

**2008 Argentinean Congress on Computer Science**  
**Congreso Argentino en Ciencias de la Computación –CACIC 2008**

**Consideraciones generales para el diseño de una herramienta interactiva de simulación de procesos.**

**Ing. Yalice Gámez Batista**

Universidad de las Ciencias informáticas, km 5 ½ carretera San Antonio de los Baños, Rpto Torrens, Boyero, Habana, Cuba. [yaliceg@uci.cu](mailto:yaliceg@uci.cu).

and

**Dr. Valery Moreno Vega**

Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. Habana, Cuba.  
[valery@electrica.cujae.edu.cu](mailto:valery@electrica.cujae.edu.cu)

and

**MSc. Yoan Martínez Márquez**

Universidad de las Ciencias Informáticas, km 5 ½ carretera San Antonio de los Baños, Rpto Torrens, Boyero, Habana, Cuba. [yoanm@uci.cu](mailto:yoanm@uci.cu).

**ABSTRACT.**

Traditionally in the studies of automatic engineers, the theoretical contents of the subjects are taught by teachers in lessons, but this doesn't guarantee that the students acquire the abilities they need to face real problems.

Moreover, the industrial sector is one of the major application areas for control engineers. However, they have to confront many practical limitations in the way to refine or redesign the control strategies associated with many different processes encountered in such sector. For example, online testing of new algorithms, system identification and controller tuning are rare to be found. Therefore, control engineers usually have to work offline and simulate the real process.

This paper deals with a virtual node, in which model of different processes will be implemented. By using the virtual node, the user will be able to do simulations, tests and designs of control algorithms.

**Keywords:** Industrial Process Models, Virtual Node.

**RESUMEN.**

Tradicionalmente en la carrera de ingeniería Automática, los contenidos teóricos de las diferentes asignaturas son impartidos por los docentes en clase pero esto no garantiza que los estudiantes adquieran las habilidades para hacer frente a los problemas reales.

En la industria constituye una limitante el hecho de que cuando se desean realizar cambios en la estrategia de control, con vistas a entregar más y mejores productos, rápido y con un coste menor que sus competidores, no es posible probarlos en línea por las graves consecuencias que podría acarrear cualquier error en el diseño o implementación.

Este proyecto se basa en la realización de un Nodo Virtual en el cual se implementan los modelos de distintos procesos, agrupados por tipos que dan la posibilidad de realizar simulaciones con los mismos o probar aplicaciones en tiempo real.

**Palabras Claves:** Modelos de Procesos industriales, Nodos virtuales.

## **INTRODUCCION.**

Es indudable la importancia adquirida por las nuevas tecnologías de la información y comunicaciones (TIC) en todos los órdenes de la sociedad y, en particular, en el ámbito de la Educación Superior donde han introducido nuevas formas de trabajo, relación e, incluso, cambios en los métodos pedagógicos con los que se superan los métodos tradicionales de difusión de la documentación por parte del profesor [2].

El objetivo, a la hora de aplicar las TIC en la docencia, consta de [2], [3]:

- Proporcionar un escenario educativo nuevo caracterizado por la representación virtual del proceso de enseñanza (modelo centralizado en la enseñanza remota).
- Modelo que complementa la docencia presencial, sobre todo, como apoyo para el cumplimiento de las directrices marcadas por la Educación Superior.

En la actualidad, a nivel mundial, la universidad presencial se encuentra con que cada vez más, sus estudiantes poseen sus propios computadores (en casa o portátiles) con posibilidad de conexión en red (wireless, LAN o conexión residencial cada vez con mayor ancho de banda) y con la esperanza de que se conviertan en una herramienta útil en su preparación universitaria a todos los niveles, incluso en la docencia práctica.

Como señalan diversos autores [4][15], ya es un componente de excelencia universitaria el disponer de una infraestructura tecnológica que permiten transformar los equipos propietarios de los estudiantes en potenciales clientes de laboratorios y aulas informáticas (incluso en aulas de teoría) que puedan utilizar los recursos hardware y software de la Universidad conectándose desde cualquier punto del campus o, en general, desde Internet.

Si, por otra parte, se tiene en cuenta que la formación de los alumnos universitarios en TIC ha aumentado progresivamente en los últimos años [6] se justifica sobradamente el apoyo que la mayor parte de las universidades está dando a la docencia virtual por Internet [8] en sus distintos modelos.

Existen múltiples universidades que utilizan la red y sus servicios para proporcionar información (directorio de profesores, alumnos y personal de administración y servicios), tareas de administración universitaria, calificaciones, etc. Sin embargo, estas acciones, si bien sirven de apoyo a la docencia, no utilizan las capacidades de las TIC para proporcionar un nuevo espacio para desarrollar actividades educativas [2].

