DESARROLLO DE TRES INSTRUMENTOS PARA EL SOPORTE DE LA INVESTIGACIÓN Y LA ENSEÑANZA EN LA PSICOLOGÍA

ANDREA DEL PILAR LOPERA PLATA.

UNIVERSIDAD DE IBAGUÉ
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
IBAGUÉ
2011

DESARROLLO DE TRES INSTRUMENTOS PARA EL SOPORTE DE LA INVESTIGACIÓN Y LA ENSEÑANZA EN LA PSICOLOGÍA

ANDREA DEL PILAR LOPERA PLATA

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al Título de Ingeniero Electrónico

UNIVERSIDAD DE IBAGUÉ
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
IBAGUÉ
2011

Nota de aceptación:

_____

_____

_____

_____

_____

_____
Presidente del Jurado

_____
Nombre del Jurado

_____
Nombre del Jurado

_____
Ciudad y fecha (dia, mes, año)

Dedicado a,

Mi papá
Mi mamá,
Mi esposo que se convirtió en mi fortaleza y apoyo,
Mis amigos y amigas.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Católica de Colombia**,** por la oportunidad que me brindó para desarrollar el proyecto y por la colaboración que me prestó para que éste pudiera cumplir con los requerimientos.

CONTENIDO

		Pág
INTRODUCCIÓN		14
1.	PLANTEAMIENTO BÁSICO	15
1.1	IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	15
1.2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.3	OBJETIVOS	16
1.3.1	Objetivo general	16
1.3.2	Objetivos específicos	17
1.4	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS PRODUCTOS Y ALCANCE DEL PROYECTO	17
1.4.1	Mezclador de color	18
1.4.2	Taquistoscopio	18
1.4.3	Medidor de tiempo de reacción	18
1.5	MARCO DE REFERENCIA	18
1.5.1	Procesos fisiológicos	18
1.5.1.1	El proceso auditivo	18
1.5.1.2	El proceso visual	19
1.5.2	La percepción	20
1.5.2.1	Sensación, cognición y percepción	21
1.5.2.2	Elementos de la percepción	21
1.5.2.3	Factores que influyen en el acto perceptivo	22
1.5.3	Leyes de la percepción	22
1.5.4	Recepción de datos	24
1.5.5	El acto visual	24
1.5.5.1	Parámetros visuales	25
1.5.5.2	Factores que influyen en la visión	27
1.5.5.3	Percepción del movimiento	27
1.5.5.4	Ilusiones ópticas	28
1.5.6	La psicología experimental y la percepción	28
1.6.	ESTADO DEL ARTE	29
1.6.1	Mezclador de color	29
1.6.1.1	Rotor de discos de color	29
1.6.1.2	El motor eléctrico DC	30
1.6.1.3	Set ilusionador	30
1.6.1.4	Rueda de color	31
1.6.2	Taquistoscopio	32
1.6.2.1	Taquistoscopio de espejo	32
1.6.2.2	Taquistoscopio estilo Wundt	32
1.6.2.3	Taquistoscopio electromecánico	33
1.6.2.4	Taquistoscopio modelado por software	33
1.6.3	Medidor de tiempo de reacción	34
1.6.3.1	El interruptor de labio	34

Pag
1.6.3.2 Interruptor de reacción simple 34
1.6.3.3 Medidor de tiempo de reacción ante múltiples alternativas 35
1.6.3.4 Superlab 35
1.7 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN 35
1.7.1 Lenguaje JAVA 35
1.7.2 Lenguaje Delphi 36
1.7.3 Lenguaje Visual Basic 37
1.7.4 PHP 39
1.8 SOLUCIÓN ESCOGIDA 39
1.8.1 Aplicativo diseñado en lenguaje PHP 40
1.8.2 Implementación de Mezclador de color electromecánico 40
2 DESARROLLO DEL TRABAJO 41
2.1 CONFIGURACIÓN DE INICIO DE LA APLICACIÓN 41
2.2 MEZCLADOR DE COLOR 43
2.2.1 Mezclador de color electromecánico 43
2.2.2 Mezclador de color simulado por software 45
2.3 TAQUISTOSCOPIO 47
2.4 MEDIDOR DE TIEMPO DE REACCIÓN 50
3 RESULTADOS 52
3.1 MEZCLADOR DE COLOR ELECTROMECÁNICO 52
3.2 INSTRUMENTOS SIMULADOS POR SOFTWARE 54
3.2.1 Mezclador de color modelado por software 54
3.2.2 Taquistoscopio 56
3.2.3 Medidor de tiempo de reacción 59
4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 63
BIBLIOGRAFIA 65
ANEXOS 70

