

LABORATORIO REMOTO APLICADO A LA EDUCACIÓN A DISTANCIA

REMOTE LABORATORY APPLIED TO DISTANCE EDUCATION

Carlos Fernando, Ariza Ladino

*Ingeniero en Mecatrónica, Joven Investigador, Facultad de Ingeniería,
Universidad Militar Nueva Granada, calosariza30@gmail.com*

Dario, Amaya Hurtado

*Ingeniero Electrónico, Msc. Docente de tiempo completo, Facultad de Ingeniería,
Universidad Militar Nueva Granada, darioamaya@umng.edu.co*

Fecha de recepción: 6 junio de 2008

Fecha de aprobación: 15 de diciembre de 2008

RESUMEN

Este trabajo muestra la arquitectura de un laboratorio remoto aplicado a la educación a distancia, a través de esta herramienta los estudiantes pueden realizar prácticas desde cualquier punto de conexión a Internet. El artículo muestra la arquitectura de un sistema de acceso remoto aplicado en un área como lo es la automatización industrial. Se realizó una aplicación Web que permite la identificación de usuarios, la administración del laboratorio y el acceso remoto de los equipos conectados a un ordenador servidor desde un ordenador de un cliente. El resultado de este trabajo es una herramienta de acceso público que permite utilizar los equipos de un laboratorio de automatización sin restricciones de tiempo ni espacio con el fin de complementar su aprendizaje.

Palabras clave: TIC, Laboratorio remoto, laboratorio virtual, CIM, aplicación Web.

ABSTRACT

This work shows the architecture of a remote laboratory applied to distance education. By means of this tool the students can execute practices from any Internet point. The article describes concepts about distance learning and remote laboratory software. The software was made by means of a Web application which allows users identification and the laboratory administration and remote laboratory software which allows users to control

the devices in line with a server PC from a client PC. The result of this development is a public access tool which allows using automation laboratory equipment without time or space restrictions in order to complement their learning.

Key words: TIC, Remote laboratory, Virtual Laboratory, CIM, Web application.

INTRODUCCIÓN

Los nuevos modelos en la educación buscan una mayor participación de los estudiantes en la elaboración de su propio proceso de aprendizaje, con el fin de dar solución a sus necesidades personales, tales como la consecución de horarios flexibles de estudio y una capacidad espacial que ofrezca albergue suficiente para la óptima realización de prácticas educativas [1]. Para lograr este objetivo, la educación ha recurrido a diversas herramientas, entre las que se encuentran las tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs). Un ejemplo de este tipo de tecnologías es Internet, la cual ha permitido un notable avance en el desarrollo de la educación a distancia [12], [3], [4]. La red ofrece a cada estudiante un enorme rango de recursos disponibles, libres de limitaciones de tiempo y espacio; sin embargo, la metodología que debe ser implementada con el fin de lograr un aprendizaje de alta calidad debe adaptarse a las necesidades de maestros y estudiantes.

Con el fin de lograr una metodología adecuada para la educación a distancia el uso de TICs representa tres ventajas principales:

- Posibilidad de segmentar el aprendizaje en sus componentes, siguiendo una secuencia lógica.
- Posibilidad de realizar prácticas con distinta dificultad de ejecución para lograr un aprendizaje sólido.
- Potencial de compensar las desventajas físicas y psicológicas de algunos estudiantes por medio de una comunicación adaptada a sus necesidades [6].

En ingeniería la educación está basada en gran parte en la práctica y es por esto que las universidades han recurrido a los laboratorios remotos y virtuales [7].

Los laboratorios remotos permiten interactuar con equipo real utilizando un acceso remoto desde un computador local a un servidor localizado en un laboratorio físico, en la construcción de este laboratorio remoto y en general se busca mantener el hardware utilizado en su forma más simple y utilizar software de libre acceso a través de Internet [2], [9], [11].

Numerosos laboratorios remotos han sido implementados en diversas instituciones. En la Universidad de Patras en Grecia fue desarrollado un laboratorio remoto que permite el diseño y la prueba de circuitos eléctricos en tiempo real [8]. En la universidad de León en España fue implementado un control de posición para el equipo Feedback MS-150 que permite la elección y configuración de distintas acciones de control [10]. En el MIT fue desarrollado un laboratorio Web para estudios de microelectrónica que permite la caracterización de semiconductores [5].

