

Sistema para análisis rápido de redes de área de almacenamiento (SAN) utilizando estructuras de datos complejas, análisis sintáctico simple y métodos relacionales.

S. Torres Deolarte

Technology Consultant en Hewlett Packard Enterprise.
Profesor en la Universidad Politécnica Metropolitana de Puebla y Universidad Tecmilenio.



Resumen.

Los dispositivos de *hardware* como servidores, unidades de almacenamiento, librerías físicas o virtuales de respaldo conectados a una red de área de almacenamiento (SAN: *Storage Area Network*) por medio de *switch* de canal de fibra óptica, pueden llegar a ser muy complejos y difíciles de entender. Este artículo presenta un sistema de software que ayuda a entender de una manera simple este tipo de ambientes complejos. El sistema de software analiza información del ambiente de manera simple para proporcionar un mapa conceptual rápido de la infraestructura. Este mapa conceptual está representado por tablas de relación obtenidas después de un proceso de análisis sintáctico individual de archivos de configuración de los diferentes dispositivos físicos los cuales están conectados a *switch* de fibra necesarios para crear una red de alta velocidad de almacenamiento.

Palabras Clave.

Almacenamiento, Relacional, Análisis Sintáctico, Infraestructura, Redes de área de almacenamiento (SAN).

Abstract.

Hardware devices such as servers, storages, physical or virtual libraries connected to a SAN (Storage Area Network) using optical fiber channel switch could become very complex and difficult to understand. This article shows a software system that helps to understand, in an easy way, this kind of complex environments. This software system analyze environmental information, in an easy way, in order to obtain relational tables as a result of an individual syntactic analysis process of different hardware devices which are connected on optical fiber channel switch indispensables to create a high speed storage area network (SAN).

Keywords.

Storage, Relational, Syntactic analysis, infrastructure, Storage Area Network (SAN).

1. Introducción

La importancia de contar con una infra-estructura robusta de TI como parte fundamental de un modelo de negocio, continúa creciendo a un ritmo acelerado, por lo cual es imprescindible tener herramientas de administración capaces de soportar cualquier cambio reactivo o proactivo de dichas infraestructuras. *Hewlett Packard Enterprise* proporciona a sus clientes una herramienta capaz de administrar cualquier dispositivo conectado a una SAN o cualquier otro tipo de red incluyendo las tradicionales Ethernet, así como cualquier tipo de dispositivo empresarial de la marca con muchas ventajas de administración en un solo sistema integral proporcionando a los usuarios una innovadora forma de administración sencilla y amigable. Este sistema, como muchos otros, están alineados a los estándares internacionales de gestión de servicios y productos ITIL versión 3 con el objetivo de un fácil manejo de las herramientas administrativas en cualquier parte del mundo. Todas estas herramientas de administración muestran aspectos de comprensión más altos y abstractos en relación con la comprensión de su instalación física más básica o de bajo nivel. La primera muestra muchas ventajas de administración cotidiana como la asignación de discos a cualquier servidor sin importar, en este alto nivel, las conexiones físicas de instalación básica de la infraestructura ni la forma en cómo la unidad de almacenamiento trabaja. Para el segundo caso, generalmente los usuarios pueden olvidarse de cómo está instalada la infraestructura a nivel físico ya que, probablemente, nunca se modifique. Así, las herramientas de administración de alto nivel no necesitan mostrar esta información. En contraste, algunas ocasiones por parte de la administración, particularmente de la SAN, necesita conocer cómo está conectada dicha infraestructura para poder tomar decisiones en cambios específicos necesarios en el negocio. Por tal motivo, es importante tener un mapa general de la instalación física basada en archivos de configuración (con la finalidad de evitar errores humanos) de todos los dispositivos en un tiempo específico aleatorio necesario.

Este artículo está enfocado en las redes para almacenamiento (SAN) debido al incremento considerable en los últimos 12 años y su continuo crecimiento previsto en los próximos 3 años más. De acuerdo a Vishvanath y Azra (2014) la predicción en el crecimiento del universo digital será en un factor de 300, inicialmente de unos 130 exabytes a 40 000 exabytes entre los años 2005 y 2020 lo cual requerirá mucho más hardware, software y servicios en estos años. En este sentido, las instalaciones de redes para almacenamiento se incrementarán considerablemente lo que dará como resultado una baja en los precios de inversión por gigabyte de \$2.00 dólares a tan solo \$0.20 de dólar.

