

*Automatización de las Pruebas de
Condicionamiento Operante – Cajas de
Skinner en la Universidad Católica de
Pereira¹*

*Test Automation of Operant
Conditioning - Skinner boxes at Universidad
Católica de Pereira*

James Andrés Barrera Moncada

Est. Maestría en Instrumentación Física

Ingeniero Eléctrico

Docente Investigador Universidad Católica de Pereira

Grupo de Investigación GEMA

james.barrera@ucp.edu.co

Paul Andrés Arenas Cardona

Ingeniero de Sistemas y Telecomunicaciones

Graduado Universidad Católica de Pereira

ingepol@gmail.com

Recibido Julio 25 de 2010 – Aceptado Noviembre 30 de 2011

RESUMEN

El diseño para la automatización de pruebas de condicionamiento operante que se llevan a cabo en la Universidad Católica de Pereira, corresponde a una aplicación que combina elementos tanto de hardware como de software y que es propuesta con el fin de mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje que se desarrollan en los laboratorios de psicología de la universidad. De esta forma, se ha generado un dispositivo

1. Producto derivado de la investigación "AUTOMATIZACION DE LAS PRUEBAS DE CONDICIONAMIENTO OPERANTE – CAJAS DE SKINNER EN LA UCP" registrado en la dirección de investigación e innovación de la Universidad Católica de Pereira y finalizado en el 2010.

versátil que permite al usuario manejar las pruebas de condicionamiento operante de manera manual o a través del uso de una computadora (Modo automático).

El Programa de Psicología de la Universidad Católica de Pereira trabaja en uno de sus laboratorios con lo que se denomina “Cajas de Skinner” – instrumentos de laboratorio utilizados para desarrollar pruebas de conducta con pequeños roedores o aves–, dichas cajas permiten al investigador analizar comportamientos propios de los humanos como son la conducta de elección, los programas de reforzamiento, entre otros. Los módulos Skinner-Lab tanto con sus componentes de hardware y software pretenden contribuir a solucionar algunas dificultades en el desarrollo de dichas pruebas al ser el encargado de realizar la toma de la información procedente de la prueba y así permitir que los investigadores se preocupen por observar los comportamientos de los individuos involucrados.

Palabras clave: automatización, instrumentación, programas de reforzamiento, microcontroladores.

ABSTRACT

A design for test automation of operant conditioning has been carried out by the Universidad Católica de Pereira, and it is a combination of hardware and software applications which aim is to improve teaching and learning processes within the psychology labs in this university. Such design has helped to create a versatile device that can be used for the tests of Operant Conditioning in manually or in an automatic way.

Psychology researchers work in the laboratory whit the “Skinner’s box”. This is a tool used to develop test behavior with small birds and rats. These boxes allow the researcher to analyze unique human behaviors like “choice behavior”, “reinforcement plans”, and others. Skinner –lab modulus with their hardware and software bring out solutions to difficulties in the execution of the tests by taking information of the experiment, so the researcher has just to observe without taking note of it.

Key words: automation, instrumentation, strengthening programs, microcontrollers.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, no es posible hablar de psicología sino de psicologías ya

que la división existente al interior de dicha disciplina ha hecho que surjan diferentes posturas teóricas donde cada una tiene un objeto de estudio y una metodología propia.

De ahí la gran discusión sobre si la psicología es una ciencia o no; lo que se ha establecido es que existen ciertos enfoques como el conductista y el cognitivo que se aproximan a dicho estatus, ya que, aunque tienen objetos de estudio diferentes, comparten el método científico como herramienta de análisis.

Por eso, para la psicología conductual es importante generar investigación básica que siga los principios generales de la ciencia para estudiar el comportamiento (no sólo humano sino infrahumano), para poder, de esta forma, solucionar problemas socialmente relevantes.