Con base en los laboratorios remotos implementados a nivel mundial, en la Universidad Militar Nueva Granada se ha desarrollado el laboratorio remoto de automatización industrial, por medio del cual se busca que los estudiantes de Ingeniería Mecatrónica e Ingeniería Industrial de la universidad puedan utilizar equipos reales de laboratorio a distancia. El entorno utilizado es el laboratorio de manufactura integrada por computador (CIM), en el que se encuentran máquinas de costo muy elevado por lo que no es posible que tener varios equipos del mismo tipo, lo que hace que pocos estudiantes tengan acceso a las estaciones en forma simultánea. Además la productividad del laboratorio se ve reducida debido a los horarios de trabajo y la limitada capacidad espacial del recinto respecto a la cantidad de estudiantes que reciben educación presencial.

1. MÉTODOS Y MATERIALES

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

El laboratorio CIM perteneciente a la Universidad Militar Nueva Granada tiene como propósito construir y ensamblar cilindros neumáticos de simple efecto que están compuestos por una base, un actuador, un resorte, y una tapa. El laboratorio se encuentra compuesto por cinco estaciones:

- Checking tiene como función realizar la revisión de las bases de los cilindros neumáticos.
- CNC es utilizada para construir tapas metálicas con diferentes formas y tamaños para los cilindros.
- Conveyor transporta las piezas que componen los cilindros a través de las estaciones.
- Assembly tiene como función ensamblar los cilindros.
- ASRS almacena el producto final de acuerdo a sus características.

El laboratorio CIM se puede observar en la figura 1.

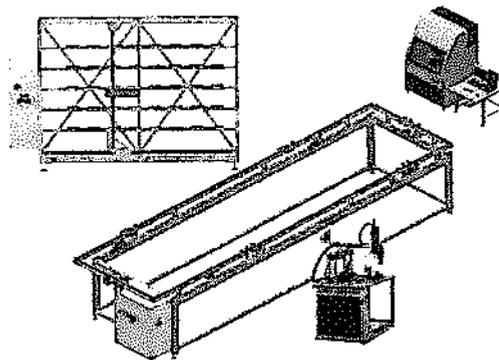


Figura1. Laboratorio CIM.

Fuente: Manuales de Festo para el laboratorio CIM.

Se seleccionó la estación Checking para implementar el acceso remoto, la cual está compuesta por un manipulador cilíndrico de tres grados de libertad y una estación de control de calidad. El manipulador tiene como función transportar las bases de los cilindros neumáticos desde Conveyor hasta la estación de control de calidad, para su posterior selección de acuerdo a su color por medio de un sistema de sensores capacitivos, inductivos y ópticos.

El esquema físico de las estaciones manipulador y control de calidad se muestra en la figura 2.



Figura 2. Izquierda: Manipulador neumático. Derecha: Estación de control de calidad.

1.2 ESTRUCTURA DEL LABORATORIO REMOTO

Tomando la estructura de la estación Checking, se diseñó un sistema de comunicación que permite conectar en forma remota el proceso a través de la red. Un esquema de la arquitectura utilizada se muestra en la figura 3.

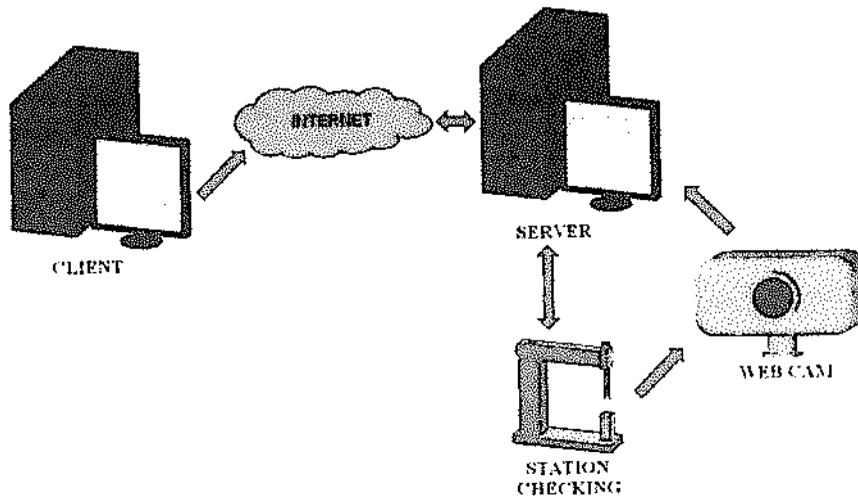


Figura 3. Conexiones de hardware entre el cliente y la planta.

