

# **IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED VIRTUAL PARA TELEOPERACIÓN A TRAVÉS DE INTERNET**

EDUARDO CHOTO

ERNESTO GARCIA

RENE GARCIA

IVETTE JIMÉNEZ

DIANA URUETA

PAOLA VARELO

Tesis de Grado Presentada Como Requisito para Optar El título de Magíster en  
Ciencias Computacionales con Énfasis en Redes de Computadores

Director

JUAN CARLOS MARTINEZ

Ingeniero Electrónico

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR**

CARTAGENA DE INDIAS D.T.C.H., MARZO 2007

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
<b>RESUMEN</b>	9
<b>0. INTRODUCCIÓN</b>	12
<b>1. MARCO TEÓRICO</b>	16
<b>1.1. SISTEMAS TELEOPERADOS</b>	16
<b>1.2. LABORATORIOS DE TECNICAS DIGITALES</b>	18
<b>1.3. REDES VIRTUALES</b>	23
<b>1.4. ANTECEDENTES</b>	27
<b>1.5. ACTUALIDAD</b>	32
<b>2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b>	35
<b>2.1. OBSERVACIÓN, PROBLEMA E HIPÓTESIS</b>	36
<b>2.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN</b>	37
<b>3. IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED VIRTUAL PARA TELEOPERACIÓN A TRAVÉS DE INTERNET</b>	39
<b>3.1 DISEÑO Y DESARROLLO DEL SISTEMA DE TELEOPERACIÓN A TRAVÉS DE INTERNET DEL LABORATORIO DE TÉCNICAS DIGITALES</b>	39
3.1.1. Descripción del Laboratorio de Técnicas Digitales	39
3.1.1.1 Esquema de Funcionamiento	39
3.1.2. Esquema de funcionamiento del sistema propuesto	41
3.1.3. Modelos de Teleoperación	41
3.1.3.1. Modelo de Teleoperación mediante NAPT	43
3.1.3.2. Modelo de Teleoperación a través de VPN (Virtual Private Network)	46
<b>3.2 DISEÑO Y DESARROLLO DEL SOFTWARE DE ADMINISTRACION Y UTILIZACION DEL SISTEMA DE TELEOPERACION (SAUST)</b>	52
3.2.1 Investigación preliminar	52
3.2.2 Determinación de los requerimientos	52
3.2.3 Diseño	56

3.2.3.1	Diseño de la base de datos	56
3.2.3.2	Diseño de las páginas Web	60
3.2.3.2.1	Páginas del Módulo Administrativo	61
3.2.3.2.2	Páginas del Módulo Operativo	81
3.2.4	Desarrollo del Software	86
3.2.4.1	Lenguajes de programación	87
3.2.4.2	Entrono de desarrollo Web	87
3.2.4.3	Base de datos	87
3.2.4.4	Servidor de páginas Web	87
<b>3.3</b>	<b>IMPLEMENTACION DE UNA RED VIRTUAL PARA LA TELEOPERACIÓN DE UN LABORATORIO DE TÉCNICAS DIGITALES A TRAVÉS DE INTERNET</b>	<b>88</b>
3.3.1.	Implementación	88
3.3.1.1.	Sistema de Teleoperación	88
3.3.1.2	Software de Administración y utilización del Sistema de Teleoperación (SAUST)	93
<b>4.</b>	<b>VALIDACION DE LA IMPLEMENTACION DE UNA RED VIRTUAL PARA LA TELEOPERACIÓN DE UN LABORATORIO DE TÉCNICAS DIGITALES A TRAVÉS DE INTERNET</b>	<b>96</b>
<b>4.1</b>	<b>VALIDACION DEL SISTEMA DE TELEOPERACIÓN</b>	<b>96</b>
4.1.1	Prueba Inicial de Implementación de la VPN	97
4.1.2	Primera Prueba para la implementación de la VPN en el Laboratorio de la Universidad tecnológica de Bolívar	98
4.1.3	Segunda Prueba para la implementación de la VPN en el Laboratorio de la Universidad tecnológica de Bolívar	99
4.1.4	Prueba a la implementación final de la VPN en el Laboratorio de la Universidad tecnológica de Bolívar	100
<b>4.2</b>	<b>VALIDACION DEL SOFTWARE DE ADMINISTRACIÓN Y UTILIZACIÓN DEL SISTEMA DE TELEOPERACIÓN (SAUST)</b>	<b>101</b>
4.2.1	Validación del Módulo Operativo	102
4.2.2	Validación del Módulo Administrativo	104
4.3	ANÁLISIS DE RESULTADOS	109

<b>4.4. IMPACTO POTENCIAL</b>	111
<b>5. CONCLUSIONES</b>	113
<b>5.1. RECOMENDACIONES</b>	115
<b>GLOSARIO</b>	117
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	119
<b>ANEXOS</b>	124



## LISTA DE TABLAS

	Pág
<b>Tabla 1.</b> Entidades del sistema	52
<b>Tabla 2.</b> Tipos de datos	56
<b>Tabla 3.</b> Tabla de cursos	56
<b>Tabla 4.</b> Tabla de Usuarios	57
<b>Tabla 5.</b> Tabla de grupos	57
<b>Tabla 6.</b> Tabla de reservas	58
<b>Tabla 7.</b> Tabla de recursos	58
<b>Tabla 8.</b> Tabla de Prácticas	59
<b>Tabla 9.</b> Servidor	59
<b>Tabla 10.</b> Descripción de menú principal	83
<b>Tabla 11.</b> Condiciones del recurso a teleoperar	89
<b>Tabla 12.</b> Condiciones del cliente remoto VPN	91
<b>Tabla 13.</b> Requerimientos de instalación del SAUST	94
<b>Tabla 14.</b> Formato registro de prueba del sistema teleoperado	96
<b>Tabla 15.</b> Validación de la implementación de la VPN	97
<b>Tabla 16.</b> Primera prueba de la implementación de la VPN	98
<b>Tabla 17.</b> Segunda prueba de la implementación de la VPN	99
<b>Tabla 18.</b> Prueba final de implementación de la VPN	100
<b>Tabla 19.</b> Validación del módulo administrativo	106

## LISTA DE FIGURAS

	Pág
<b>Figura 1.</b> Estructura de una FPGA	19
<b>Figura 2.</b> Esquema de una VPN	24
<b>Figura 3.</b> Esquema Inicial del Laboratorio Circuitos Digitales UTB	39
<b>Figura 4.</b> Esquema propuesto para el Laboratorio Circuitos Digitales UTB	40
<b>Figura 5.</b> Modelo de Acceso al Laboratorio Teleoperado	43
<b>Figura 6.</b> Modelo de Acceso usando VPN	47
<b>Figura 7.</b> Modelo Entidad – Relación	53
<b>Figura 8.</b> Diagrama de flujo de datos módulo administrativo	54
<b>Figura 9.</b> Diagrama de flujo de datos módulo operativo	55
<b>Figura 10.</b> Página de Ingreso al Módulo Administrativo	61
<b>Figura 11.</b> Página del Menú Principal – Usuario Administrador	62
<b>Figura 12.</b> Página de la opción Administrar Usuarios	62
<b>Figura 13.</b> Página Ingreso	63
<b>Figura 14.</b> Página Modificación	64
<b>Figura 15.</b> Página Modificación/Eliminación	65
<b>Figura 16.</b> Página Modificación de la Opción Modificar/Eliminar	66
<b>Figura 17.</b> Página Eliminación de Usuario	67
<b>Figura 18.</b> Página Modificación <i>Password</i> Usuario	68
<b>Figura 19.</b> Página Reactivación de Usuario	69
<b>Figura 20.</b> Página Consulta de Usuarios	70
<b>Figura 21.</b> Página Impresión de Consultas	71
<b>Figura 22.</b> Página de la opción Administración de Reservas	72
<b>Figura 23.</b> Página Creación de Reservas	73
<b>Figura 24.</b> Página Cancelación de Reservas	74
<b>Figura 25.</b> Página Consulta de Reservas	75
<b>Figura 26.</b> Página Cancelación de Reservas por Estudiante	76
<b>Figura 27.</b> Página Cancelación de Reservas por Fecha	77
<b>Figura 28.</b> Página de la Opción Estadísticas	78
<b>Figura 29.</b> Página de la Opción Estadísticas de Usuario	79

<b>Figura 30.</b> Página de la Opción Estadísticas de Reservas	80
<b>Figura 31.</b> Página de la Opción Administración de Parámetros	81
<b>Figura 32.</b> Página de acceso a usuarios	82
<b>Figura 33.</b> Página menú principal	82
<b>Figura 34.</b> Página RESERVA – ADICIONAR	83
<b>Figura 35.</b> Página RESERVA – ADICIONAR – VER DISPONIBLES	84
<b>Figura 36.</b> Página RESERVA – CONSULTAR	84
<b>Figura 37.</b> Página RESERVA – CANCELAR	85
<b>Figura 38.</b> Página PRÁCTICAS - INICIAR PRÁCTICAS	86

## LISTA DE ANEXOS

	Pág
<b>Anexo A.</b> Manual de Configuración del Routing and Remote Access Server (RRAS)	124
<b>Anexo B.</b> Manual de Creación de Usuarios en el Active Directory Service – Windows Server 2003	133
<b>Anexo C.</b> Creación y Configuración de la Conexión al Servidor VPN en el Cliente Remoto	139
<b>Anexo D.</b> Manual de Instalación del Software de Administración y Utilización del Sistema de Teleoperación (SAUST)	146
<b>Anexo E.</b> Manual de Configuración del Recurso Remoto	176
<b>Anexo F.</b> Software de Administración y Utilización del Sistema de Teleoperación – SAUST. Módulo Administrativo. Manual del usuario	182
<b>Anexo G.</b> Software de Administración y Utilización del Sistema de Teleoperación – SAUST. Módulo Operativo. Manual del usuario	226

## RESUMEN

Actualmente la humanidad afronta un desarrollo vertiginoso apoyado por las nuevas tecnologías, con una gran influencia de las denominadas tecnologías de la información y las comunicaciones, que permiten a los usuarios acceder a recursos remotos y tomar el control de estos sin necesidad de la presencia física, esta forma de manipulación es denominada Teleoperación.

En términos generales la teleoperación permite el trabajo en medios hostiles sin poner en peligro la vida humana (robots ubicados en áreas de difícil acceso, con condiciones climáticas adversas, controlados remotamente), igualmente elimina barreras espaciales, por lo que no importa el lugar de ubicación del operario, casos como la teleasistencia médica, la operación quirúrgica remota, la operación de plantas industriales son ejemplos de la utilización de este sistema.

La teleoperación también es aplicable al medio educativo, debido a que permite a los estudiantes y profesores acceder remotamente a los recursos disponibles en la institución educativa. Dentro de todo el conjunto de nuevas tecnologías de la información, se destacan tres herramientas como las más adecuadas para soportar la teleoperación: los sistemas hipermedia como forma de estructurar la información, la redes virtuales y las redes de comunicación de área extendida como soporte de la información y las telecomunicaciones, un ejemplo de estas últimas es la red Internet.

El proceso de enseñanza-aprendizaje requiere de un elemento que permita al estudiante poner en práctica todos los conocimientos que vaya adquiriendo a lo largo del estudio. Este papel en las enseñanzas tradicionales lo desempeña el laboratorio de prácticas, el cual, inexorablemente, requiere de la presencia física del estudiante para poder manipular los recursos del laboratorio bajo la supervisión del profesor. El elemento necesario para abordar la realización de prácticas debe caracterizarse por darle la oportunidad al estudiante de acceder a estos recursos sin que la presencia física en el laboratorio sea una limitante, este elemento dinamizador del proceso es la

existencia de un laboratorio virtual y de telepresencia accesible a través de una red basada en protocolos TCP/IP que permita al alumno practicar de una forma lo más similar posible a como si estuviese en las dependencias del laboratorio, dándole la posibilidad de manejar las simulaciones o interactuar con los dispositivos reales.

La implementación de un entorno remoto de experimentación implica la independencia física de los usuarios (estudiantes, profesores, administradores) con el lugar de la experimentación, es decir, el laboratorio, además una independencia temporal, lo que conlleva a la total disponibilidad del laboratorio, sin restricciones de horarios de utilización. El entorno remoto siempre estará disponible para los usuarios, y sus limitaciones de uso solo estarán dadas por las políticas administrativas de la institución educativa. Con un sistema remoto se pueden diseñar prácticas para que el estudiante las realice desde una ubicación distinta a la institución educativa y en el horario que defina conveniente. La institución educativa inclusive puede prestar servicios a terceros, ofreciendo el entorno remoto para personas ajenas a la institución que requieran realizar prácticas.

El entorno remoto le puede permitir al profesor comprobar que el proceso de aprendizaje del estudiante, realizar un seguimiento y evaluación de las prácticas realizadas por el estudiante. De la misma manera, los administradores pueden ejercer el control y gestión del laboratorio remotamente a través de módulos de administración.

En la actualidad, existen las herramientas tecnológicas que permiten que un entorno remoto de teleoperación tenga propiedades de comunicación visual y auditiva con el laboratorio sobre la que se estén realizando las experiencias. Además de robustas interfaces gráficas de usuario (GUI), soluciones Cliente/Servidor, programación web, redes virtuales y seguridad en redes.

Las instituciones educativas, especialmente las universidades están impulsando proyectos que propicien la utilización de la teleoperación en el uso de sus laboratorios, proyectos como Cíclope en la universidad politécnica de Madrid y el proyecto "Laboratorios virtuales y remotos de control automático: Análisis, diseño y desarrollo" de la Universidad Nacional de Educación a Distancia, son algunos de los ejemplos del auge de este sistema en España, proyectos similares se desarrollan en

universidades de todo el mundo , que ven en la teleoperación el medio para potenciar el acceso a sus laboratorios.

Estos desarrollos se apoyan en los recursos que hoy en día tienen los laboratorios, los cuales dentro de sus características presentan la capacidad de poderlos acceder remotamente, por ejemplo, los laboratorios de circuitos digitales cuentan con la opción de trabajar con herramientas como las FPGA que a través de un protocolo denominado JTAG pueden ser accedidas remotamente por medio de una IP real, también denominada IP pública, utilizando Internet.

En consonancia con lo anterior, esta propuesta presenta el desarrollo de una solución para el acceso remoto con características especiales, que son el objeto de investigación, de manera que a partir de una dirección IP real conocida se logre el acceso a un conjunto de dispositivos de un laboratorio de circuitos digitales a través de Internet, evitando el uso de tantas IP reales como dispositivos existan, favoreciendo esto la utilización de IP reales en otro tipo de tareas o actividades. Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores el problema de investigación se ha definido de la siguiente forma: ¿Cómo optimizar el acceso a los servicios del laboratorio de circuitos digitales a través de Internet?

La presente investigación tiene como objetivo general presentar un sistema para la implementación de una red virtual para teleoperación a través de Internet de un laboratorio de circuitos o técnicas digitales, que incentive a las instituciones educativas a utilizar estas nuevas herramientas que ofrecen las TICS y que sirva de base para implementaciones futuras. El proyecto tiene como campo de acción el laboratorio de técnicas digitales de la Universidad Tecnológica de Bolívar, en la ciudad de Cartagena, Colombia.

## 0. INTRODUCCIÓN

En el ámbito académico, la teoría debe ir estrechamente relacionada con su aplicación práctica, especialmente en las ciencias experimentales, en las que es indispensable que el proceso de enseñanza aprendizaje se sustente y dinamice con el trabajo de laboratorio. Es necesario relacionar los componentes teóricos y prácticos que proporcionan las diversas ciencias, para explicar la realidad y plantear respuestas a las diferentes problemáticas, en beneficio de la sociedad. Con las prácticas de laboratorio se persiguen los siguientes objetivos:

- Retroalimentar el conocimiento teórico adquirido.
- Relacionar los aspectos teóricos con la práctica para llevar a cabo con mayor eficacia el proceso enseñanza aprendizaje.
- Demostrar experimentalmente los principios establecidos en las clases teóricas.
- Desarrollar la capacidad de observación y la adquisición de habilidades
- Despertar el espíritu de investigación en el estudiante.
- Darle una participación activa al estudiante en el proceso enseñanza aprendizaje.

En las ciencias básicas en la educación universitaria en el área de las ingenierías, el curso de circuitos digitales, cuyo objeto es el diseño e implementación de circuitos electrónicos digitales, se sustenta en el laboratorio, cuyo objetivo principal es que el estudiante complemente los conocimientos adquiridos teóricamente en el curso, y los lleve a la implementación, bien sea en circuitos convencionales de propósito específico (ASIC) y/o en Dispositivos Lógicos Programables (PLD).

Ante la necesidad de combinar teoría y práctica las universidades se enfrentan a un problema en la demanda de los laboratorios, produciéndose inconvenientes en la disponibilidad, en los horarios de los estudiantes por cruce y congestión en las asignaciones de los recursos. Como una solución alternativa, algunas universidades han planteado implementar experimentos con los cuales el



estudiante pueda interactuar en forma remota a través de una la red, bien sea a través de su Intranet o el Internet. Estos experimentos están conformados por equipos de control y monitoreo remoto, software de tutorías, que guían la práctica y dirigen los procesos de autoevaluación, evaluación y retroalimentación.

Para una adecuada aprehensión de la teoría en los procesos de enseñanza aprendizaje estos van ligados a la práctica. Es por ello que el acceso a los laboratorios es una necesidad imperiosa para el desarrollo de las habilidades y competencias en una disciplina. En el área de circuitos digitales esta característica es predominante, gracias a las nuevas tecnologías estas son más dinámicas y se logran mayores niveles de profundización. Sin embargo, se presenta una contradicción externa, concerniente a la cantidad de usuarios que necesitan los servicios del laboratorio y la disponibilidad de acceso a estos servicios.

El laboratorio de circuitos digitales que ofrece en sus programas de ingeniería la Universidad Tecnológica de Bolívar funciona con un servidor y seis estaciones cada una con un dispositivo denominado FPGA, donde cada estación funciona con una dirección IP local y una IP real. El laboratorio es administrado por una persona o auxiliar de laboratorio y el acceso físico de los estudiantes se limita a la jornada de trabajo, y a la disponibilidad de turnos solamente en dichos horarios.

Debido a la cantidad de estudiantes, los equipos, la configuración de la red, los horarios de disponibilidad y los establecidos para las clases, se presentan serias dificultades en el acceso de los estudiantes al laboratorio de circuitos digitales de la Universidad Tecnológica de Bolívar.

Las debilidades del laboratorio de circuitos de la Universidad Tecnológica de Bolívar se pueden resumir en dos grandes dificultades:

- El acceso a los estudiantes y profesores, para la realización de prácticas se limita a la jornada laboral y/o académica.
- Cada estación de trabajo esta en capacidad de ser accesada para la realización de prácticas remotas, pero se deben utilizar IP reales para cada una de las estaciones.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores el problema de investigación se ha definido de la siguiente forma: ¿Cómo optimizar el acceso a los servicios del laboratorio de circuitos digitales a través de Internet?

El Gobierno Nacional en sus disposiciones legales para el mejoramiento de la calidad de la educación, insta a las instituciones a ofrecer las condiciones y recursos necesarios para el desarrollo integral de sus estudiantes, el acceso a estos recursos debe estar acorde al potencial de usuarios, siendo este uno de los factores que redundan en la acreditación de alta calidad de las instituciones.

Las instituciones hacen grandes esfuerzos por cumplir con estos requerimientos, sin embargo, las adecuaciones en las infraestructuras tienden a convertirse en un serio problema. Los laboratorios suelen ser un punto muy complejo. La investigación está enfocada a la optimización del acceso a los recursos de laboratorio por medio de la implementación de una red virtual para su teleoperación a través de Internet, teniendo en cuenta los avances tecnológicos en las redes virtuales, los sistemas teleoperados, los equipos y software de laboratorio.

La importancia de esta investigación surge de estas situaciones, visualizadas no solamente como riesgos sino como oportunidades de mejora y de prestación de un servicio que se caracterice por mayor capacidad y cobertura para los estudiantes, la IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED VIRTUAL PARA TELEOPERACIÓN A TRAVÉS DE INTERNET, se basa en generar los servicios administrativos y el control acceso a los estudiantes para operar el laboratorio de circuitos digitales, con todas las garantías de la teleoperación y el acceso virtual a los elementos requeridos para adelantar su proceso de aprendizaje y práctica. Además, brindarle la oportunidad al estudiante de tener acceso a sus prácticas de laboratorio las 24 horas del día, con los controles y soporte que requiere su práctica. El potencial de la investigación está dado por la posibilidad de replicar el proyecto en otras instituciones.

Por las anteriores razones, uno de los compromisos adquiridos con este trabajo de investigación ha sido el de diseñar, desarrollar e implementar la operación remota de un laboratorio teleoperado, validando este modelo de implementación en el laboratorio de Técnicas Digitales (LabTO) de la Universidad Tecnológica de Bolívar, a través de Internet. Atendiendo uno a uno los retos de la determinación de los aspectos de seguridad, infraestructura física y lógica a tener en cuenta para la implementación

del laboratorio de circuitos digitales teleoperado a través de Internet. Otro de los compromisos es el diseño y la implementación del Sistema de Teleoperaciones que permita al usuario enviar información al sistema y recibir información del mismo apoyándose en un modelo de la implementación del sistema teleoperado y validarlo específicamente para el laboratorio en técnicas digitales de la Universidad Tecnológica de Bolívar.

Los siguientes cuatro capítulos contiene la investigación adelantada, el orden y resultados de los procesos que fueron necesarios ejecutar.

## 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1. SISTEMAS TELEOPERADOS

Desde tiempos remotos, el hombre ha venido utilizando distintas herramientas para poder aumentar el alcance de su capacidad de manipulación. En un principio, no se trataba más que de palos utilizados para hacer caer la fruta madura de un árbol. En la actualidad existen dispositivos más complejos, como por ejemplo pértigas que, accionando un enganche o pinza a distancia, permiten alcanzar objetos que se encuentran en estanterías o lugares de almacenamiento de difícil acceso.

Pero no sólo se han venido utilizado herramientas para aumentar la capacidad de manipulación en cuanto a distancia se refiere. El uso de otro tipo de herramientas, como las pinzas de un herrero, ha sido frecuente desde hace mucho para transportar o manipular piezas candentes o peligrosas para el ser humano, como puede ser el caso de los materiales radiactivos. Estos desarrollos desembocaron finalmente en lo que se conoce como sistemas de teleoperación maestro-esclavo, en los que un manipulador denominado esclavo reproduce fielmente los movimientos de un dispositivo o manipulador maestro, controlado a su vez manualmente por un operador humano. Se puede decir que es entonces cuando la teleoperación cobra importancia como tecnología.

Desde que surgen estos sistemas de teleoperación hasta nuestros días podemos darnos cuenta que ha existido un gran avance, cada vez el área de acción de la teleoperación es mas grande y va adquiriendo mayor importancia. Las aplicaciones en la actualidad pueden ir desde la diversión y el entretenimiento hasta el rescate de personas en peligro.

Un sistema de teleoperación consta de los siguientes elementos [2]:

- Operador o teleoperador: es un ser humano que realiza a distancia el control de la operación. Su acción puede ir desde un control continuo hasta una intervención intermitente, con la que únicamente se ocupa de monitorizar y de indicar objetivos y planes cada cierto tiempo.

- Dispositivo teleoperado: podrá ser un manipulador, un robot, un vehículo o dispositivo similar. Es la máquina que trabaja en la zona remota y que está siendo controlada por el operador.

- Interfaz: conjunto de dispositivos que permiten la interacción del operador con el sistema de teleoperación. Se considera al manipulador maestro como parte del interfaz, así como a los monitores de vídeo, o cualquier otro dispositivo que permita al operador mandar información al sistema y recibir información del mismo.

- Control y canales comunicación: conjunto de dispositivos que modulan, transmiten y adaptan el conjunto de señales que se transmiten entre la zona remota y la local. Generalmente se cuenta con uno o varias unidades de procesamiento.

- Sensores: conjunto de dispositivos que recogen la información, tanto de la zona local como de la zona remota, para ser utilizada por el interfaz y el control

Los canales de comunicación se basan en las redes de transmisión, las cuales gracias a los adelantos tecnológicos, han desarrollado nuevas capacidades de acceso y control del medio, proveyendo mejores condiciones para la teleoperación. Uno de los mayores logros en las redes de transmisión está en la red de redes Internet.

En la teleoperación el operador está distante de su objeto de manipulación, por lo cual es necesario que exista una infraestructura de telecomunicación que asegure la interacción entre el operador remoto y el dispositivo teleoperado.

Un importante avance en las tecnologías intrínsecas a la teleoperación como los sistemas de telecomunicaciones, los dispositivos utilizados y la realidad virtual hacen un notable avance en las aplicaciones en cuanto a teleoperación se refiere, además se comienza a entrar en los ámbitos de la telecirugía, en los que la precisión

es muy importante, por otro lado se presenta la teleoperación de robots en el espacio y en misiones de rescate, en prácticas y proyectos educativos.

La teleoperación en estos momentos se soporta en la capacidad de los dispositivos para ser operados en forma remota, esta característica esta generalmente soportada tanto por el hardware como por el software del equipo. Lo anterior permite el desarrollo de sistemas teleoperados a través de redes de telecomunicaciones privadas y/o públicas, la red Internet es la red de redes de mayor acceso, por lo cual se están realizando proyectos teleoperados en diferentes áreas que involucren su utilización, siendo la educación una de las áreas impulsora de estos proyectos, tanto como generadora de proyectos teleoperados como usuaria de las características de estos sistemas, que redundan en una mejor utilización de los recursos y mejoran el acceso y control de estos.

## 1.2. LABORATORIO DE TÉCNICAS DIGITALES

En el laboratorio de circuitos digitales el proceso de implementación de los diseños de circuitos digitales ha cambiado, anteriormente, los estudiantes para realizar su práctica, luego de generar el diseño, tenían que conseguir los elementos componentes del circuito, soldarlos y probar si funcionaban, en caso que se presentara un error, surgía la duda si se debía a un daño producido por la soldadura, por un componente o por el diseño, en cualquier caso tenían que volver a comprar nuevos componentes volver a armar nuevamente el circuito y probar su funcionamiento, esto implicaba un alto coste en las prácticas de laboratorio y una alta inversión en tiempo.

Al final, el resultado era un circuito armado pero que si se quería duplicar o modificar para su mejoramiento, debía pasarse nuevamente por todo el proceso de incertidumbre de prueba y error para su construcción. Como solución a esta situación actualmente existen dispositivos que permiten que el diseño electrónico se apoye en el software, de tal forma, que el diseño se traduce en un programa generado en un lenguaje de programación específico, para ser transferido al dispositivo el cual asume el diseño. Si existen errores solo se tiene que modificar el diseño desde el software, y volver a transferirlo al dispositivo, lo que ahorra tiempo y dinero. Uno de estos dispositivos son las denominadas FPGA (*Field-programmable gate array*) que

permiten diseñar hardware puro utilizando metodología de diseño similar a la del software.

La FPGA se puede entender como un dispositivo conformado por miles de puertas lógicas y una memoria, según el código que se cargue en la memoria, se determinarán las conexiones entre las puertas, lo que permite que se pueda programar cualquier circuito, sin tener que utilizar componentes externos[29]. La memoria es Ram por lo tanto se puede reutilizar el dispositivo para diferentes diseños. Una vez configurada la FPGA lo que se obtiene en su interior es hardware. La capacidad de la FPGA determinará que tan complejo puede ser el diseño ha implementar.

Las características de las FPGA son su flexibilidad, capacidad de procesado en paralelo y velocidad.

Las FPGA se utilizan especialmente en:

- La simulación y depuración en el diseño de microprocesadores
- La simulación y depuración en el diseño de ASICs
- El procesamiento de señales digitales
- Sistemas militares y aeronáuticos

La FPGA esta conformada básicamente por tres elementos:

- CLB's
- IO's
- Red de interconexión

CLB's (Bloques lógicos configurables): Son una serie de pequeños dispositivos lógicos. Se encuentran distribuidos uniformemente por toda el área de la FPGA y todos son idénticos. Dependiendo del tipo de FPGA [29], estos bloques lógicos tienen diferentes componentes, básicamente tienen latches, multiplexores y pequeñas memorias para implementar funciones combinatoriales (lookup tables). Estos bloques son configurables, estableciéndose que elementos se conectan entre sí y que funciones combinatoriales realiza.

IOB's (bloques de entrada/salida): Son una especie de CLB especializado, que se encuentran junto a los pines del chip y tienen la función de interconectar la

lógica interna con el exterior. Es decir, define la forma en que trabajará (entrada, salida, entrada-salida)

Red de Interconexión: Es un conjunto de caminos formados por líneas metálicas y matrices de interconexión (magic boxes) que permiten la conexión entre CLB's y CLB's con los IOB's.

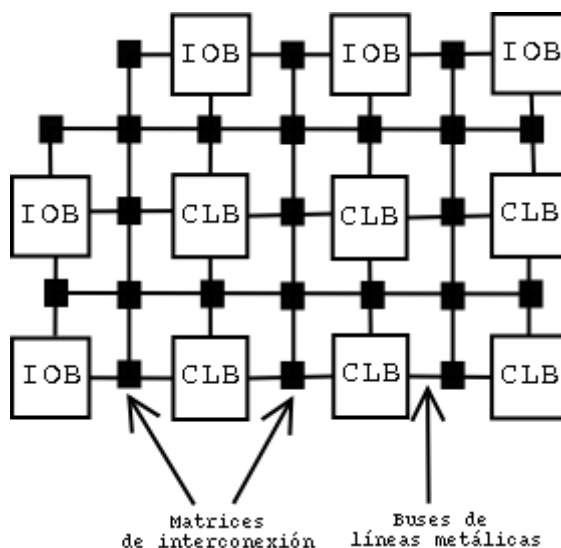


Figura 1: Estructura de una FPGA

En la figura anterior se muestra gráficamente la estructura de la FPGA. Los rectángulos negros representan las matrices de interconexión, a las que llegan buses de líneas metálicas. En el interior de estas se configuran las conexiones de las diferentes líneas. Los bloques exteriores son los IOB's y los interiores los CLB's. <sup>1</sup>

Todas las funciones lógicas, multiplexores, decodificadores, biestables se implementan utilizando los componentes internos de los CLB's. Cuanto mayor sea el circuito a diseñar, mayor cantidad de CLB's se necesitarán. Las conexiones entre todos los CLB's y con el exterior, se realiza a través de los IOB's. Todo lo anterior se realiza a través del software, convirtiendo el diseño en un archivo o fichero de configuración para la FPGA (Bitstream).

La tarea del diseñador del circuito es programar definiendo la función lógica que realizará cada uno de los CLB, seleccionar el modo de trabajo de cada IOB e

<sup>1</sup> Gonzalez, Juan. Convirtiendo el hardware en software:FPGA's. <http://x-ezine.todo-linux.com/x2/2x011-fpga.html>. Consultado : Junio 2006



interconectarlos. El diseñador cuenta con la ayuda de herramientas de programación. Cada fabricante suele tener las suyas, aunque usan unos lenguajes de programación comunes.

Los lenguajes de programación para describir un circuitos son los llamados Lenguajes de Descripción de Hardware, algunos de ellos son: VHDL, Verilog, Andel C, Jbits. Estos lenguajes tienen como ventaja que además de describir el circuito permiten definir bancos de pruebas (Testbench), los cuales son muy útiles para la simulación y la depuración.

A partir de la especificación del hardware y utilizando un compilador se obtiene el bitstream con el que se va a configurar la FPGA. Este archivo o fichero es equivalente a un programa ejecutable, es el que se carga a la FPGA y con ello se obtiene el hardware diseñado, sin realizar soldaduras ni adicionar componentes y con una eficiente utilización del tiempo. Igualmente los cambios en el diseño solo requiere la modificación de la especificación, volver a compilar y cargar el nuevo bitstream a la FPGA.

Para lo anterior se necesita:

- Un computador para editar, simular y sintetizar el diseño del hardware.
- Una placa de desarrollo con una FPGA donde se cargará el diseño a través de un bitstream.
- El fichero o archivo Fuente que contiene la información del diseño.
- El fichero o archivo Final o ejecutable (bitstream) para cargarlo al FPGA.
- Herramienta para convertir el archivo Fuente a Ejecutable.
- Librerías para generar programas más complejos.
- Se pueden utilizar *repositorios (CVS)* (proyectos software/proyectos hardware)
- Existen disponibles códigos fuentes de descripción de hardware en Internet denominados Cores.

Los dispositivos FPGA pueden poseer varios mecanismos para la programación de su configuración. Uno de los mecanismos que garantizan compatibilidad de hardware entre diferentes fabricantes y modelos es el estándar IEEE

1149.1 del JTAG (Joint Test Action Group). De esta forma un hardware de interfase para programación JTAG será útil para más de un fabricante de FPGA y memorias de configuración.

El JTAG es un puerto estándar industrial orientado al depurado de hardware. Permite programar FPGAs y otros dispositivos como memorias flash, microcontroladores, además sirve para depurar código en procesadores, examinar las salidas de las FPGA, etc. Como protocolo el JTAG permite conocer el estado interno de un chip que soporte este protocolo y en el caso de los FPGAs también permite su configuración. La placa permite encadenar la EPC2, el FPGA y cualquier otro dispositivo conectado al expansor que soporte el protocolo<sup>2</sup>. La comunicación es serie síncrona, es un bus diseñado para comunicarse con el hardware.

Las FPGAs actuales tienen características especiales de conexión remota, lo que permite a través de una plataforma adecuada accederlas desde otro equipo diferente al que estén conectadas físicamente utilizando una red de telecomunicaciones privada y/o pública, por ejemplo, Internet.

Por todos los aspectos señalados anteriormente las FPGAs son dispositivos que representan grandes ventajas para ser utilizadas en los laboratorios de circuitos digitales en las instituciones de educación, ya que representan para los experimentos un elemento de alto desempeño, con reducción de costos y optimización de acceso.

Las escuelas y universidades, en su mayoría, nunca cuentan con los recursos suficientes para la realización de prácticas. La queja habitual de los estudiantes es que hay mucha teoría y poca práctica. Un problema habitual es que las instalaciones no se utilizan durante todo el año ya que tiene que haber personal docente presente, y no se cuenta con él. Así en ocasiones sólo se aprovecha el laboratorio unos pocos días al año.

Muchas universidades tienen asignaturas similares en diferentes centros, con laboratorios del mismo tipo. Esto supone una gran infrautilización de los recursos públicos. La idea del laboratorio virtual es la creación de laboratorios que se puedan compartir y aprovechar los 365 días del año, las 24 horas del día. Teniendo

---

<sup>2</sup> Manual de Usuario de placa IIE-PCI.

<http://mondueri.com/iiepci/docs/html/DocPlacaUserGuide.shtml>

Consultado: Mayo 2006

laboratorios accesibles vía Internet, no se necesita personal para atender a los alumnos en las horas de práctica.

El estudiante tan sólo necesitará un computador con acceso a Internet y un navegador. Esto permite que los usuarios habituales del laboratorio lo encuentren más cómodo y accesible y que nuevos usuarios tengan la posibilidad de entrar en contacto con él. El laboratorio teleoperado pretende dar una solución a las restricciones de tiempo y espacio para la realización de prácticas que hay en la actualidad.

### **1.3. REDES VIRTUALES**

El avance en las telecomunicaciones ha generado grandes desarrollos en distintas áreas, una de las más beneficiadas es la educación, las instituciones de educación superior a través de las redes de telecomunicaciones logran ampliar las alternativas de interacción con la comunidad educativa, por medio del acceso a sus redes privadas y a través de la red pública especialmente, Internet. Pueden acceder a servicios como el correo electrónico, chat, páginas Web con información de los cursos, notas, horario, etc. Todos estos servicios han sido bastante desarrollados, sin embargo, hay nuevos servicios que se potencializan con las nuevas tecnologías, como son los servicios virtuales y remotos.

Una aplicación de los servicios virtuales y remotos se visualiza en el ambiente académico con su implementación en los laboratorios, ya que permite solucionar el problema del acceso, el cual generalmente presenta restricciones en tiempo y espacio.

Estos laboratorios denominados *laboratorios teleoperados* deben contar con el hardware y software que permita el acceso, la selección y ejecución de la práctica en forma segura por parte de los estudiantes, además debe permitirle a los profesores tutores la respectiva planeación. Los usuarios acceden al laboratorio virtual a través de un portal en Internet o en una intranet donde ellos mismos se registran, seleccionan su turno y ejecutan las prácticas.

Un laboratorio de circuitos digitales actualmente puede ser teleoperado debido a que existen dispositivos que permiten su acceso en forma remota a través de una red.

Por ejemplo, las FPGA son dispositivos utilizados en los laboratorios de circuitos digitales, las cuales están conformadas por miles de puertas lógicas y una memoria, según el código que se cargue en la memoria, se determinarán las conexiones entre las puertas, lo que permite que se pueda programar cualquier circuito, sin tener que utilizar componentes externos. La memoria es Ram por lo que permite reutilizar el dispositivo para diferentes diseños. Una vez configurada la FPGA lo que se obtiene en su interior es hardware. La capacidad de la FPGA determinará que tan complejo puede ser el diseño ha implementar.

El medio de acceso a las FPGA puede ser a través del puerto JTAG (Joint Test Action Group). Para acceder al puerto desde una locación distinta al computador donde está conectado el dispositivo, se puede hacer a través de la intranet o hacia fuera utilizando la Internet.

En la intranet cada computador queda identificado por una dirección lógica denominada IP local, esta IP es única en la red interna, luego teniendo la IP del computador al que esta conectada la FPGA y el puerto respectivo se puede acceder al dispositivo desde cualquier otro computador de la red, sin necesidad de la presencia física del usuario frente al computador y la FPGA. Para acceder remotamente al dispositivo desde Internet se necesita que el computador al que está conectado la FPGA este identificado en la red Internet a través de una dirección denominada IP real. Lo que implica en una primera instancias una IP real por cada computador con su FPGA, lo que genera un requerimiento bastante alto de IP reales.

La implementación de una red virtual puede contribuir a solucionar este tipo de inconvenientes al momento de trabajar con IP reales, un red virtual generalmente consiste en aprovechar una infraestructura pública, por ejemplo Internet, para simular una red privada, el direccionamiento es independiente del de la red pública, estas redes conllevan requerimientos estrictos de seguridad, están determinadas por la arquitectura, el hardware y el software de red.

Una red privada virtual o VPN (Virtual Private Network) una solución muy útil actualmente para comunicar una institución o empresa a través de Internet, conlleva requerimientos de seguridad, esta redes se basan en la creación de los denominados

“túneles”, que permiten conectar usuarios desde un lugar remoto. La siguiente figura muestra un acceso remoto a través de este tipo de configuración.

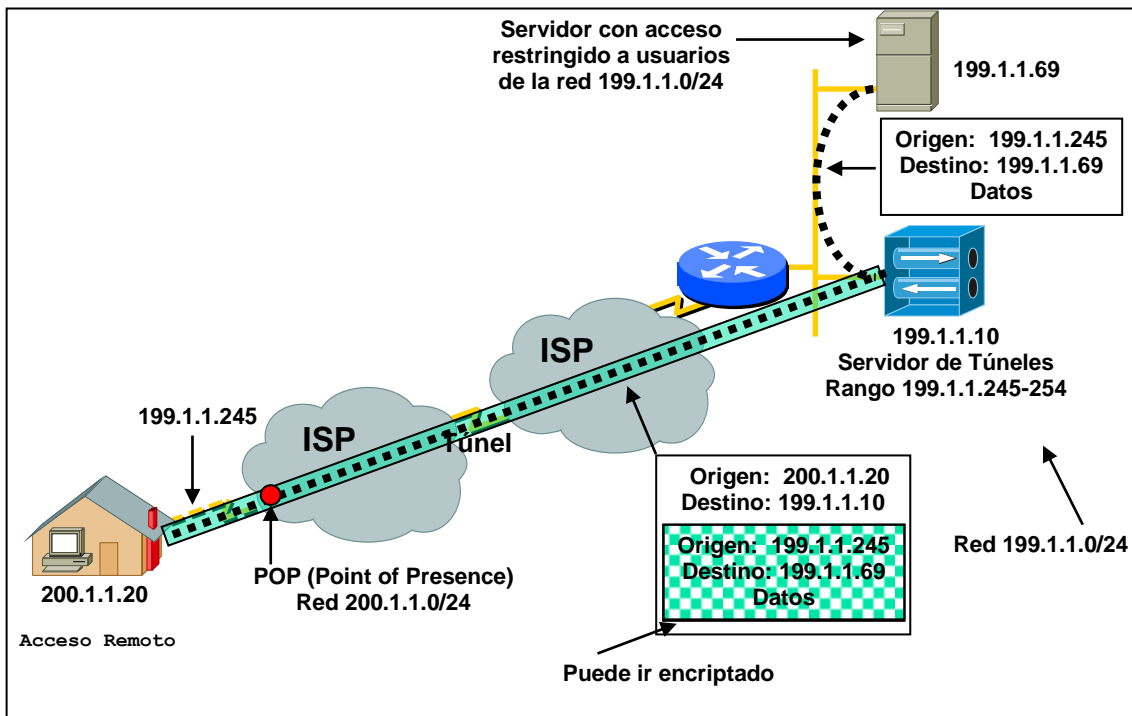


Figura 2. Esquema de una VPN

Un cliente VPN puede usar Protocolo de túnel punto a punto (PPTP) o Protocolo de túnel de capa 2 (L2TP) y Seguridad IP (IPSec) para crear un túnel seguro a un servidor VPN del servicio Enrutamiento y acceso remoto basado en Windows, y convertirse en un nodo remoto de la red privada.

Otro inconveniente del uso de las IP reales se debe al crecimiento exponencial que tuvo Internet, considerando su forma de direccionamiento (protocolo IPv4), ocurrió en un momento dado que el número de direcciones (IP reales) no daba abasto para la cantidad de dispositivos conectados, incluso, el número de direcciones es menor al teórico, por la forma en que se distribuyen las direcciones en clases, otras son reservadas para usos especiales. Para solucionar esto se diseñó un protocolo capaz de asignar un número mayor de direcciones, llamado IPv6, pero tomará muchos años su implantación, por que hay que modificar completamente la infraestructura de Internet.

Pese a lo anterior se diseñó NAT (Network Address Translation - Traducción de Dirección de Red), el cual permite a cualquier dispositivo, como un enrutador,

actuar como traductor de direcciones. NAT es muy utilizado en empresas y redes caseras, ya que basta tener una sola dirección IP pública para poder conectar una multitud de dispositivos.

El NAT traduce una dirección IP en otra de acuerdo con cierta tabla de equivalencias. Se utiliza mucho como mecanismo para 'extender' el rango de direcciones disponible en una red. Por ejemplo usar una sola IP pública para dar acceso a cientos de computadores.

Un NAT puede configurarse como:

- NAT Tradicional o Unidireccional: solo permite conexiones salientes, es decir sesiones iniciadas desde el interior (la red privada).
- NAT Bidireccional: permite que las sesiones se inicien desde la red privada o desde el exterior (la red pública).

Según la temporalidad de correspondencia entre la dirección privada y la pública el NAT puede ser:

- Estático: la tabla de conversión de direcciones (y puertos) se carga al arrancar el equipo que hace NAT y el tráfico no la modifica
- Dinámico: la tabla de conversión se construye y modifica en función del tráfico recibido. Las direcciones pueden reutilizarse. Requiere mantener en el NAT información de estado. Normalmente es unidireccional.

El protocolo DHCP es una alternativa a otros protocolos de gestión de direcciones IP de red, como el BOOTP (Bootstrap Protocol). DHCP es un protocolo más avanzado.

DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) Es un protocolo de red en el que un servidor provee los parámetros de configuración a las computadoras conectadas a la red informática que los requieran (máscara, puerta de enlace y otros) y también incluye mecanismos de asignación de direcciones de IP.

Sin DHCP, cada dirección IP debe configurarse manualmente en cada ordenador y, si el ordenador se mueve a otro lugar en otra parte de la red, se debe de configurar otra dirección IP diferente. El DHCP le permite al administrador supervisar y

distribuir de forma centralizada las direcciones IP necesarias y, automáticamente, asignar y enviar una nueva IP si el ordenador es conectado en un lugar diferente de la red.

El protocolo DHCP incluye tres métodos de asignación de direcciones IP:

- Asignación manual: donde la asignación se basa en una tabla con direcciones MAC (pares de direcciones IP ingresados manualmente por el administrador). Sólo las computadoras con una dirección MAC que figure en dicha tabla recibirá el IP que le asigna dicha tabla.
- Asignación automática: donde una dirección de IP libre obtenida de un rango determinado por el administrador se le asigna permanentemente a la computadora que la requiere.
- Asignación dinámica: el único método que permite la reutilización dinámica de las direcciones IP. El administrador de la red determina un rango de direcciones IP y cada computadora conectada a la red está configurada para solicitar su dirección IP al servidor cuando la tarjeta de interfaz de red se inicializa. El procedimiento usa un concepto muy simple en un intervalo de tiempo controlable. Esto facilita la instalación de nuevas máquinas clientes a la red.

#### **1.4. ANTECEDENTES**

En 1947 comenzaron las primeras investigaciones, lideradas por Raymond Goertz del Argonne National Laboratory en Estados Unidos, encaminadas al desarrollo de algún tipo de manipulador de fácil manejo a distancia mediante el uso por parte del operador de otro manipulador equivalente. El primer fruto se obtuvo en 1948 con el desarrollo del primer manipulador teleoperado mecánico, denominado M1, antecesor de toda la familia de sistemas maestro-esclavo de telemanipulación existentes actualmente. El mecanismo de este sistema permitía que la pinza situada en el extremo del manipulador esclavo reprodujera de forma fiel los movimientos hechos por la mano del operador al extremo del manipulador maestro. Ambos manipuladores eran prácticamente iguales, y los movimientos entre ambos se

reproducían eje a eje, de tal manera que el extremo de ambos describiese la misma trayectoria.<sup>3</sup>

En los años sesenta la teleoperación adiciona nuevos dispositivos que hacen mayor la telepresencia. En esta década se utiliza en aplicaciones submarinas y hacia sus finales se desarrollan aplicaciones espaciales. A medida que se ha ido desarrollando la teleoperación y surgiendo nuevos requerimientos, adelantos en la tecnología, en las técnicas de control, la informática, las comunicaciones y la robótica, han contribuido a la solución de muchos de los problemas de los sistemas teleoperado y han impulsado nuevos usos en diversas áreas.

Debido a los avances antes descritos, un laboratorio de una institución educativa es factible accederlo utilizando la teleoperación, es decir, operarlo remotamente, a través de la interacción de las redes virtuales, las redes de área extendida y las capacidades de teleoperación de los recursos del laboratorio. El telelaboratorio se puede dividir en dos tipos, laboratorios virtuales y laboratorios remotos<sup>4</sup>. Inclusive se pueden mezclar estas dos clases de laboratorio en algunas soluciones.

Desde febrero de 1998 un sistema conocido como TITERE en el departamento de automática DISAM de la ETSI de Industriales de Madrid (España), presenta como objetivo la realización de prácticas de la asignatura de visión artificial, en el cual el alumno maneja una cámara robotizada con la que puede capturar imágenes del escenario remoto para posteriormente realizar el procesado de éstas con una aplicación realizada mediante el lenguaje JAVA . Basándose en la idea original del TITERE, surgieron dos prototipos que están actualmente en fase de experimentación, estos son los sistemas ELASNET y SIVANET. El ELASNET está pensado para realización de prácticas de laboratorio de resistencia de materiales por fotoelasticidad. El alumno controla el avance y posición de unos vástagos que presionan en distintos puntos de unas piezas planas construidas con un polímero transparente y que modifica su estado tensional interno. El sistema cuenta con una cámara dotada de un filtro polarizador, y que el alumno puede dirigir con el fin de captar las imágenes para posteriormente estudiarlas y averiguar los esfuerzos que

---

<sup>3</sup> Nuño Ortega, Emmanuel. Basañez Villaluenga Luis. Teleoperación: técnicas, aplicaciones, entorno sensorial y teleoperación inteligente. 2004 <http://biblioteca.upc.es/reports/ioc/IOC-DT-P-2004-05.pdf>. Consultado: Julio 2006

<sup>4</sup> Vicino, Antonio. The Automatic Control Telelab: A User-Friendly Interface for Distance Learning. Publicación IEEE



están teniendo lugar en el interior de la pieza. El SIVANET ha sido ideado para la realización de prácticas de laboratorio de regulación automática. El alumno debe diseñar e implementar un regulador discreto, aplicado a una planta formada por un motor de corriente continua. También puede someter al mismo a ensayos con el fin de realizar la identificación del sistema. La novedad aportada es que se captura una secuencia de vídeo con la evolución que ha sufrido el motor ante una entrada determinada y con el regulador implementado. Este vídeo puede ser estudiado por el alumno en diferido, así como todos los datos numéricos que le permitirán evaluar el comportamiento de su diseño.<sup>5</sup>

Un laboratorio para que sea utilizado virtualmente o remotamente en forma eficiente y efectiva por los estudiantes y profesores, debe tener un sistema de software que lo administre. Este sistema tiene que controlar el acceso, coordinar y asignar o reservar los turnos de los usuarios, controlando el cumplimiento de las reservas y la reasignación de los recursos del laboratorio.

Un laboratorio teleoperado de circuitos digitales debe por tanto contar con el software de administración que permita el acceso, la selección y ejecución de la práctica en forma segura por parte de los estudiantes, además debe permitirle a los profesores tutores la planeación, acompañamiento, evaluación y retroalimentación de las mismas. Los usuarios pueden acceder al laboratorio virtual o remoto a través de un portal en Internet o en una intranet donde ellos mismos se registran, seleccionan su turno y ejecutan las prácticas.

En Colombia, la teleoperación se está proyectando en diferentes universidades, que promueven este sistema como un medio de solución a los problemas de congestión en el acceso a los recursos de laboratorio, las limitaciones de planta física y equipos de laboratorio, el traslado de estudiantes desde zonas lejanas al laboratorio en horarios dispersos, el seguimiento de profesores a las prácticas realizadas por sus estudiantes y las dificultades de los administradores en el control y gestión de los laboratorios.

La Universidad Javeriana de Cali desarrolló un proyecto de teleoperación denominado: "Sistema mecatrónico teleoperado como herramienta para un laboratorio

---

<sup>5</sup> Sánchez Moreno, Francisco. Platero Dueñas, Carlos. Proyecto CICLOPE Realización de Experimentos a través de Internet con escenarios físicos remotos. [http://laurel.datsi.fi.upm.es/~fsanchez/papers/2001\\_Ciclope\\_EIWISA.pdf](http://laurel.datsi.fi.upm.es/~fsanchez/papers/2001_Ciclope_EIWISA.pdf) Consultado : Julio 2006

de control automático, Telemec”, el cual fue distinguido por el Consejo Directivo de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI), este proyecto consiste en modelos a escala de plantas o sistemas que pueden ser empleados en los diferentes programas académicos de ingeniería que ofrece la Universidad y que los estudiantes pueden acceder para realizar sus prácticas de laboratorio desde su casa. La Universidad Tecnológica de Pereira tiene un proyecto para la implementación de un laboratorio remoto de circuitos eléctricos para capacitar a sus estudiantes que requieran entrenamiento en el área.<sup>6</sup>

La Universidad de Autónoma de Occidente, tiene un laboratorio virtual para prácticas de Física I con acceso remoto desde la red de área LAN de la Universidad, cuyo desarrollo fue realizado por un grupo de investigación de esta misma institución<sup>7</sup>.

En la Universidad del Valle se ha desarrollado diferentes proyectos dirigidos al diseño de laboratorios virtuales, como es el proyecto de laboratorio virtual de informática industrial, el cual tiene como objetivo “Dotar a la Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad del Valle de un laboratorio virtual de informática industrial con capacidad de monitorear y/o controlar una planta piloto que permita la experimentación remota sobre procesos reales y la asimilación de conceptos prácticos difíciles de explicar en forma verbal o escrita”.<sup>8</sup>

Otro proyecto es el "Laboratorio Virtual para la experimentación remota sobre una plataforma servomotor", que consiste en una herramienta de software para educación no presencial que permite la experimentación y administración de un laboratorio virtual de control a través de Internet, que obtuvo un reconocimiento nacional.<sup>9</sup>

Sin embargo, estos sistemas en general se encuentran en pañales en nuestro modelo educativo debido a la falta de escenarios adecuados en las instituciones de

---

<sup>6</sup> Perex, Sandra. Holguin, Germa. Laboratorios de Acceso Remoto. Un Nuevo Concepto en los Procesos de Enseñanza – Aprendizaje. Artículo de internet [http://digital.ni.com/worldwide/latam.nsf/87e62f4c89ea9df9862564250075e6e4/f54369a0ec8c0b4486256b5f006565a9/\\$FILE/LabRemoto.PDF](http://digital.ni.com/worldwide/latam.nsf/87e62f4c89ea9df9862564250075e6e4/f54369a0ec8c0b4486256b5f006565a9/$FILE/LabRemoto.PDF) Accedido en Junio 2006

<sup>7</sup> Universidad Autónoma de Occidente, Proyectos. [http://tolkien.cuao.edu.co:7779/portal/page?\\_pageid=53,47649,53\\_157144&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL](http://tolkien.cuao.edu.co:7779/portal/page?_pageid=53,47649,53_157144&_dad=portal&_schema=PORTAL). Consultado en Junio de 2006

<sup>8</sup> Universidad del Valle, Grupo de Investigación PSI, Archivo pdf del sitio de Internet

[http://psi.univalle.edu.co/investigacion/termografia/ProyectoIRNov\\_21\\_Final.pdf](http://psi.univalle.edu.co/investigacion/termografia/ProyectoIRNov_21_Final.pdf) Consulta en Julio de 2006

<sup>9</sup> Universidad del Valle. Periódico Campus.

<http://campus.univalle.edu.co/2005/noviembre/edicion27/premios.html> Consultado en Junio 2006

educación superior como lo manifiesta el Ministro de Educación en su alocución del día 12 de noviembre de 2005 ante representantes de las instituciones de educación a distancia donde menciona: “El Internet y las redes de comunicación remotas se presentan como el nuevo mecanismo para garantizar el correcto suministro de los conocimientos a todos los actores participativos del proceso. Sin embargo, es necesario que las instituciones de educación a distancia y las instituciones tradicionales se preocupen por crear espacios óptimos y de fácil acceso para que todos los miembros puedan obtener el mejor resultado de sus clases”<sup>10</sup>

Es ahí, cuando nace la necesidad de mirar que antecedentes tienen estos modelos en nuestro país y Latinoamérica para buscar un referente o el norte que se persigue con la utilización de estos modelos basados en la realización de prácticas desde lugares remotos en horarios favorables para los estudiantes.

El principal referente de la aplicación de redes virtuales en el desarrollo de prácticas académicas lo presenta Brasil en la Universidad de Sao Paulo con el programa de “*Prácticas a distancia para todos*”<sup>11</sup> lanzando el programa piloto en el año de 1999 obteniendo resultados muy alentadores, ya que los estudiantes podían acceder al laboratorio de prácticas desde cualquier central remota a través de la Internet y manteniendo parámetros de seguridad ya que cada estudiante debía seguir un protocolo institucional diseñado por la universidad para evitar sabotajes. Entre los logros más importantes de este piloto fue que se acabó con el ausentismo gracias a que todos culminaron con éxito su plan de estudios pues todos los seguían desde sus horas libres y en su propio espacio.

En este programa se creó un conjunto de ayudas virtuales donde los estudiantes contaban con todas las probabilidades que se le podían presentar al realizar distintas actividades en la vida laboral cotidiana, desarrollando así gran destreza a la hora de solucionar los mismos, al momento de realizar los procedimientos aprendidos en el ambiente virtual los resultados fueron alentadores ya que la gran mayoría obtuvo los mismos resultados que lograban los estudiantes que habían accedido a las prácticas de forma presencial.

Lógicamente esto conllevó una gran inversión por parte de la universidad que

---

<sup>10</sup> Transcripción de la conferencia realizada por el Ministro de Educación durante el Congreso Nacional de Educación Superior a Distancia en la Ciudad de Bogotá D.C. en el mes de Noviembre de 2005.

<sup>11</sup> [www.eleducador.com/brasil](http://www.eleducador.com/brasil)

debió optimizar los recursos digitales con los que contaba el laboratorio de prácticas y desarrollar el conjunto de ayudas virtuales tendientes a presentar a los estudiantes los mismos problemas que encontrarían de forma presencial.

Esto muestra que la evolución histórica de las técnicas de teleoperación ha ido de la mano con la evolución tecnológica motivada por los desarrollos de control, la informática y la robótica. En otras palabras, se ha presentado a través de los años, la evolución en los sistemas de comunicación, pasando de los sistemas mecánicos a los eléctricos, fibra óptica, radio e Internet, de los anteriores éste último es el que suprime prácticamente las más grandes limitaciones de distancia. Los esquemas virtuales, más claramente las redes virtuales proporcionan los medios adecuados para solucionar esta problemática de la distancia, por supuesto, manteniendo la seguridad deseada por el administrador de la red. Pero aún se puede llegar más lejos. Las redes virtuales nos permiten que la ubicuidad geográfica no se limite a diferentes concentradores o plantas de un mismo edificio, sino a diferentes oficinas intercomunicadas mediante redes WAN o MAN, a lo largo de países y continentes, sin limitación ninguna más que la impuesta por el administrador de dichas redes.

