mi familia	Por su apoyo y amor.
Ing. Sergio Méndez Ing. Edwin Sabán Inga. Susan Gudiel	Por la amistad brindada hacia mi persona y el apoyo incondicional para la realización de este proyecto.
Juan Fernando García	Por su amistad y apoyo en la realización de este proyecto.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser mi alma máter y permitirme alcanzar mis metas.
Facultad de Ingeniería	Por la formación profesional brindada.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	III
LISTA DE SÍMBOLOS.....	V
GLOSARIO.....	VII
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XV
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Antecedentes de Centro de Cálculo e Investigación Educativa de la Universidad de San Carlos de Guatemala.....	1
1.1.1. Reseña histórica.....	1
1.1.2. Misión.....	2
1.1.3. Visión	2
1.1.4. Servicios que realiza	3
1.1.4.1. Área de desarrollo.....	3
1.1.4.2. Redes.....	3
1.1.4.3. Investigación educativa	4
1.2. Descripción de las necesidades.....	4
1.3. Priorización de las necesidades.....	5
2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL.....	7
2.1. Descripción del proyecto.....	7
2.2. Descripción preliminar para la solución del proyecto	9
2.2.1. Zabbix	14
2.2.2. Zenoss	15

2.2.3.	Nagios	17
2.3.	Presentación de la solución del proyecto	19
2.4.	Costos del proyecto	21
2.5.	Beneficios del proyecto	22
2.6.	Cronograma	23
3.	FASE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE.....	25
3.1.	Capacitación propuesta	25
3.2.	Material elaborado	26
	CONCLUSIONES.....	27
	RECOMENDACIONES	29
	BIBLIOGRAFÍA	31

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Funcionalidad Zabbix.....	20
----	---------------------------	----

TABLAS

I.	Matriz de priorización de necesidades.....	5
II.	Comparación de Sistemas de Monitoreo	10
III.	Sistemas operativos agente, servidor de Zabbix 2.2	14
IV.	Precio de Zenoss.....	16
V.	Sistemas operativos agente, servidor de Zenoss core 3	16
VI.	Precio de Nagios	18
VII.	Sistemas operativos agente, servidor de Nagios.....	18
VIII.	Costos del proyecto utilizando Zabbix 2.2	21
IX.	Cronograma de actividades	23
X.	Documentación entregada.....	26

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
MIB	Conjunto de datos almacenados correspondientes a una red.
AP	Dispositivo de red que convierte conexiones alámbricas en conexiones inalámbricas.
GPL	Licencia General Pública.
RAM	Memoria de acceso aleatorio.
bits	Micro arquitectura de CPU que describe la capacidad de los buses de datos y direcciones.
TCP	Protocolo de control de transmisión.
POP3	Protocolo de oficina de correo electrónico.
http	Protocolo de transferencia de hipertexto.
SMTP	Protocolo simple de transferencia de correo, perteneciente a la capa de aplicación.
SMS	Servicio de mensajes cortos.
UPS	Sistema de alimentación interrumpida.
tty	Ubicación de lectura y escritura de dispositivos embebidos.
CPU	Unidad de control y procesamiento.
MB	Unidad de medida de bytes equivalente a 10^6 .
GB	Unidad de medida de bytes equivalente a 10^9 .
Mhz	Unidad de medida de hercios equivalente a 10^6 .
Ghz	Unidad de medida de hercios equivalente a 10^9 .

GLOSARIO

Agente	Software instalado en un dispositivo el cual se encarga de recolectar y enviar información solicitada sobre el dispositivo.
Alarma	Medio de acción y comunicación al pendiente de un disparador.
Arquitectura de red	Sistema funcional compuesto por dispositivos que mantienen comunicación o transmisión de datos entre si mediante una conexión alámbrica o radioeléctrica.
<i>Bluetooth</i>	Medio de comunicación entre dispositivos mediante una enlace inalámbrico.
Centro de datos	Ubicación física donde se encuentran todos los recursos necesarios para el procesamiento de la información de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
Clase de política	Clasificación de políticas según sea la gravedad de un problema.

Disparador	Componente de software que realiza una acción establecida en el momento que un evento suceda.
Dispositivo	Componente de hardware que realiza una función conjunta con un software.
Gestión de recursos	Administración de elementos de hardware y dispositivos de red que se encuentran en el centro de datos.
Gráfico de historial	Representación gráfica de la información recolectada mediante un agente a lo largo del tiempo.
Host	Entidad de red física o virtual que se desea supervisar.
Item	Base de recopilación de datos estratégicamente seleccionados sobre un <i>host</i> .
Linux	Software de código libre.
Máquina Virtual	Software encargado de hacer una replicación exacta y aislada.
Plugin	Aplicación adicional a un software para cumplir nuevas funcionalidades.

