

Modelo de grafos para el estudio de la disponibilidad y la gestión de los Niveles de Servicio en servicios de IT

Sergio Machuca, Natalia Chiaro, Horacio Giménez y Gabriela A. Sasco

Telemática, Eduardo Acevedo 1622,
Montevideo, Uruguay, 11200
{smachuca, nchiaro, hgiménez, gsasco}@telematica.com.uy

Abstract

In the last years the organizations has increased the use of the technologies of the information, and also they increased the associated risks them. The complexity of the infrastructures that include a large number of components (applications, servers, operating systems, Databases, Application Servers, network and communications devices, UPS, power supplies, etc.) requires a careful management.

COBIT, ITIL and other proposals agree that IT Management must be aligned with services. Also agree that a configuration database (CMDB) is needed to know: components involved; dependencies between them; users and administrators; electrical and networks connexions; etc. This CMDB is the heart of the ITIL based management, because from them is possible to optimize the management of changes, incidents, problems and also the availability, capacity, continuity and service level agrees..

In this paper, we show a representation of the IT infrastructure, including its relations of dependency and network and electrical connections, etc. using ASDG, abstraction for managing changes in software components. We also show how adapt them for represent the IT component like graph nodes. Over this graph we studied the service availability with a walk around over the graph.

Keywords: Information Technology Management, Availability management, ASDG, ITIL, CMDB, impact analysis.

Resumen

En los últimos años las organizaciones aumentaron el uso de las tecnologías de la información, y también aumentaron los riesgos asociados a ellas. La complejidad de las infraestructuras que incluyen un gran número de componentes (aplicaciones, servidores, sistemas operativos, bases de datos, red y comunicaciones, UPS, generadores energía, etc.) requiere de una gestión cuidadosa.

COBIT, ITIL y otras metodologías coinciden que la gestión de IT debe estar centrada en los servicios. También coinciden que es necesaria una base de datos de configuraciones (CMDB) para conocer: los componentes involucrados; dependencias entre ellos; usuarios y administradores; conexiones eléctricas y de red, etc. Esta CMDB es el centro de la gestión basada en ITIL, pues a partir de ella es posible optimizar la gestión de los cambios, incidentes y problemas así como también de la disponibilidad, capacidad, continuidad y los acuerdos de niveles de servicio.

En este artículo presentaremos como representar la infraestructura tecnológica, sus relaciones, sus conexiones eléctricas y de red, etc., utilizando ASDG, abstracción utilizada para gestionar cambios en componentes de software. Mostramos como adaptarlo para representar los componentes de IT como nodos de un grafo, sobre el cual se estudia la disponibilidad de los servicios realizando una recorrida sobre este grafo.

Palabras claves: Information Technology Management, Configuration management, ASDG, ITIL, CMDB, análisis de impacto.

1. INTRODUCCION

En los últimos años, el uso de las tecnologías de la información en las organizaciones se ha incrementado significativamente, provocando un gran impacto en los procesos del negocio y llegando a requerir infraestructuras muy complejas. Las necesidades de negocio requieren respuestas rápidas, lo que incrementa el uso de nuevas tecnologías así como la cantidad de aplicaciones, servidores, sistemas operativos, bases de datos, servidores de aplicaciones, dispositivos de comunicaciones, generadores de energía, etc.

La complejidad de esta infraestructura se ve aumentada por los requerimientos de interoperabilidad, e-business, sistemas distribuidos, ERPs, Intranets, nuevas funcionalidades de sus sistemas legacy, accesos de diversas aplicaciones a los datos o servicios provistos por otra aplicación; y por los modelos N-TIER y más recientemente SOA.

Esta mayor dependencia de la tecnología hace que aumenten los requerimientos de disponibilidad y niveles de servicio que hacen que cualquier falla o bajada de un servicio, si no es conocida de antemano o es muy prolongada, se convierte en una situación catastrófica para la organización. Para mitigar estos riesgos, se deben tomar las medidas necesarias para asegurar que los tiempos de indisponibilidad debido a fallas sean minimizados.

