



29 de octubre al 9 de noviembre de 2008

LABORATORIO REMOTO DE MÁQUINAS DE CORRIENTE ALTERNA

**Calidad y Materiales educativos y Herramientas Tecnológicas en Educación
a Distancia**

Chacón Rafael, Hernández Edwin

rafa.anto@gmail.com, edwingh@hotmail.com

Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET), Venezuela

En este trabajo se describe un proyecto de laboratorio remoto de máquinas eléctricas de corriente alterna monofásicas y trifásicas, implementado en la Universidad Nacional Experimental del Táchira de Venezuela (UNET). El proyecto consistió en el diseño implementación de tres etapas: La primera etapa, es el módulo de adquisición de datos de los motores, formado por un grupo de sensores de corriente y voltaje, una tarjeta de adquisición de datos con canales de entrada y salida analógica-digital y puerto de comunicación serial con la computadora. La segunda etapa son unos programas elaborados en lenguaje Gráfico LabVIEW que permiten adquirir y medir las principales señales para su procesamiento en una computadora personal; el programa permite calibración y medición en tiempo real de las variables eléctricas voltaje, corriente, potencia, y la señal mecánica de velocidad del motor. La tercera etapa está constituida por los programas que hacen posible el acceso al laboratorio a través de Internet. Los programas de esta



29 de octubre al 9 de noviembre de 2008

etapa fueron elaborados en PHP, Html, Mysql, ActiveX y LabVIEW, usando servidores Web de LabVIEW y Apache.

Laboratorio, remoto, instrumentación, control, motores, corriente, alterna

LABORATORIO REMOTO DE MÁQUINAS DE CORRIENTE ALTERNA

Uno de los problemas para la oferta de estudios a distancia en las carreras de ciencias e ingeniería tiene que ver con los laboratorios. Cómo hacer para que los estudiantes efectúen sus prácticas de laboratorio a distancia. En este trabajo se describe un proyecto de laboratorio remoto de máquinas eléctricas de corriente alterna monofásicas y trifásicas, implementado en la Universidad Nacional Experimental del Táchira de Venezuela. El proyecto se divide en tres etapas: La primera etapa, es el módulo de adquisición de datos de los motores, formado por un grupo de sensores de corriente y voltaje, una tarjeta de adquisición de datos con canales de entrada y salida analógica-digital y puerto de comunicación serial con la computadora. La segunda etapa son unos programas elaborados en lenguaje Gráfico LabVIEW que permiten adquirir y medir las principales señales para su procesamiento en una computadora personal, el programa permite calibración y medición en tiempo real de variables, generar curvas características y procesamiento matemático de las señales medidas. La tercera etapa está constituida por los programas que hacen posible el acceso al laboratorio a través



29 de octubre al 9 de noviembre de 2008

de Internet. Los programas de esta etapa fueron elaborados en PHP, Html, Mysql, ActiveX y LabVIEW, usando servidores Web de LabVIEW y Apache.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la tecnología ha hecho posible resolver una de las dificultades de los estudios a distancia en las carreras de ingeniería y ciencia. Como es conocido por todos, los estudios de ingeniería y ciencia requieren la realización de prácticas de laboratorio de los estudiantes. Antes de la aparición de Internet y de la Web, no existían medios para que los estudiantes pudieran de manera remota acceder a un laboratorio de una universidad y realizar una práctica de laboratorio. Actualmente esto es posible y muchas universidades en el mundo ya lo están haciendo. Ejemplos de ello lo tenemos en la Universidad de Educación a Distancia de España (UNED), que tiene un portal a través del cual los estudiantes de ingeniería pueden realizar prácticas de automatización y control (UNED, 2008). Otro trabajo muy importante en este mismo campo es el que viene realizando el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), a través de su proyecto iLab, de laboratorios remotos reales a través de Internet. Actualmente el MIT tiene laboratorios remotos en microelectrónica, ingeniería química, ingeniería de estructuras y procesamiento digital de señales (iLab, 2008). National Instruments (NI) ha sido una compañía líder al incorporar dentro del software LabVIEW, las herramientas que permiten convertir y administrar cualquier aplicación local de instrumentación en LabVIEW en un laboratorio a distancia o remoto vía Internet. Existen muchas aplicaciones de laboratorios a distancia en distintas universidades del mundo, que han sido creadas utilizando LabVIEW y su conjunto de herramientas para Internet (NI, 2008).



