

Métodos y Tecnología Informática aplicada al desarrollo de Sistemas de Gerenciamiento Energético en apoyo a ISO 50001

Leopoldo Nahuel¹, José Maccarone², Javier Marchesini¹, Marcelo D Ambrosio², Laura Cantallops¹

⁽¹⁾ Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información

⁽²⁾ Departamento de Electrotecnia

Facultad Regional La Plata – Universidad Tecnológica Nacional – Av. 60 esq. 124 s/n – CP 1900

{lnahuel, jmacarone, jmarchesini, mdambrosio, lcantallops}@frlp.utn.edu.ar

RESUMEN

El objetivo de este proyecto es realizar actividades de I&D en temas relacionados a Ingeniería de Software Basado en Modelos (ISBM) y Common Information Model (CIM) en conjunción con métodos de producción de sistemas software para gestión de eficiencia energética, siguiendo bases de la norma internacional ISO 50001. Con el interés particular de evaluar e implementar mecanismos que automatizan actividades del gerenciamiento energético, resulta de valor importante explorar distintas áreas de la disciplinas de ingeniería eléctrica para una mejor captura de requerimientos software – de aplicación genérica – en ámbitos industriales de la región, con fuerte necesidad de administración de valores energéticos medibles en términos económicos. En este contexto es necesario establecer un marco de trabajo para construir herramientas informáticas que ofrezcan mecanismos para automatizar alertas y controles sobre dominios específicos, en un ambiente de administración, control y gerenciamiento energético. Considerando aspectos que incluyen extensión de funcionalidad para distintos tipos de energía y evolución de la reciente norma ISO 50001, se presenta en este trabajo una propuesta de herramienta software de soporte a la gestión y ahorro de energía eléctrica. Resulta finalmente un valor importante en este proyecto, integrar actividades I+D+i multidisciplinario entre distintos departamentos de carrera: Electrotecnia & Sistemas de Información.

Palabras clave: *Herramienta Software, Common Information Model (CIM), Gestión Automatizada, Eficiencia Energética, Norma internacional ISO 50001.*

CONTEXTO

Este proyecto de investigación multidisciplinario fue iniciado como parte del Programa anual FORMATEC [1] de la Secretaría de Vinculación Tecnológica de la Universidad Tecnológica Nacional, con el fin de ofrecer mecanismos para la mejora de eficiencia energética en procesos industriales de PyMEs regionales, situadas en el Sector Industrial Planificado (SIP) [2] del Polígono Industrial de la ciudad de Berisso, Prov. Buenos Aires. En este contexto, el objetivo general de nuestra propuesta es proveer un marco de trabajo metodológico basado en Common Information Model (CIM) [3,4] para el desarrollo de una herramienta software - extensible en distintos ámbitos energéticos - que permita alertar a los administradores de energía, distintos aspectos valorados en la normativa internacional ISO 50001 [5], como: multas por traspaso de potencias eléctrica contratadas, controles de consumo eléctrico, reportes comparativos de potencias, entre otros.

Este proyecto de investigación y desarrollo, fue iniciado a través de una acción conjunta entre investigadores de la especialidad de Ingeniería en Sistemas de Información e Ingeniería Eléctrica, de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) - Facultad Regional La Plata, persiguiendo importantes aspectos de innovación en sistemas software, tanto en la forma de construcción como su valiosa aplicación al ámbito de mejora continua de la eficiencia energética [6,7].

Este proyecto es actualmente financiado por Programa de Subsidios para Vinculación y Transferencia Científica y Tecnológica (FORMATEC) del Rectorado UTN y por la

Secretaría de Extensión Universitaria de UTN-FRLP. Esta propuesta se encuentra formalmente enmarcada dentro de un PID UTN, que fue presentada para su homologación en el corriente año, ante la comisión de evaluación científica-tecnológica de la Secretaría de Ciencia, Tecnología y Posgrado del Rectorado UTN.

1. INTRODUCCION

La metodología Ingeniería de Software Basada en Modelos (ISBM) [8], ofrece un marco de trabajo donde los modelos son considerados entidades centrales durante el ciclo de construcción del software. Estos modelos requieren ser escritos en lenguajes de modelado estándar como lo son UML (Unified Modelling Language) [9,10] y SysML (System Modelling Language) [11], ambos dos estandarizados por el consorcio de desarrolladores de objetos OMG (Object Management Group) [12]. UML es un lenguaje gráfico de propósito general para la construcción de sistemas software, mientras que SysML es un lenguaje también gráfico, pero orientado a la construcción de sistemas computacionales (incluyendo componentes híbridos de hardware y software).