COBIT [1] e ITIL [2] son quienes aportan una guía a la solución a este problema introduciendo la necesidad de la gestión de los servicios y de los procesos necesarios para mantenerlos. Es así que surgen los procesos tales como Configuration Management, Availability Management, Capacity Management, Service Level Management, IT Service Continuity Management, etc.

Estas propuestas coinciden en la necesidad de contar con una base de datos de configuraciones (CMDB) para conocer: los componentes involucrados; dependencias entre ellos; usuarios y administradores; conexiones eléctricas y de red, etc. En ITIL, esta CMDB permite una mejor gestión de los distintos procesos, optimizando la forma de gestionar los cambios, incidentes y problemas así como también la disponibilidad, capacidad, continuidad y los acuerdos de niveles de servicio.

En trabajos anteriores hemos visto que esas propuestas no incluyen la forma de modelar la infraestructura tecnológica y que existe escasa bibliografía al respecto, siendo estas en su mayoría referentes a cambios en componentes de software. En estos trabajos [3][4][5] hemos mostrado como representar la infraestructura de IT utilizando Abstract System Dependence Graph (ASDG) [6] para realizar la gestión de los cambios en los componentes de infraestructura.

En este artículo mostramos como utilizar esa representación de la infraestructura para gestionar la disponibilidad de los servicios en función de los Service Level Agreements (SLAs). El artículo se organiza como sigue: primero se realiza una introducción a los conceptos básicos de Service Level Management, Availability Management y Configuration Management; luego se describe la forma de representar la infraestructura de IT utilizando ASDG; después vemos como utilizar esa representación para gestionar la disponibilidad de los SLA y por último mostramos nuestras conclusiones y trabajos futuros.

2. MODELOS DE GESTIÓN

Los modelos de gestión de IT más aceptados son COBIT e ITIL.

La misión definida por COBIT [1] es la de “investigar, desarrollar, publicar y promover un conjunto de objetivos de control en tecnología de información con autoridad, actualizados, de

carácter internacional y aceptados generalmente para el uso cotidiano de gerentes de empresas y auditores”.

COBIT hace énfasis en la orientación al negocio y ha sido diseñado no solo para ser utilizado por usuarios y auditores, sino que en forma más importante, está diseñado para ser utilizado como una lista de verificación detallada para los propietarios de los procesos de negocio. En el Marco Referencial de COBIT se proporcionan herramientas al propietario de procesos de negocio que facilitan el cumplimiento de sus responsabilidades. El marco referencial comienza con la premisa “Con el fin de proporcionar la información que la empresa necesita para alcanzar sus objetivos, los recursos de TI deben ser administrados por un conjunto de procesos de TI agrupados en forma natural.

COBIT define un conjunto de 34 objetivos de control de alto nivel, uno para cada uno de los procesos de TI, agrupados en cuatro dominios: planeación & organización, adquisición & implementación, entrega (de servicio) y monitoreo. En particular se pueden mencionar los siguientes: DS1 Definir Niveles de Servicio, DS3 Administrar Desempeño y Capacidad, DS4, Asegurar Servicio Continuo, DS6 Identificar y Asignar Costos, DS8 Apoyar y asistir a los Clientes de TI, DS9 Administrar la Configuración, DS10 Administrar Problemas e Incidentes.

Por su parte ITIL [2][7][8][9][10][11] fue creada para comunicar las mejores prácticas en la Gestión de Servicios TI. ITIL ofrece un marco para todas las actividades de TI, como parte de la entrega de servicios, basado en la infraestructura TI, Las actividades se dividen en procesos, que proporcionan el marco para gestionar los Servicios TI en forma más madura.