Para la implementación del sistema de comunicación se empleó el software que se describe a continuación: Sun Java System Application Server Platform Edition 8.2 es el servidor remoto que permite efectuar las solicitudes realizadas por el usuario y comunicarla a un computador servidor. NetBeans 5.5 y Visual Web Pack 5.5 son el software utilizado para realizar la aplicación Web con la cual se crearon las páginas necesarias en el proyecto. Para esta aplicación fueron creadas cuatro páginas Web:

- Index: Es la página utilizada por usuarios y administradores para registrar su nombre de usuario y contraseña con el fin de hacer uso del laboratorio. Permite acceder a las páginas de usuario y administrador.
- Administrador: Es la página en la que los profesores registran a los estudiantes que pueden hacer uso del laboratorio.
- Usuario: En esta página los estudiantes pueden seleccionar una fecha y hora para trabajar con los equipos del laboratorio mediante acceso remoto. Permite el acceso a la página de visualización del laboratorio.
- Page 1: Es la página que permite el acceso remoto a los equipos del laboratorio y su visualización.

El esquema de conexiones entre páginas Web se puede ver en la figura 4.

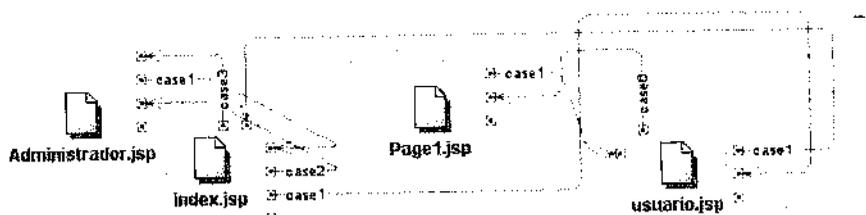


Figura 4. Diagrama de conexiones entre páginas Web.

MySQL Server 5.0 es el servidor de bases de datos utilizado para crear y administrar tablas de información. Las bases de datos almacenan información sobre el registro de clientes, administradores, horarios, asignaturas, universidades calendario de uso y acceso al laboratorio. Las tablas creadas son:

- **Estudiante:** Almacena información personal del alumno y su relación con la universidad.
- **Docente:** Almacena información personal del educador y su relación con la universidad.
- **Admin:** Almacena información personal de los administradores del laboratorio.
- **Asignatura:** Almacena información de la asignatura y el docente que la dicta.
- **Cronograma:** Almacena información sobre las fechas y horas en las que el laboratorio se encuentra apartado.
- **Entidad:** Almacena información de la institución que ofrece el servicio de laboratorio remoto.
- **Laboratorios:** Almacena la información de los laboratorios que son asequibles al usuario.
- **Laboratorio Actual:** Almacena información del laboratorio que se encuentra actualmente en uso.
- **Ingresos:** Almacena información sobre las fechas y horas de inicio de uso del laboratorio.
- **Usuario Actual:** Almacena información del usuario que se encuentra actualmente haciendo uso del laboratorio.