La expansión de la disponibilidad del material educativo implica el desarrollo de recursos que puedan estar online —presentaciones de los profesores, materiales de investigación, datos, herramientas de análisis, programas multimedia y otras herramientas basadas en web— y accesibles desde todos los lugares de estudio incluyendo las propias redes inalámbricas desde cualquier punto del campus [7].

Para mejorar las comunicaciones tanto dentro como más allá del campus, estas redes soportan websites institucionales de departamentos, grupos de investigación y asignaturas. Los estudiantes y docentes utilizan nuevos medios de comunicación como el e-mail, chats u otros formatos online. Los docentes disponen de información relativa a la docencia como calificaciones o informes de forma electrónica en lugar de procesarla y almacenarla sobre papel.

Sin embargo, un aspecto importante que se encuentran los alumnos durante su formación práctica, sobre todo en las titulaciones técnicas y experimentales, es la falta de disponibilidad y coste del software y el hardware necesario para realizarlas [1].

En nuestro país, aunque no existen estas circunstancias y sólo una minoría de los estudiantes dispone de computadores propios, existen condiciones a nivel de instituciones escolares que propician el uso de las TIC en la educación. Cuba ha hecho una gran inversión en equipamiento

para lograr que todos los centros educativos dispongan de los recursos necesarios para la enseñanza de la informática en todos los niveles.

Además, en el marco de la municipalización de la enseñanza universitaria se hace imprescindible el uso de las TIC. Este proyecto se concentra en el nivel municipal y tiene como misión garantizar la continuidad de los estudios en diferentes programas de la Revolución como son los de formación de trabajadores sociales, maestros primarios emergentes, instructores de arte y maestros primarios de computación.

El proceso de universalización generó el surgimiento de las Sedes Universitarias Municipales (SUM), identificadas como aquellos espacios que permiten el desarrollo de la enseñanza universitaria en el contexto municipal. Dichos cambios se materializan ya en que 230 000 estudiantes cursan 46 carreras (Programas de Pregrado) en Humanidades, Economía, Ciencias Técnicas (incluyendo Informática), Ciencias Médicas, Pedagógicas y asociadas a la Educación Física y el Deporte [16].

En el Instituto Politécnico José Antonio Echeverría (CUJAE), Facultad de Ingeniería Eléctrica, se estudia la especialidad de ingeniería Automática. En esta carrera se imparten una serie de contenidos que proveen a los estudiantes de toda la teoría necesaria para ejercer como profesionales de la rama. Sin embargo, no siempre estos conocimientos proveen a los estudiantes de las herramientas prácticas para enfrentarse a una situación real. Esto está muy asociado a la forma tradicional en la que se imparten estos tópicos y es entonces que se hace necesario el uso de las TIC. Las herramientas interactivas constituyen un elemento muy potente que permite reflejar la componente visual subyacente al control automático bajo la abstracción de conceptos matemáticos, así como estimular la intuición de los estudiantes. De esta forma un alumno puede trabajar sobre un problema de forma gráfica y observar cómo el cambio en un determinado elemento se ve reflejado de forma inmediata en el resto, cómo si estuviera ante el proceso real [17].

La realidad es que no existe una herramienta que, de manera remota, permita a los estudiantes interactuar con diferentes procesos, configurados por ellos o por su profesor, y con el que puedan probar sus estrategias de control y poner en práctica los conocimientos adquiridos en clase. Lo que conlleva a la siguiente hipótesis:

Al desarrollar la herramienta interactiva se podrán estudiar diversos aspectos asociados con procesos, como su identificación, su control con diferentes técnicas, su diagnóstico, su supervisión, etc. de tal forma que a través de un entorno amigable los estudiantes –ya sea pregrado o postgrado– puedan estudiar, conocer, formular y proponer soluciones próximas a los límites que una simulación de un proceso real puede permitir.

### **1. Nodos Virtuales.**

Durante el diseño e implementación de lazos de control es esencial analizar el efecto que tiene la acción de control sobre el proceso. Mientras que el análisis matemático y la simulación son comúnmente usados en las primeras etapas de diseño, la medición se usa para chequear los resultados teóricos tan pronto como la implementación sea posible. Estas mediciones usualmente se realizan para diferentes procesos o para procesos con diferentes condiciones.

Estas mediciones son consideradas problemáticas por dos razones. Primero, en entornos reales, por las graves consecuencias que acarrearía cualquier error en el diseño e implementación del lazo de control. Segundo, los requerimientos de recursos no permiten mediciones de una gama amplia de procesos. Es por esto que existe una gran demanda de entornos de redes virtuales que pueden ser parametrizadas para reproducir un proceso real o ficticio.