## **ACTUALIDAD**

El uso de redes de computadoras en las instituciones y empresas ha crecido y continúa creciendo drásticamente, en la mayoría de los casos estas redes son de uso exclusivo interno, requiriendo que una mínima cantidad de terminales tengan acceso a redes externas. Además, el rápido agotamiento de las direcciones IP públicas hace que adquirirlas sea costoso, razón por la cuál las redes privadas utilizan un direccionamiento basado en direcciones IP reservadas que son inválidas para su uso fuera de la red interna.

Para que estas empresas puedan tener un acceso a redes externas o a Internet se requiere de una traducción de direcciones que permita una sola conexión a la red de redes y unas cuantas direcciones IP válidas, de esta manera se puede tener un buen control sobre la seguridad de la red y sobre el tipo de información intercambiada con redes externas.

Es importante considerar en este punto que debido a que las direcciones IP de Internet son escasas en comparación con todos los computadores que pueden existir en el planeta, estas direcciones se han clasificado en direcciones IP públicas o reales y direcciones IP privadas. Las direcciones IP públicas o reales son las que utilizan los computadores para identificarse en la gran red de Internet. Las direcciones IP privadas se utilizan para interconectar computadores que comparten recursos y servicios entre sí, pero que no están conectados a Internet.

En la Universidad Tecnológica de Bolívar de la ciudad de Cartagena en Colombia, el laboratorio de circuitos digitales cuenta con dispositivos FPGA de Altera. El software para transferencia que se utiliza es el Quartus. Este dispositivo y su software tienen características que posibilitan el acceso remoto a través de una intranet e inclusive a través de Internet.

El medio de acceso a las FPAG puede ser a través de el puerto JTAG, para acceder al puerto desde una locación distinta al computador donde está conectado el dispositivo, se puede hacer a través de la intranet o hacia fuera utilizando la Internet.

En la intranet cada computador queda identificado por una dirección lógica denominada ip local, esta ip es única en la red interna, luego teniendo la ip del computador al que esta conectada la FPGA y el puerto respectivo se puede acceder al dispositivo desde cualquier otro computador de la red, sin necesidad de la presencia física del usuario frente al computador y la FPGA.

Para acceder remotamente al dispositivo desde Internet se necesita que el computador al que esta conectado la FPGA este identificado en la red Internet a través de una dirección denominada IP real.

Generalmente las ip reales que maneja una institución para su conexión Internet están limitadas por lo que diseñar un laboratorio de circuitos digitales con acceso remoto a sus dispositivos FPAG es muy complejo, se hace necesario identificar la mejor solución de acceder a las ip locales a través de una ip real. En esta investigación estas soluciones están orientadas a las redes virtuales, asociadas con VPN y NAT.

Los argumentos anteriores, describen una situación general que se presenta en la actualidad, esta situación fue identificada en la Universidad Tecnológica de Bolívar, considerando que el laboratorio de circuitos digitales, tema que nos atiende, cuenta con la infraestructura adecuada para entregarle a la academia las prácticas necesarias dentro de esta asignatura, pero con el inconveniente que el servicio prestado presentaba las siguientes debilidades:

- El acceso a los estudiantes y profesores, para la realización de prácticas se limita a la jornada laboral y/o académica.
- Cada estación de trabajo esta en capacidad de ser accesada para la realización de prácticas remotas, pero se deben utilizar IP reales para cada una de las estaciones.

El laboratorio, considerando su configuración al inicio de la investigación, se evidenció la necesidad de la implementación de un acceso remoto con las siguientes características:

- La interfaz del sistema teleoperado o de acceso remoto.
- El canal de comunicación que permita la transmisión de señales o información desde la zona local a la remota y viceversa.
- Módulo administrativo para la asignación y control del acceso.

## 2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se enmarca dentro del método científico. El método científico es un proceso dinámico, que envuelve observar todo el tiempo, buscar información continuamente y planificar experimentos para demostrar la hipótesis.

El método científico tiene algunas características que suelen considerarse como esenciales, entre las cuales señalaremos las más importantes:

- **Es fáctico:** su fuente de información y de respuestas son los hechos.
- **Trasciende los hechos:** conoce, aprende y explica los hechos.
- **Se atiene a reglas metodológicas:** se vale de procedimientos establecidos.
- **Se vale de la verificación empírica:** se contrasta con la experiencia.
- **Es autocorrectivo y progresivo:** va rechazando, corrigiendo y esta abierto a nuevos aportes y a la utilización de nuevos procedimientos y nuevas técnicas.
- **Sus formulaciones son de tipo general:** sus enunciados son universales.
- **Es objetivo:** porque busca alcanzar la verdad fáctica.

El método científico establece unas reglas o procedimientos generales para asegurar una investigación científicamente significativa, estos pueden resumirse de la siguiente manera:

- Formular correctamente el problema; descomponer el problema.
- Proponer una tentativa de explicación verosímil y contrastable con la experiencia.
- Derivar consecuencias de estas suposiciones.
- Elegir los instrumentos no metodológicos para realizar la investigación.
- Someter a prueba los instrumentos elegidos.

- Obtención de los datos que se buscan mediante la contrastación empírica.
- Analizar e interpretar los datos recogidos.
- Estimar la validez de los resultados obtenidos.

A continuación se presenta como se apropió este método para abordar la investigación.

## 2.1 OBSERVACION, PROBLEMA E HIPOTESIS

En la actualidad el Laboratorio Teleoperado de Técnicas digitales de la Universidad Tecnológica de Bolívar (LabTO) requiere la utilización de direcciones IP públicas tanto del lado del estudiante como por cada uno de los recursos que posee. Esto nos lleva a la siguiente ecuación:

$$\text{No IP públicas} = 2N$$

Donde 'N' es el número de recursos del laboratorio y 2 corresponde al número de IP públicas (1 de estudiante y otra del recurso).

*La observación directa* de la situación presentada en el Laboratorio lleva a la siguiente *pregunta problema* ¿Cómo optimizar el acceso a los servicios del Laboratorio Teleoperado de Técnicas Digitales de la Universidad Tecnológica de Bolívar a través de Internet?, viéndose la optimización como una disminución en la asignación de IP públicas del lado del Laboratorio y una mejor gestión de los recursos remotos. Llevando a través del siguiente enunciado el problema a un contexto general: ¿Cómo optimizar el acceso a los servicios de Laboratorios Teleoperados a través de Internet?

Dado el auge y el gran aporte alrededor del mundo de las redes virtuales para el acceso a recursos informáticos distantes, se ve en ellas una posibilidad en la solución a la problemática presentada, por lo que se plantea como hipótesis de la investigación la siguiente afirmación: *La implementación de una red virtual permite la optimización del acceso a los recursos de Laboratorios Teleoperados a través de Internet.*



Bajo este supuesto se pretende establecer una solución que apoyada en las redes virtuales implica la utilización de *una sola dirección IP pública* en el Laboratorio para la teleoperación de sus “N” recursos remotos versus las *2N* direcciones utilizadas en la actualidad.

## 2.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se enmarca dentro de los siguientes dos tipos no excluyentes:

- Investigación Documental: Conlleva a la revisión de fuentes de documentación tales como libros y enlaces de Internet. Gracias a toda esta recopilación de fuentes primarias de información fue posible conocer en detalle el concepto, funcionamiento y naturaleza de las *redes privadas virtuales* o *VPN* así como de *Traducción de Dirección de Red y Puerto* o *NAPT*.
- Investigación de campo: Consiste en la interacción directa con el objeto de estudio. Para ello se utilizaron entrevistas al profesor Juan Carlos Martínez Santos, quién es responsable del Laboratorio Teleoperado de la Universidad Tecnológica de Bolívar al igual que visitas al laboratorio para la comprensión y constatación del funcionamiento actual.

De la investigación se desprendieron dos alternativas o Modelos de Teleoperación a probar:

1. Modelo de Teleoperación a través de VPN.
2. \*Modelo de teleoperación a través de NAPT.

El segundo modelo fue desechado ya que funcionalmente no era viable, razón por la cual el primero se llevó a experimentación.

## EXPERIMENTACIÓN

Para abordar esta etapa se diseñaron y aplicaron una serie de pruebas las cuales se organizaron en el siguiente orden de ideas:

1. Prueba Inicial de Implementación de la VPN: Tiene como objetivo comprobar el funcionamiento del servidor VPN.

2. Primera Prueba para la implementación de la VPN en el Laboratorio de la Universidad Tecnológica de Bolívar: Validar el funcionamiento del software cliente en el equipo remoto a través de una VPN.
3. Segunda Prueba para la implementación de la VPN en el Laboratorio de la Universidad Tecnológica de Bolívar: Configurar el servidor del laboratorio para que funcione como servidor VPN.
4. Prueba a la implementación final de la VPN en el Laboratorio de la Universidad Tecnológica de Bolívar: su finalidad es constatar el buen funcionamiento del Sistema de Teleoperación una vez implementado en su totalidad.

Estas pruebas están encaminadas a medir las siguientes variables:

- Grado de conectividad a la red virtual: corresponde a una variable de tipo discreto que hace referencia a si fue posible o no conectarse a la red privada virtual. Sus posibles valores son: *conexión establecida* o *conexión no establecida*.
- Grado de conectividad al recurso remoto: Variable discreta que recoge la conexión o no al recurso remoto con valores de *conexión establecida* o *conexión no establecida*.

Dependiendo de la prueba, el éxito de la misma radica en que una o las dos variables obtengan como resultado de la experimentación el valor de *conexión establecida*. Una vez superadas las dificultades y dadas las condiciones requeridas de funcionalidad fue posible confirmar la hipótesis de la investigación.

### **3. IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED VIRTUAL PARA TELEOPERACIÓN A TRAVÉS DE INTERNET**

El desarrollo del presente trabajo se enfocó en la implementación de un Sistema de Teleoperación que apoyado en Internet diera acceso a los usuarios conectados remotamente a un conjunto de recursos ubicados en un laboratorio distante a ellos; a la vez, en la elaboración de un programa o software que permita la administración y manipulación de estos recursos por parte de administradores, profesores y estudiantes.

#### **3.1 DISEÑO Y DESARROLLO DEL SISTEMA DE TELEOPERACIÓN A TRAVÉS DE INTERNET DEL LABORATORIO DE TÉCNICAS DIGITALES**

Se aborda inicialmente una descripción del Laboratorio de Técnicas Digitales de la Universidad Tecnológica de Bolívar, su esquema de funcionamiento actual y el esquema del funcionamiento esperado, para luego presentar los modelos estudiados y terminar con la explicación del modelo de teleoperación seleccionado.

##### **3.1.1 Descripción del Laboratorio de Técnicas Digitales**

El laboratorio presentaba el siguiente esquema: Un servidor (Sistema operativo 2003 Server) y seis estaciones (con Sistema Operativo WinXP SP2) cada una con una FPGA.

Cada equipo remoto, excepto el servidor, tiene instalado una tarjeta de desarrollo (FPGA) conectada al puerto paralelo y a través del programa Quartus II

accede a la tarjeta remotamente usando el puerto JTAG. Por lo tanto, los seis equipos pueden funcionar como terminales remotas. El usuario accede al equipo que él desea, teniendo en cuenta que la selección se hace a través de la dirección IP real de cada estación.

### 3.1.1.1 Esquema de Funcionamiento

El esquema de teleoperación inicial funcionaba de la siguiente forma: El usuario ejecutaba en su equipo el programa Quartus II, y solo podía acceder al equipo, uno a la vez, aunque puede verlos todos al mismo tiempo, a través de la dirección IP y el puerto JTAG. El programa Quartus II se encarga de la seguridad de la conexión, a partir de un acceso por usuario y clave.

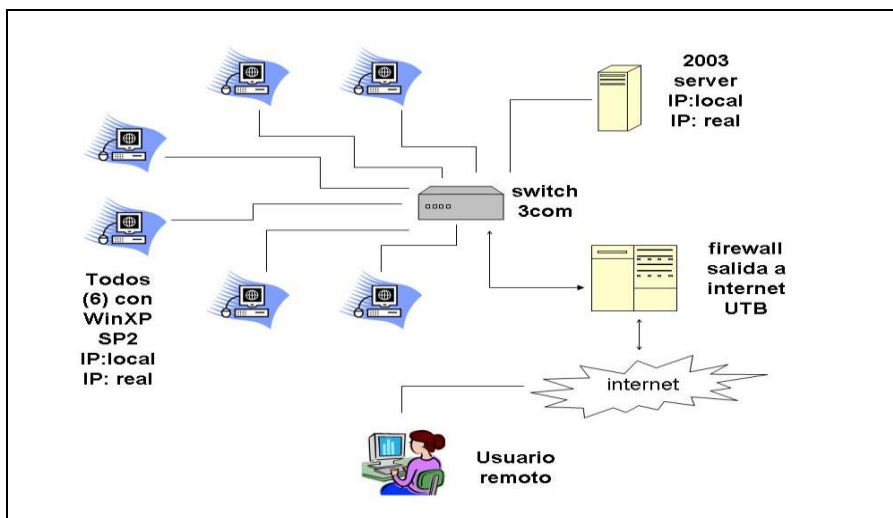


Figura 3. Esquema Inicial del Laboratorio Circuitos Digitales UTB

Lo anterior genera la asignación de IP reales por equipo, situación que brinda una oportunidad de mejora, que consiste en considerar la implementación de una red virtual que permite la utilización de una sola IP real con el fin de acceder a cualquiera de los equipos que la conforman, lo cual incluiría, además, un sistema de administración, control de acceso y utilización de los recursos.

### 3.1.2 Esquema de funcionamiento del sistema propuesto

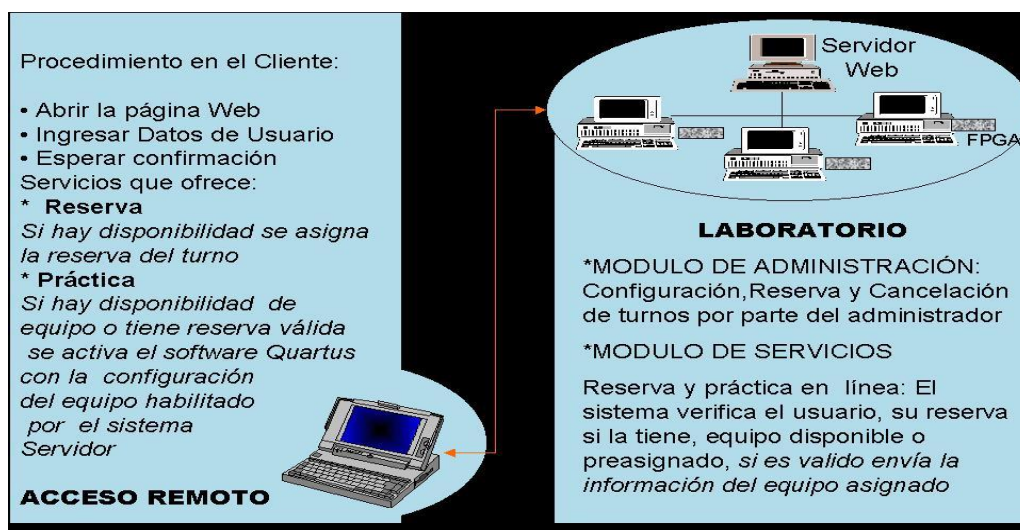


Figura 4. Esquema propuesto para el Laboratorio Circuitos Digitales UTB

En el esquema propuesto por el proyecto el usuario se conecta a una página Web, la cual le da la opción de reservar la práctica, indicándole si hay disponibilidad, igualmente permite que acceda a la práctica directamente si tiene una reserva previa, en caso de no tener reserva pero hay disponibilidad de equipos, el sistema le asigna el turno inmediatamente. Los recursos remotos son accedidos sin la utilización de una IP pública para cada uno de ellos.

### 3.1.3. Modelos de Teleoperación

La Teleoperación a través de Internet es una herramienta que permite acceder, de forma remota, a recursos académicos de diversas instituciones educativas alrededor del planeta. La gran mayoría de ellos responden a un modelo en el cual el

recurso se encuentra conectado a Internet a través de direcciones IP públicas, operados bajo una interfase de página Web desarrolladas para tal fin.

Para el caso en particular del presente trabajo se dan dos condiciones diferentes a las anteriores las cuales son:

- Una sola dirección IP pública a través de la cual se acceden a varios recursos remotos.
- Una interfase de interacción a través de un software cliente/servidor con soporte para conexión al recurso mediante TCP/IP.

Estas condiciones son deseables dado que en la actualidad existen limitantes en cantidad y disponibilidad de direcciones IP públicas, razón que las hace más costosa, y el sólo hecho de pensar en un ahorro de las mismas ofrece la posibilidad de poder utilizarlas para otros servicios, que también las estén requiriendo. De igual forma, el hecho de contar con un aplicativo cliente/servidor que reemplace las páginas para la manipulación del recurso remoto, conlleva a la reducción del costo en el proceso de implementación del sistema; esto gracias al soporte de conectividad bajo el protocolo TCP/IP que brinda el aplicativo.

Teniendo como referencia esas condiciones se inició el proceso de determinación del mejor modelo que se ajustara a ellas. Se estudiaron y analizaron conceptos tales como: NAT (*Network Address Translation*), NAPT (*Network Address Port Translation*) y Redes Privadas Virtuales o VPN (*Virtual Private Network*), los cuales se ajustaban a las características deseadas para dar solución al problema objeto de la investigación, llegando a la formulación de los siguientes dos modelos de teleoperación para la implementación de la red virtual:

- Modelo de Teleoperación mediante NAPT (*Network Address Port Translation*).
- Modelo de Teleoperación a través de VPN (*Virtual Private Network*).

La descripción de cada uno, sus ventajas y desventajas se explican a continuación:

### 3.1.3.1. Modelo de Teleoperación mediante NAPT

La "Traducción de Direcciones de Red", *Network Address Translation* (NAT), es un método mediante el cual las direcciones IP son mapeadas desde un dominio de direcciones a otro, proporcionando enrutamiento transparente a las máquinas finales. Existen muchas variantes de traducción de direcciones que se prestan a distintas aplicaciones, sin embargo todas las variantes de dispositivos NAT deberían compartir las siguientes características:

- Asignación transparente de direcciones.
- Enrutamiento transparente mediante la traducción de direcciones (aquí el enrutamiento se refiere al reenvío de paquetes, no al intercambio de información de enrutamiento).
- Traducción de la carga útil de los paquetes de error ICMP.

Existe también, NAPT, que no es más que una variante de NAT, que permite la utilización de una única dirección IP pública como salida simultánea a Internet para varios equipos conectados en red con direcciones IP locales, a través del mapeo o multiplexación de puertos. Bajo este concepto se diseñó el modelo mostrado en la figura 3.

Las fases de traducción se presentan en tres pasos:

- *Ligado*: En el caso de NAPT, donde muchas direcciones privadas son mapeadas a un sola dirección globalmente única, la unión sería desde la tupla de (dirección privada, puerto TU privado) a la tupla de (dirección asignada, puerto TU asignado). Esta unión es determinada cuando la primera sesión saliente es iniciada por la tupla de (dirección privada, puerto TU privado) en el *host* privado.
- *Búsqueda y traducción de dirección*, Después de que una unión de dirección o unión de tupla (dirección, puerto TU) en el caso de NAPT es

establecida, se puede mantener un estado para cada una de las conexiones usando la unión. Los paquetes pertenecientes a la misma sesión estarán sujetos a la búsqueda de sesión para propósitos de traducción. La naturaleza exacta de la traducción es discutida en la sección siguiente.

- *Desligando la dirección*, Cuando la última sesión basada en una unión de dirección o de tupla (dirección, puerto TU) es terminada, su unión puede ser terminada.

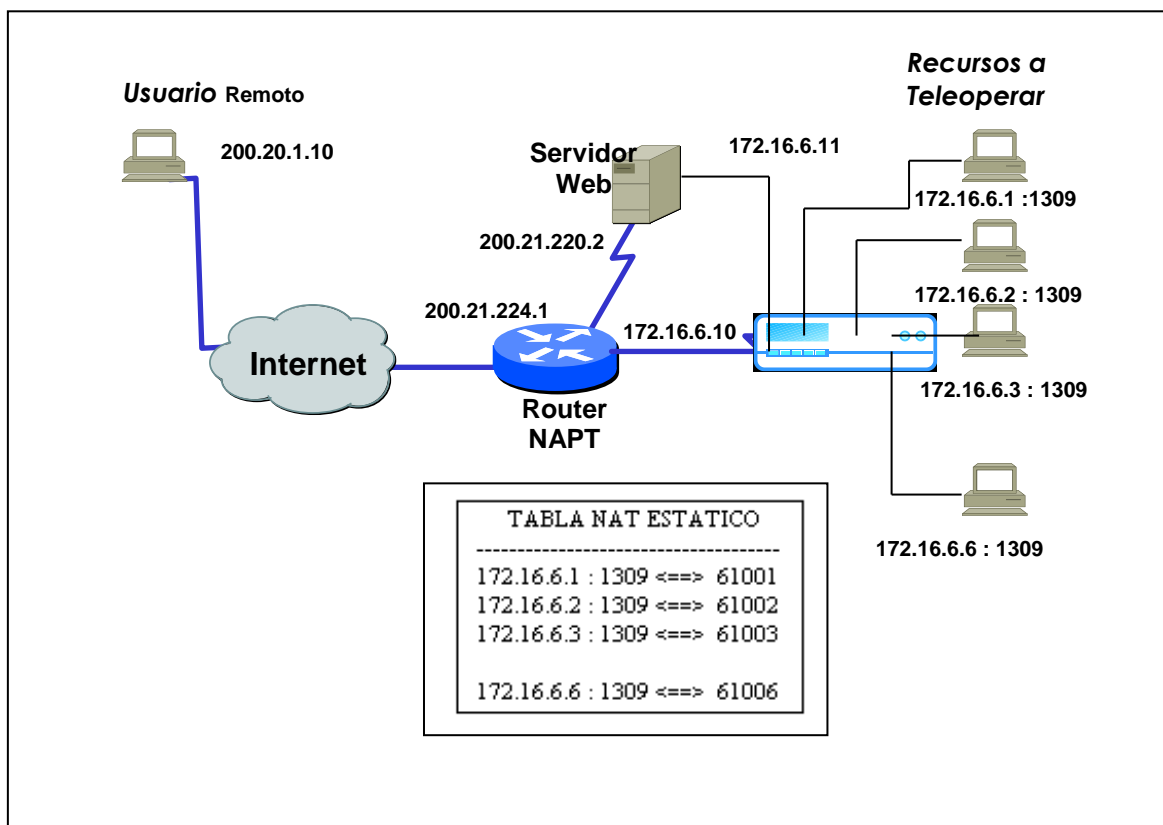


Figura 5. Modelo de Teleoperación mediante NATP (*Network Address Port Translation*)

Este modelo involucra los siguientes elementos:

- **Usuario Remoto:** persona conectada a Internet mediante una IP pública (por ejemplo 200.20.1.10)
- **Router NATP:** Enrutador configurado como NATP. Posee conexión a Internet mediante una IP pública(200.21.224.1) y conexión a la red local del laboratorio mediante dirección IP local (172.16.6.10)



- Servidor Web: Equipo servidor de páginas Web del Sistema de Gestión y utilización del Sistema de Teleoperación. Conectado a Internet mediante IP pública (200.21.220.2) a la red del laboratorio con IP local (172.16.6.11)
- Recursos a Teleoperar: Computadores del laboratorio conectados a la red mediante IP local (por ejemplo 172.16.6.1, 172.16.6.2...172.16.6.6), los cuales se comunican con el hardware a manipular a través del puerto paralelo. Ejecutan un aplicativo servidor para permitir conexión remota a los diferentes usuarios.

#### **- Funcionamiento del Modelo:**

El modelo funciona de la siguiente manera:

El *usuario remoto* haciendo uso del aplicativo cliente y del protocolo TCP/IP intenta conectarse al *Recurso a Teleoperar* ingresando la dirección IP pública del *enrutador NAPT* (200.21.224.1), en el puerto en que escucha el cliente remoto (1309). En éste, un programa previamente instalado se encargaría de cambiar el puerto destino de la conexión, al puerto del recurso a teleoperar equivalente en la tabla NAT estática configurada en el enrutador NAPT. A manera de ejemplo, podría decirse que un recurso que tiene la dirección 172.16.6.1, el programa cambia la tupla (200.21.224.1 : 1309) por la tupla (200.21.224.1 : 61001) de forma tal que el enrutador NAPT hace el proceso inverso. Cuando los paquetes TCP/IP llegan al enrutador NAPT por el puerto 61001, éste haciendo uso de la Tabla NAT estática, los reenvía a la dirección IP 172.16.6.1 por el puerto 1309, siendo este el puerto por el cual escucha el programa cliente, de manera que se establece la conexión.

#### **- Inconvenientes del modelo:**

Este modelo presenta el siguiente inconveniente:

En el NAPT la fase de ligado se presenta cuando la primera sesión saliente es iniciada por la tupla de (dirección privada, puerto privado), o sea la conexión debe

darse a nivel del recurso a teleoperar hacia el usuario remoto, y lo que se requiere es exactamente lo contrario.

Otro inconveniente que se aprecia es la necesidad de más de una dirección IP pública, la del enrutador NAPT y la del servidor WEB.

### **3.1.3.2. Modelo de Teleoperación a través de VPN (*Virtual Private Network*)**

La investigación adelantada permite proponer un modelo de teleoperación basado en la implementación de una Red Virtual (VPN: *Virtual Private Network*) a través de Internet aplicando la tecnología de Túnel virtual (*TUNNELING*).

En él se identifican tres componentes:

- Recurso a Teleoperar.
- Operador Remoto (Cliente VPN).
- Enrutador VPN (Servidor VPN).

Cada uno de ellos presenta unas características y atributos especiales que hacen posible cumplir con el objetivo de la teleoperación:

#### ***Recurso a Teleoperar:***

Hace referencia a los dispositivos o recursos de apoyo a la educación, ubicados en el laboratorio y que son objetos de utilización por parte de los estudiantes de forma local o remota. El recurso a teleoperar debe estar conectado a un PC, el cual a su vez debe considerar las siguientes especificaciones:

- Conectado a una red Local.
- TCP/IP Instalado y configurado con una dirección IP Fija del tipo 192.16.x.x con máscara de subred 255.255.255.0.

- Software de interacción con el recurso que funcione como servidor bajo TCP/IP (por ejemplo Quartus II).
- Sistema Operativo Windows XP.

### **Operador Remoto (Cliente VPN):**

Es el usuario conectado a Internet interesado en acceder el recurso Remoto. Sobre éste corre una aplicación Cliente VPN que puede ser la que viene incluida en Windows XP o software propietario del dispositivo enrutador. En cualquiera de los casos, requiere tener instalado el protocolo TCP/IP.

### **Servidor VPN:**

Componente Hardware-Software de Enrutamiento que permite establecer una VPN entre el Operador Remoto y el Recurso a Teleoperar, mediante la tecnología *TUNNELING*. Hace las veces de Servidor VPN gracias a su *firmware*. Algunas de las características técnicas de este dispositivo deben ser:

- Puerto para red WAN.
- Uno (1) o más puertos LAN.
- Configurable como servidor VPN a través de *TUNNELING* (Túneles Virtuales).
- Soporte algoritmos de encriptación bajo IPSec.
- Conexión a Internet a través del puerto WAN con IP Pública.
- Conexión a la LAN a través del puerto respectivo con IP local del tipo 172.16.x.x.
- Configurable vía cable o página Web.
- Permite múltiples conexiones a través de Túneles VPN.
- Soporte de protocolos de comunicación TCP/IP.

El modelo se puede esquematizar de la siguiente manera:

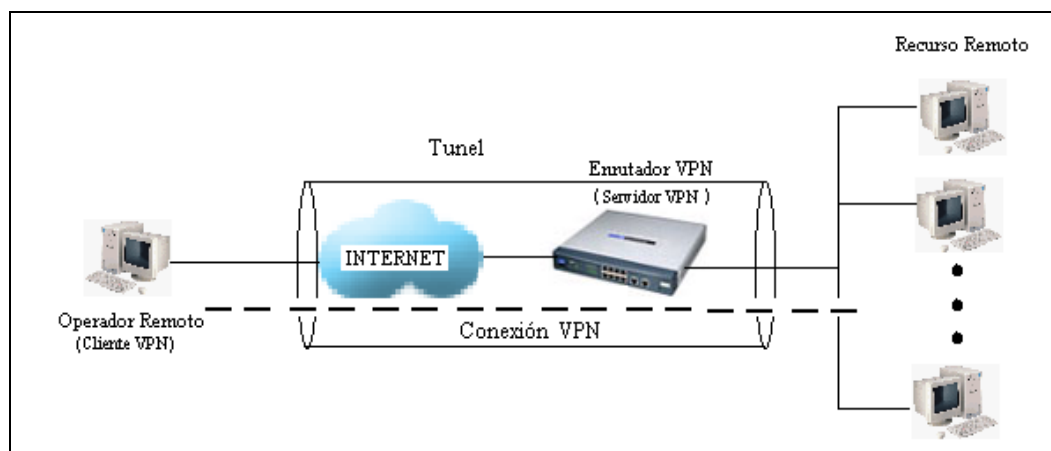


Figura 6. Modelo de Teleoperación a través de VPN (Virtual Private Network)

### - Funcionamiento del modelo

- Del lado del Servidor VPN

El servidor VPN se conecta a Internet con IP pública, y con IP local a la LAN donde se encuentran los recursos remotos del laboratorio. Posee un software que actúa como servidor de conexiones VPN mediante el concepto de túneles virtuales. Este servidor está a la espera de solicitudes de establecimiento de conexión por parte de los usuarios externos que lo requieran.

- Del lado del Cliente VPN

En este extremo el usuario debe tener instalado un software cliente VPN que puede ser el del sistema Windows XP (conexiones de red-conectarse a la red de mi lugar de trabajo). Esta conexión se configura con la dirección IP pública de Enrutador VPN.

### - Establecimiento de la conexión

La conexión se establece utilizando el siguiente procedimiento:

**1. Autenticación entre máquinas y creación del túnel:** El Usuario remoto una vez conectado a Internet ejecuta el Cliente VPN, enviando al otro lado el usuario y su contraseña. Se ejecuta un mecanismo de autenticación entre las máquinas. Tan pronto cada máquina confía en la otra se establece el túnel a través del cual se mantiene la comunicación.

**2. Autenticación de usuario:** el usuario y contraseña son autenticados por parte del Servidor VPN y permite su ingreso siempre y cuando sea un usuario registrado.

**3. Encriptación:** Para que la comunicación entre las partes sea confiable se deben utilizar algoritmos de encriptación de manera que la información que viaja por el túnel virtual solo sea entendida por las partes involucradas.

**3. Acceso al Recurso Remoto:** Este se presenta mediante el programa del lado del cliente y el programa del lado del recurso que actúa como servidor, haciendo uso del protocolo TCP/IP y de un puerto específico para el establecimiento de una conexión. Esta conexión se ejecuta sobre el Túnel VPN creado.

### - Ventajas del modelo

La utilización del modelo de teleoperación a través de VPN permite obtener las siguientes ventajas:

<b>Ventaja – Aspecto</b>	<b>Descripción</b>
Economía	Como conexión se utiliza Internet en lugar de una llamada telefónica de larga distancia o un canal dedicado, lo cual implicaría un alto costo en el servicio y en la administración, además el mantenimiento de los equipos de comunicación.
Seguridad	La conexión a través de Internet es cifrada y segura. El servidor de acceso remoto exige el uso de los nuevos protocolos de autenticación y cifrado. Los datos confidenciales quedan ocultos a los usuarios de Internet,

	<p>pero los usuarios apropiados pueden tener acceso a ellos a través de una VPN.</p> <p>Por otra parte como la VPN está cifrada, las direcciones que especifique están protegidas e Internet solamente ve las direcciones IP públicas. Para las organizaciones que tengan direcciones IP locales sin normas, las repercusiones pueden ser notables, ya que el cambio de direcciones IP para el acceso remoto a través de Internet no genera costos administrativos adicionales.</p>
Sencillez	La implementación y configuración de la VPN no es compleja.
Compatibilidad con protocolos de Red	Como se aceptan la mayor parte de los protocolos de red, llámense TCP/IP, IPX y NetBEUI, puede ejecutar de forma remota cualquier aplicación que dependa de estos protocolos de red específicos.

#### - Alternativas para la implementación del modelo

Para la implementación del modelo de teleoperación a través de la VPN se plantearon las siguientes alternativas para la selección del SERVIDOR VPN:

- Alternativa No. 1: inicialmente se le propuso a la Universidad Tecnológica de Bolívar la adquisición de un Enrutador VPN que hiciera las veces de Servidor VPN. Este dispositivo diseñado para tal fin, cumple con cada uno de las especificaciones establecidas para el Servidor VPN en el modelo propuesto. Su configuración es muy fácil, su costo no es muy elevado y tiene un alto rendimiento y velocidad en las conexiones VPN establecidas a través de él. El hecho de ser SERVIDOR VPN dedicado lo limita a esta función lo cual no permite ser utilizado para otros servicios, por ejemplo como servidor WEB.

Esta alternativa fue descartada dado que la Universidad a la fecha del diseño no contaba con el presupuesto requerido para la compra del mismo.

- Alternativa No. 2: Utilizar el Servidor Windows 2003 como servidor VPN. Teniendo en cuenta que la Universidad posee un Servidor en el Laboratorio con el sistema operativo Windows Server 2003, se optó por la selección de esta alternativa ya que no implicaba realizar gasto y se hacía uso del recurso existente.

Esta selección tiene ventajas adicionales:

- Utilización del recurso actual.
- Puede ser utilizado adicionalmente como servidor WEB. Con esto se ahorra una dirección IP pública.
- Gestión óptima de los usuarios VPN.
- Gestión y mantenimiento de un solo equipo.
- Fácil configuración del Servidor VPN en Windows Server 2003 mediante el Servicio *Routing And Remote Access Server (RRAS)*.

## - Problemas de implementación

Se presentaron dos inconvenientes para la implementación del modelo:

El primero que se presentó fue que el servidor del LabTO de la Universidad Tecnológica de Bolívar, no contaba con 2 tarjetas de Red, y precisamente el modelo requiere una tarjeta para la red LAN y otra para la red WAN, lo cual fue solucionado mediante la adquisición de la segunda tarjeta por parte de los tesisistas, la cual fue donada al Laboratorio.

El segundo fue que no se contaba con un punto para la salida a la red WAN, por lo que se solicitó al personal del centro de cómputo de la Universidad la colocación de este punto en el LabTO.

## **3.2 DISEÑO Y DESARROLLO DEL SOFTWARE DE ADMINISTRACION Y UTILIZACION DEL SISTEMA DE TELEOPERACION (SAUST)**

El Software de Administración y Utilización del Sistema de Teleoperación, denominado SAUST, fue el resultado de la combinación de metodologías de Desarrollo de Sistemas de Información.

Para el diseño y desarrollo del software se llevaron a cabo las siguientes etapas:

1. Investigación Preliminar.
2. Determinación de los requerimientos del sistema.
3. Diseño del Sistema.
4. Desarrollo del Software.
5. Prueba.
6. Implementación y evaluación.

### **3.2.1 Investigación preliminar**

El estudio del problema del acceso remoto al laboratorio a través de Internet, y su posterior solución mediante un modelo de Teleoperación basado en VPN, permitió determinar la factibilidad (técnica, económica, y operacional) y la necesidad de desarrollar un sistema de información que administrase los recursos remotos, por un lado, y por el otro darle la posibilidad a los usuarios de interactuar con ellos.

### **3.2.2 Determinación de los requerimientos**

De las diferentes reuniones y entrevistas del grupo con el profesor titular del proyecto, el ingeniero Juan Carlos Martínez Santos, se determinó cuales eran los



requerimientos o especificaciones del sistema a desarrollar. Estos se organizaron de la siguiente manera:

- Modo de Comunicación con los usuarios: Se estableció que la mejor forma de interacción del software con los usuarios era a través de páginas Web.
- Entidades del Sistema: Para la condiciones particulares del Sistema de Teleoperación se encontraron las siguientes entidades:

**Tabla 1.** Entidades del Sistema

<i><b>Entidad</b></i>	<i><b>Función</b></i>
Usuarios	Recoge los datos de los usuarios del sistema tales como código, nombre, contraseña, grupo.
Cursos	Almacena los datos de los cursos a los cuales están matriculados los usuarios estudiantes.
Grupos	Guarda el código los tres tipos de usuarios del sistema: Administrador, Profesor y Estudiante.
Recursos	Agrupar la información de cada recurso a teleoperar como son código, dirección IP, nombre de usuario de la VPN, contraseña del usuario de la VPN.
Reservas	Recoge los datos de las reservas como son número, fecha, hora, código del estudiante, estado.
Prácticas	Se agrupan los datos de las prácticas realizadas por los estudiantes.
Servidor	Almacena la dirección IP del servidor VPN, así como el prefijo y sufijo del dominio bajo Windows 2003 server.

El modelo Entidad – Relación que responde a estas especificaciones se muestra en la siguiente figura:

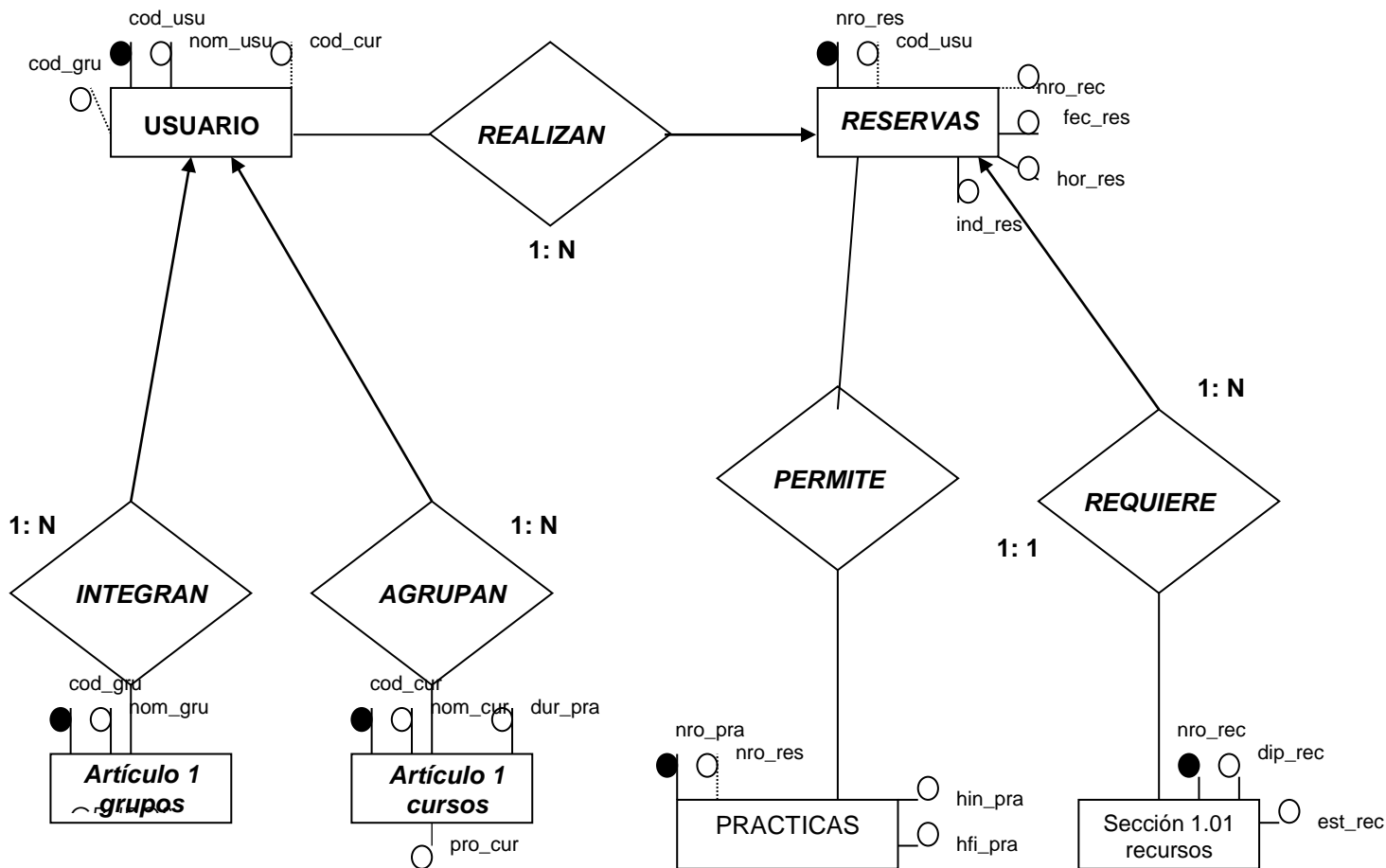


Figura 7. Modelo Entidad-Relación

El programa debe responder a las tareas propias de los usuarios administrador, profesores y estudiante, de allí que se planteo la necesidad de desarrollar el programa en los siguientes módulos:

- Módulo Administrativo: Para ser utilizado por el administrador del sistema y los profesores. Desde éste, el Administrador puede gestionar todas las entidades del sistema. Los profesores a su vez tienen la posibilidad de gestionar, estudiantes, recursos y prácticas.

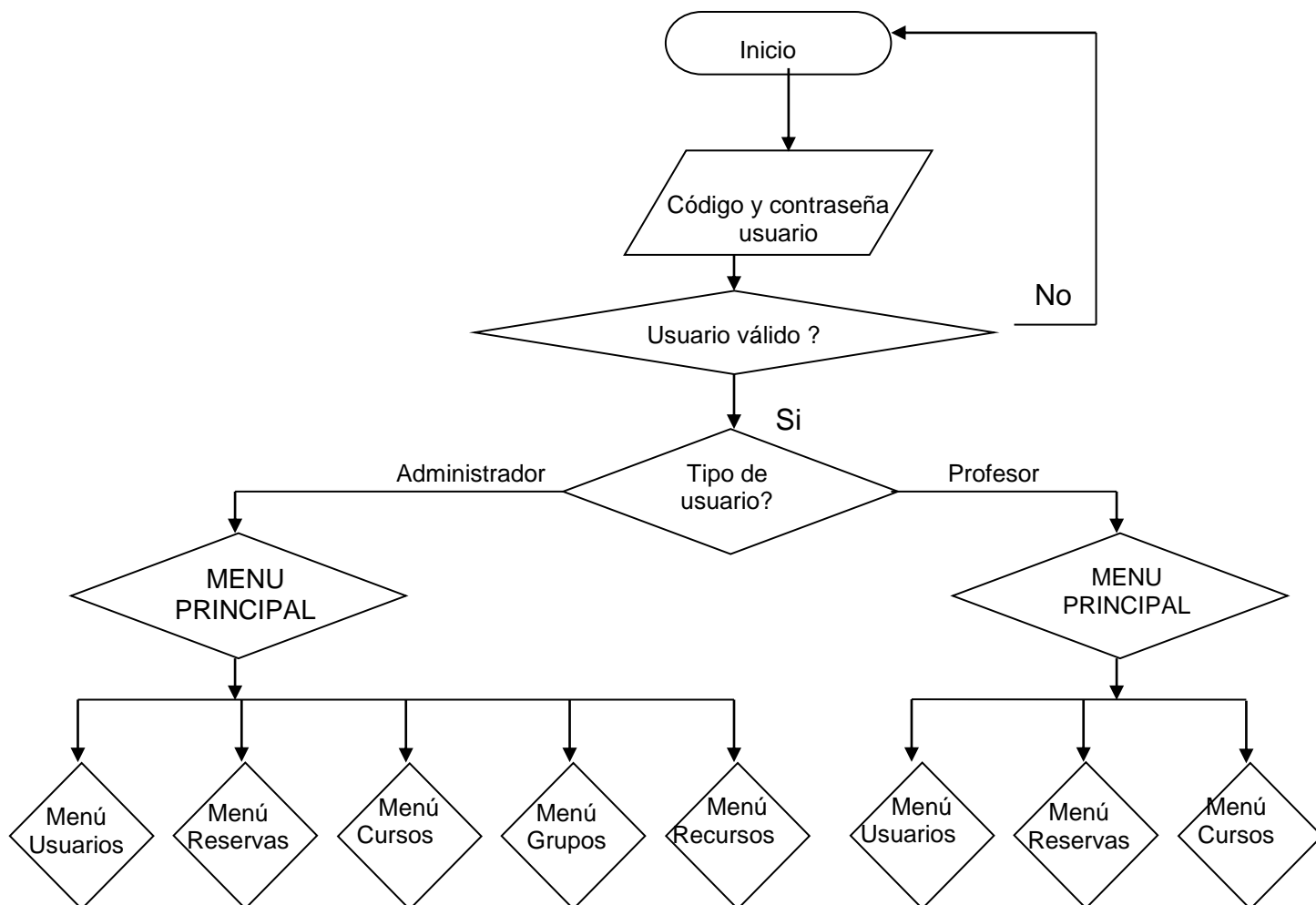


Figura 8. Diagrama de Flujo de Datos Módulo Administrativo

- Módulo Operativo: Utilizado por los estudiantes para realizar reservas, consultarlas, cancelarlas o Iniciar prácticas sobre el recurso. El Diagrama de flujo de datos se muestra en la figura siguiente:

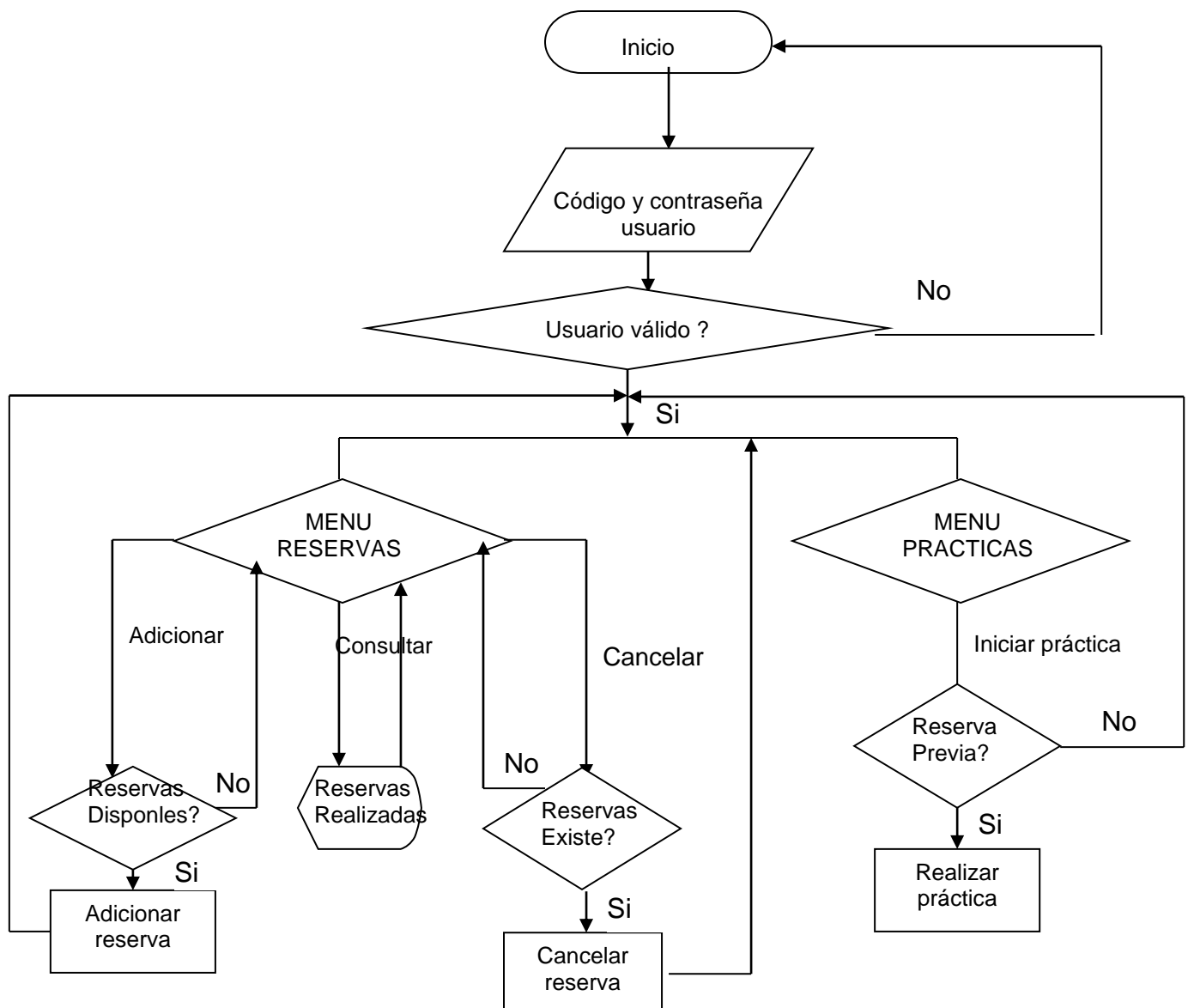


Figura 9. Diagrama de Flujo de Datos Módulo Operativo

### 3.2.3 Diseño

#### 3.2.3.1 Diseño de la base de datos

Teniendo como insumo el modelo entidad-relación se llegó al siguiente modelo relacional de la base de datos:

Para la descripción del TIPO DE DATOS de los campos, en cada una de las tablas, se utiliza la convención tipo(longitud) donde los tipos utilizados son :

**Tabla 2.** Tipos de Datos

<i>Tipo</i>	<i>Descripción</i>
Int	Tipo ENTERO
Varchar	Tipo CADENA DE CARACTERES ALFANUMERICOS

**Tabla Cursos**

Se utiliza esta tabla para organizar los estudiantes de los diferentes cursos que van hacer uso de los recursos del laboratorio. Sus campos son:

**Tabla 3.** Tabla Cursos

NOMBRE	DESCRIPCION	TIPO
Cod_cur	Llave que identifica los cursos.	varchar(10)
Nom_cur	Alfabético correspondiente al nombre del curso.	varchar(20)
Pro_cur	Alfabético que guarda el código del profesor titular del curso.	varchar(20)
Dur_para	Duración de las prácticas establecidas para cada curso.	Int(9) en minutos
Tur_cur	Número de turnos que puede reservar el curso por semana.	Varchar(20)

**Tabla Usuarios**

En esta tabla se almacena la información de cada usuario. Está constituida por los siguientes campos:

**Tabla 4.** Tabla Usuarios

NOMBRE	DESCRIPCION	TIPO
Cod_usu	Llave alfabética que identifica a los usuarios.	varchar(12)

Nom_usu	Nombre del usuario.	varchar(40)
Con_usu	Contraseña o <i>password</i> del estudiante.	varchar(11)
Cod_gru	Llave foránea tipo alfabética que indica el grupo al cual pertenece el usuario.	varchar(1)
Cod_cur	Llave foránea que identifica a que curso pertenece un usuario estudiante.	varchar(10)
estusuar	Estado del estudiante.	char(1)

### Tabla Grupos

Esta tabla almacena la información de los diferentes grupos bajo los cuales se organizan los usuarios del sistema. Cada grupo tiene asignado una serie de permisos los cuales se detallan a continuación:

**Tabla 5.** Tabla Grupos

NOMBRE	DESCRIPCION	TIPO
Cod_gru	Cod_gru: Llave alfabética que identifica cada grupo.  Los valores asignados son: 1: Grupo administradores. 2: Grupo de profesores. 3: Grupo de usuarios.	x(1)
Nom_gru	Campo Texto que recibe el nombre del grupo.  Los valores que toma son: ADMINISTRADORES. PROFESORES. USUARIOS.	x(20)

### Tabla Reservas

Contiene las reservas realizadas por los usuarios y tiene los siguientes campos:

**Tabla 6.** Tabla Reservas

NOMBRE	DESCRIPCION	TIPO
--------	-------------	------

Nro_res	Llave alfabética que identifica la reserva.	x(5)
Cod_usu	Llave foránea asociada al código del estudiante que realiza la reserva.	x(12)
Nro_rec	Llave foránea que identifica el número del recurso que se reserva.	x(3)
Fec_res	Fecha de la reserva.	DATE
Hor_res	Hora de la reserva.	DATE
Dur_res	Duración de la reserva. Este campo depende del curso en que este inscrito el usuario.	9(3) en minutos

### Tabla Recursos

Almacena toda la información de los recursos a ser utilizados en las prácticas.

**Tabla 7.** Tabla Recursos

NOMBRE	DESCRIPCION	TIPO
Nro_rec	Llave alfabética que identifica cada recurso.	x(3)
Dip_rec	Tipo alfabético y corresponde a la Dirección IP del recurso.	x(15)
Est_rec	Alfabético que indica el estado del recurso en un momento dado : O: Ocupado, D: Disponible	x(1)

### Tabla Prácticas

Se lleva la información de las prácticas realizadas por los estudiantes sobre los recursos. La conforman:

**Tabla 8.** Tabla Prácticas

NOMBRE	DESCRIPCION	TIPO
Nro_pra	Llave alfabética que identifica cada práctica.	x(5)
Nro_res	Llave foránea que asocia cada práctica con una reserva.	x(5)

Hin_pra	Hora de inicio de la práctica.	x(5)
Hfi_pra	Hora de finalización de la práctica.	x(5)

### Tabla Servidor

Guarda la dirección IP pública del servidor VPN, así como el prefijo y sufijo del dominio *Windows 2003 Server*.

**Tabla 9.** Tabla Servidor

NOMBRE	DESCRIPCION	TIPO
Ser_dip	Dirección IP pública del servidor.	varchar(5)
Ser_dn1	Prefijo del dominio Server 2003.	varchar(15)
Ser_dn2	Sufijo del dominio Server 2003.	varchar(15)

### 3.2.3.2 Diseño de las páginas Web

#### 3.2.3.2.1 Páginas del Módulo Administrativo.

El diseño de las páginas corresponde al siguiente orden de tareas a realizar por los estudiantes:



- Página de Ingreso al Módulo Administrativo: En ella se valida el usuario mediante el nombre de usuario y la contraseña.


		--	DD	X
<input type="text" value="Usuario:"/> <input type="text" value="Clave:"/>	 <b>LABORATORIO TELEOPERADO DE LA UNITECNOLOGICA</b>			

Figura 10. Página de Ingreso al Módulo Administrativo.

- Página del Menú Principal - Usuario Administrador: Una vez que se ingresa satisfactoriamente como usuario administrador, se despliega una pantalla con las opciones del menú.

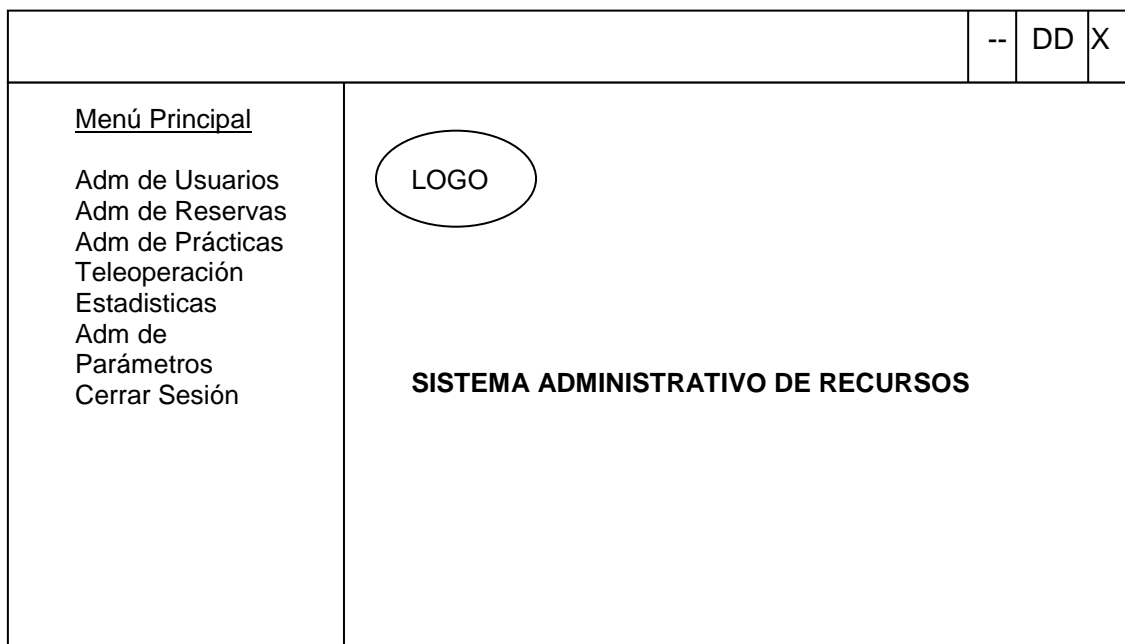


Figura 11. Página del Menú Principal – Usuario Administrador.

- Opción Administrar Usuarios: se pueden ejecutar las acciones de ingresar, modificar, regenerar las contraseñas (passwords), eliminar o reactivar a los usuarios.