Siguiendo las bases metodológicas de ISBM, resulta interesante hacer uso del estándar definido y publicado por “Distributed Management Task Force” (DMTF) [13] denominado “Modelo de Información Común” (Common Information Model, CIM), que define la forma de gestionar los artefactos esenciales y globales en un entorno de IT, a través de un perfil UML que representa los distintos elementos comunes y su interrelación. CIM está destinado a permitir una gestión coherente de estos elementos comúnmente relacionados, independientemente de su fabricante o proveedor, ofreciendo una definición común de información de gestión para sistemas, redes, aplicaciones y servicios.

El estándar CIM se compone de una especificación de infraestructura y un esquema: el Esquema proporciona las descripciones de los modelos reales, mientras que la especificación define los detalles para la integración con otros modelos de gestión.

- La **Especificación de Infraestructura CIM** define la arquitectura y los conceptos de CIM, incluyendo un lenguaje mediante el cual se define el esquema CIM (incluyendo cualquier esquema de extensión), y un método para el mapeo de CIM para otros modelos de información, tales como SNMP [14]. La arquitectura de CIM se basa en UML, por lo que es orientado a objetos: los elementos gestionados se representan como clases de CIM y eventuales relaciones entre ellos se representan como asociaciones CIM. La herencia permite la especialización de los elementos básicos comunes en elementos más específicos derivados.
- El **Esquema CIM** es un esquema conceptual que define el conjunto específico de objetos y relaciones entre ellos que representan una base común para los elementos manejados en un entorno de IS. El esquema CIM cubre la mayor parte de los elementos actuales en un entorno de IT, por ejemplo, sistemas informáticos, sistemas operativos, redes, middleware, servicios y almacenamiento. El esquema CIM define una base común para la representación de estos elementos administrados. CIM tiene la característica de ser extensible., permitiendo ampliaciones específicas de los productos, y así se pueden definir los elementos comunes gestionados a través de este esquema...

Sobre los fundamentos antes mencionados, se instanciaron los elementos comunes para la construcción de un sistema software extensible para el ámbito de Gestión Energética, siguiendo lineamientos definidos en la norma ISO 50001.

Además de modelar la arquitectura central del sistema, se implementó un prototipo para administración y control de energía eléctrica, basado en las restricciones de dominio del CIM. Para la implementación se utilizó tecnología J2EE y SWT (Standard Widgets Toolkit) [15] sobre plataforma Eclipse para el desarrollo y MySQL como motor de base de datos.

La primera parte del proyecto, consistió en el desarrollo de un Prototipo de Interfaz de Usuario (PIU) del sistema Software, como posible solución a la problemática. Para llevar adelante dicho desarrollo, se llevaron una serie de tareas correspondientes al proceso de desarrollo de Software. Se partió de la Ingeniería de requerimientos, de tal manera de poder capturar los requerimientos de software y atributos de calidad, explorando el campo de las distintas áreas de las disciplinas de la ingeniería eléctrica. Posteriormente los requerimientos fueron validados en conjunto con lo Stakeholders para continuar la etapa de Análisis. Una vez establecido el comportamiento y teniendo una clara definición de los requerimientos, se procedió a realizar el PIU. Para el desarrollo del PIU se utilizó SWT (Standard Widgets Toolkit), bajo el IDE de desarrollo Eclipse en su versión Galileo, con el apoyo de integrantes especializados en el área de Diseño en Comunicación Visual, permitiendo definir criterios de accesibilidad y usabilidad adecuados, como así también una correcta organización de los componentes que forman parte del PIU.

A continuación, en la Fig. 1 y Fig. 2, se detallan algunas de las pantallas de la Interfaz de Usuario de la herramienta software.