Política	Norma creada de manera estratégica para definir el procedimiento de acción proveniente de la ocurrencia de una situación.
Puerto serial	Interfaz de comunicación de datos digitales utilizados por un computador o dispositivo.
Router	Dispositivo que proporciona una conexión a nivel de capa de Red.
Sensor ambiental	Dispositivo electrónico encargado de recopilar información ambiental del centro de datos.
Servicio	Funcionalidad informática encargada de retornar información solicitada a otras unidades estudiantiles.
Servidor	Equipo que forma parte de una red encargado de proporcionar servicios o información hacia otros dispositivos en la red.
Sistema de Alimentación Ininterrumpida	Fuente de corriente alterna encargada de proporcionar energía eléctrica hacia otros dispositivos.
Sistema operativo	Conjunto de programas que administran los recursos un hardware.

Software libre

Software desarrollado para dar las posibilidades al usuario de poder modificar, copiar y estudiar el código fuente.

Switch

Dispositivo de red que intercomunica dispositivos a nivel de capa de datos.

Virtualización

Creación de una versión virtual de un dispositivo tecnológico.

RESUMEN

En la actualidad el Centro de Datos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala no cuenta con un sistema de monitoreo actualizado, por lo cual se corre el riesgo de no poder atender un problema de red o hardware en el momento más necesario.

El día de hoy el Centro de Datos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala desea monitorear servidores, dispositivos de red, fuentes de electricidad, temperatura y detección de humo.

En cada servidor se debe instalar un agente el cual mantenga la comunicación con el sistema de monitoreo sobre el hardware y su estado, puede notificar si fuese necesario según las políticas de alerta establecidas.

Se debe desarrollar un documento especificando las políticas de notificación la cuales deben ser estratégicamente realizadas para tener una interoperabilidad eficiente, asimismo el estudio de costos e implementación de notificaciones vía SMS para la Facultad de Ingeniería.

OBJETIVOS

General

Proveer un sistema web que mantenga una actividad continua encargada de la recopilación y almacenamiento de información sobre cada dispositivo que se encuentra en la arquitectura de red, optimizando la utilización de recursos para realizar dicha actividad, velando por mantener un alto rendimiento de servicios, servidores y dispositivos de red que se encuentran en el Centro de Datos de la Facultad de Ingeniería, asimismo presentar los costos de desarrollar e implementar notificaciones vía SMS.

Específicos

1. Recopilar información histórica sobre el rendimiento de hardware y tráfico de paquetes a través del protocolo SNMP mediante agentes determinados según sea el sistema operativo, utilizando un sistema de monitoreo de código libre que presente estabilidad y continuidad de desarrollo.
2. Generar acciones sobre el comportamiento de los servidores y servicios que ofrece Centro de Cálculo e Investigación Educativa de la Facultad de Ingeniería, con las capacidades de notificar al sistema sobre el cambio de estado en el transcurso del tiempo.

INTRODUCCIÓN

La característica principal en el desarrollo de un Sistema de Monitoreo es tener una herramienta que permita la alta disponibilidad en los servicios que un centro de datos presta a distintos consumidores, de igual forma facilitar la búsqueda y solución de errores de red.

Para analizar la implementación de este proyecto es necesario mencionar sus causas entre las cuales se consideraron las siguientes:

- Alta disponibilidad con políticas de calidad según Normas ISO 9000.
- Notificación inmediata sobre problemáticas de red a administradores a través de SMS o correo electrónico.
- Presentación gráfica sobre el monitoreo y control ambiental en el Centro de Datos.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Antecedentes de Centro de Cálculo e Investigación Educativa de la Universidad de San Carlos de Guatemala

A continuación se hace una descripción sobre la funcionalidad con la que ha cumplido Centro de Cálculo e Investigación Educativa en la Facultad de Ingeniería a través de los años.

1.1.1. Reseña histórica

En 1965 se puso en funcionamiento el Centro de Cálculo Electrónico, dotado de computadoras y del equipo periférico necesario.

Se comenzó con tecnología IBM de la época, tal como la IBM 1620 y luego se evolucionó a sistemas más actuales, tales como el sistema 32, 34 y 36 de IBM.

A finales de los 80 y principios de los 90 también se trabajó con la tecnología Texas Instruments con sistemas operativos Xenix.