La gran importancia que tienen las redes de almacenamiento SAN creó la necesidad de generar sistemas de administración alineados a las ventajas de dichas redes como son la flexibilidad, alto performance y alta escalabilidad en el ambiente de almacenamiento. La primera ventaja está relacionada a los diferentes protocolos de comunicación: iSCSI, FCP o FCoE entre diferentes dispositivos como servidores, unidades de almacenamiento y librerías de respaldo. La segunda ventaja radica en el alto performance encontrado en los *switch* de fibra, así como en el uso de cables de fibra delgados multimodo de una tasa de transferencia de 8, 16 ó 24 Gb/s. La última ventaja radica

en la gran cantidad de sistemas de almacenamiento y unidades de respaldo que pueden agregarse de forma muy simple a cualquier infraestructura de SAN (3).

Este artículo muestra un sistema para el análisis rápido de conexiones físicas de SAN y como resultado proporciona tablas de relación para su sencilla interpretación de conexiones físicas. Una de las principales ventajas de tener un sistema que pueda analizar eficiente y rápidamente toda la infraestructura de SAN en un ambiente complejo es la ejecución independiente de las modificaciones físicas y de configuración realizadas en el transcurso del tiempo, solo basta con tomar los archivos de configuración resientes para realizar el análisis y generar las tablas de relación casi inmediata.

2. Objetivos

1. Implementar un sistema de análisis en una infraestructura de conexión SAN utilizando análisis sintáctico de archivos de configuración para obtener los números de referencia de conexión WWN; estructuras de datos complejas para la creación de tablas de relación de los números de referencia; y por último métodos relacionales que proporcionan conceptos básicos de conexión entre los diferentes dispositivos basados en los archivos de configuración de SAN.
2. Proporcionar ejemplos de estructuras de datos complejas en una programación orientada a objetos.
3. Mostrar resultados de un análisis en una infraestructura compleja de conexión de SAN.

3. Objetivos

- Se entenderá el comportamiento de una SAN basado en los archivos de configuración de todos los dispositivos involucrados.
 - Se elegirá un lenguaje de programación orientado a objetos.
- Se creará un diagrama de clases utilizado para la generación de paquetes en la estructura del proyecto orientado a objetos.
- Se obtendrán los WWN (*World Wide Name*, identificador único de ocho octetos hexadecimales de un puerto de fibra) así como sus nombres representativos utilizando análisis sintáctico.
 - Se utilizarán estructuras de datos complejas como matrices de adyacencia de listas ligadas, así como listas ligadas de matrices de datos para almacenar en memoria principal todos los WWN y nombres representativos.
 - Se crearán tablas de relación que mostrarán información de WWN y nombres representativos que harán referencia a los puertos exactos de conexión física de cada dispositivo, así como otras propiedades.

4. Resultados

Los resultados obtenidos en la ejecución del sistema están divididos en tres etapas, la primera obtiene todos los WWN registrados en los *switch* de SAN y genera sus nombres representativos. La segunda genera las primeras tablas de relación entre los puertos de un dispositivo y su respectiva conexión en algún puerto de un *switch* de SAN. La tercera etapa genera un segundo tipo de tablas de relación entre los nombres representativos obtenidos en la primera etapa y la configuración de zonas de los *switch* de SAN. La figura 1 muestra las etapas de resultados generadas por el sistema.