Un nodo virtual de procesos es un software que permitirá implementar los modelos de diferentes procesos para su simulación o para probar aplicaciones en tiempo real. Será necesario que varios

procesos se encuentren activos de manejar simultánea, lo que requerirá de gran cantidad de nodos y computadoras que no están disponibles generalmente.

Sin embargo, un número de aplicaciones dirigidas a dispositivos de pocos recursos, sólo necesitan una fracción de los recursos que un nodo de prueba puede proveer. Además, se pueden ejecutar varios procesos en un único nodo de prueba (nodo físico). Cada proceso debe proveer un entorno de ejecución separado (nodo virtual).

En general, la virtualización de nodos provee una vía de regular el acceso a recursos de hardware exclusivos de un determinado número de consumidores. En este caso los consumidores son los entornos de ejecución para cada proceso, los cuales están sujetos a las propiedades de la simulación [12]. De ahí se derivan los siguientes requerimientos para la virtualización de los nodos:

- El parámetro más importante es minimizar los gastos de virtualización del nodo para preservar los recursos para el proceso en ejecución.
- Cada entorno de ejecución introducido por la virtualización debe ser tan transparente como sea posible para los restantes. Esto es importante para que la medición de la implementación no sufra modificaciones en comparación con la real.

•

## **2. ANTECEDENTES.**

En el Instituto Politécnico José Antonio Echeverría (CUJAE), Facultad de Ingeniería Eléctrica, se estudia la especialidad de ingeniería Automática. En esta carrera se imparten una serie de contenidos que proveen a los estudiantes de toda la teoría necesaria para ejercer como profesionales de la rama. Sin embargo, no siempre estos conocimientos proveen a los estudiantes de las herramientas prácticas para enfrentarse a una situación real. Esto está muy asociado a la forma tradicional en la que se imparten estos tópicos y es entonces que se hace necesario el uso de las TIC. Las herramientas interactivas constituyen un elemento muy potente que permite reflejar la componente visual subyacente al control automático bajo la abstracción de conceptos matemáticos, así como estimular la intuición de los estudiantes. De esta forma un alumno puede trabajar sobre un problema de forma gráfica y observar cómo el cambio en un determinado elemento se ve reflejado de forma inmediata en el resto, cómo si estuviera ante el proceso real [17].

La realidad es que no existe una herramienta que, de manera remota, permita a los estudiantes interactuar con diferentes procesos, configurados por ellos o por su profesor, y con el que puedan probar sus estrategias de control y poner en práctica los conocimientos adquiridos en clase.

En la actualidad existen muchas herramientas informáticas [10], [12], [13], [14], [18], que permiten realizar simulaciones de procesos industriales (en tiempo real o no), pero todas estas tienen limitaciones en cuanto al número de recursos que necesitan para su implementación o en cuanto al número de procesos simultáneos que se pueden simular. Incluso, en su mayoría, o simulan los procesos o permiten probar aplicaciones reales, nunca las dos prestaciones.

Para dar solución a esta problemática se pensó en un Nodo Virtual ya que permite ejecutar diferentes instancias del software en un único nodo (nodo físico) y cada instancia del software trabaja en un entorno de ejecución independiente (nodo virtual).

Esta filosofía de trabajo permite la simulación simultánea de diferentes procesos concurrentes sin que interfieran uno con otros. La virtualización de nodos provee una vía de regular el acceso a recursos de hardware exclusivos de un determinado número de consumidores. En este caso los consumidores son los entornos de ejecución para cada proceso, los cuales están sujetos a las propiedades de la simulación [12]. De ahí se derivan los siguientes requerimientos para la virtualización del nodo:

- El parámetro más importante es minimizar los gastos de virtualización para preservar los recursos para el proceso en ejecución.
- Cada entorno de ejecución introducido por la virtualización del nodo debe ser tan transparente como sea posible para los restantes. Esto es importante para que la medición de la implementación no sufra modificaciones en comparación con la real.

### **2.1 Softwares similares.**

En la actualidad existen muchas aplicaciones que utilizan los nodos virtuales por las grandes ventajas que brindan en el aprovechamiento máximo de los recursos de las computadoras.

Para la simulación de redes, en la Universidad de Stuttgart en Alemania, instituto especializado en sistemas distribuidos y paralelos, se creó la aplicación “Network Emulation Testbed” [12]. Esta aplicación va dirigida a simular un entorno de redes configurable que permita reproducir un escenario real de cientos de nodos en comunicación. De esta manera posibilita medir de manera comparativa el comportamiento de una aplicación en diferentes entornos de redes o de varias aplicaciones en un mismo entorno de red. Esta aplicación es utilizada tanto en redes tradicionales como en un entorno de redes ad hoc inalámbrica. Permite a partir de una red de 64 computadoras traducirlo a un escenario de más de 1920 nodos.