Luego se migró al uso de tecnología SUN comenzando con la SPARC 1 y posteriormente a SPARC 2.

En los últimos años de la década de los 90 se adquirieron servidores IBM Netfinity (3000 y 5000). Las primeras asignaciones de cursos en línea se llevaron a cabo en 1987.

El primer laboratorio con servicio de internet de la Facultad de Ingeniería, se instaló en el Centro de Cálculo a mediados de los 90.

A mediados del 2001 comenzó el proyecto de asignación de cursos vía internet y el primer semestre del 2002, se llevaron a cabo las asignaciones a través de este.

1.1.2. Misión

“Crear las mejores soluciones informáticas para el manejo de la información académica y administrativa generada en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tomando en cuenta las necesidades de los usuarios, tanto estudiantes como personal administrativo y docente, aprovechando al máximo los recursos asignados por medio de la utilización de herramientas adecuadas para su desarrollo”.

1.1.3. Visión

“Administrar toda la información de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala de manera eficiente, segura y accesible a todas las personas que la soliciten, cumpliendo con los reglamentos y normas establecidas, mejorar día a día las aplicaciones desarrolladas, además de mantener el equipo de cómputo de la Facultad en las mejores condiciones posibles”.

1.1.4. Servicios que realiza

Hasta el día de hoy el Centro de Cálculo e Investigación Educativa de la Facultad de Ingeniería ha subdividido en tres distintas áreas los servicios que prestan hacia otras unidades.

1.1.4.1. Área de desarrollo

Es la encargada del análisis, desarrollo e implantación de sistemas en general; además de brindar soporte a los usuarios finales de las soluciones creadas.

También se encarga de la administración de los servidores de internet y de bases de datos de las distintas soluciones *web* creadas por el Centro de Cálculo.

1.1.4.2. Redes

Se encarga de la administración de la red de cómputo principal de la Facultad de Ingeniería.

Brinda servicio de soporte técnico a las distintas dependencias de la Facultad, adicionalmente, se encarga del procesamiento de datos tal como horarios, notas de cursos y otros, de la administración de los servidores y soluciones en sus versiones anteriores.

1.1.4.3. Investigación educativa

Principalmente, es la encargada de la generación de informes y estadísticas solicitadas al Centro de Cálculo por cualquier entidad, tanto de la Facultad de Ingeniería así como de entidades externas a ésta.

1.2. Descripción de las necesidades

Hasta el día de hoy, Centro de Cálculo e Investigación Educativa, presta servicios a distintas dependencias de la Facultad de Ingeniería entre los cuales se encuentran servicios web, almacenamiento, red, estadísticas, informes y procesamiento de datos.

Dado que las dependencias de la Facultad de Ingeniería como algunas entidades externas dependen de servicios e información otorgada por el Centro de Cálculo e Investigación Educativa, se ha llegado a la necesidad de realizar la implementación de un sistema de monitoreo integrado, al menor costo, capaz de controlar el ambiente de Centro de Cálculo e Investigación Educativa y así mismo informar de manera inmediata por vía SMS o email a los administradores de la ocurrencia de hechos conflictivos relacionados con hardware, redes y software.

El surgimiento de notificar problemas de manera inmediata vía SMS ha solicitado la realización de un estudio de costeo para enviar dichas notificaciones y además poder notificar a estudiantes de la Facultad de Ingeniería notas o mensajes de Junta Directiva, de manera que este servicio será solicitado a empresas externas a la Universidad de San Carlos de Guatemala, por lo que es necesario realizar un análisis de beneficios con el objetivo de reducir costos y aumentar la eficiencia de notificación.

1.3. Priorización de las necesidades

En la tabla I se muestra una matriz de priorización el cual determina mediante los criterios de costo, tiempo de implementación, importancia y factibilidad con una ponderación de diez puntos representando la mejor opción y cero puntos el caso contrario.

Tabla I. **Matriz de priorización de necesidades**

Necesidad	Costo	Tiempo de implementación	Importancia	Factibilidad	Total de Puntos
Sistema de monitoreo	10	3	10	7	30
Interfaz de comunicación, con sistema de control ambiental	7	3	10	6	26
Servicio de mensajería	5	6	8	3	22

Fuente: elaboración propia.

Analizando la sumatoria de criterios para cada necesidad se puede realizar un orden de necesidades y estructurar la realización del proyecto mediante la metodología clásica iterativa incremental.