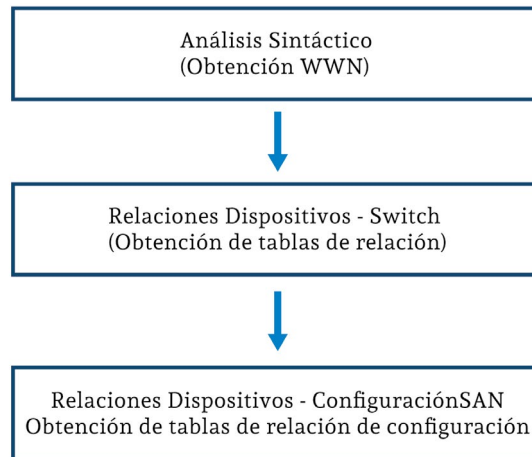


Figura 1.- Etapas de obtención de resultados

La primera etapa tiene como objetivo el análisis sintáctico de los archivos de configuración específico de cada dispositivo y de cada *switch* de SAN para extraer todos los WWN y generar sus respectivos nombres representativos. El extracto del archivo de configuración de la figura 2 pertenece a un servidor con sistema operativo HPUX y está conformado con la salida del comando `ioscan -fnC fc` y la salida del comando `fcmsutil /dev/<device>` donde <device> es el nombre de cada puerto obtenido con la salida del primer comando. Es posible utilizar un script para la extracción de esta información de todos los servidores conectados en una misma SAN de forma automática. El sistema tomará el nombre del archivo como nombre del servidor en cuestión, por lo que el archivo con nombre SERVER1 de la figura 2, será el nombre que el sistema tomará como válido. Se puede observar que el puerto `fcd0` de ese servidor tiene asignado un WWN con número: 00:00:00:00:c9:c4:15:73 (por temas de confidencialidad no se muestran los primeros 4 octetos del WWN).

```

SERVER1/root# ioscan -fnC fc
Class I H/W Path Driver S/W State H/W Type Description
-----
fc 0 0/0/0/5/0/0/0 fcd CLAIMED INTERFACE HP 451871-B21 8Gb
    /dev/fcd0
fc 1 0/0/0/5/0/0/1 fcd CLAIMED INTERFACE HP 451871-B21 8Gb
    /dev/fcd1
fc 2 0/0/0/7/0/0/0 fcd CLAIMED INTERFACE HP 451871-B21 8Gb

SERVER1/root# fcmsutil /dev/fcd0
Vendor ID is = 0x1077
Device ID is = 0x2532
PCI Sub-system Vendor ID is = 0x103C
PCI Sub-system ID is = 0x3261
PCI Mode = PCI Express x4
ISP Code version = 5.4.4
ISP Chip version = 2
Topology = PTTOPT_FABRIC
Link Speed = 8Gb
Local N_Port_id is = 0x0a8002
Previous N_Port_id is = 0x0a8001
N_Port Node World Wide Name = 0x00000000c9c41573
  
```

Figura 2.- Ejemplo de un archivo de configuración de un Servidor SERVER1 con S.O. HPUX

Esta es la única etapa del sistema que requiere todos los archivos de configuración de cada uno de los dispositivos involucrados para la extracción de los WWN y demás información importante. De esta forma, el sistema sabrá qué puerto de qué dispositivo pertenece un WWN específico. La figura 3 muestra el motor de extracción dividida en pestañas con nombres de los diferentes dispositivos que puede tener una SAN, esta lista es dinámica ya que el universo de dispositivos es muy grande, pero el análisis sintáctico de los dispositivos para extracción de sus atributos es relativamente sencillo.

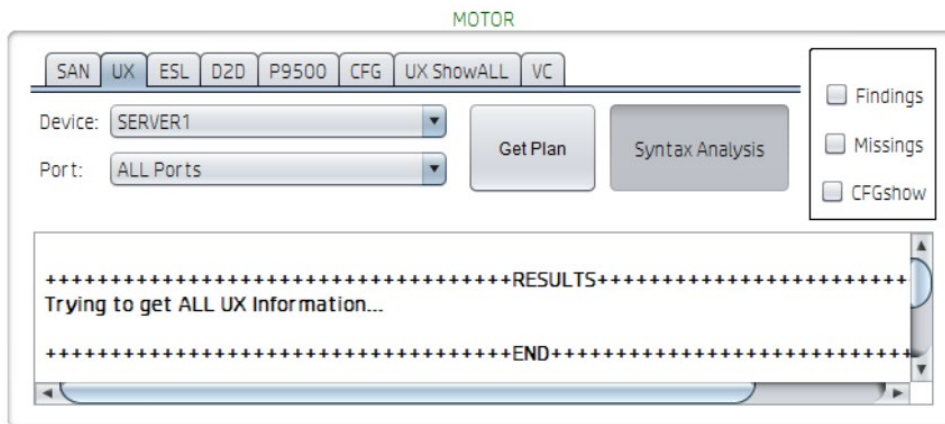


Figura 3.- Motor de la primera etapa del sistema

El análisis sintáctico simple extrae todos los WWN de los archivos de configuración de todos los dispositivos involucrados en la SAN y genera sus nombres representativos para un fácil entendimiento de las conexiones de fibra física sin necesidad de tener un costoso, computacionalmente hablando, mapa gráfico de una compleja infraestructura de SAN. La figura 4 muestra los resultados de dicha información en su columna llamada *Device Port Name*.

