

# ASPECTOS PRACTICOS PARA LA GENERACIÓN INTELIGENTE DE EXPERIMENTOS DE ECOSIMPRO CON G2, BAJO MFC.

José Luis Lozano Hortigüela

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática. Universidad de Cádiz. joseluis.lozano@uca.es

José María Sánchez Murillo

Infogisa, S.L. jmsmurillo@terra.es

## Resumen

*En el presente trabajo se muestra cómo se ha integrado el generador de Sistemas Expertos G2 ( de Gensym) con un potente paquete para el Modelado y Simulación de Sistemas ( EcosimPro de Empresarios Agrupados S.A.) y con MFC, de Microsoft, haciendo especial hincapié en la generación y control de experimentos de un determinado problema de modelado, que se utiliza como estudio previo a la implantación definitiva en el proceso real para las condiciones de operación nominal.*

**Palabras Clave:** Sistema Experto basado en Reglas, Generación de Código c/c++ y Simulación con EcosimPro, mfc, opc y tcp/ip

## 1 INTRODUCCIÓN

Cada vez es mayor la exigencia tanto en la universidad como en la industria el disponer de herramientas potentes de programación, que aborden con tanto problemas clásicos de regulación, de dinámica de sistemas, de niveles superiores de complejidad que, quizás requieran de la inclusión de rutinas de optimización o el estudio de eventos concretos o para procesos secuenciales.

En particular, si se tratan temas de análisis de sistemas y la ingeniería de control de plantas, se hace necesario un estudio de comportamientos. Es aquí donde el modelado de sistemas se hace importante. Pero, pasada esta etapa en una primera aproximación, la fase de experimentación es también muy importante, se hace necesario encontrar un entorno de resolución numérica robusta, capaz de abordar con solvencia problemas. Se requiere en este caso un buen conocimiento informático de lenguajes potentes de alto nivel. [2]. Aunque ya se dispone en el mercado de programas de modelado y simulación con lenguajes dedicados a una disciplina que engloban los últimos paradigmas en programación y resuelven problemas en su ámbito (Spice, Process, Ansys, etc.) cada vez se necesitan programas que

resuelvan problemas cada vez más multidisciplinares, herramientas más abiertas y generales. En este caso, elegimos EcosimPro ya que incorpora librerías de modelos de componentes, realizadas por expertos en modelado de sistemas, admitiendo reutilización de submodelos para diferentes aplicaciones, haciendo en lo que se refiere exclusivamente al problema de modelado, lo relativo al problema físico objeto de estudio. También en lo referido al problema informativo, el usuario se descarga en base a generadores automáticos de código fuente en C++ y “solvers” potentes de uso de rutinas numéricas potentes, ajenas al usuario.[3]

En este trabajo avanzamos en la dirección de los experimentos, que se ponen en marcha en el modelo que se ha desarrollado para EcosimPro, procurando un entorno inteligente de utilización. Para ello, se ha realizado un conjunto de aplicaciones bajo entorno MFC, que enlaza el generador de sistemas expertos G2, de Gensym, tomando una estructura cliente-servidor, absolutamente controlado el conjunto de experimentos por este último programa.

## 2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

En este apartado se presenta el entorno desarrollado para el control los experimentos generado por EcosimPro. Las principales características del sistema son las siguientes

- El sistema propuesto sirve para soporte al usuario sobre qué hacer una vez pasado el proceso de modelado un sistema.
- El sistema funciona en red local bajo entorno de Windows NT
- Como aplicación de supervisión y comunicación con el usuario, se emplea una aplicación basada en reglas sobre G2.

Con estas características fundamentales, el trabajo se ha estructurado de la siguientes módulos:

- Módulo Servidor:

Este módulo le da soporte TCP/IP al experimento generado por EcoSimPro y tiene las funciones de servidor(Figura 1)

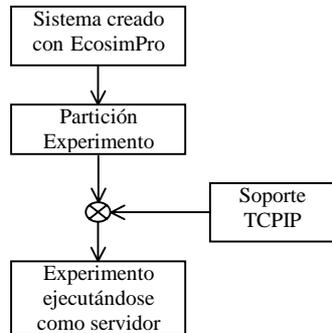


Figura 1: Creación Experimento TCP/IP

- Módulo cliente TCP/IP

Este módulo se compila con la aplicación la cual se quiere que interactúe con el experimento.