2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Descripción del proyecto

En la actualidad el Centro de Cálculo e Investigación Educativa de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala no cuenta con un sistema de monitoreo actualizado, por lo cual se corre el riesgo de no poder atender un problema de red o hardware en el momento más necesario.

La implementación del sistema implica monitorear los siguientes servidores, dispositivos de red y fuentes de electricidad.

- Servidores físicos
 - 9 servidores de 32 bits
 - 1 Windows 2000
 - 2 FreeBSD 8.4
 - 6 Linux Debian
 - 8 servidores de 64 bits
 - 6 con HipervisorXenServer 6.2
 - 2 con Linux Debian

- Servidores virtuales
 - 27 servidores virtuales
 - 22 máquinas virtuales con Linux Debian de 64 bits
 - 2 máquinas virtuales con Linux Debian de 32 bits
 - 1 máquina virtual con FreeBSD 9 de 64 bits
 - 2 máquinas virtuales con Windows 2003 Server de 32 bits

- *Switch*
 - 11 *Switch* Cisco administrables compatibles con SNMP
 - 1 *Switch* LinkSys compatible con SNMP

- *Router*
 - 1 *Router* Cisco compatible con SNMP

- AP
 - 7 Access Point compatibles con SNMP

- UPS
 - 3 UPS APC de torre de 3KVA con puerto serial

En cada servidor se debe instalar un agente el cual mantenga la comunicación con el sistema de monitoreo sobre el hardware y su estado, pudiendo notificar si fuese necesario según las políticas de alerta establecidas.

Se debe desarrollar un documento especificando las políticas de notificación la cuales deben ser estratégicamente realizadas para tener una interoperabilidad eficiente, asimismo el estudio de costos e implementación de notificaciones vía SMS para la Facultad de Ingeniería.

Dicho software será instalado en un equipo con las siguientes especificaciones:

- Servidor con Linux Debian 7 de 32 bits
- Dos procesadores Intel Pentium 3 de 1.40 GHz
- 512MB de RAM

2.2. Descripción preliminar para la solución del proyecto

Implementar un sistema de monitoreo capaz de suplir las necesidades que Centro de Cálculo e Investigación Educativa, necesita un alto costo e inversión en licenciamiento de software por lo cual previo a la implementación se realizó un estudio investigativo sobre un producto de software libre, que pudiera cumplir con los requerimientos necesarios y fuera capaz de tener las propiedades de software de escalabilidad y facilidad de uso.

Hoy en día existen diferentes software encargados del monitoreo de sistemas de red, los cuales son evaluados por sus distintas propiedades como capacidad de gráficos, estadísticas, predicciones, autodescubrimiento, agentes, aplicación web, licencia, método de almacenamiento de datos, seguridad, *plugin*, desarrollo de *plugin*, SNMP, alertas, mapas, disparadores, por lo que se muestra en la tabla II la comparación necesaria para poder analizar las mejores opciones adaptables al Centro de Cálculo e Investigación Educativa.

Tabla II. **Comparación de sistemas de monitoreo**

Nombre	Soporte de gráficos	Estadísticas	Predicciones estadísticas	Autodescubrimiento
Pandora FMS	Si	Si	Si	Si
Entuity	Si	Si	Si	Si
Nimsoft	Si	Si	Si	Si
Netscope	Si	Si	Si	Si
Zyrion	Si	Si	Si	Si
PacketTrap	Si	Si	No soportado	Si
DopplerVUE	Si	Si	Si	Si
Nombre	Soporte de gráficos	Estadísticas	Predicciones estadísticas	Autodescubrimiento
CA Health	Si	Si	Si	No soportado
Nagios	Si	Si	Si	Si
LoriotPro	Si	Si	Si	Si
Op5 Monitor	Si	Si	Si	Si
Zabbix	Si	Si	Si	Si
Munin	Si	Si	No soportado	Si
Cacti	Si	Si	No soportado	Se necesita plugin
Zenoss	Si	Si	Si	Si
Argus	Si	Si	No soportado	No soportado
Xymon	No soportado	Si	Si	Si
Osmius	Si	Si	No soportado	Si

Continuación de la tabla II.