LISTA DE FIGURAS

		Pag
Figura 1.	Vista interior del oído	19
Figura 2.	Estructura interna del ojo y formación de imágenes	20
Figura 3.	El espectro electromagnético	25
Figura 4.	Rotor de discos de color	30
Figura 5.	Rotor de discos de color con motor DC	30
Figura 6.	Set ilusionador	31
Figura 7.	Rueda mezcladora de color	31
Figura 8.	Taquistoscopio de espejo	32
Figura 9.	Taquistoscopio de Wundt	33
Figura 10.	Taquistoscopio electromecánico	33
Figura 11.	Interruptor de labio	34
Figura 12.	Interruptor de reacción simple	34
Figura 13.	Diagrama de pantalla inicial	42
Figura 14.	Diagrama de flujo conexión Administrador – Participante	43
Figura 15.	Diagrama de bloques para el Mezclador de color electromecánico.	44
Figura 16.	Diagrama de flujo para el Mezclador de color electromecánico.	44
Figura 17.	Diagrama de bloques para Mezclador de color modelado por software	46
Figura 18.	Diagrama de flujo para Mezclador de color modelado por software.	47
Figura 19:	Diagrama de bloques para implementación de Taquistoscopio.	48
Figura 20.	Diagrama de flujo para implementación de Taquistoscopio	49
Figura 21.	Diagrama de bloques para la implementación de Medidor de Tiempo de Reacción.	50
Figura 22.	Diagrama de flujo para Medidor de Tiempos de Reacción	51
Figura 23	Mezclador de color electromecánico	52
Figura 24.	Pantalla inicial “Administrador” y “Participante”	54
Figura 25.	Pantalla de configuración de Mezclador de color.	55
Figura 26.	Pantalla de Mezclador de color para participante.	56
Figura 27.	Pantalla de Taquistoscopio para Administrador.	57
Figura 28.	Pantalla de Taquistoscopio para Participante	58
Figura 29.	Pantalla de Medidor de Tiempo de Reacción para Administrador	59
Figura 30.	Formulario de registro de participantes.	59
Figura 31.	Pantalla de selección de estímulos para Administrador.	60
Figura 32.	Pantalla de Medidor de Tiempo de Reacción para Participante	61
Figura 33.	Pantalla de registro de tiempos del Participante	61

LISTA DE TABLAS

Pag

Tabla 1. Leyes de la percepción 23
Tabla 2. Consolidado de pruebas de tiempo para mezclador de color. 53
Tabla 3. Consolidado de pruebas de velocidad para mezclador de color 53

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Manual de usuario
Anexo B. Guías para la aplicación de instrumentos
Anexo C. Diagrama esquemático para mezclador de color electromecánico
Anexo D. Código fuente para mezclador de color electromecánico
Anexo E. PCB mezclador de color electromecánico
Anexo F. Tabla de resultados de pruebas de tiempo y velocidad para mezclador de color electromecánico
Anexo G. Código fuente de la aplicación
Anexo H. Data sheet elementos utilizados en mezclador de color electromecánico

GLOSARIO

AUDICIÓN: acción de oír.

COGNICIÓN: acción y efecto de conocer. Involucra la adquisición, el almacenamiento, la recuperación y el uso del conocimiento.

MEDIDOR DE TIEMPOS DE REACCIÓN: instrumento para la medición del tiempo de reacción de un sujeto ante un estímulo determinado.

MEZCLADOR DE COLOR: elemento utilizado a menudo en los laboratorios de psicología experimental con la única finalidad de demostrar ilusiones ópticas y ejercicios de combinación de color.

PERCEPCIÓN: acción y efecto de percibir. Sensación interior que resulta de una impresión material hecha en los sentidos. Interpretación significativa de las sensaciones

PHP: lenguaje de programación interpretado, diseñado originalmente para la creación de páginas web dinámicas

SENSACIÓN: impresión que las cosas producen por medio de los sentidos.

TAQUISTOSCOPIO: aparato que permite presentar durante un lapso de tiempo extremadamente corto un material visual

VISIÓN: acción y efecto de ver. Contemplación inmediata y directa sin percepción sensible.

RESUMEN

El desarrollo de tres instrumentos para el soporte de la investigación y la enseñanza en la psicología tiene como intención dotar el laboratorio del programa de Psicología de la Universidad de Ibagué con instrumentos electromecánicos y simulados por software para la aplicación de pruebas de percepción y reacción aplicables en los diferentes escenarios de la psicología experimental, articulando así la tecnología y las ciencias humanas.

Este proyecto consiste en la elaboración de una aplicación modelada por software, compuesta por un mezclador de color, un taquistoscopio y un medidor de tiempo de reacción, cada uno de ellos con un módulo Administrador en el que se definen los parámetros de aplicación de cada uno de los instrumentos y un módulo Participante en el que se presentan estímulos de acuerdo con las variables previamente definidas.

Además de la herramienta informática, este proyecto contempló el desarrollo de un mezclador de color electromecánico para el que se programó un PIC, de tal manera que el administrador de la prueba puede modificar variables como el tiempo, la velocidad y el sentido de giro del disco de color seleccionado.