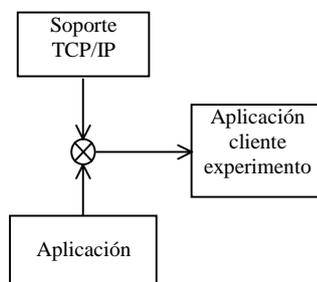


Figura 2: Creación Aplicación Cliente

- Módulo de interface G2-Experimento.

Este módulo hace uso del módulo anterior, al que se le ha incorporado el código necesario o “gateway” para la comunicación entre G2 y el servidor, vía TCP/IP

Para visualizar la interacción entre G2 y el experimento se ha creado una aplicación que nos permite ver el comportamiento de las variables a lo largo del tiempo.

Los módulos se enlaza como se indica en la figura

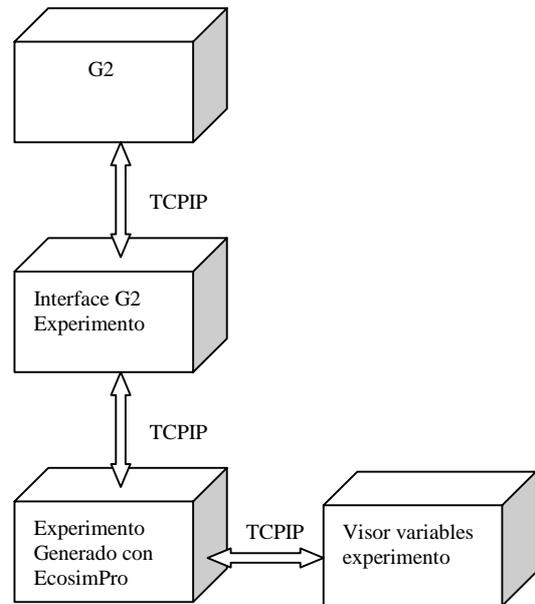


Figura 3: Relación entre G2 y experimento EcoSimPro

Se podría haberse quitado el módulo interface entre G2 y el experimento pero se ha decidido realizar el experimento en un modulo independiente con objeto de poder dar mayor flexibilidad al proyecto. De esta forma el experimento corre de forma autónoma de G2 y abriendo dotado al experimento de ser servidor nos permite colgar a través de enlaces TCP/IP otras aplicaciones al experimento cada una de ellas actuando sobre las variables del experimento, Siendo este el caso de la aplicación creada para visualizar las variables.

### 3 GENERACIÓN DE CODIGO EN ECOSIMPRO

Cuando se modela un sistema con EcosimPro este genera dos clases c++ [2]. Una clase corresponde a la partición del modelo creado y una segunda derivada de esta con el experimento. Estas clases son directamente utilizable desde un compilador de c++. Para compilar estas clases se necesita también incluir una librería, INTEG\_mt.lib y dos fichero cabecera ecosim.h y MDL\_common.h.

Esto ficheros compilados y enlazados nos genera un ejecutable directamente utilizable desde la línea de comandos. Este fichero también es utilizado por

EcoMonitor (Monitor de las variables del sistema que viene integrado con el paquete de EcoSimPro).

Ahí que decir que el experimento así compilado ya tiene soporte TCP/IP para conectarse a EcoMonito en modo cliente. El modelo planteado aquí es más versátil, pues al ser servidor nos permite conectar varios clientes al experimento, como se muestra en este trabajo.

Este trabajo se ha utilizado el compilador VC++ 6.0 utilizando las MFC (Microsoft Foundations Classes)

#### **4 G2 Y LA GENERACIÓN DEL “GATEWAY”, UTILIZANDO ENTORNO VISUAL DE C++ , MFC Y OPC.**

G2 es un entorno de desarrollo de aplicaciones inteligentes en tiempo real, de Gensym. Entre las tareas que puede realizar destacamos: Monitorado, diagnosis y gestión de alarmas, planificado, supervisión, control avanzado, etc. Una característica de interés a destacar en G2 es que permite al diseñador “programar” mediante objetos, disponiéndose de un gran número de clases definidas por el sistema, con una jerarquía establecida con un conjunto de atributos y que contempla la tecnología orientada a objetos. Una aplicación sobre G2, tiene en el disco el sufijo \*.KB (Knowlegde Base) incluye además de las clases y sus objetos (instances) el conocimiento a partir de reglas y procedimientos ( y métodos).