Durante décadas los laboratorios de psicología y en especial los laboratorios de conducta animal han trabajado con herramientas diseñadas por los investigadores; sin embargo hacia finales de los años 50s fue Frederick Skinner, (1979), psicólogo norteamericano, quien diseñó y trabajó con una herramienta exclusiva para experimentar con animales infrahumanos, que permitía simular de forma controlada y objetiva los diferentes programas de reforzamiento que rigen el comportamiento humano.

Dicho instrumento lleva el nombre de su inventor y es en la actualidad indispensable en cualquier laboratorio de psicología experimental. En Colombia algunas universidades poseen esta tecnología, pero para el caso de la UCP las cajas de Skinner aún son elaboradas de forma tradicional, siendo el objetivo actualizarlas, modernizarlas y ajustarlas a los avances tecnológicos y de comunicaciones.

2. CONCEPTOS TEÓRICOS

2.1. Programas de reforzamiento

“Un programa de reforzamiento es la prescripción para iniciar y terminar estímulos, sean discriminativos o reforzantes, en el transcurso del tiempo y en relación a las respuestas” (Morse, 1966). Con ésta definición se especifica la típica forma de hacer investigación desde el análisis experimental de la conducta, donde la programación de consecuencias a la conducta del organismo permite registrar cambios entre variables, los programas son la variable independiente y la conducta la variable

dependiente. Los programas son clasificados y reportados en su edición de 1957, allí se informa aproximadamente de 70,000 horas de registros. Según (Pérez y colaboradores, 2005) los programas de reforzamiento se clasifican de la siguiente forma:

2.2. Programas continuos: son aquellos en los cuales se refuerza cada respuesta emitida por el individuo. Trabajan con esta metodología los programas Razón Fija e Intervalo Fijo.

2.3. Programas Intermitentes: son aquellos que consideran que en un medio natural el organismo es frecuentemente reforzado de manera aleatoria. Trabajan bajo esta metodología los programas Razón Variable e Intervalo Variable.

A continuación y a manera de ilustración, se definen tanto las razones, como los intervalos:

Razón fija (RF): este programa refuerza una respuesta a partir de la consecución de un número fijo de respuestas contadas desde el último reforzamiento. El valor del programa se da con base en el número de respuesta que se van a reforzar, en un programa RF-100, la respuesta 100 será la reforzada.

Una vez el animal está dentro de la caja y programando un tipo de estímulo visual o auditivo previamente, se da inicio a la sesión. Lo que se espera es que el animal presente comportamientos de exploración y acicalamiento, y luego que diferencie el estímulo discriminativo (ED) al accionar una palanca, obtiene un pellet o accede al bebedero (dependiendo de la privación a la que haya sido sometido). Este programa al igual que el de razón variable permite a la psicología comprender fenómenos como autorregulación y motivación.

Razón variable (RV): este tipo de prueba tiene una estructura similar a la razón fija excepto por el hecho de que los reforzamientos son especificados de acuerdo a series al azar de razones de diferentes valores, es decir, se refuerza la respuesta N, donde el valor de N cambia de reforzador a reforzador. El valor del programa se basa en el promedio de las subrazones.

Intervalo Fijo (IF): en este programa, la primera respuesta que ocurra después de un intervalo de tiempo medido a partir del último reforzamiento es reforzada. Así en un programa IF-10 la primera respuesta que ocurra después de 10 minutos será reforzada.

Este tipo de programas exigen al animal discriminar cuándo se presentará nuevamente el ED y de esta forma trabajar lo necesario para obtener el reforzador. Estos estudios son importantes en psicología ya que permiten observar la forma en que los organismos distribuyen o manejan el tiempo, también brindan información sobre temas relacionados con economía conductual, por ejemplo, asignación de valor, maximización y optimización.

Intervalo Variable (IV): en este programa, la primera respuesta que ocurre después de un período de tiempo cambiante y que se inicia a partir del último reforzador, recibe reforzamiento. El valor de este programa es aquel correspondiente al promedio de los subintervalos que lo componen.

3. DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1. Diseño del hardware

Para diseñar el hardware aplicado en el proyecto se definieron 2 aspectos importantes: el primero es el modo de operación del equipo, es decir que pueda ser utilizado de manera manual (Ángulo, 2003) y de manera remota (Mikroelektronika,2009); la segunda tiene que ver con los requisitos de cada una de las pruebas .

De este análisis se concluye que independientemente de la prueba a desarrollar, los valores más relevantes son: la frecuencia de respuesta del individuo (número de veces que la rata acciona la palanca en un intervalo de tiempo), y el número de reforzadores aplicados (cantidad de comida suministrada al animal). Lo que varía entre prueba y prueba es la definición de los programas de reforzamiento que el investigador administra para que el animal los ejecute, con el fin de obtener información de las diferentes variables que afectan o inciden en el comportamiento de un organismo, como lo ilustra la tabla 1.

Parámetros Razón Fija	Parámetros Razón Variable	Parámetros Intervalo Fijo	Intervalo Variable
<ul style="list-style-type: none"> • Número de Sesiones. • Estímulo a usar (luz o sonido). • Frecuencia de Palanqueo (RF). • Número de reforzadores (cantidad de comida a suministrar). 	<ul style="list-style-type: none"> • Número de Sesiones. • Estímulo a usar (luz o sonido). • Número de reforzadores (cantidad de comida a suministrar). 	<ul style="list-style-type: none"> • Número de Sesiones. • Estímulo a usar (luz o sonido). • Tiempo de Ensayo (IF) • Número de reforzadores (cantidad de comida a suministrar). 	<ul style="list-style-type: none"> • Número de Sesiones. • Estímulo a usar (luz o sonido). • Número de reforzadores (cantidad de comida a suministrar).
<p>Información suministrada por la prueba.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de respuesta por palanqueo. • Número de palanqueos por sesión. • Tiempo Total de la Prueba. 			

Tabla 1. Requerimientos de las pruebas

Los diagramas de flujo obtenidos para el desarrollo de cada una de las pruebas, se presentan en las figuras 1 y 2.

3.2. Operación manual

En esta operación, un microcontrolador Pic 18f452 hace las veces de cerebro del sistema y se encarga de administrar cada una de las pruebas; entre las características más relevantes del dispositivo se encuentran los diversos protocolos de comunicación que soporta (I2C, SPI, USART), la capacidad de almacenamiento de información y la facilidad de programación en lenguajes de mediano y alto nivel como Mikrobasic software usado para la programación del microcontrolador.