ITIL provee de “mejores prácticas” para la gestión de TI las cuales proveen:

- Guías para alinear los servicios de TI con los requerimientos de negocio
- Un lenguaje común para TI y el negocio
- Un marco referencial, no una metodología
- Un conjunto de mejores prácticas neutral a los proveedores
- Guías, no un como hacerlo paso a paso para que una organización implemente procesos de gerenciamiento de TI
- Además del modelo de procesos se encuentran:
 - Guías en la planificación e implementación
 - Sugerencias de organización, roles y habilidades requeridas
 - Sugerencias para la educación y el entrenamiento
 - Descripción de atributos clave en herramientas
 - Ejemplos de políticas y procedimientos

La parte más importante de ITIL es el “Service Management” el cual se compone de dos libros “Soporte del Servicio” (Service Support) y “Entrega del Servicio” (Service Delivery).

En soporte del servicio se tratan los siguientes procesos

- Relaciones entre procesos
- La función Service Desk
- Gestión de Incidentes
- Gestión de Problemas
- Gestión de Configuraciones
- Gestión de Cambios
- Gestión de Versiones
- Herramientas de Gestión de Servicios

En Entrega del servicio se tratan los siguientes procesos

- Relación entre procesos
- Gestión de Niveles de Servicio
- Gestión Financiera de los Servicios de TI
- Gestión de Capacidad
- Gestión de Continuidad de los servicios de TI
- Gestión de Disponibilidad
- Herramientas de Gestión de Servicios

Es posible decir que la Gestión de los Niveles de servicio es la base del planteo de ITIL. Al analizar sus procesos, podemos ver que la Gestión de las configuraciones es la que brinda, a través de su CDMB (Configuration Management Data Base) la información necesaria para la mayoría de los procesos, pues es la que permite conocer la infraestructura propiamente dicha.

MOF [12] es una propuesta de Microsoft basada en ITIL que, al igual que otras utilizadas por empresas como HP e IBM, podemos considerar que comparte esta visión. Lo mismo puede decirse de otras propuestas [13].

A grandes rasgos podemos ver que COBIT e ITIL persiguen objetivos similares. Ambas propuestas plantean la necesidad de identificar, controlar y mantener todos los componentes de TI, de gestionar los niveles de servicio, la disponibilidad, la capacidad, etc.

3. METODOLOGÍA PROPUESTA

En [3][4][5] hemos visto una forma de representar la infraestructura de TI utilizando ASDG. En esos trabajos, vimos como es posible realizar estudios de impacto previos a la realización de un cambio de forma de disminuir los riesgos ocasionadas por cambios en la infraestructura. En este artículo mostraremos como usar esa representación para mejorar la gestión de los niveles de servicio y en particular como calcular la disponibilidad de los servicios.

3.1 Especificación del problema

Utilizaremos Abstract System Dependence Graph (ASDG) [6][14][15], abstracción de grafos de dependencia, para representar toda la infraestructura de TI como un grafo, donde los servidores, dispositivos de red, software de base, aplicaciones, dispositivos eléctricos y usuarios, son nodos y sus relaciones de dependencia, conexiones físicas y eléctricas, son aristas.

Primero veamos una definición de ASDG y a luego como utilizarlo para resolver los problemas planteados.

3.2 Abstract System Dependence Graph

Un grafo de dependencia de sistema (SDG) [14][15] se compone de varios grafos de dependencia de procedimientos. En [6] se propone un grafo abstracto de dependencia de sistema (ASDG) que puede ser construido usando un subconjunto de información del SDG. El hecho que ASDG es un subconjunto de SDG garantiza que los algoritmos usados para construir SDG pueden usarse también para construir el ASDG.

ASDG consiste en vértices que representan componentes, por ejemplo funciones y variables globales. La función call es representada por la arista call, y la arista data flow representa un flujo de datos de una función a una variable global y viceversa.

Formalmente, se define ASDG de la siguiente manera:

Sea C el conjunto de componentes en el software, y $C = F \cup G$

donde F es un conjunto de funciones y

G es un conjunto de datos globales

Para $d, e \in C$, la arista $\langle d, e \rangle$ denota una dependencia de componente d en e .

Si $d, e \in F$ entonces $\langle d, e \rangle$ es la arista *call*, si $d \in G$ o $e \in G$, entonces la arista $\langle d, e \rangle$ son los flujos de datos.