La principal limitante de esta aplicación está en que es diseñada para simular redes por lo que no es posible utilizarla para la simulación de procesos que tienen una dinámica un tanto más compleja y variada.

En la Universidad de Nottingham Trent, se creó un software para la simulación de sistemas de agua [10]. Surge por la necesidad que tenían en la industria del agua de adquirir y almacenar datos de estaciones remotas para la inspección ingenieril. A medida que fue creciendo el sistema fue además incrementándose la acumulación de grandes volúmenes de datos que debían ser procesados por los ingenieros. Para ayudar a reducir la carga de trabajo y aumentar la eficiencia y la efectividad del control del sistema se introdujo el software de simulación. Este software tiene como tareas analizar los parámetros del sistema y arribar a decisiones que pueden ser aceptadas o modificadas por el ingeniero responsable de estas operaciones. La integración del sistema de supervisión con el software de simulación, para lograr un sistema capaz de tomar decisiones en tiempo real, conllevó a un incremento de los requerimientos computacionales para los algoritmos de simulación con un respectivo aumento de tamaño de la red física. Una solución clásica fue dividir la red en subredes para resolver las subredes de manera aislada y de esta manera coordinar las soluciones de los subsistemas para encontrar la solución del sistema completo.

Esta aplicación no es la solución pues no está concebida para simular procesos independientes, sino que simula subprocesos de un sistema específico, para luego integrarlo en el proceso general como un todo

En el laboratorio Nacional de Lawrence Berkeley en EUA, se enfrentaban al problema de tratar las condiciones límites en los pozos de petróleo en el momento de formular y codificar un simulador numérico multifase de la reserva. Esto se debe a la complejidad de las ecuaciones diferenciales que gobiernan el flujo de la superficie que son una mezcla de tipo hiperbólica-parabólica que provocan problemas de convergencia computacional [18]. El método convencional de tratamiento de pozos geotermiales o de reservas de petróleo no es lo suficientemente riguroso y puede dar lugar a soluciones físicamente incorrectas para las diferentes capas del pozo. Por esta razón se utilizó el método de nodos virtuales donde a cada capa se le asignó un nodo virtual cuyo tratamiento está dado en dependencia de las características de la capa a la que represente para los cálculos del flujo. La solución en el pozo se obtendrá de resolver las ecuaciones del balance de

masa para el nodo del pozo. De esta manera se provee de un procedimiento numérico eficiente y consistente de manera física para el manejo de los problemas del flujo en los pozos.

De la misma manera que el anterior este simulador fue diseñado para el estudio de las diferentes capas de un pozo petrolífero para luego integrarlo en el modelo del pozo.

En la Universidad de Stanford se creó un algoritmo de nodos virtuales para el trabajo con imágenes en tres dimensiones [14]. Un elemento es fragmentado para crear varias replicas del elemento y se le asigna una porción real del material a cada réplica. De esto resultan elementos que contienen material real y regiones vacías. El material faltante está contenido en otra u otras copias. El algoritmo de nodo virtual determina automáticamente el número de réplicas así como la asignación de material para cada una. Provee además los grados de libertad requeridos para simular el material parcial o completamente fragmentado en una imagen consistente con la geometría. Aprovecha las posibilidades de la simulación de una geometría compleja con una simple mezcla.

Este simulador tampoco satisface las necesidades planteadas.

En Japón se creó una herramienta “StarBED” para dar solución al vacío que existe entre internet y los entornos para experimentación, atendiendo a los aspectos de escala, complejidad y realidad [13]. Es una aplicación de pruebas basada en lotes de nodos que tiene como objetivos construir entornos de experimentaciones reales, complejos y de gran escala. Está diseñado para 512 computadoras en las cuales corren diez computadoras virtuales. Es capaz de soportar una topología de experimentación por encima de los 512 pero resulta difícil manejar y controlar todos esos nodos. Además se implementó “SpringOS” para soportar las simulaciones de acuerdo con la configuración de los usuarios. Ya ha sido probada con efectividad en diferentes experimentos como son:

- Test de rendimiento de switches L2 con tráfico multiemitido.
- Observación del comportamiento del TCP.
- Comparación entre el comportamiento entre encaminadores de hardware manufacturado por vendedores populares y encaminadores de softwares en código abierto ejecutándose en una PC.
- Simulación de redes inalámbricas en redes cableadas.
- Simulación de redes de teléfonos celulares G4.