Cada uno de los instrumentos desarrollados garantizan fluidez en la presentación de los estímulos, calidad de la reproducción de las imágenes tanto estáticas como en movimiento y alta confiabilidad en el registro de tiempos de respuesta a si como en el cumplimiento de los parámetros establecidos por el administrador en cada una de las exposiciones.

La disponibilidad permanente de estas herramientas en el laboratorio posibilita la aplicación de las pruebas en diferentes momentos a pacientes en condiciones especificas (normalidad – relajación, excitación – tensión) permitiendo al profesional realizar valoraciones más completas y complejas del nivel de respuesta de sujeto de prueba.

Palabras claves: percepción, instrumentos para laboratorio de percepción, psicología y tecnología, mezclador de color, taquistoscopio.

ABSTRACT

The development of three instruments to support research and education in psychology is intended to equip the laboratory of Psychology at the Universidad de Ibague with simulated electromechanical instruments and software for the implementation of evidence applicable in perception and reaction different stages of experimental psychology, articulating and technology and humanities.

This project involves the development of a model application software, comprising a mixer color, a tachistoscope and a gauge reaction times, each one with an administrative module which defines the parameters for implementing each of the instruments and a participant module that presents images according to previously defined variables. In addition to the software, this project considered the development of an electromechanical mixer color which programmed a PIC, so that the test administrator can modify variables such as time, speed and direction of rotation of the disk color selected.

Each of the tools developed fluency guarantee stimulus presentation, quality of reproduction of images both still and moving and high reliability in recording response times if as in compliance with the parameters set by the administrator in each of the exhibitions

The continued availability of these tools in the laboratory enables the application of the tests at different times to patients in specific conditions (normal - relaxation, excitement - tension) allowing the practitioner to perform more complete and complex assessments of the level of the subject's response.

Keywords: perception, psychology instruments laboratory, psychology and technology, comprising a mixer color, tachistoscope.

INTRODUCCIÓN

La ingeniería Electrónica por ser un área de desarrollo tecnológico, debe poner sus adelantos al servicio de otras áreas, de otras disciplinas y aportar así a cambios trascendentales de relevancia social en este caso específico de la psicología.

Desde sus albores la Psicología ha sido una disciplina experimental, y un espacio fundamental de su práctica científica ha sido el laboratorio. Es allí en el laboratorio, donde se obtienen resultados cuantitativos que pueden ser verificables mediante métodos científicos como cualquier otra ciencia básica aplicada, utilizando la física, la biología, las matemáticas entre otras.

Para lo anterior, se ha apoyado en la tecnología, en la electrónica para desarrollar y construir instrumentos que les permitan la validación de los resultados obtenidos en las investigaciones realizadas.

En este documento se encuentra la alternativa escogida para la implementación de las herramientas propuestas, las especificaciones técnicas, una descripción de las pruebas realizadas, el manual de funcionamiento y una guía para la aplicación cada instrumento.

Por último se encuentran una serie de recomendaciones para optimizar y ampliar las aplicaciones posibles como también las conclusiones que dejan entrever claramente que los instrumentos producto de este proyecto, son una herramienta muy útil y pertinente para la enseñanza y la investigación en cualquier campo de la Psicología básica experimental, muy eficiente por la disminución de tiempo en la ejecución de las pruebas, la alta confiabilidad de los datos obtenidos y su fácil operación y manejo.

1. PLANTEAMIENTO BÁSICO

Los instrumentos de la psicología experimental, al igual que muchos de distintas áreas (por ejemplo la medicina), han sufrido cambios a medida que otras disciplinas hacen desarrollos con variada aplicabilidad que en ocasiones llevan al avance de diferentes ciencias para la evolución en conjunto de la sociedad.

A medida que la humanidad fue desarrollando la electrónica ésta fue siendo incorporada a un sinnúmero de campos de acción, entre ellos el de los instrumentos a desarrollar en este proyecto.

1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Desde sus albores la psicología ha sido una disciplina experimental, y un espacio fundamental de su práctica científica ha sido el laboratorio. Es allí, en el laboratorio, donde se estudian las sensaciones, la parte más pequeña de la conducta humana o de la experiencia.

Han pasado muchos años desde que Wilhelm Wundt, fundara en 1879 en Leipzing el primer laboratorio formal de psicología del mundo, o desde que en 1875, Williams James dispusiera de una habitación para la experimentación en Harvard. No obstante Wundt dispuso, de un verdadero instituto de psicología; una unidad administrativa que le daría a la psicología experimental un status.[1]

Burrhus Frederic Skinner nacido en 1904, una figura del conductivismo, descubridor del condicionamiento operante, dice que la psicología es una rama experimental de la ciencia natural, donde es posible controlar y predecir la conducta si se hace bajo una observación directa y en condiciones experimentales de estímulo-respuesta.[2]

El desarrollo de la psicología debe mucho al trabajo científico realizado en el laboratorio y no resulta concebible que para la formación de los psicólogos no se disponga de un laboratorio en el cual, además de la investigación –elemento fundamental de una verdadera formación científica-, se realicen prácticas que permitan a los estudiantes confrontar los conceptos con los fenómenos que les dieron origen y se generen servicios a la comunidad en la cual está inserto.[3]

La informática es directamente una de las ciencias que más ha colaborado a configurar la psicología que hoy se conoce, no solamente porque el computador es ya casi imprescindible para realizar búsquedas bibliográficas, para controlar un experimento, para almacenar, depurar y analizar los datos, sino también porque se convirtió en una herramienta interactiva para la enseñanza, aplicación de test y análisis de resultados.