RESULT INFORMATION

ALL UX Information, HOSTNAME: SERVER1 TOTAL: 8

Index/HostName	SLOT	PORT	WWN	Device Port Name
SERVER1	fcd0	fcd0	00:00:00:00:C9:C4:15:73	SERVER1_FCD0
SERVER1	fcd1	fcd1	C2:66:12	SERVER1_FCD1
SERVER1	fcd2	fcd2	C2:66:14	SERVER1_FCD2
SERVER1	fcd3	fcd3	C2:66:16	SERVER1_FCD3
SERVER1	fcd4	fcd4	72:B1:C4	SERVER1_FCD4
SERVER1	fcd5	fcd5	72:B1:C6	SERVER1_FCD5
SERVER1	fcd6	fcd6	72:B1:B4	SERVER1_FCD6
SERVER1	fcd7	fcd7	72:B1:B6	SERVER1_FCD7

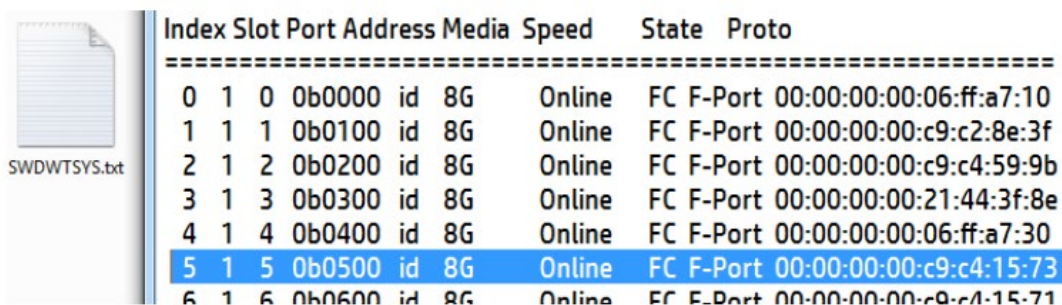
Figura 4.- Nombre representativos después del análisis sintáctico simple.

El concepto de compleja estructura de SAN está basado en el hecho de tener una gran cantidad de dispositivos conectados a diferentes *switch* de SAN. Un ejemplo de ello es una SAN con 40 servidores entre 4 y 8 puertos cada uno; 2 unidades de almacenamiento con 24 puertos; 2 librerías de respaldo físicas y 2 virtuales con 16 puertos cada una; y 4 *switch* de SAN de 8 slots con 32 puertos cada slot. Todos los puertos de los dispositivos (servidores, unidades de almacenamiento y librerías de respaldo) conectados con cables de fibra óptica multimodo de forma redundante a los 4 *switch* de SAN antes mencionados.

La segunda genera tablas de relación entre los puertos del *switch* y los puertos de algún dispositivo. Para obtener estos resultados se utilizan los archivos de configuración de los *switch* y métodos de relación entre WWN registrados en los *switch* y WWN encontrados en los archivos de configuración de los dispositivos. Por ejemplo, el nombre SWUPTSYS.S7P0npiv registrado en una tabla de relación del sistema significa que el *switch* llamado SWUPTSYS en el *slot* número 7 (S7) en el puerto número 0 (P0) con una configuración npiv de ese puerto (npiv significa que el dispositivo conectado tiene la funcionalidad de generar WWN virtuales) tiene conectado un dispositivo presente en la columna llamada *Device Port Name* el cual es un nombre representativo del dispositivo conectado generado en la etapa uno. Es posible saber directamente en el *switch* de SAN el alias del dispositivo que está conectado en él utilizando el comando *nodefind*. Sin embargo, el sistema tiene algunas ventajas en este sentido, una de ellas es la lectura de n cantidad de archivos de configuración de diferentes *switch* y la otra es la independencia del alias creado para un WWN específico. Esto ayuda a eliminar cualquier confusión (generado por errores humanos o cambio en la configuración) entre el alias y la localización correcta del puerto.