Estas herramientas fueron creadas para evitar las influencias de los servicios críticos de internet en las aplicaciones de simulación. Se utilizan para la simulación de diferentes tipologías de redes y no están concebidas para la simulación de procesos. Por esta razón no satisface los requerimientos de la aplicación planteada.

De manera general se puede concluir que en la actualidad los nodos virtuales son potencialmente usados para trabajar en aplicaciones diseñadas para la simulación de redes, para la simulación de procesos que por su complejidad no pueden ser realizadas por las herramientas tradicionales y para el tratamiento de imágenes. Por estas razones es necesario que el Nodo Virtual de Procesos incorpore muchas características que no la poseen dichas aplicaciones.

### **3. REQUISITOS DEL NODO VIRTUAL DE PROCESOS.**

La función principal del NVP es implementar los modelos de diferentes procesos o plantas de diverso tipo. ¿Para qué implementarlos? Para poder simular lazos de control conectando el NVP a esquemas de control. Es necesario entonces, cuando se implemente el proceso en el NVP, establecer la forma, metodología en que debe hacerse, así como las funcionalidades que tendrá el nodo para una vez implementado un proceso poder utilizarlo. El NVP simula un proceso real mediante un modelo (modelo que debe describirse de cierta forma), por tanto, debe ser capaz de para un valor de entrada devolver la salida real. Una vez que el NVP esté activo, los usuarios podrán abrir un proceso, ejecutarlo, modificar sus parámetros, etc. Estos usuarios podrán ser simples observadores (hacen uso del NVP pero no modificarlo) o administradores.

La formalización de estas necesidades se establece mediante el levantamiento de requisitos. A continuación se presentan algunos de los requisitos que deberá cumplir el sistema NVP y que se constituyen en sus funcionalidades y características propias:

- Esta aplicación permitirá interactuar con los modelos de diferentes procesos, ya sea a través de simulaciones como probando aplicaciones en tiempo real.

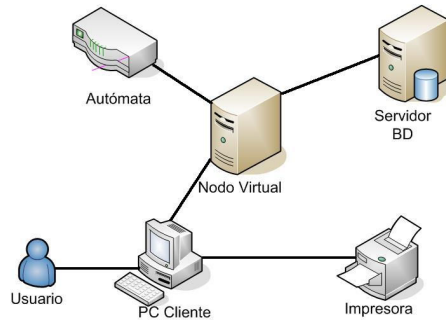


Figura 1 Esquema de la aplicación.

- Estos modelos se agruparán por tipos y serán accedidos por aplicaciones clientes que se conectarán al nodo mediante un protocolo establecido. El nodo virtual permitirá la conexión en red tanto desde una computadora personal como desde un autómata.
- El número de procesos activos simultáneamente es limitado, así como el número de clientes por proceso. Existen además niveles de prioridades para la cantidad de procesos por tipo que se pueden activar.
- Los clientes tendrán diferentes niveles de privilegio: cliente común, cliente maestro y cliente administrador (figura 2). Estos niveles se escogen al iniciar el trabajo desde una aplicación remota. Cada proceso activo tendrá un cliente maestro y varios clientes comunes. Los clientes comunes son aquellos que trabajan con un proceso ya activado y el número de ellos por proceso será definido por el sistema (figura 3). Los parámetros del proceso serán establecidos por el cliente maestro, y los clientes comunes trabajarán con dichos parámetros (figura 4). Estos clientes pueden trabajar como espectadores del proceso o podrán interactuar con una instancia del proceso al que se hayan suscrito.



Figura 2 Actores de la aplicación.

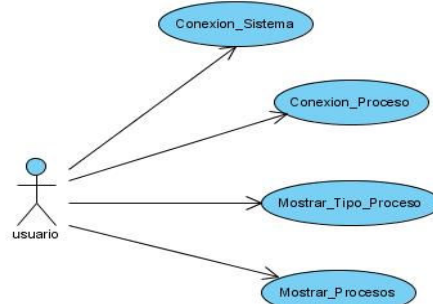


Figura 3 Casos de Uso cliente común.

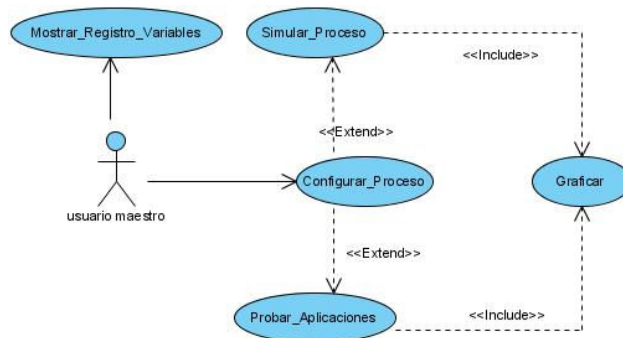


Figura 4 Casos de Uso cliente maestro.