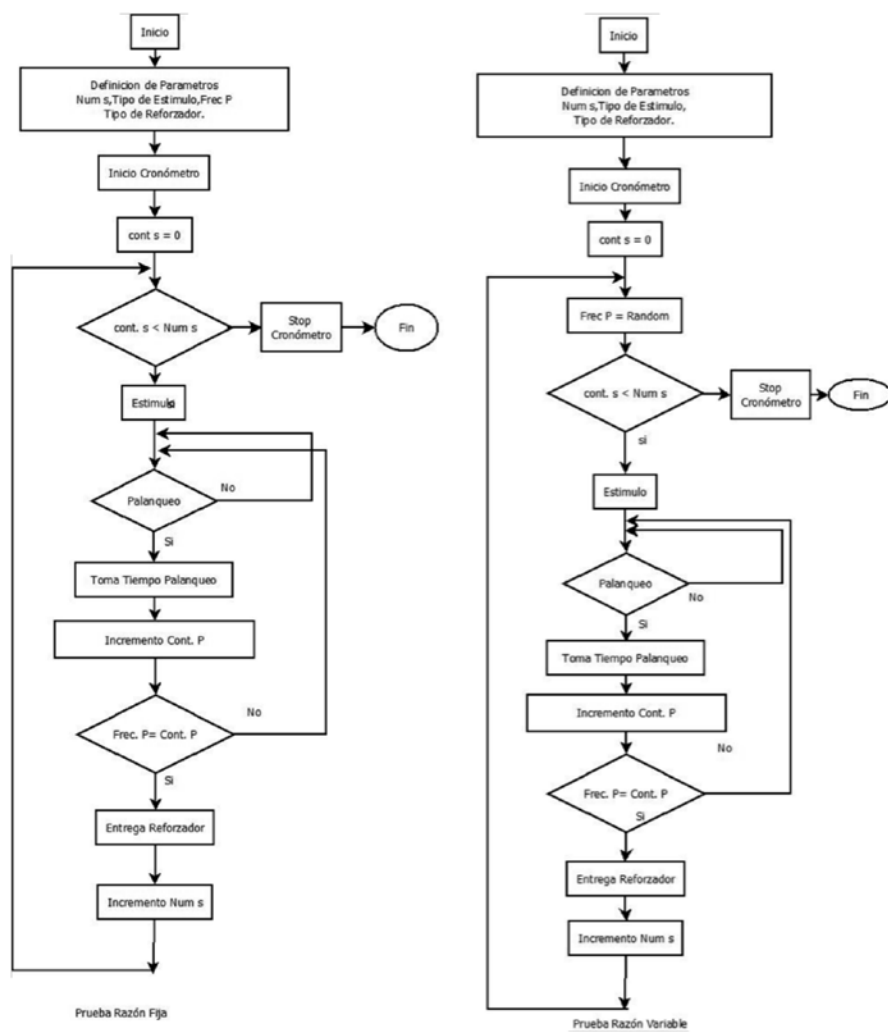


Figura 1. Diagrama de Flujo de las Pruebas razón fija y razón Variable

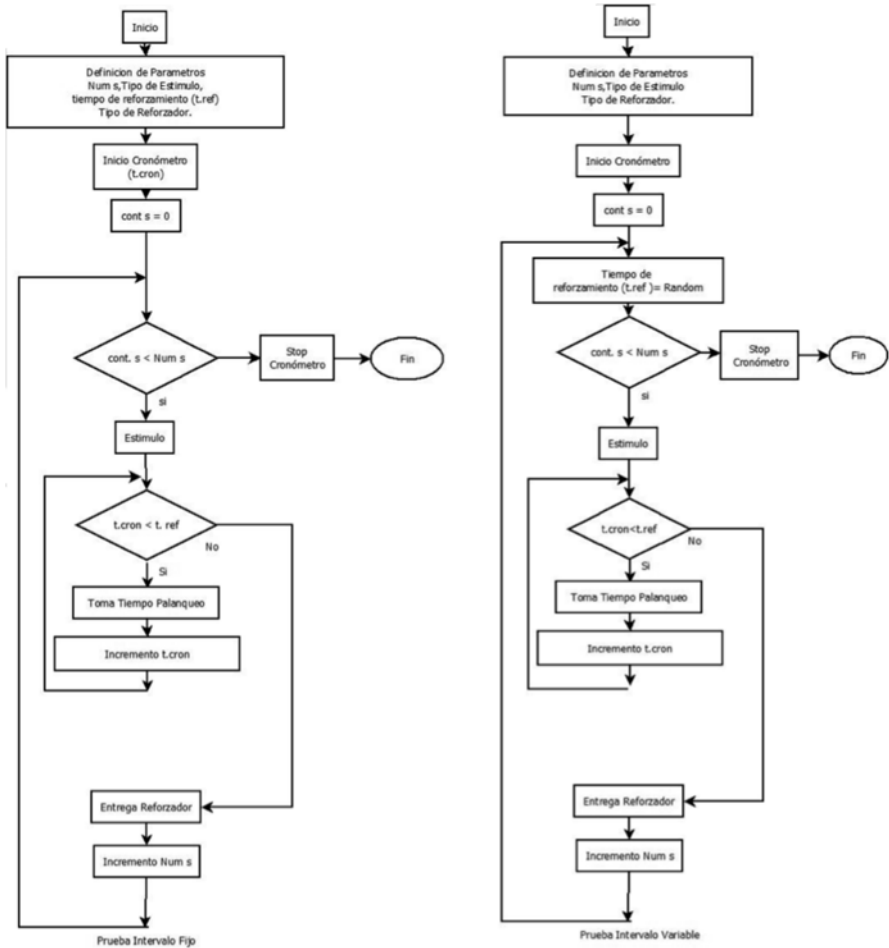


Figura 2. Diagrama de flujo de las pruebas intervalo fijo e intervalo variable

La interacción del investigador (estudiante, profesor) se realiza a través de un conjunto de periféricos (pantalla LCD, teclado matricial, cronómetro digital) que permiten la manipulación de resultados y la configuración de las pruebas a desarrollar. El almacenamiento de la información se realiza a través de la memoria interna del microcontrolador: ver figura 3.

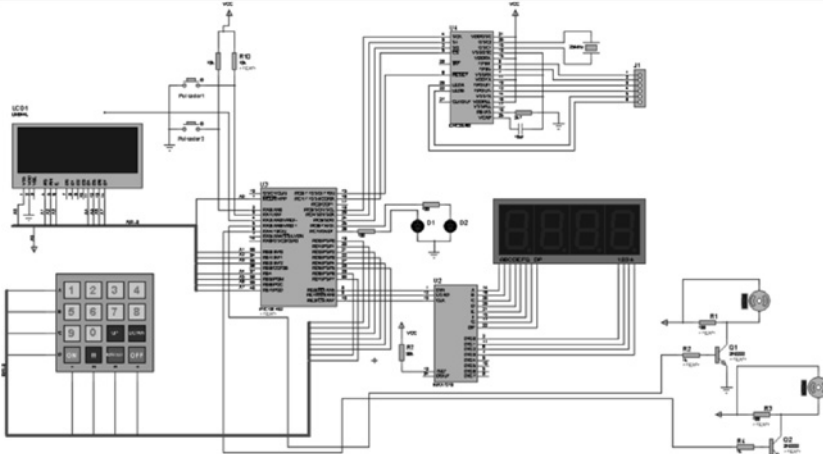


Figura 3. Esquema electrónico del diseño planteado

El desarrollo de la prueba está basado en cuatro sensores, dos de presión simulados a través de pulsadores y dos de luz simulados a través de los Leds D1 Y D2 (figura3). Los pulsadores registran los palanqueos que realiza la rata durante el experimento, el tener dos de estos sensores permite diseñar pruebas en las cuales el animal puede realizar procesos de selección. Las luces representan el estímulo presente en el sistema, en algunas experiencias éstas indican al sujeto los tiempos de inicio o finalización del ejercicio. El hardware posee también dos actuadores que son los dispensadores de pellets o agua (reforzadores); estos se accionan a través del uso de dos motores DC.

3.3. Operación Remota