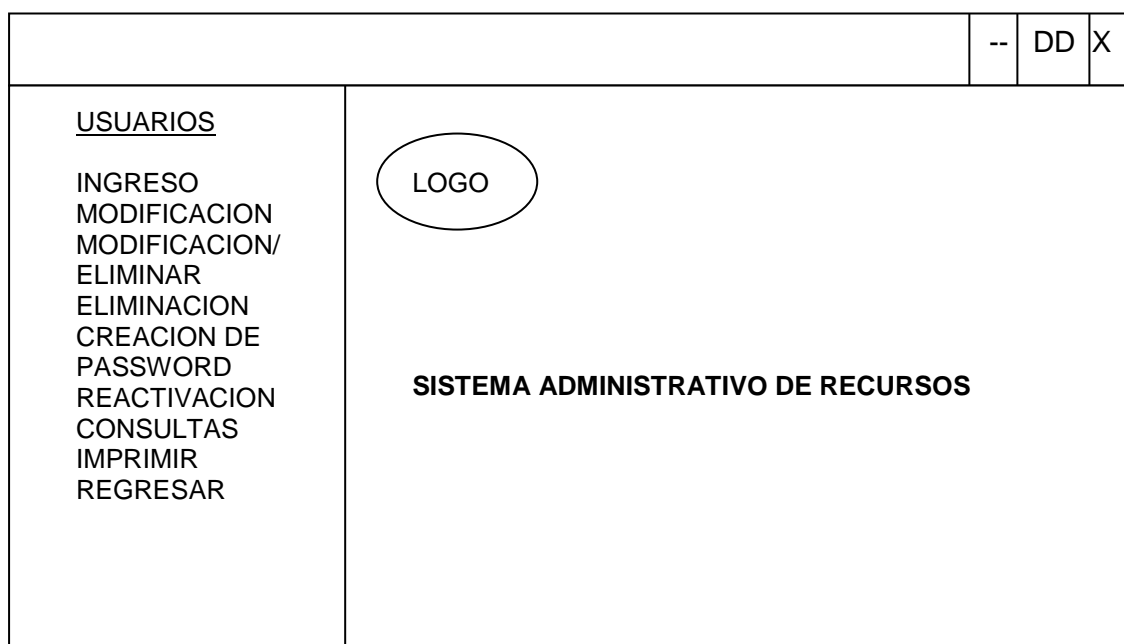


Figura 12. Página de la opción Administrar Usuarios.

- Opción Ingreso de la página de administración de usuario: En esta página se ingresan los campos básicos como nombre, código, tipo de usuario y en la parte inferior muestra los registros que se han creado.

			--	DD	X																											
<u>USUARIOS</u>  INGRESO MODIFICACION MODIFICACION/ ELIMINAR ELIMINACION CREACION DE PASSWORD REACTIVACION CONSULTAS IMPRIMIR REGRESAR	CREAR USUARIOS																															
	Identificación: <input type="text"/>	Nombres: <input type="text"/>																														
	Contraseña: <input type="text"/>																															
	Código Grupo: <input type="text"/>																															
	Código Curso: <input type="text"/>																															
	<input type="button" value="Grabar"/>																															
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Identificación</th> <th>Nombres</th> <th>Grupo</th> <th>Curso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	Identificación	Nombres	Grupo	Curso																											
Identificación	Nombres	Grupo	Curso																													

Figura 13. Página Ingreso.

- Opción Modificación de la página de administración de usuario: En esta página se pueden actualizar los datos básicos grabados con la opción anterior.

			--	DD	X
<u>USUARIOS</u>  INGRESO MODIFICACION MODIFICACION/ ELIMINAR ELIMINACION CREACION DE PASSWORD REACTIVACION CONSULTAS IMPRIMIR REGRESAR	MODIFICACION DE USUARIOS				
	Identificación:	<input type="text"/>			
	Nombres:	<input type="text"/>			
	Contraseña:	<input type="text"/>			
	Código Grupo:	<input type="text"/>			
	Código Curso:	<input type="text"/>			
	<input type="button" value="Grabar"/>				
	Identificación	Nombres	Grupo	Curso	
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	

Figura 14. Página Modificación.

- Opción Modificación/Eliminación de la página de administración de usuario:  
Esta opción se utiliza en caso de querer realizar una modificación y/o eliminación de un registro.

			--	DD	X																																																											
<u>USUARIOS</u> INGRESO MODIFICACION MODIFICACION/ ELIMINAR ELIMINACION CREACION DE PASSWORD REACTIVACION CONSULTAS IMPRIMIR REGRESAR	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Código</th> <th>Nombre</th> <th colspan="2">Acciones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td><u>Modificar</u></td> <td><u>Eliminar</u></td> </tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>				Código	Nombre	Acciones				<u>Modificar</u>	<u>Eliminar</u>																																																				
	Código	Nombre	Acciones																																																													
			<u>Modificar</u>	<u>Eliminar</u>																																																												

Figura 15. Página Modificación/Eliminación.

Si se elige la opción Modificación, se presenta la siguiente pantalla: En la cual podrá modificar los datos del usuario.

		--	DD	X
<p><u>USUARIOS</u></p> <p>INGRESO                  MODIFICACION                  MODIFICACION/                  ELIMINAR                  ELIMINACION                  CREACION DE                  PASSWORD                  REACTIVACION                  CONSULTAS                  IMPRIMIR                  REGRESAR</p>	<p>Identificación: <input type="text"/></p> <p>Nombres: <input type="text"/></p> <p>Contraseña: <input type="text"/></p> <p>Código Grupo: <input type="text"/></p> <p>Código Curso: <input type="text"/></p> <p><input type="button" value="Grabar"/></p>			

Figura 16. Página Modificación de la Opción Modificar/Eliminar.

Si por el contrario elige la opción Eliminar se le solicitará confirmación antes de proceder a borrar el registro.

- Opción Eliminación de Usuarios de la página de administración de usuario: Se utiliza para borrar un usuario de la base de datos.

		--	DD	X																								
<u>USUARIOS</u>  INGRESO MODIFICACION MODIFICACION/ ELIMINAR ELIMINACION CREACION DE PASSWORD REACTIVACION CONSULTAS IMPRIMIR REGRESAR	ELIMINACION DE USUARIOS																											
	Identificación: <input type="text"/>																											
<input type="button" value="Grabar"/>																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Identificación</th> <th>Nombres</th> <th>Estado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>					Identificación	Nombres	Estado																					
Identificación	Nombres	Estado																										

Figura 17. Página Eliminación de Usuario.

- Opción Modificación Password Usuario Registrado de la página de administración de usuario: Esta opción permite cambiar el password a un usuario que haya extraviado u olvidado su contraseña.

			--	DD	X																					
<u>USUARIOS</u>  INGRESO MODIFICACION MODIFICACION/ ELIMINAR ELIMINACION CREACION DE PASSWORD REACTIVACION CONSULTAS IMPRIMIR REGRESAR	MODIFICACION DE USUARIOS PASSWORD																									
	Identificación: <input type="text"/>  Password: <input type="text"/>  <input type="button" value="Grabar"/>																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Identificación</th> <th>Nombres</th> <th>Password</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>						Identificación	Nombres	Password																		
Identificación	Nombres	Password																								

Figura 18. Página Modificación Password Usuario.



- Opción Reactivación de Usuarios de la página de administración de usuario: En caso que un usuario haya sido retirado, puede ser reactivado mediante esta opción.

		--	DD	X																								
<u>USUARIOS</u>  INGRESO MODIFICACION MODIFICACION/ ELIMINAR ELIMINACION CREACION DE PASSWORD REACTIVACION CONSULTAS IMPRIMIR REGRESAR	REACTIVAR USUARIOS																											
	Identificación: <input type="text"/>																											
		<input type="button" value="Grabar"/>																										
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Identificación</th> <th>Nombres</th> <th>Estado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>			Identificación	Nombres	Estado																					
Identificación	Nombres	Estado																										

Figura 19. Página Reactivación de Usuario.



- Opción Impresión Consultas de Usuarios de la página administración de usuario: Se utiliza para generar el reporte de usuarios.


			--	DD	X																																																												
<u>USUARIOS</u> INGRESO MODIFICACION MODIFICACION/ ELIMINAR ELIMINACION CREACION DE PASSWORD REACTIVACION CONSULTAS IMPRIMIR REGRESAR	 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR</b>																																																																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Código</th> <th>Nombres</th> <th>Grupo</th> <th>Curso</th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>					Código	Nombres	Grupo	Curso																																																								
	Código	Nombres	Grupo	Curso																																																													

Figura 21. Página Impresión de Consultas.

- Opción Administración de Reservas: se pueden ejecutar las acciones de crear, consultar, cancelar reservas, por grupo, estudiante o fecha.


	--	DD	X
<u>RESERVAS</u> CREACION CANCELACION CONSULTAS CANCELAR RESERVAS POR ESTUDIANTES CANCELAR RESERVAS POR FECHA REGRESAR	 <b>SISTEMA ADMINISTRATIVO DE RECURSOS</b>		

Figura 22. Página de la opción Administración de Reservas.

- Opción Creación de Reservas: se pueden reservar un turno a un usuario o grupo.

			--	DD	X		
<u>RESERVAS</u>  <u>RESERVAS</u>  CREACION CANCELACION CONSULTAS CANCELAR RESERVAS POR ESTUDIANTES CANCELAR RESERVAS POR FECHA REGRESAR	PROGRAMACION SEMANAL DE PRACTICAS						
	Fecha Actual						
	Turno	Domingo	Lunes	Martes	miercoles	Jueves	Viernes

Figura 23. Página Creación de Reservas.

- Opción Cancelación de Reservas: Se pueden cancelar la reserva para un estudiante.

	--	DD	X																																																															
<p><u>RESERVAS</u></p> <p>CREACION                  CANCELACION                  CONSULTAS                  CANCELAR                  RESERVAS POR                  ESTUDIANTES                  CANCELAR                  RESERVAS POR                  FECHA                  REGRESAR</p>	<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 5px 20px; margin-bottom: 10px;">ELIMINACION DE RESERVAS</div> <p>Número de Reserva: <input style="width: 100px;" type="text"/></p> <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 5px 15px; margin-bottom: 10px;">Grabar</div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Reserva</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Identificación</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Recurso</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Fecha</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Hora</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Duración</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Estado Reserva</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>			Reserva	Identificación	Recurso	Fecha	Hora	Duración	Estado Reserva																																																								
Reserva	Identificación	Recurso	Fecha	Hora	Duración	Estado Reserva																																																												

Figura 24. Página Cancelación de Reservas.

- Opción Consulta de Reservas: Permite visualizar las reservas almacenadas en la base de datos.

		--	DD	X	
<p><u>RESERVAS</u></p> <p>CREACION                  CANCELACION                  CONSULTAS                  CANCELAR                  RESERVAS POR ESTUDIANTES                  CANCELAR                  RESERVAS POR FECHA                  REGRESAR</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">CONSULTA DE RESERVAS</div>				
	Reserva	Identificación	Recurso	Fecha	Hora

Figura 25. Página Consulta de Reservas.

- Opción Cancelación de Reservas por Estudiante: se pueden cancelar la reserva para un estudiante utilizando el número de identificación del mismo.

	--	DD	X																																																															
<p><u>RESERVAS</u></p> <p>CREACION                  CANCELACION                  CONSULTAS                  CANCELAR                  RESERVAS POR                  ESTUDIANTES                  CANCELAR                  RESERVAS POR                  FECHA                  REGRESAR</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">ELIMINACION DE RESERVAS POR ESTUDIANTE</div> <p>Identificación usuario: <input style="width: 100px;" type="text"/></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: 80px; text-align: center;">Grabar</div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Reserva</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Identificación</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Recurso</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Fecha</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Hora</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Duración</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Estado Reserva</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>			Reserva	Identificación	Recurso	Fecha	Hora	Duración	Estado Reserva																																																								
Reserva	Identificación	Recurso	Fecha	Hora	Duración	Estado Reserva																																																												

Figura 26. Página Cancelación de Reservas por Estudiante.



- Opción Cancelación de Reservas por fecha: se pueden cancelar la reservas para un rango de fechas dadas.

	--	DD	X																																																															
<p><u>RESERVAS</u></p> <p>CREACION                  CANCELACION                  CONSULTAS                  CANCELAR                  RESERVAS POR                  ESTUDIANTES                  CANCELAR                  RESERVAS POR                  FECHA                  REGRESAR</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">                     ELIMINACION DE RESERVAS POR FECHA                 </div> <p>Fecha Inicial: <input style="width: 100px;" type="text"/></p> <p>Fecha Final: <input style="width: 100px;" type="text"/></p> <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 5px 15px; margin: 5px 0;">                     Grabar                 </div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Reserva</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Identificación</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Recurso</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Fecha</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Hora</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Duración</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Estado Reserva</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>			Reserva	Identificación	Recurso	Fecha	Hora	Duración	Estado Reserva																																																								
Reserva	Identificación	Recurso	Fecha	Hora	Duración	Estado Reserva																																																												

Figura 27. Página Cancelación de Reservas por Fecha.

- Opción Estadísticas: Por medio de esta opción se pueden generar las estadísticas de la información relevante consignada en la base de datos.

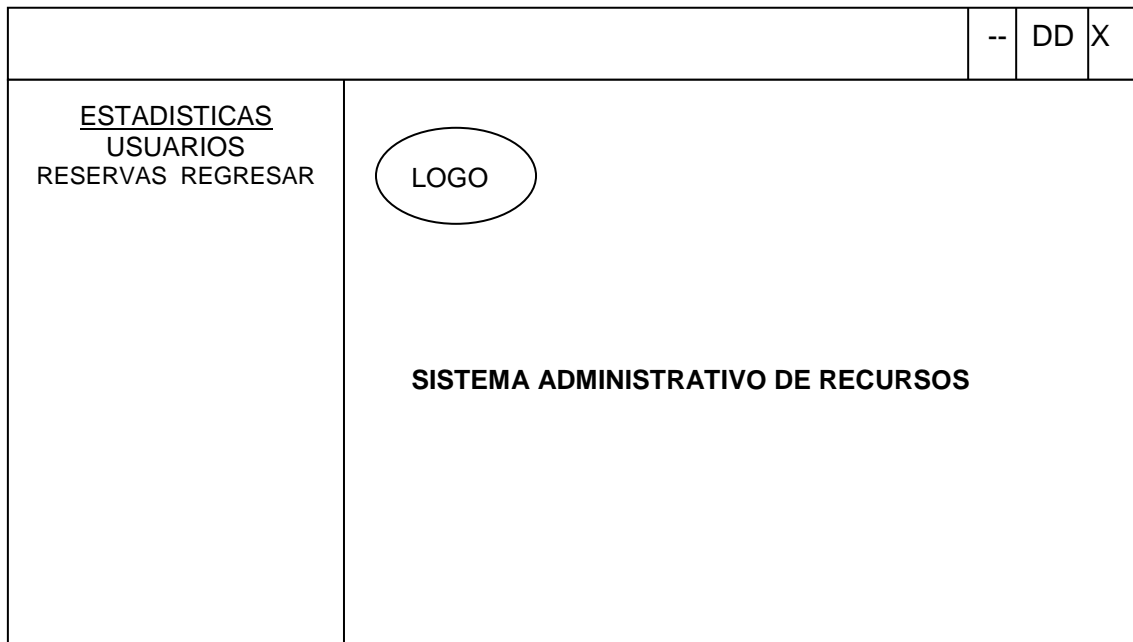


Figura 28. Página de la Opción Estadísticas.

- Opción Estadísticas de Usuario: Con esta opción se pueden observar las estadísticas de los usuarios.

		--	DD	X
<u>ESTADISTICAS</u> USUARIOS RESERVAS REGRESAR	ESTADISTICAS USUARIOS			
	Estado Usuarios		Cantidad	
	Grupo	Estado Usuarios	Cantidad	

Figura 29. Página de la Opción Estadísticas de Usuario.

- Opción Estadísticas de Reservas: Con esta opción se pueden observar las estadísticas de las reservas.

		--	DD	X
<u>ESTADISTICAS</u> USUARIOS RESERVAS REGRESAR	ESTADISTICAS RESERVAS			
	Estado Reserva		Cantidad	
		Fecha Reserva	Estado Reserva	Cantidad

Figura 30. Página de la Opción Estadísticas de Reservas.

- Opción Administración de Parámetros: Por medio de esta opción se pueden administrar los parámetros perfiles, cursos y grupos.

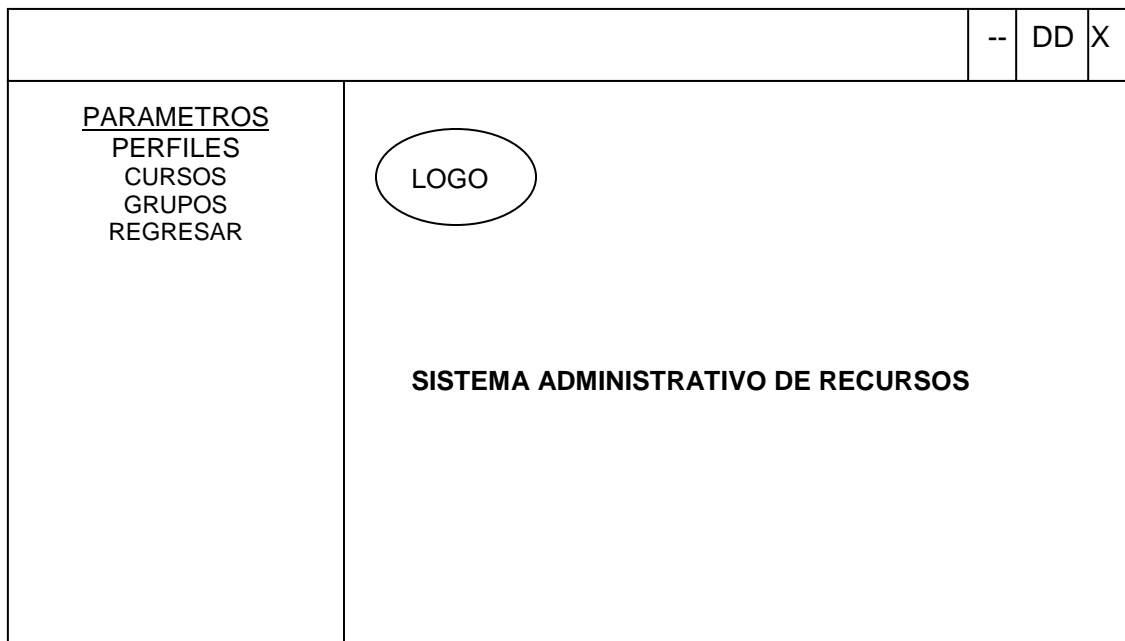


Figura 31. Página de la Opción Administración de Parámetros.

En cada una de estas opciones se puede crear, modificar y consultar, ya sean perfiles, cursos o grupos.

### 3.2.3.2.2 Páginas del Módulo Operativo

El diseño de las páginas corresponde al siguiente orden de tareas a realizar por los estudiantes:

**Página de Acceso de Usuarios:** En ella se valida el usuario mediante el Nombre de Usuario y la Contraseña. El bosquejo de la misma se aprecia en la figura siguiente:

*	-- DD X
<b>LABORATORIO TELEOPERADO</b>	
<b>ACCESO DE USUARIOS</b>	
Nombre de Usuario	
<input type="text"/>	
Contraseña	
<input type="text"/>	
<input type="button" value="Iniciar Sesión"/>	

Figura 32. Página de Acceso de Usuarios

Página del Menú Principal: Una vez que el usuario es validado exitosamente se le despliega la página con el menú principal.

*	-- DD X
<b>LABORATORIO TELEOPERADO</b>	
Bienvenido al Laboratorio Teleoperado de Técnicas Digitales	
<b>RESERVAS</b>	
<a href="#"><u>Adicionar</u></a>	
<a href="#"><u>Consultar</u></a>	
<a href="#"><u>Cancelar</u></a>	
<b>PRACTICAS</b>	
<a href="#"><u>Iniciar Práctica</u></a>	

Figura 33. Página del Menú Principal

En la tabla se detallan los menús y los enlaces.

**Tabla 10.** Descripción de cada menú de la página principal

<b>Menú</b>	<b>Enlaces</b>	<b>Descripción</b>
RESERVAS	Adicionar	Lleva a la página de Adición de Reservas.
	Consultar	Enlace a la página para consultar las Reservas realizadas y sus estados
	Cancelar	Conduce a la página para la cancelación de una reserva
PRACTICAS	Iniciar Práctica	Si el estudiante tiene una reserva realizada para la hora y fecha actual, lo lleva a la página para realizar la práctica en el recurso remoto.

Página RESERVAS – ADICIONAR: Ingresando el día y la hora del turno deseado se da ingreso a la reserva siempre y cuando haya recurso disponible (figura 12)

*	-- DD X
<b>LABORATORIO TELEOPERADO</b>	
<b>NUEVA RESERVA</b>	
Introduzca el día y la hora a reservar	
Mes: Noviembre	Día: <input type="text" value="1"/>
Hora: <input type="text" value="10"/>	
<input type="button" value="Reservar"/>	
<input type="button" value="Ver Disponibles"/>	

Figura 34. Página RESERVAS – ADICIONAR

Al hacer clic en Ver Disponibles se muestra la página con los turnos disponibles para todos los días de la semana las veinticuatro horas del día (figura 13).

*	--	DD	X
<b>LABORATORIO TELEOPERADO</b>			
<b>TURNOS DISPONIBLES</b>			
	L	M	Mi
	J	V	S
	D		
	10	11	12
	13	14	15
	16		
00			
01			
02			
03			
04			
05			
06			

Figura 35. Página RESERVAS – ADICIONAR -VER DISPONIBLES

Página RESERVAS – CONSULTAR: Despliega las reservas realizadas por el estudiante y su estado.

*	--	DD	X
<b>LABORATORIO TELEOPERADO</b>			
<b>RESERVAS REALIZADAS</b>			
<b>Fecha</b>	<b>Hora</b>	<b>Estado</b>	
14/10/2006	13	Utilizada	
14/10/2006	13	Cancelada	
14/10/2006	14	Activa	

Figura 36. Página RESERVAS – CONSULTAR



Los estados de las reservas son:

- Activa: cuando aún no se ha hecho efectiva iniciando la práctica.
- Utilizada: cuando se inicia la práctica en el turno reservado.
- Vencida: cuando después de 15 minutos de iniciar un turno no se ha utilizado la reserva.
- Cancelada: Se da cuando el estudiante cancela la reserva.

Página RESERVAS – CANCELAR: permite cancelar una reserva que no se va a utilizar de forma tal que el recurso pueda ser asignado a otro estudiante.

*	--	DD	X
<b>LABORATORIO TELEOPERADO</b>			
<b>CANCELAR RESERVA</b>			
Introduzca el día y la hora de la reserva a cancelar			
Mes: Noviembre    Día: <input style="width: 30px;" type="text" value="1"/>			
Hora: <input style="width: 50px;" type="text" value="10"/>			
<input style="width: 150px; height: 25px;" type="button" value="Cancelar"/>			

Figura 37. Página RESERVAS – CANCELAR

Se valida que el estudiante tenga efectivamente una reserva en la fecha y hora seleccionados.

Página PRACTICAS – INICIAR PRACTICAS: A esta página el estudiante tiene acceso únicamente si previamente ha realizado una reserva para el día y la hora actual.

En ella se dan una serie de pasos para:

1. Conectarse a la VPN.
2. Conectarse al programa cliente de manipulación del recurso remoto.

*	--	DD	X
<b>LABORATORIO TELEOPERADO</b>			
<b>INICIAR PRACTICA</b>			
Siga uno a uno los pasos dados a continuación para la realización de La práctica:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Haga clic <u>Aquí</u> para conectarse a la VPN</li> <li>2. Haga clic <u>Aquí</u> para conectarse al programa cliente de manipulación del recurso remoto</li> </ol>			

Figura 38. Página PRÁCTICAS – INICIAR PRÁCTICAS

### 3.2.4 Desarrollo del Software

Para el desarrollo del Software de Administración y Utilización del Sistema de Teleoperación (SAUST), se consideraron los siguientes aspectos técnicos:

### 3.2.4.1 Lenguajes de programación

Para la elaboración de las páginas de los módulos administrativo y operativo se utilizó:

- ◆ HTML : Lenguaje de Marcación de Hipertexto
- ◆ PHP: **PHP Hypertext Pre-processor**.

### 3.2.4.2 Entorno de desarrollo Web

El editor utilizado fue el **Bloc de notas**

### 3.2.4.3 Base de datos

Se determinó como mejor alternativa el Manejador de Base de datos relacional llamado **MYSQL**, dadas sus características tales como:

- Software de código abierto bajo licencia de código libre.
- Amplio subconjunto del lenguaje SQL.
- Disponible en gran cantidad de plataformas.
- Conectividad segura.
- Gran auge en los últimos años con mas de seis millones de instalaciones.

### 3.2.4.4 Servidor de páginas web

La escogencia de **Apache** como servidor de páginas Web permite beneficios tales como:

- Software de código abierto bajo licencia de código libre.

- Soporte para el lenguaje PHP y MYSQL.
- Gran utilización a nivel mundial como servidor web
- Seguridad.

### **3.3 IMPLEMENTACION DE UNA RED VIRTUAL PARA LA TELEOPERACIÓN DE UN LABORATORIO DE TÉCNICAS DIGITALES A TRAVÉS DE INTERNET**

#### **3.3.1. Implementación**

La implementación de la red virtual para la teleoperación se realiza en tres grandes etapas, la primera consiste en la configuración de una infraestructura adecuada de las telecomunicaciones y el sistema de red sobre el que se van a colocar los dispositivos para ser accedidos remotamente, esta configuración surge como resultado de la investigación acorde con las características iniciales del sistemas y los recursos existentes, fue denominado como SISTEMA DE TELEOPERACIÓN. La segunda etapa consiste en la instalación del software desarrollado durante la investigación, el cual se encargará de administrar el acceso al laboratorio y gestionar usuarios, reservas, recursos, cursos, grupos y prácticas y que se denomina SOFTWARE DE ADMINISTRACION Y UTILIZACION DEL SISTEMA DE TELEOPERACION (SAUST). La tercera y última consta de la PRUEBA de todo el MODELO. El detalle de cada una de las etapas se describe a continuación.

##### **3.3.1.1. Sistema de Teleoperación**

El sistema de teleoperación consiste en la configuración del acceso al laboratorio en forma remota a través de Internet de tal forma que se utilice una sola IP real, para el acceso a todos los dispositivos FPGA del laboratorio de Técnicas Digitales (LabTO) de la Universidad Tecnológica de Bolívar.

Después de profundizar en los conceptos correspondientes al manejo de las direcciones IP reales en Internet, su problemática y las soluciones actuales que ofrece la tecnología a nivel de hardware y software, mencionadas anteriormente en esta investigación, se establecieron los recursos de infraestructura, hardware y software que posee la Universidad, con todos estos aspectos se planteó un sistema de teleoperación a través de una Red Privada Virtual o VPN. Adicional a esto se determinó el diseño y la elaboración de un conjunto de páginas Web de apoyo a los estudiantes para el acceso a los recursos remotos.

**- Condiciones necesarias para la puesta en marcha del Sistema de Teleoperación**

**Tabla 11.** Condiciones del Recurso a Teleoperar

<b>Condiciones Aspecto</b>	<b>Mínimo Requeridas</b>	<b>Encontradas</b>
<b>Red Local o LAN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ <b>Hardware:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◇ Un (1) concentrador o Switch 100BaseT con un numero de puertos mínimos de n+1 donde n es el número de recursos a teleoperar que serán conectados al mismo.</li> <li>◇ Estrella</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ <b>Hardware:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◇ Un (1) switch 100BaseT</li> </ul> </li> </ul>
<b>Red WAN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ <b>Hardware:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◇ Un (1) punto de conexión a Internet con asignación de IP Pública fija no dinámica</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ <b>Hardware:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◇ Un (1) punto de conexión a Internet con IP Pública 200.106.130.247</li> </ul> </li> </ul>
<b>Servidor VPN</b>	<p>Un (1) equipo con las siguiente configuración:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ <b>Hardware:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◇ Procesador 1 Ghz</li> <li>◇ 512 Mb de memoria RAM</li> <li>◇ Disco duro de 40 Gb</li> <li>◇ Una interfase de red con conexión a la red local con IP Privada</li> <li>◇ Una interfase de red con conexión a Internet con IP</li> </ul> </li> </ul>	<p>Un (1) equipo configurado así:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ <b>Hardware:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◇ Procesador Pentium IV 2.8 Ghz</li> <li>◇ 1 Gb de memoria RAM</li> <li>◇ Disco duro de 40 Gb</li> </ul> </li> </ul>

	<p>Pública</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ <b>Software:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◇ Sistema Operativo de red para servidor</li> <li>Servicio de VPN con soporte para PPTP</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ Unidad de CD-ROM</li> <li>◇ Una tarjeta de red con conexión a la LAN y IP 172.16.6.193</li> <li>◇ Una tarjeta de red con conexión a Internet y IP 200.106.130.247</li> <li>◆ <b>Software:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◇ Sistema Operativo <b>Windows Server 2003 for Small Business Server</b></li> <li>◇ Servicio <b>Routing and Remote Access</b> para acceso a la VPN (sin configurar)</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>Recurso a Teleoperar (Computadores en el laboratorio)</b></p>	<p>Dos (2) computadores con la siguiente configuración:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ <b>Hardware:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◇ Procesador 1 GHZ</li> <li>◇ 256 MB de memoria RAM</li> <li>◇ Disco duro de 40 GB</li> <li>◇ Unidad de CD-ROM</li> <li>◇ Interfase de Red con conexión a la red local</li> <li>◇ Recurso Hardware FPGA a TELEOPERAR conectado a algún puerto (Paralelo, seria, USB, etc)</li> </ul> </li> <li>◆ <b>Software:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◇ Sistema Operativo de red</li> <li>◇ Servicio de VPN con soporte para PPTP</li> <li>◇ Programa de interacción con el dispositivo FPGA con soporte de control remoto mediante protocolo TCP/IP</li> <li>◇ Servidor de páginas web</li> </ul> </li> </ul>	<p>Seis (6) computadores configurados de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ <b>Hardware:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◇ Procesador Pentium IV</li> <li>◇ De Memoria RAM</li> <li>◇ Disco duro de</li> <li>◇ Unidad de CD-ROM</li> <li>◇ Cada equipo con tarjeta de red con conexión a la LAN y direcciones IP consecutivas que van desde 172.16.6.194 hasta la dirección 172.16.6.199</li> <li>◇ Dispositivos</li> </ul> </li> </ul>

	con soporte para PHP	<p>FPGA de Altera conectado en el puerto Paralelo (LPT1)</p> <p>◆ <b>Software:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◇ Sistema Windows XP Professional</li> <li>◇ Software Quartus II para programar las Tarjetas FPGA marca Altera con soporte para acceso remoto mediante TCP/IP</li> </ul>
--	----------------------	--

**Tabla 12.** Condiciones del cliente remoto VPN

<b>Condiciones Aspecto</b>	<b>Mínimo Requeridas</b>	<b>Encontradas</b>
<b>Cliente Remoto VPN</b>	<p>Un computador por cada recurso a teleoperar, con la siguiente configuración:</p> <p>◆ <b>Hardware:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◇ Procesador 1 GHZ</li> <li>◇ 128MB de memoria RAM</li> <li>◇ Disco duro de 10 GB</li> <li>◇ Dispositivo de conexión a Internet</li> </ul> <p>◆ <b>Software:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◇ Sistema Operativo Gráfico</li> <li>◇ Cliente de conexión a VPN</li> <li>◇ Conexión a Internet con IP Pública</li> <li>◇ Software navegador de Internet</li> <li>◇ Programa de interacción con el dispositivo FPGA con soporte de control remoto mediante protocolo TCP/IP</li> </ul>	<p>Seis (6) computadores configurados de la siguiente manera:</p> <p>◆ <b>Hardware:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◇ Procesador Pentium IV</li> <li>◇ De Memoria RAM</li> <li>◇ Disco duro de</li> <li>◇ Unidad de CD-ROM</li> <li>◇ Fax MODEM 56 Kbs</li> </ul> <p>◆ <b>Software:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◇ Sistema Windows XP Professional</li> <li>◇ Cliente de conexión a VPN (incluido con Windows XP)</li> <li>◇ Internet Explorer 6.0</li> <li>◇ Conexión a Internet Telefónico</li> <li>◇ Software Quartus II para programar las Tarjetas FPGA marca Altera con soporte para acceso remoto mediante TCP/IP</li> </ul>

## - Puesta en marcha del Sistema de Teleoperación

Para la puesta en marcha del Servicio de Teleoperación se requiere que la LAN este operando sin contratiempos, de forma tal que desde cualquier equipo conectado a ella se debe poder hacer PING hacia cualquiera de los equipos restantes y obtener respuestas de los mismos. Las tareas requeridas para llevar a cabo esta actividad en su orden son:

1. Instalación y configuración del Servicio de acceso remoto en el Servidor VPN. Se deben seguir los siguientes pasos:

- Instalación y Configuración del *Routing And Remote Access Server (RRAS)*: Este servicio es el que permite implementar la VPN en *Windows 2003 Server*. Los detalles sobre esta labor se encuentran en el ANEXO A.
- Creación de Usuarios de la VPN: Bajo *Windows 2003* mediante el servicio *ACTIVE DIRECTORY* se crean los usuarios, uno por cada recurso a teleoperar, que se conectaran remotamente al laboratorio. Los pasos se describen en el ANEXO B.

2. Creación y configuración de la Conexión al Servidor VPN en el Cliente Remoto.

En cada uno de los usuarios remotos del laboratorio se deben crear y configurar la conexión a la VPN apoyados en el asistente que para tal fin trae el sistema operativo *Windows XP*. Gracias a esta conexión los estudiantes desde sus casas tendrán acceso a los recursos del laboratorio las 24 horas del día. La descripción de los pasos necesarios para esta tarea se aprecia en el ANEXO C.

Realizado lo anterior se tendrá lista la infraestructura de conexión a la VPN. La siguiente labor involucra la Instalación del SOFTWARE DE ADMINISTRACION Y UTILIZACION DEL SISTEMA DE TELEOPERACION.



### **3.3.1.2 Software de Administración y utilización del Sistema de Teleoperación (SAUST)**

El aplicativo está conformado por un conjunto de páginas Web apoyadas en una base de datos denominada TELEOPERACION de forma tal que permite a los diferentes usuarios del Sistema de Teleoperación (Administrador, profesores y estudiantes) gestionar usuarios, recursos, reservas, cursos, grupos y prácticas. El software lo integran los siguientes módulos:

- **Módulo Operativo:** Conjunto de páginas Web desde las cuales los estudiantes realizarán tareas tales como adicionar, consultar o cancelar reservas de los recursos remotos de igual manera podrán iniciar las prácticas sobre él.
- **Módulo Administrativo:** Conjunto de páginas Web que pueden ser utilizadas por los profesores o el administrador del Sistema. Dependiendo del usuario, éste podrá crear, modificar o eliminar, reservas, usuarios, recursos, cursos, grupos y prácticas, en pocas palabras gestionar las entidades del sistema.

Las páginas fueron desarrolladas en HTML conjuntamente con el lenguaje PHP. La base de datos fue creada utilizando el gestor Mysql.

## Requisitos para la instalación del Software de Administración y utilización del sistema de teleoperación

**Tabla 13.** Requisitos de instalación de SAUST

<b>Elemento</b>	<b>Hardware</b>	<b>Software</b>
<b>Servidor de páginas WEB</b>	Un (1) equipo con las siguiente configuración: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Procesador 1 GHZ</li> <li>▪ 1 GB de memoria RAM</li> <li>▪ Disco duro de 40 GB</li> <li>▪ Una interfase de red con conexión a la red local con IP Privada</li> <li>▪ Una interfase de red con conexión a Internet con IP Pública</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sistema operativo Windows Server 2003 con SP1</li> <li>▪ Servidor de páginas Web <i>APACHE</i> con soporte para PHP</li> <li>▪ Gestor de Bases de datos <i>MYSQL</i> con utilitario <i>PHPMYADMIN</i></li> <li>▪ Internet Explorer 6.0 o superior.</li> </ul>
<b>Recurso a Teleoperar (computadores en el laboratorio)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Procesador 1 GHZ</li> <li>▪ 256 MB de memoria RAM</li> <li>▪ Disco duro de 40 GB</li> <li>▪ Unidad de CD-ROM</li> <li>▪ Interfase de Red con conexión a la red local</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sistema operativo Windows XP</li> <li>▪ Servidor de páginas Web <i>APACHE</i> con soporte para PHP</li> <li>▪ Internet Explorer 6.0 o superior.</li> </ul>
<b>CD-ROM del Aplicativo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Este Cd-Rom contiene lo siguientes:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Software Libre <b>Appserv Ver. 2.4.5</b> que integra <b>Apache Ver. 2.0.55, PHP Ver 5.1.1 y MYSQL Ver. 5.0.15</b> (Carpeta <b>APPSERV</b>)</li> <li>○ Páginas del Módulo Operativo (interacción del estudiante con el laboratorio) (Carpeta <b>LABTO</b>)</li> <li>○ Páginas del Módulo Administrativo (para los usuarios ADMINISTRADOR y PROFESORES) en la Carpeta <b>TELEOPERACION</b></li> </ul> </li> </ul>	

### - Instalación del Software de Administración y utilización del Sistema de Teleoperación

La instalación de los módulos operativo y administrativo del software implica realizar las siguientes tareas:

1. Del lado del Servidor Web:

- Instalación del servidor de páginas Web APACHE, el manejador de base de datos *MYSQL*, *PHP* y *PHPMYADMIN*.
- Copiado de las páginas del aplicativo desde el CD-ROM.
- Copiado de la base de datos TELEOPERACION desde el CD-ROM.
- Inicialización de las tablas de la base de datos TELEOPERACION
- Creación de las siguientes tareas programadas:
  - Vencimiento de reservas.
  - Cambiar contraseñas usuarios VPN.

El ANEXO D contiene todos los pasos a seguir.

## 2. Del lado del Recurso a Teleoperar:

- Instalación del servidor de páginas Web APACHE, el manejador de base de datos *MYSQL*, *PHP* y *PHPMYADMIN*.
- Cambiar contraseña Quartus.

Los detalles se aprecian en el ANEXO E.

## 4. VALIDACION DE LA IMPLEMENTACION DE UNA RED VIRTUAL PARA LA TELEOPERACIÓN DE UN LABORATORIO DE TÉCNICAS DIGITALES A TRAVÉS DE INTERNET

### 4.1. VALIDACION DEL SISTEMA DE TELEOPERACION

El proceso de validación del Sistema de Teleoperación se apoyó en la aplicación de una serie de pruebas las cuales se registraron en el formato mostrado en la tabla 14:

**Tabla 14.** Formato de registro de prueba al Sistema de Teleoperación

<i>Fecha</i>	<i>Hora</i>	<i>Duración</i>	<i>Descripción</i>	<i>Inconvenientes</i>	<i>Origen del Problema</i>	<i>Soluciones</i>

En él se registran la fecha, hora, duración, descripción, inconvenientes, origen del problema y soluciones de las pruebas realizadas durante el proceso de Implementación del Sistema de Teleoperación las cuales se detallan en los siguientes numerales.

Las pruebas fueron diseñadas de tal forma que al momento de concluir las fue posible verificar el correcto funcionamiento del modelo de teleoperación, a través de VPN y utilizando Internet como medio de conexión.

#### 4.1.1. Prueba Inicial de Implementación de la VPN

Objetivo: comprobar el funcionamiento del servidor VPN que provee MS. Windows 2003 Server

**Tabla 15.** Validación de la implementación de la VPN.

<i>Fecha</i>	<i>Hora</i>	<i>Duración</i>	<i>Descripción</i>	<i>Inconvenientes</i>	<i>Origen del Problema</i>	<i>Soluciones</i>
18/08/2006	4:00 A.M.	3 Horas	<p><b>1. Se configuró un equipo servidor “S” con MS. Windows Server 2003, ubicado en el municipio de Ciénaga (Magdalena).</b></p> <p>2. Se le configuró a “S” el servicio <b>Routing and Remote Access</b></p> <p>3. Se adicionó al dominio de “S” el usuario <b>vpnuser</b> con la propiedad de conexión remota.</p> <p>3. Este servidor “S” se conectó a Internet con la IP pública 200.21.224.242 y a una red local mediante la IP 172.16.6.1.</p> <p>4. A la red local se conectó un segundo equipo “A” con Windows XP con IP 172.16.6.2. A este computador “A” se le habilitó la característica de permitir acceso remoto a través del escritorio remoto.</p> <p>5. A un computador “B” ubicado en Santa Marta (Magdalena) con Windows XP, conectado a Internet mediante acceso telefónico y con IP pública 200.119.90.78 asignada por el proveedor de Internet ETB, se le configuró conexión a la VPN utilizando el asistente de conexiones de red.</p> <p>6. Haciendo uso de la conexión creada en el paso anterior, el equipo “B” se conecta al servidor de VPN “S”</p> <p>7. Desde “B” mediante <i>escritorio remoto</i> se accede al computador “A”.</p>	Se presentó problemas al momento de configurar el Servicio <b>Routing and Remote Access</b> .	Falta de experiencia y de documentación.	Se consultó en Internet sobre como configurar VPN en Windows Server 2003 y se descargó el documento <b>StepVPNRemote Acc.doc</b> de la dirección: <a href="https://www.microsoft.com/downloads/details.aspx?FamilyID=7e480471-4480-4175-962c-4d3c27e8c7d2&amp;DisplayLang=en">https://www.microsoft.com/downloads/details.aspx?FamilyID=7e480471-4480-4175-962c-4d3c27e8c7d2&amp;DisplayLang=en</a>

#### 4.1.2. Primera Prueba para la implementación de la VPN en el Laboratorio de Técnicas Digitales de la Universidad Tecnológica de Bolívar

Objetivo: Validar el funcionamiento de Quartus II de forma remota a través de una VPN

**Tabla 16.** Primera Prueba de la implementación de la VPN

<i>Fecha</i>	<i>Hora</i>	<i>Duración</i>	<i>Descripción</i>	<i>Inconvenientes</i>	<i>Origen del Problema</i>	<i>Soluciones</i>
26/08/2006	11:00 A.M.	2 Horas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se traslado al laboratorio de la Universidad el servidor "S" utilizado en la prueba inicial. La tarjetas de red del servidor se le asignaron las siguientes direcciones IP: -WAN: 192.168.1.1, -LAN: 172.16.6.10.</li> <li>2. Se conecto la tarjeta WAN a un concentrador llevado por el grupo.</li> <li>3. La tarjeta LAN del servidor se conecto al switch ubicado en el laboratorio.</li> <li>4. Al concentrador se conecto un computador de la sala con la dirección IP 192.168.1.2. Desde este equipo y asiendo uso del asistente de conexión a redes de Windows XP su pudo conectar al Servidor VPN.</li> <li>5. En el computador conectado a la VPN se ejecutó Quartus II y se adicionó el Hardware FPGA ubicado en uno de los computadores conectados a la red LAN del laboratorio.</li> <li>6. Se verificó que la tarjeta efectivamente era accedida remotamente.</li> </ol>	Una vez conectado el equipo a la VPN, no fue posible adicionar desde Quartus la tarjeta conectada a un equipo de la red local.	El equipo local que tenia la tarjeta a la que se estaba accediendo remotamente no estaba conectado a la red.	Se reinició el equipo que tenia instalada la tarjeta y se ingresó nuevamente al sistema operativo

### 4.1.3. Segunda Prueba para la implementación de la VPN en el Laboratorio de la Universidad Tecnológica de Bolívar

Objetivo: Configurar el servidor del laboratorio para que funcione como servidor VPN

**Tabla 17.** Segunda Prueba de la implementación de la VPN.

<i>Fecha</i>	<i>Hora</i>	<i>Duración</i>	<i>Descripción</i>	<i>Inconvenientes</i>	<i>Origen del Problema</i>	<i>Soluciones</i>
9/9/2006	11:00 A.M.	2 Horas	1. Se instaló y configuró en el servidor del laboratorio una tarjeta de Red adicional para conexión del servidor a Internet (Red WAN). Se le asignó la dirección IP pública 200.106.130.247 2. Se configuró en el servidor el servicio <i>Routing and Remote Access</i> . 3. Se crearon cinco usuarios en el dominio para conectarse a la VPN. 4. Se conecto la tarjeta WAN al mismo concentrador donde se conecta la tarjeta LAN. 5. Se hizo ping desde los equipos de la red a la dirección WAN 200.106.130.247 sin recibir respuesta. 6. El servicio <i>Routing and Remote Access</i> quedó funcionando pero no fue posible comprobar el funcionamiento de la VPN	Al momento de iniciar la configuración del <i>Routing and Remote Access</i> se mostró un mensaje de la necesidad de deshabilitar <b>Windows Firewall/Internet Connection Sharing (ICS) service.</b>	Incompatibilidad presentada entre el RASS y ICS.	Se detuvo y se deshabilitó el <b>Windows Firewall/Internet Connection Sharing (ICS) service</b>
				No fue posible comunicarnos desde afuera con el servidor del LabTO.	No existía en el LabTO una conexión a Internet directa.	La Universidad hizo el tendido del cable para conectar el servidor directamente a Internet a través de la interfase 200.106.130.247

**4.1.4. Prueba a la implementación final de la VPN en el Laboratorio de la Universidad tecnológica de Bolívar**

Objetivo: Constatar el buen funcionamiento del Sistema de Teleoperación una vez implementado en su totalidad

**Tabla 18.** Prueba final de la implementación de la VPN.

<i>Fecha</i>	<i>Hora</i>	<i>Duración</i>	<i>Descripción</i>	<i>Inconvenientes</i>	<i>Origen del Problema</i>	<i>Soluciones</i>
30/10/2006	11:00 A.M.	2 Horas	<p>1. Se constato que el servidor se encontraba conectado tanto a Internet como a la red local.</p> <p>2. Se verifico que los equipos del laboratorio estuviesen conectados a las red local y las tarjetas FPGA conectadas en los respectivos puertos paralelos.</p> <p>3. Desde un equipo ubicado en la ciudad de Santa Marta, con conexión a Internet telefónicamente, y previamente configurado para conectarse al servidor VPN de la Universidad, se estableció conexión a la VPN mediante el usuario de dominio <b>vpnuser</b>.</p> <p>4. Se ejecutó desde el mismo equipo ubicado en la ciudad de Santa Marta Quartus II y se adicionaron las tarjetas FPGA de los equipos del laboratorio con dirección IP 172.16.6.194, 172.16.6.196 y 172.16.6.198. Con lo que se comprobó que el Sistema de Teleoperación estaba funcionando bien.</p>	No se presentaron inconvenientes		



## **4.2. VALIDACION DEL SOFTWARE DE ADMINISTRACIÓN Y UTILIZACIÓN DEL SISTEMA DE TELEOPERACIÓN (SAUST)**

Para la validación del Software SAUST se realizaron pruebas a los módulos tanto Operativo como Administrativo.

Previamente se llevaron a cabo los siguientes pasos:

1. Actuando como Administrador y utilizando el módulo administrativo se adicionó en la tabla USUARIOS un nuevo registro con los datos de un profesor titular de un curso, los cuales (Nombre de usuario, contraseña) se entregaron al director de la investigación para que actuara como profesor titular de un curso hipotético e ingresara al módulo administrativo para su validación siguiendo las indicaciones que se expresan en el ANEXO F.
  
2. Actuando como profesor titular de la asignatura y haciendo uso del módulo administrativo el director de la investigación realizó lo siguiente:
  - a. Adicionó en la tabla CURSOS un nuevo registro.
  - b. Adicionó un registro por cada estudiante en la tabla USUARIOS y los asocio al curso creado en el paso anterior.
  - c. Por ultimo a cada investigador se le entregó un “Nombre de Usuario” y “Contraseña” para que ingresaran como estudiantes al módulo operativo y tener acceso al Sistema de Teleoperación.

Lo anterior se basó en las indicaciones descritas en El ANEXO F.

#### 4.2.1. Validación del Módulo Operativo

Para la validación de éste se realizaron una serie de pruebas, que responden al siguiente procedimiento a ejecutar por el usuario estudiante conectado a Internet:

1. Se ingresó a la página de acceso <http://labto.unitecnologica.edu.co>, se presenta un menú inicial, donde debe seleccionarse el tipo de usuario a trabajar, sea estudiante o administrador.
2. En *nombre de usuario* se digitó usuario1 y en *Contraseña* 12345.
3. En el menú RESERVAS utilizando el enlace ADICIONAR, se realizó una reserva para el día de hoy y la hora actual.
4. Se repitió el paso 3 y se adicionó una reserva para el día de mañana a las 9:00.
5. En el menú RESERVAS a través del enlace CANCELAR, se realizó una cancelación de la reserva de mañana recién creada.
6. En el menú RESERVAS a través del enlace CONSULTAR, se verificaron las reservas realizadas y estado.
7. En el menú PRACTICAS se dio inicio al enlace INICIAR PRACTICAS REMOTAMENTE y se siguieron los pasos indicados.
8. Se anotaron cada uno de los problemas presentados durante la realización de estas tareas.

Después de la aplicación de las pruebas, y durante quince días, se pudieron detectar los siguientes problemas:

1. Problemas de Conectividad:
  - En tres ocasiones fue imposible INICIAR PRACTICAS a pesar de estar conectado a la VPN y de haber realizado una Reserva. La razón de

ello se debió a que los equipos en los cuales estaban conectadas las tarjetas FPGA se encontraban desconectados lógicamente de la red por estar en estado de Hibernación. Una vez deshabilitada esta característica se solucionó el problema.

- La conexión a la VPN no se pudo establecer en dos casos en que hubo desincronización en las horas de los recursos remotos con la del servidor. Es primordial que manejen la misma hora todos los equipos del laboratorio con el servidor VPN, de lo cual se encargará el supervisor del LabTO.
- Se hicieron pruebas desde computadores ubicados en Cafés Internet y fue imposible conectarse a la VPN. La razón es que por naturaleza los equipos remotos que intentan conectarse a una VPN a través de Internet, deben tener asignados dirección IP pública, lo cual no ocurre en los equipos de estos establecimientos de acceso a Internet.

## 2. Problemas de seguridad:

El programa permitió el ingreso de usuarios no registrados. Esto se debió a una deficiencia de la página de ingreso la cual se modificó para solucionar este problema.

## 3. Problemas de funcionamiento:

A medida que un mismo usuario se conectaba en diferentes turnos a diferentes recursos remotos, estos quedaban adicionados a Quartus, lo cual hacia lento la ejecución del mismo. Para solucionar esta situación, se modificó el archivo de conexión a Quartus, de tal forma que eliminaran en cada nueva conexión los recursos adicionales ya no disponibles.

#### 4.2.2. Validación del Módulo Administrativo

##### Pruebas Iniciales y de Integración

Durante la etapa de Desarrollo se realizaron dos diferentes pruebas (iniciales y de integración) de cada uno de los formularios y *scripts* pertenecientes al modulo administrativo de la aplicación para gestionar los servicios de Teleoperación. Cada uno de los desarrollo se fueron realizando y se fueron incorporando a sus respectivos menús una vez estos habían sido probados.

##### Pruebas iniciales

El objetivo principal de estas pruebas era lograr que cada elemento de la aplicación cumpliera con los requisitos mínimos para ser colgadas en el menú o darle de alta.

Para realizar la prueba inicial se diseño un plan de prueba elaborando una lista de chequeo donde aparecen cada uno de los *scripts* o formularios que se querían probar. De esta lista se escogía un orden y se ejecutaba tanto en el servidor local ( <http://localhost> ) como en la dirección valida en Internet ( <http://200.106.130.247> ) .

Las Pruebas iniciales fueron realizadas por el mismo personal que desarrolló cada uno de los programas y se intercambiaron las pruebas cada desarrollador probó el programa realizado por su compañero.

##### Pruebas de Integración

Una vez terminada esta fase se realizó un plan de prueba en conjunto con el personal del laboratorio para verificar y constatar el funcionamiento de tipo funcional de cada una de las opciones. Las pruebas en forma integral se realizaron desde el día Jueves 26 de Octubre de 2006 hasta el día Sábado 28 de Octubre de 2006.

Las pruebas de integración tenían como objetivo principal validar cada uno de los elementos del sistema ya enfocados a la revisión y validación de la información en la base de datos y el comportamiento de los programas en ejecución.

En esta ocasión con el Director del Laboratorio y la funcionaria encargada de administrarlo se realizaron las pruebas, siendo ellos los que comandaron o realizaron la prueba funcional probando uno a uno las opciones del menú.

A continuación se presenta la lista de los resultados:

<b>TABLA 19. Validación del módulo administrativo</b>						
<b>Fecha</b>	<b>Hor a</b>	<b>Duración</b>	<b>Descripción</b>	<b>Inconvenientes</b>	<b>Origen del problema</b>	<b>Soluciones</b>
<b>26/10/2006</b>	15: 00	30 Minutos	Lo primero que se hizo fue probar la entrada al módulo . <a href="http://200.106.130.247/tele/main.php">Http://200.106.130.247/tele/main.php</a>	Se detectó que si solamente se digita la dirección: <a href="http://200.106.130.247">http://200.106.130.247</a> se presenta un problema de seguridad.	Se está accediendo directamente al Sistema de Archivos del Servidor WEB.	Artículo I. Se creó un archivo indexa que sea un menú principal al entrar a la dirección <a href="http://200.106.130.247">http://200.106.130.247</a> , de tal manera que no se permita ver desde afuera el sistemas de archivos, ni los fuentes de los programas. Artículo II. Se creó también el menú que desde la página permita entrar, ya sea al módulo de estudiantes o al módulo administrativo.
<b>26/10/2006</b>	15: 00	30 Minutos	La entrada inicial se realiza por el programa main.php quien maneja un formato de frames, se entró a verificar el estado de estos.	El uso de frames presenta formularios sin cerrrar y traslada a el control directamente a los menús.	Lo frames requieren mayor control de programación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los diferentes menus se reorganizaron y se dejaron para llamar directamente a las opciones sin ejecutarlos desde frames.</li> <li>- Con esto se mejoró la presentación de la página ya que con el manejo de los Frames se quedaban partes de los formularios abiertos y el control lo asumía los menus.</li> </ul>
<b>26/10/2006</b>	16: 00	30 Minutos	Se probó el menú principal.	Se ejecuta correctamente		
<b>26/10/2006</b>	16: 00	30 Minutos	Se entró al módulo del administrador a probar cada uno de las opciones	No hubo inconvenientes		

<b>26/10/2006</b>	16: 15	60 Minutos	Prueba de Parámetros de Configuración	No hubo inconvenientes		
<b>26/10/2006</b>	16: 20	15 Minutos	Mantenimiento de Perfiles. Se verificó que tanto la adición, modificación y consulta estuvieran funcionando correctamente	No hubo inconvenientes		
<b>26/10/2006</b>	16: 30	15 minutos	Mantenimiento de Cursos	Campo de curso muy pequeño.	Longitud asignada al campo inferior a las necesidades.	Se amplió a 9 para que incluya el código del cursos de la UTB y el grupo al que pertenece,
<b>26/10/2006</b>	16: 40	15 minutos	Mantenimiento de Recursos. Se probó opción de Mantenimiento de Perfiles	Se detectó que hacían falta los campos de Usuario y la clave	No se consideró seguridad en esta parte.	Estos campos fueron adicionados en cada una de las opciones de administración crea, modificar y consultar
<b>26/10/2006</b>	17: 00	15 Minutos	Mantenimiento de Servidor. Se verificó la existencia de la opción	No estaba instalada	No se incluyó	Inicialmente no estaba instalada se instaló y quedó lista, faltaba en el menú.
<b>26/10/2006</b>	17: 15	15 Minutos	Creación de Usuarios	Se verificó y se constató que hacía falta ampliar el campo del curso	Longitudes pequeñas asignadas.	Se amplió el campo en la base de datos y en los formularios
<b>26/10/2006</b>	17: 30	15 Minutos	Modificación de Usuarios	Se verificó que funciona bien		
	17: 45	15 Minutos	Consulta de Usuarios	Se verificó que funciona bien		
<b>28/10/2006</b>	13:	15	Creación de	Se verificó que		

	00	Minutos	Password	funciona bien		
<b>28/10/2006</b>	13:15	15 Minutos	Reactivación de Usuarios	Se verificó que funciona bien		
<b>28/10/2006</b>	13:15	15 Minutos	Eliminación de Usuarios	Se verificó que funciona bien		
<b>28/10/2006</b>	13:30	15 Minutos	Consultar	Se verificó que funciona bien		
<b>28/10/2006</b>	13:45	15 Minutos	Imprimir	Se verificó que funciona bien		
<b>28/10/2006</b>	14:00	15 Minutos	Reservas Creación	Inicialmente se presentaron algunos problemas en mostrar las celdas ocupadas.	Programación	Se verificó en la función de mostrar las celdas que se mostrara cuando estén ocupadas.
<b>28/10/2006</b>	14:00	15 Minutos	Reservas Cancaleción	Se verificó que funciona bien		
<b>28/10/2006</b>	14:00	15 Minutos	Reservas Cancelación por fechas	Se verificó que funciona bien		
<b>28/10/2006</b>	14:00	15 Minutos	Reservas Cancelación por estudiante	Se verificó que funciona bien		
<b>28/10/2006</b>	14:00	15 Minutos	Reservas Cancelación Reserva	Se verificó que funciona bien		
<b>28/10/2006</b>	14:30	15 Minutos	Estadística. Se revisaron las dos consultas de Reserva y Practicas	Están funcionando correctamente.		



#### Análisis de Resultado de las Pruebas iniciales.

Durante la etapa de las pruebas iniciales se concluyó que estas sirvieron como un filtro para activar o darle a las opciones de la aplicación. Si el elemento que se estaba probando como formulario, scripts, base de datos, no cumplía con el requisito de funcionamiento entonces no se subía al menú; de lo contrario si se hace. Esto garantiza que una vez que el usuario final las quiera utilizar no se presente un error de ejecución.