- El cliente administrador no actúa sobre los modelos sino que tiene acceso a otro tipo de información y ejecuta otras tareas que se detallan en capítulos posteriores. Esta categoría implica que el cliente administrador debe poseer un nombre de usuario y contraseña para poder registrarse como tal. (Figura 5).

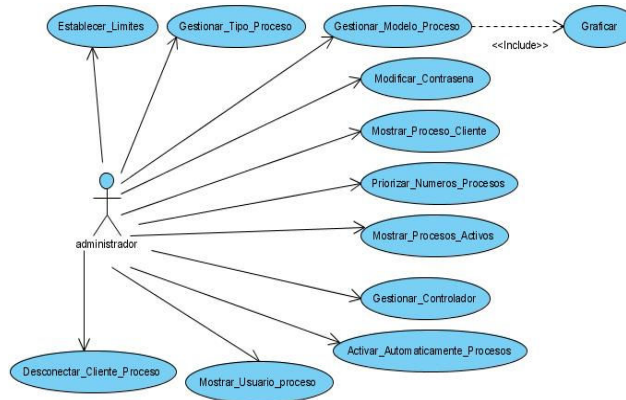


Figura 5 Casos de Uso cliente administrador.

De esta manera se podrá lograr la medición de los efectos de las acciones de control sobre los procesos.

#### 4. METODOLOGIA DE DISEÑO Y LENGUAJE DE PROGRAMACION.

RUP es un proceso de desarrollo de software, definido como un conjunto de actividades necesarias para transformar los requisitos de un usuario en un sistema software. Sin embargo, el proceso unificado es más que un proceso de trabajo, es un marco de trabajo genérico que puede especializarse para una gran variedad de sistemas software, para diferentes áreas de aplicación, diferentes tipos de organizaciones y diferentes niveles de aptitud.

RUP está basado en componentes y utiliza UML (Lenguaje de Modelado Unificado (Unified Modeling Language) para visualizar, especificar y documentar cada una de las partes que comprende el desarrollo de software. Está *dirigido por casos de uso* (forma en como un actor opera con el sistema en desarrollo), porque con éstos se especifican las funcionalidades que el sistema proporciona al usuario. Los casos de uso representan los requisitos funcionales y fuerzan a pensar en términos de importancia para el usuario y no sólo en términos de qué funciones sería bueno tener. Los casos de uso no sólo son una herramienta para especificar los requisitos del sistema, también guían su diseño, implementación y pruebas, es decir, guían todo el desarrollo software.

##### 4.1 Lenguaje de modelado.

UML (Unified Modeling Language) o Lenguaje de Modelación Unificado es un lenguaje gráfico para detallar, construir, visualizar y documentar las partes o artefactos (información que se utiliza o produce mediante un proceso de software). Pueden ser artefactos: un modelo, una descripción que



comprende el desarrollo de software que se basen en el enfoque Orientado a Objetos. UML usa procesos de otras metodologías, aprovechando la experiencia de sus creadores, eliminó los componentes que resultaban de poca utilidad práctica y añadió nuevos elementos.

UML es desde finales de 1997, un lenguaje de modelado orientado a objetos estándar, de acuerdo con el Object Management Group, siendo utilizado diariamente por grandes organizaciones como: Microsoft, Oracle, Rational.

Teniendo en cuenta las características de la aplicación que se propone se resolvió:

- La metodología a utilizar en el desarrollo del proyecto será Rational Unified Process (RUP).
- En base a esta decisión se define como lenguaje de modelado UML.
- Como necesidad de desarrollar un producto en software libre, además de las características y ventajas que presenta se utilizará como herramienta de modelado Visual Paradigm.

#### 4.2 Elección del lenguaje de programación y del entorno de desarrollo.

Para el desarrollo de este proyecto se compararon numerosas alternativas de desarrollo. Desde usar un único lenguaje de alta eficiencia como C++ y basarse en librerías intermedias para lograr portabilidad, hasta lenguajes que no dependieran en absoluto de la máquina de ejecución como puede ser Java. Pero sin perder de vista que para el objetivo fundamental de las operaciones también es necesario altas capacidades de cálculo en punto flotante y una eficiente gestión de la memoria [11].

Dentro de los lenguajes de programación los más populares hoy en día son Java, C++ y C#.