El modelo de la base de datos puede verse en la figura 5

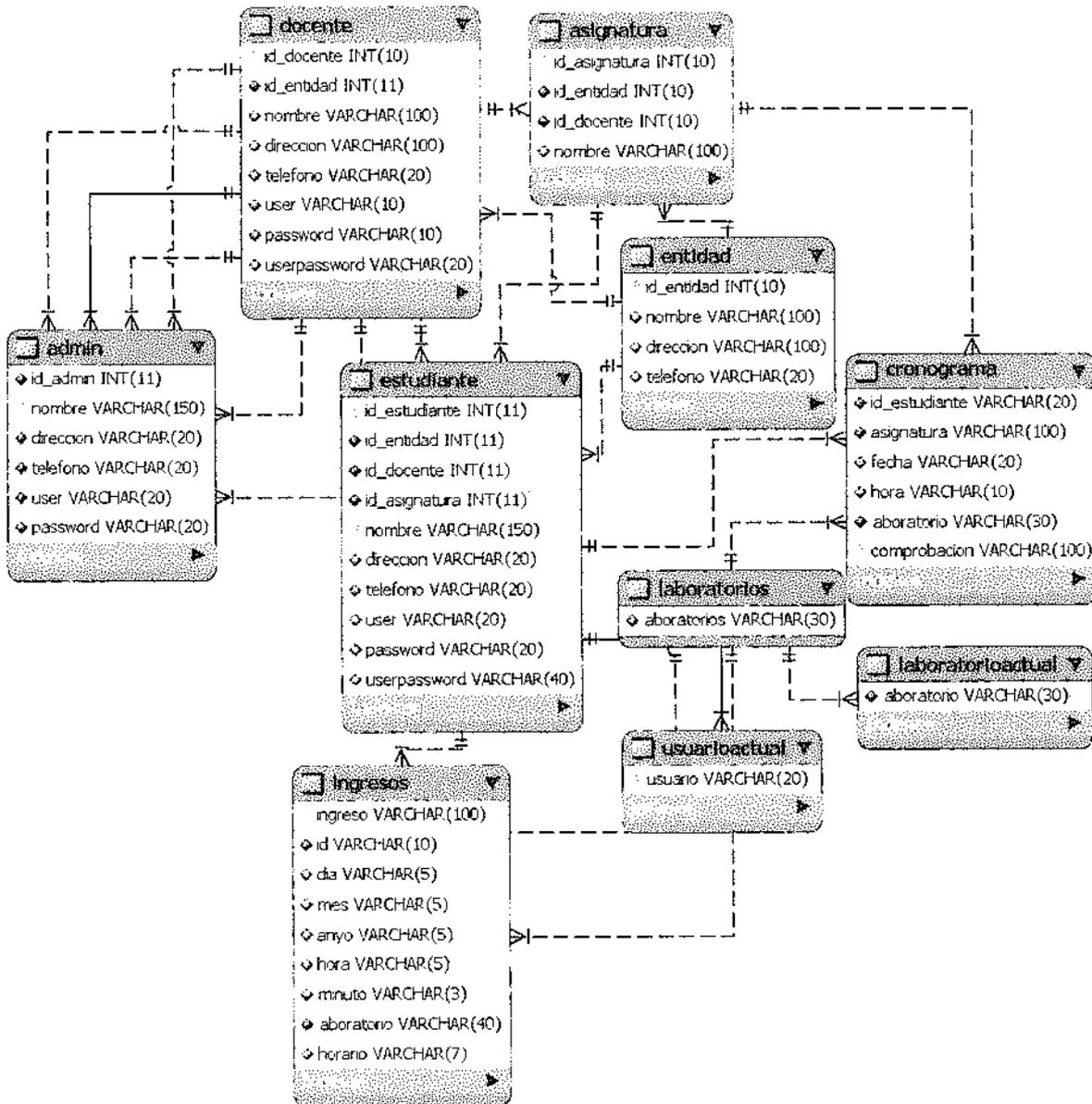


Figura 5. Modelo de la base de datos.

UltraVNC es el software utilizado para implementar el acceso remoto al laboratorio. Este software permitió lograr una alta velocidad para la transmisión de video servidor-cliente. El código java de UltraVNC fue modificado para añadir un sistema de desconexión controlado por un temporizador. Luego el código modificado fue añadido a la página Web de visualización del laboratorio como un applet de java utilizando código JSP. El gráfico de relaciones entre el software utilizado puede verse en la figura 6.

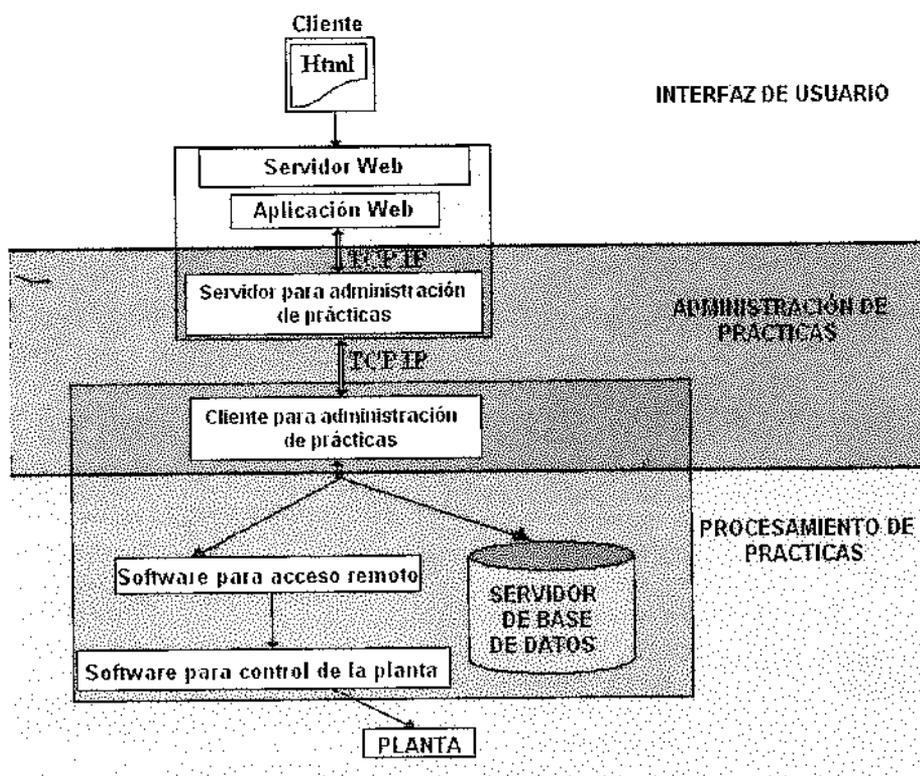


Figura 6. Conexiones del software utilizado.