En los últimos años, la rapidez con la que se ha desarrollado la tecnología y la globalización de la información y con ella del conocimiento hace que cada día el mercado sea más exigente, y ha enfrentado a las instituciones educativas a grandes cambios no solo académicos sino también tecnológicos para ser competitivas; más aún, luego que el Ministerio de Educación, definiera los estándares mínimos de calidad para los programas de psicología [4], haciendo referencia específica al requerimiento de laboratorios dotados de instrumentos tecnológicos modernos, precisos y fáciles de manipular, con el fin de tener como resultados datos cuantitativos que garanticen la veracidad y comprobación de las teorías estudiadas en la psicología básica experimental.

Los laboratorios del Programa de Psicología de la Universidad de Ibagué Coruniversitaria, han desarrollado algunos experimentos con animales, utilizando dispositivos manuales como laberintos y escaleras, y otros mecánicos como las cajas de Skinner. En cuanto a psicología experimental básica de percepción no se cuenta con suficientes instrumentos. Como respuesta a esta necesidad se formuló este proyecto que busca ser un trabajo que mediante el intercambio de saberes pueda empezar a contrarrestar la falencia detectada.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Ministerio de Educación y el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación ICFES han adelantado desde el año 2003 un esfuerzo significativo en la reglamentación de las condiciones mínimas de calidad para el ofrecimiento y desarrollo de programas académicos de educación superior. Como resultado de este trabajo se expidió la resolución 3461 de 2003, por medio de la cual se definen las características específicas de calidad para los programas de pregrado en psicología. Esta normatividad obliga a los programas a contar con laboratorios de apoyo a la actividad académica e investigativa.

Teniendo en cuenta lo anterior, es imperante la necesidad del programa de psicología de la Universidad de Ibagué de aumentar sus laboratorios y tecnología para garantizar a los estudiantes la posibilidad de acceder a espacios que apoyen, faciliten y fortalezcan su proceso de aprendizaje y su práctica profesional.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general. Diseñar y construir un sistema de instrumentos simulados por software que brinde apoyo metodológico a la enseñanza y la investigación del Programa de Psicología de la Universidad de Ibagué – Coruniversitaria, así como ofrecer servicios a otras áreas de la Universidad y a otros investigadores e instituciones.

1.3.2 Objetivos específicos. Como objetivos específicos de este proyecto se definen los siguientes:

- Diseñar e implementar un mezclador de color simulado por software que produzca diferentes estímulos visuales como la creación de ilusiones ópticas, sensaciones de movimiento, o la mezcla de colores con el propósito de diferenciar los procesos de percepción y contribuir a la investigación de los efectos de la pantalla sobre la persona en estudio.

- Diseñar e implementar un Taquistoscopio simulado por software para la presentación de estímulos visuales en series sucesivas de imágenes, con tiempos intermedios y de exposición de corta duración.
- Diseñar e implementar un Medidor de Tiempo de Reacción simulado por software para evaluar el tiempo de reacción por tiempo de movimiento según el estímulo y el marcador utilizada, contando para ello con un módulo para el participante, como interfaz necesaria para este instrumento y el registro de las variables obtenidas.

- Diseñar e implementar un mezclador de color electromecánico dotado de discos con diferentes combinaciones de forma y color para evaluar la percepción del participante sometido a los estímulos presentados dentro de una prueba con este instrumento.

- Elaborar un manual de usuario donde se ilustre la operación de los instrumentos entregados, y se presenten algunas opciones de operación con por lo menos, dos guías de laboratorio para cada instrumento.

1.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS PRODUCTOS Y ALCANCE DEL PROYECTO

Se implementaron tres instrumentos básicos simulados por software referenciados para el laboratorio del Programa de Psicología: un mezclador de color con versión en software y electromecánica, un taquistoscopio y un medidor de tiempo de reacción con su módulo para el participante.

El anexo A del presente documento contiene el Manual de Usuario diseñada para el manejo de la aplicación y del prototipo electromecánico del mezclador de color.

Los tres instrumentos implementados se encuentran contenidos en un solo paquete de software denominado “PSICO APLICACIONES”. Para cada uno de elementos la aplicación cuenta con un módulo administrador y un módulo de participante con las características que a continuación se describen.