La operación remota consiste en el control y visualización de los resultados sin necesidad de que el investigador esté presente en el laboratorio. En esta etapa fue necesario diseñar un sistema de comunicación entre el hardware (Caja de Skinner) y el software que permite la administración del sistema a través de una red LAN y se optó por usar Ethernet. Este bloque está formado por un Encoder ENC28J60, dispositivo que comunica el microcontrolador a una red Ethernet mediante el protocolo SPI, así, se transfiere la información de la prueba a uno o varios PC conectados a la misma red como lo propone (Mikroelektronika,2009).

4. DISEÑO DEL SOFTWARE

4.1. Análisis

En esta fase del proyecto se levantó la información y se hizo el análisis de requerimiento de acuerdo con los criterios de la ingeniería del software, identificando los siguientes requisitos:

- **Requerimientos funcionales:** el software tiene varias funciones: la primera es programar un tipo de prueba (razón fija, razón variable, intervalo fijo, intervalo variable) como se muestra en la tabla 1. Estos datos son almacenados y enviados a la caja de Skinner a través de una red local para que esta realice dicha prueba; la segunda es recibir los resultados obtenidos de la prueba y almacenarlos en una base de datos MySQL diseñada para tal fin; la tercera función permite al usuario la posibilidad de visualizar los datos obtenidos por medio de una tabla de resultados o de manera gráfica; siendo esta última la más llamativa. Una cuarta función presenta un mecanismo de sincronización que permite guardar los datos y resultados de una prueba cuando esta ha sido programada directamente desde la caja; y finalmente, el programa cuenta con una gestión de usuario que permite autenticarlo, crearlo y eliminarlo.