Agentes	Aplicación WEB	Licencia	Método de almacenamiento de Datos
No	Control total	GPL	MySQL
No	Control total	Comercial	MySQL
No	Control total	Comercial	SQL
Si	Control total	Comercial	SQL
No	Control total	Comercial	SQL
Si	Visualización	Comercial	SQL
No	Control total	Comercial	SQL
Si	Reportes y configuración limitada	Comercial	Oracle
Si	Visualización	GPL	SQL
Si	Control total	Comercial y libre	Archivos de texto
Si	Control total	Comercial	SQL
Si	Control total	GPL	SQL
Si	Visualización	GPL	RRDtool
Si	Control total	GPL	RRDtool y MySQL
SNMP, WMI	Control total	GPL	RRDtool y MySQL
Si	Visualización	GPL	Berkeley DB
Limitado	Visualización	GPL	Archivos de texto
Limitado	Visualización	GPL	SQL

Continuación de la tabla II.

Seguridad	Plugin	Desarrollo de <i>plugins</i>	SNMP
Acceso	Si	Fácil	Si
Acceso	Si	Media	Si
Acceso	Si	Media	Si
No	Si	No soportado	Si
Roles	Si	Fácil	Si
No	Si	Media	Si
Básico	Si	Difícil	Si
Acceso	No	No soportado	Si
Básico	Si	Media	Necesita <i>plugin</i>
Básico	Si	Fácil	Si
Básico	Si	Fácil	Si
Roles	Si	Fácil	Si
No	Si	Media	Si
No	Si	Media	Si
Básico	Si	Fácil	Si
Granular	Si	Fácil	Si
No	Si	Fácil	Si
No	Si	Fácil	Si

Continuación de la tabla II.

Alertas	Mapas	Disparadores
Si	Si	Si
Si	Si	Si
Si	Si	Si
Si	No soportado	No soportado
Si	Si	Si
Si	No Soportado	No soportado
Si	Si	Si
Si	Si	Si
Si	Si	No soportado
Si	Si	Si
Si	Si	Si
No soportado	Si	No soportado
Si	Necesita plugin	No soportado
Si	Si	Si
Si	No soportado	Si
Si	No soportado	Si
Si	No soportado	No soportado

Fuente: Wikipedia, anexo comparación de sistemas de monitoreo de redes.es.
wikipedia.org/wiki/Anexo:Comparacion_de_sistemas_de_monitorización_de_red.
 Consulta: 10 de septiembre de 2013.

Luego de analizar las propiedades que cada sistema de monitoreo ofrece tres herramientas las cuales sobresalen y cumplen con la mayoría de los requisitos; para implementar un sistema funcional en Centro de Cálculo e Investigación Educativa.

2.2.1. Zabbix

Es un sistema de monitoreo de redes creado por Alexei Vladishev. Está diseñado para monitorear y registrar el estado de varios servicios de red, servidores, y hardware no olvidando que posee una licencia libre al público.

- Última versión: Zabbix 2.2
- Precio: GPL, costo único por soporte
- Capacidad de dispositivos: 1 00 000 dispositivos de red
- Posee versión libre: es totalmente software libre
- Creación de Plugins: si es soportado, y se considera sencillo de implementar
- Notificaciones SMS: si es soportado
- Configuración de políticas: si, soporte de 1 000 000 de métricas

A continuación en la tabla III se muestran los distintos sistemas operativos donde es funcional el software de servidor y cliente de Zabbix.

Tabla III. **Sistemas operativos agente, servidor de Zabbix 2.2**

Sistema operativo	Servidor	Agente
AIX	Soportado	Soportado
FreeBSD	Soportado	Soportado
HP-UX	Soportado	Soportado
Novell Netware	No soportado	Soportado
Open BSD	Soportado	Soportado
SCO Open Server	Soportado	Soportado

Continuación de la tabla III.

Sistema operativo	Servidor	Agente
Solaris	Soportado	Soportado
Windows NT 4.0, Windows 2000, Windows Server 2003, Windows XP, Windows Vista, Windows Server 2008, Windows 7, Windows server 2012, Windows 8	No soportado	Soportado
AIX	Soportado	Soportado
FreeBSD	Soportado	Soportado

Fuente: Zabbix, Descargas de producto. <http://www.zabbix.com/download.php>.
Consulta: 20 de septiembre de 2013.

2.2.2. Zenoss

Zenoss es una herramienta de monitoreo que posee una versión lucrativa para empresas y una versión de software libre que tiene las capacidades de monitorear servidores.

- Última versión: Zennos Core
- Precio: a continuación en la tabla IV se muestran los precios de licenciamiento de Zennos

Tabla IV. **Precio de Zenoss**

Precio por soporte técnico	
Entrenamiento web para administradores	\$ 1 500,00
Precio por servicios profesionales	
Paquete de inicio rápido	\$15 000,00
Servicio profesional personalizado	\$250,00 por hora
Planificación y desarrollo	\$250,00 por hora
Aplicación personalizada	\$250,00 por hora
Programación personalizada	\$300,00 por hora

Fuente: Zenoss, *Pricing*. <http://www.zenoss.com/solution/pricing>.
Consulta: 22 de septiembre de 2013.