Para realizar la prueba inicial se diseñó un plan de prueba elaborando una lista de chequeo donde aparecen cada uno de los scripts o formularios que se querían probar. De esta lista se escogía un orden y se ejecutaba tanto en el servidor local ( <http://localhost> ) como en la dirección válida en Internet ( <http://200.106.130.247> ) .

Durante esta etapa de prueba inicial los errores que se presentaron básicamente fueron cambio en algún campo en un campo de la base de datos, por tamaño , por presentación , por mejora en el rendimiento.

### **4.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

En este proyecto se diseñó, desarrolló e implementó la operación remota de un laboratorio a través de Internet, se identificaron los requerimientos de este tipo de sistemas, las diferentes formas como se puede establecer la teleoperación acorde con las tecnologías existentes actualmente. Se diseñó un modelo para un sistema administrativo y de gestión para los laboratorios teleoperados, el cual se desarrolló dando como resultado un software administrativo para utilizarse en una Intranet o en Internet.

Se determinaron los aspectos de seguridad, infraestructura física y lógica a tener en cuenta para la implementación de un laboratorio de circuitos digitales teleoperado a través de Internet.

Lo anterior, se validó implementando la teleoperación en el laboratorio de Técnicas Digitales en la Universidad Tecnológica de Bolívar. De tal forma, que se puede acceder a los recursos del laboratorio, específicamente, los dispositivos denominados FPGA, en forma remota a través de Internet, para lo cual se implementó el sistema de teleoperación a través de una VPN y se diseño, desarrollo e instaló el software, el cual consiste en un sistema administrativo y de gestión del laboratorio teleoperado, que controla la asignación de turnos, horarios y acceso a los dispositivos para usuarios remotos.

Con base en los resultados obtenidos en el experimento para la validación de la implementación de la red virtual para la teleoperación del laboratorio de Técnicas Digitales a través de Internet, se pueden realizar las siguientes afirmaciones:

La red virtual privada permite la conexión segura a través de Internet a los recursos del laboratorio.

La conectividad a la VPN tiene que cumplir los siguientes requisitos:

- Servidor VPN activo, con conexión a Internet mediante IP pública asignada en forma estática.
- El equipo remoto debe estar conectado a Internet con IP pública.

El software de Administración y Utilización del Sistema de Teleoperación (SAUST), permite operar y administrar el Sistema en forma eficiente y eficaz, permitiendo un control estricto del acceso al sistema, la asignación de turnos, horarios y ejecución de prácticas, al igual que provee una herramienta administrativa para la gestión de usuarios, recursos, grupos, cursos, reservas y prácticas.

#### 4.4 IMPACTO POTENCIAL

La implementación de un laboratorio teleoperado plantea una mejor utilización de los recursos. Con la implementación de los resultados de esta investigación se espera que el laboratorio teleoperado de la Universidad Tecnológica de Bolívar contribuya a la excelencia académica, que repercuta en la metodología aplicada por profesores y estudiantes en los procesos de enseñanza–aprendizaje de las ciencias básicas, que utilizan el laboratorio de Técnicas Digitales como herramienta práctica para la asimilación del conocimiento teórico.

El gran impacto del proyecto se resume en dos grandes aspectos:

- i. A partir de este resultado de la investigación, la disponibilidad del servicio de prácticas del Laboratorio de Técnicas Digitales se incrementa de máximo 160 horas mensuales existentes para todos los usuarios, a 720 horas mensuales completas, para ese mismo grupo de usuarios, considerando que el acceso al Laboratorio con la nueva característica “De Acceso Remoto”, tendrá una disponibilidad de 24 horas diarias, los treinta días del mes. Con lo cual es posible afirmar que se presenta un incremento de más de un 450% en la disponibilidad del servicio, que es lo mismo que decir que la cobertura del servicio es 4.5 veces mayor a la existente.
- ii. Reducción de la cantidad de IP públicas utilizadas para el laboratorio de 6 que actualmente están disponibles, una por cada equipo, a la utilización de una sola para el acceso a todas las estaciones a través de un servidor central.

La implementación de la teleoperación en el laboratorio de Técnicas Digitales, utilizando el sistema de teleoperación y adecuando los parámetros del software administrativo puede ser replicada en otros laboratorios de la Institución Universitaria.

Debido a la posibilidad de acceso desde cualquier lugar, independiente de la ubicación, con un sistema de autenticación de usuarios como el que se diseñó, la Universidad está en capacidad de prestar servicios a terceros. De esta forma se puede

brindar la oportunidad a diferentes instituciones educativas de utilizar recursos de hardware que no posean en sus laboratorios de circuitos digitales, además, es un servicio que se puede extender a la industria, de tal forma que sus desarrollos puedan ser probados en el Laboratorio de la Universidad. Lo anterior genera una nueva forma de ingreso económico, diferente al que ofrecen las matriculas de sus estudiantes.

Igualmente esta investigación es un marco de referencia para las universidades e instituciones que tenga la intención de utilizar sus laboratorios en forma remota. De esta forma la investigación propende por la utilización de las nuevas tecnologías como lo recomienda el Gobierno Nacional a través de sus ministerios de Educación y Comunicación, quienes a través de diferentes programas impulsan el desarrollo basado en las tecnologías de punta y las telecomunicaciones.

## 5. CONCLUSIONES

El trabajo teórico-práctico realizado y las evidencias empíricas obtenidas por diferentes vías en esta investigación, han permitido llegar a las siguientes conclusiones generales teniendo en cuenta el marco teórico, el estado del arte, el problema identificado, cumpliéndose los objetivos planteados que guiaron el curso de la investigación:

1. La necesidad de llevar a la práctica todo el fundamento teórico a través del uso de los laboratorios, genera en las instituciones educativas problemas al administrar los recursos de sus laboratorios, una alternativa de solución lo plantea esta investigación a través de la implementación de laboratorios teleoperados, con dicha implementación en la Universidad Tecnológica de Bolívar la tasa de posibilidades de acceso al Laboratorio Teleoperado de Técnicas Digitales se aumento en un 300%, debido a que ahora tiene una disponibilidad de 24 horas diarias, los treinta días del mes, la cobertura se amplio a 3,5 veces más a la que existía antes de la implementación de la teleoperación.
2. La teleoperación de un laboratorio a través de Internet requiere de una infraestructura básica que no implica una mayor inversión en contraprestación de los beneficios obtenidos. Se requiere un laboratorio que tenga sus recursos con características de acceso remoto, actualmente los nuevos recursos de hardware y software brindan esta característica, generalmente utilizando direcciones IP reales para ser accedidos por medio de un computador o directamente, a través de una red con protocolo TCP/IP, como Internet.
3. Teniendo un laboratorio con sus recursos conectados a una red local, estos se pueden acceder a través de Internet. La seguridad del sistema con estas condiciones, considera elementos como: autenticación segura,

cifrado de datos, filtración de paquetes y la deshabilitación del enrutamiento de tráfico desde los clientes de acceso remoto.

4. El acceso a estos recursos a través de Internet se puede realizar por medio de distintos modelos de teleoperación que ofrecen las diferentes plataformas de conexión existentes, la investigación basó sus estudios en dos modelos: Modelo de teleoperación a través de VPN y el Modelo de teleoperación a través de NAPT. Después de analizar las características y capacidades de servicio que ofrecía cada uno, se eligió el correspondiente a la implementación con VPN, como una solución adecuada a los recursos de hardware, software y conectividad del Laboratorio Teleoperado de Técnicas Digitales de la Universidad Tecnológica de Bolívar. Se descartó el Modelo a través de NAPT teniendo en cuenta que requería que la conexión se realizara a nivel del recurso a teleoperar hacia el usuario remoto, y lo que pretende la solución de esta propuesta es exactamente lo contrario. Otro inconveniente que presenta el modelo descartado es la necesidad de más de una dirección IP pública, la del enrutador NAPT y la del servidor WEB.
5. Por medio de la implementación del modelo de teleoperación a través de VPN se logró solucionar uno de los problemas más comunes al implementar accesos remotos a través de Internet, como es el uso de las IP reales. Con este modelo se utiliza una sola IP pública para darle acceso a todos los recursos del Laboratorio, antes de aplicar esta solución era necesario una IP pública por cada recurso del Laboratorio.
6. Además de elegir la plataforma de conectividad adecuada, es necesario realizar una interfaz del sistema de teleoperaciones que permita al usuario enviar información al sistema y recibir información del mismo en forma automática, teniendo en cuenta el funcionamiento del software que soporta al dispositivo con el que se va a interactuar. En el caso de la implementación de la teleoperación del Laboratorio de Técnicas Digitales (LabTO) de la Universidad Tecnológica de Bolívar, se realizó dicha interfaz en concordancia con el software Quartus II.

7. La gestión de recursos de los laboratorios de las instituciones educativas constituyen lo fundamental para que estos presten sus servicios en forma eficiente y eficaz, por ello cuando se implementa un laboratorio teleoperado es un requisito indispensable un sistema que gestione sus recursos, permitiendo una administración que sea flexible a los requerimientos de los usuarios y responsables del laboratorio. Durante la investigación se diseñó, desarrolló, implementó y validó un software constituido por dos grandes módulos el correspondiente a la interfaz del sistema de teleoperaciones, mencionado en el numeral anterior, y el módulo administrativo. Este último le permite a los administradores definir los diferentes parámetros del sistema, la gestión de usuarios, recursos y accesos.

La investigación, después de realizar las pruebas de validación al diseño, desarrollo e implementación de la operación remota del laboratorio de Técnicas Digitales de la Universidad Tecnológica de Bolívar, confirmó a la teleoperación, como una excelente alternativa para optimizar la utilización de los laboratorios, redundando en un beneficio para los usuarios al posibilitarse un mayor acceso a los recursos sin limitantes de tiempo, espacio y ubicación.

## 5.1 RECOMENDACIONES

La investigación permitió identificar varios aspectos que pueden desarrollarse para aprovechar las nuevas posibilidades que ofrece la teleoperación de los laboratorios, aunque no están dentro del alcance de la investigación se presentan a continuación como recomendaciones para futuros desarrollos:

1. En el caso de los laboratorios cuyo recursos a teleoperar sean las tarjetas FPGA, es posible crear un software que realice el análisis de la información que va a enviar el usuario a la tarjeta, de tal forma, que

verifique su validez y no represente ningún riesgo para el dispositivo. Al igual que permita la retroalimentación para el usuario de los errores y/o advertencias de su trabajo.

2. Crear una interfaz que permita a los profesores tutores la planeación, acompañamiento, evaluación y retroalimentación de las prácticas que realicen los estudiantes a través del laboratorio teleoperado.
3. Ofrecer un servicio que por medio de una autorización previa o pagó electrónico cualquier usuario pueda bajo normas de seguridad establecidas por la Institución acceder a los servicios del laboratorio teleoperado.
4. Instituir una red que agremie todos los laboratorios según sus características que tienen la disponibilidad de teleoperación, de tal forma que se amplíen las capacidades de cobertura e intercambio de recursos.
5. Colocar a disposición de las redes nacionales e internacionales, como Rumba, Renata, Clara o Giant, el sistema teleoperado bajo las normas de uso que tienen la Institución.



## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Dirección IP:** Es un número que identifica de manera lógica y jerárquicamente a una interfaz de un dispositivo (habitualmente una computadora) dentro de una red que utilice el protocolo IP (Internet Protocol), que corresponde al nivel de red o nivel 3 del modelo de referencia OSI. Dicho número no se ha de confundir con la dirección MAC que es un número físico que es asignado a la tarjeta o dispositivo de red (viene impuesta por el fabricante), mientras que la dirección IP se puede cambiar.

**Enrutador (Router):** Es un dispositivo hardware o software de interconexión de redes de computadoras que opera en la capa tres (nivel de red) del modelo OSI. Este dispositivo interconecta segmentos de red o redes enteras. Hace pasar paquetes de datos entre redes tomando como base la información de la capa de red.

**Hipermedia:** Conjunto de métodos, o procedimiento para escribir, diseñar, o componer contenidos que tengan texto, video, audio, mapas u otros medios, y que además tenga la posibilidad de interactuar con los usuarios.

**NAT (Network Address Translation - Traducción de Dirección de Red):** es un estándar creado por la Internet Engineering Task Force (IETF), el cual utiliza una o más direcciones IP para conectar varios computadores a otra red (normalmente a Internet), los cuales tiene una dirección IP completamente distinta (normalmente una IP no válida de Internet). Por lo tanto, se puede utilizar para dar salida a redes públicas a computadores que se encuentran con direccionamiento privado o para proteger máquinas públicas.

**Red Virtual:** Es la tecnología que permite separar la visión lógica de la red de su estructura física mediante el soporte de comunidades de intereses, con definición lógica, para la colaboración en sistemas informáticos de redes.

**TCP/IP:** El Protocolo de control de transmisión/Protocolo Internet (TCP/IP) es un conjunto de Protocolos aceptados por la industria que permiten la comunicación en un entorno heterogéneo (formado por elementos diferentes). Además, TCP/IP proporciona un protocolo de red encaminable y permite acceder a Internet y a sus recursos.

**Teleoperación:** Conjunto de tecnologías que comprenden la operación o gobierno a distancia de un dispositivo por un ser humano. Por tanto, teleoperar es la acción que realiza un ser humano de operar o gobernar a distancia un dispositivo; mientras que un sistema de teleoperación será aquel que permita teleoperar un dispositivo, que se denominará dispositivo teleoperado.

**Telepresencia:** Situación o circunstancia que se da cuando un ser humano tiene la sensación de encontrarse físicamente en el lugar remoto. La telepresencia se consigue realimentando coherentemente al ser humano suficiente cantidad de información sobre el entorno remoto.

**Redes MAN:** Redes de área metropolitana (metropolitan área Network). Las MANs se encuentran entre las LAN y WANs, con una cobertura que comprende desde unos kilómetros hasta cientos de kilómetros, y una velocidad de transmisión de unos cuantos Kbps a Gbps, sirve como el backbond que interconecta a varias LANs distribuidas o puede proveer acceso a la red metropolitana o a una red pública de cobertura amplia.

**Redes WAN:** Redes de área amplia (Wide área Network). Las primeras redes instaladas emplearon medios de transmisión públicos que permitieron a los sistemas de cómputo comunicarse a través de grandes distancias. Las redes que comunican a un amplio grupo de usuarios separados geográficamente son identificadas como redes de área amplia (WAN).

**Telepresencia:** situación o circunstancia que se da cuando un ser humano tiene la sensación de encontrarse físicamente en el lugar remoto. La telepresencia se consigue realimentando coherentemente al ser humano suficiente cantidad de información sobre el entorno remoto.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Altera Corp. Data Book. 1998
- [2] BRADY, K. y TARN, T. J. *Internet-based Remote Teleoperation*. Proc. IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation. 1998
- [3] BROWN, S. y ROSE, J. *Architecture of FPGAs and CPLDs: A Tutorial*. 1997.
- [4] COLE, Eric. *Network Security Bible*. Editorial John Wiley & Sons. 2005.
- [5] CONWAY, Richard. *Code Hacking : A Developer's Guide to Network Security*, Editorial Charles River Media. 2004.
- [6] DAS, Rajarsh. *Enabling IP Routing with Cisco Routers*. Editorial Charles River Media. 2004.
- [7] DOUGLAS E. Comer. *Redes Globales de Información con Internet y TCP/IP*. Prentice Hall, 1996. 621 P.
- [8] EYRICH, M.; SCHLAGER, M.; WOLISZ, A. *Using the Remote Socket Architecture as NAT Replacement*. Personal Mobile Communications Conference, 2003. 5th European (Conf. Publ. No. 492). 22-25 Abril 2003. Página(s):312 – 317.
- [9] GOLDBERG, K.; MASCHA, M.; GENTNER, S.; ROTHENBERG, N.; SUTTER, C.; WIEGLEY, J. *Desktop Teleoperation Via The World Wide Web*.(1995). Proc. IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation .
- [10] GUPTA, Meeta. *Building a Virtual Private Network*. Editorial Course PTR. 2002 .

[11] HARIK, L. y KAYSSI, A. *FPGA-based Load Balancer for Internet Servers*. Microelectronics, The 14th International Conference on 2002 – ICM. 11-13 Dic. 2002  
Página(s):190 – 193.

[12] HELD, Gilbert. *ABCs of IP Addressing*. Editorial: Auerbach Publishers. 2001

[13] HELD, Gilbert. *Virtual Private Networking : A Construction, Operation and Utilization Guide*. Editorial John Wiley & Sons. 2005.

[14] HOLZMANN, Gerald J. *Design and Validation of Computer Protocols*. New Jersey. Prentice Hall, 1991. 536 P.

[15] KOCHER, J.E. y GILLIAM, D.P. *Self Port Scanning Tool: Providing a more secure computing environment through the use of proactive port scanning. Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprise*, 2005. 14th IEEE International Workshops on. 2005.

[16] Microsoft. *Implementación de VPN de acceso remoto basadas en PPTP*  
<http://www.microsoft.com/technet/prodtechnol/windowsserver2003/es/library/ServerHelp/c257e16c-0da2-410d-a0e1-192b006ca683.msp?mfr=true>. Consultado: Agosto 2006

[17] MEINSTER, Barry. *CCNP Remote Access Exam Prep*. Editorial Coriolis Group. 2000.

[18] MOHAMED, E.E.; Abdel-Wahab, H.; Salama, I. *Multicast Address Management in the Internet: A study of the port blocking problem*. Computer Systems and Applications, 2005. The 3rd ACS/IEEE International Conference on. 2005.

[19] NUÑO ORTEGA, Emmanuel. BASAÑEZ VILLALUENGA Luis. *Teleoperación: técnicas, aplicaciones, entorno sensorial y teleoperación inteligente*. 2004 Consultado :Julio 2006 <http://bibliotecnica.upc.es/reports/ioc/IOC-DT-P-2004-05.pdf>.

[20] PREETHAM, V. *Internet Security and Firewalls*. Editorial Course Technology. 2002.

[21] SÁNCHEZ MORENO, Francisco y PLATERO DUEÑAS, Carlos. *Proyecto CICLOPE Realización de Experimentos a través de Internet con escenarios físicos remotos.*

[http://laurel.datsi.fi.upm.es/~fsanchez/papers/2001\\_Ciclope\\_EIWISA.pdf](http://laurel.datsi.fi.upm.es/~fsanchez/papers/2001_Ciclope_EIWISA.pdf) Consultado : Julio 2006

[22] SÁNCHEZ, José; DORMIDO, Sebastián; F., Morilla. *Laboratorios Virtuales y Remotos para la Práctica a Distancia de la Automática.* Departamento de Informática y Automática, UNED. Instituto Cervantes (España). 2000-2001.

[http://cvc.cervantes.es/obref/formacion\\_virtual/campus\\_virtual/sanchez.htm](http://cvc.cervantes.es/obref/formacion_virtual/campus_virtual/sanchez.htm) Consultado : Mayo 2006.

[23] SATYANARAYANAN, O.T.; Shankar, J.S. Management of NAT-based Private Networks. *Integrated Network Management.* 2005. 9th IFIP/IEEE International Symposium on. 15-19 May 2005. Página(s):573 – 586.

[24] SHELDON, Tom. *Guia Lan Time the Interoperabilidad.* España: Macgraw Hill, 1992.

[25] SMITH, M. y HUNT, R. *Network security using NAT and NAPT.* 10th IEEE International Conference on. 27-30 Ag. 2002 Página(s) 355 – 360.

[26] SLATTERY, Terry. *Advanced IP Routing in Cisco Networks.* Editorial McGraw-Hill Professional Book Group. 2000.

[27] SONNENREICH, Wes. *Network Security Illustrated.* Editorial McGraw-Hill Professional Publishing. 2003.

[28] STALLINGS, William. *Data and Computer Comunications.* New Jersey. Prentice Hall.

[29] GONZALEZ, Juan. *Proyecto Labobot. Utilización de una FPGA para mover unas minicámaras. Proyecto realizado en la asignatura de doctorado "Codiseño de Sistemas Software/Hardware avanzados",* curso 2001-2002, impartido en la E.T.S de Informática de la UAM. México. 2002

<http://www.learobotics.com/personal/juan/doctorado/labobot/labobot.html>

Consultado : Mayo 2006

[30] Manual de Usuario de placa IIE-PCI.

<http://mondueri.com/iiepci/docs/html/DocPlacaUserGuide.shtml>

Consultado: Mayo 2006

[31] MARIN PRADES, Raúl. *The UJI Online Robot. Sistema que permite controlar un robot vía web*. Universidad Jaume I. España. 2002. . <http://www.tdx.cesca.es/TDX-0710106-114411/> Consultada : Junio 2006

[32] PEREX, Sandra y HOLGUIN, Germa. *Laboratorios de Acceso Remoto. Un Nuevo Concepto en los Procesos de Enseñanza – Aprendizaje*. Artículo de internet

[http://digital.ni.com/worldwide/latam.nsf/87e62f4c89ea9df9862564250075e6e4/f54369a0ec8c0b4486256b5f006565a9/\\$FILE/LabRemoto.PDF](http://digital.ni.com/worldwide/latam.nsf/87e62f4c89ea9df9862564250075e6e4/f54369a0ec8c0b4486256b5f006565a9/$FILE/LabRemoto.PDF) Accedido en Junio 2006

[33] Portal Altera Corporation. *Empresa dedicada a la creación y distribución de dispositivos para el diseño de circuitos a través de software, ofrece FPGA y software como el Quartus*. California-USA. <http://www.altera.com>. consultado: Mayo 2006.

[34] Portal de los maestros de América Latina. [www.eleducador.com](http://www.eleducador.com) . Consultado: Junio 2006

[35] TILLER, James S. *Technical Guide to IPsec Virtual Private Networks*. Editorial Auerbach Publishers. 2000.

[36] VICINO, Antonio. *The Automatic Control Telelab: A User-Friendly Interface for Distance Learning*. Publicación IEEE

[37] VICENT M. Rodrigo. *Modelo de referencia de un laboratorio virtual*.

[http://w3.iec.csic.es/ursi/articulos\\_villaviciosaodon\\_2001/articulos/147.pdf](http://w3.iec.csic.es/ursi/articulos_villaviciosaodon_2001/articulos/147.pdf).

Consultado: Julio 2006

[38] YUAN, Jianying; ZHOU, Jiantao; WENJIANG, Pei; TAIJUN, Wang. *An application of network address translation on gateway*. Neural Networks and Signal Processing, 2003. Proceedings of the 2003 International Conference on. Volumen 2, 14-17 Dic. 2003 Pagina(s):1658 - 1661 Vol.2.

## **ANEXO A. MANUAL DE CONFIGURACIÓN DEL *ROUTING AND REMOTE ACCESS SERVER (RRAS)***

### **ANOTACIÓN**

El presente anexo es una adaptación del documento “*Step-by-Step Guide for Setting Up VPN-based Remote Access in a Test Lab*” tomado de la dirección electrónica: <http://www.microsoft.com/downloads/thankyou.aspx?familyId=7e480471-4480-4175-962c-4d3c27e8c7d2&displayLang=en&oRef=>

### **REQUISITOS DE INSTALACIÓN**

- Servidor con *Windows 2003 Server SP1*.
- Interfaz de Red Lan con dirección 172.16.6.x, mascara de subred 255.255.255.0
- Interfaz de Red Wan con dirección Pública, mascara de subred 255.255.255.0

### **RECOMENDACIONES**

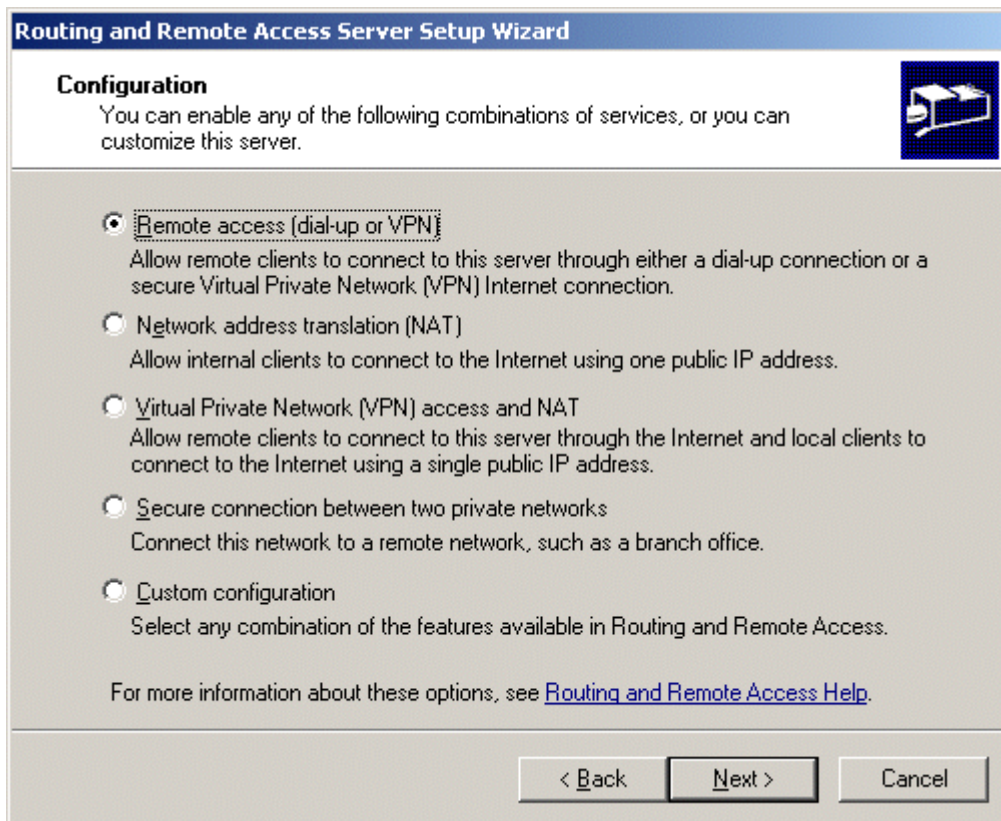
No deben estar habilitado ni ejecutándose el servicio *Windows Firewall/Internet Connection Sharing (ICS)*.

### **► CONFIGURACIÓN DEL *ROUTING AND REMOTE ACCESS***



Siga los pasos siguientes:

6. Ejecute *Routing and Remote Access* desde *Administrative Tools* folder.
7. En panel izquierdo de la ventana del *Routing and Remote Access* haga click con el botón derecho del *Mouse* sobre el icono que representa el servidor y luego clic sobre la opción *Configure and Enable Routing and Remote Access*.
8. En la ventana *Welcome to the Routing and Remote Access Server de la página Setup Wizard*, haga clic en el botón *Next*.
9. En la ventana *Configuration*, está seleccionado por defecto *Remote access (dial-up or VPN)*. Como se muestra en la siguiente figura:



10. Clic *Next*. En la ventana *Remote Access*, seleccione *VPN*. Esto se muestra en la siguiente figura.

**Routing and Remote Access Server Setup Wizard**

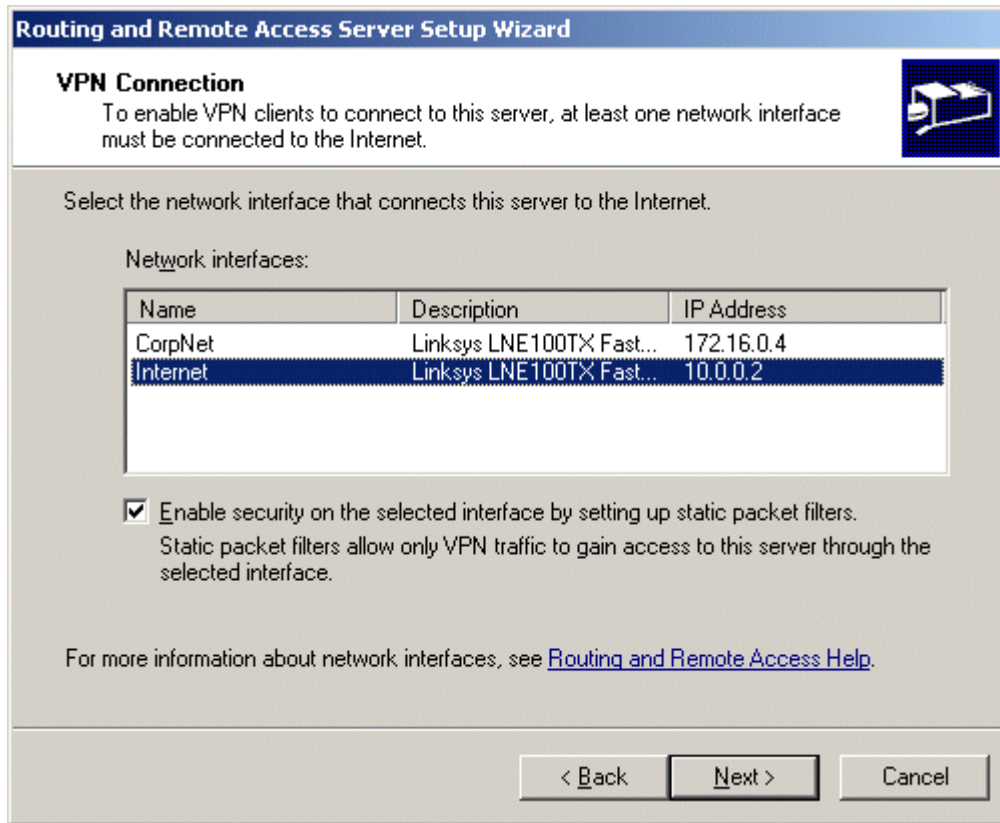
**Remote Access**  
You can set up this server to receive both dial-up and VPN connections.

**VPN**  
A VPN server (also called a VPN gateway) can receive connections from remote clients through the Internet.

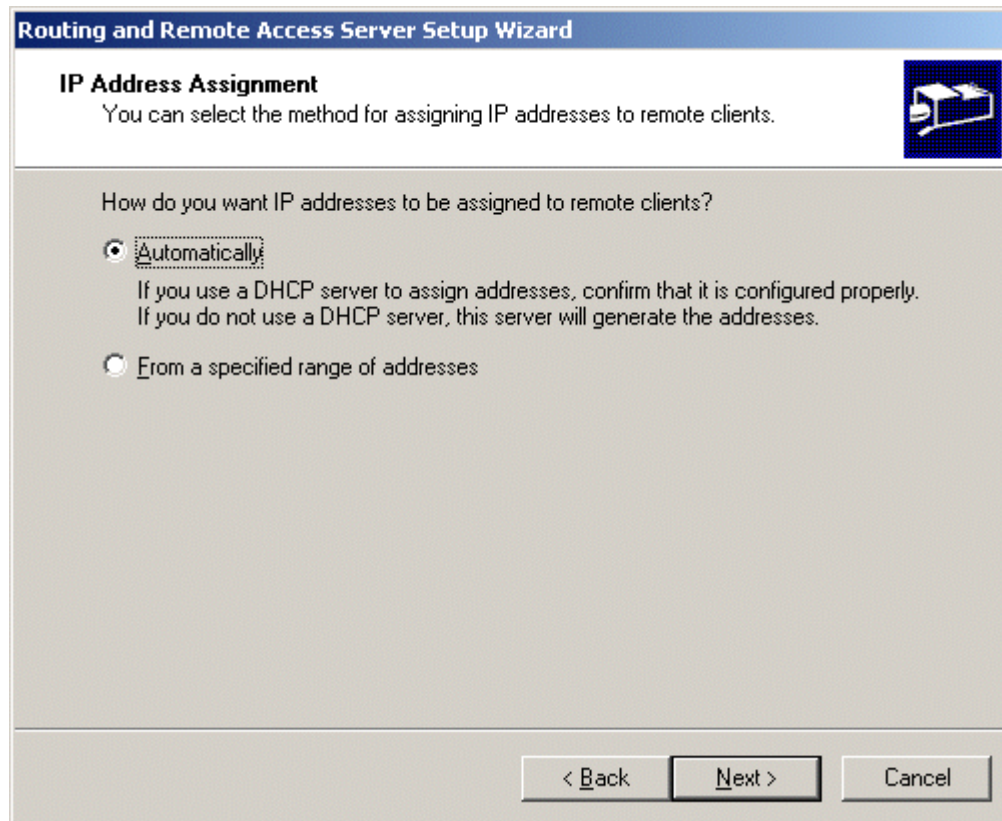
**Dial-up**  
A dial-up remote access server can receive connections directly from remote clients through dial-up media, such as a modem.

< Back   Next >   Cancel

6. Clic *Next*. En la ventana *VPN Connection*, Seleccione la interface de red que conecta el servidor a la Internet, que para el caso es Internet. Esto se muestra en la siguiente figura.

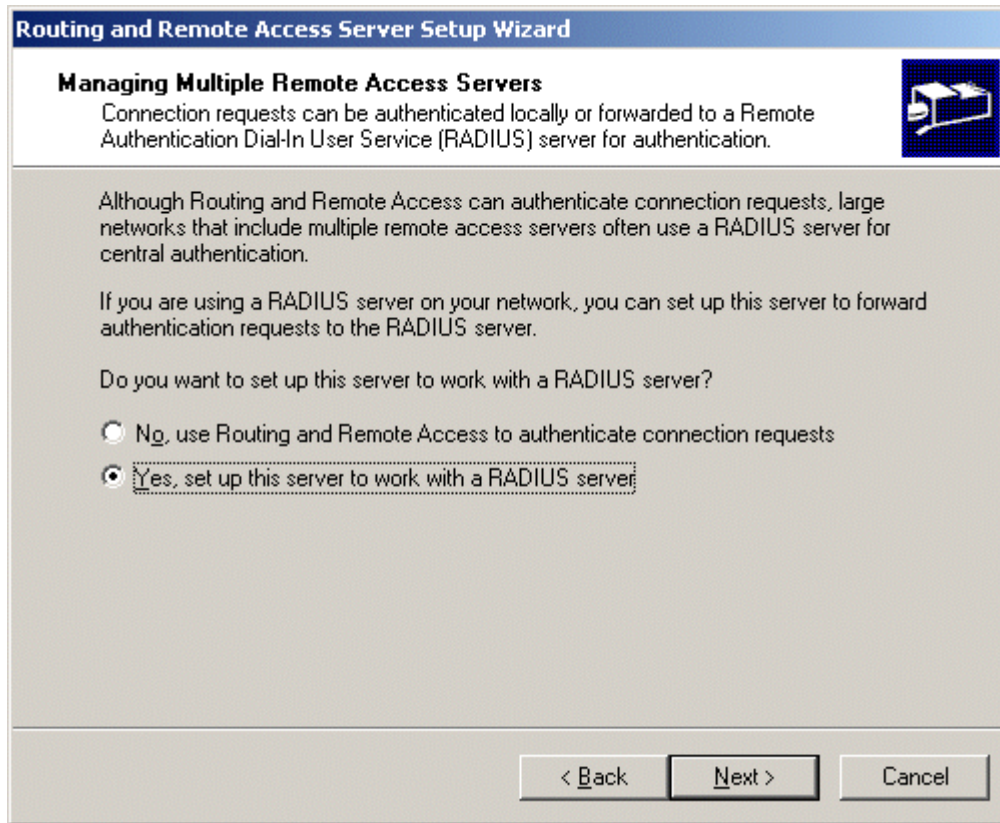


7. Clic *Next*. En la ventana *IP Address Assignment*, está seleccionado por defecto *Automatically*. Esto se muestra en la siguiente figura.

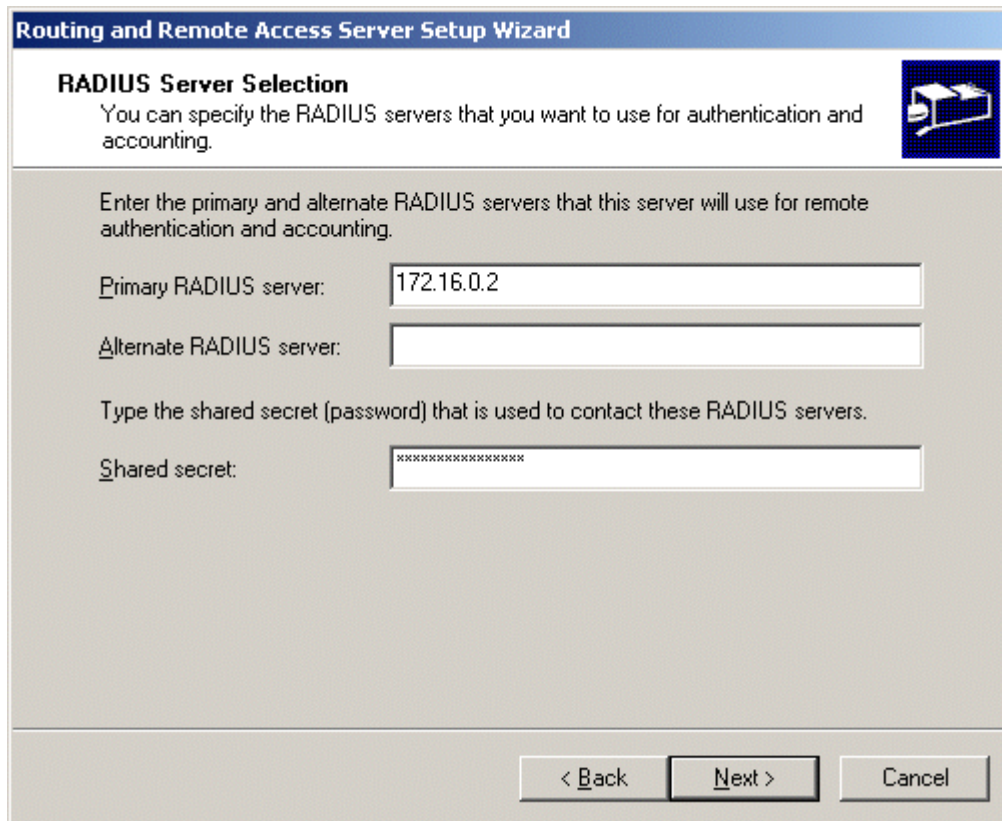




8. Clic *Next*. En la ventana *Managing Multiple Remote Access Servers*, clic en *Yes, set up this server to work with a RADIUS server*. Esto se muestra en la siguiente figura.



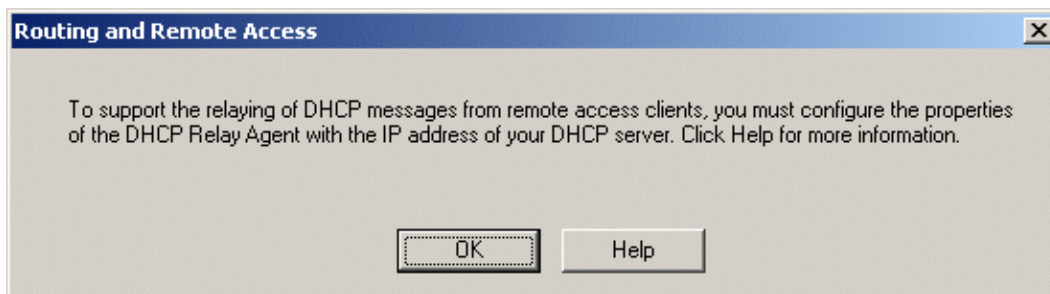
9. Clic *Next*. En la ventana *RADIUS Server Selection*, Digite 172.16.0.2 en *Primary RADIUS server* y el *password* en *Shared secret*. Esto se muestra en la siguiente figura.



The image shows a screenshot of a Windows-style dialog box titled "Routing and Remote Access Server Setup Wizard". The main heading is "RADIUS Server Selection". Below the heading, there is a sub-heading "RADIUS Server Selection" followed by the text "You can specify the RADIUS servers that you want to use for authentication and accounting." To the right of this text is a small icon of a server rack. Below this, there is a paragraph: "Enter the primary and alternate RADIUS servers that this server will use for remote authentication and accounting." There are three input fields: "Primary RADIUS server:" with the value "172.16.0.2", "Alternate RADIUS server:" which is empty, and "Shared secret:" with a masked password "\*\*\*\*\*". At the bottom of the dialog box, there are three buttons: "< Back", "Next >", and "Cancel".

10. Clic *Next*. En la ventana *Completing the Routing and Remote Access Server Setup Wizard*, clic *Finish*.

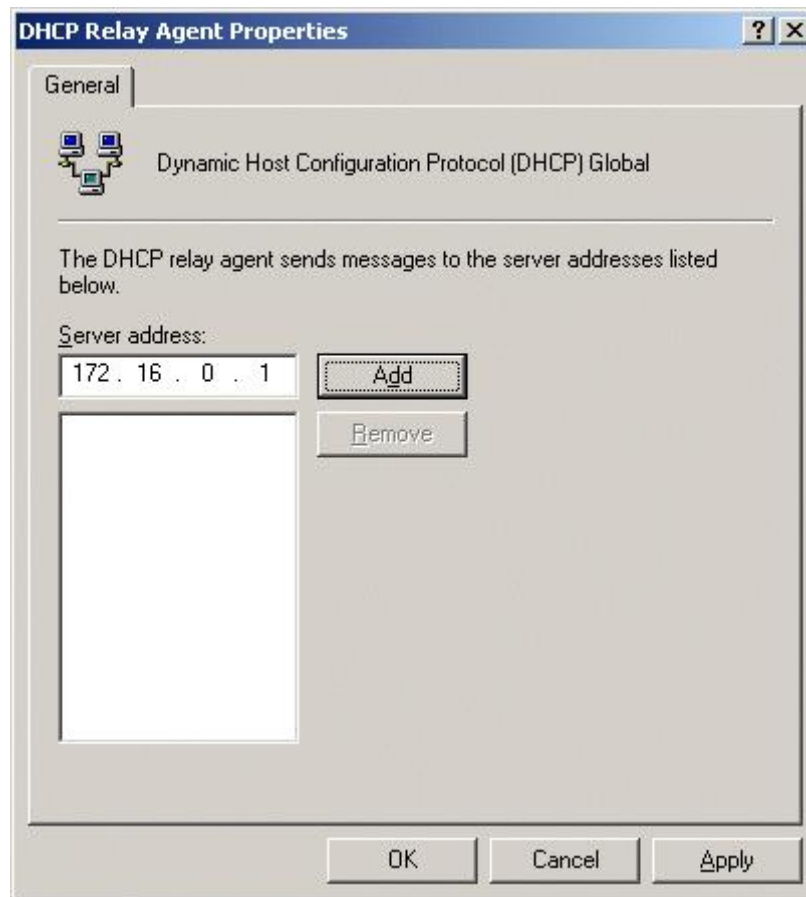
11. A continuación se muestra el mensaje que espera confirmación para la configuración del *DHCP Relay Agent*.



12. Clic *OK*.

13. En la tercera ventana, abra *VPN1 (local)*, luego *IP Routing*, y *DHCP Relay Agent*. Clic derecho sobre *DHCP Relay Agent*, y luego clic en *Properties*.

14. En el cuadro de diálogo *DHCP Relay Agent Properties*, Digite 172.16.0.1 en *Server address*. Esto se muestra en la siguiente figura.



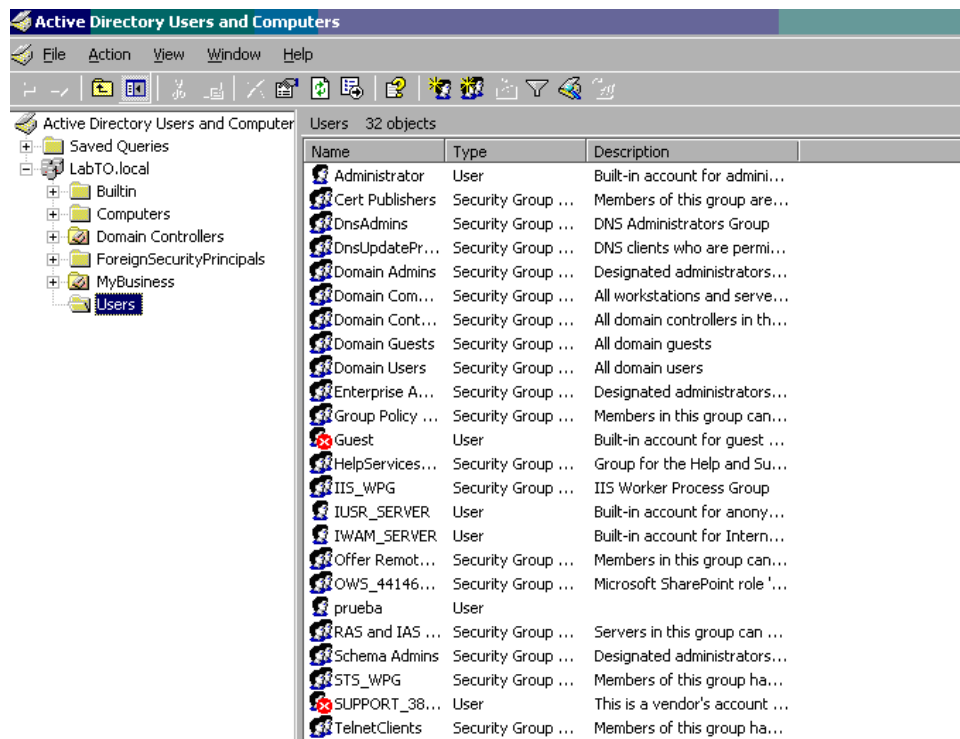
15. Clic *Add*, y luego clic *OK*.



## ANEXO B. MANUAL DE CREACION DE USUARIOS EN EL ACTIVE DIRECTORY SERVICE – WINDOWS SERVER 2003

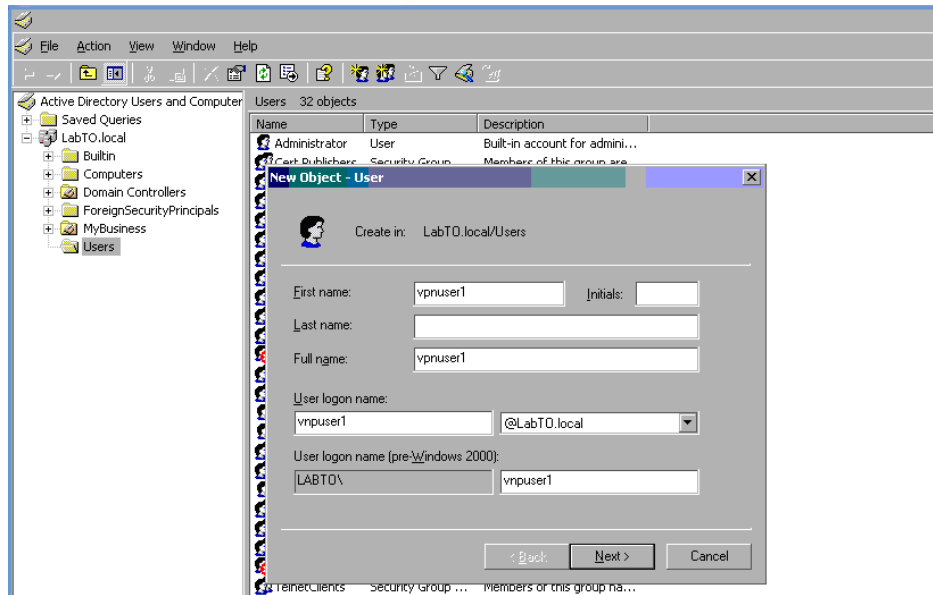
Por cada uno de los usuarios que requieran ser registrados para acceder al sistema, se debe realizar los siguientes pasos:

1. Ingrese haciendo clic en el *botón Start, Administrative Tools, Active Directory Users and Computers*; con lo cual se abre la ventana mostrada a continuación:





3. Se ingresan los datos del usuario tales como *First name*, *Last name*, *User logon name*.

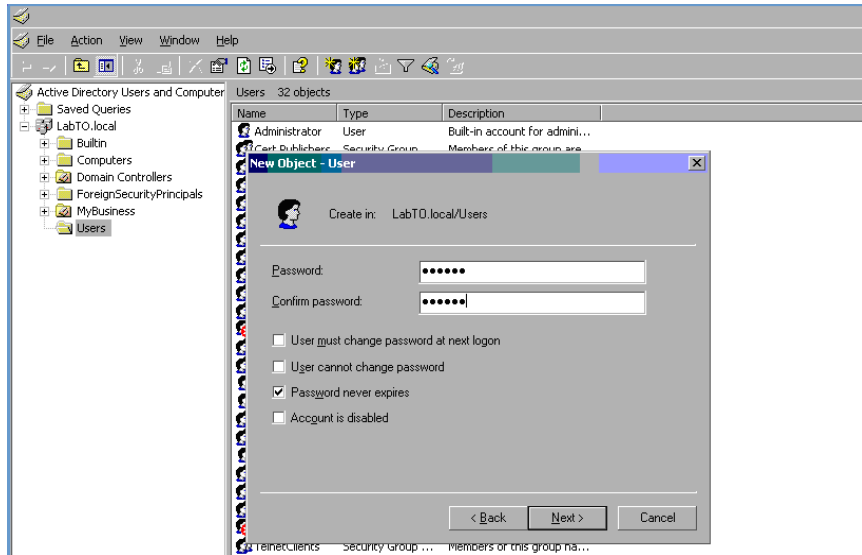


Para el caso del laboratorio de la UTB se deben crear seis usuarios utilizando la siguiente información para cada usuario:

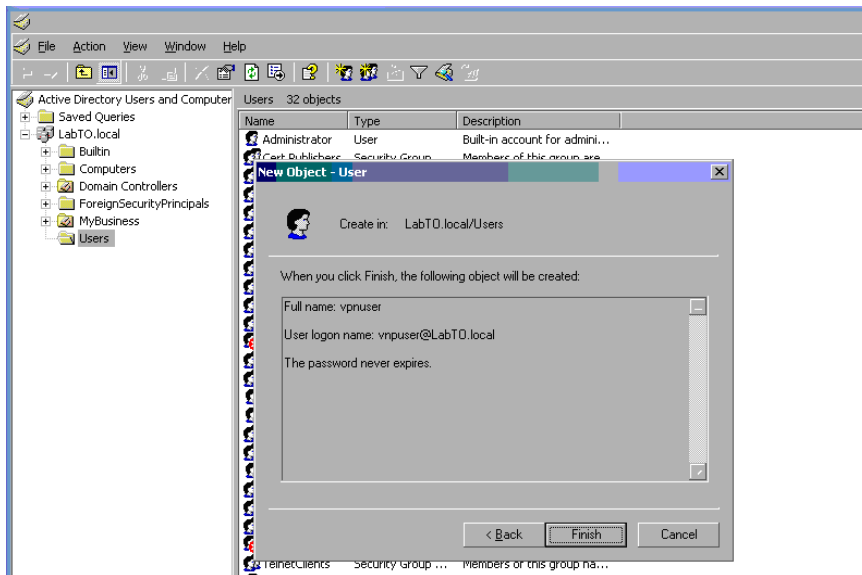
*First name* y *User logon name*, se les asigna *vpnuserx*, donde *x* es un número comprendido entre 1 y 6 y que identifica a cada usuario de la VPN a conectarse.

Se hace clic en *Next*.

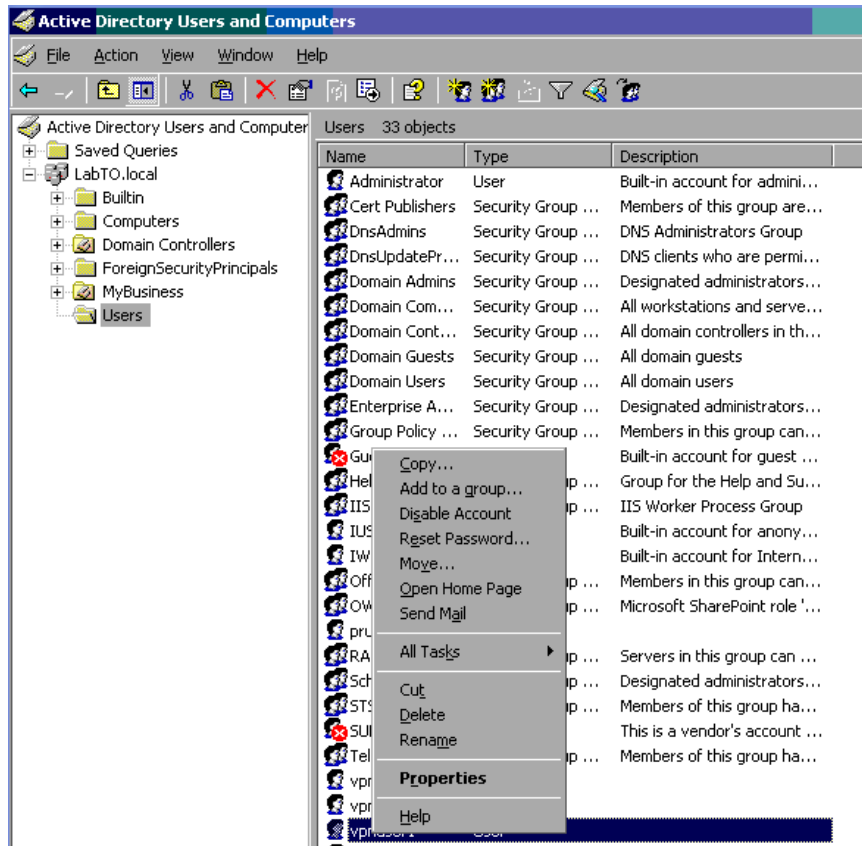
- Ingrese el *password* y confírmelo y luego clic en *Next*.



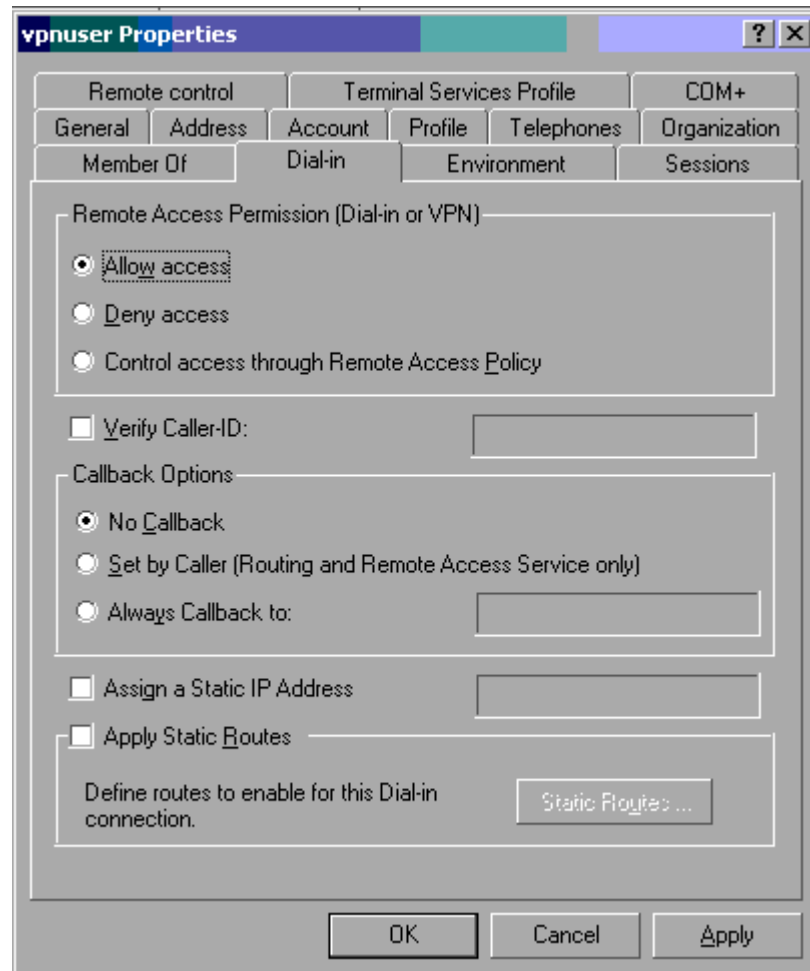
- Clic en *Finish* para terminar la creación del usuario.



- Ubique el usuario creado en el panel derecho y haga con el botón derecho sobre él. En el menú que se presenta haga clic sobre la opción *Properties*.



7. En la ventana, haga clic en la en la ficha *Dial-in*.



En la opción *Remote Acces Permission (Dial-in or VPN)* seleccione *Allow access* y luego clic en *OK*.

Repita los pasos del 2 al 7 para crear los usuarios restante.