La implementación del laboratorio remoto presentó resultados favorables para la formación de los estudiantes, los cuales se describen a continuación.

2. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Interfaz de usuario. Con el fin de hacer uso del laboratorio el estudiante se debe registrar en la primera página de la aplicación web (Index), utilizando un nombre de usuario y una contraseña que le deben ser otorgadas previamente por un administrador. La página Web de registro de usuarios se puede ver en la figura 7.

LABORATORIO CIM REMOTO

* Login:

* Password:

Figura 7. Página Web de registro de usuarios (Index).

Una vez el usuario se haya registrado, el programa determina si éste es un administrador o un cliente e inmediatamente lo ubica en una página Web de acuerdo a su clasificación. La página Web de administrador puede verse en la figura 8.

Volver a Index

* Docente: Dario Amaya ▼

* Estudiante:

* Cédula:

* Teléfono:

* Dirección:

Asignatura: Comunicaciones Móbiles ▼

* Login:

* Password:

* Entidad: Universidad Militar ▼

Table				
Id estudiante	Id_entidad	Id_docente	password	Borrar
12	0	0	oiga	<input type="button" value="BORRAR"/>

Figura 8. Página Web de administrador.

La página de administrador es utilizada por profesores para registrar a los usuarios que están capacitados para operar el laboratorio mientras que por otra parte la pagina de usuario es empleada por estudiantes para seleccionar una fecha y hora para acceder la página de visualización del laboratorio y utilizar los equipos por medio de una comunicación remota. La página Web para usuarios se puede ver en la figura 9.

Registro de Actividades

Seleccione la fecha a visualizar

fecha:
dd/mm/yyyy

hora: ▼

laboratorios: ▼

Table				
Id estudiante	Fecha	Hora	Laboratorio	Borrar
No items found.				

Figura 9. Página Web para usuarios.

La página Web para la visualización del laboratorio utilizando comunicación remota se observa en la figura 10.