Otra ventaja es responder rápidamente a la pregunta, ¿cuántos WWN tienen un servidor X? y ¿cuántos de ellos están siendo utilizados en la SAN? En términos operativos relacionados a la infraestructura a nivel de negocio, existen varios departamentos encargados tanto de Almacenamiento y Servidores (la tendencia a futuro son sistemas convergentes para eliminar esta división) lo cual significa pedir al departamento de Almacenamiento la configuración de un *switch* específico y por otro lado pedir la configuración de los servidores. Al final y de forma manual, se tendría que realizar una búsqueda de los WWN y revisar en qué puerto está presente ese WWN. Una forma más sencilla es la comunicación del departamento de Servidores proporcionando los WWN al departamento de Almacenamiento para que este último utilizando el comando *nodefind* pueda contestar solo la primera pregunta. La segunda pregunta tendrá que ser revisada por el departamento de servidores. El sistema intenta resolver este inconveniente utilizando métodos de relación de los WWN para eliminar el tiempo de respuesta a un proceso reactivo o proactivo de cambio en cualquier SAN con una menor intervención de los diferentes departamentos involucrados.

La figura 5 muestra un extracto del archivo de configuración del *switch* de SAN llamado SWDWTSYS el cual tiene conectado en su slot 5 puerto 1 un dispositivo con WWN 00:00:00:00:c9:c4:15:73 el cual corresponden al servidor SERVER1 de su puerto fcd0 (figura 2).



Index	Slot	Port	Address	Media	Speed	State	Proto
0	1	0	0b0000	id	8G	Online	FC F-Port 00:00:00:00:06:ff:a7:10
1	1	1	0b0100	id	8G	Online	FC F-Port 00:00:00:00:c9:c2:8e:3f
2	1	2	0b0200	id	8G	Online	FC F-Port 00:00:00:00:c9:c4:59:9b
3	1	3	0b0300	id	8G	Online	FC F-Port 00:00:00:00:21:44:3f:8e
4	1	4	0b0400	id	8G	Online	FC F-Port 00:00:00:00:06:ff:a7:30
5	1	5	0b0500	id	8G	Online	FC F-Port 00:00:00:00:c9:c4:15:73
6	1	6	0b0600	id	8G	Online	FC F-Port 00:00:00:00:c9:c4:15:71

Figura 5.- Ejemplo de archivo de configuración de un switch de SAN.

El sistema tiene dos importantes funciones para generar las tablas de relación entre un puerto del dispositivo y un puerto del *switch* de SAN. La figura 6 muestra estas dos funciones importantes. La primera función *Findings*, encuentra todos los WWN presentes en el archivo de configuración de un dispositivo específico dentro de algún archivo de configuración de *switch* de SAN (Si están registrados, existe una conexión física). El sistema cuenta con un campo de selección llamado Port: el cual puede ser ocupado para revisar todos los puertos o solo uno de ellos. Esto ayuda a realizar una investigación precisa en un cambio reactivo o proactivo de forma más sencilla y ágil relacionado a un puerto específico.

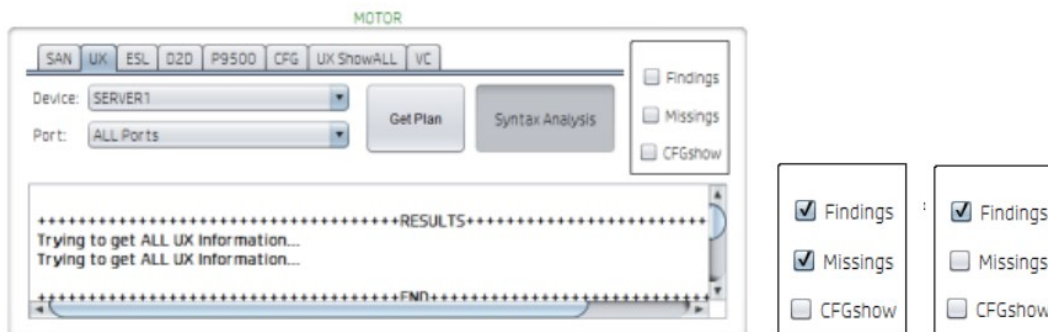


Figura 6.- Funciones importantes Findings y Missings para generar las tablas de relación entre WWN de dispositivo y switch de SAN.