Un ASDG es un conjunto de dependencias D en el sistema.

El conjunto de todos los componentes usado en D se define como

$$\text{comp}(D) = \{ e \mid \text{si existe } d, \text{ tal que } \langle e, d \rangle \in D \text{ o } \langle d, e \rangle \in D \}$$

Los vecinos de un vértice d se definen como

$$\text{neigh}(d) = \{ \langle e, d \rangle \mid \text{si existe } e \text{ tal que } \langle e, d \rangle \in D \} \cup \{ \langle d, f \rangle \mid \text{si existe } f \text{ tal que } \langle d, f \rangle \in D \}.$$

Cabe aclarar que se usa la notación de [2, 3] para los grafos.

Un ejemplo de ASDG y su código fuente se puede apreciar en Figura 1.

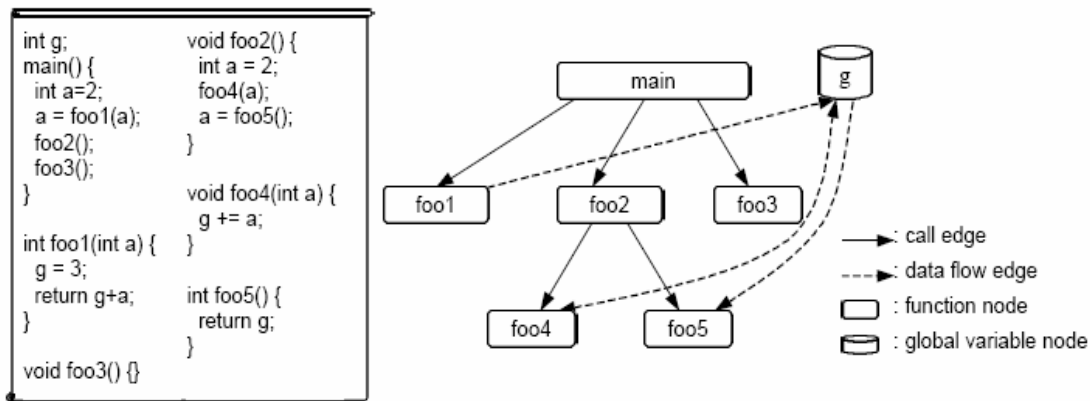


Figura 1 – Un ejemplo de programa y su ASDG

3.3 Representación de la infraestructura de TI

Ahora mostraremos como adaptar ASDG, para representar nuestro problema.

Como hemos visto anteriormente, necesitamos representar los componentes de infraestructura de nuestra red, sus conexiones y dependencias.

Para esto, consideremos los componentes como nodos de nuestro grafo de dependencias y las dependencias como aristas del mismo.

Por consiguiente, definamos formalmente el grafo G de la siguiente manera:

$$G = C \cup RRHH \cup R$$

donde

C son los componentes de la infraestructura

$RRHH$ son recursos humanos de la organización

R son las relaciones entre los componentes

A continuación se detallarán los mismos.