- Capacidad de dispositivos: desconocido.
- Posee Versión Libre: si.
- Creación de Plugins: si es soportado, y se considera sencillo de implementar.
- Notificaciones SMS: si es soportado, complicado de implementar.
- Configuración de políticas: si es soportado.

A continuación en la tabla V se explica en los distintos sistemas operativos donde es funcional el software de servidor y cliente de Zenoss.

Tabla V. **Sistemas operativos agente, servidor de Zenoss Core 3**

Sistema operativo	Servidor	Agente
AIX	Soportado	Soportado
FreeBSD	Soportado	Soportado
HP-UX	Soportado	Soportado
Novell Netware	No soportado	Soportado

Continuación de la tabla V.

Open BSD	Soportado	Soportado
SCO Open Server	Soportado	Soportado
Solaris	Soportado	Soportado
Windows NT 4.0, Windows 2000, Windows Server 2003, Windows XP, Windows Vista, Windows Server 2008, Windows 7, Windows server 2012, Windows 8	No soportado	Soportado

Fuente: Zenoss, *Resources*.<http://www.zenoss.com/resources/datasheets>.
Consulta: 26 de septiembre de 2013.

2.2.3. Nagios

Nagios es una herramienta de monitoreo que posee varios módulos para configuraciones o registro de servidores que serán posteriormente monitoreados.

- Última versión: Nagios 4
- Precio: a continuación en la tabla VI se muestran los precios de licenciamiento de Nagios

Tabla VI. **Precio de Nagios**

Nivel de Licencia	Precio Inicial	Renovación de Precio	Soporte de incidencias incluido
Host ilimitados	\$4 995	\$4 000	10
101 – 200 Host	\$2 995	\$2 000	5
Mas de 100 Host	\$1 995	\$1 650	5

Fuente: Nagios, *Resources*.<http://www.nagios.com/products/nagiosxi/pricing>.
Consulta: 28 de septiembre de 2013.

- Capacidad de dispositivos: licenciamiento gratis da soporte de 7 dispositivos
- Posee versión libre: si.
- Creación de Plugins: si es soportado
- Notificaciones SMS: si es soportado
- Configuración de políticas: si es soportado

A continuación en la tabla VII se explica en los distintos sistemas operativos donde es funcional el software de servidor y cliente de Nagios

Tabla VII. **Sistemas operativos agente, servidor de Nagios**

Sistema operativo	Servidor	Agente
AIX	No soportado	Soportado
FreeBSD	No soportado	Soportado
HP-UX	No soportado	Soportado
Novell Netware	No soportado	Soportado

Continuación de la tabla VII.

Windows NT 4.0, Windows 2000, Windows Server 2003, Windows XP, Windows Vista, Windows Server 2008, Windows 7, Windows server 2012, Windows 8	No soportado	Soportado
Open BSD	No soportado	Soportado
SCO Open Server	No soportado	Soportado
Solaris	No soportado	Soportado
AIX	No soportado	Soportado
FreeBSD	No soportado	Soportado

Fuente: Nagios, *Support.support.nagios.com*. Consulta: 2 de octubre de 2013.

2.3. Presentación de la solución del proyecto

Luego de analizar las propiedades de cada sistema de monitoreo, ZABBIX 2.2 fue seleccionado como herramienta de monitoreo dado que presenta escalabilidad, facilidad de uso, acoplamiento, cohesión, portabilidad como propiedades de software los cuales cumplen con la necesidad actual.

Zabbix 2.2 cuenta con agentes multiplataforma con capacidades de monitorear una gran variedad de sistemas operativos como dispositivos de red compatibles con el protocolo de red SNMP, al igual que sistemas de alimentación interrumpida (UPS), Zabbix 2.2 tiene las capacidades de realizar acciones como notificar a los administradores de algún percance, en la figura número 1 se muestra la funcionalidad de Zabbix.

Figura 1. Funcionalidad Zabbix



Fuente: 911-ubuntu, Funcionalidad Zabbix. 911-ubuntu.weebly.com/ zabbix_ como_ funciona.html. Consulta: 18 de noviembre de 2013.

A continuación se hace una breve descripción sobre la funcionalidad de Zabbix 2.2 relacionado a la imagen previa, iniciando por el número uno.