## ANEXO C. CREACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LA CONEXIÓN AL SERVIDOR VPN EN EL CLIENTE REMOTO

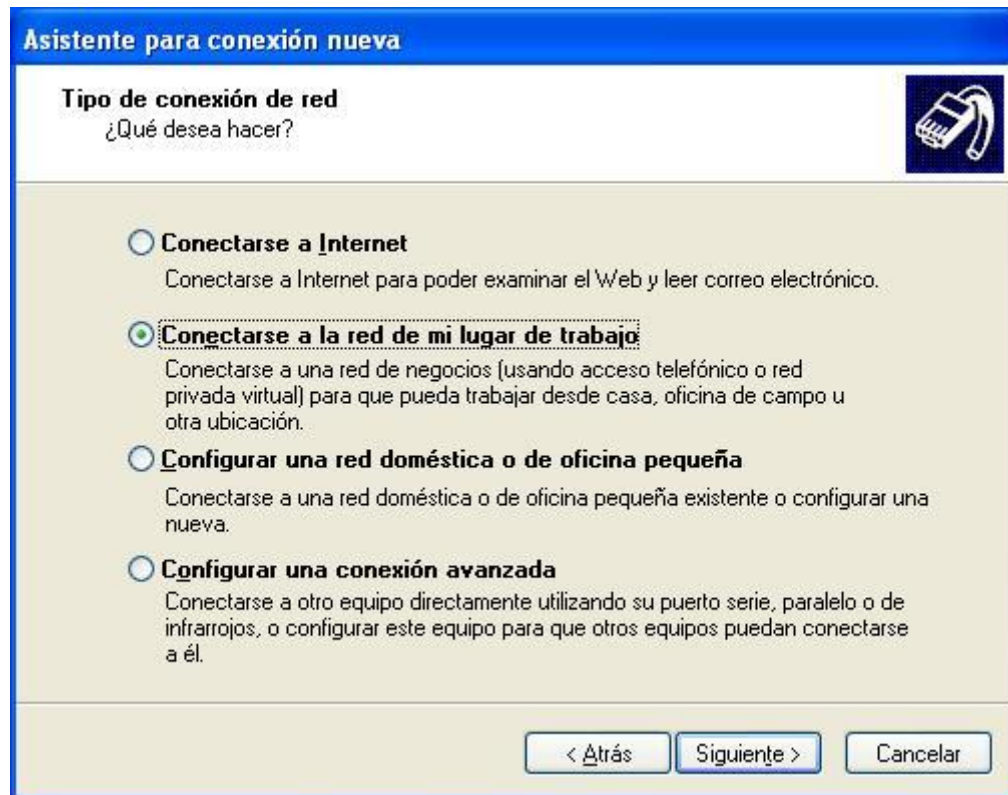
En los pasos siguientes se crea una conexión a la VPN de la UNITECNOLOGICA llamada TELEOPERACION:

1.) Se selecciona el asistente para nueva conexión, accediendo, en su orden, la siguiente ruta de opciones de menú: Inicio, Todos los programas, Accesorios, Comunicaciones, Asistente para conexión nueva. Se muestra la ventana del asistente de conexión nueva:



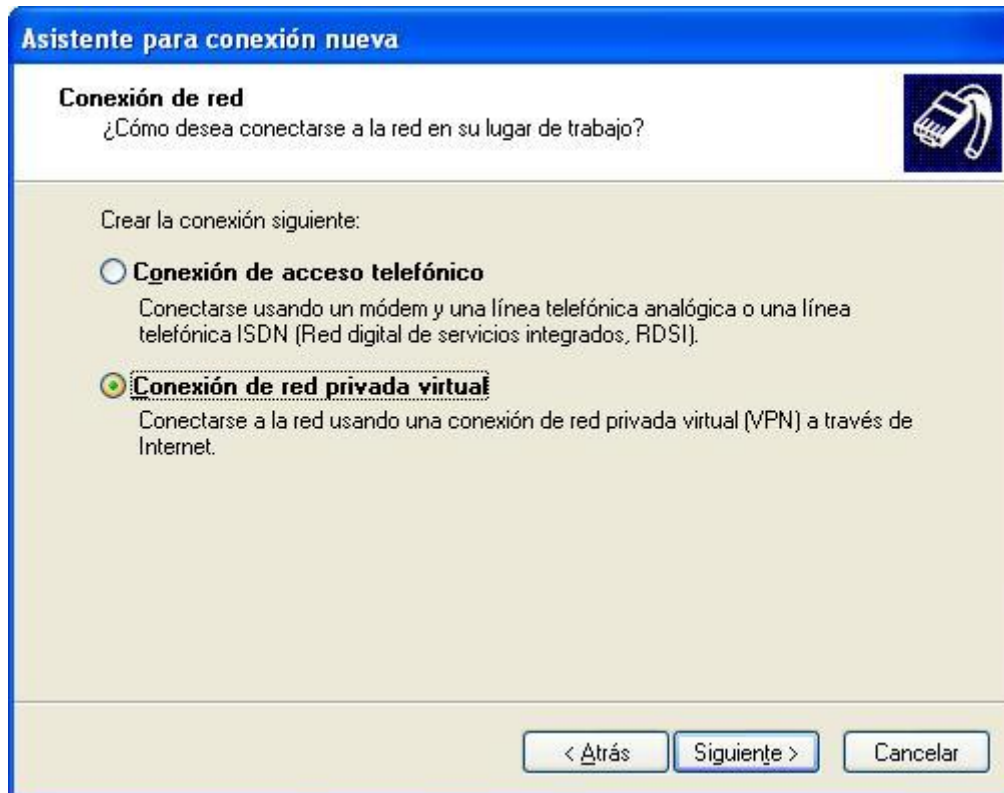
Se hace clic en el botón siguiente.

2.) En Tipo de conexión de red se selecciona la opción Conectarse a la red de mi lugar de trabajo, luego clic en Siguiente.





3.) En Conexión de red se selecciona la opción Conexión de red privada virtual y clic en Siguiente.



4.) En Nombre de conexión se escribe TELEOPERACION y clic en Siguiente.

*¡IMPORTANTE!* NO SE LE DEBE DAR UN NOMBRE DIFERENTE A LA CONEXIÓN.

**Asistente para conexión nueva**

**Nombre de conexión**  
Especifique un nombre para esta conexión a su oficina.

Escriba un nombre para esta conexión en el cuadro siguiente.

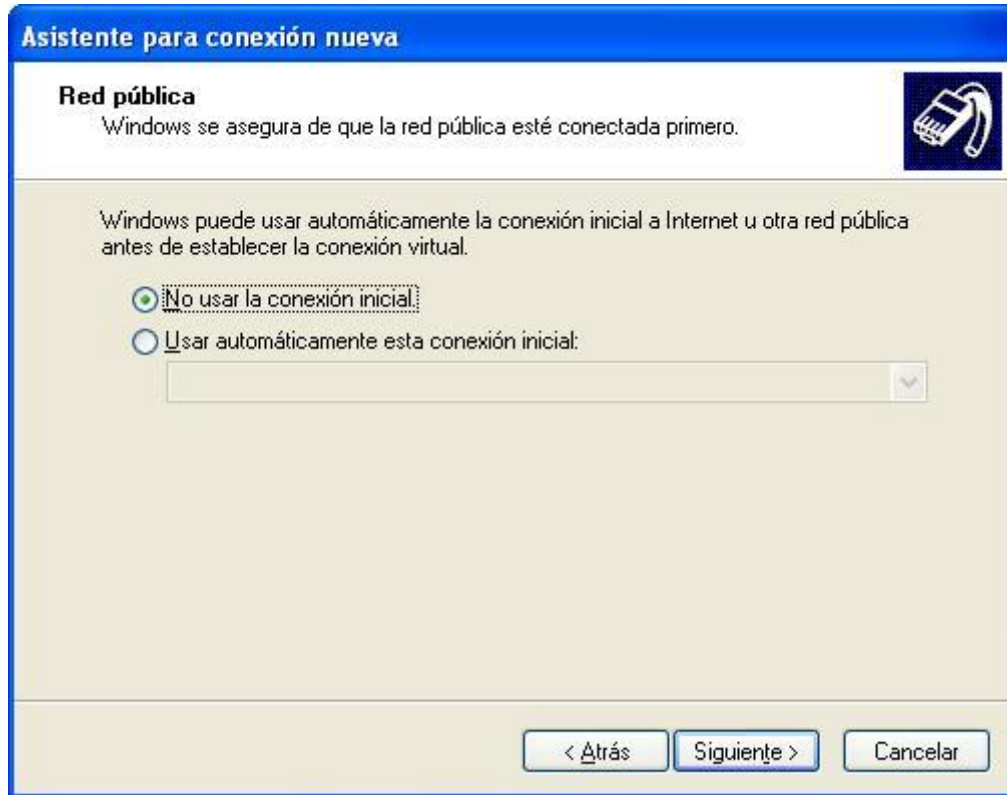
Nombre de la organización

TELEOPERACION

Puede escribir, por ejemplo, el nombre de su oficina o el del servidor al que se conectará.

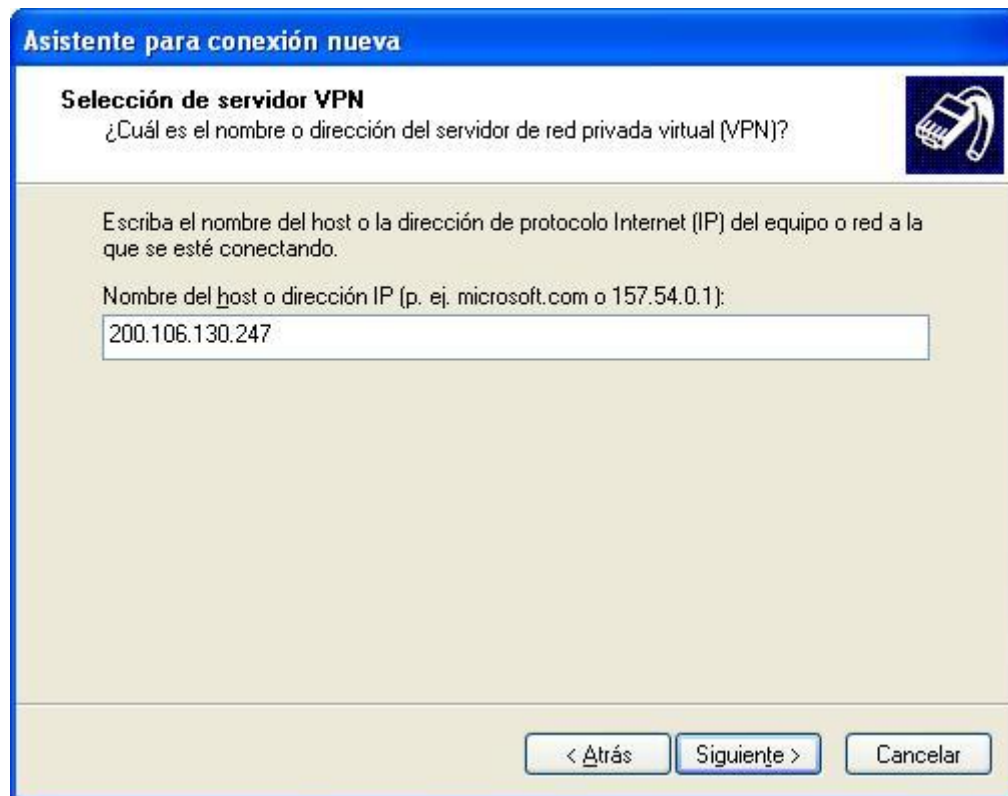
< Atrás    Siguiente >    Cancelar

5.) En *Red pública* se escoge la opción *No usar la conexión inicial* y clic en *Siguiente*.



6.) En *Selección de servidor VPN* se escribe la dirección IP Pública del servidor VPN. Para el caso del laboratorio de la UTB debe ingresarse *200.106.130.247* y clic en *Siguiente*.

**IMPORTANTE!** SE DEBE ESCRIBIR SÓLO ESTA DIRECCION.



**Asistente para conexión nueva**

**Selección de servidor VPN**  
¿Cuál es el nombre o dirección del servidor de red privada virtual (VPN)?

Escriba el nombre del host o la dirección de protocolo Internet (IP) del equipo o red a la que se esté conectando.

Nombre del host o dirección IP (p. ej. microsoft.com o 157.54.0.1):  
200.106.130.247

< Atrás   Siguiente >   Cancelar

7.) Por último, clic en *Finalizar*, de manera que ha sido creada una conexión a la VPN llamada *TELEOPERACION*.



## ANEXO D. MANUAL DE INSTALACION DEL SOFTWARE DE ADMINISTRACION Y UTILIZACION DEL SISTEMA DE TELEOPERACION (SAUST)

### 1. REQUERIMIENTOS

#### 1.1 REQUERIMIENTOS MINIMOS DE HARDWARE

Computador Servidor Pentium IV con:

- 512 MB de memoria RAM
- Disco duro de 40 GB
- Unidad de CD-Rom

#### 1.2 REQUERIMIENTO DE SOFTWARE

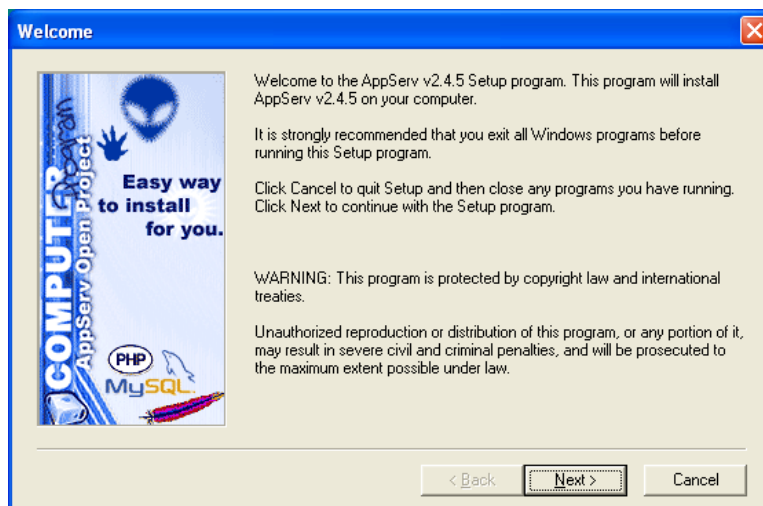
- Sistema Operativo *Windows Server 2003 Enterprise Edition con SP1*.
- *Microsoft Internet Explorer 5.0 o superior*.
- CD-Rom "SOFTWARE DE ADMINISTRACION Y OPERACIÓN DEL SISTEMA DE TELEOPERACION - SUAUST". Este Cd-Rom contiene lo siguiente:
  - a) Software Libre *Appserv Ver. 2.4.5* que integra *Apache Ver 2.0.55 PHP Ver 5.1.1 y MYSQL Ver. 5.0.15 (Carpeta APPSERV)*.
  - b) Páginas del Módulo Operativo (interacción del estudiante con el laboratorio) (Carpeta *LABTO*).

- c) Páginas del Módulo Administrativo (para los usuarios ADMINISTRADOR y PROFESOR) en la Carpeta *TELE*.
- d) Páginas del recurso remoto en la carpeta *REMOTO*.

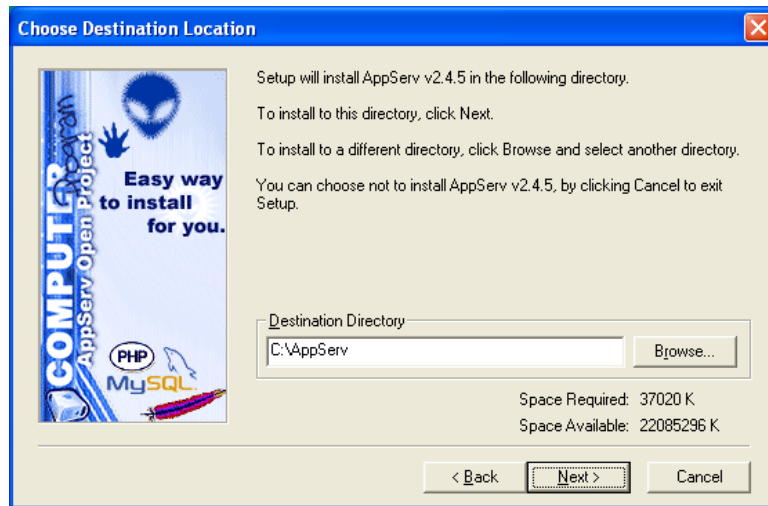
## 2. INSTALACION DEL SERVIDOR WEB APACHE, EL MANEJADOR DE BASE DE DATOS *MYSQL* Y *PHP*

Antes de Iniciar el proceso de Instalación es necesario verificar que el servicio de *Internet Information Server* (IIS) no esté instalado. De no ser así detenga el servicio y deshabilítelo. Realice:

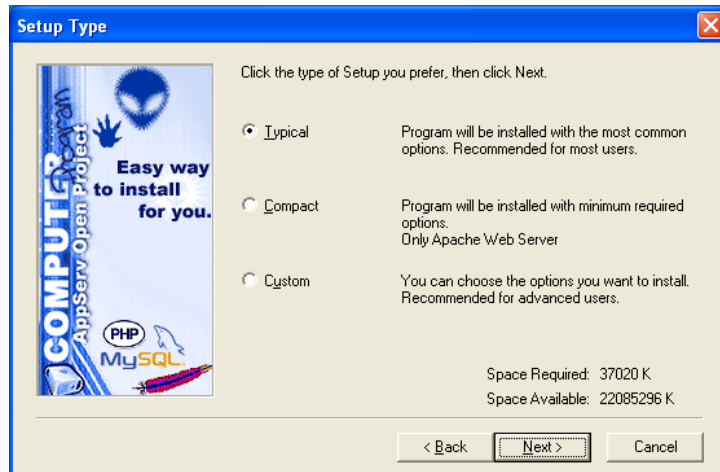
1. Haga clic en *Start – run*. En el cuadro de Texto escriba la siguiente ruta:  
*x:\appserv\ appserv-win32-2.4.5.exe* (donde *x* corresponde a la letra de la unidad donde se insertó el cd-rom) y haga clic en *OK*. Se despliega la siguiente ventana:



2. Haga clic en *Next*.
3. Se deja el directorio por defecto *C:\AppServ* y se hace clic en *Next*.

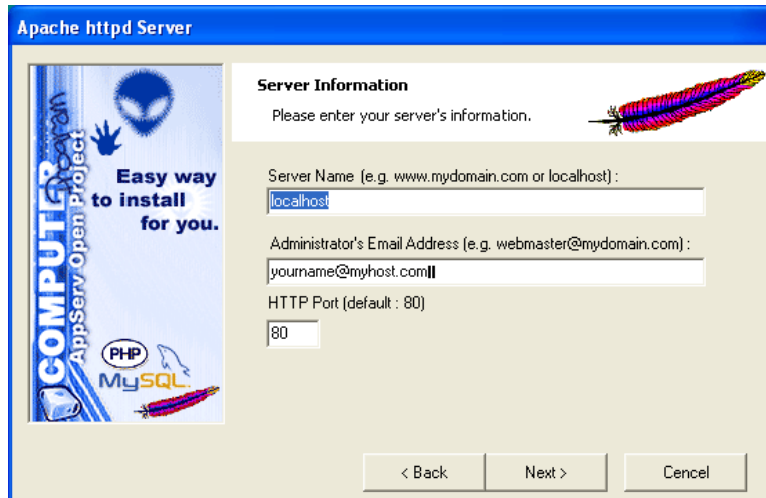


4. En *Type of Setup* se deja *Typical* y se hace clic en *Next*.

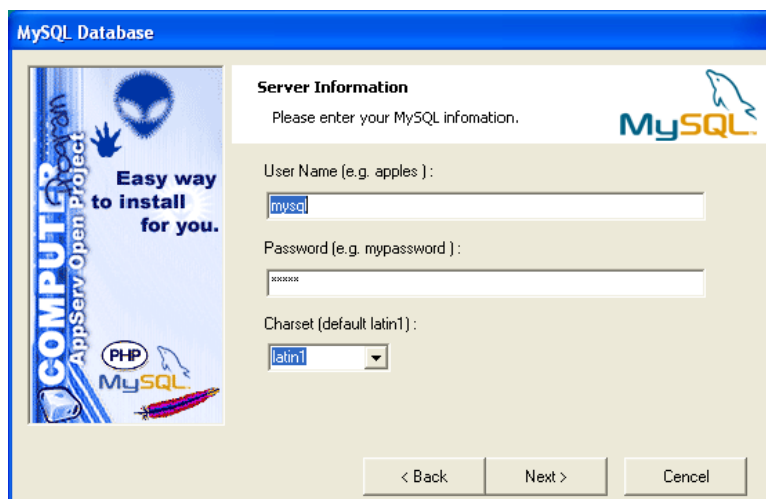




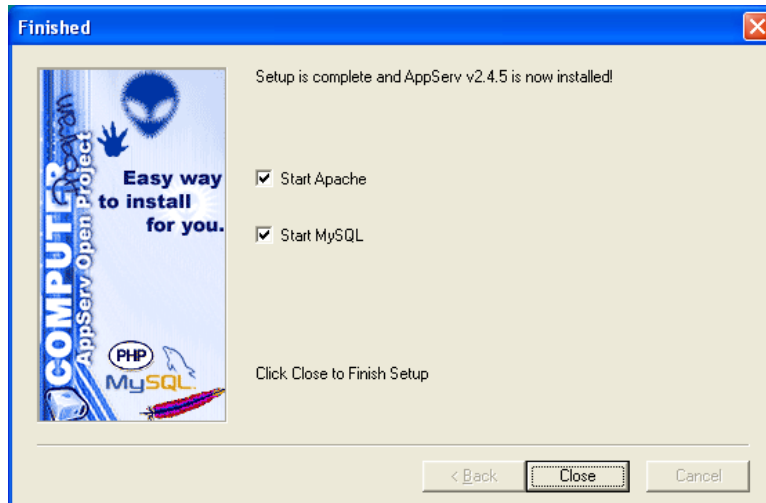
5. En los datos de *Server Name*, *Administrator's Email Address* y *HHTTP Port* , se dejan los valores por defecto y se hace clic en *Next*.



6. En la información de *User Name*, *Password* y *Charset* se dejan los datos por defecto y clic en *Next*.



7. Una vez terminada la instalación hacemos clic en *Close* para arrancar Apache y *Mysql*.



8. Para verificar que *Apache* arrancó exitosamente haga clic en *SERVICE* y constate que el servicio *llamado Apache* se esté ejecutando.

### 3. COPIADO DE PAGINAS EN EL SERVIDOR WEB

Para copiar las páginas de los diferentes usuarios inserte el *CD-Rom "Instalación de Páginas Web Teleoperación UTB"* en la unidad respectiva y siga los siguientes pasos:

1. Ingrese al explorador de Windows y copie las carpetas *Labto* y *Tele* que se encuentran en el *cd-rom* en la carpeta *c:\appserv\www*.

### 4. COPIADO DE LA BASE DE DATOS

Inserte el *CD-Rom "Instalación de Páginas Web Teleoperación UTB"* en la unidad respectiva y siga los siguientes pasos:

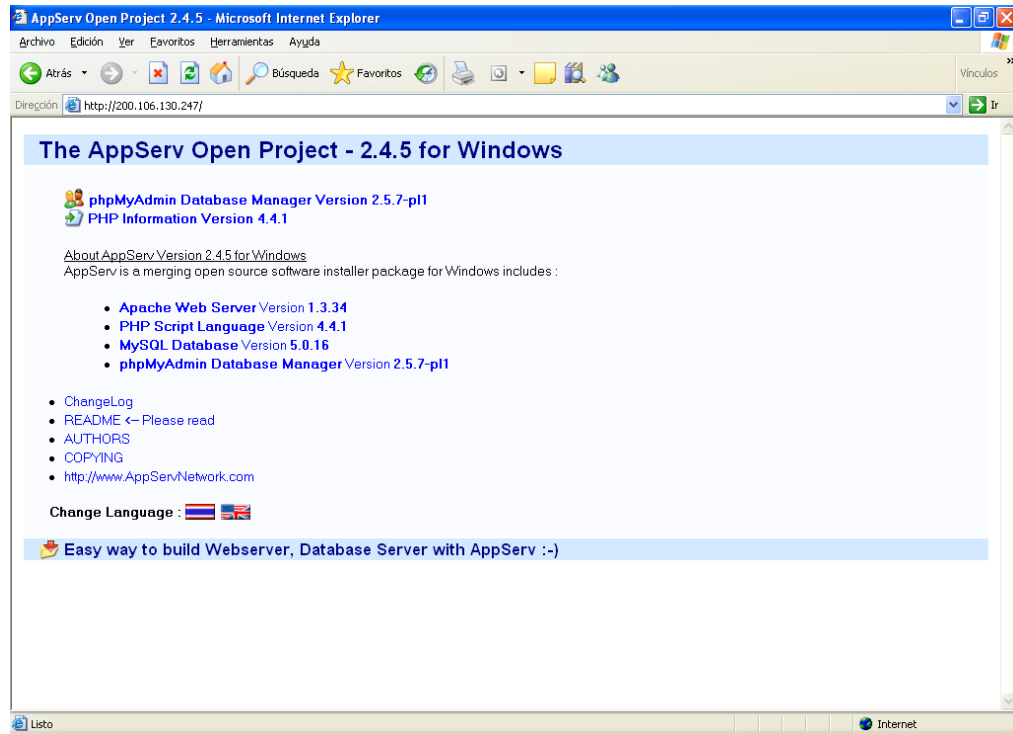
1. Ingrese al explorador de *Windows* y copie la carpeta *Teleoperación* ubicada en el *CD-ROM* dentro de la carpeta *BASEDATOS* al disco duro en la ruta *c:\appserv\mysql\data*.

### 5. INICIALIZACIÓN DE LAS TABLAS DE LA BASE DE DATOS TELEOPERACION

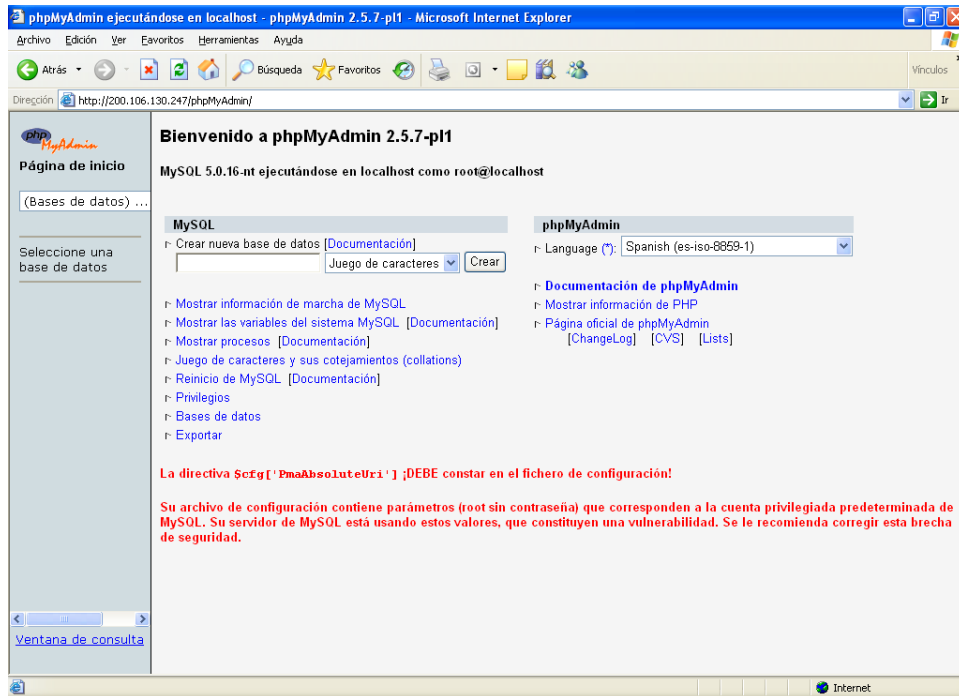
#### 5.1 ADICIONANDO LOS USUARIOS ADMINISTRATIVOS DE *MYSQL* PARA CADA RECURSO REMOTO

Por cada recurso remoto se debe crear un usuario administrativo de *mysql* con el nombre de usuario *remoto* y en Servidor la dirección IP del recurso en la red local. Los pasos son:

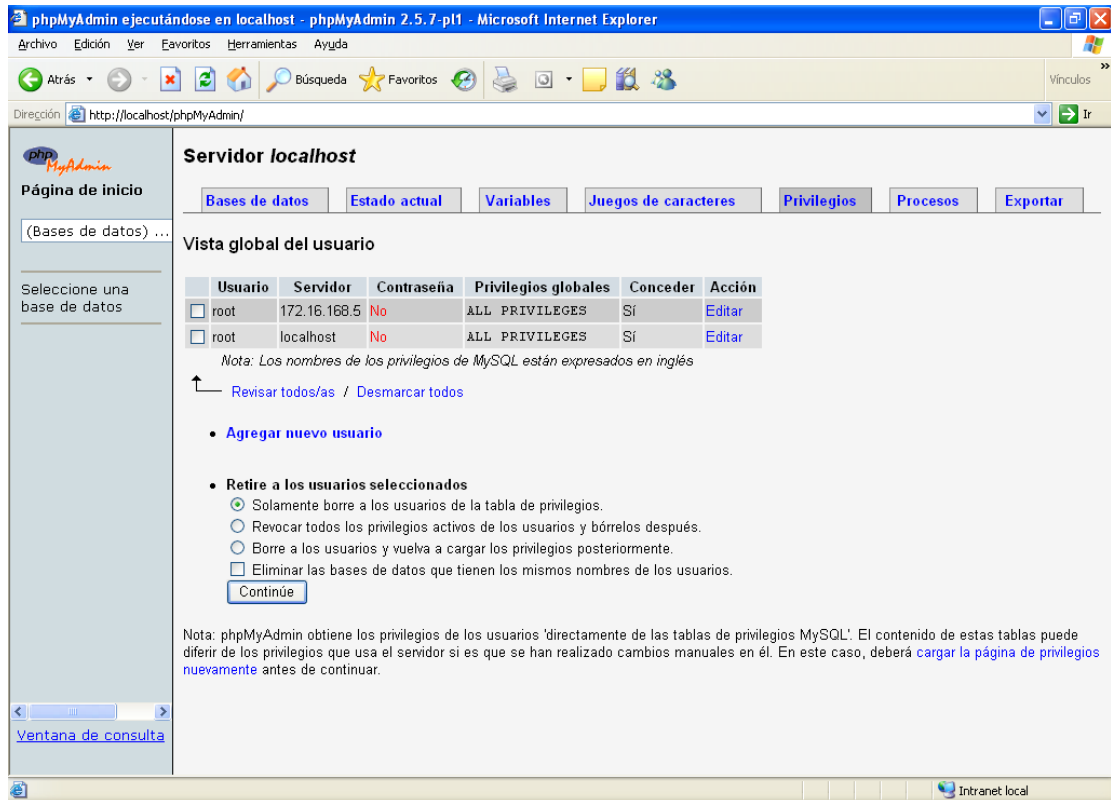
1. Ejecute el *Internet Explorer* y en la barra de direcciones ingrese: *localhost* y presione enter. Se debe mostrar una página así:



2. Haga clic en el enlace *phpMyAdmin Database Manager Version 2.5.7-pl1*. Se despliega la ventana siguiente:

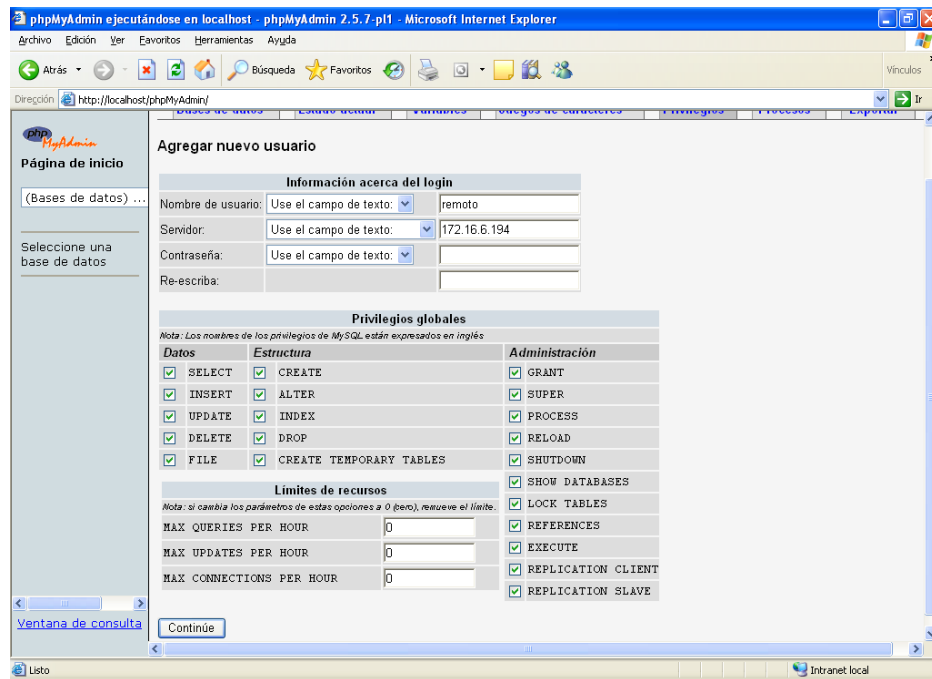


- Haga clic en el enlace *Privilegios*. En la página desplegada se hace clic en el enlace *Agregar nuevo usuario*.



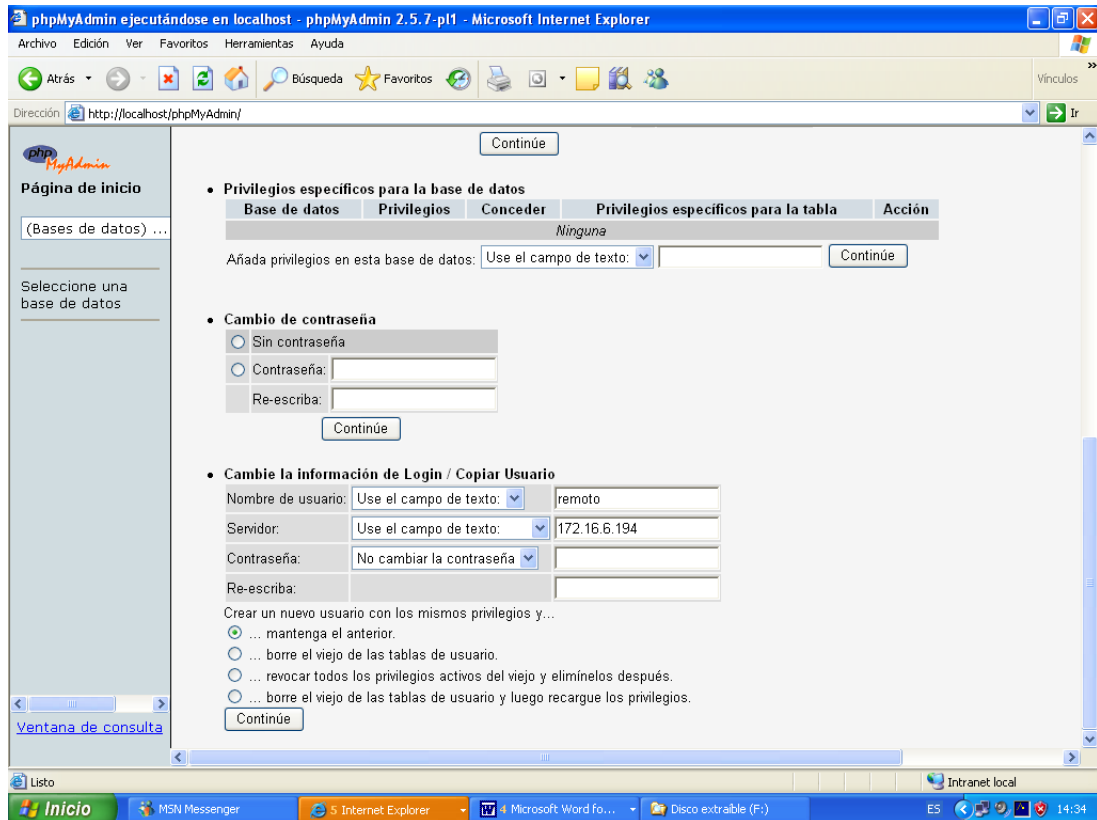
4. Por cada recurso remoto se debe *agregar nuevo usuario*. Los datos a ingresar serán:

Nombre del campo	Valor a ingresar
Nombre de usuario	Remoto
Servidor	Dirección IP del recurso remoto. Para el caso del laboratorio de la UTB van desde la dirección 172.16.6.194 a la 172.16.6.199
Contraseña	Se hace clic en la caja y se escoge "Sin contraseña"
Reescriba	Se deja en blanco
Privilegios globales	Se marcan todas las casillas



Después de ingresar los datos se da clic en el botón *Continúe*.

5. Después de lo anterior se ha creado el usuario y se muestra la siguiente página:



En la parte inferior de la misma se pueden seguir ingresando los datos del siguiente usuario en la sección que dice *Cambie la información de Login / Copiar Usuario*, ingresando los mismo valores para los campos de *Nombre de usuario* y *contraseña*, cambiado únicamente campo *Servidor* digitando en él la dirección IP del recurso y haciendo luego clic en el botón *Continúe*.

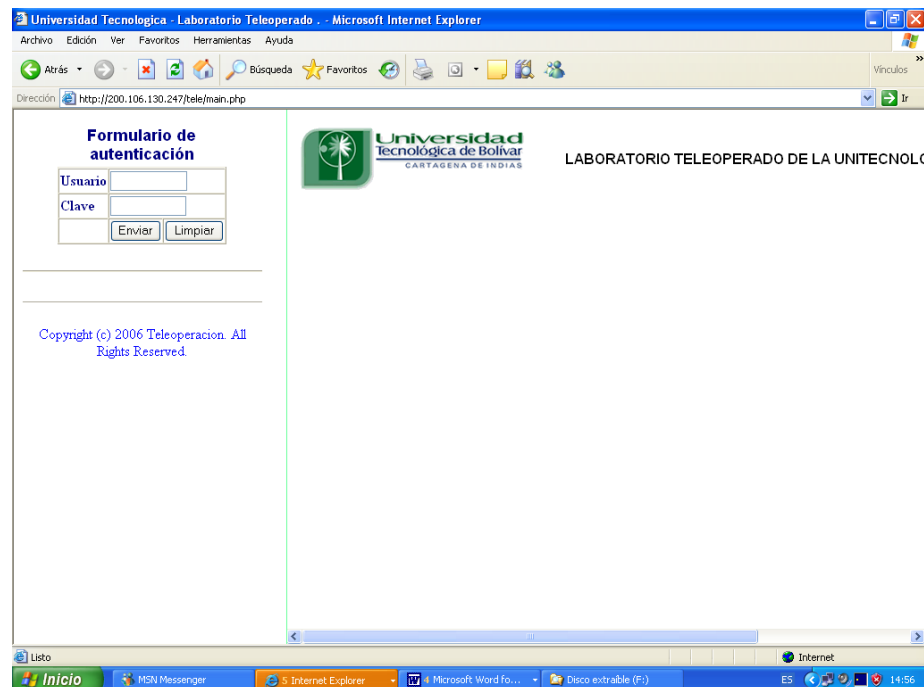
Esto se repite hasta cuando se hayan creado todos los usuarios de los recursos remotos.



## 5.2 ADICIONANDO LOS RECURSOS REMOTOS A LA BASE DE DATOS TELEOPERACIÓN

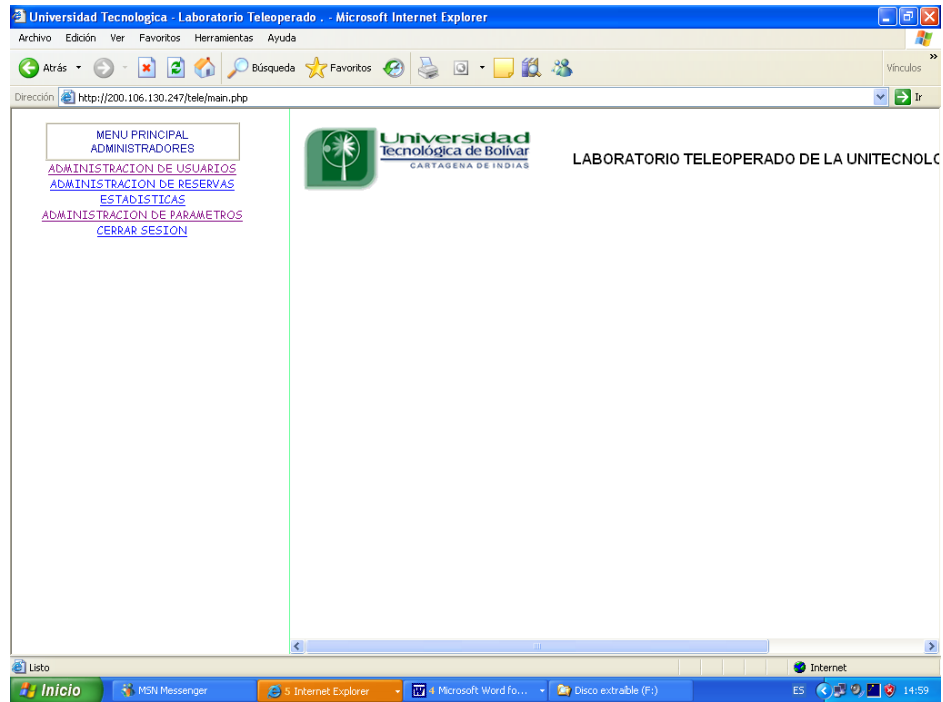
Para ingresar los datos de los recursos remotos lleve a cabo los siguientes pasos:

1. Ejecute el *Internet Explorer* y en la barra de direcciones digite *localhost/tele/main.php* para ingresar el módulo administrativo como usuario administrador.

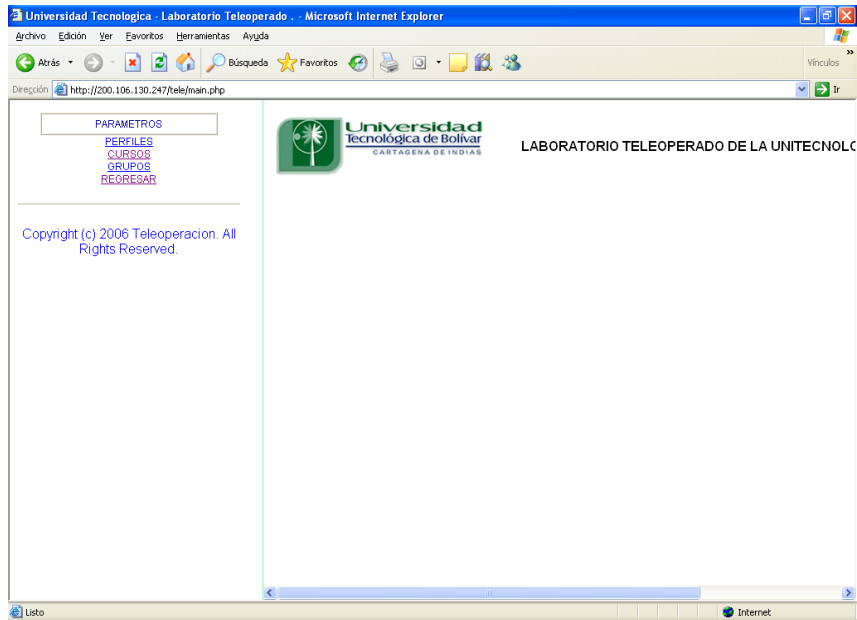


En el campo *Usuario* ingrese *admon* y en el de *Clave* digite *12345\$* y haga luego clic en el botón *Enviar*.

Se despliega la siguiente página:



2. Haga clic en el enlace *ADMINISTRACION DE PARAMETROS*. En la página que se muestra se hace clic en el enlace *RECURSOS*.

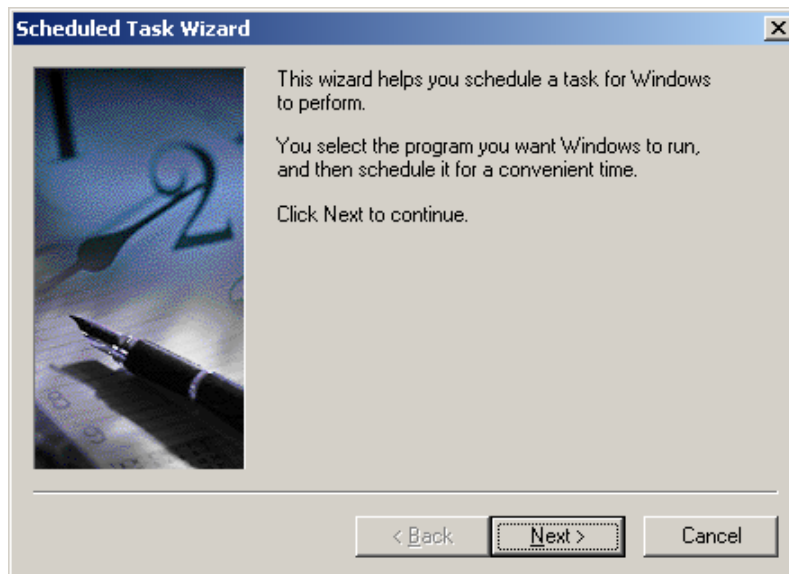


## 6. CREACION DE LAS TAREAS PROGRAMADAS

### 6.1 TAREA DE VENCIMIENTO DE RESERVAS

A continuación se explicará los pasos a seguir para crear una tarea programada que cambie el estado de las reservas de ACTIVA a VENCIDA después de los primeros 15 minutos de haber iniciado cada turno para aquellas reservas que no han sido utilizadas, dando la oportunidad a otro estudiante poder utilizar el laboratorio.

1. Clic en *Start, Control Panel, Scheduled Task, Add Scheduled Task*.
2. Se inicia el asistente de *Scheduled Task*, se da clic en *Next*.



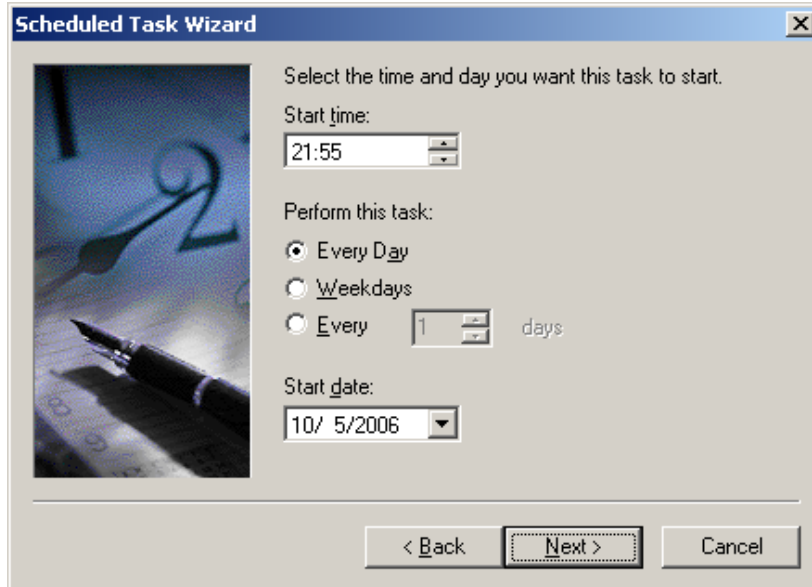
3. En la ventana que aparece se selecciona *Internet Explorer* y clic en *Next*.



4. En el cuadro de diálogo para el nombre de la tarea se escribe "VENCIMIENTO DE RESERVAS" se hace clic en la opción *Daily* y clic en *Next*.



5. En *Start time* se escribe la siguiente hora a la actual a los 15 minutos por ejemplo si son las 21:55 se escribe 22:15. En *Perform this task* se selecciona *Every Day*. En *Start date* se deja el día actual y se hace clic en *Next*.



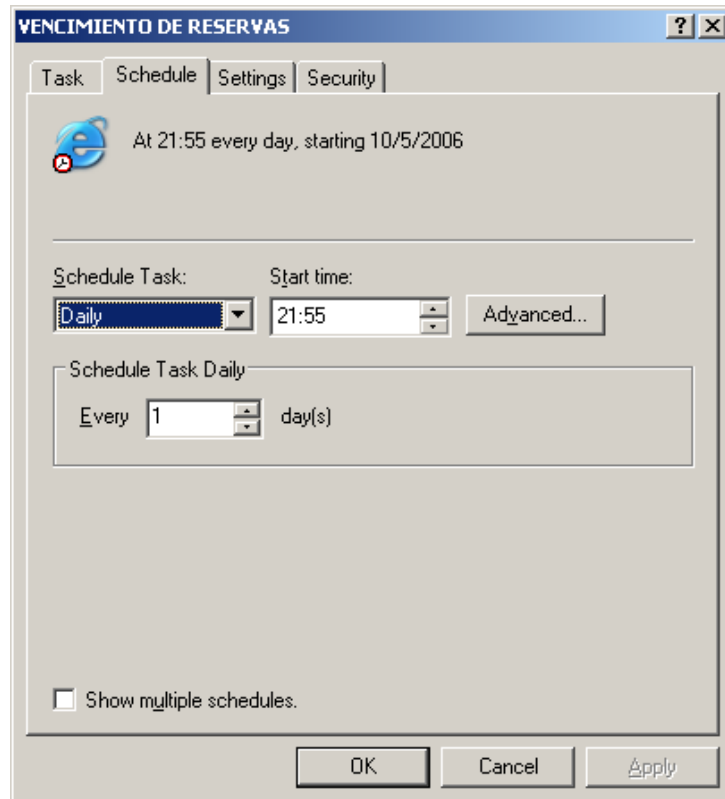
6. Se introduce el *password* del usuario administrador en las casillas *Enter the password* y *Confirm password* y clic en *Next*.



7. Se hace clic en la casilla *Open advanced properties for this when I clic Finish* para activarla y luego clic en *Finish*.

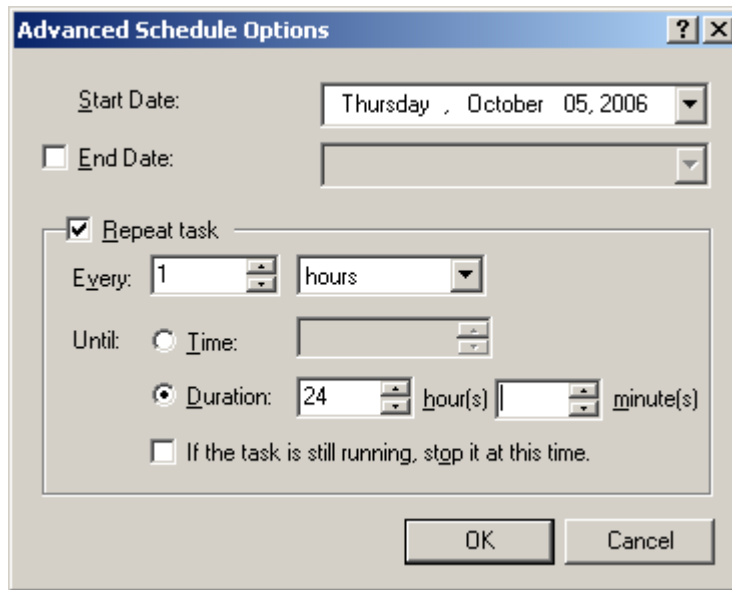


8. En la etiqueta *Schedule* se hace clic en el botón *Advanced*.

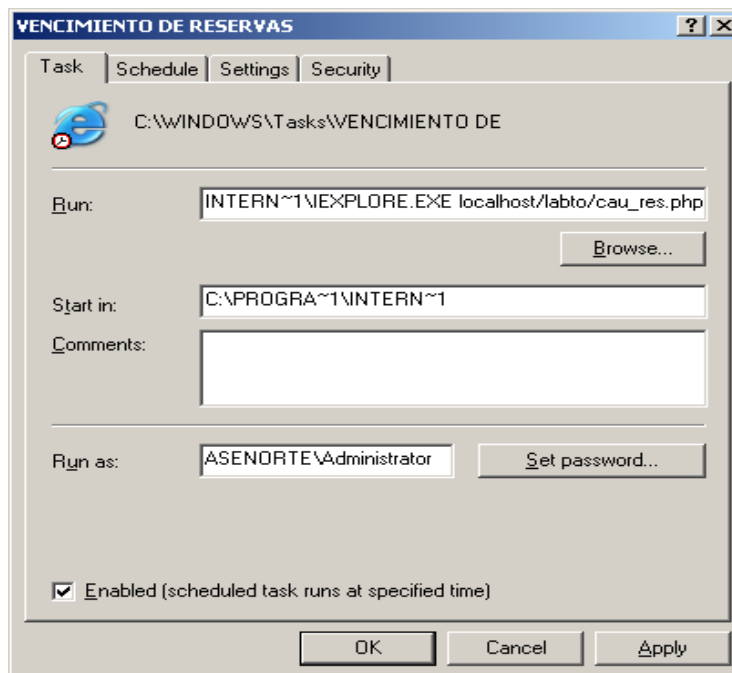


9. Se activa la casilla *Repeat task* y en *Every* se escribe *1* y se selecciona *hours*. En *Duration* se escribe *24* en *hour(s)* y se hace clic en el botón *OK*.

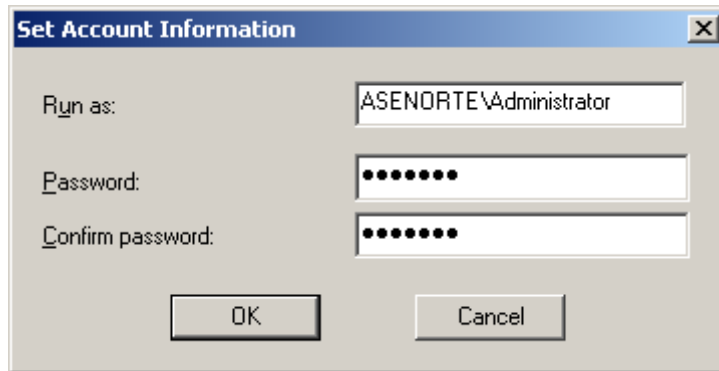




10. Se hace clic en la etiqueta *Task* y en la casilla *Run* escriba al final de la ruta del *lexporer.exe* lo siguiente : *localhost/labto/cau\_res.php* y clic en *OK*.



11. Se escribe y confirma el *password* del administrador y clic en *OK*.



## 6.2 TAREA DE CAMBIO DE PASSWORD DE CUENTAS DE USUARIOS VPN

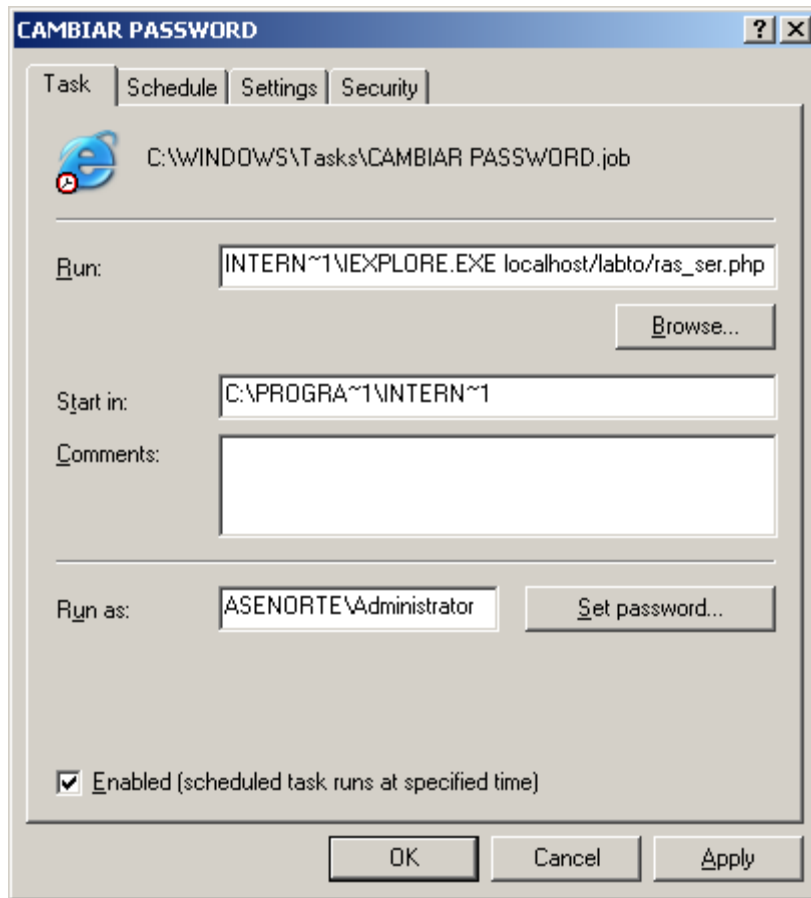
Esta tarea se ejecuta cada hora a los 59 minutos y básicamente lo que hace es:

- Detener el servicio RRAS.
- Cambiar las contraseñas de los usuarios del dominio que se conectan a la VPN de forma tal que un mismo usuario una vez termine su turno no pueda volver a conectarse.
- Arrancar el servicio RRAS.

Para crear esta tarea se realizan los mismos pasos anteriores y se cambian los siguientes datos:

NOMBRE DE LA TAREA: *CAMBIAR CONTRASEÑAS USUARIOS VPN START TIME*: se introduce la hora actual a los 59 minutos por ejemplo si son las 20:34 se escribe 20:59.

En el cuadro RUN AL FINAL DE LA LINEA DE *IEXPLORER.EXE* se escribe *localhost/labto/ras\_ser.php* y clic en *OK*.