Las figuras 4, 5 y 6 permiten observar el entorno gráfico del sistema.

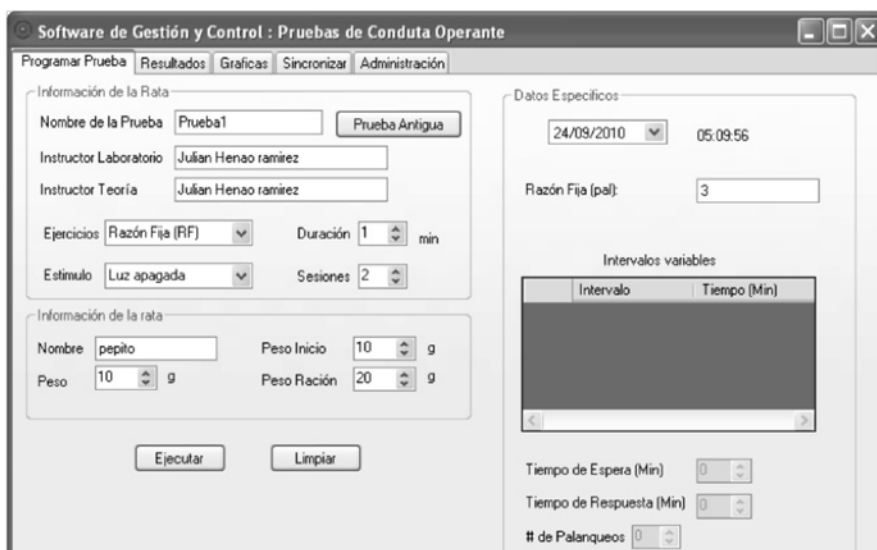


Figura 4. Configuración de la prueba

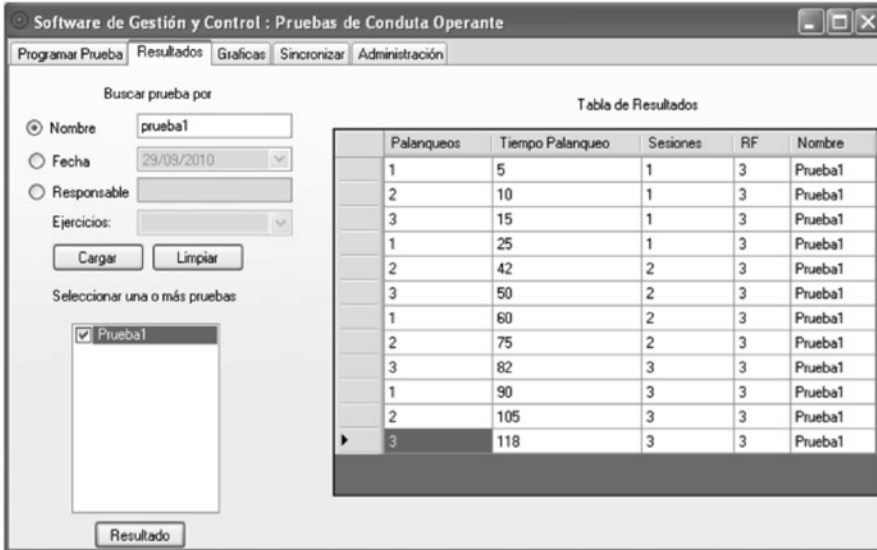


Figura 5. Gráfica que visualiza los resultados de la prueba

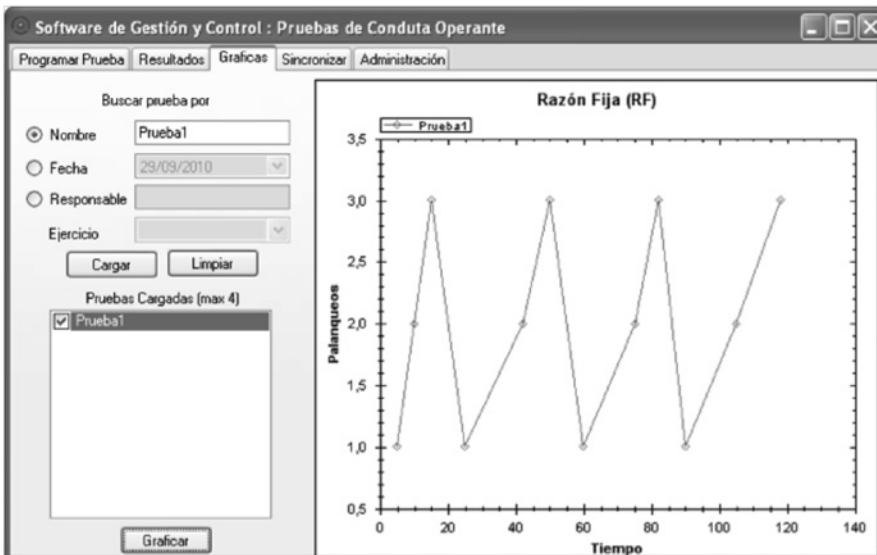


Figura 6. Gráfica de los resultados de la prueba

4.2. Implementación

La implementación se realizó de manera local a través de un PC con sistema operativo Windows Vista, en él se instaló un servidor local para alojar la base de datos del sistema: el Framework.Net 3.5. La aplicación fue

desarrollada en Visual Basic teniendo como parámetros de elección su ambiente gráfico, facilidad para articularse con bases de datos y para realizar el proceso de comunicación con el prototipo.

Por medio de un router se estableció comunicación entre el computador y la ethSkinner, (Figura 3), dispositivo hardware encargado de recibir o enviar información a la caja. (Figura7).