- Los agentes son instalados en los servidores de centro de cálculo.
- Los dispositivos y servidores envían información al recolector de Zabbix donde es estructurada para su posterior almacenamiento.
- Cada dispositivo o servidor recibe el nombre de HOST o invitado dentro del sistema de Zabbix.

- Cada servidor de Centro de Cálculo e Investigación Educativa dentro del sistema está compuesto por ítems los cuales se encargan de recolectar toda la información sobre el computador.
- Cada *item* utiliza llaves los cuales prestan el servicio de colocar remitentes a nuestros correos de alerta enviados.
- Un *Trigger* es un disparador el cual puede generarse a partir de un último valor obtenido por el agente.
- Pantalla de inicio de Zabbix 2.2, es aquí donde Zabbix posee un intuitivo software web para controlar los invitados configurados previamente.

2.4. Costos del proyecto

En la tabla VIII. Se muestra el costo que fue generado del proyecto durante las fases de toma de requerimientos, análisis, diseño, implementación, mantenimiento, capacitaciones y asesoría.

Tabla VIII. **Costos del proyecto utilizando Zabbix 2.2**

Fase	Tiempo (Meses)	Subtotal	Total
Toma de requerimientos	0,5	Q. 3000,00	Q. 3 000,00
Análisis	0,5	Q. 5500,00	Q. 8 500,00
Diseño	2	Q. 8000,00	Q. 16 500,00
Implementación	1	Q. 6500,00	Q. 23 000,00
Pruebas	1	Q. 6500,00	Q. 29 500,00

Continuación de la tabla VIII.

Mantenimientos	0,5	Q. 7 500,00	Q. 37 000,00
Capacitaciones	0,5	Q. 8 000,00	Q. 45 000,00
Asesoría	2	Q. 10 000,00	Q. 55 000,00

Fuente: elaboración propia.

2.5. Beneficios del proyecto

A continuación se detallan los beneficios alcanzados en la implementación de un sistema de monitoreo en Centro de Cálculo e Investigación Educativa de la Facultad de Ingeniería.

- Facilidad en búsqueda de errores de red: ahora Centro de Cálculo e Investigación Educativa es capaz de localizar problemas de red, dado que el sistema notifica exactamente donde está sucediendo el problema.
- Control de rendimiento de servidores: el sistema es capaz de detectar errores y problemas de red antes de que estos sucedan debido a las políticas que son evaluadas en tiempo real.
- Interfaz de comunicación con el sistema de Control Ambiental en Centro de Cálculo e Investigación Educativa: el sistema es capaz de sincronizarse a través de la tecnología *Bluetooth* con un sensor ambiental para mantener un control del ambiente dentro de Centro de Cálculo e Investigación Educativa.

- Control en servicios web y base de datos: el sistema tiene la facilidad de monitorear las capacidades de cada servicio web o de bases de datos que sea ofrecido por el departamento de Centro de Cálculo e Investigación Educativa.

2.6. Cronograma

Se muestran las actividades realizadas durante el desarrollo del sistema de monitoreo, indicando el período de días, el comienzo del monitoreo y el fin del mismo y la eficacia que se logra obtener a medida que van transcurriendo los días.

Tabla IX. **Cronograma de actividades**

Nombre	Duración	Comienzo	Fin
SISTEMA DE MONITOREO	130 días	10/9/13	18/03/14
A. Módulo 1	19 días	10/9/13	4/10/13
1. Documentación de investigación comparativa, opciones A,B Y C	14 días	10/9/13	27/09/13
2. Documentación completa y justificada de la selección del sistema de monitoreo	5 días	30/09/13	4/10/13
B. Módulo 2	80 días	7/10/13	24/01/14
1. Configuración de servidores	15 días	7/10/13	25/10/13
2. Configuración de equipos de red	15 días	28/10/13	15/11/13
3. Configuración de servicios Web	10 días	18/11/13	29/11/13
4. Configuración de políticas de alerta	15 días	6/1/14	24/01/14

Continuación de la tabla X.

Nombre	Duración	Comienzo	Fin
C. Módulo 3	10 días	27/01/14	7/2/14
1. Plug-in control ambiental	5 días	27/01/14	31/1/14
2. Plug-in respaldo de energía	5 días	3/02/14	7/02/14
D. Módulo 4	21 días	10/2/14	10/3/14
1. Manual de instalación, configuración y política de alertas	10 días	10/3/14	21/2/14
2. Documentación de la construcción de Plugins	5 días	24/2/14	27/2/14
3. Documentación costeo de mensajería instantánea	6 días	3/3/14	10/3/14

Fuente: elaboración propia.