Las reglas indican como ha de responder la aplicación frente a ciertas condiciones. Existen distintos tipo de reglas y diversos mecanismos mediante los cuales éstas se deben “despertar”; entre los que se encuentran los encadenamientos hacia adelante y hacia atrás, a intervalos fijos de tiempo, mediante eventos, etc. [5].

En lo relativo al “Gateway” (GSI- Gensym Standard Interface), se realizan en base a un conjunto de funciones que tienen el objetivo de la comunicación con el programa G2, que utiliza un protocolo privado bajo conexión TCP (TCI/IP), que posibilita la comunicación entre aplicaciones, vía “sockets”. Otra opción que se contempla para la comunicación entre aplicaciones en plataformas bajo windows es el uso de estructuras cliente- servidor vía OPC ( Ole for Process Control). Para esta vía, los fabricantes de software (softing, Wintech, etc.) suministran librerías que facilitan al usuario unas funciones, para la generación de aplicaciones cliente-servidor, sin tener que tener un severo conocimiento informático de rutinas de tipo COM, DCOM, ATL, etc.

Este mismo módulo, también contiene las declaraciones de procedimientos que residen en G2, que, por lo general, suelen constituir un paquete encargado de la gestión de avisos. Esto es, en modo asíncrono G2 es informado de cualquier anomalía que suceda en el proceso de simulación dentro de un determinado experimento.

### **5 INTEGRACIÓN DE SISTEMAS Y APLICACIÓN**

Describimos los módulos creados para llevar a cabo este trabajo:

#### **5.1 MÓDULO INTERFACE G2 - EXPERIMENTO**

Para realizar este módulo se han utilizado las librerías que proporciona el fabricante de G2 con la realizada por nosotros para enlazar con el experimento en proyecto MFC de VC++. Se hace uso de la clase Csocket para dar soporte TCP/IP. Una ventana de Windows muestra el tráfico de datos cruzados entre G2 y experimento

#### **5.2 EXPERIMENTO ECOSIMPRO**

Este modulo se ha realizado con las clases c++ generadas con ecosimpro y el código creado por nosotros para dar soporte TCP/IP.

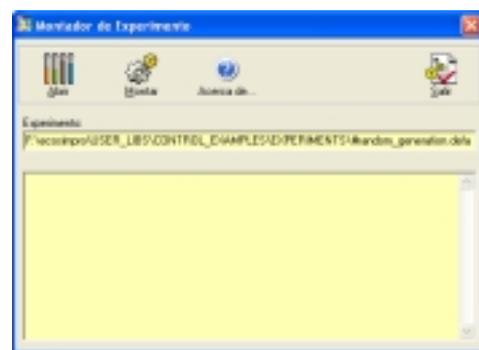


Figura 4: Aplicación Montador-Experimentos

Para que resulte fácil la creación del experimento con funciones servidor hemos creado una utilidad que monta de forma automática el experimento

### 5.3 VISOR VARIABLES EXPERIMENTO

Esta es una aplicación creada para mostrar el comportamiento de las variables del experimento.

## 6 CASO PRACTICO

Como caso práctico de la utilización de los distintos módulos vamos a implantarlo en el siguiente sistema

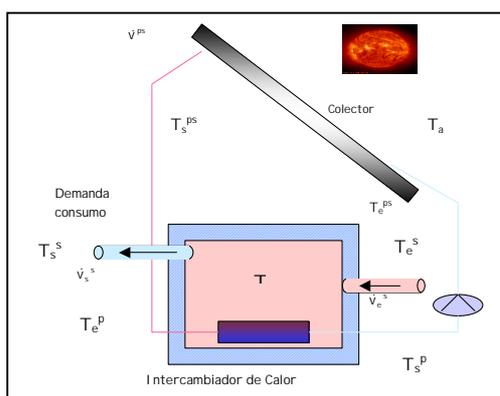


Figura 5: Un experimento – Varios cliente

La simulación de este sistema se ha planteado de la siguiente forma:

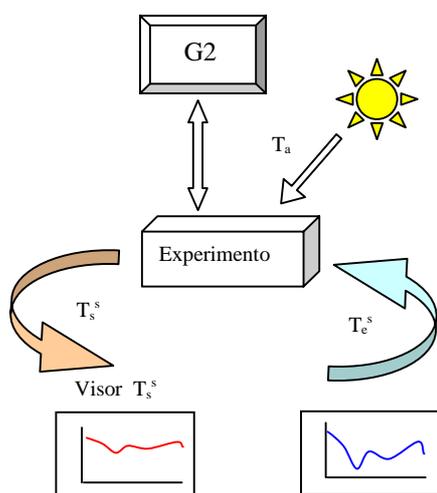


Figura 6: Un experimento – Varios cliente

- Se ha modelado el intercambiador de calor en un experimento de EcosimPro [10].