29 de octubre al 9 de noviembre de 2008

En la Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET) de Venezuela se han venido realizando algunas experiencias en este campo. Entre ellas se pueden mencionar, El Laboratorio Virtual de Control de Procesos (LavConPro) a través de Internet, basado en la filosofía cliente/servidor y desarrollado conjuntamente entre la Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET) y la Universidad de Los Andes-Táchira (ULA-Táchira), (Casallas, Chacón y Posso, 2005). Este proyecto consistió en la implementación de un laboratorio remoto de control de procesos, en él se efectuó el control remoto de un tanque de agua.

En este trabajo se describe una nueva experiencia, la cual consiste en un laboratorio remoto de máquinas eléctricas de corriente alterna El Laboratorio de Máquinas Eléctricas de la UNET, es un laboratorio que presenta una alta demanda de estudiantes, ya que en él hacen prácticas los estudiantes de las carreras de ingeniería electrónica, ingeniería mecánica e ingeniería industrial. Esta situación ha creado una saturación del laboratorio y por lo tanto se hace necesario buscar soluciones a esta problemática. Este proyecto se hizo con el fin de crear un prototipo que demostrara la viabilidad de esta alternativa para dar respuesta a la alta demanda de este laboratorio.

El diseño del laboratorio remoto involucró tres módulos. El primero es un módulo de hardware que tiene por finalidad, la adquisición de las señales de corriente y voltaje y su conversión en señales digitales. Está constituida por sensores de corriente, voltaje y velocidad. A partir de estas señales se determinan las otras como potencia, torque. El segundo módulo está conformado por programas en LabVIEW que hacen la adquisición digital de las señales a través del puerto serial y todo el procesamiento digital de señales necesario, para el cálculo de los valores de voltaje, corriente, potencia, monofásicos y trifásicos y el torque de los motores. El tercer módulo es igualmente un módulo de software que se encarga del acceso a Internet del laboratorio. En él se efectúa el control de usuarios y de las prácticas a realizar. Los programas de esta etapa fueron elaborados en PHP, Html, Mysql, ActiveX y LabVIEW, usando servidores Web de LabVIEW y Apache.

METODOLOGÍA

Internet es una red mundial de equipos que se comunican usando un lenguaje común. Nadie posee ni controla todo el sistema, pero está conectado de tal manera que hace que funcione como una red muy grande. World Wide Web (WWW o simplemente Web) le ofrece una interfaz gráfica y sencilla para recorrer y consultar los documentos de Internet. Dichos documentos, así como los vínculos entre ellos, componen una red de información. Los archivos o páginas Web están interconectados. Para conectarse a otras páginas puede hacer clic en el texto o en



29 de octubre al 9 de noviembre de 2008

los gráficos especiales, que se llaman **hipervínculos**. Las páginas pueden contener texto, imágenes, películas, sonidos, casi cualquier cosa. Estas páginas se pueden encontrar en equipos situados en cualquier parte del mundo. Cuando se conecta con un Web, dispone del mismo acceso a la información en todo el mundo. Los hipervínculos son palabras o gráficos que tienen direcciones Web incrustadas en ellos. Haciendo clic en un hipervínculo se salta a una página concreta de un determinado sitio Web. Cada página Web, tiene una dirección única llamada dirección URL; por ejemplo, <http://www.microsoft.com/home.htm>. La dirección URL especifica el nombre del equipo en el que se almacena la página y su ruta de acceso exacta (Cybercursos, 2008).

Los dispositivos que se encuentran en una red, se comunican a través de números de identificación únicos conocidos como **direcciones físicas**, que permiten a un dispositivo reconocer cuál de los paquetes que circulan a través de una red le corresponde leer. Sin embargo a un nivel más alto, los dispositivos que se comunican en Internet utilizan otro tipo de direcciones conocidas como direcciones IP, que hasta la versión 4 de este protocolo están constituidas por un número de 32 bits que se asigna a una única interfaz en toda Internet (Tiznado, 1998).

El protocolo de transporte de flujo confiable (TCP) o **Protocolo de Control de Transmisión** establece una conexión de circuito virtual entre el emisor y el receptor. Este servicio entrega en el receptor la misma secuencia de datos que fueron enviados originalmente, ocultando los detalles del chequeo de errores, el ordenamiento de los datos y la retransmisión en caso de pérdida. Cada segmento TCP está formado por un **encabezado** que transporta la identificación y la información de control, y los datos que son transportados a lo largo de la red. El protocolo TCP ofrece confiabilidad permitiendo un mecanismo orientado a conexión, con entrega segura de paquetes de punto a punto entre redes (Tiznado, 1998).