1.4.1 Mezclador de color. Tanto en su versión electromecánica como de software, este instrumento cuenta con un selector de sentido de giro (izquierda o derecha), un selector de discos con nueve (09) accesorios, un selector de tiempo de exposición y selector de velocidades que varía entre 200 y 2000 RPM.

1.4.2 Taquistoscopio. Consta de un selector de tiempo de exposición, un temporizador auxiliar para el tiempo entre imágenes, una carpeta con imágenes prediseñadas, una opción para agregar imágenes, cuatro (04) secuencias prediseñadas y la opción de crear y almacenar nuevas secuencias. El tiempo de exposición es validado por el reloj interno del computador en el que se ejecuta el módulo participante, el cual se considera con exactitud de milésimas de segundo.

1.4.3 Medidor de tiempo de reacción. Cuenta con cuatro estímulos visuales predeterminados y tres estímulos auditivos los cuales pueden ser seleccionados por el administrador, un mecanismo interno de registro de tiempo de respuesta, un una plantilla para el registro de exposiciones y respuestas y una base de datos en la que se introducen los datos de cada participante.

1.5 MARCO DE REFERENCIA

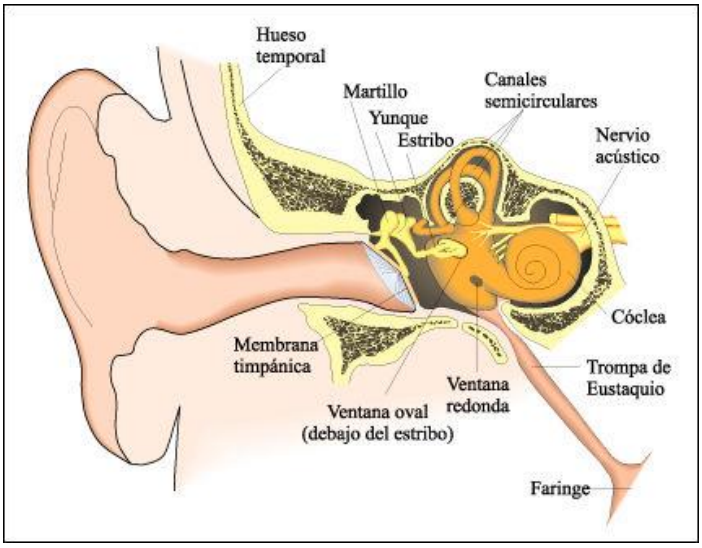
El presente proyecto tiene su base en la utilización de la tecnología para evaluar y comprobar procesos fisiológicos y cognitivos que son objeto de estudio de la psicología experimental de la percepción.

1.5.1 Procesos fisiológicos. Los fenómenos ocurridos en los órganos de los sentidos y la manera en la que estos transmiten información al cerebro determinan el acercamiento y conocimiento del hombre y el mundo exterior, por lo que para abordar la psicología experimental y sus aplicaciones se hace necesario abordar los conceptos que en este apartado se describen.

1.5.1.1 El proceso auditivo. Las ondas sonoras, que son en realidad cambios en la presión del aire, son transmitidas a través del canal auditivo externo hacia el tímpano, en el cual se produce una vibración. Estas vibraciones se comunican al oído medio mediante la cadena de huesecillos (martillo, yunque y estribo) y, a través de la ventana oval, hasta el líquido del oído interno. El movimiento de la endolinfa que se produce al vibrar la cóclea, estimula el movimiento de un grupo de proyecciones finas, similares a cabellos, denominadas células pilosas. El conjunto de células pilosas constituye el órgano de Corti. Las células pilosas transmiten señales directamente al nervio auditivo, el cual lleva la información al cerebro. El patrón de respuesta de las células pilosas a las vibraciones de la cóclea codifica la información sobre el sonido para que pueda ser interpretada por los centros auditivos del cerebro. [5]. La figura 1 muestra una vista interior del oído en la que se pueden apreciar cada una de las partes que intervienen en este proceso.

El rango de audición, igual que el de visión, varía de unas personas a otras. El rango máximo de audición en el hombre incluye frecuencias de sonido desde 16 hasta 28.000 ciclos por segundo. El menor cambio de tono que puede ser captado por el oído varía en función del tono y del volumen.