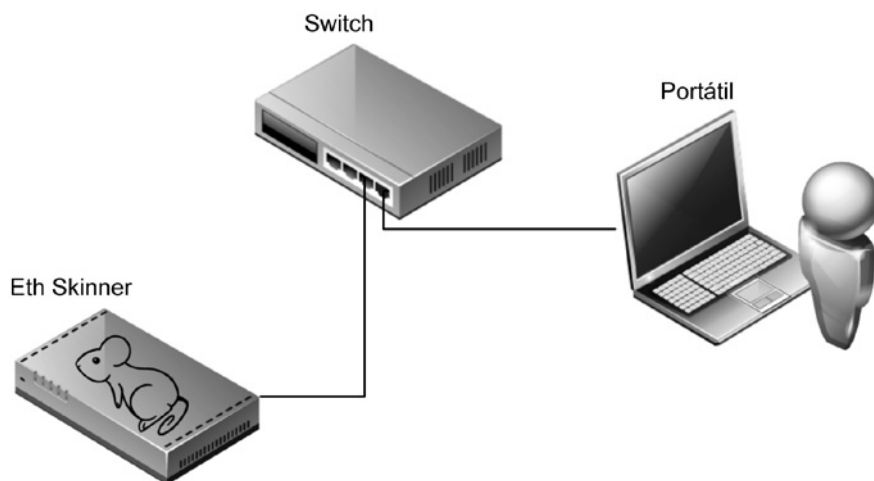


Figura 7. El gráfico representa la interconexión entre la caja de Skinner y un PC a través de una red LAN

Luego de tener implantado el sistema de manera local, se hicieron varias pruebas de envío y recepción de información con el fin de comprobar que los datos fueran los correctos y que no hubiese pérdida de información.

5. RESULTADOS

Tras la puesta en marcha del producto desarrollado, se obtuvieron los siguientes resultados:

- La implementación de aplicaciones software creadas a la medida de las necesidades de los laboratorios permite masificar el uso de éstos.
- Es importante resaltar que según las pruebas realizadas a través del simulador, este diseño permitiría de manera eficiente contribuir al desarrollo de prácticas académicas al interior de los programas de psicología en todo el país.