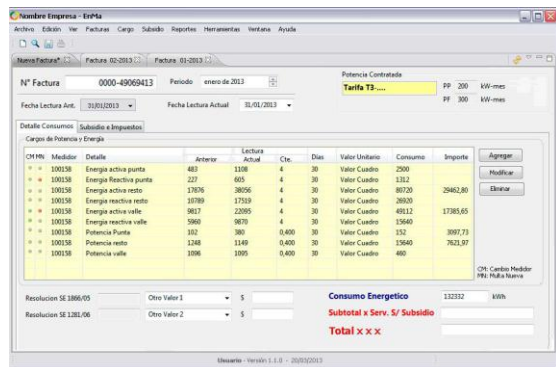


Fig. 1: Pantalla de carga de Factura y consumos

En la Fig. 1 puede observarse la interfaz para carga de datos generales y específicos de usuario (cabecera) y los consumos eléctricos que se registran en la factura (grilla). Se cargan los datos generales de la factura, como el número, el período tarifario y las fechas correspondientes a la toma de las mediciones. En la misma pantalla, se colocaron indicadores que permite conocer la existencia de multas por exceso de consumo, o indicarnos la existencia

de un cambio de medidor (círculos de color verde y rojo en la grilla de consumos).

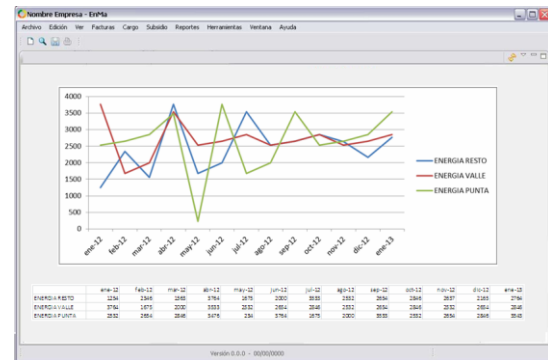


Fig. 2: Pantalla de reportes gráficos comparativos

En la Fig. 2 se observa una pantalla de reporte gráfico, correspondiente a los consumos de Energía (Energía Valle, Energía Resto y Energía en Punta), y el ponderado de consumo a lo largo de un período. Estos reportes comparativos son de suma importancia para el gerenciamiento energético, ya que nos permite ver la tendencia a lo largo del período, y brinda información suficiente para una toma de decisiones sobre la gestión eficiente de la energía.

2. LINEAS DE INVESTIGACION y DESARROLLO

En la tarea de investigación que estamos llevando adelante, será necesario, un avance en el estudio y análisis de estándares y herramientas que nos permitan la integración de métodos de producción de sistemas software con los elementos referentes a la gestión energética, bajo la normativa ISO/IRAM 50001. Bajo esta línea de trabajo, serán analizados los siguientes estándares y herramientas:

- Ingeniería de Software Basada en Modelos (ISBM) : un paradigma que sitúa a los modelos como las entidades fundamentales que dirigen el proyecto de construcción de software
- Lenguajes que nos provean lo necesario para el modelado de nuestro sistema en forma correcta, siguiendo buenas practicas de la Ingeniería de Software Basada en Modelos,

en un entorno MDD (Model Driven Development) [16,17]

- **Common Information Models (CIM):** El CIM es un modelo de información estándar para empresas eléctricas, basado en lenguaje UML (Unified Modeling Language). En este modelo se representan objetos del mundo real y sus relaciones, con el propósito de crear un sistema de información que pueda ser utilizado entre diferentes aplicaciones para el manejo e intercambio de datos[Análisis del estado del arte y de la practica en la aplicación del modelo CIM en empresas eléctricas
- **Domain-Specific Language (DSL)** [18]: es un lenguaje declarativo que ofrece una importante expresión centrada en un dominio determinado de un problema
- **Técnicas de Accesibilidad y Usabilidad para herramientas software.**

3. RESULTADOS Y OBJETIVOS

Se planifica avanzar en la capacitación continua de los miembros de la línea de investigación.

Como objetivo general se espera el desarrollo de una herramienta que de soporte tecnológico a la Gestión Energética de Micro y Pequeñas Empresas, con el interés de implementar mecanismos que automaticen las actividades de gerenciamiento energético apuntando a la reducción de consumos y utilización consciente de la energía eléctrica bajo la normativa ISO/IRAM 50001.

En esta primera etapa se concreto un Prototipo de Interfaz de Usuario (PIU) correspondiente al sistema software en cuestión, para administrar, la energía con mayor numero de variables, la energía eléctrica. Se reflejo en el PIU, el conjunto de herramientas necesarias para dar el soporte necesario para administrar la energía eléctrica, desde la carga de datos de facturas hasta reportes gráficos que permiten hacer un análisis de negocio para la toma de decisiones.