Estos dos protocolos operan conjuntamente y es común hacer referencia a ellos como protocolo TCP – IP, encargado de manejar la transferencia de datos a través de Internet.

Los laboratorios virtuales a distancia o remotos consisten en una combinación de equipos de laboratorio, computadoras, redes, módulos de acondicionamiento de señales, hardware y software de adquisición de datos, bases de datos, con acceso remoto ya sea, dentro del campus universitario mediante una Intranet, o desde fuera de la institución a través de Internet.



29 de octubre al 9 de noviembre de 2008

En este proyecto como equipos de laboratorio se utilizaron motores de corriente alterna monofásico y trifásico; el módulo de acondicionamiento y adquisición de señales, está integrado básicamente por sensores de corriente, voltaje y velocidad, y circuitos de amplificación para ajustar los niveles de las señales, convertidores analógico – digital y una interface serial para transmitir los datos a la computadora personal (PC); el módulo de software podemos dividirlo en dos partes, una primera parte que se encarga del procesamiento digital de las señales de corriente, voltaje y velocidad con el objeto de obtener sus valores monofásicos o trifásicos de acuerdo al tipo de motor que se esté usando y mostrarlos en la pantalla de la PC; la segunda parte se encarga de manejar todo lo referente a la comunicación entre el servidor (computadora conectada a los motores) y cualquiera computadora cliente que a través de una Intranet o Internet, se conecte al servidor con el fin de obtener acceso al laboratorio en forma remota, en la figura 1 se muestra un esquema de todo sistema que ilustra lo señalado anteriormente.

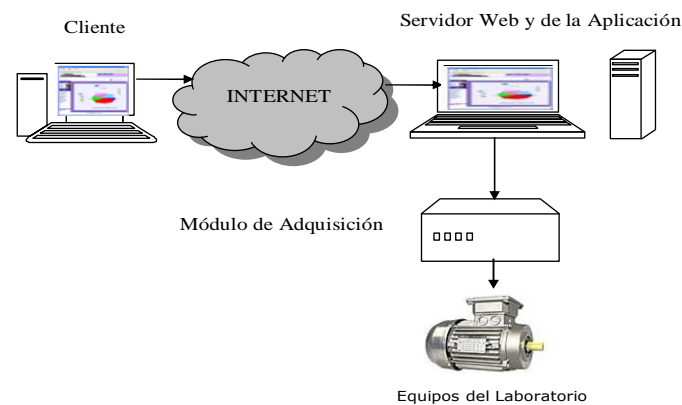


Figura 1: Esquema del laboratorio remoto

En la figura 2 se muestra un esquema del hardware del módulo de acondicionamiento de señales. En él se pueden apreciar la interrelación entre sus distintos componentes.