La segunda función, llamada *Missings*, muestra todos los puertos del dispositivo con una etiqueta `NO_FOUND_IN_CONFIGURATION` la cual significa que el WWN específico no fue encontrado en ningún archivo de configuración de *switch* de SAN. La figura 6 muestra las dos funciones de la segunda etapa de resultados del sistema. De la misma forma, la figura 7 muestra los resultados de aplicar las dos funciones de esta segunda etapa.

RESULT INFORMATION

FINDINGS AND MISSINGS UX Information, HOSTNAME: SERVER1 TOTAL: 8

Index/HostNa...	SLOT	PORT	WWN	Device Port Name	SAN Port Name
SERVER1	fcd0	fcd0	00:00:00:00:c9:c4:15:73	SERVER1_FCD0	SWDWTSYS.S1P5
SERVER1	fcd1	fcd1	C2:66:12	SERVER1_FCD1	SWDWTSYS.S7P1npiv_
SERVER1	fcd2	fcd2	C2:66:14	SERVER1_FCD2	SWUPTSYS.S7P3npiv_
SERVER1	fcd3	fcd3	C2:66:16	SERVER1_FCD3	SWDWTSYS.S7P3npiv_
SERVER1	fcd4	fcd4	72:B1:C4	SERVER1_FCD4	NO_FOUND_IN_CONFIGURATION
SERVER1	fcd5	fcd5	72:B1:C6	SERVER1_FCD5	NO_FOUND_IN_CONFIGURATION
SERVER1	fcd6	fcd6	72:B1:B4	SERVER1_FCD6	NO_FOUND_IN_CONFIGURATION
SERVER1	fcd7	fcd7	72:B1:B6	SERVER1_FCD7	NO_FOUND_IN_CONFIGURATION

Figura 7.- Conceptualización básica de conexión entre puertos de un dispositivo y puertos de un switch de SAN utilizando tablas de relación.

El concepto básico de conexión para el servidor `SERVER1` de la figura 7 debe comprenderse de la siguiente manera: “El puerto `fcd0` del servidor `SERVER1` con WWN `00:00:00:00:c9:c4:15:73` está conectado en el puerto 5, Slot 1, *switch* de SAN `SWDWTSYS`, sin ninguna configuración `NPIV`”. Se puede observar un *switch* de SAN completamente diferente en la fila número tres, lo que significa que existe redundancia por *switch* para el servidor `SERVER1` utilizando el puerto `fcd0` y `fcd2`, por ejemplo. Esto es muy común para cubrir algunos requisitos en la implementación de infraestructura dentro de centros de datos.

Los resultados en esta segunda etapa son variados, se puede observar que el servidor SERVER1 tiene 8 puertos disponibles para su uso, de los cuales solo 4 utiliza y los otros 4 no están conectados, al menos en todos los *switch* de SAN cargados en el sistema. Puede ocurrir que esos puertos estén conectados a otros *switch* y que el sistema no lo sepa. Una de las limitantes del sistema es que no revisa, a nivel de dispositivo, si sus puertos están conectados, solo revisa basado en las conexiones registradas en los *switch* de SAN. Otro resultado muy útil radica en la redundancia de *switch*. Es muy común tener esta redundancia para garantizar la continuidad de producción en caso de alguna contingencia. Se puede observar en la tabla de relación que los puertos fcd0, fcd1 y fcd3 están conectados al mismo *switch* de SAN SWDWTSYS y el puerto fcd2 está conectado a un *switch* de SAN diferente llamado SWUPTSYS. La idea de balancear las cargas en los puertos es también muy común en la implementación de la infraestructura de SAN. Basado en esta evidencia se podrá recomendar al negocio cambiar dicha configuración en términos de balanceo de cargas en los puertos del servidor SERVER1.