- Este proyecto abre las puertas, al interior de la universidad, al desarrollo de aplicaciones tecnológicas en el campo de laboratorios inteligentes, así como el desarrollo de laboratorios teleoperados que permiten la interacción de comunidades académicas nacionales e internacionales.
- El diseño propuesto permite reducir los costos de dotación de equipos, ya que el costo tanto del hardware como del software implementado, es muy inferior a los del mercado.
- Para finalizar, es necesario mencionar que se considera satisfactorio el resultado de la prueba usando la aplicación, pues cumplió con los objetivos planteados, además representa el inicio del trabajo de investigación y desarrollo en torno a la construcción de este tipo de laboratorios.

6. CONCLUSIONES

- El desarrollo del presente trabajo permitió al grupo de investigadores, profundizar conceptualmente en temas como Ingeniería del Software y Desarrollo de Aplicaciones Microcontroladas, lográndose un mayor nivel de comprensión de los mismos y fomentando su práctica en la solución de una problemática específica.
- Se reconoció la diversidad de protocolos de comunicación existentes para la interacción entre dispositivos, comprendiendo algunas de sus características fundamentales.
- Se estimuló el desarrollo de proyectos de investigación aplicados, así como la posibilidad de perfeccionar herramientas tecnológicas que puedan ser usadas en el mejoramiento de los procesos de enseñanza-aprendizaje.
- Por último, se reconoció que el desarrollo de aplicaciones para laboratorios es una temática que requiere mayor estudio y análisis, a fin de sacar provecho de la arquitectura del hardware disponible en los microcontroladores.

BIBLIOGRAFÍA

- Angulo, Usategui, J. M. (2003). **Microcontroladores pic: Diseño Práctico de Aplicaciones: primera parte: pic16f84. Lenguajes Pbasic y Ensamblador**. México Ed. McGraw-Hill.

- Angulo, Usategui, J. M. (2004). **Microcontroladores pic: Diseño Práctico de Aplicaciones: segunda parte: pic16f87x**. McGraw-Hill. España.
- Campbell, W. (1992). **Behavior Problems in Dogs**. California: American Veterinary Publications.
- Chance, P. (1994). **Learning and Behavior**. California: Wadsworth.
- Davidoff, L. (1989). **Introducción a la Psicología**. México. Ed. McGraw-Hill.
- Morse, W.H. (1966). **Intermitent Reinforcement, En W.K. Honig (Dir): Operant behavior: Areas of Rerenrch and Application**. New York: Appleton Century-Crofts, 52-108.
- Leahey, T. H. (1998). **Historia de la Psicología**. Madrid: Ed. Prentice Hall Iberia.
- Palacios, E. (2006). **Microcontrolador Pic16F84 Desarrollo de Proyectos**. Ed. Alfaomega. México.
- Pallas, Areny, R. (1998). **Sensores y Acondicionadores de Señal**. Ed. Marcombo. España.
- Perez. F.V, Gutiérrez, D. María Teresa, García, G.A & Gómez, B.J. (2005). **Procesos Psicológicos Básicos Un análisis funcional**. Pearson Educación. Madrid.
- Skinner, B. F. (1957). **Programas de Reforzamiento**. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Skinner, B.F. (1953). **Science and Human Behavior**. New York: Free Press.
- Skinner, B.F. (1979). **Contingencias de Reforzamiento un análisis Teórico**. Trillas, Mexico.
- Schoenfeld, W. N., Cumming, W. W. y Hearst, E. (1956). **On the Classification of Reinforcement Schedules**. Proceedings of the National Academy of Sciences, 42, 563-570.

WEBGRAFÍA

- Mikroelektronika.(2009).Recuperado el 10 de octubre de 2009, de: http://www.mikroe.com/eng/downloads/get/525/es_article_basic_avr_02_09.pdf