- este experimento se ha ensamblado con el montador de experimento con el módulo para darle funcionalidad de servidor.
- Luego se han creado cuatro aplicaciones cliente. Una varía la temperatura del fluido de entrada del intercambiador, otra representada por el sol modifica la temperatura del colector, una tercera es un visor que nos muestra la variación de la temperatura de salida del colector a lo largo del tiempo. Finalmente se ha creado el enlace con G2. En G2 se lleva a cabo el control del intercambiador para que la temperatura del fluido de salida sea constante.

## 7 CONCLUSIONES

En este trabajo se ha mostrado como expandir las posibilidades de los modelos creados con EcosimPro creando una estructura cliente –servidor más allá de la simple visualización de los resultados. Como línea de trabajo se abre otras posibilidades de las que podríamos nombrar:

- WebExperimento,

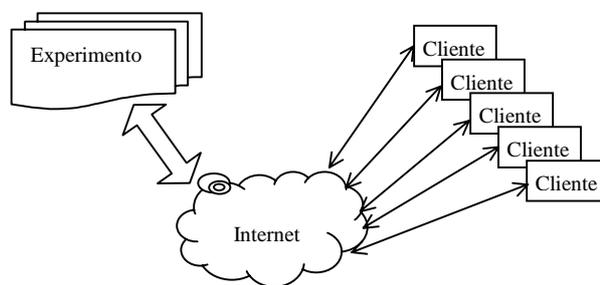


Figura 7 : Experimento en la web

es decir, poner experimentos en la red. Esto muy interesante en temas de educación, permitiendo el acceso a muchos usuarios a gran cantidad y variedad de experimentos de forma interactiva. (Figura 5)

- Experimento Multicliente,

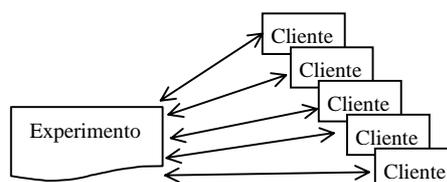


Figura 8: Un experimento – Varios cliente

esto es, varios clientes acceden a las variables de un mismo experimento, siendo los cambios realizados por un cliente vistos por todos los demás, este es el caso práctico que hemos propuesto, esto permite que cada cliente se especializa en una parte concreta de un experimento muy complejo. (Figura 8)

### Referencias

- [1] P.J. Antsaklis y K.M.Passino. An Introduccion to Intelligent and Autonomous Control. Kluver Academic Publisher.
- [2] EcosimPro User Manual version 3.2, EA Internacional.
- [3] EcosimPro., [URL:www.ecosimpro.com](http://www.ecosimpro.com)
- [4] G2 Reference Manual. Version 4.0 Gemsyn Intelligent RT Systems.
- [5] Versión 5.03. Gemsyn
- [6] G2 – Gateway Bridge Developer’s. Guide Gemsyn Intelligent RT Systems.
- [7] Lozano J.Luis, y col. Sistema basado en G2 para monitorización de procesos con PLCs y Ayuda al Operador. Jornadas de Automática. Girona.1998
- [8] Lozano, J. Luis, Mesa. F. y Col. Aspectos de realización en G2, para la Detección del WindUp en Reguladores PID, mediante la utilización de Redes Bayesianas. Jornadas de Automática. Salamanca. 1999
- [9] Lozano, J Luis; López, M. Y col. Sistema de ayuda al operador en tiempo real basado en redes bayesianas, lógica borrosa y g2 Jornadas de Automática. Sevilla, 2000
- [10] Lozano, J Luis, Mesa, F Simulación Multidisciplinar de sistemas de control con EosimPro. II Avances científicos en Ingeniería Industrial y Civil. Algeciras 2003