La tercera etapa genera nuevas tablas de relación entre la configuración de zonas (zonificación) de cada uno de los *switch* de SAN y los nombres representativos generados en la primera. El sistema utiliza la función CFGShow para mostrar estas tablas de relación. La figura 8 muestra la última función del sistema.

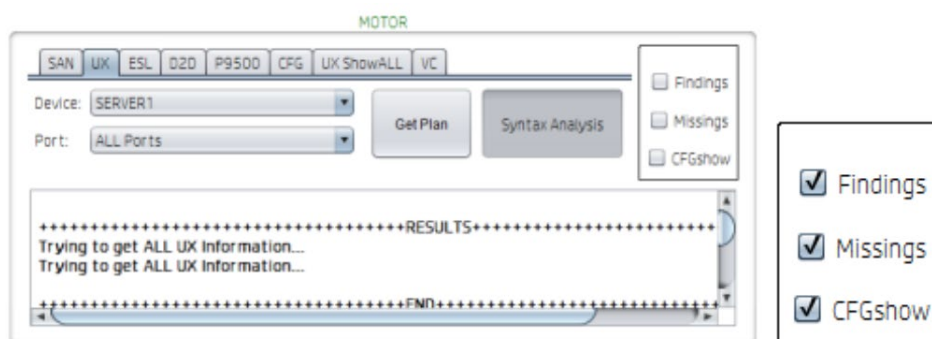


Figura 8.- Tercera etapa del sistema: Función CFGShow.

Los resultados en esta tercera etapa son mostrados en nuevas tablas de relación utilizando los nombres representativos de cada puerto en los dispositivos. La figura 9 muestra los resultados para el SERVER1. Las zonas ocupadas en la configuración CG1 son dos, una llamada DATA_SERVER1 la cual es obtenida de la configuración del *switch* de SAN, así como los WWN. El sistema asigna los nombres representativos generados en primera etapa de tal forma que fácilmente es posible reconocer para qué sirve la zona específica a pesar de que el nombre de la zona tuviera otro concepto diferente o a pesar de que el nombre estuviera en otro idioma diferente. Por ejemplo, si el nombre fuera: OTHER_BACKUP_SERVER1 el usuario podría pensar que la zona fue generada para crear *backups* del servidor 1. Sin embargo, revisando la información en el sistema, esta muestra, en la zona el puerto fcd0 del servidor y varios puertos de 4 *storage* diferentes. Es posible garantizar el nombre correcto que el sistema proporciona ya que son generados utilizando archivos de configuración específicos de cada dispositivo. Entonces el usuario se dará cuenta que lo más probable es que la zona sea para transferencia de datos de producción y no de *backup*. El sistema también muestra los puertos utilizados en el *switch* de SAN que hacen referencia al grupo de puertos específicos en cada zona, esto ayuda a resolver problemas de zonificación en un ambiente que no tenga alias configurados. Es ampliamente recomendable tener alias en cualquier configuración de SAN.

RESULT INFORMATION

MATCH Findings and Missings in CFG by using ALL Ports from: SERVER1 TOTAL: 6

Configuration Name	Zone Name	Device Port Name	WWN	SAN Port Name
CFG1	DATA_SERVER1	SERVER1_FC00	00:00:00:00:9:04:15:73	SWDWTSYS.S1P5
		Storage1_P4		3F:8E: NO_FOUND_IN_CONFIGURATION
		Storage1_P6		59:1E: SWDWTSYS.S1P25mpiv_
		Storage2_P8		3F:8E: SWDWTSYS.S1P7_
		Storage2_P10		3F:8E: SWDWTSYS.S1P11_
		StorageK_P1		3F:8E: SWDWTSYS.S1P15_
StorageN_P1		3F:8E: SWDWTSYS.S2P2_		

CFG1	BACKUP_SERVER1	ESL_ONE_Drive5		3F:8E: NO_FOUND_IN_CONFIGURATION
		ESL_ONE_Drive6		3F:8E: SWDWTSYS.S1P7_
		ESL_ONE_Drive7		3F:8E: SWDWTSYS.S1P11
		ESL_ONE_Drive8		3F:8E: SWDWTSYS.S1P15_
		SERVER1_FC01		66:12: SWDWTSYS.S7P1mpiv_
		ESL_TWO_Drive5		40:34: SWDWW.S1P3_
		ESL_TWO_Drive6		40:34: SWDWW.S1P7_
		ESL_TWO_Drive7		40:34: SWDWW.S1P11
		ESL_TWO_Drive8		40:34: SWDWW.S1P15_
		ESL_TWO_Drive9		3F:8E: SWDWTSYS.S2P2_

Figura 9.- Resultados de la tercera etapa. Tablas de relación entre la configuración de SAN y nombres representativos.