## 7. CREACION DE LAS TAREAS PROGRAMADAS EN LOS RECURSOS REMOTOS.

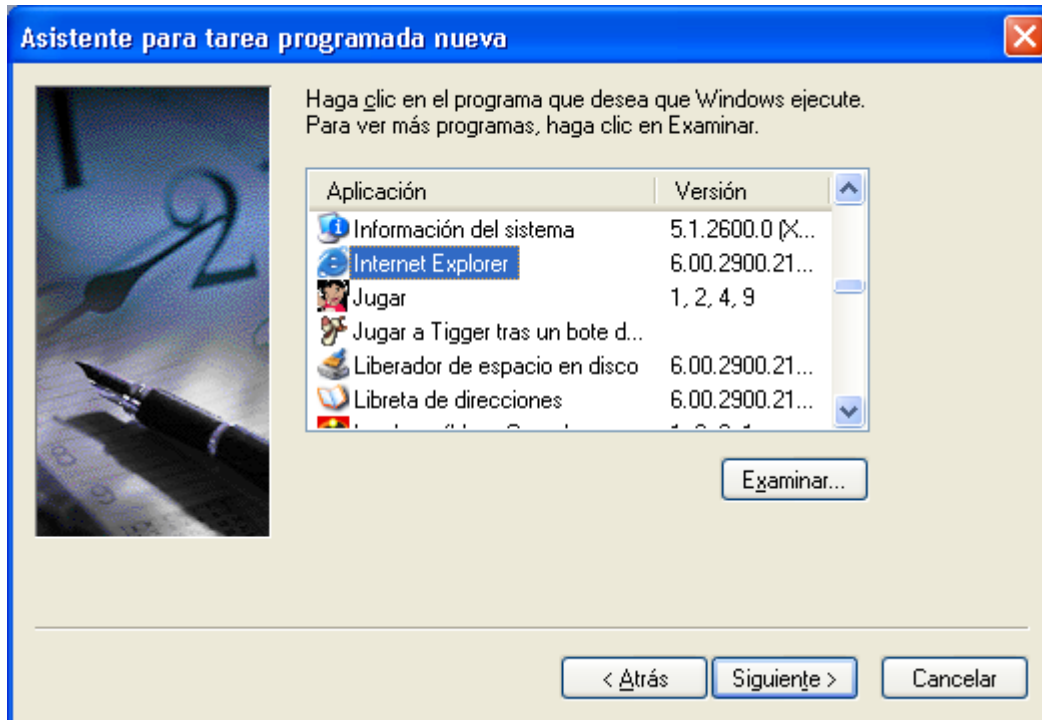
En cada equipo remoto se debe crear la siguiente tarea programada que permite cambiar la contraseña de Quartus II cada Hora.

### 7.1 CAMBIAR CONTRASEÑA DE QUARTUS

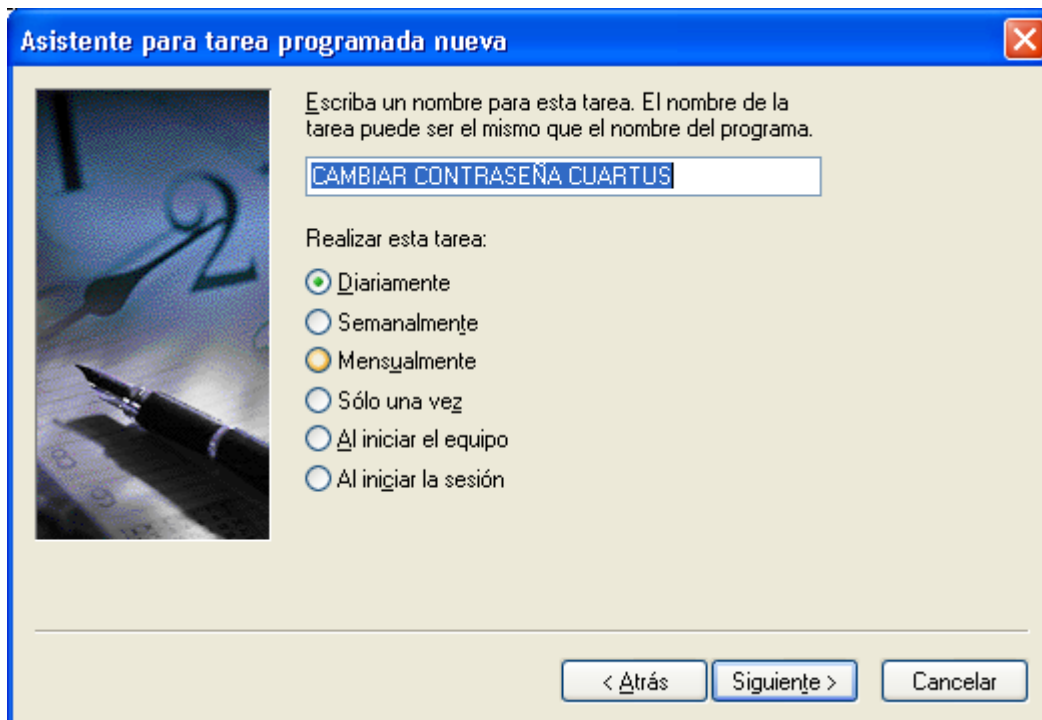
1. Haga clic en **Inicio, Todos los programas, Accesorios, Herramientas del sistema, Tareas programadas.**
2. Haga doble clic sobre el icono **Agregar tarea programada** para iniciar el asistente.
3. Haga clic en **siguiente.**



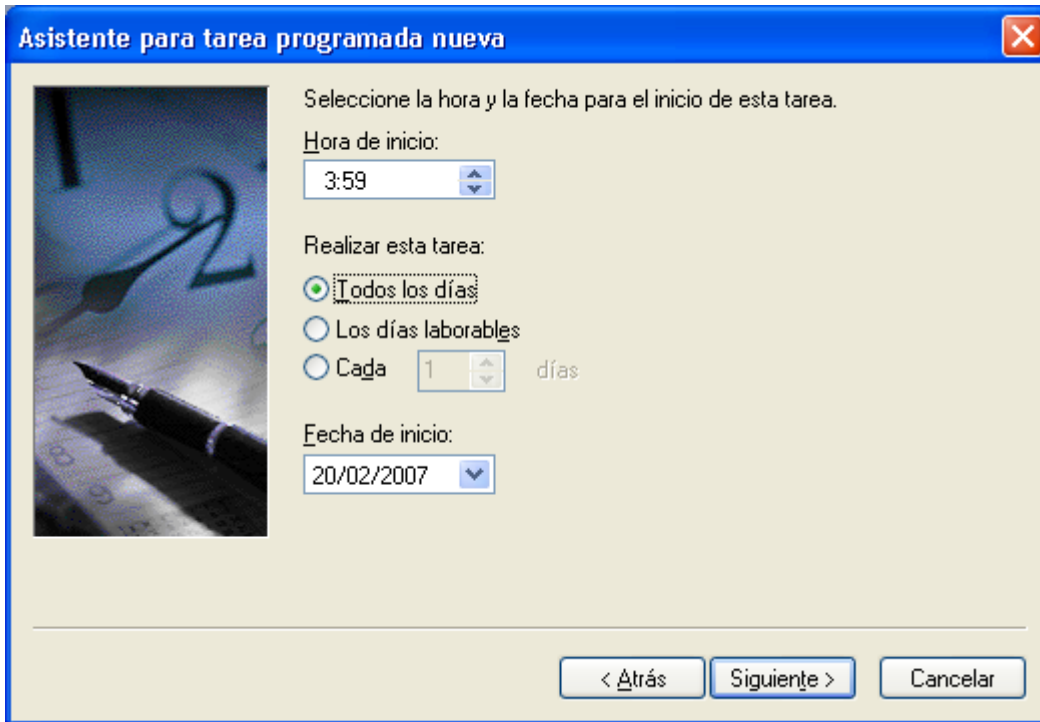
Le aparecerá la siguiente ventana:



4. Ubique **Internet Explorer**, de clic en él y luego clic en **Siguiete**.



5. Escriba **CAMBIAR CONTRASEÑA QUARTUS** en la caja del nombre de la tarea, clic en la opción **Diariamente** y clic en **Siguiente**.



Asistente para tarea programada nueva

Seleccione la hora y la fecha para el inicio de esta tarea.

Hora de inicio:  
3:59

Realizar esta tarea:

Todos los días

Los días laborables

Cada 1 días

Fecha de inicio:  
20/02/2007

< Atrás   Siguiente >   Cancelar

6. Haga clic en la opción hora de inicio cambie los minutos de inicio de la tarea a **59** y en **Realizar esta tarea** seleccione la opción **Todos los días** y clic en **Siguiente**.

Asistente para tarea programada nueva

Escriba el nombre y la contraseña de un usuario. La tarea se ejecutará como si hubiera sido iniciada por dicho usuario.

Escriba el nombre de usuario: LUCILA\ERNESTO

Escriba la contraseña:

Confirme la contraseña:

Si no se especifica una contraseña, es posible que no se ejecuten las tareas programadas.

< Atrás    Siguiete >    Cancelar

7. Introduzca el nombre y contraseña del USUARIO ADMINISTRADOR del equipo y clic en **Siguiete**.

Asistente para tarea programada nueva

Ha programado correctamente la siguiente tarea:

 CAMBIAR CONTRASEÑA CUARTUS

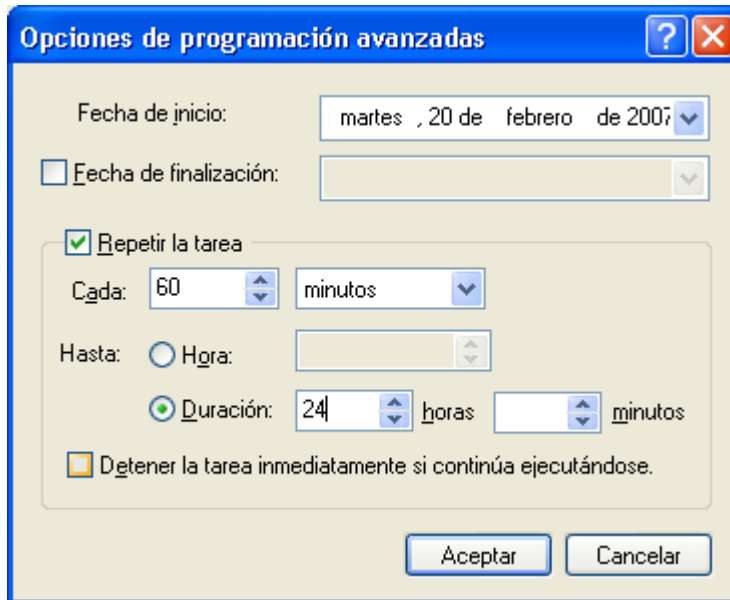
Windows realizará esta tarea:  
A las 3:59 Diariamente, comenzando el 20/02/2007

Abrir propiedades avanzadas de esta tarea cuando haga clic en Finalizar.

Haga clic en Finalizar para agregar esta tarea a su programación de Windows.

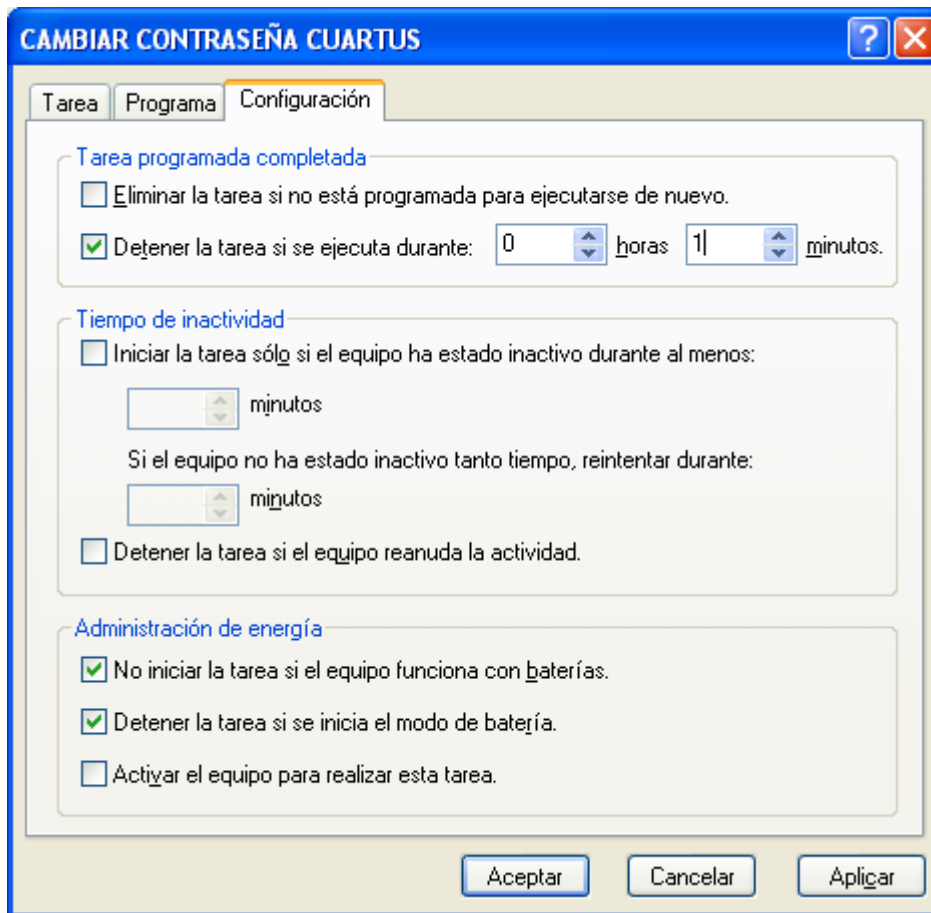
< Atrás    Finalizar    Cancelar

8. Haga clic en la casilla **Abrir propiedades avanzadas de esta tarea cuando haga clic en finalizar** y luego presione el botón **Finalizar**.

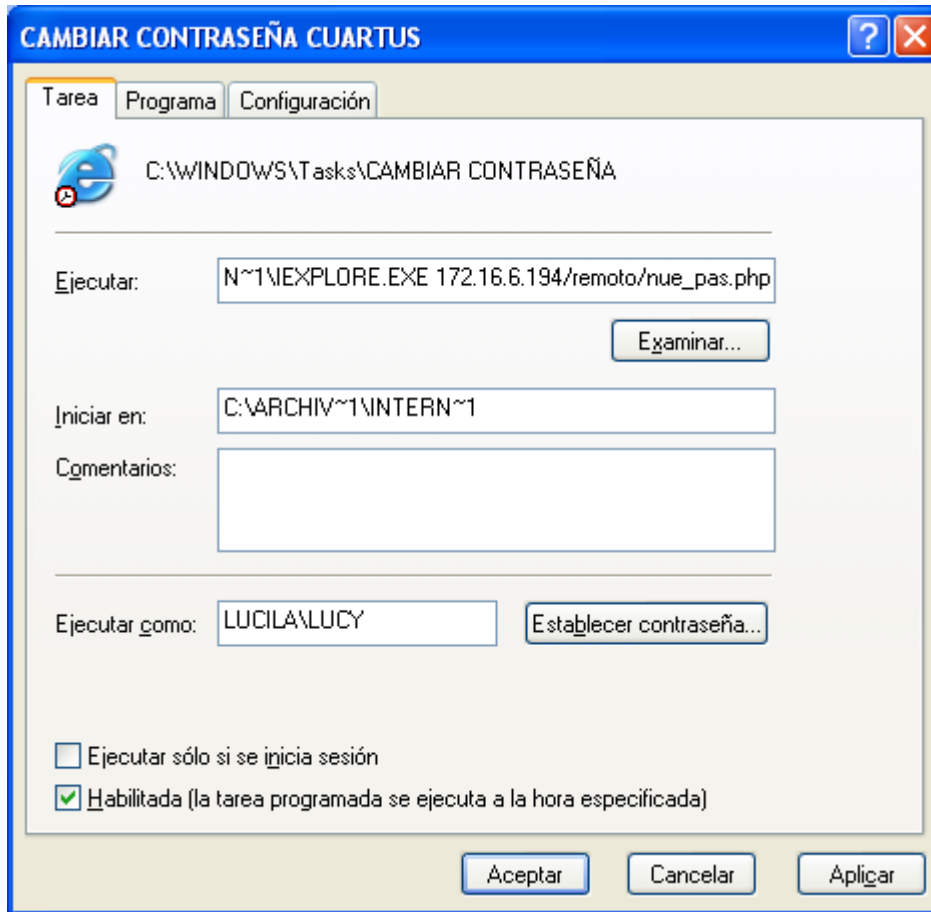


9. Haga clic en la etiqueta **Programa** y luego en el botón **Opciones avanzadas**. En **Repetir tarea** digite **60 minutos**, en **Duración** escriba **24 Horas** y clic en **Aceptar**.





10. Haga clic en la etiqueta **Configuración** y clic en la casilla **Detener la tarea si se ejecuta durante**, en las casillas horas y minutos debe digitar: **0 Horas 1 Minutos**.



11. Haga clic en la etiqueta **Tarea** y en la línea **Ejecutar** al final adicione el siguiente texto: `dir_ip_pc/remoto/pas_qts.php`, donde `dir_ip_pc` es la dirección IP del recurso remoto en que se está programando la tarea, por ejemplo **172.16.6.194/remoto/pas\_qts.php** y de clic en **Aceptar**.

## 7.1 SINCRONIZAR TIEMPO CON EL SERVIDOR

Para que cada recurso remoto se sincronice su reloj con el servidor se debe programar esta tarea siguiendo los pasos descritos en el ítem anterior cambiando los siguientes datos:

Nombre de la tarea: **CAMBIAR TIEMPO**

Inicio: se introduce la hora actual.

En el cuadro **Ejecutar** al final de la línea de IEXPLORER.EXE se escribe **dir\_ip\_pcremoto/nue\_tie.php**, donde **dir\_ip\_pc** es la dirección IP del recurso remoto en que se está programando la tarea, por ejemplo **172.16.6.194/remoto/nue\_tie.php.php** y clic en **OK**

Esta tarea se programa para que se repita cada hora y debe detenerse si se ejecuta durante un (1) minuto.

Para que esta tarea se ejecute exitosamente los recursos remotos deben pertenecer al dominio o grupo de trabajo del servidor.

## ANEXO E. MANUAL DE CONFIGURACION DEL RECURSO REMOTO

### 1. REQUERIMIENTOS

#### 1.1. REQUERIMIENTOS MINIMOS DE HARDWARE

Computador Servidor *Pentium IV* con:

- Procesador 1 Ghz.
- 256 Mb de memoria *RAM*.
- Disco duro de 40 Gb.
- Unidad de *CD-ROM*.
- Interfase de Red con conexión a la red local.

#### 1.2. REQUERIMIENTO DE SOFTWARE

- Sistema Operativo *Windows XP* .
- *Microsoft Internet Explorer 5.0* o superior.
- CD-Rom “*SOFTWARE DE ADMINISTRACIÓN Y OPERACIÓN DEL SISTEMA DE TELEOPERACIÓN - SUAUST*”. Este *Cd-Rom* contiene lo siguiente:

1. Software Libre *Appserv Ver. 2.4.5* que integra *Apache Ver 2.0.55 PHP Ver 5.1.1* y *MYSQL Ver. 5.0.15* (Carpeta *APPSERV*).
2. Páginas del Módulo Operativo (interacción del estudiante con el laboratorio) (Carpeta *LABTO*).

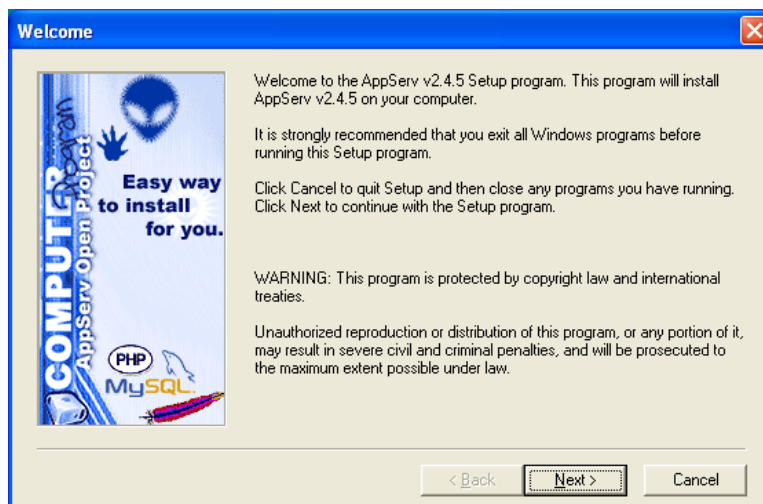
3. Páginas del Módulo Administrativo (para los usuarios ADMINISTRADOR y PROFESOR) en la Carpeta *TELE*.
4. Páginas del recurso remoto en la carpeta *REMOTO*.

Las actividades que se detallan a continuación deben realizarse en cada uno de los recursos remotos (computadores ubicados en el laboratorio).

## 2. INSTALACION DEL SERVIDOR WEB APACHE, EL MANEJADOR DE BASE DE DATOS MYSQL Y PHP

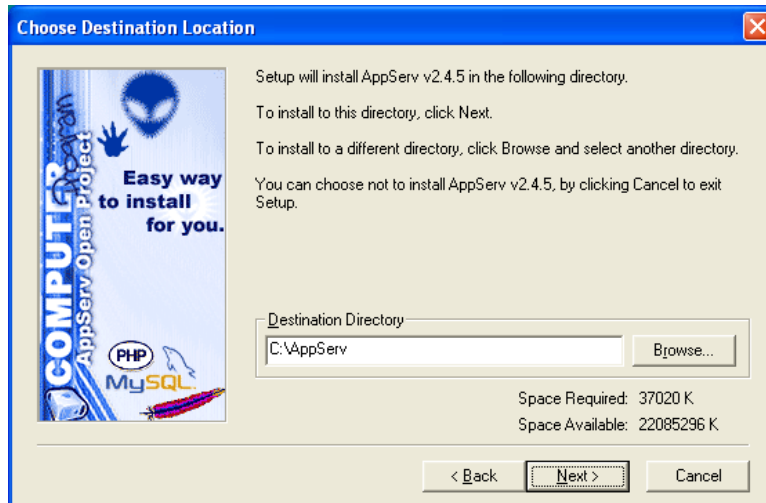
Antes de Iniciar el proceso de Instalación es necesario verificar que el servicio de *Internet Information Server* (IIS) no esté instalado. De no ser así detenga el servicio y deshabilítelo. Realice:

1. Haga clic en *Start – run*. En el cuadro de Texto escriba la siguiente ruta:  
*x:\appserv\ appserv-win32-2.4.5.exe* (donde *x* corresponde a la letra de la unidad donde se insertó el cd-rom) y haga clic en *OK*. Se despliega la siguiente ventana:

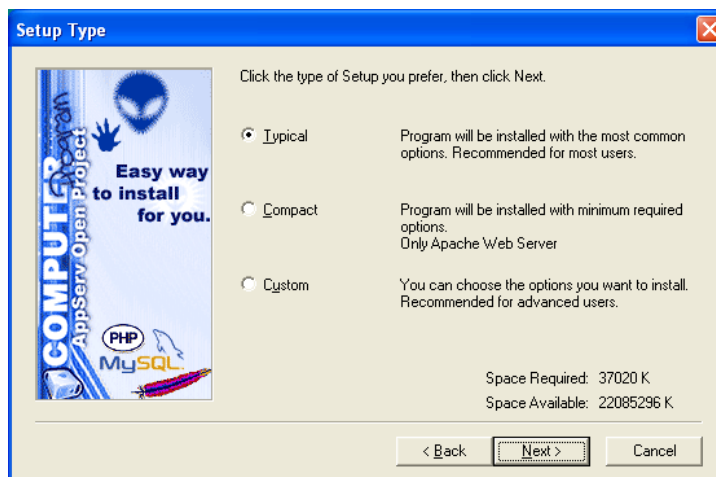


2. Haga clic en *Next*.

3. Se deja el directorio por defecto *C:\AppServ* y se hace clic en *Next*.




4. En *Type of Setup* se deja *Typical* y se hace clic en *Next*.



5. En los datos de *Server Name*, *Administrator's Email Address* y *HHTP Port*, se dejan los valores por defecto y se hace clic en *Next*.

Apache httpd Server



**Server Information**

Please enter your server's information.

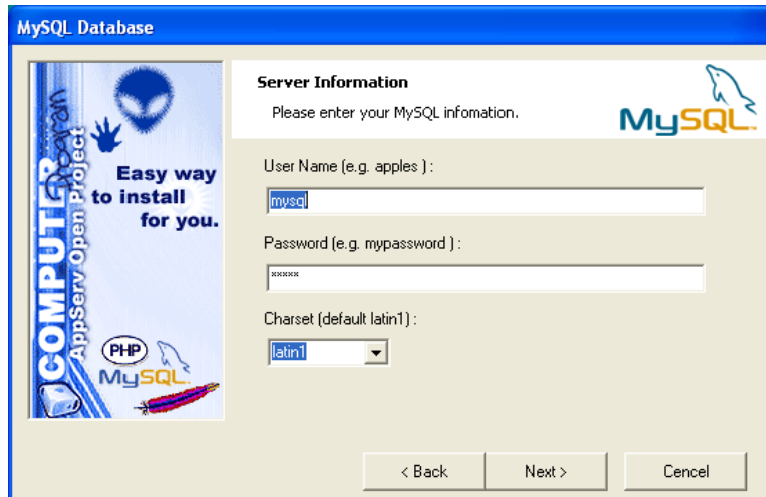
Server Name (e.g. www.mydomain.com or localhost):

Administrator's Email Address (e.g. webmaster@mydomain.com):

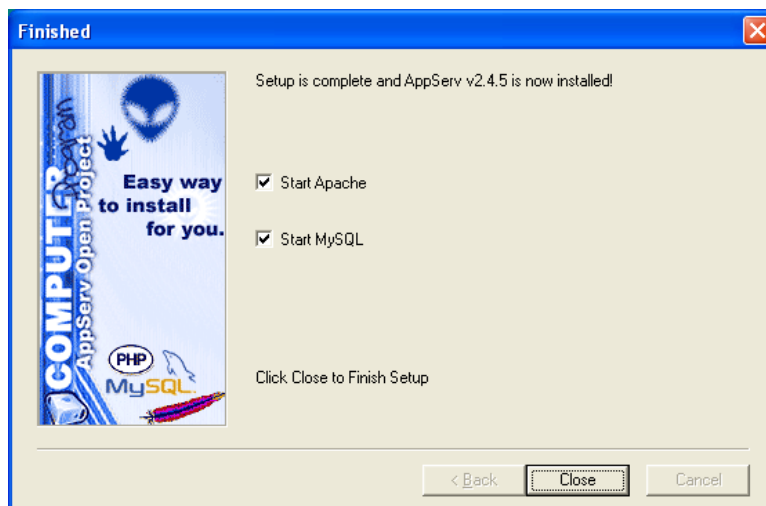
HTTP Port (default : 80)

< Back    Next >    Cancel

6. En la información de *User Name*, *Password* y *Charset* se dejan los datos por defecto y clic en *Next*.

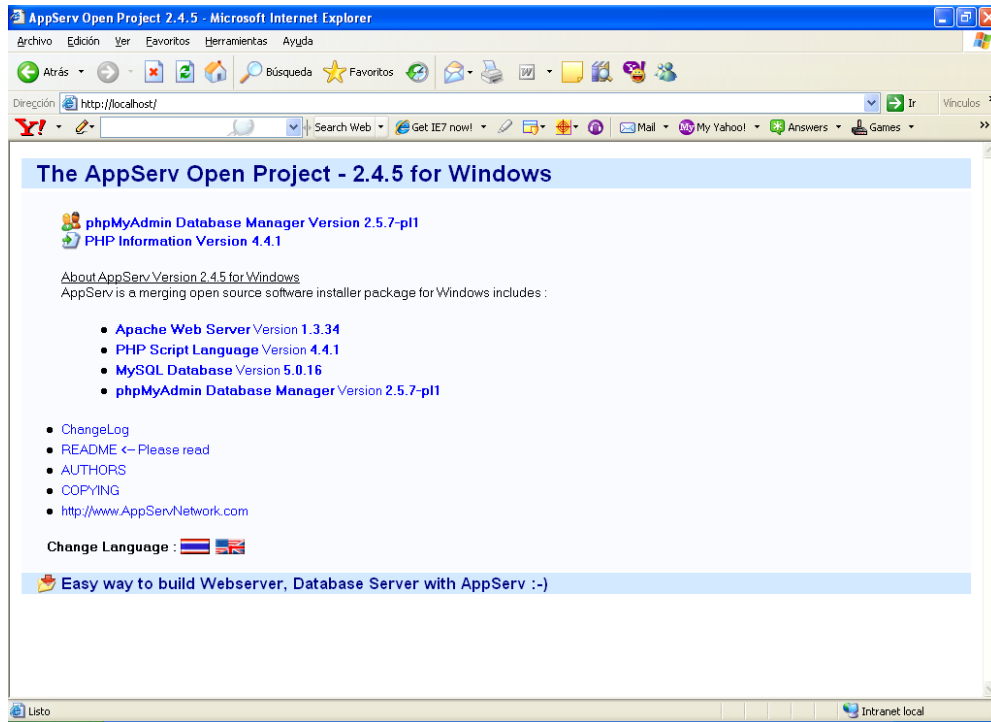


7. Una vez terminada la instalación hacemos clic en *Close* para arrancar Apache y Mysql.





8. Para verificar que *Apache* Arrancó exitosamente ejecute el *Internet Explorer* y en la barra de direcciones introduzca lo siguiente: *localhost*. Lo anterior lleva a mostrar la siguiente ventana:



### 3. COPIADO DE PÁGINAS AL DISCO DURO

Para copiar las paginas de los diferentes usuarios inserte el *CD-Rom "Instalación de Páginas Web Teleoperación UTB"* en la unidad respectiva y siga los siguientes pasos:

- Ingrese al *explorador de Windows*.
- Copie la carpeta *REMOTO* que se encuentran en el *CD-ROM* en la carpeta `c:\appserv\www`.

## ANEXO F. SOFTWARE DE ADMINISTRACION Y UTILIZACION DEL SISTEMA DE TELEOPERACION - SAUST

### MODULO ADMINISTRATIVO

### MANUAL DEL USUARIO ADMINISTRADOR Y PROFESORES

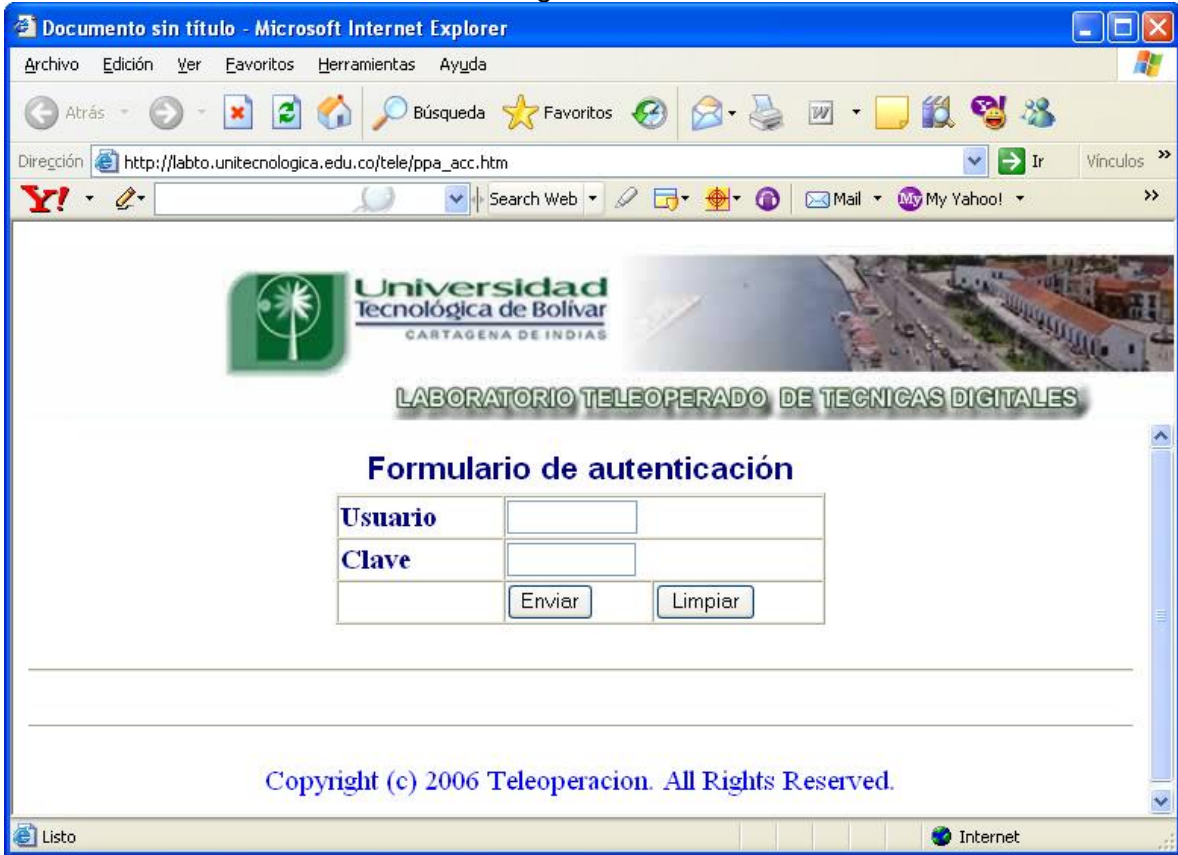
#### ► INGRESANDO AL MODULO ADMINISTRATIVO

Para ingresar al módulo administrativo debe:

1. Conectarse a Internet
2. Ejecutar el Internet Explorer
3. En la barra de direcciones ingrese: <http://labto.unitecnologica.edu.co> y presione *Enter*. Se muestra la pagina principal de ingreso al módulo:

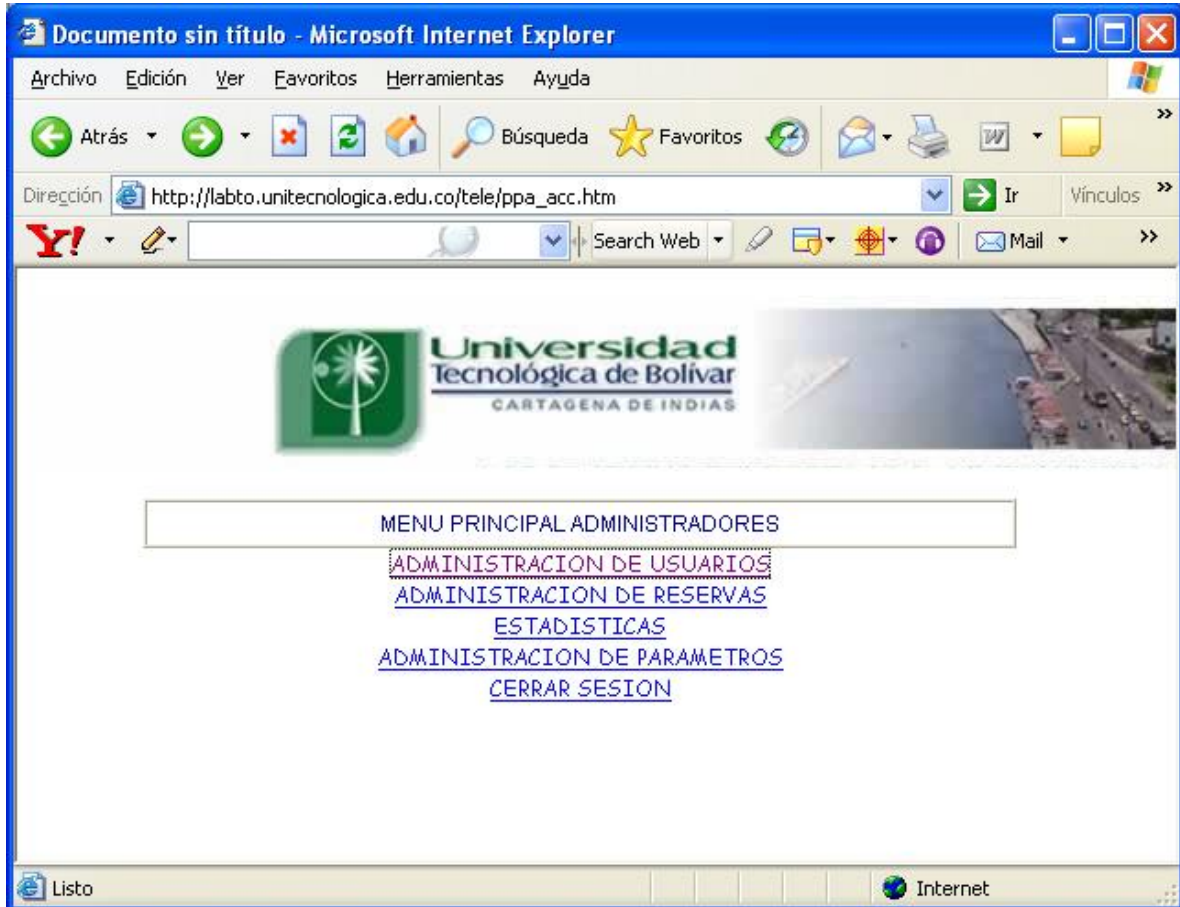


4. En el menú **Iniciar Sesión** haga clic en el enlace **Administrador**.



5. Ingrese el **Usuario** y la **Clave** y luego clic en el botón **Enviar**. Para ingresar como usuario administrador introduzca **admon** en el campo Usuario y **12345\$** en el campo clave.

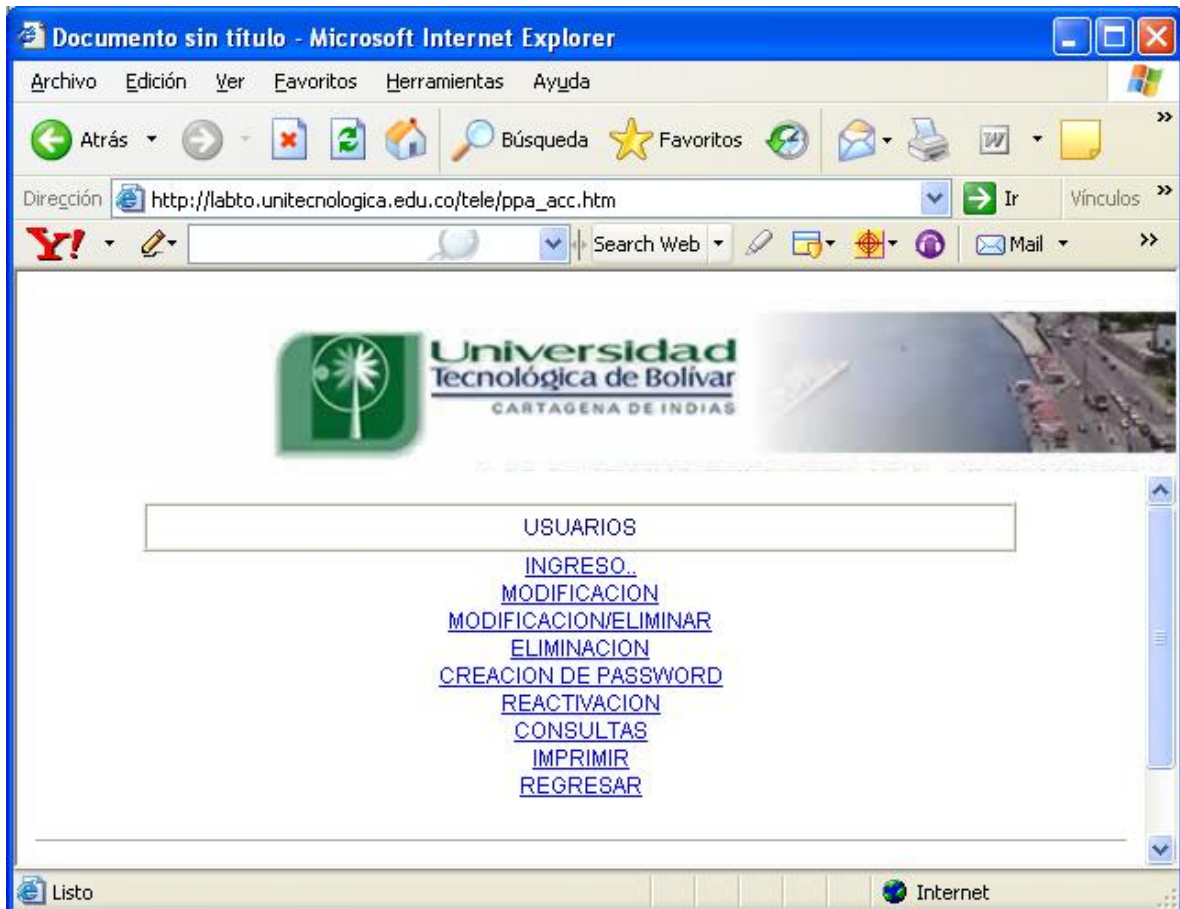
## 1. Usuario Administrador



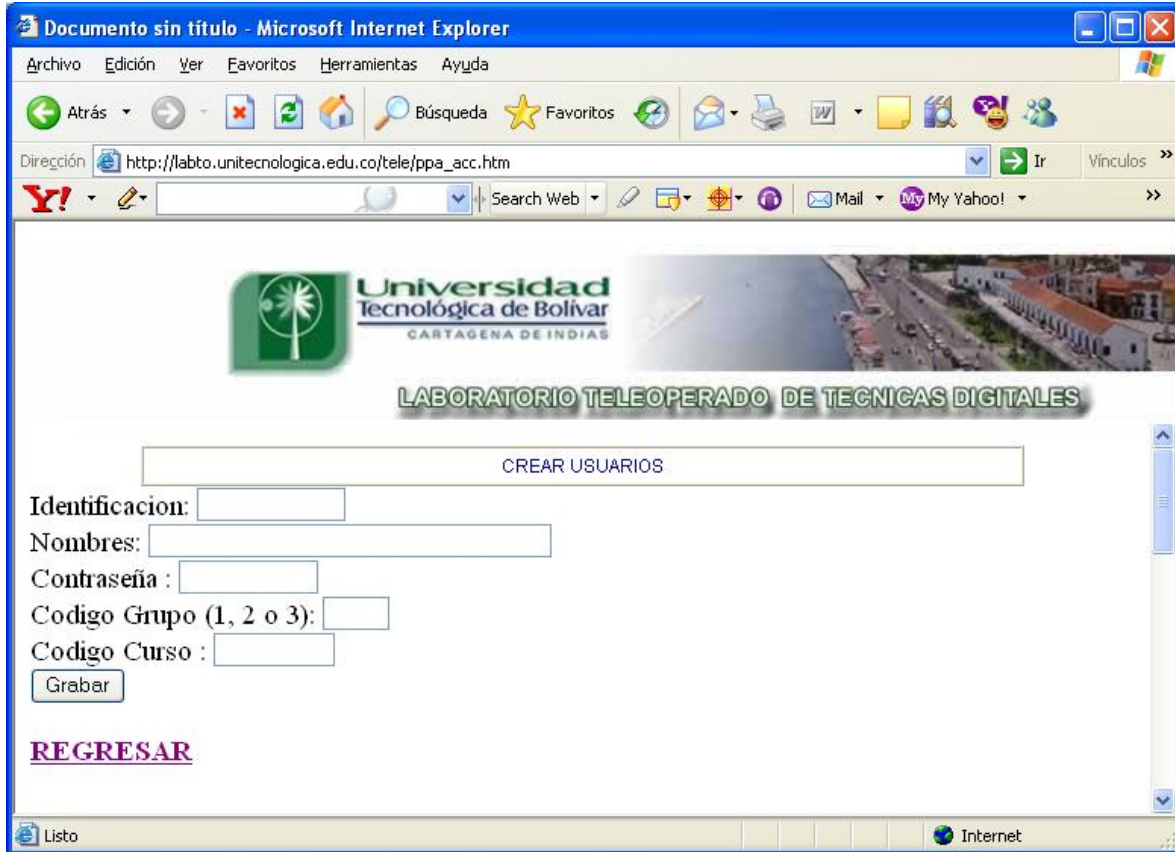
La primera pantalla presenta el menú inicial donde el usuario administrador puede ingresar y gestionar la información principal de los usuarios, reservas, prácticas, estadísticas y parámetros del sistema.

## 1.1. Administración de Usuarios.

A través de esta opción el usuario con perfil de administrador estará en capacidad de ingresar, modificar, regenerar las contraseñas (*passwords*), eliminar o reactivar a los usuarios que se encuentran registrados para trabajar dentro de la aplicación.



1.1.1. Ingreso de usuarios.

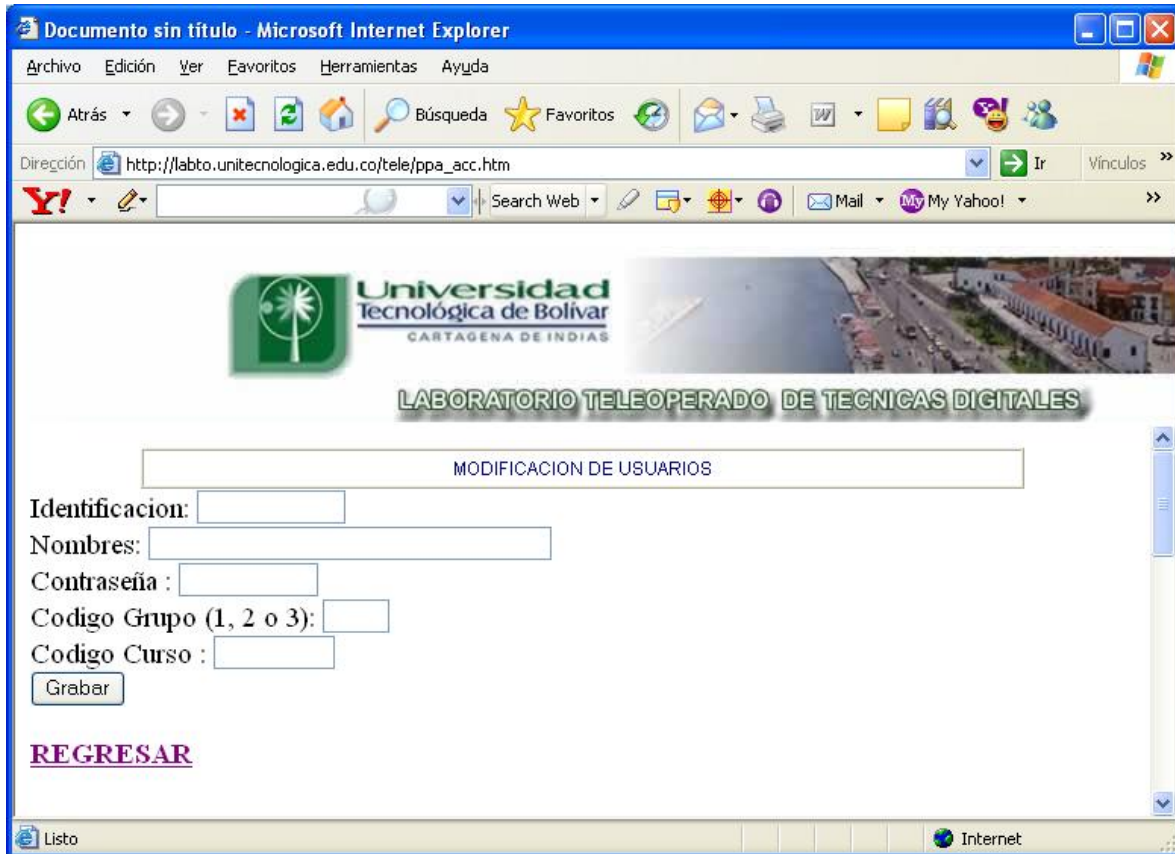


La pantalla permite ingresar datos básicos para la creación de usuarios. En el campo código de grupo se define si el usuario es administrador, profesor o estudiante. En este se debe ingresar el código correspondiente del estudiante o profesores asignados por la Universidad. En la parte inferior de la pantalla se muestran los usuarios que se encuentran registrados en la misma. A medida que se ingresan los usuarios estos se van presentando en la parte inferior.

El botón GRABAR, debe ser presionado para hacer efectiva la operación, en caso contrario, no hay registro de información.



1.1.2. Modificación de usuarios.

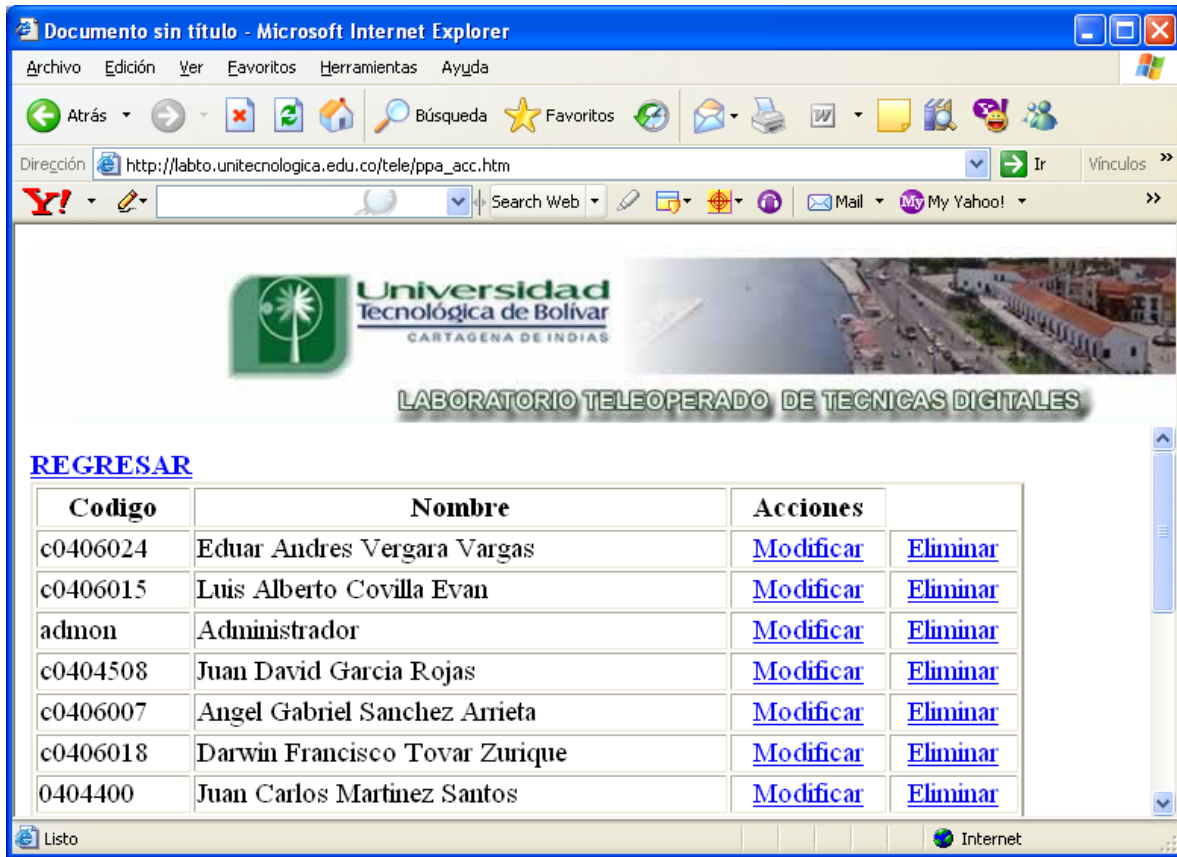


Con la opción modificar, se permite actualizar la información referente a cualquier usuario registrado en la base de datos. En esta pantalla de pueden modificar todos los campo, exceptuando el *password* del usuario.

El botón GRABAR, debe ser presionado para hacer efectiva la operación, en caso contrario, no hay registro de información.



1.1.3 Modificación / eliminación.

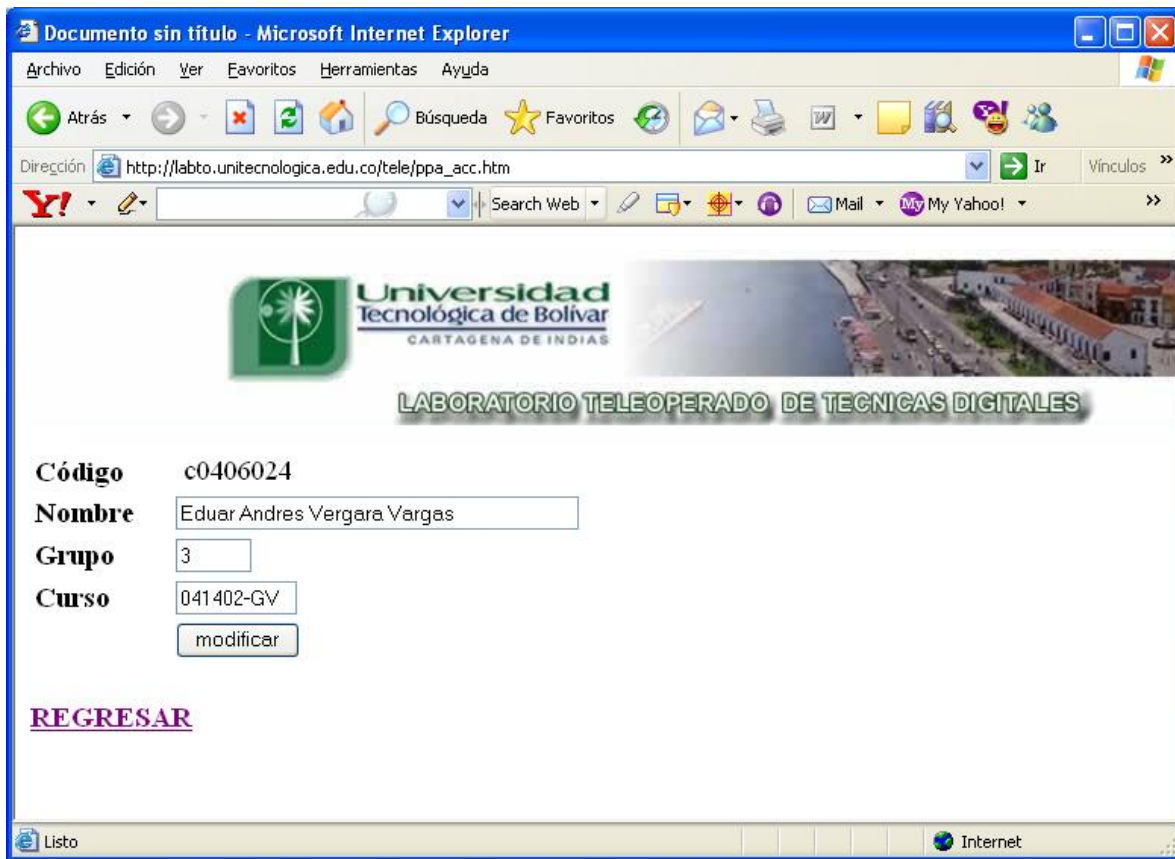


La opción Modificación y Eliminación de usuarios permite seleccionar un usuario con el fin de modificar alguna información básica o eliminarlo de la tabla.

Si se escoge la opción Modificar se invoca la pantalla de modificación de usuarios, presentado la siguiente ventana:

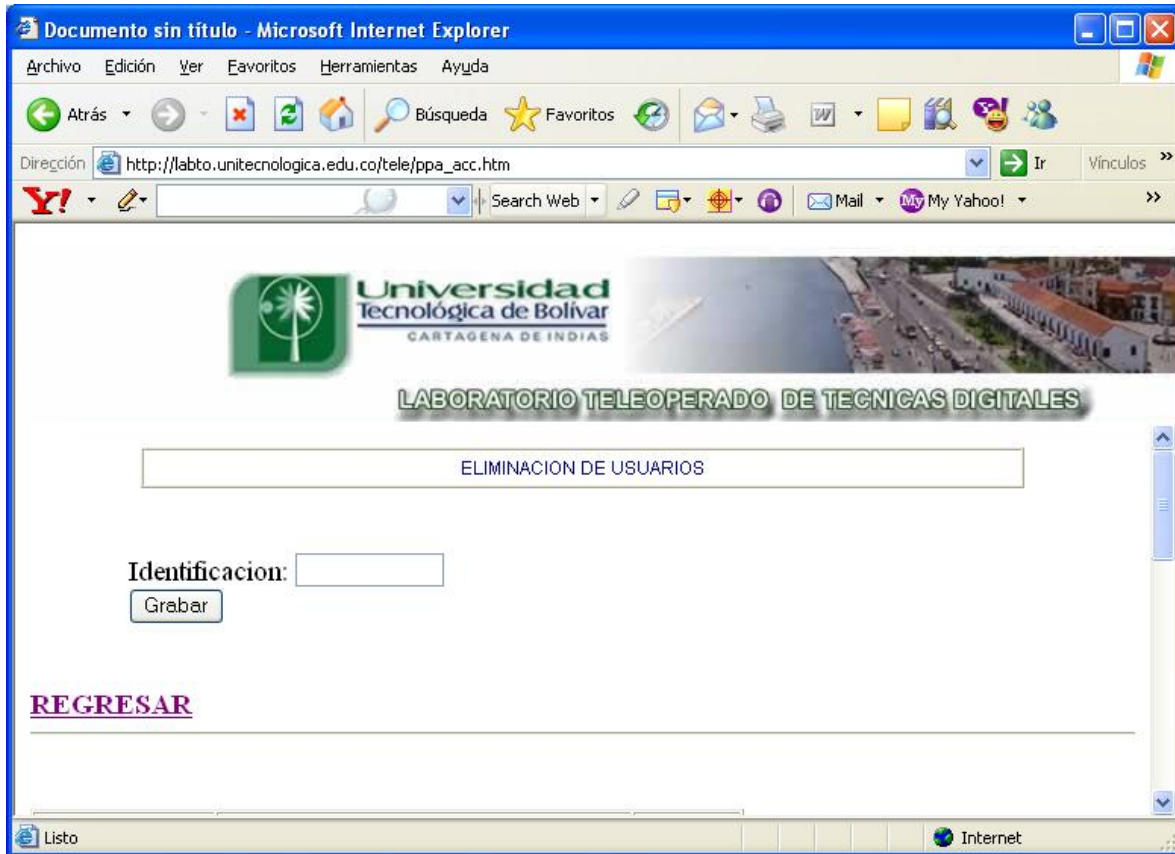
La información presentada puede ser modificada, de acuerdo a las necesidades.