Para tomar una decisión en la elección del lenguaje, se realizó una tabla resumen (tabla 1.1) donde se le asignaron valores a los diferentes criterios de selección en función de su importancia para el desarrollo de la aplicación. A continuación se muestran los resultados:

Criterio de selección	Peso	C++	C#	Java
Portabilidad	5	3	4	5
Capacidad 2D/3D	5	3	2	2
Matemática de precisión	5	3	2	2
Gestión memoria	5	5	3	3
Velocidad	10	10	8	6
Licencia	10	10	0	10
Eficiencia	10	10	6	6
Modularidad	5	4	4	4
<b>Total</b>		<b>48</b>	<b>29</b>	<b>38</b>

Tabla 1.1 Comparación entre los lenguajes de programación.

Teniendo en cuenta estos resultados se optó por escoger como lenguaje de programación el C++ para aprovechar su velocidad de ejecución, eficiencia y todas las potencialidades que ofrece de manera general.

### 4.3 Elección del entorno de programación.

Para la elección de entorno de desarrollo integrado (IDE) se tuvo en cuenta que fuera una aplicación sobre software libre por las ventajas que conlleva. Entre estas se destacan:

- Evita la dependencia tecnológica de empresas foráneas.
- Ahorros por pagos de licencias de softwares.
- Posibilidad de revisar el código fuente.

Entre los IDE que existen para Linux los más populares son:

- KDevelop: Surgió en 1998 con el fin de desarrollar un IDE fácil de usar para KDE(K Desktop Environment). Desde entonces está públicamente disponible bajo licencia GPL y soporta lenguajes de programación como: C, C++, Java, Ada, SQL, Python, Perl y Pascal. Solo corre en sistemas Linux y otros sistemas Unix. Su última versión es la 3.5 y salió el 16 de octubre del 2007. Tiene como limitantes principales que su entorno gráfico es muy pobre y sólo corre sobre plataforma Linux.([www.kdevelop.org](http://www.kdevelop.org)).
- NetBeans: Es una [plataforma](#) para el desarrollo de aplicaciones de escritorio usando [Java](#) y a su vez un IDE desarrollado usando dicha plataforma. Sun Microsystems fundó el proyecto de código abierto en junio 2000, aunque fue en el año 1996 que surgieron las primeras ideas para su desarrollo en la República Checa, y continúa siendo el patrocinador principal. Sus limitantes fundamentales radican en su entorno gráfico que no es muy amigable y que tiene menos facilidades de programación que el Eclipse. ([www.netbeans.org](http://www.netbeans.org)).
- Eclipse: Es un IDE multiplataforma desarrollado por IBM. En la actualidad lo mantiene la Fundación Eclipse, una organización independiente sin ánimo de lucro que fomenta una comunidad de código abierto y un conjunto de productos, capacidades y servicios complementarios. Pese a que esté escrito en su mayor parte en Java (salvo el núcleo), se ejecute sobre máquina virtual de ésta y su uso más popular sea como un IDE para Java, Eclipse es neutral y adaptable a cualquier tipo de lenguaje, por ejemplo C/C++, Cobol, C#, XML, etc. [9]. Sus mayores ventajas radican en su gran comunidad de desarrollo que lo ubican como el mejor IDE Java. ([www.eclipse.org](http://www.eclipse.org)).

### 5. GESTORES DE BASE DE DATOS (SGBD).

Aquí conviene resaltar que la elección de uno u otro SGBD vendrá dada por las necesidades específicas de la aplicación que se quiera implementar, y en muchos casos será una decisión “subjetiva”.

En la fecha de hoy las opciones principales son MySQL y PostgreSQL; la diferencia fundamental entre ambos SGBD's es la implementación de SQL y la velocidad, si se necesita rapidez y características sencillas la elección es MySQL mientras que en el caso de sistemas complejos en los que el rendimiento es una cuestión secundaria debería optarse por PostgreSQL.[5].

Es interesante hacer notar que en las últimas versiones de ambos SGBD, se está tendiendo hacia un punto común. MySQL está incorporando transacciones e intentando ser 100% ANSI 92 compatible, mientras que PostgreSQL, además de ciertas mejoras, como el aumento del tamaño máximo de una fila, está poniendo especial énfasis en mejorar el rendimiento, habiendo conseguido en su versión 7.1.x grandes mejoras en este terreno.

Por un lado PostgreSQL tiene limitaciones en el tamaño de las filas, en velocidad, aunque va ganando terreno, aun no es comparable con MySQL. Por otro lado, no bloquea las tablas y es compatible con ANSI 92 ofreciendo las mismas características en ese sentido que otros SGBD propietarios.

Para el nodo virtual de procesos es crítica la velocidad más que operaciones complejas sobre las tablas que requieran transacciones, vistas, etc., de las cuales adolece MySQL, por lo que dándole menos peso a este factor y más a la velocidad la mejor elección parece ser MySQL.