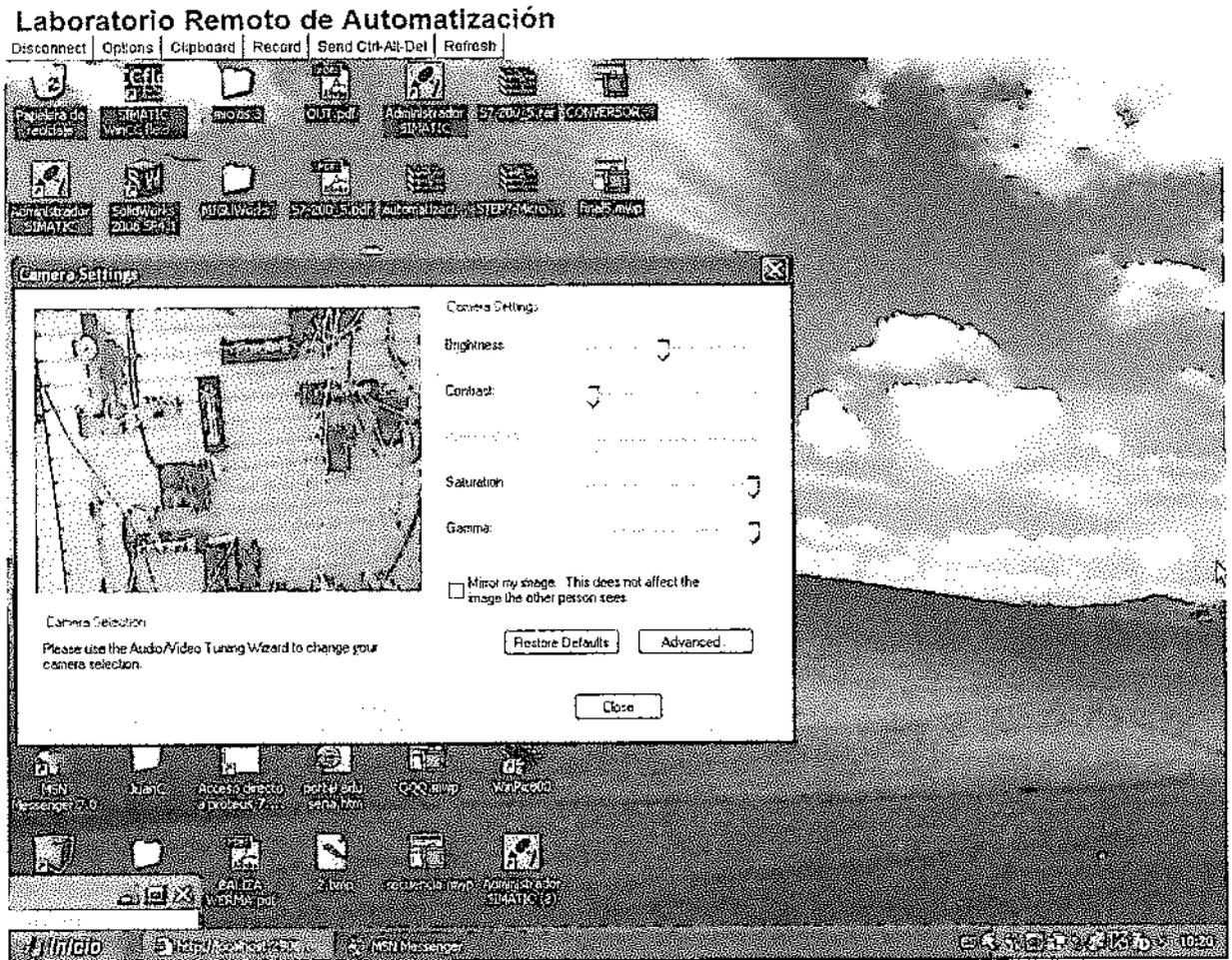


Figura 10. Página Web para la visualización del laboratorio.

Impacto del laboratorio. Con el fin de comprobar la utilidad del laboratorio remoto, se realizó una práctica utilizando el manipulador, tomando como base un cilindro neumático de la estación Conveyor y se colocó sobre la estación de control de calidad. La prueba piloto se realizó en el laboratorio de automatización de la Universidad Militar Nueva Granada por medio de un montaje neumático conectado a un PLC cuyo esquema emula al del manipulador de la estación Checking. El esquema se muestra en la figura 11.

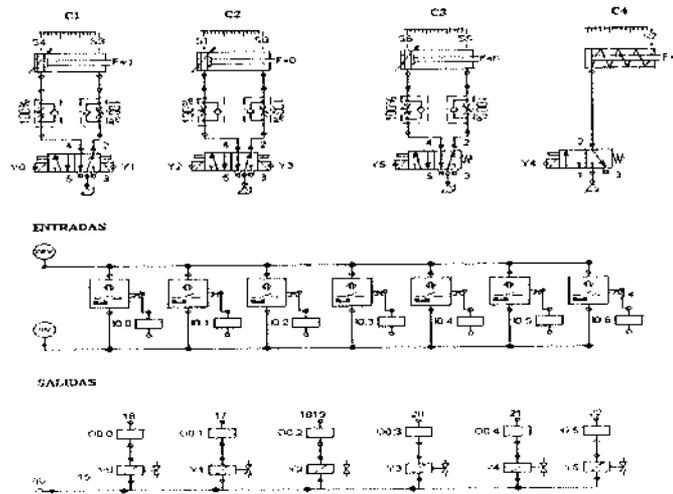


Figura 11. Esquema montaje neumático.

La descripción de los cilindros neumáticos es la siguiente:

C1: Permite un desplazamiento horizontal de las piezas

C2: Simboliza al módulo de giro de la estación. Retraído simboliza el posicionamiento hacia la estación Conveyor. Extendido simboliza el posicionamiento sobre Testing.

C3: Permite un desplazamiento vertical de las piezas.

C4: Simboliza la ventosa de succión de la estación. Retraído simboliza que la ventosa está succionando la pieza. Extendido simboliza que no existe succión.

La prueba fue realizada por catorce estudiantes de Ingeniería Mecatrónica que cursan la asignatura Automatización Industrial. Debido a que el software del laboratorio permite el ingreso de un usuario durante un periodo de dos horas para la realización de la práctica, se utilizó como herramienta de análisis de la productividad y eficiencia de los equipos a través del acceso remoto, la observación de la relación entre las horas de acceso al laboratorio y los días en los que se ha ingresado durante un determinado lapso de tiempo. Los datos de fechas y horas programadas por los estudiantes para realizar sus prácticas fueron observados de la tabla de datos Ingresos. La observación se realizó durante 63 días y sus resultados se muestran en la figura 12.