Figura 1. Vista interior del oído



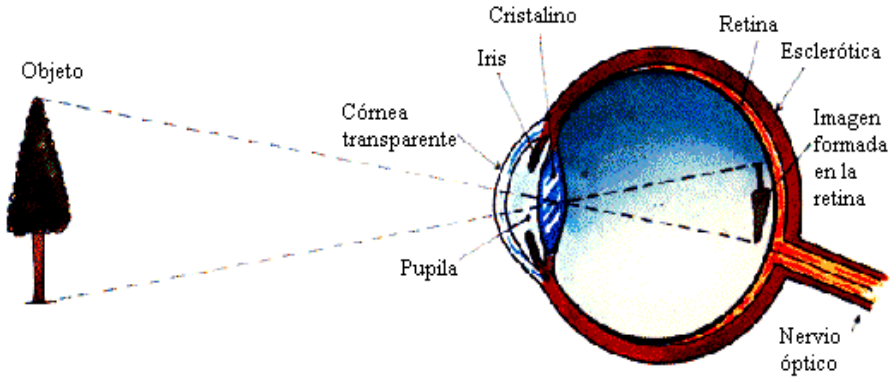
Fuente: Integración y control II: el sistema nervioso.[6]

Las diferencias en la sensibilidad del oído a los sonidos fuertes causan varios fenómenos importantes. Los tonos muy altos producen tonos diferentes en el oído, que no están presentes en el tono original. Es probable que estos tonos subjetivos estén producidos por imperfecciones en la función natural del oído medio. Las discordancias de la tonalidad que producen los incrementos grandes de la intensidad de sonido, es consecuencia de los tonos subjetivos que se producen en el oído.[7]

1.5.1.2 El proceso visual. La vista es el sentido que permite conocer, mediante las impresiones luminosas, el volumen, la forma, el color, el tamaño y las demás cualidades de los objetos. La función del ojo es traducir las ondas electromagnéticas de la luz en un determinado tipo de impulsos nerviosos que se transmiten al cerebro a través del nervio óptico.

La estructura de una cámara fotográfica es comparable con la constitución del ojo humano, cuya estructura interna y el proceso de formación de las imágenes se muestra en la figura 2. La cámara negra del ojo está constituida por una esfera llena de un líquido denominado humor vítreo, el objetivo lo constituyen la córnea y el cristalino; el diafragma, el iris con la pupila; la superficie fotosensible, la retina; y el obturador, sería el párpado. Si se comienza por la recepción de una imagen, se puede afirmar que lo que llega al ojo sólo es la luz reflejada por los objetos, excepción hecha de los cuerpos emisores. [8]

Figura 2. Estructura interna del ojo y formación de las imágenes.



Fuente: El ojo y la visión. [8]

Los rayos de un objeto penetran por la pupila; después de atravesar el humor acuoso y al hallar al cristalino, se refractan formando en el interior del ojo, en la retina, una imagen pequeña e invertida. La imagen impresiona en la retina los extremos de los filamentos nerviosos que forman el nervio óptico, y de este modo las impresiones luminosas son transmitidas al cerebro. [9]

1.5.2 La percepción. El hombre adquiere conciencia de sí mismo y del mundo que le rodea por medio de sus sentidos. A partir de los estímulos recogidos por los sentidos el hombre descubre, recrea y organiza la realidad, adquiriendo conciencia de ella por medio de la percepción. [10]

La percepción es considerada la primera facultad de la mente, esta facultad es suscitada cuando la mente recibe una impresión del entorno por medio de los sentidos: la vista, el oído, el tacto, el gusto y el olfato, los cuales ponen en contacto con la realidad es decir, cualquier alteración que ocurre al cuerpo, implica un proceso mental que no se queda sólo en recibir la información o el estímulo, sino en ser consciente de su existencia, lo que evidencia la producción de una idea.

El término idea, se refiere al conjunto de cualidades sensibles que se llaman cosas, y que encuentran un lugar en la mente, se puede establecer una relación intrínseca entre el objeto real y la idea, y entonces esto es susceptible a ser representado por un signo. Desde la teoría cognitivista, "la percepción es la actividad o medio por la cual el organismo captura el conocimiento de su ambiente sobre la base de las informaciones adquiridas por los sentidos".[11]

Se denomina percepción al acto físico de percibir actitudes sensoriales; esta no es nunca una mera repetición del mundo exterior, no es como si se fotografiase el mundo valiéndose de los órganos sensoriales y receptivos.

La percepción consiste en la organización, interpretación, análisis e integración de los estímulos, implica la actividad no sólo de los órganos sensoriales, sino también del cerebro específicamente el sistema reticular ascendente que es el encargado de regular el estado de vigilia, el cual es consciente a través de la atención permitiendo la percepción.

El estímulo pertenece al mundo exterior y produce una primera sensación en la cadena del conocimiento; es de orden cualitativo como el frío, el calor, lo duro, lo gelatinoso, lo rojo, lo blanco, etc. En conclusión un estímulo es toda energía física, mecánica, térmica, química o electromagnética que excita o activa a un receptor sensorial. La percepción pertenece al mundo individual interior, al proceso psicológico de la interpretación y al conocimiento de las cosas y los hechos. [12]

1.5.2.1 Sensación, cognición y percepción. La sensación se refiere a experiencias inmediatas básicas, generadas por estímulos aislados simples; también se define en términos de la respuesta de los órganos de los sentidos frente a un estímulo. [13]

La percepción es una interpretación significativa de las sensaciones por lo cual se acepta generalmente que la sensación precede a la percepción.