## CONCLUSIONES.

El nodo virtual de procesos dará respuesta a la problemática actual que existe, de limitación de recursos para probar, de manera práctica diferentes lazos de control. Para los docentes de la carrera de ingeniería Automática será una herramienta de valor incalculable pues permitirá que profesores y estudiantes desarrollen las habilidades y los conocimientos adquiridos en asignaturas como Modelación y simulación y Teoría de Control. De esta manera facilitará la apropiación por parte de los estudiantes de dichos contenidos.

## REFERENCIAS.

- [1] Albaladejo Blázquez A., García Quintana A.(2005). “Sesiones remotas vs acceso remoto. Laboratorio de prácticas libres ubicado en la EPS”. Universidad de Alicante en España.
- [2] Area Moreira M. (2000). “¿Qué aporta Internet al cambio pedagógico en la Educación Superior?”, en: Redes Multimedia y diseños virtuales. Actas del III Congreso Internacional de Comunicación Tecnología y Educación, Universidad de Oviedo, septiembre, pp. 128-135.
- [3] Area Moreira M. (2004),” Nuevas tecnologías, educación a distancia y la mercantilización de la formación”. Revista Iberoamericana de Educación. ISSN: 1681-5653.
- [4] Beth Campbell A., Pargas R.(2004), “Laptops in the Classroom. Technical Symposium on Computer Science Education”, Proceedings of the 34<sup>th</sup> SIGCSE technical symposium on Computer science education Reno, Nevada, USA.
- [5] Boullón Garzón R., Rodríguez Laredo P.(2006), “Comparativas SQL”, <http://www.intitec.com/variros/ComparativaSQL.pdf>
- [6] Capote Morales M., García Espósito A. (2004), “Un estudio sobre las TICs y el alumnado universitario”, ComByte 2004: Un nuevo sujeto para la sociedad de la información. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Abril.
- [7] Duart J., Lupiáñez F. (2005), “Estrategias en la introducción y uso de las TIC en la universidad”, Las TIC en la universidad: estrategia y transformación institucional [monográfico en línea]. Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC). Vol. 2, núm. 1. Universidad Obrera de Cataluña (UOC). ISSN 1698-580X.
- [8] Gabinete de Tele-Educación (2004).” Informe Asignaturas de Libre Elección mediante Teleformación curso 2003/2004”, <http://www.gate.upm.es/evaluacion/documentos/informesevaluacion/Informe0304.pdf> . Universidad Politécnica de Madrid.
- [9] Furmankiewicz, J. (2008). Eclipse, NetBeans, and IntelliJ: Assessing the Survivors of the Java IDE Wars, [http:// www.deux.com/Java/Article/34009/0](http://www.deux.com/Java/Article/34009/0)
- [10] Hosseinzaman A., Bargiela A. (1995),” ADA’s Virtual Node based Water System Simulator” Department of Computing Nottingham Trent University Burton Street, Nottingham
- [11] Lucas Rodríguez F., Cabello Quintero A. (2005),”Simulación de procesos de información y criptografía cuántica” Departamento Física Aplicada I, Sevilla.
- [12] Maier S., Herrscher D. (2005),” On Node Virtualization for Scalable Network Emulation”, University of Stuttgart, Institute of Parallel and Distributed Systems (IPVS), Germany.
- [13] Miyachi T., Chinen K. (2006), “StarBED and SprinOS: Large scale general purpose network testbed and supporting software”, Japan Advanced Institute of Science an Technology, Ishikawa, Japan.

- [14] Molino N., Bao Z. (2004), "A Virtual Node Algorithm for Changing Mesh Topology During Simulation", Stanford University.
- [15] Newby G. (2001), "Student Laptop Ownership Requirement and Centralization of Information Technology Services at a Large Public University. Annals of Cases on Information Technology", v5: 206-217. Hershey, Pennsylvania: Idea Group Publishing.
- [16] Placeres Hernández J., De León Rosales L.(2006), " Algunos rasgos de la Universidad de hoy", Revista Avanzada científica, vol 9 no 3/2006, issn 1029-3450
- [17] Vaquero J. (2007), "Herramienta interactiva para la enseñanza y entrenamiento en la técnica de control predictivo", tesis en opción al grado de máster, Instituto Politécnico Jose Antonio Hecheverría, La Habana, Cuba.
- [18] Wu Y.( 1999), " A virtual node method for treatment of wells in modeling multiphase Flow in reservoirs", en: Twenty-Fourth Workshop on Geothermal Reservoir Engineering Stanford University, Stanford, California, January 25-27