5. Discusión

El sistema está construido en lenguaje de programación JAVA por ser un lenguaje de programación libre y multiplataforma. La programación orientada a objetos que proporciona JAVA ayuda a generar las estructuras de datos complejas de una forma simple y compacta. Algunas estructuras como listas ligadas de matrices de datos son utilizadas para guardar en memoria principal WWN y sus respectivos nombres representativos, también algunas estructuras de datos complejas como matrices de adyacencia de listas ligadas fueron utilizadas para encontrar los WWN en archivos de configuración muy grandes.

La figura 10 muestra la estructura general del sistema, a la izquierda arriba está el motor que genera los resultados de las tres etapas del sistema. Al lado derecho se muestran los puertos utilizados en la configuración de zonas perteneciente a la etapa tres. Abajo una zona muy amplia para visualizar las tablas de relación generadas en la segunda y tercera etapa.



Figura 10. Estructura del sistema Analyzer V1.0

6. Discusión

El sistema se utilizó en el análisis de un ambiente complejo de SAN el cual requirió agregar nuevos dispositivos de respaldo a servidores con sistema operativo HPUX. La recolección de archivos de configuración se realizó en un día completo acudiendo a cada una de los departamentos correspondientes. Esta tarea podría ser automatizada en el futuro ya que el único inconveniente que existe es el acceso restringido en muchos dispositivos que soportan la producción continua del negocio. Por otro lado, la ejecución del sistema arrojó resultados inmediatos y de forma manual se revisaron las zonas específicas donde aparecen las unidades de respaldo originales, esto con el objetivo de proponer un plan de trabajo para la asignación de las nuevas unidades de respaldo. Esta nueva ventaja del sistema no se contempló al inicio, sin embargo, puede ser un nuevo camino para la generación de planes de trabajo automáticos basados en la información general de configuración y conexión. También, se utilizó para la determinación de puertos NPIV necesarios en la asignación de nuevos servidores a un sistema de almacenamiento externo. El usuario necesitaba saber cuál debería ser el puerto más adecuado para desconectar en su SAN y conectarlo a otra unidad de almacenamiento externa a dicha SAN. El sistema arrojó que el puerto inicialmente pensado para utilizar en otra unidad de almacenamiento, era un puerto virtual como resultado de la configuración NPIV presente en el servidor. El sistema arrojó que ninguna otra zona estaba ese WWN virtual. Por lo que se tomó la decisión de desconectar sin tener ningún problema mayor en la SAN original.

En general, el tiempo de revisión manual de los archivos de configuración con respecto al sistema fue mucho mayor, el sistema revisó 228 WWN de diferentes dispositivos en segundos y reviso dos configuraciones de zonas en 40 segundos arrojando en total 222 zonas diferentes.

El trabajo a futuro está relacionado a la automatización del análisis sintáctico ya que cada dispositivo y cada versión de firmware de ese mismo dispositivo pueden variar en el momento de la extracción de WWN en su archivo de configuración, también el sistema deberá revisar la correspondencia entre la información de los dispositivos y la información de los *switch* de tal forma que el usuario podría tener un indicio de falta de información de algunos otros *switch* de SAN que no ha considerado.

Agradecimientos a Hewlett Packard Enterprise por probar el sistema en un ambiente complejo de SAN.

Referencias

HPE, October 2016, Rev. 6. HPE OneView architectural advantages (2016).

The art of service ITIL V3 Foundation Complete Certification Kit. Brisbane, Australia. (2009).

Vishvanath R. Azra Nasreen (2014) *Survey on Recent Technology of Storage Area Network and Network*

Attached Storage Protocols, Department of Computer Science. R.V. College of Engineering, Bangalore, India.