Otro límite aún más impreciso es el que existe entre la percepción y la cognición. Ésta última involucra la adquisición, el almacenamiento, la recuperación y el uso del conocimiento. [14]

1.5.2.2 Elementos de la percepción. En toda percepción concurren una serie de eventos y datos dispares que necesitan ser estructurados para poder obtener una información del mundo de fuera. Entre estos datos y elementos distinguiremos 3 principales:

- Recepción sensorial. La base de la perfección es la recepción proveniente de los sentidos, sin sensación es imposible cualquier tipo de percepción. Las sensaciones no nos llegan nunca aisladas, ni siquiera con la misma intensidad y siempre se da un proceso de selección de las mismas, es decir, una percepción.

- Estructuración simbólica. La percepción va siempre ligada a una representación, a un concepto o a una significación; al escuchar un sonido de un avión, por ejemplo, representamos su configuración por las experiencias vividas anteriormente.

- Elementos Emocionales. Es posible que muchos de nuestras percepciones nos dejen indiferentes pero la mayoría de ellas van íntimamente ligadas a procesos emocionales a los propios, dando lugar en nosotros a sentimientos o a emociones agradables o desagradables.

1.5.2.3 Factores que influyen en el acto perceptivo. Los órganos son bombardeados constantemente por una serie de estímulos, pero no se percatan de todos ellos. En cierto modo se hace una selección de estímulos y sensaciones, selección en la que intervienen una serie de factores internos y externos.

- Factores internos. Se entiende por factores internos de selección a todos los elementos internos. Dentro de estos se encuentran:

  - Motivaciones. Las tendencias, intereses y gustos son un factor importante en la selección de estímulos perceptivos. Se está en cierta manera predispuestos a percibir aquellas cosas que motivan la atención.

  - Experiencias pasadas. Toda la vida pasada ha estado llena de experiencias y vivencias personales. No es de extrañar su gran influencia en el proceso de percepciones.

  - Necesidades. También las necesidades personales influyen de manera notable y perceptiva en percepciones si se padece hambre o sed se percibe inmediatamente todos aquellos estímulos relacionados.

  - Ambiente cultural. No cabe duda una de las cosas que más modifican las percepciones es el propio ambiente y el grupo social al que se pertenece. El Contexto, es de vital importancia en este proceso de percepción porque en él se da la posibilidad (primeridad) de percibir algo. Además el contexto da ciertos referentes para comprender de qué se trata el estímulo que se percibe. Esa posibilidad (primeridad) de tener una vivencia perceptiva jamás podrá darse fuera de un contexto, sea éste coherente, o no.

- Factores externos de selección. Los principales factores externos son:

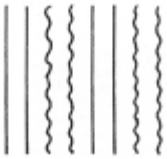
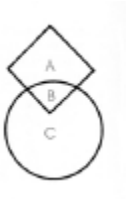
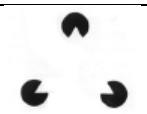
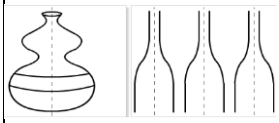
  - Intensidad y tamaño del estímulo. Cuanto mayor es la intensidad y el tamaño más pronto se percibe.

  - Contraste. Cada vez que se producen un contraste entre una situación presente y la habitual o una situación nueva, se capta la diferencia.

  - Repetición. La repetición es constante en las cosas, van grabándose en la memoria. [15]

1.5.3 Leyes de la percepción. Los psicólogos de la forma (GESTALT) han estudiado aquellas variantes perceptivas que están en función de los aspectos estructurales de los estímulos. Según esto han establecido distintas maneras de organizar los estímulos y de reunirlos en grupos, alguna de las cuales se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Leyes de la percepción

LEY	DESCRIPCIÓN	EJEMPLO
PROXIMIDAD	Cuando las partes de una totalidad reciben un mismo estímulo, se unen formando grupos en el sentido de la mínima distancia. Esta ordenación se produce de modo automático. Los puntos están más próximos horizontalmente, por lo que se organiza el conjunto como grupo de líneas horizontales.	
IGUALDAD O EQUIVALENCIA	Cuando concurren varios elementos de diferentes clases, hay una tendencia a constituir grupos con los que son iguales. Aquí los elementos rectilíneos se agrupan por sus cualidades diferenciadas con las franjas onduladas	
BUENA FORMA Y DESTINO COMÚN (PRÄGNANZ)	Tendencia a percibir las formas complejas de un modo más simple, simétrico, ordenado, resumido y esquematizado, de modo que sea más sencillo memorizarlas. En la figura presentada el cuadrado y el círculo no pierden su concepto y se perciben, no tres figura sino dos cruzadas.	
CERRAMIENTO	Indica que la percepción es capaz de completar imágenes, con información que *en ellas no hay.*	
EXPERIENCIA	Toda experiencia previa influye en la forma en que se perciben las figuras	
SIMETRIA	Tendencia a recordar con más facilidad una figura no simétrica	
FONDO Y FIGURA	. Una *figura* pueda tomar el papel de *fondo*, mientas que el *fondo* pueda convertirse en una *figura*. El ejemplo mostrado puede ser interpretado como dos rostros de perfil o como una copa	