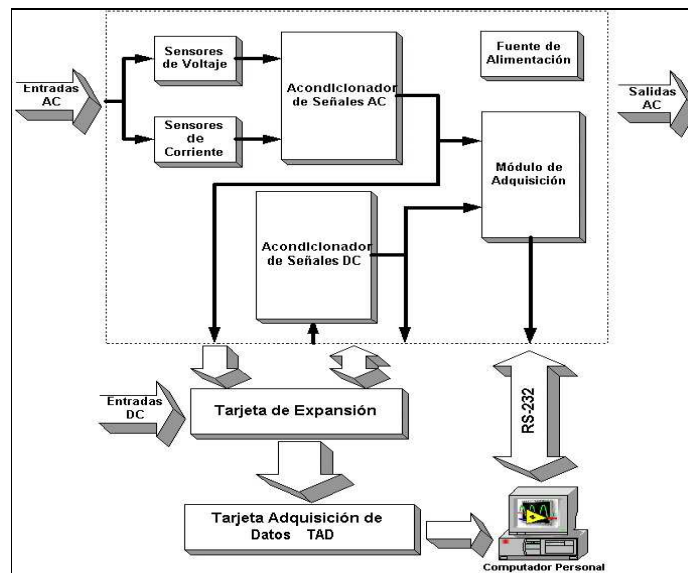


Figura 2: Módulo de acondicionamiento de señal

Un sensor es un transductor eléctrico que convierte una cantidad física en una señal eléctrica que puede ser adquirida y medida por un computador personal, para su posterior manipulación. El módulo de adquisición del proyecto maneja un sensor de voltaje y de corriente, para realizar mediciones corriente, voltaje y de potencia. El sensor de voltaje utilizado es un transformador común con una relación de transformación efectiva de $n=20$ y se encarga de reducir el voltaje de línea de 240 voltios a sólo 12 voltios para su posterior manipulación. El sensor de corriente CS60-010 diseñado por Coilcraft es un sencillo sensor de tipo toroidal para medir corrientes AC de 1 a 10 Amperios rms con frecuencia de 50/60 Hz, funciona como el encapsulado secundario de un transformador de corriente, mientras el conductor por el que fluye la corriente a ser medida actúa como una vuelta del primario, la sensibilidad se puede mejorar incrementando las vueltas en el primario. El sensor de velocidad (Entrada DC) consiste en un par óptico, compuesto por un diodo emisor de luz y un diodo receptor. En el eje del motor se coloca una banda metálica. El diodo emisor incide un haz de luz hacia el eje del motor, cuando dicho haz se encuentra con la banda metálica rebota y es percibido por el diodo receptor, generando un pulso. El conteo del número de vueltas se hace determinando el número de pulsos generados y recibidos en un minuto [4]. Además de los sensores, en el módulo de acondicionamiento de señal se tienen circuitos amplificadores con el fin de ajustar los niveles de señal, convertidor de analógico digital e interfaz de comunicación serial con la PC.