3. FASE DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE

Este capítulo comprende sobre la capacitación realizada a administradores de redes sobre el sistema realizados durante el desarrollo del proyecto.

3.1. Capacitación propuesta

Se realizó una capacitación a los administradores de redes de Centro de Cálculo en Investigación Educativa, con el propósito de darles a conocer el alcance ofrecido por el sistema de monitoreo.

La capacitación presencial se realizó dentro de la institución con una duración de dos horas y treinta minutos, se abarcó toda la información sobre agregación, administración y monitoreo de nuevos dispositivos, creación y modificación de plantillas, creación y asignación de políticas de evaluación, creación, asignación y modificación de medios de comunicación del sistema, administración de usuarios, gestión de servicios de tecnologías de la información.

3.2. Material elaborado

Como parte de la capacitación se hizo entrega de ocho manuales de implementación, integración, administración, gestión y desarrollo sobre todas las capacidades que el sistema de monitoreo ofrece como tal, a continuación en la tabla x. se hace una descripción de cada documento.

Tabla X. **Documentación entregada**

Archivo	Alcance
Configuración de agentes	Este documento describe todo el procedimiento para la instalación y configuración inicial de agentes instalados dentro de un <i>host</i> .
Creación de <i>Host</i>	Este documento describe los pasos a detalle sobre la agregación de un nuevo <i>host</i> al sistema de monitoreo.
Creación de objetos	Este documento describe los pasos para creación de plantillas y la agregación de alarmas, acciones, ítems, escenarios web para monitoreo de servicios.
Creación de parámetros de usuario	Este documento describe la creación de parámetros de usuario dentro de los archivos de configuración correspondiente así como su previa utilización en la parte administrativa.
Estudio costeo de mensajería	Este documento tiene como objetivo evaluar los distintos costos para envío de mensajes SMS de manera masiva, en empresas nacionales e internacionales.
Herramienta seleccionada	Este documento especifica todas las atribuciones que presenta el software y las razones por la cual fue sobresaliente por sobre todos sus competidores encargados de monitorear sistemas de redes.

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. El sistema de monitoreo hace uso de los recursos del hardware de la manera más eficiente sin perder el objetivo de almacenar datos históricos sobre el estado de los servidores que se encuentra monitoreando.
2. Zabbix es un software que se puede considerar maduro, potente, desarrollado activamente, completamente de código abierto, sin una versión gratuita limitada como otros sistemas de monitoreo de código abierto, con capacidades de alerta en tiempo real sin dejar atrás los reportes SLA, y la auditoria pre configurada que posee.
3. La implementación de un software desarrollado de código abierto representa inversión de tiempo en configuración y seguridad pero ofrece alta calidad, disponibilidad, escalabilidad y facilidad de uso los cuales fueron atribuciones necesarias de software para cumplir con las necesidades de Centro de Cálculo e Investigación Educativa.

RECOMENDACIONES

1. Gestionar e implementar un servidor dedicado para el sistema equipado con los recursos de hardware y software necesarios para el alojamiento y funcionamiento del mismo. Que permita un mejor desempeño del sistema ante las peticiones de acceso a la información provista por este.
2. Establecer las políticas y planes necesarios para obtener las copias de respaldo de la base de datos documental que contiene la información de utilización y consumo de recursos de los servidores dentro del Centro de Datos.
3. Realizar un plan que contemple el mantenimiento y seguimiento a los distintos requerimientos de expansión que se obtengan de su utilización por parte de los usuarios del sistema.
4. Establecer una conexión externa a la red que se monitorea con el objetivo de poder informar sucesos conflictivos de red sin poseer la dependencia de un servidor determinado.

BIBLIOGRAFÍA

1. *Licencia Comercial [en línea]*.www.zabbix.com/es/comercial_licence.php. [Consulta: 10 de Noviembre 2013].
2. *Nagios Documentation*. [en línea]. <http://exchange.nagios.org/directory/Multimedia/Videos/Send-SMS-from-Nagios--2D-Configuring-SMS-notifications/details>. [Consulta: 15 de octubre 2013].
3. *Zennos Documentatcion*. [en línea]. <http://www.slideshare.net/ces1227/zenoss-manual-presentation>. [Consulta: 20 de septiembre 2013].
4. *Zabbix Official Documentation*. [en línea]. <https://www.zabbix.com/documentation/2.2>. [Consulta: 5 de noviembre 2013].