El botón MODIFICAR, debe ser presionado para hacer efectiva la operación, en caso contrario, no hay registro de información.



Si se elige la opción de eliminar aparece una opción de confirmación antes de eliminar el usuario seleccionado.

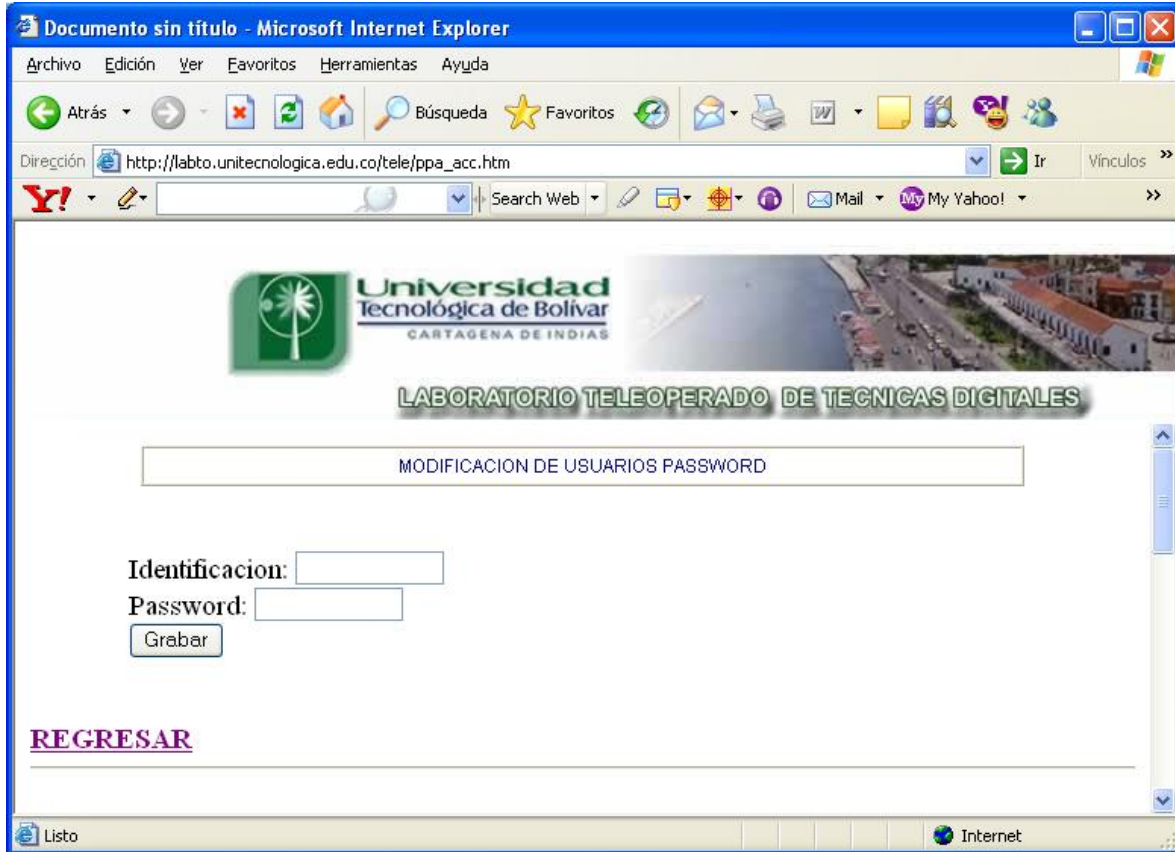
#### 1.1.4 Eliminación de Usuarios.



La opción de eliminación permite borrar un usuario de la base de datos.

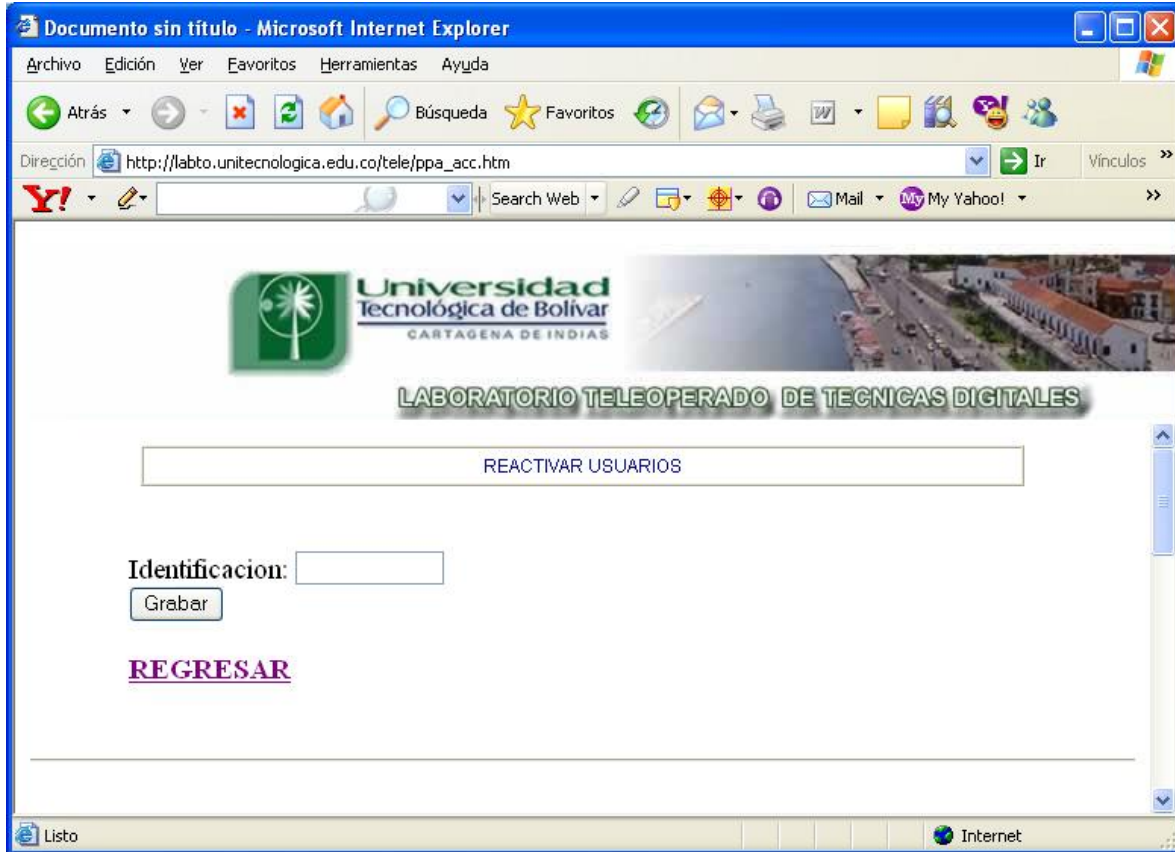
Para ello se ingresa la identificación del usuario, y al momento de presionar el botón GRABAR, se confirma la solicitud de eliminación del registro.

1.1.5. Creación de *Password*.



A través de esta opción se puede recrear el *password* de un usuario que haya perdido su clave de acceso a la aplicación. Esta opción está habilitada para usuario administrador.

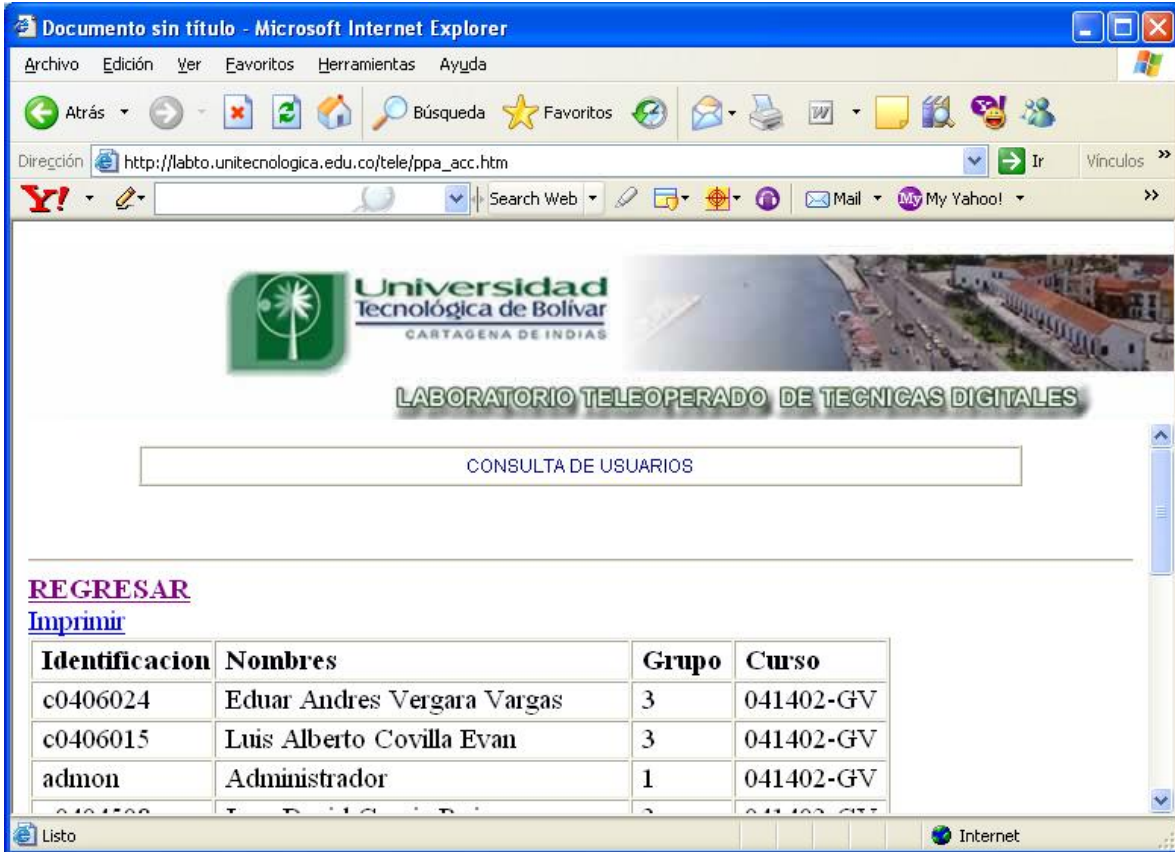
1.1.6. Reactivación de Usuarios.



Mediante esta opción, un usuario que se encuentra en estado Retirado, puede ser habilitado nuevamente para la utilización del software Administrativo de la Aplicación de Teleoperación.

Para este efecto basta ingresar la identificación del usuario y la aplicación lo habilitará inmediatamente.

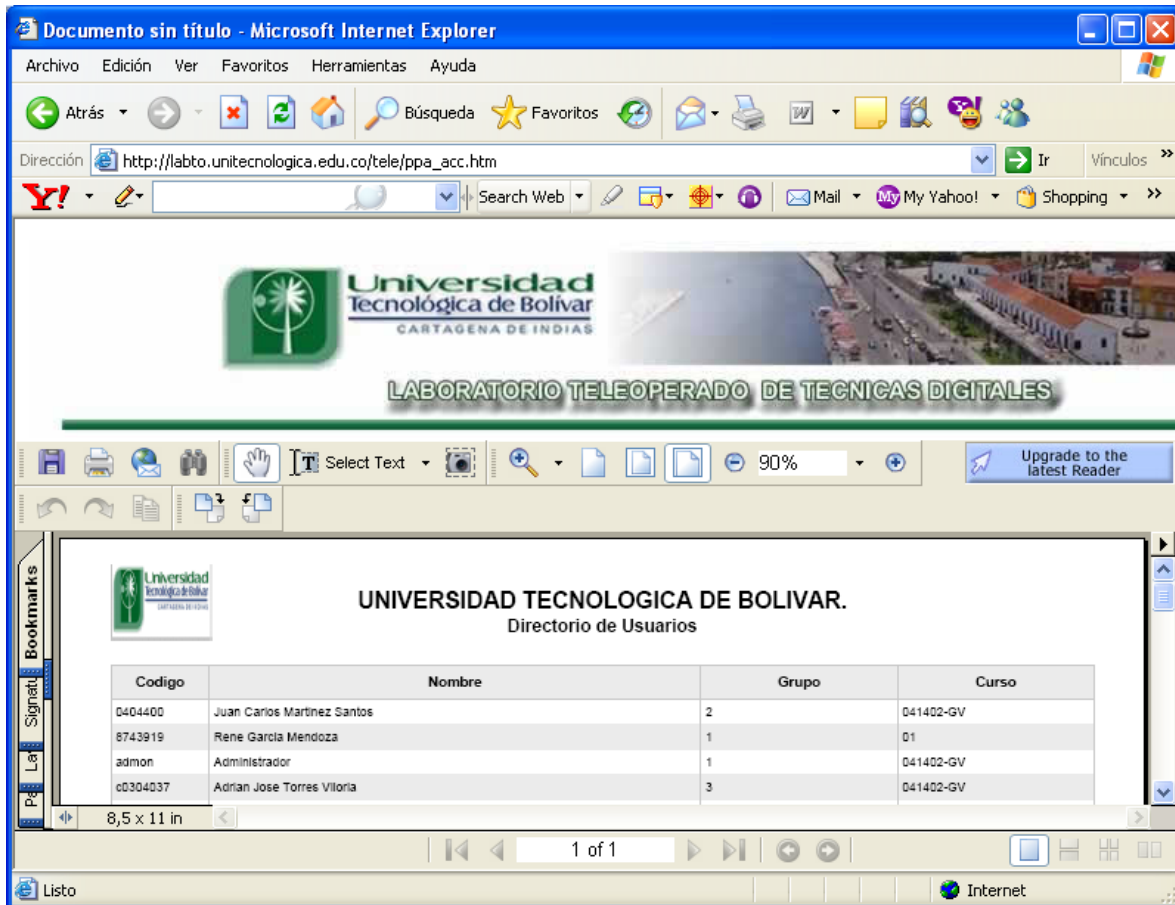
1.1.7. Consultas de Usuarios.



Presenta una pantalla con toda la información referente a los usuarios registrados en la base de datos de usuarios de la aplicación de Teleoperación. Muestra la información básica de cada uno de los usuarios registrados. Si se quiere enviar esta consulta a una impresora se pulsa el botón IMPRIMIR que permite visualizar el reporte en formato pdf, a través de una vista previa, antes de enviarla a el dispositivo de impresión.



1.1.8. Impresión Consultas de Usuarios.



Con la opción Impresión de Usuarios se genera el reporte de Usuarios. Es indispensable tener instalado el *acrobat reader* en la estación donde se pretende imprimir, esto debido a que la presentación final se realiza en formato pdf.

## 1.2. Administración de Reservas.

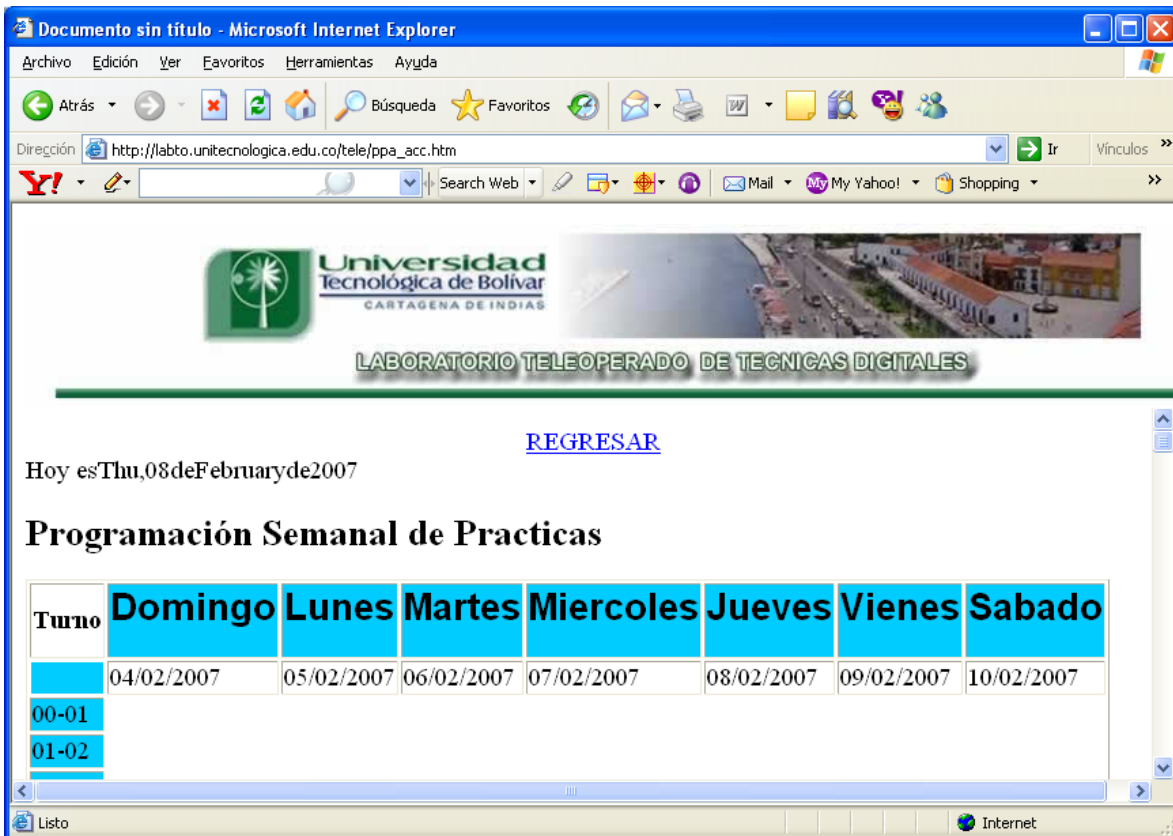
El administrador del sistema puede crear, consultar y cancelar reservas ya sea por grupo, por estudiante o por fecha.





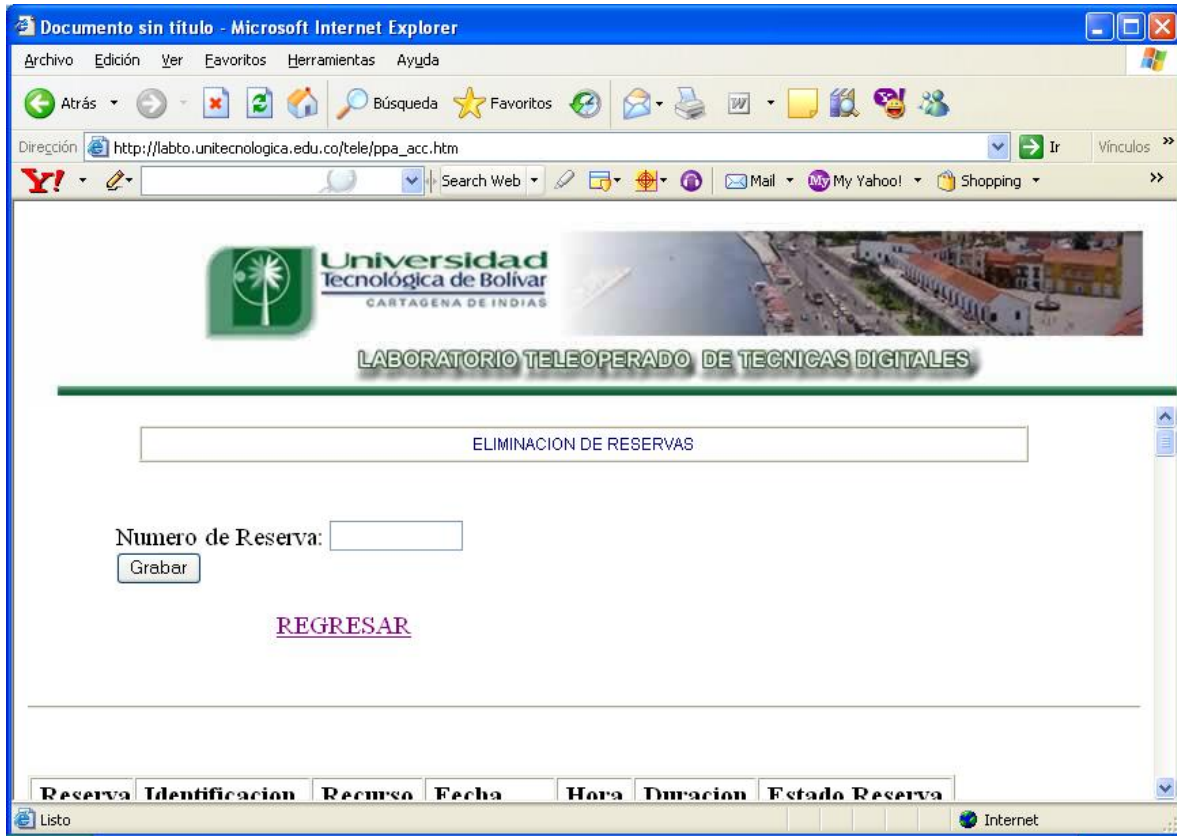
### 1.2.1 Creación de Reservas.

El Usuario administrador con la primera opción del menú reserva: Crear reserva, puede realizar una reserva para un estudiante o para un curso, logrando con esto reservar el cupo.



La pantalla de reserva esta diseñada para revisar por semanas, por defecto se consulta la información de la semana en curso, pero permite ir a semanas anteriores (solo para consultar) y semanas futuras. En esta misma pantalla el usuario administrador podrá anular una reserva así como realizar su reprogramación.

1.2.2 Cancelación de Reserva.



La opción de eliminación de reserva permite cancelar la reserva de un estudiante. El campo llave para este punto es el número identificador de la reserva. En la parte inferior de la reserva se muestra la información de la reserva.

1.2.3 Consulta de las Reservas.

The screenshot shows a web browser window with the following content:

- Browser title: Documento sin título - Microsoft Internet Explorer
- Address bar: http://labto.unitecnologica.edu.co/tele/ppa\_acc.htm
- Page header: Universidad Tecnológica de Bolívar, CARTAGENA DE INDIAS
- Section: LABORATORIO TELEOPERADO DE TECNICAS DIGITALES
- Buttons: CONSULTAR RESERVAS, [REGRESAR](#)
- Table of Reservations:

Reserva	Identificación	Recurso	Fecha	Hora	Duración	Estado Reserva
195	c0406025	002	12/11/2006	14	1	C
194	YTozOntzOjg6	001	12/11/2006	14	1	V
193	admon	001	07/11/2006	21	1	U
192	anNlcuJhbm8=	001	30/10/2006	17	1	U
191	c0406010	001	30/10/2006	17	1	V
190	Jairo Enriqu	006	30/10/2006	16	1	V

La opción de reserva permite mirar por pantalla la información de las reservas realizadas por los estudiantes.

1.2.4. Cancelación de Reservas por Estudiantes.

The screenshot shows a Microsoft Internet Explorer window displaying a web page from Universidad Tecnológica de Bolívar. The page title is 'LABORATORIO TELEOPERADO DE TECNICAS DIGITALES'. Below the header, there is a search bar with the text 'ELIMINACION DE RESERVAS POR ESTUDIANTE'. Underneath, there is a form for user identification with a 'Grabar' button. A purple link labeled 'REGRESAR' is visible. At the bottom, a table lists reservation details.

Reserva	Identificacion	Recurso	Fecha	Hora	Duracion	Estado Reserva
195	c0406025	002	12/11/2006	14	1	C

La opción de cancelación de reserva permite cancelar las reservas de un estudiante, el campo llave de entrada para esta búsqueda y posterior eliminación es la identificación del usuario.

1.2.5. Cancelación de Reservas por fechas.

La opción de cancelación de reserva permite cancelar las reservas de los estudiantes, el campo llave de entrada para esta búsqueda y posterior eliminación es la fecha inicial y fecha final.

Documento sin título - Microsoft Internet Explorer

Archivo Edición Ver Favoritos Herramientas Ayuda

Dirección [http://labto.unitecnologica.edu.co/tele/ppa\\_acc.htm](http://labto.unitecnologica.edu.co/tele/ppa_acc.htm)

Universidad Tecnológica de Bolívar  
CARTAGENA DE INDIAS

LABORATORIO TELEOPERADO DE TECNICAS DIGITALES

ELIMINACION DE RESERVAS POR FECHAS

Fecha Inicio (yyyy-mm-dd):

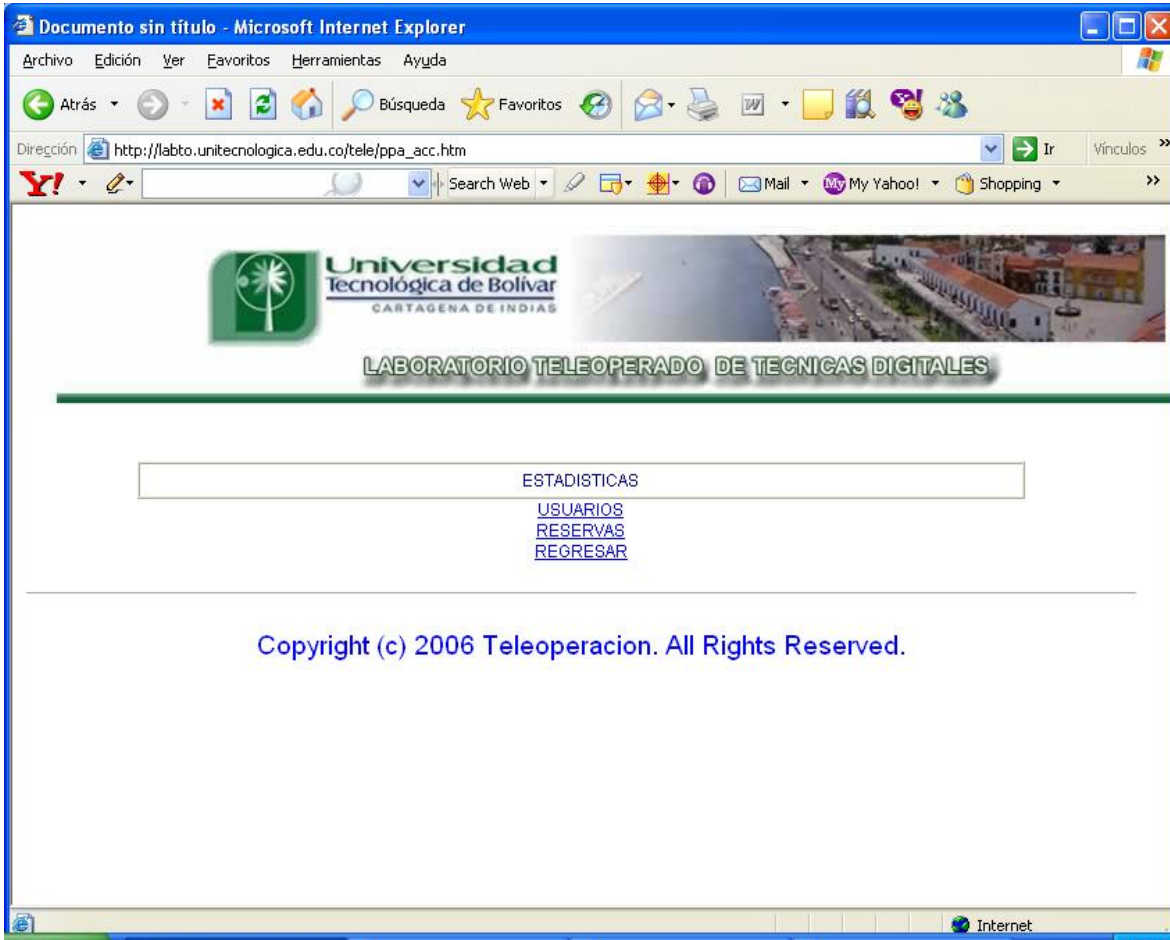
Fecha Final (yyyy-mm-dd) :

Grabar

[REGRESAR](#)

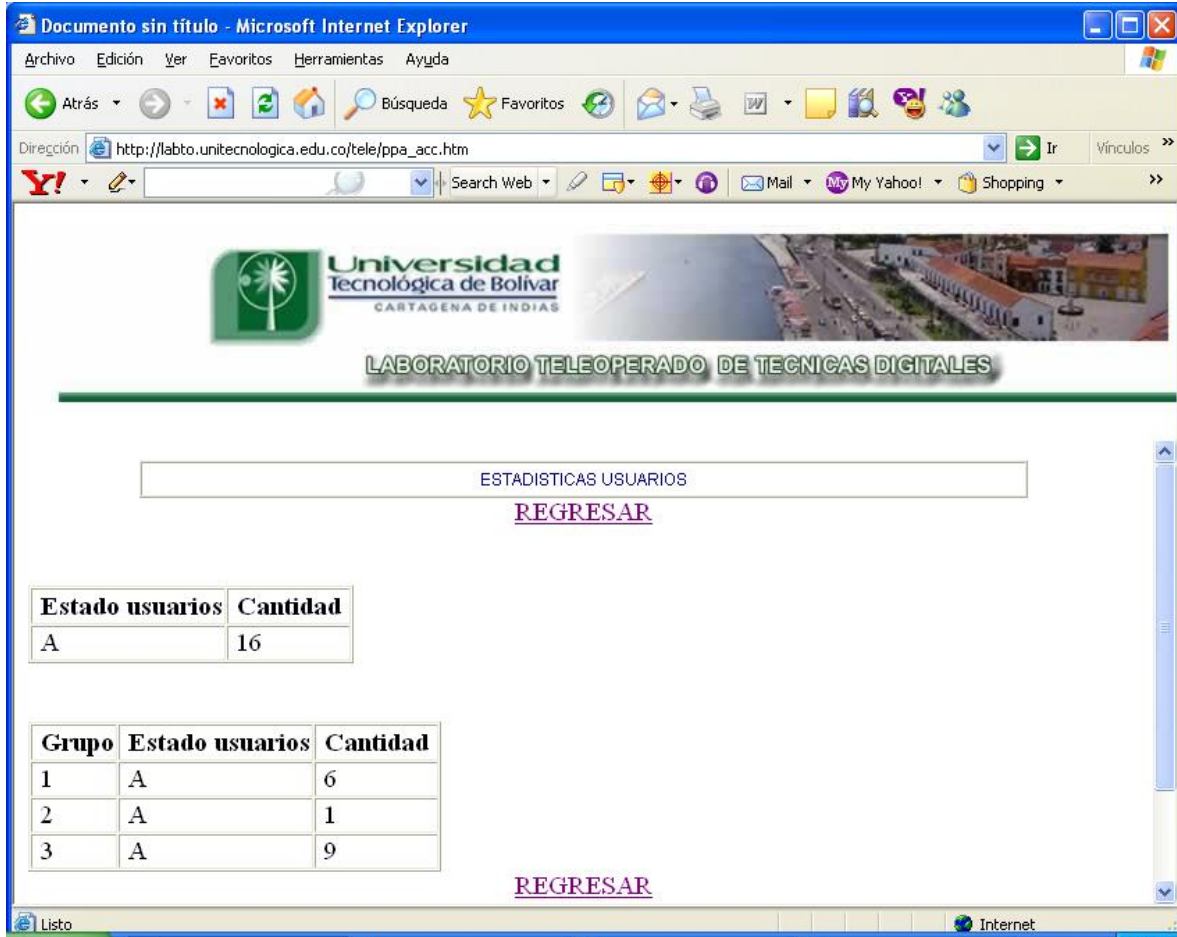
Reserva	Identificacion	Recurso	Fecha	Hora	Duracion	Estado Reserva
195	c0406025	002	12/11/2006	14	1	C

### 1.3. Estadísticas



Esta opción permite generar las estadísticas acerca de la información mas importante que se encuentra registrada en la base de datos. Las estadísticas presentadas son referentes a información de usuarios y reservas.

1.3.1. Estadísticas de usuarios.



En este pantallazo se muestran las estadísticas acerca de usuarios:

- Cantidad de Usuarios y sus respectivos estados (A, R).
- Total de usuarios clasificados por Grupos (Administradores, Profesores o Estudiantes).



1.3.2. Estadísticas de Reservas.

The screenshot shows a web browser window with the following content:

Universidad Tecnológica de Bolívar  
CARTAGENA DE INDIAS

LABORATORIO TELEOPERADO DE TECNICAS DIGITALES

ESTADISTICAS RESERVAS

[REGRESAR](#)

Estado reservas	Cantidad
	3
	28
	37
	46

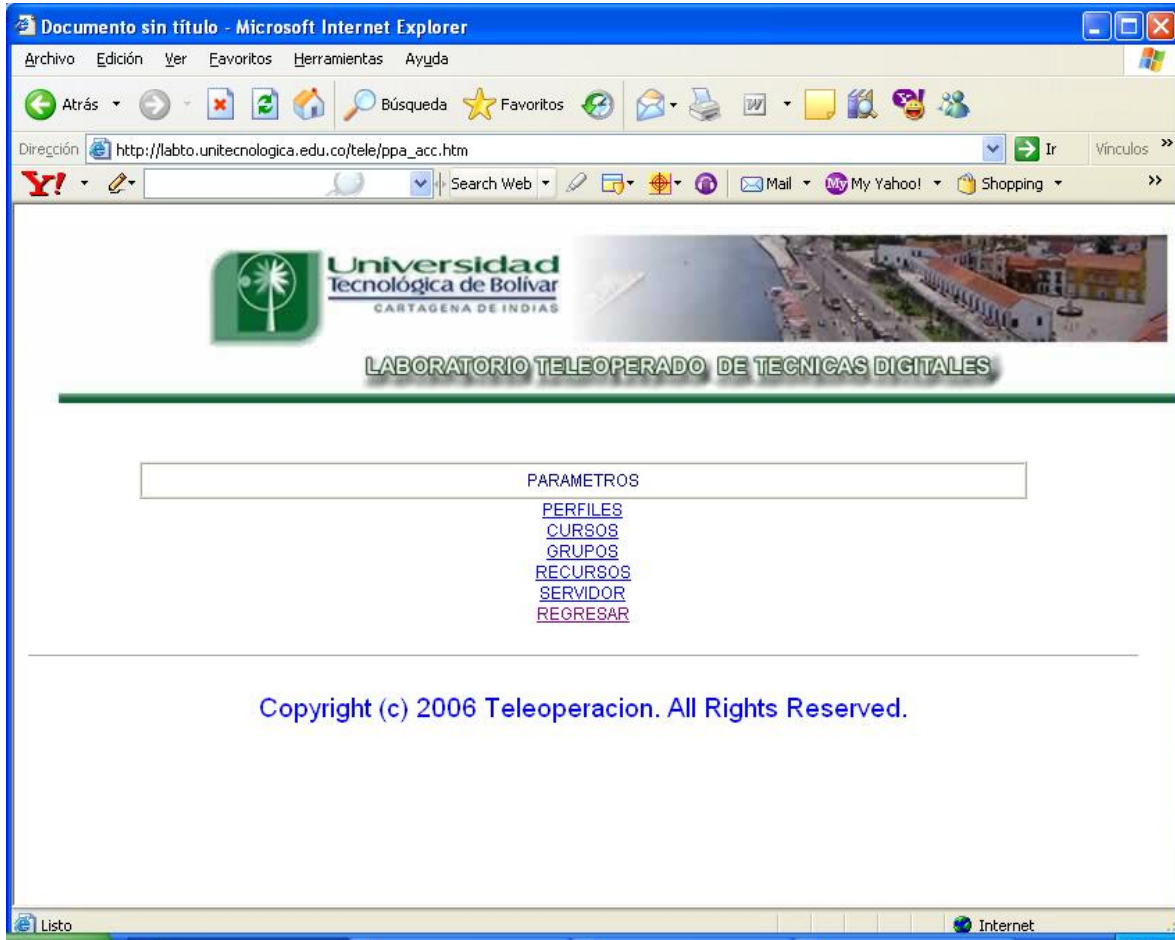
Fecha Reservas	Estado Reservas	Cantidad
01/12/2006	V	3

En este pantallazo se muestran las estadísticas acerca de las reservas:

- Cantidad de Reservas y sus respectivos estados (A,C, R).
- Total de reservas discriminadas por fecha y estado de las reservas.



## 1.4. Administración de Parámetros

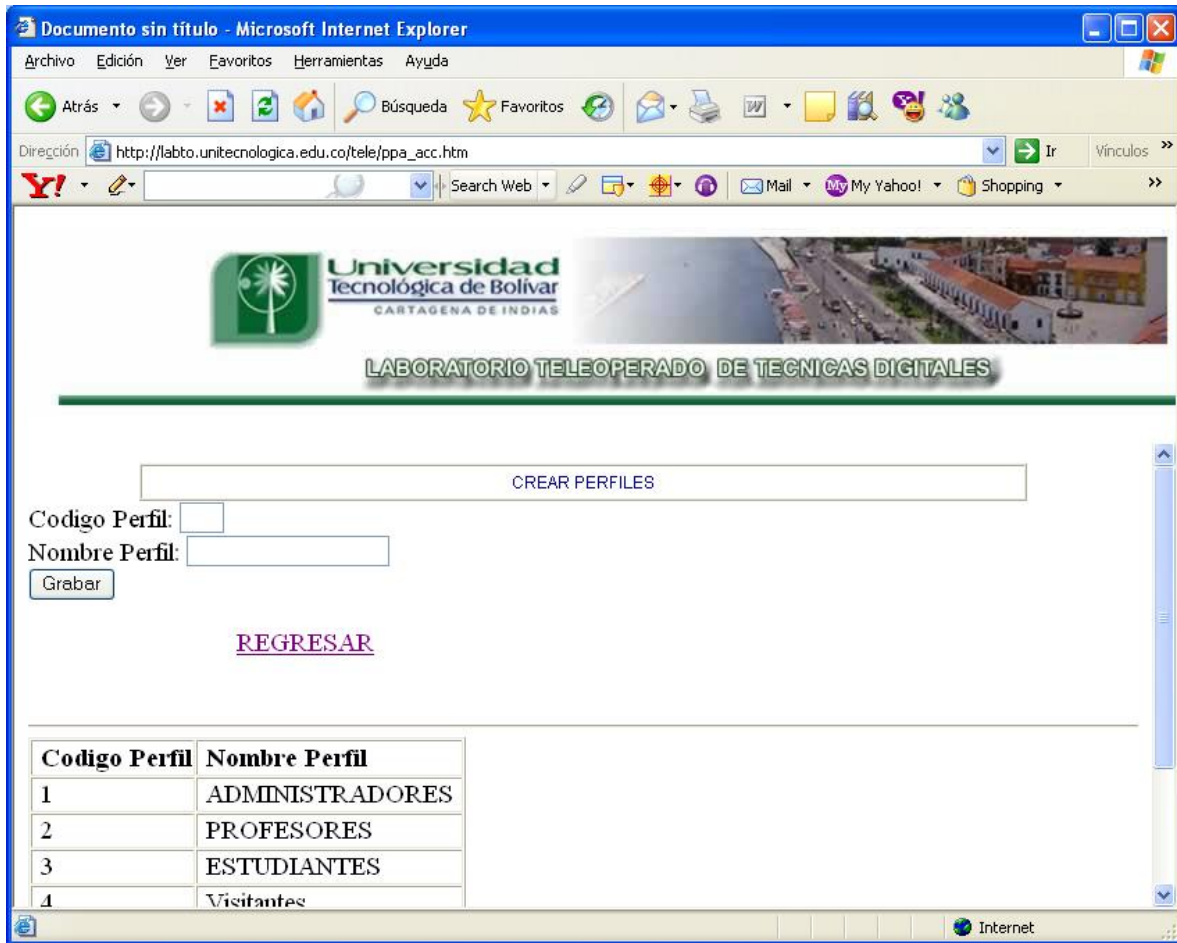


En esta opción permite realizar el mantenimiento a los parámetros que se utilizaron a lo largo de la aplicación Administrativa de Teleoperación. Las opciones de este menú incluyen: Perfiles, Cursos y Grupos de usuarios.

1.4.1. Perfiles.

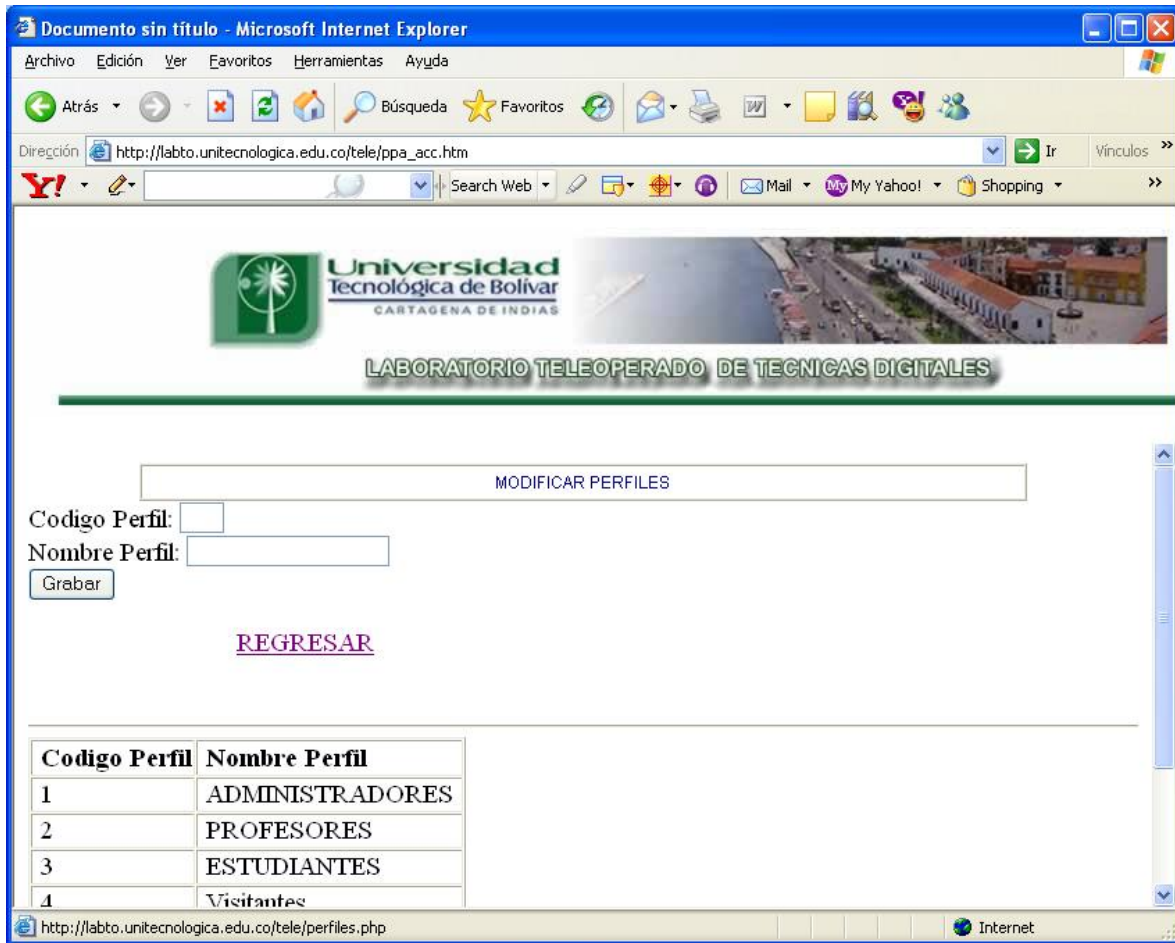


1.4.1.1. Creación de Perfiles



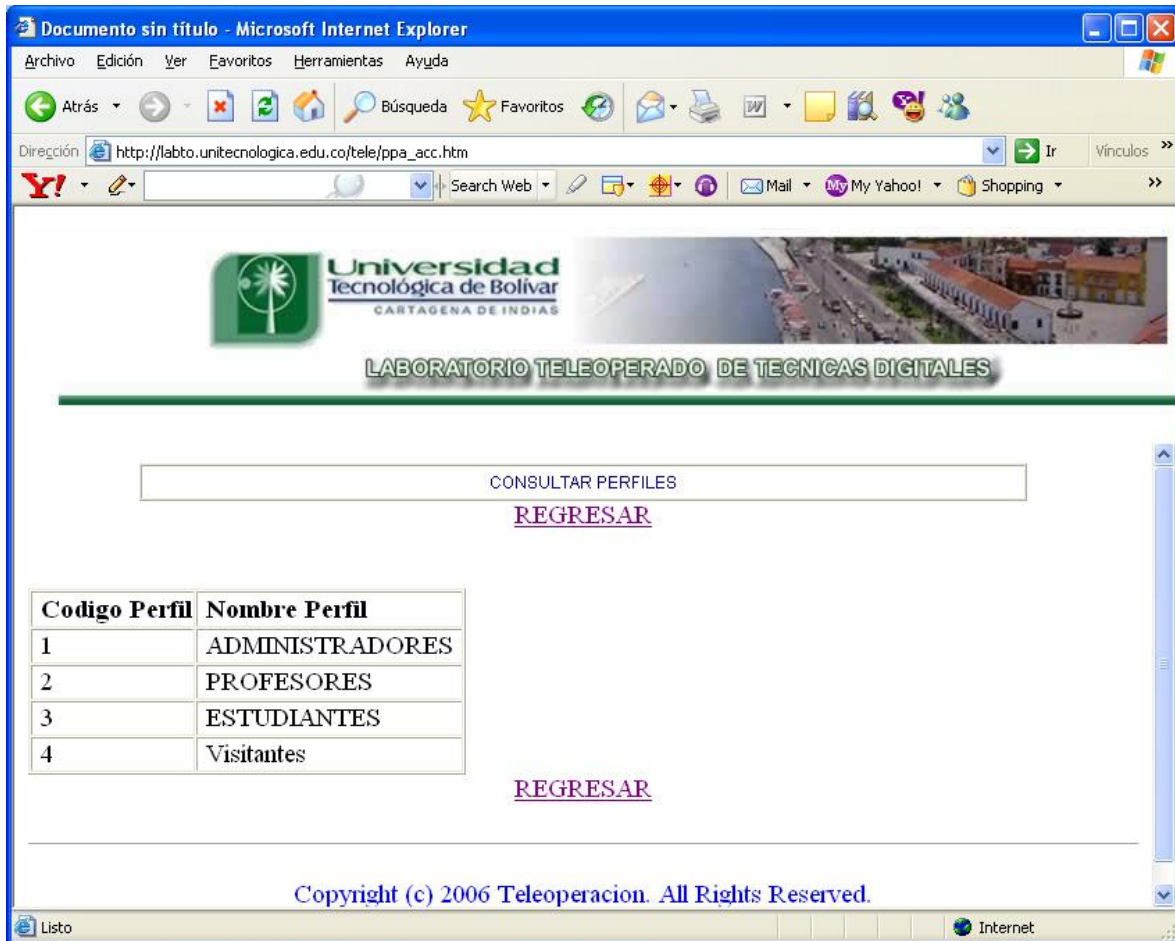
Para la creación de perfiles se solicita la información referente a la codificación del perfil y la descripción o nombre del mismo.

1.4.1.2. Modificar Perfiles.



La modificación de perfiles permite realizar un cambio en la descripción del perfil existente.

1.4.1.3. Consultas de Perfiles.



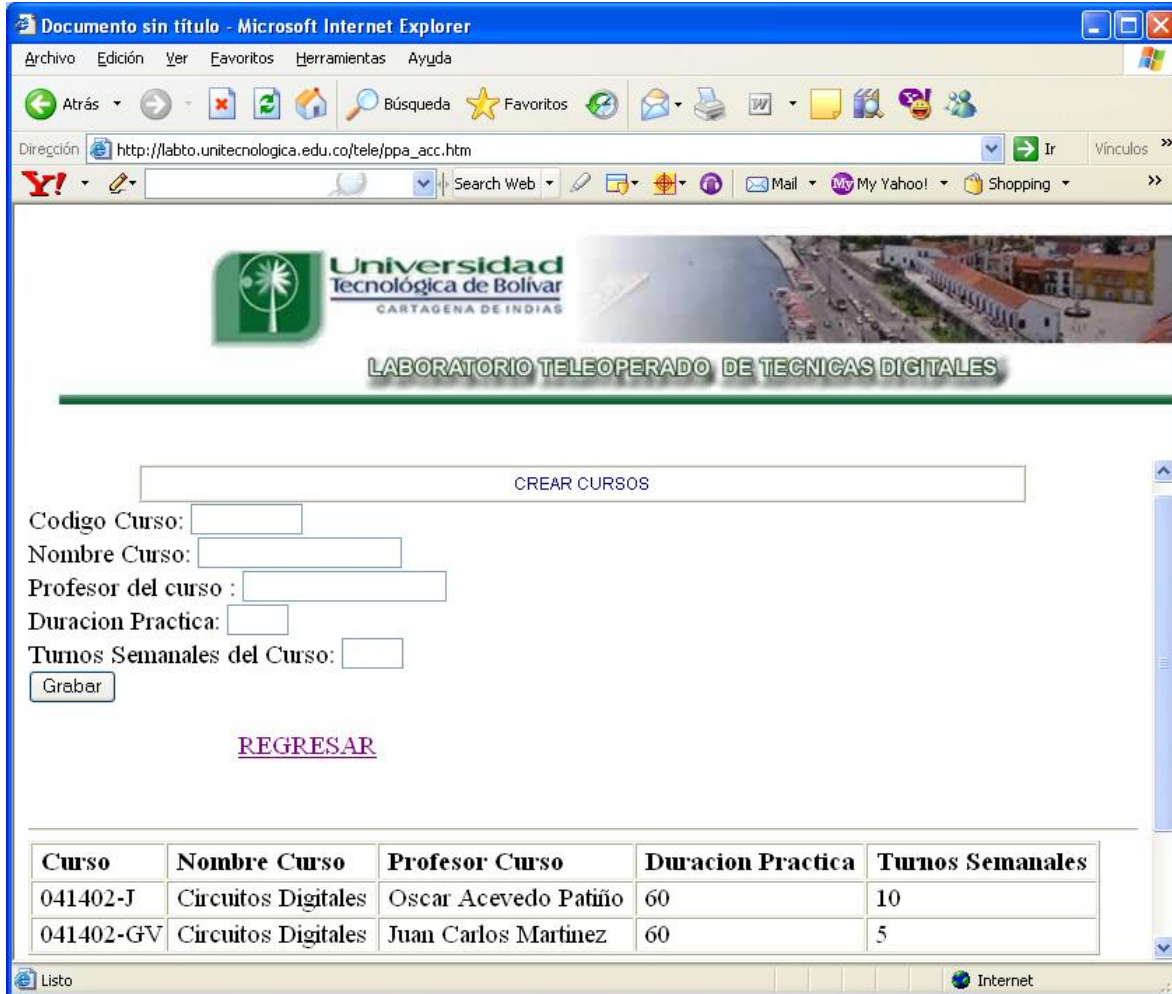
Esta opción presenta el listado de los perfiles existentes a la fecha de la consulta, mostrando código y nombre del mismo.

### 1.4.2. Cursos.



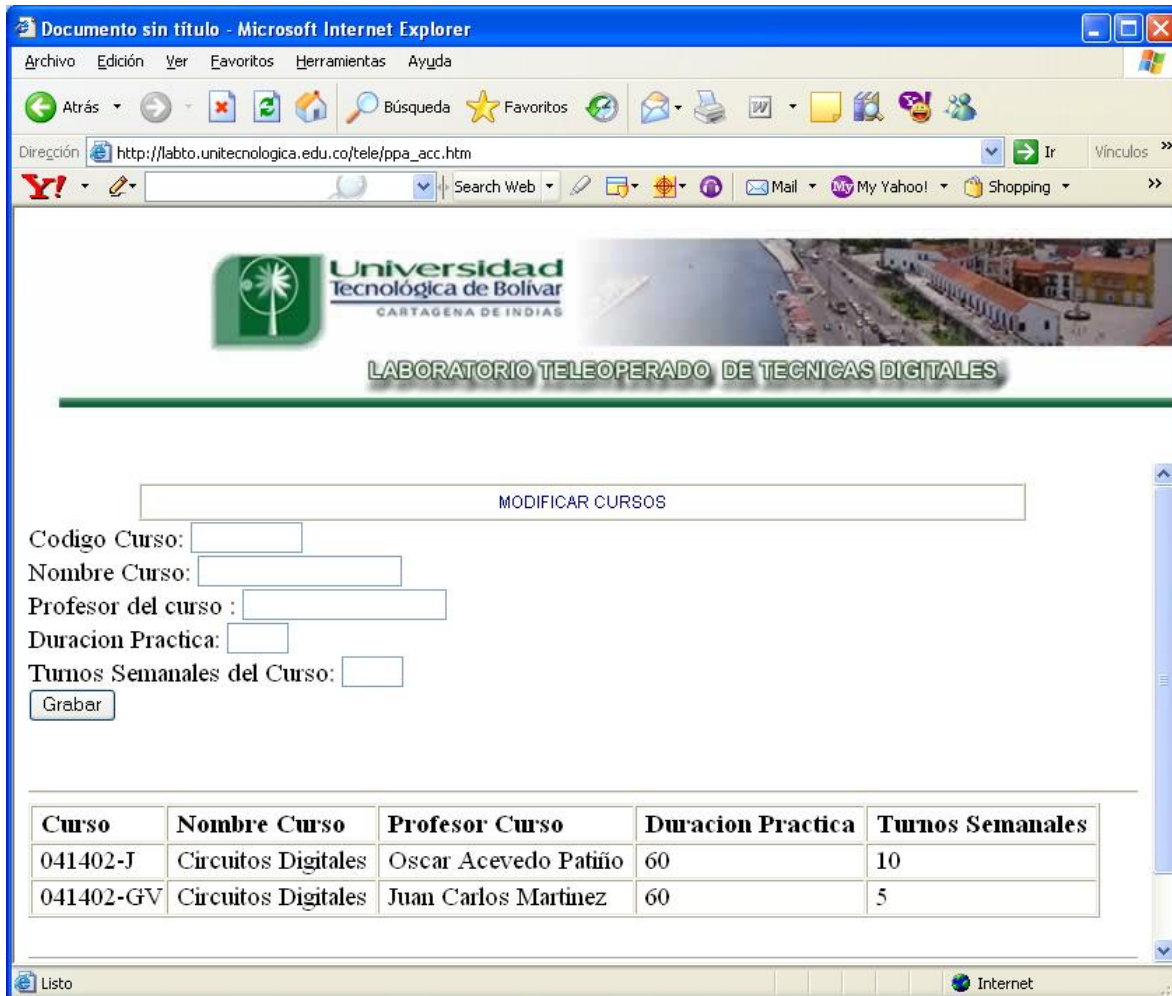


1.4.2.1. Creación.



La creación de un curso hace referencia al ingreso de la información referente al código, nombre y profesor del curso, indicando para este la duración del tiempo de práctica, la cual debe ser especificada en minutos.

1.4.2.2. Modificación.



A partir del ingreso del código del curso, se despliega la descripción del mismo, permitiendo la modificación de alguno de los datos básicos, como son: nombre, profesor y duración de la práctica.