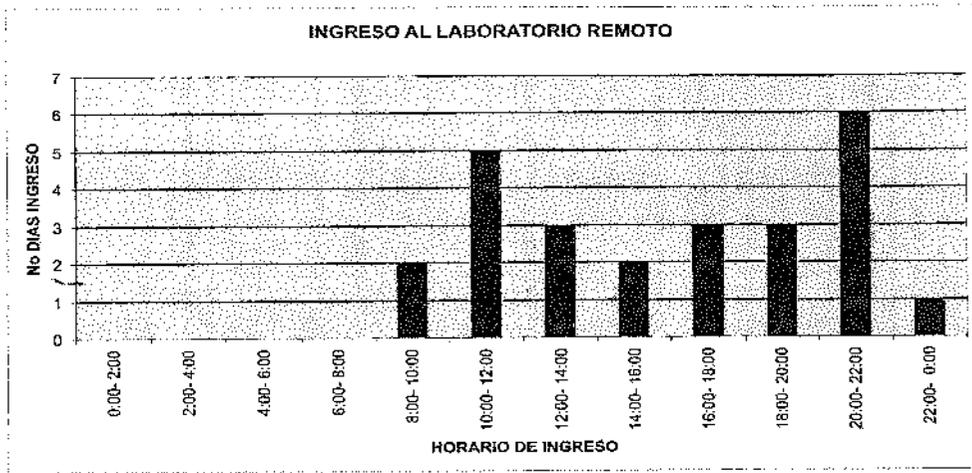


Figura 12. Relación de ingreso al laboratorio.

Tomando los datos de la gráfica se puede observar el porcentaje de utilización del laboratorio relativo al valor máximo de ingresos registrado durante un determinado lapso de tiempo, el promedio de días, la varianza y la desviación estándar. Esto con el fin de conocer los horarios de mayor utilización del laboratorio. Los datos se muestran en la tabla 1, en la cual se puede observar que existen horas específicas del día en las que el laboratorio ha sido utilizado con mayor frecuencia, este resultado es normal pues hay que tener en cuenta que los estudiantes buscan realizar las prácticas en horas que sean asequibles dentro de su horario académico.

Tabla 1. Utilización del laboratorio.

HORARIO	No. Días Ingreso	Porcentaje de utilización relativo
0:00- 2:00	0	0%
2:00- 4:00	0	0%
4:00- 6:00	0	0%
6:00- 8:00	0	0%
8:00- 10:00	2	33,33%
10:00- 12:00	5	83,33%
12:00- 14:00	3	50%
14:00- 16:00	2	33,33%
16:00- 18:00	3	50%
18:00- 20:00	3	50%
20:00- 22:00	6	100%
22:00- 0:00	1	16,66%

Promedio 2,08333333
 Varianza 3,74305556
 Desviación Estándar 1,93469779

Posteriormente se plantearon dos preguntas a los estudiantes acerca de la eficiencia del uso del laboratorio remoto como complemento a la formación educacional. Las preguntas fueron respondidas por los catorce estudiantes que hicieron uso de la herramienta y los resultados se muestran en las figuras 13 y 14.

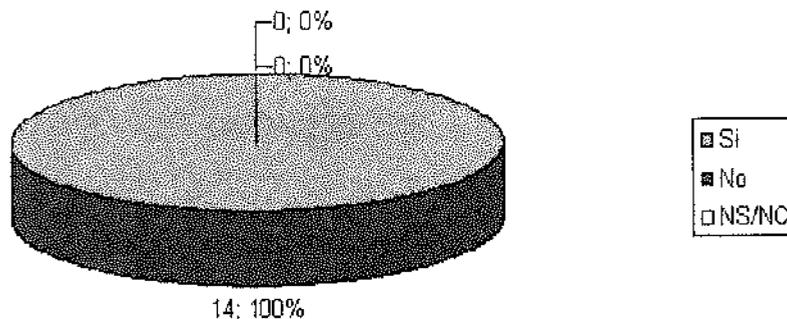


Figura 13. Respuesta a la pregunta ¿Considera que el uso del laboratorio remoto ha contribuido como complemento a su formación en la materia de automatización industrial?