Sea **C (componentes de la infraestructura)** = $F \cup L \cup E \cup O$

F es el conjunto de componentes físicos de la infraestructura

L es el conjunto de componentes lógicos de la infraestructura

E es el conjunto de componentes eléctricos de la infraestructura

O es el conjunto de otros componentes de la infraestructura

F (componentes físicos) = $N \cup H \cup OTF$

N = $HUB \cup SWT \cup ROU \cup FRW$

HUB conjunto que representa los hub de la infraestructura

SWT conjunto que representa los switch de la infraestructura

ROU conjunto que representa los router de la infraestructura y

FRW conjunto que representa los firewall de la infraestructura

H = $EQP \cup P$, con **P** = $IMP \cup SCN \cup MON$

EQP es el conjunto que representa los equipos de la infraestructura

IMP es el conjunto que representa las impresoras de la infraestructura

SCN es el conjunto que representa los scanner de la infraestructura y

MON es el conjunto que representa los monitores de la infraestructura

OTF el conjunto que representa otros componentes físicos

L (componentes lógicos) = $SO \cup SRV \cup OTL$

SO el conjunto que representa los sistemas operativos

SRV el conjunto que representa los servicios

OTL el conjunto de representa otros componentes lógicos

E (componentes eléctricos) = $UPS \cup GEN \cup ENC \cup CDD \cup OTE$

UPS el conjunto que representa las UPS

GEN el conjunto que representa los generadores

ENC el conjunto que representa los enchufes

CDD el conjunto que representa las cajas de distribución

OTE el conjunto que representa otros componentes eléctricos

Los **recursos humanos** se definen de la siguiente manera: **RRHH** = $ADM \cup DES \cup USU$

ADM el conjunto que representa los administradores de recursos

DES el conjunto que representa los desarrolladores

USU el conjunto que representa los usuarios de un servicio

Sea **R** el conjunto de relaciones del sistema,

$$R = RC \cup RD$$

Donde:

RC es el conjunto de aristas que representan relaciones de conexiones de red

RD es el conjunto de aristas que representan relaciones de dependencia de la infraestructura

La arista $\langle d, e \rangle \in RD$ denota una dependencia funcional del componente **d** en **e**.

RD = $\{ \langle d, e \rangle \mid \text{si y solo si se cumple que existe una dependencia funcional del componente } d \text{ en } e \}$

En [4] vimos que la inclusión de las **RC** nos obliga a extender al ASDG con un nuevo tipo de arista, por lo que para las conexiones de red definimos un grafo estándar en el cual los nodos son los componentes del ASDG y las aristas son las propias conexiones.

Ahora ya tenemos definida completamente la infraestructura tecnológica incluyendo a los componentes de hardware, software, sus administradores y los usuarios de los servicios.

3.4 Análisis

3.4.1 Análisis de impacto

Cuando es necesario realizar un cambio en cualquiera de los componentes, se desea conocer todos los componentes y recursos humanos (administradores, usuarios) impactados. Para ello se construye un árbol de alcance a partir del nodo que representa el componente, que incluya todos los nodos alcanzados por las relaciones de dependencia con el mismo. El árbol incluirá entonces todos los componentes impactados, los administradores y los usuarios.

En el caso en que se impacte un componente de red, el algoritmo presenta algunas variaciones. En este caso se debe verificar que para todo par de componentes, que residen en equipos distintos y que existe una dependencia entre ellos, exista un camino de red (que no pase por los componentes de red afectados) entre los componentes de hardware donde reside cada uno. En caso de no existir se debe incluir en el árbol el componente dependiente en la relación y continuar con el árbol de alcance.

3.4.2 Análisis de componentes de un servicio

Podemos ver que esta estructura que hemos construido, contiene todos los servicios que se ofrecen y de que componentes dependen.

Conocer todos los componentes involucrados en un servicio nos ayudaría a planificar la calidad de dichos servicios.

En nuestra representación, los servicios se corresponden con los usuarios del mismo.

Si realizamos una recorrida en dirección contraria en el grafo, o sea que comenzamos desde un *usuario de un servicio* y vamos construyendo un árbol de alcance, con los componentes de quien se depende, tendremos la lista de todos los componentes involucrados en la prestación del servicio. Esta lista nos permite, estudiar los posibles cuellos de botella e invertir en la mejora de los puntos que puedan ser críticos para optimizar la disponibilidad, la capacidad y la continuidad de los servicios.

3.4.3 Disponibilidad de los servicios

Tradicionalmente, los estudios de disponibilidad estaban centrados en los distintos componentes, antes que en los servicios en sí. Las propuestas de COBIT e ITIL nos expresan la necesidad de conocer la disponibilidad de los servicios. En nuestra representación, podemos observar que la falla de cualquier componente afecta la disponibilidad de distintos servicios, por lo que para un servicio, su tiempo de indisponibilidad, es la sumatoria de las indisponibilidades de todos los componentes involucrados en la prestación de dicho servicio.