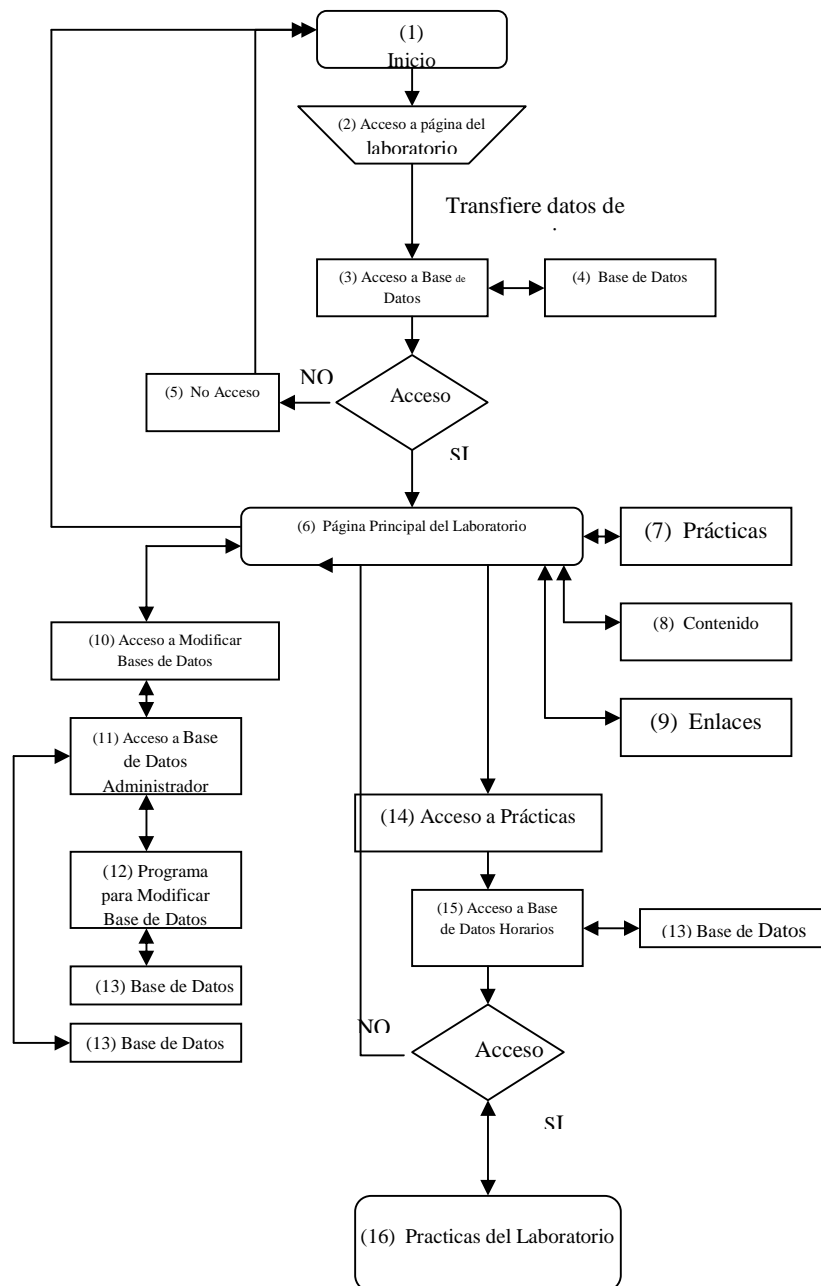
29 de octubre al 9 de noviembre de 2008

En las figuras 3^a y 3^b se muestra el diagrama de flujo completo del software del laboratorio remoto. En la figura 3^a se muestra todo lo que es la parte de control de acceso al laboratorio de los usuarios y la administración de dicha base de datos por el administrador o técnico del laboratorio. En la figura 3^b se muestran las prácticas implementadas en el laboratorio remoto.



29 de octubre al 9 de noviembre de 2008

Diagrama de flujo que define el Software completo del Sistema Remoto del Laboratorio.





29 de octubre al 9 de noviembre de 2008

Figura 3^a : Diagrama de flujo del software del laboratorio remoto:

Control de usuarios



29 de octubre al 9 de noviembre de 2008

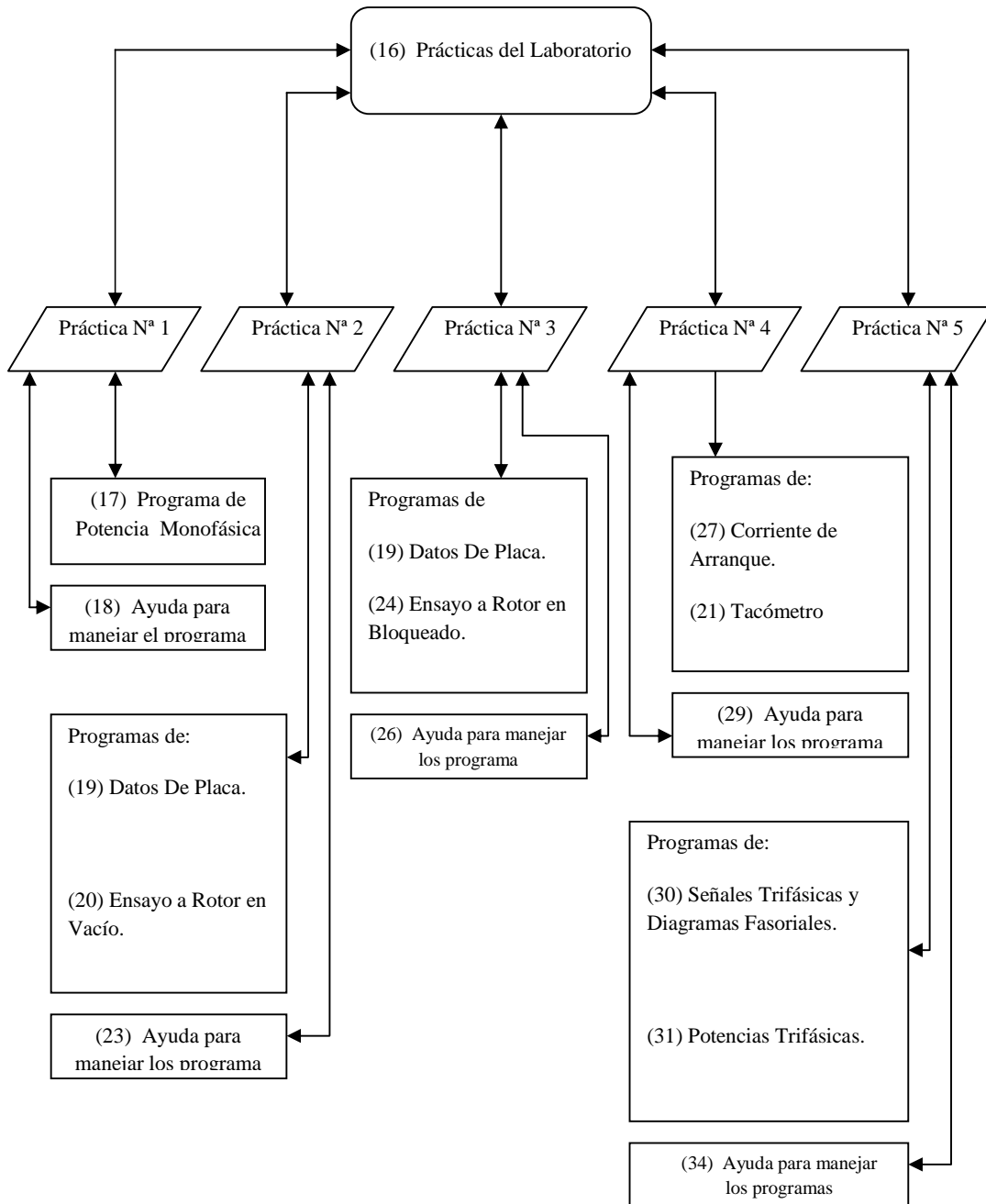




Figura 3^b: Diagrama de flujo del software del laboratorio remoto:

Prácticas de laboratorio

CONCLUSIONES

El laboratorio diseñado ha sido probado en la Intranet de la Universidad, funcionando aceptablemente todos sus módulos, incluyendo una cámara Web instalada en el laboratorio que permite ver el funcionamiento del laboratorio en tiempo real mientras el estudiante realiza sus prácticas en forma remota. Se realizaron las diferentes prácticas de laboratorio mostradas en el diagrama de la figura 3^b, siendo los resultados obtenidos coincidentes con las mediciones hechas con los equipos del laboratorio real.

El laboratorio remoto de motores de corriente alterna se convierte en una solución a los diferentes problemas que agobia los laboratorios presenciales. En la actualidad conseguir los equipos e instrumentos necesarios para atender a un gran número de estudiantes en área de laboratorio suele ser un problema complejo sobre todo por los costosos de estos equipos. El laboratorio remoto permite trabajar sobre un sólo equipo, asignando los tiempos de acceso a los diferentes usuarios y protegiendo el equipo de fallas por manejo incorrecto, además, reduce en forma considerable el uso de instrumentos de medición, ya que el software se encarga de todas las mediciones realizadas por dichos instrumentos.

La capacidad y disponibilidad de horas de trabajo, es otro problema que afecta el trabajo normal en los laboratorios. Actualmente la UNET incrementó el número de estudiantes atendidos en el área de motores eléctricos, esto crea problemas por la disponibilidad de horarios, ese conflicto también puede ser atendidos por el sistema diseñado, ya que puede asignar el recurso en horarios extendidos y programados para el acceso de los usuarios y de esta forma aprovechar al máximo el tiempo asignado para realizar las mediciones.

El Sistema no requiere de equipos de computación especializados ni servidores con alta capacidad de memoria, ya que la aplicación y los servidores Web pueden estar montados sobre una de las computadoras que se utilizan en los laboratorios para los procesos manejados en dichas áreas.

El control de Acceso es importante para definir el uso de los recursos y poder asignar los tiempos requeridos para el procesamiento de la información. Es importante destacar que los recursos no pueden ser usados al mismo tiempo por



29 de octubre al 9 de noviembre de 2008

el usuario por lo que se requiere determinar el tiempo establecido para cada usuario y de esta forma liberar el recurso para ser utilizado por otra persona.

En general el sistema maneja condiciones favorables en muchos de los aspectos mencionados y no es una aplicación que sustituye el modo de trabajo actual, ya que pudiera instaurarse los laboratorios remotos en conjunto con los presenciales y los virtuales, sin retener ni limitar la ejecución de los mismos.

REFERENCIAS

Casallas, R., Chacón, R. y Posso, F. (2005). Desarrollo básico de un laboratorio virtual de control de procesos basado en Internet. *Acción Pedagógica*, No 14.

Cybercursos, 2008. Curso sobre redes, Protocolos TCP/IP. Disponible en http://www.cybercursos.net/vti_bin/shtml.exe/bajarcursos/index.htm.

MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY. (MIT), iLab. (2008).
Disponible en: <http://ilab.mit.edu/ServiceBroker/>

Natrional Instrument. (2008). Disponible en
www.ni.com/academic/distance_learning.htm.

Tiznado, M. (1998). *El Camino Fácil a Intenet*. Mc. Graw Hill. 1998.

Universidad Nacional de Educación a Distancia, (UNED). (2008). Laboratorios Virtuales y Remotos Disponible en: <http://lab.dia.uned.es/rlab/>