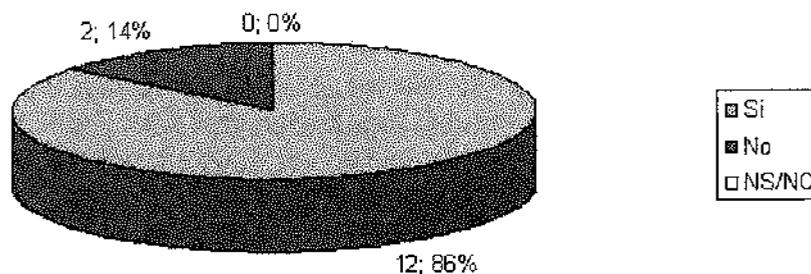


Figura 14. Respuesta a la pregunta ¿Considera que las condiciones de acceso y utilización del laboratorio han mejorado por medio de la implementación del acceso remoto?

Como se puede apreciar los resultados de la encuesta indican la aprobación por gran parte de los usuarios de la implementación del laboratorio remoto como herramienta de complemento en la formación de los estudiantes.

3. CONCLUSIONES

Mediante la realización del laboratorio remoto se logró implementar una herramienta que permite apoyar la educación a distancia mediante la manipulación y visualización de equipos en tiempo real, lo cual permite que los estudiantes puedan aprender el manejo de instrumentos de automatización mediante un modelo real sin restricciones de tiempo y horario.

También cabe concluir que los laboratorios remotos representan una evolución en la educación a causa de sus ventajas de acceso y personalización; sin embargo este tipo de software necesita una metodología adecuada de uso. En el futuro se espera poder solucionar los inconvenientes que afectan la eficiencia del laboratorio al igual que se buscará implementar nuevos laboratorios remotos para otras ramas de la educación con el fin de apoyar el aprendizaje a distancia.

REFERENCIAS

- [1] Domínguez, M., Fuertes, J.J., Reguera, P., Díez, A.B., Robles, A., Sirgo, J.A., (2006). Estrategias docentes colaborativas basadas en la utilización de laboratorios remotos vía Internet; En: 14 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas EUITI de Gijón.
- [2] Domínguez, M., Fuertes, J.J., Reguera, P., González, J. J., Ramón, J.M.; (2004). Maqueta industrial para docencia e investigación; En: Revista Iberoamericana de automática e informática industrial, Vol. 1, No. 2, pp. 58-63.
- [3] Domínguez, M., Reguera, P., Fuertes, J.J.; (2005). Laboratorio remoto para la enseñanza de la automática en la Universidad de León; En: Revista Iberoamericana de automática e informática industrial, Vol. 2, No. 2, pp. 36-45.
- [4] Fandos, M., Jiménez, J.M., Gonzáles, A.P.; (2002) Estrategias didácticas en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación; En: Acción pedagógica, Vol. 11, No. 1, pp. 28-39.
- [5] Hardison, J., Zych, D., del Alamo, J.A., Harward, V.J., Lerman, S.R., Wang, S.M., Yehia, K., Varadharajan, C.; (2005). The microelectronics weblab 6.0 – An implementation using web services and the ILAB shared architecture; En: Exploring Innovation in Education and Research.
- [6] HENAO ALVAREZ, Octavio, Ramirez, Doris, 2007. Experiencias e investigaciones sobre las TIC aplicadas a la atención de personas con necesidades educativas. Página consultada el 25 de agosto de 2007. En: <http://capacidad.es/ciiee07/Colombia.pdf>.
- [7] Jiménez, L.M., Puerto, R., Reinoso, O., Fernández, C., Ramón, Ñ.; (2005). RECOLAB: Laboratorio remoto de control utilizando Matlab y Simulink; En: Revista Iberoamericana de automática e informática industrial, Vol. 2, Núm. 2, pp. 64-72.

- [8] Karadimas, D., Efstathiou, K.; (2007). An Integrated Educational Platform Implementing Real, Remote Lab Experiments for Electrical Engineering Courses; En: Journal of computers, Vol. 2, No. 2, pp. 37-44.
- [9] Nedic, Z., Machotka, J., Nafalski, A.; (2003). Remote laboratories versus virtual and real laboratories; En: 33rd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Vol.1, pp. T3E-1- T3E-6.
- [10] Reguera, P., Fuertes, J.J., Domínguez, M., Alonso, A.; (2004). Control remoto de posición por Java; En: XXV Jornadas de Automática.
- [11] Schmid, C.; (2000). Remote Experimentation in Control Engineering; En: 45th International Scientific Colloquium Ilmenau Technical University.
- [12] Tzafestas, C.S., Palaiologou, N., Alifragis, M.; (2006). Virtual and Remote Robotic Laboratory: Comparative Experimental Evaluation; En: IEEE Transactions on education, Vol. 49, No. 3, pp. 360- 369.