Para calcular la disponibilidad de los servicios, se debe ir contabilizando las indisponibilidades ocasionadas por fallas en cada componente.

Ante la indisponibilidad de un componente, se realiza el análisis de impacto descrito en 3.4.1 y del árbol de alcance se extraen los servicios impactados. Para cada servicio impactado se incrementa el tiempo de indisponibilidad.

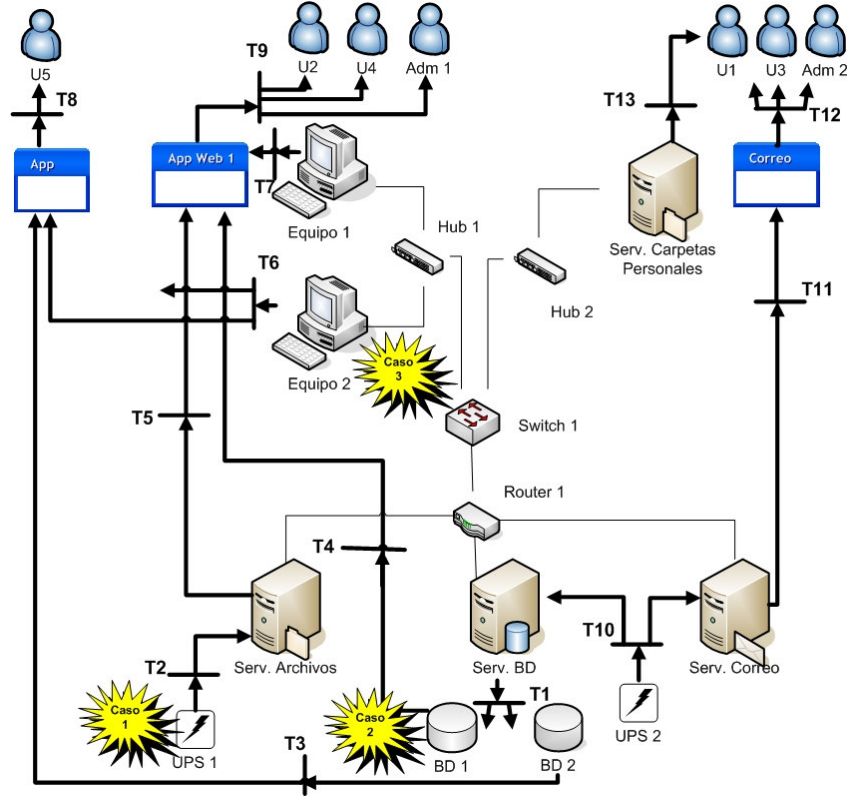
Finalmente es posible calcular la disponibilidad

$$\% \text{ Disponibilidad} = \frac{\text{Horas Acordadas de Servicio} - \sum(\text{indisponibilidad componente } i)}{\text{Horas Acordadas de Servicio}} \times 100$$

3.5 Caso de Estudio

Consideremos ahora la siguiente realidad representada gráficamente en la siguiente figura.

En ella se pueden apreciar los componentes de red, como por ejemplo Hub 1, Hub 2, Switch 2, Router 1, además de los componentes de hardware como los equipos, los servidores, etc. También se pueden observar las distintas dependencias que hay entre los mismos (líneas punteadas) y los usuarios que dependen de ellas..



3.5.1 Análisis de impacto

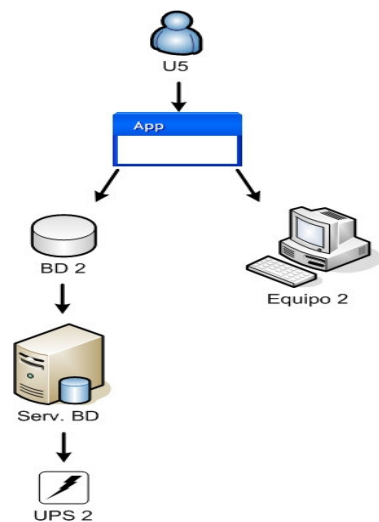
En [3][4][5] hemos mostrado este análisis. El árbol de alcance que se obtiene se utiliza por el proceso de Gestión de Cambios para la planificación y autorización de los cambios.