Como trabajo futuro se espera poder extender el sistema software, en el campo de gestión energética, a otros tipos de fuentes energéticas que puedan tener las MiPyMEs, como por

ejemplo el Agua, Gas, Combustibles, entre otros; a fin de poder gestionarlos para su reducción de consumos y el uso consciente de las energías.

4. FORMACION DE RECURSOS HUMANOS

Este trabajo, es parte de un proceso de incentivación para el desarrollo de actividades I&D, a desarrollar en el Laboratorio LINSI [19] del Departamento de Sistemas de Información en conjunción con el Departamento de Electrotecnia de la UTN - FRLP.

Actualmente el equipo de trabajo esta formado por dos directores, un director por parte del Departamento de Ingeniería Eléctrica y otro por parte del Departamento de Ingeniería en Sistemas, y 3 becarios, uno por parte de Ingeniería Eléctrica y dos correspondientes al área de Ingeniería en Sistemas, todos pertenecientes a la UTN - FRLP.

Esta propuesta se encuentra enmarcada bajo la formalidad de Proyecto de Investigación y Desarrollo (PID) UTN, sometido a homologación por la Secretaría de Ciencia, Tecnología y Posgrado de la Universidad Tecnológica Nacional. De este proyecto participan docentes-investigadores y alumnos becarios de investigación, de dos Departamentos de esta facultad regional: Departamento de Sistemas de Información y Departamento de Electrotecnia.

En este contexto y en pos de formación de recursos humanos en áreas de investigación científica-tecnológica, en el ámbito de esta regional, se realizarán dos Proyectos Finales de carrera grado y una Práctica Profesional Supervisada (PPS) en la especialidad Sistemas, sobre esta línea de investigación y desarrollo aplicado a la industria.

5. REFERENCIAS

[1] Programa anual FORMATEC de la Secretaría de Vinculación Tecnológica UTN. <http://www.utn.edu.ar/secretarias/vintecnologica/formatec.utn>

- [2] Información sobre el Sector Industrial Planificado (SIP) de Berisso. http://www.mp.gba.gov.ar/sicm/agrupamientos/agrup_detalle/parque_detalle.php?id=1290536021
- [3] Sanchez Lopez, J.; Espinosa Reza, A., Garcia Espinosa, R.; *Análisis del estado del arte y de la practica en la aplicación del modelo CIM en empresas eléctricas*; Revista Tendencias Tecnológicas, Abril-Junio 2010.
- [4] CIM. www.cimug.com
- [5] IRAM / ISO 50001 (2011): *Sistema de Gestión de la Energía*, IRAM, Buenos Aires, Año 2011
- [6] *Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética 2004-2012* - Ministerio de Medio Ambiente - Madrid – IDEA, Año (2005).
- [7] *Las herramientas de monitoreo para la eficiencia energética en Europa*, París, ADEME-SAVE, Año 2000
- [8] Douglas C. Schmidt, *ISBM.Model-Driven Engineering*, Vanderbilt University, 2006 IEEE. <http://www.cs.wustl.edu/~schmidt/GEI.pdf>
- [9] J. Rumbaugh, I. Jacobson, Grady Booch. “*El Lenguaje Unificado de Modelado, Manual de Referencia*“. Addison Wesley, Primera Edición, 2000.
- [10] UML: www.omg.org/spec/UML/
- [11] Friedenthal S., Moore A., Steiner R., “*A Practical Guide to SysML*”, The Systems Modeling Language, Elseiver, Second Edition, 2011.
- [12] OMG: <http://www.omg.org>
- [13] DMTF: <http://www.dmtf.org>
- [14] Douglas Comer, *Redes TCP/IP*, Cap. 26, 3° Edición, Año 2000
- [15] Standard Widgets Toolkit. www.eclipse.org/swt/
- [16] Roxana Giandini, Matías Mangano, Lautaro Mendez, Leopoldo Nahuel. “*La Producción de Software Dirigida por Modelos y la Filosofía Agil*”, PIPP, Año 2011
- [17] Pons Claudia, Giandini Roxana y Pérez Gabriela. “*Desarrollo de Software Dirigido por Modelos: conceptos teóricos y su aplicación práctica*”. 1er. edición. EDULP & McGraw-Hill Education, Argentina, ISBN-13:9789503406304
- [18] Arie van Deursen, Paul Klint, Joost Visser, “*Domain-Specific Language: An Annotated Bibliography*”, ACM SIGPLAN , Junio 2000.
- [19] Laboratorio de Innovaciones en Sistemas de Información, LINSI. www.linsi.edu.ar