1.4.2.3. Consultas de Cursos.

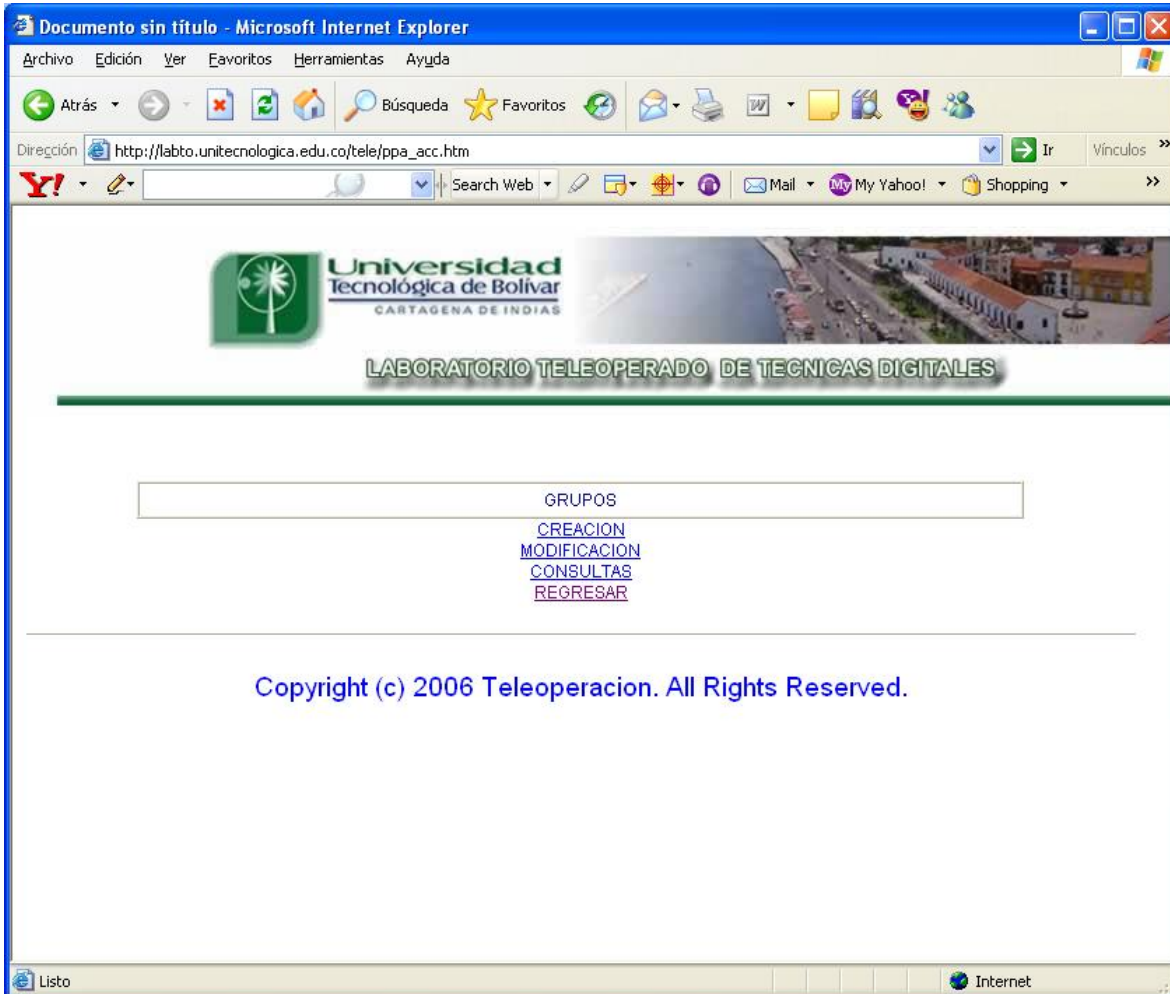
The screenshot shows a Microsoft Internet Explorer browser window with the following content:

- Address bar: [http://labto.unitecnologica.edu.co/tele/ppa\\_acc.htm](http://labto.unitecnologica.edu.co/tele/ppa_acc.htm)
- Page Title: Documento sin titulo - Microsoft Internet Explorer
- Page Content:
  - Logo of Universidad Tecnológica de Bolívar (Cartagena de Indias)
  - Section: LABORATORIO TELEOPERADO DE TECNICAS DIGITALES
  - Form:  CONSULTAR CURSOS
  - Link: [REGRESAR](#)
  - Table of Courses:
 

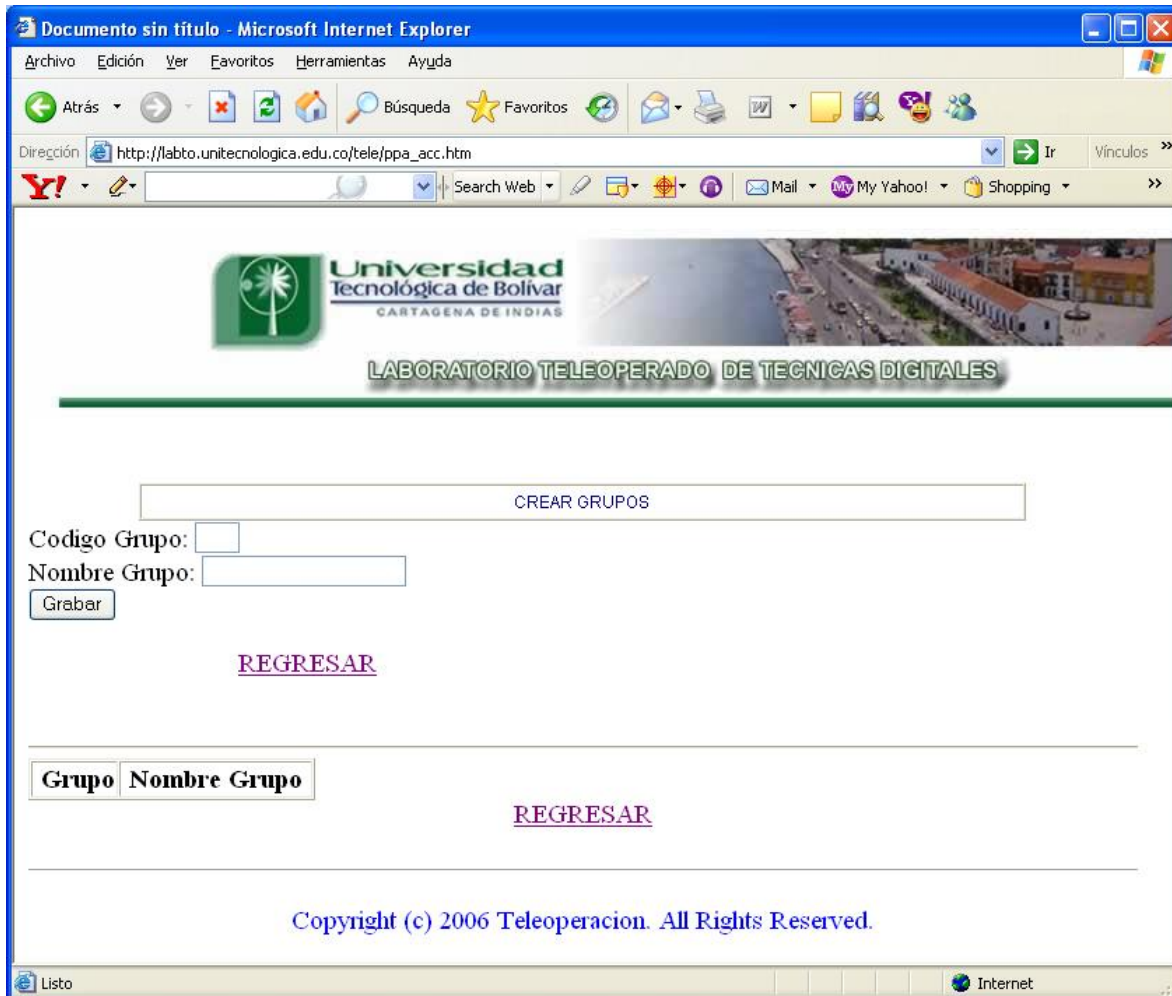
Curso	Nombre Curso	Profesor Curso	Duracion Practica	Turnos Disponibles
041402-J	Circuitos Digitales	Oscar Acevedo Patiño	60	10
041402-GV	Circuitos Digitales	Juan Carlos Martinez	60	5
  - Link: [REGRESAR](#)
  - Footer: Copyright (c) 2006 Teleoperacion. All Rights Reserved.

Esta opción presenta el listado de los cursos existentes que requieren la utilización de las prácticas del laboratorio teleoperado.

### 1.4.3. Grupos.



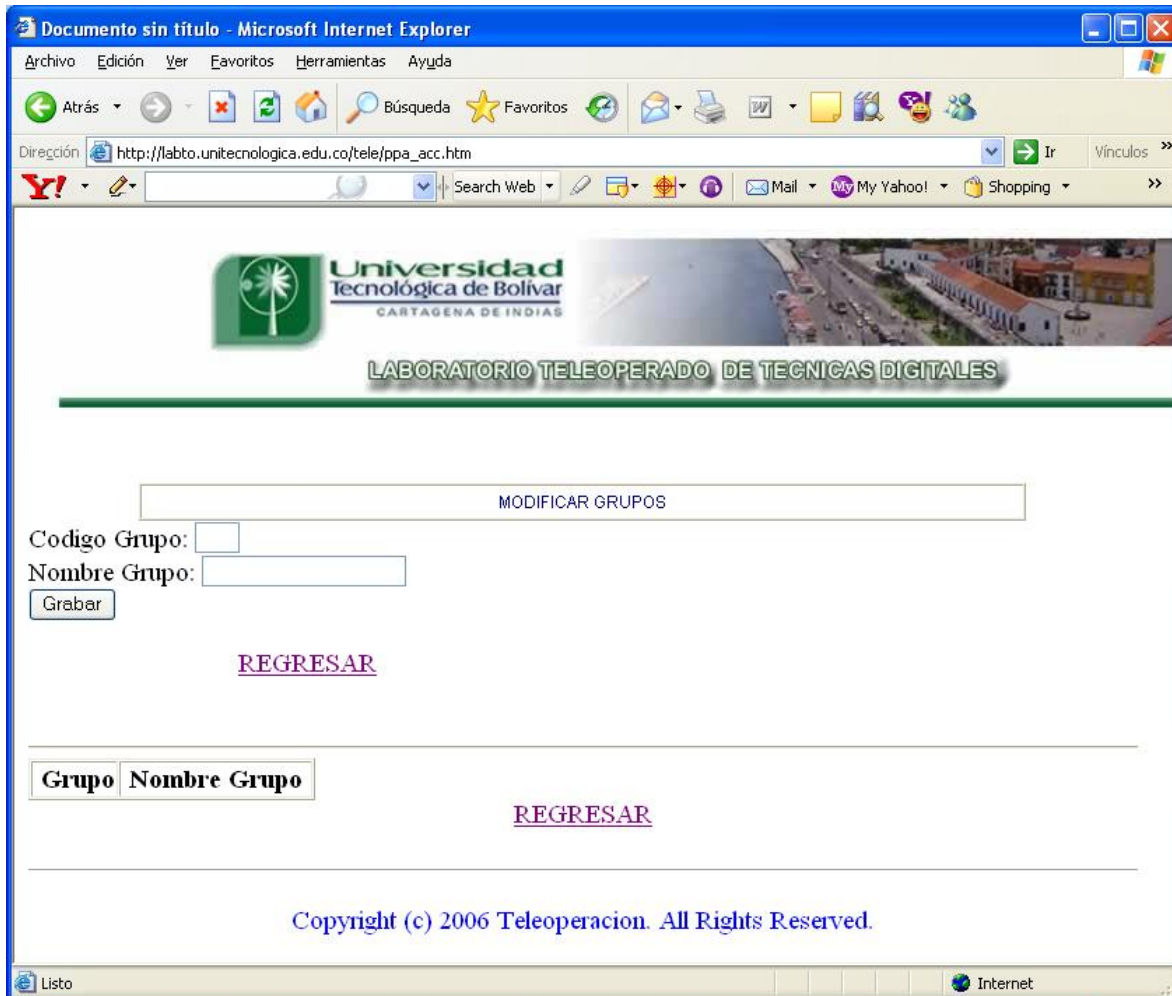
1.4.3.1. Creación Grupos.



Esta opción permite la creación de los diferentes grupos de usuarios que debe considerar el aplicativo, para facilitar la administración.

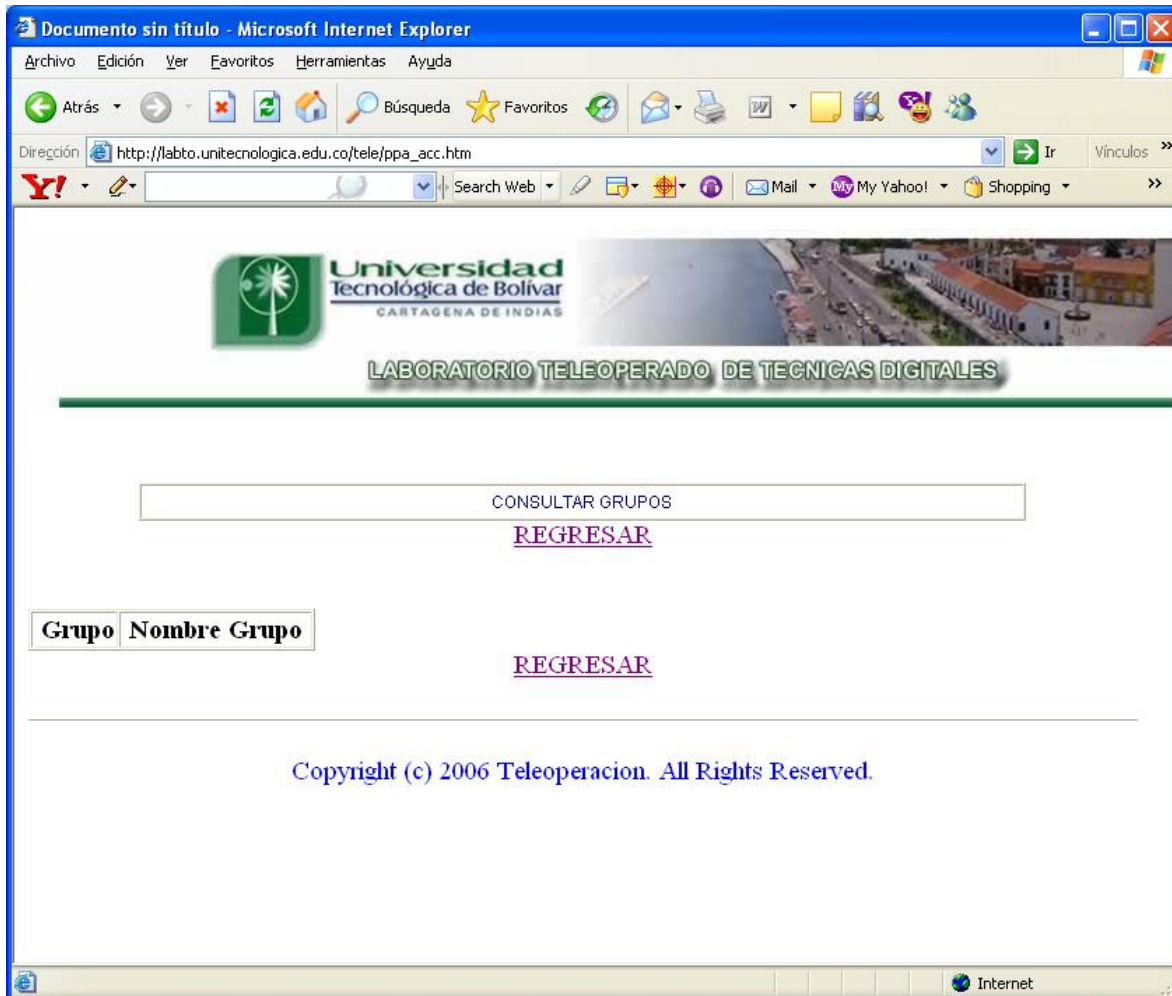
La creación requiere del ingreso del código y la descripción o nombre del grupo a considerar.

1.4.3.2. Modificación.



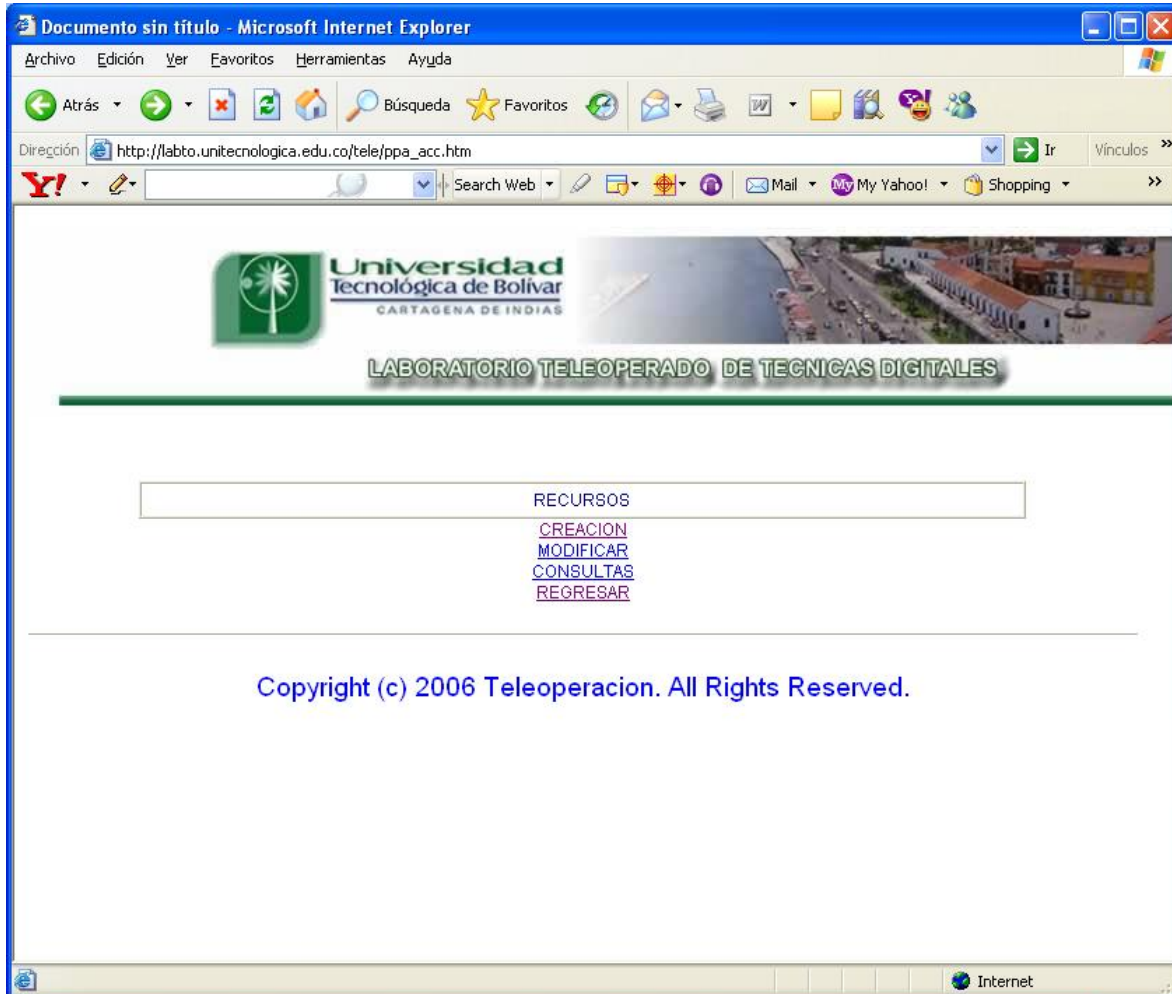
La opción permite efectuar un cambio o modificación en la descripción del grupo creado previamente.

1.4.3.3. Consultas.



Esta opción permite visualizar, a través de un listado, la totalidad de los grupos existentes, presentando el código y nombre de cada grupo.

#### 1.4.4 Recursos.





1.4.4.1 Creación.

The screenshot shows a Microsoft Internet Explorer browser window titled 'Documento sin título - Microsoft Internet Explorer'. The address bar shows the URL 'http://labto.unitecnologica.edu.co/tele/ppa\_acc.htm'. The page content includes the university logo and the text 'LABORATORIO TELEOPERADO DE TECNICAS DIGITALES'. Below this is a form with the following fields:

- CREAR RECURSOS (button)
- Codigo Recurso:
- Direccion IP del Recurso:
- usuario VPN:
- Contraseña:
- Grabar (button)
- [REGRESAR](#) (link)

At the bottom of the page, there is a table with the following data:

Codigo Recurso	Direccion IP del Recurso	Usuario VPN	Contraseña	Estado del Recurso
001	172.16.6.194	vpnuser1	u7w4x8g5x\$	D
002	172.16.6.195	vpnuser2	y9t4c9h2y\$	D
003	172.16.6.196	vpnuser3	g4t5x7f5q\$	D

1.4.4.2 Modificar.

The screenshot shows a Microsoft Internet Explorer browser window titled 'Documento sin título - Microsoft Internet Explorer'. The address bar shows the URL 'http://labto.unitecnologica.edu.co/tele/ppa\_acc.htm'. The page content includes the university logo and the text 'LABORATORIO TELEOPERADO DE TECNICAS DIGITALES'. Below this is a form with the following fields and buttons:

- A button labeled 'MODIFICAR RECURSOS'.
- Form fields for 'Codigo Recurso:', 'Direccion IP del Recurso:', 'usuario VPN:', and 'Contraseña:'.
- A 'Grabar' button.
- A link labeled 'REGRESAR'.

At the bottom of the page, there is a table with the following data:

Codigo Recurso	Direccion IP del Recurso	Usuario VPN	Contraseña	Estado del Recurso
001	172.16.6.194	vpnuser1	u7w4x8g5x\$	D
002	172.16.6.195	vpnuser2	y9t4c9h2y\$	D



14.4.3 Consulta.

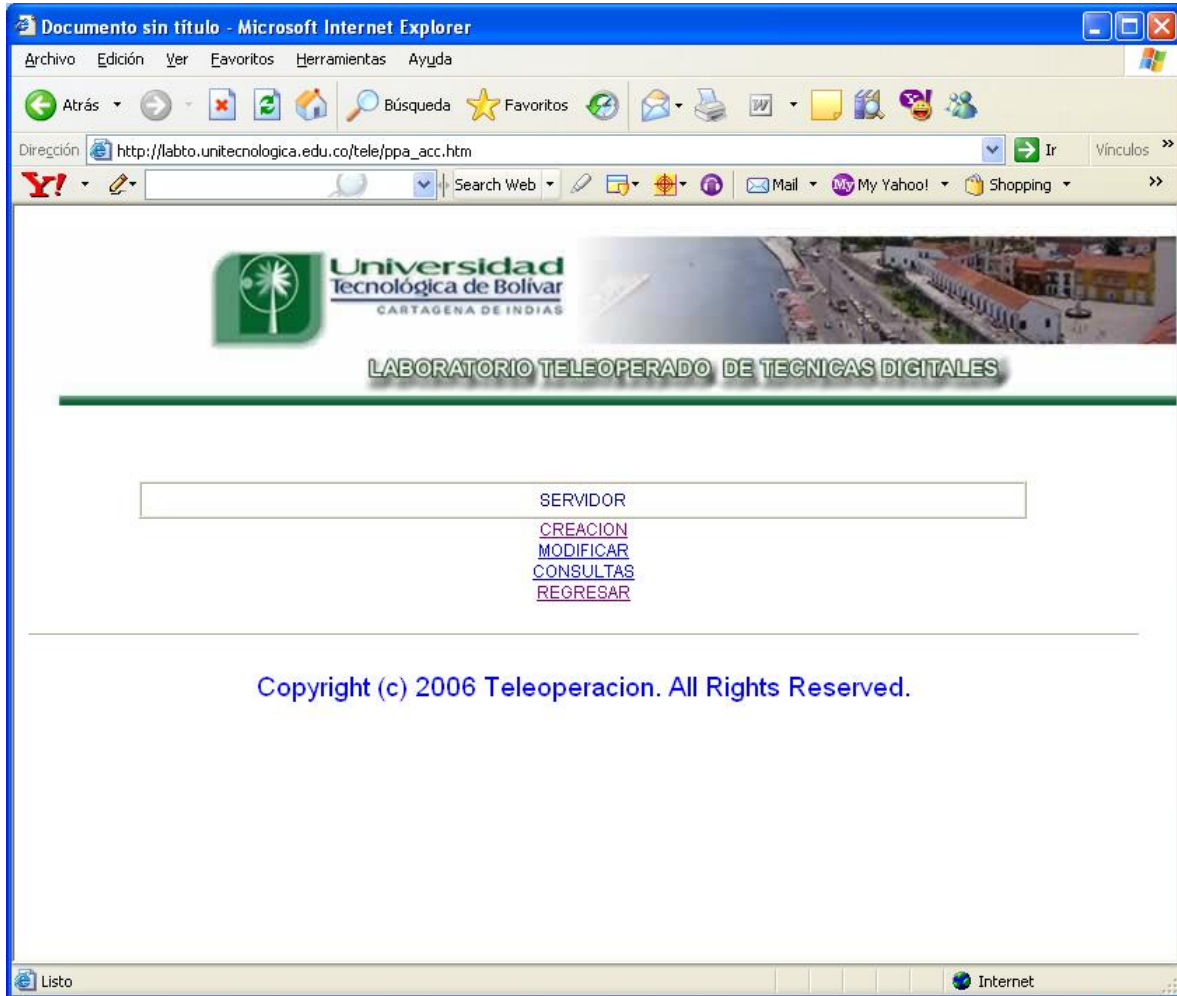
CONSULTAR RECURSOS

[REGRESAR](#)

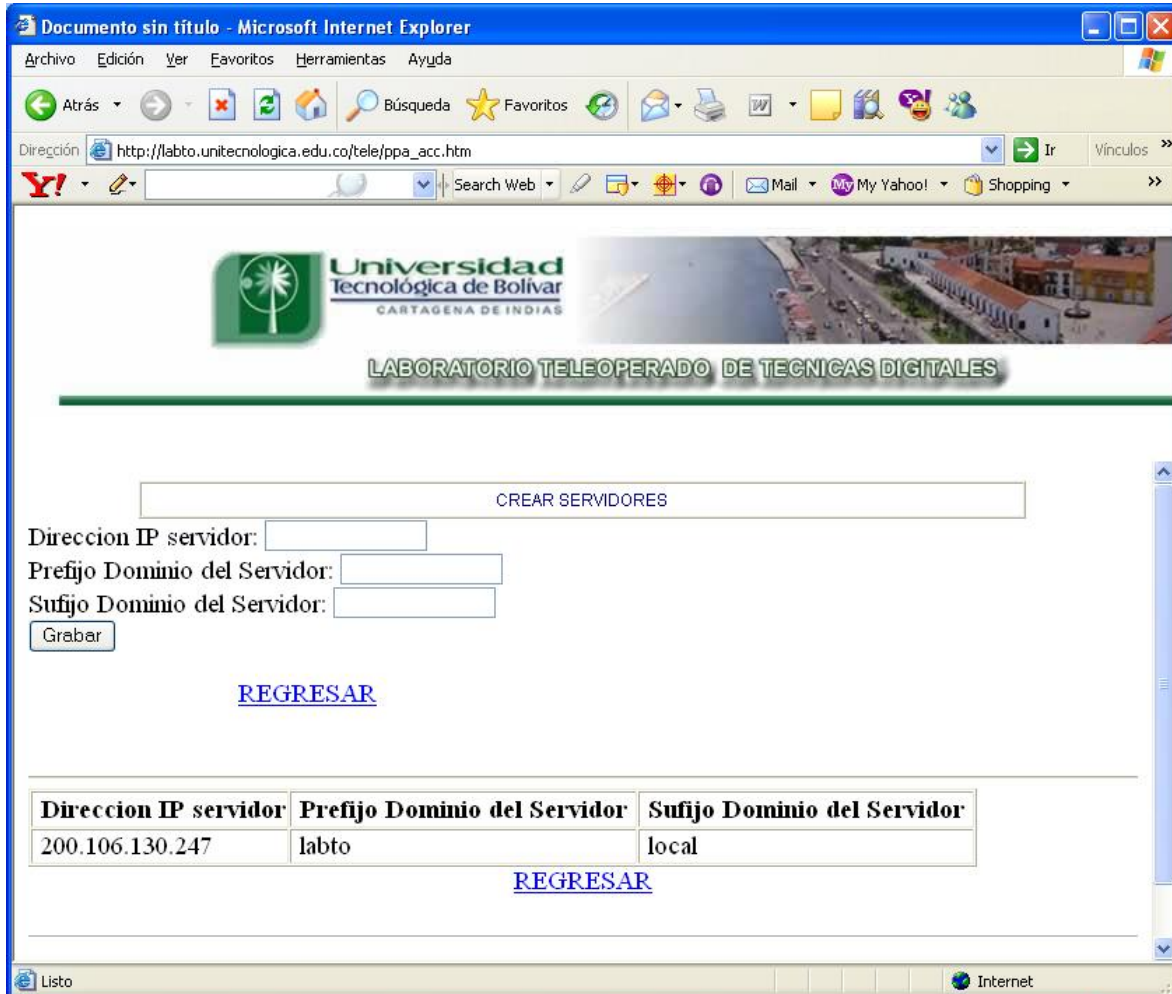
Codigo Recurso	Direccion IP del Recurso	Usuario VPN	Contraseña	Estado del Recurso
001	172.16.6.194	vpnuser1	u7w4x8g5x\$	D
002	172.16.6.195	vpnuser2	y9t4c9h2y\$	D
003	172.16.6.196	vpnuser3	g4t5x7f5q\$	D
004	172.16.6.197	vpnuser4	x9w7n9g8d\$	D
005	172.16.6.198	vpnuser5	q8g4a1p8o\$	D
006	172.16.6.199	vpnuser6	e2d3r7s5r\$	D

Copyright (c) 2006 Teleoperacion. All Rights Reserved.

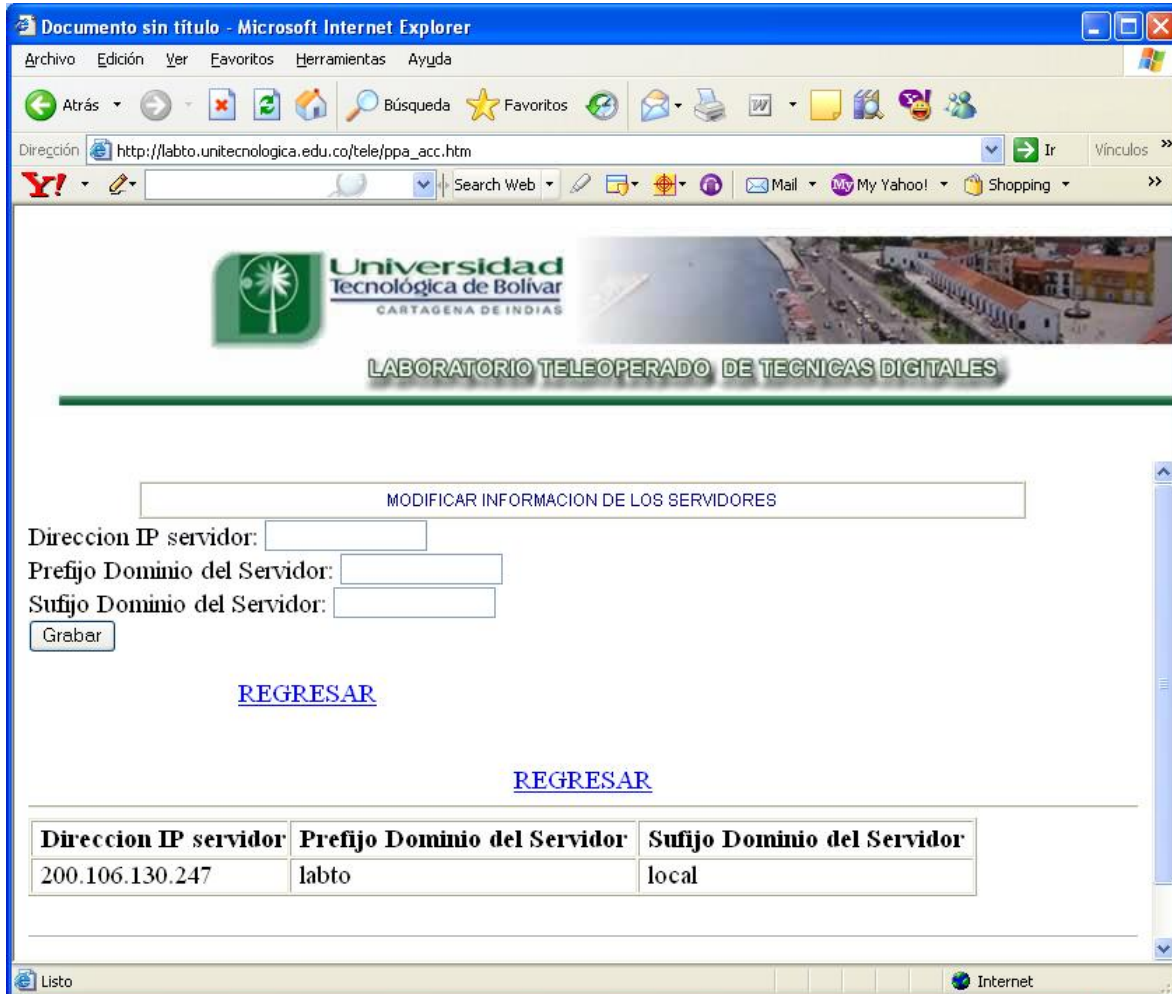
### 1.4.5 Servidor.



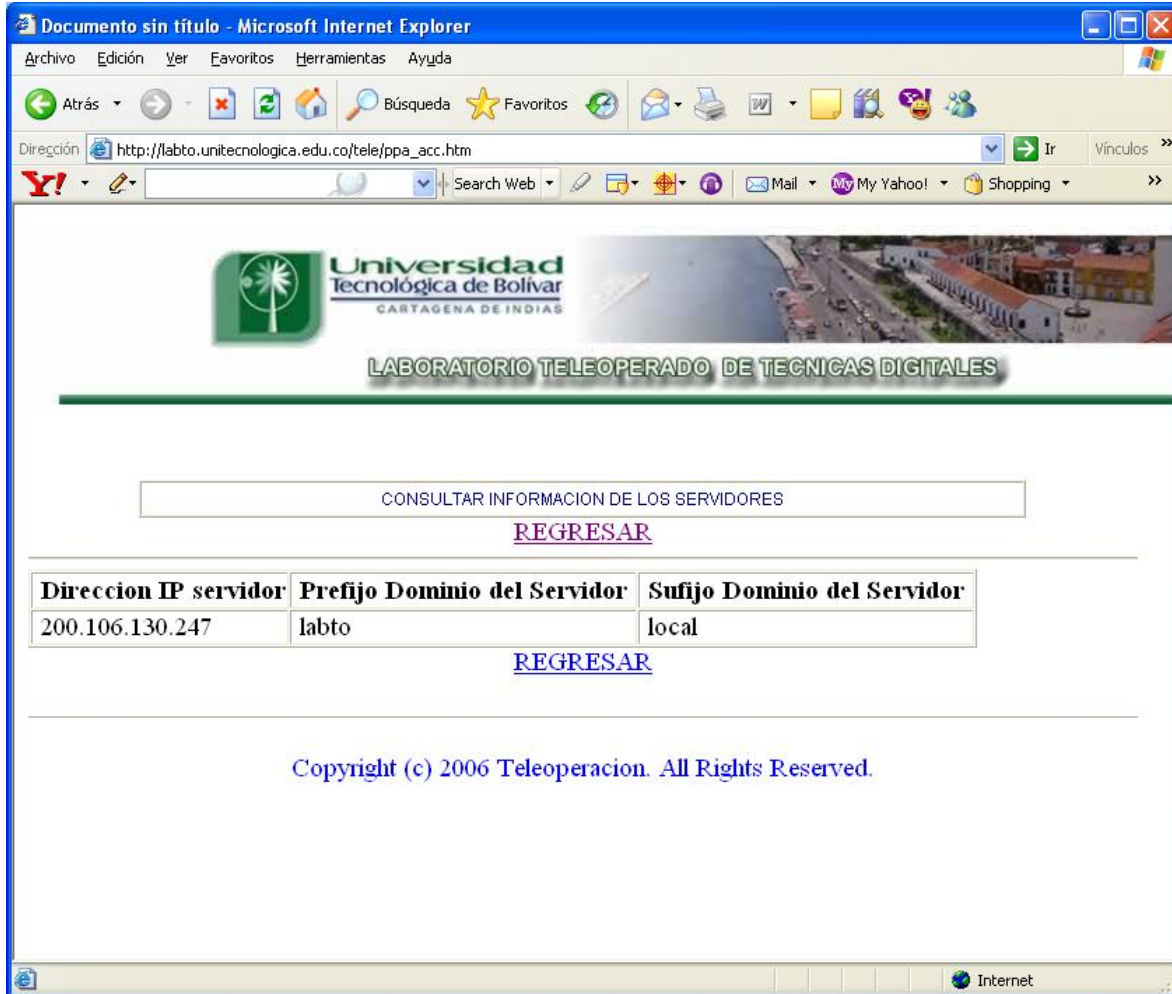
1.4.5.1 Creación.



1.4.5.2 Modificación.



1.4.5.3 Creación.



## ANEXO G. SOFTWARE DE ADMINISTRACION Y UTILIZACION DEL SISTEMA DE TELEOPERACION - SAUST

### MODULO OPERATIVO

### MANUAL DEL USUARIO ESTUDIANTE

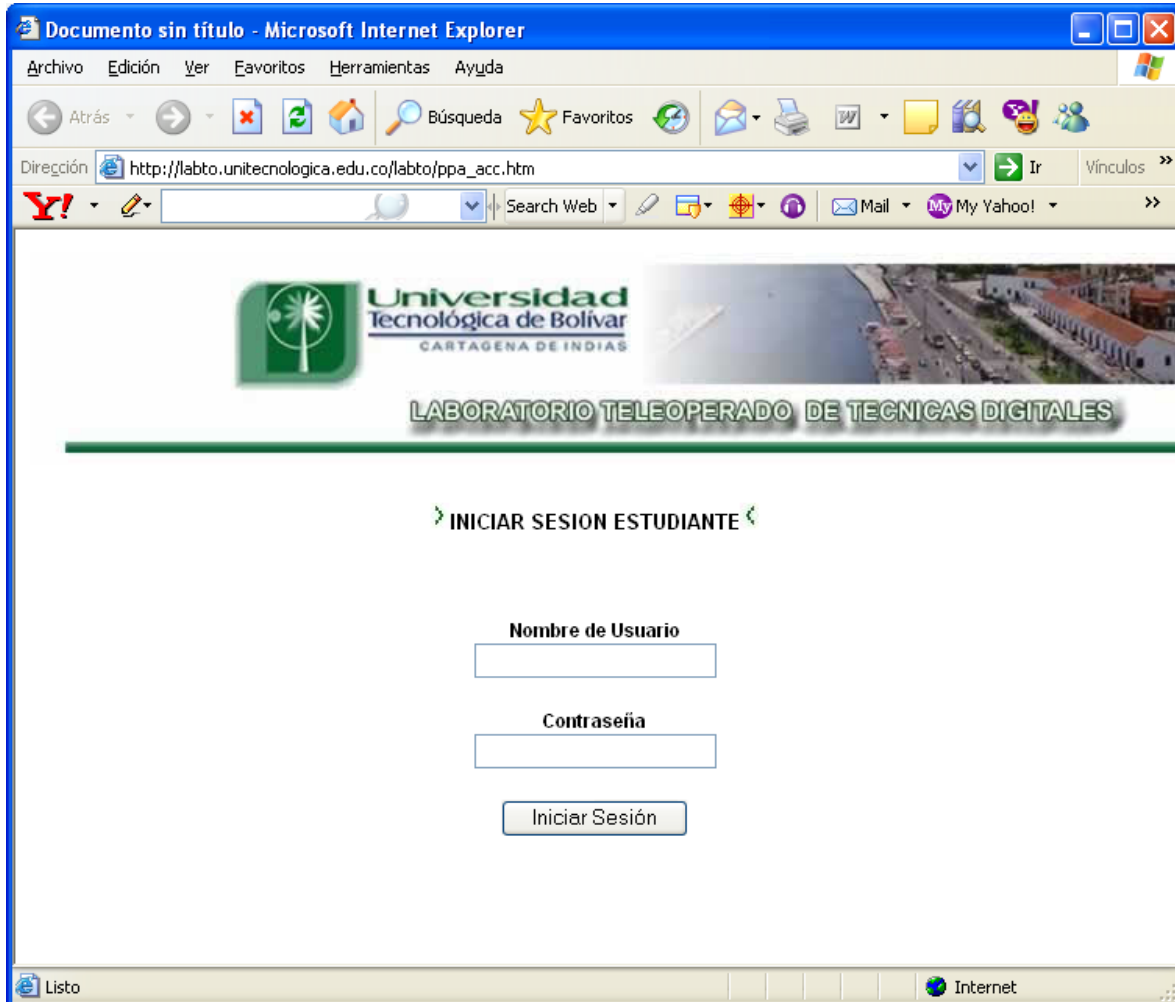
#### ► INGRESANDO AL MODULO OPERATIVO

Para ingresar al módulo operativo debe:

6. Conectarse a Internet
7. Ejecutar el Internet Explorer
8. En la barra de direcciones ingrese: <http://labto.unitecnologica.edu.co>



9. En el menú **Iniciar Sesión** haga clic en el enlace **Estudiantes**.





10. Ingrese su **Nombre de Usuario** y su **Contraseña** y presione enter. Si los datos son correctos se accede a la página principal:



En ella se organiza el trabajo en dos secciones: **RESERVAS** y **PRACTICAS**

### ► Sección **RESERVAS**

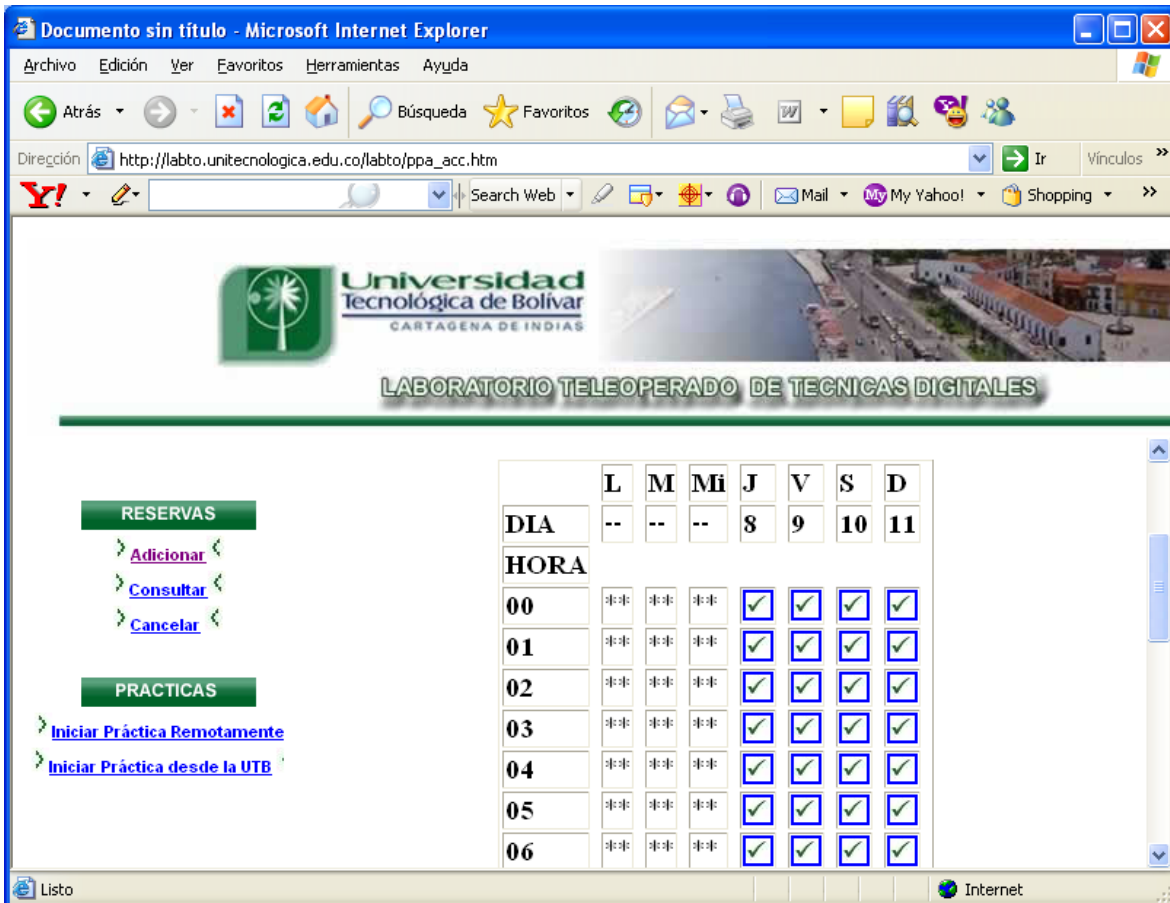
Tiene los siguientes enlaces:

- **Adicionar:** El usuario puede crear una reserva para utilizar los recursos del laboratorio
- **Cancelar:** Cancela una reserva dada.
- **Consultar:** Muestra todas las reservas realizadas y su estado (activa, utilizada o cancelada)



► **Enlace ADICIONAR**

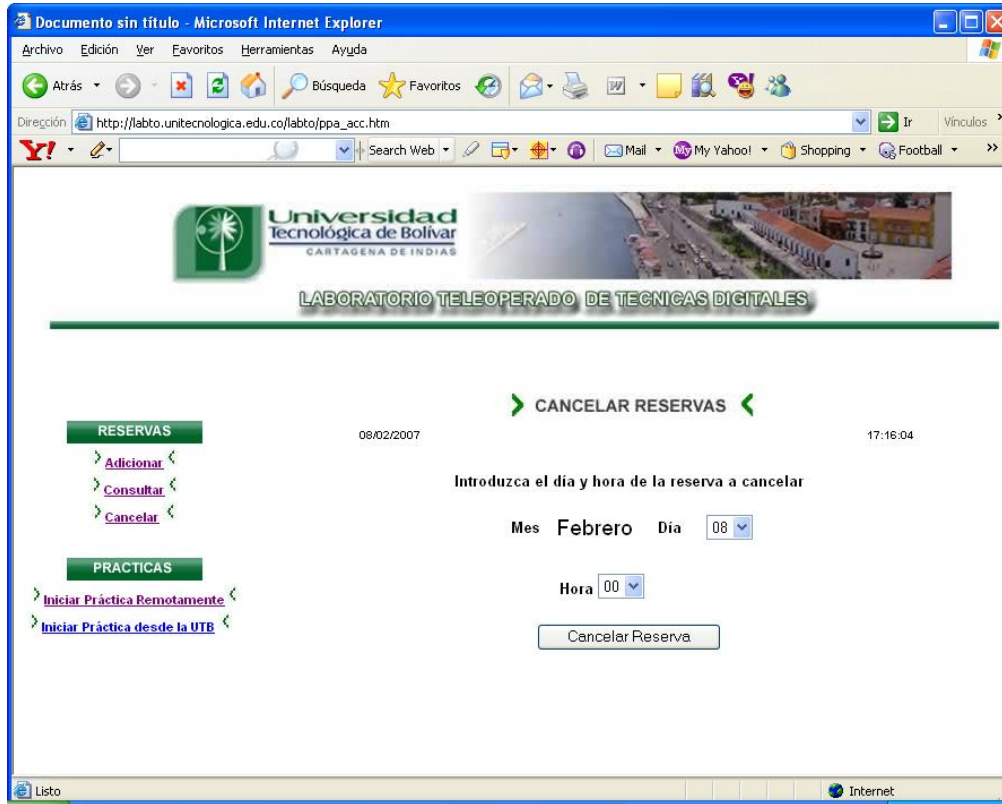
Al hacer clic en el enlace **ADICIONAR** se muestra la página siguiente:



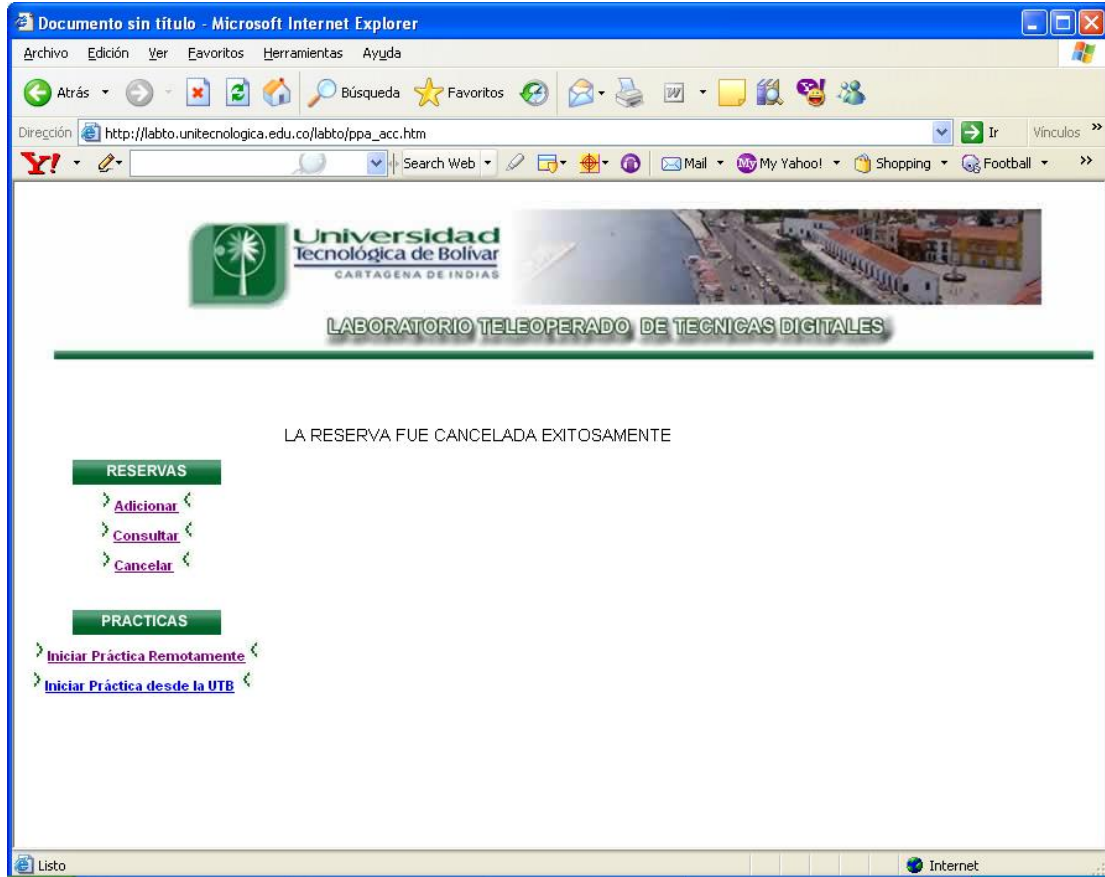
Se muestran los días y las horas con disponibilidad o no de reservas. Se da clic sobre la celda correspondiente al día y la hora que se desea reservar. Se verifica que la fecha sea válida, que no se una fecha anterior a la actual al igual que la hora. Después de realizada la reserva el sistema da la confirmación. De clic en el enlace **Regresar**.

► **Enlace CANCELAR**

Haciendo clic en este enlace se llega a la página principal de **CANCELAR RESERVAS**.

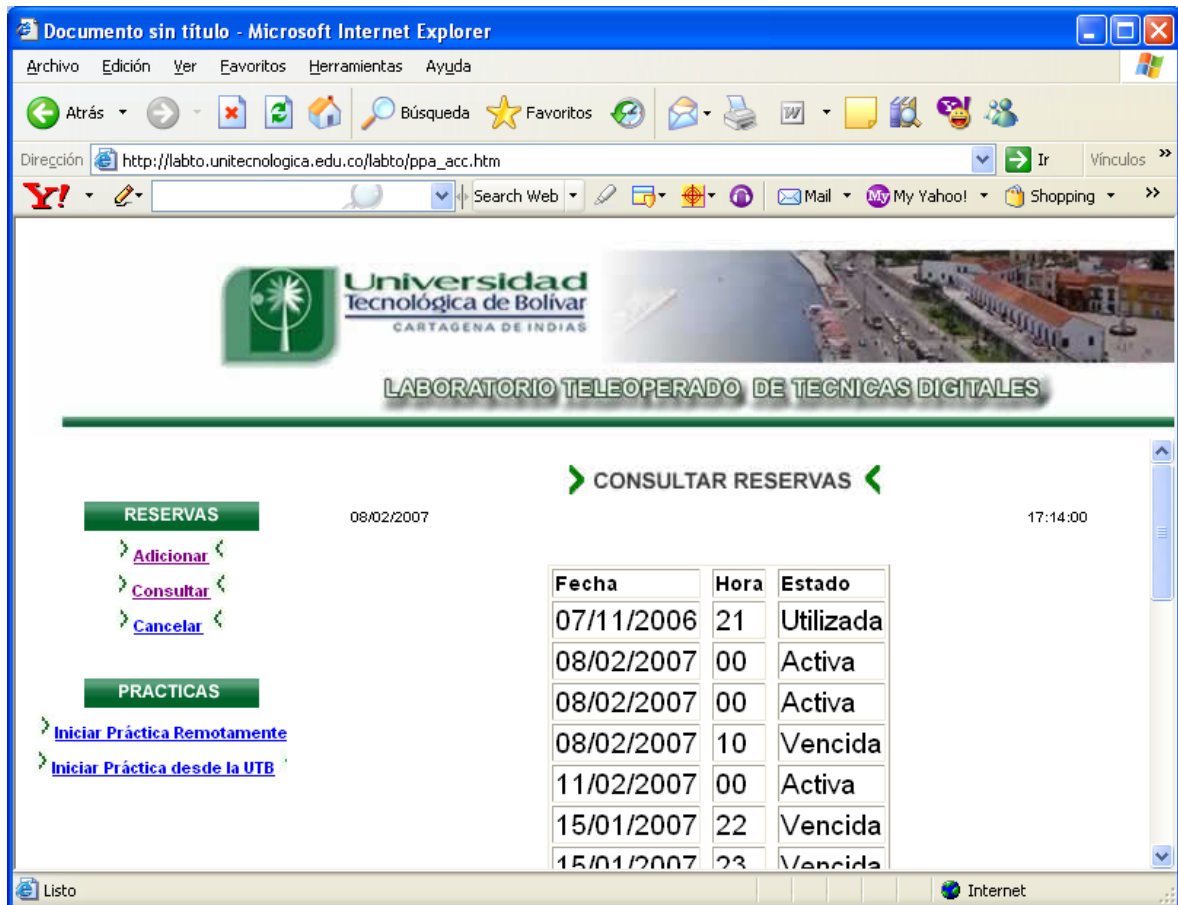


Seleccione el día y la hora de la reserva a cancelar y haga clic en el botón **Cancelar reserva**. Si efectivamente existe la reserva se muestra la siguiente página:



► **Enlace CONSULTAR**

Al hacer clic en el enlace **CONSULTAR** se muestra la página siguiente:



Mostrando la Fecha, Hora y Estado de las reservas realizadas por el usuario. Los tres posibles estados de una reserva son:

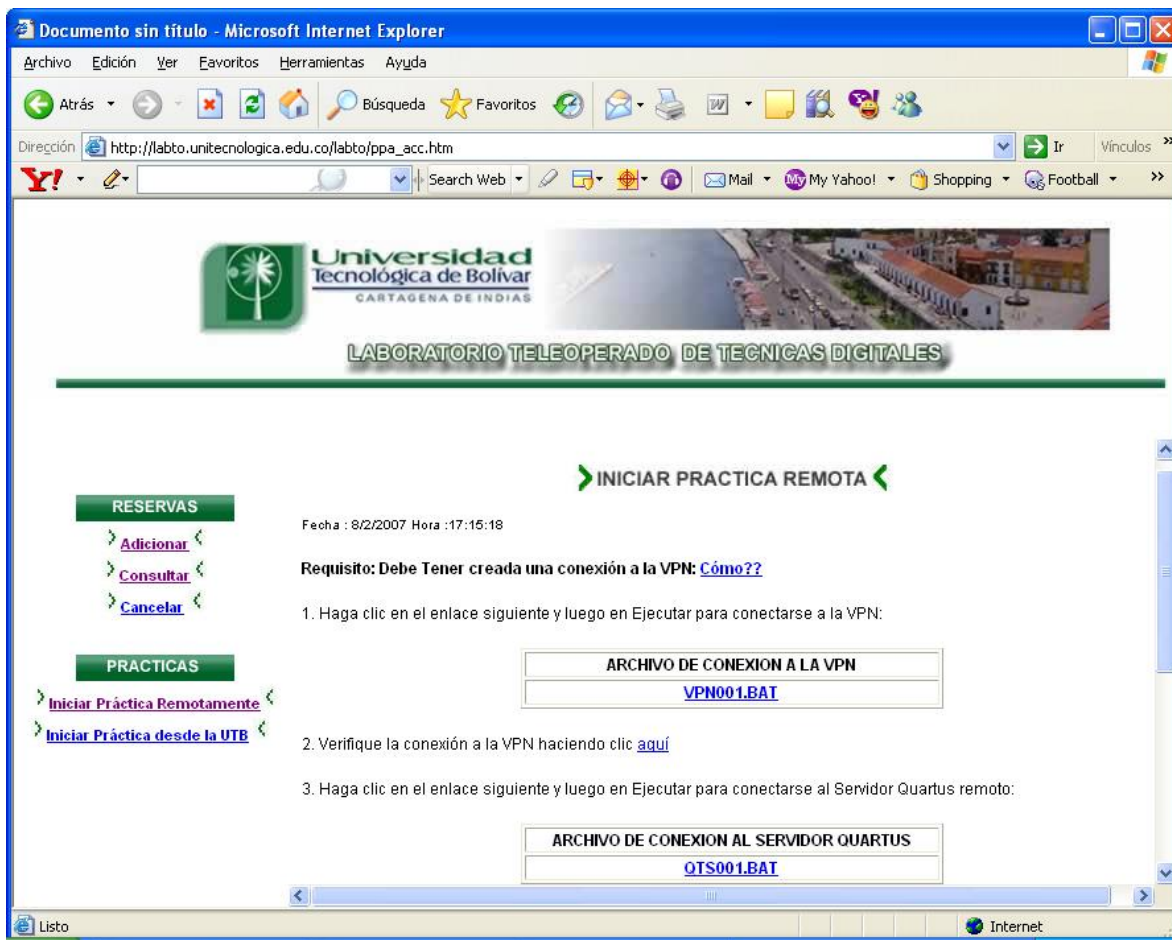
- **Activa:** Significa que la reserva está vigente y no se ha realizado la práctica
- **Utilizada:** La reserva fue hecha efectiva mediante la realización de la práctica
- **Cancelada:** Si después de 15 minutos de haber iniciado un turno no se inició la práctica el sistema la cambia a este estado y no puede ser utilizada por el estudiante.

► Sección PRÁCTICAS

Una vez que se tiene una reserva adicionada, se puede iniciar la práctica en la fecha y hora apartada. Para esto debe hacer clic en uno de los dos (2) enlaces disponibles:

- **Iniciar Práctica desde la UTB:** Se hace clic en este enlace para iniciar una práctica desde un computador dentro de la red de la Universidad
- **Iniciar Práctica Remotamente.** Al hacer clic sobre él, si el estudiante tiene una reserva para ese día y hora, se le mostrará la información requerida para iniciar sus prácticas en la tarjeta de circuitos mediante el programa QUARTUS II.

En cualquiera de los dos casos se muestra una página con los pasos a ejecutar:



Se deben seguir al pie de la letra para lograr una conexión exitosa a la VPN y al Hardware de Quartus remoto y así iniciar la programación. Contiene además enlaces de ayuda.