3.5.2 Análisis de componentes de un servicio

El servicio ofrecido por la aplicación **APP** es utilizado por el usuario **U5**. Como ya comentamos en nuestra representación, existe una correspondencia entre *usuario* y *servicio*, por lo que el estudio lo realizaremos a partir del usuario **U5**.

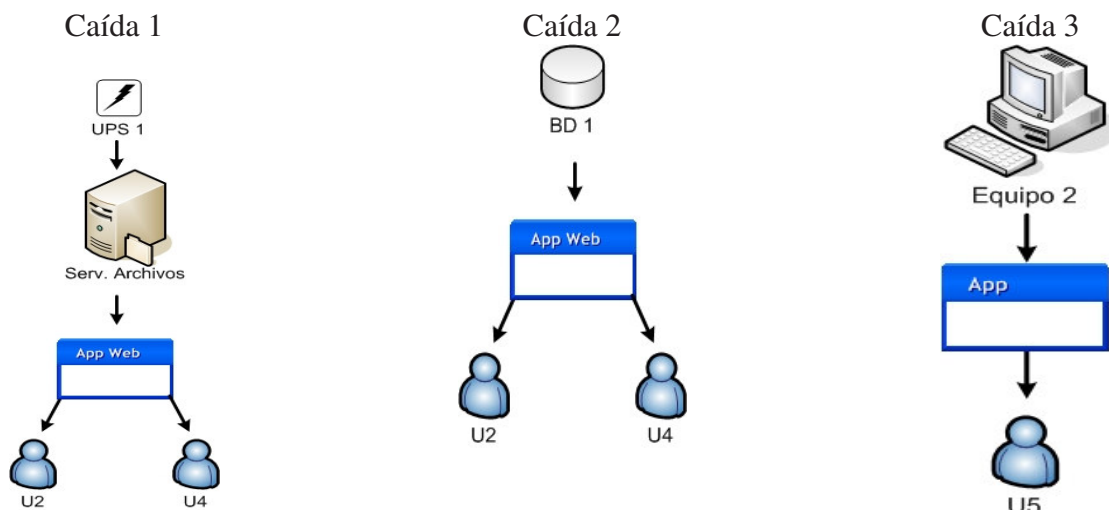
En la siguiente figura, podemos observar, que el servicio utilizado por **U5** depende de **APP**, quien a su vez depende de **BD2** y **Equipo2**. Siguiendo con el análisis se observa que **BD2** depende de **ServidorBD** y de **UPS2**.

Esta información, al momento de definir los alcances del servicio, nos permitirá evaluar las posibilidades y ajustar las necesidades de mejora o en su defecto limitar los alcances.



3.5.3 Cálculo de disponibilidades

A continuación analizaremos la disponibilidad de los distintos servicios, teniendo en cuenta las siguientes caídas.



Teniendo en cuenta las caídas anteriores, veamos a continuación, la disponibilidad de los distintos servicios: App (usuario U5), AppWeb (usuarios U2 y U4) y Correo (usuarios U1 y U3)

$$\text{Disponibilidad servicio APP} = \frac{\text{Hs Ac Serv} - (\text{indisp caída 3})}{\text{Hs Ac Serv}} \times 100$$

$$\text{Disponibilidad AppWeb} = \frac{\text{Hs Ac Serv} - (\text{Hs indisp caída 1} + \text{Hs indisp caída 3})}{\text{Hs Ac Serv}} \times 100$$

$$\text{Disponibilidad correo} = \frac{\text{Hs Ac Serv} - (0)}{\text{Hs Ac Serv}} \times 100 = 100\%$$

Podemos observar que el servicio de correo no fue afectado por ninguna de las caídas, por lo que su disponibilidad es del 100%. Los servicios brindados por APP y por AppWeb fueron afectados por caídas, por lo que el cálculo de disponibilidad tiene en cuenta las mismas.

4. CONCLUSIÓN Y TRABAJOS FUTUROS

Hemos analizado la problemática de la Gestión de los servicios de IT y en particular la necesidad de contar con una CMDB como soporte de diversos procesos de la gestión. Esta CMDB nos permite entre otras cosas realizar un análisis de impacto previo a la implementación de un cambio de configuraciones en la infraestructura tecnológica de una organización, conocer todos los componentes involucrados en un servicio, calcular la disponibilidad asociada a cada servicio en función de los SLA.

Hemos visto que este análisis puede ser realizado visualizando los componentes de la infraestructura como un grafo sobre el cual, realizando recorridas, se pueden efectuar análisis de

alcance y con ello identificar los componentes involucrados. Hemos usado ASDG, abstracción basada en grafos utilizada para el manejo de cambios en componentes de software, para analizar los cambios de la infraestructura.

Hemos visto que ASDG no nos permite una representación completa de la infraestructura y hemos mostrado como resolverlo. Además, el modelo no incluye algunos puntos importantes como ser las configuraciones redundantes de componentes, configuraciones de clusters, alta disponibilidad, balanceo de carga y contingencia y también el factor tiempo (es decir, que una dependencia es válida en determinada franja horaria).

Nuestros planes incluyen tratar con los puntos mencionados en el párrafo anterior, así como también trabajar en la optimización de los algoritmos utilizados y estudiar algunas alternativas de representación, entre las que se encuentra la utilización de Redes de Petri.

REFERENCES

- [1] COBIT. <http://www.isaca.org/>, Ult. acc. 2007.
- [2] ITIL. <http://www.itsm.org/>, <http://www.iti.org>, <http://www.itil-survival.com>, Ult. acc. 2007.
- [3] S.Machuca, G.Sasco, N.Chiaro: Un modelo basado en grafos para análisis de impacto en cambios de componentes de infraestructura, JAIIO-ASIS 2005.
- [4] S.Machuca, G.Sasco, N.Chiaro: Análisis de impacto en la gestión de cambios de configuración de componentes de IT, CLAIO (Conferencia Latinoamericana de Investigación Operativa) 2006.
- [5] S.Machuca, G.Sasco, N.Chiaro: Análisis de impacto en la gestión de cambios de servicios de Telecomunicaciones, MVD TELCOM 2006 (I Congreso Regional de Telecomunicaciones).
- [6] Kunrong Chen, Václav Rajlich, Case Study of Feature Location Using Dependence Graph.. Department of Computer Science, Wayne State University, 2002, pp. 293 - 299.
- [7] Charles Thomas Betz, The convergence of metadata and IT service management, 2003.
- [8] M. Berkhout, R. Harrow, Service Support: Service Desk and the Process of Incident Management, Problem Management, Configuration Management, Change Management and Release Management, London, The Stationery Office, 2000.
- [9] A. Cassidy, K. Guggenberger A Practical Guide to Information Systems Process Improvement. Boca Raton, FL, St. Lucie, 2001.
- [10] IT Service Management Forum, IT Service Management Forum, USA, Attendee FAQ, 2003.
- [11] J. Van Bon, G. Kemmerling, IT service management : an introduction, Canada, 2002.
- [12] MOF. <http://www.microsoft.com/technet/itsolutions/cits/mof/mof/default.aspx>, Ult. acc. 2006.
- [13] Erp4it: Managing information systems, http://erp4it.typepad.com/erp4it/2004/10/cmdb_chaos_and_.html, Ult. acc. 2006.
- [14] Horwitz, S.; Reps, T and Binkley, D. Interprocedural Slicing Using Dependence Graphs ACM Trans. Programming Languages and Systems, vol 12, No. 1 (Jan 1990), pp. 26-60.
- [15] Horwitz, S.; Reps, T. The Use of Program Dependence Graphs in Software Engineering. Proceedings of the 14th International Conference on Software Engineering, (May 1992).