Fuente. El autor

1.5.4 Recepción de datos. El funcionamiento del cerebro humano se apoya sobre todo en la recepción y el procesamiento de los datos que le mandan las neuronas sensitivas, mencionadas anteriormente. Dichas neuronas se ubican en todo el cuerpo del individuo las que mayor importancia tienen para establecer el contacto con el medio ambiente son las que están situadas en los órganos que constituyen los distintos sentidos.

Los receptores transforman los estímulos recibidos en señales energéticas. Cuando éstos no integran una neurona sensitiva, en algunos casos, las transmiten a células sensitivas especializadas que las amplifican y las transmiten a su vez a las neuronas sensitivas con las cuales están directamente conectadas, lo que implica que el cerebro humano nunca recibe directamente los estímulos captados por los receptores sino únicamente los productos de sus efectos sobre las neuronas sensitivas.

Se define el término "dato" como el resultante del conjunto de las señales energéticas transmitidas por los axones de todas las neuronas sensitivas, que integran un mismo órgano cumpliendo un papel similar, y emitidas en un solo instante; instante es el lapso correspondiente a la transmisión de una sola señal energética por medio de un axón. Lo cual significa que un solo dato puede ser transmitido por muchas neuronas a la vez, tal es el caso de una imagen visual.

En resumen, se puede afirmar que el encéfalo humano recibe una sola y única clase de señales energéticas con características propias de variaciones de frecuencias y de intensidades, por supuesto independientemente del tipo de neuronas sensitivas que las emiten, pero adecuadas a las posibilidades receptoras de las neuronas cerebrales. Por ende, la recepción de dichas señales nunca puede dañar el cerebro. [16]

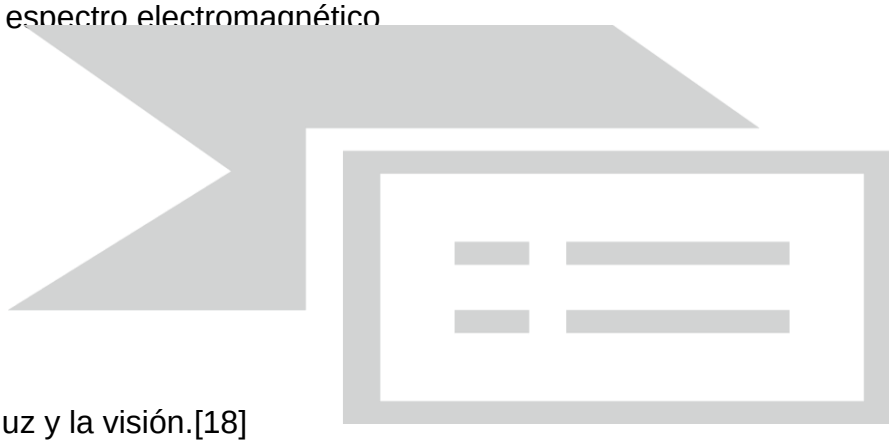
1.5.5 El acto visual. El acto visual consta de 4 etapas, a saber: la formación de la imagen en la retina a través del sistema óptico (córnea, humor acuoso, cristalino y humor vítreo); el nacimiento del influjo nervioso, la transmisión del impulso nervioso a través del nervio óptico y la interpretación del impulso nervioso, en la corteza cerebral. [17]

Aunque el ojo humano, como sensor, es un mecanismo demasiado especializado, el proceso de formación de la imagen que se lleva a cabo en su interior puede considerarse como genérico para cualquier otro sensor de tipo visual.

Luz y sentido de la visión, dos caras de la misma moneda, sin una la otra no tiene sentido; sin luz los ojos no podrían percibir las formas, los colores de los objetos y, en definitiva, el mundo. Sin una visión que interpretara la luz, esta no serviría de nada; para ello, la luz no sólo es indispensable y medio de la vista, sino que por su intensidad, su distribución y sus cualidades crea condiciones específicas que influyen sobre la percepción.

La luz, que llega a los ojos y permite ver, es un pequeño conjunto de radiaciones de longitudes de onda comprendidas entre los 380 nm y los 770 nm, las cuales hacen parte del espectro electromagnético que comprende tipos de ondas tan dispares como los rayos cósmicos, los rayos gamma, los ultravioletas, los infrarrojos y las ondas de radio o televisión entre otros. Cada uno de estos tipos de onda comprende un intervalo definido por una magnitud característica que puede ser la longitud de onda (λ) o la frecuencia (f). La relación entre ambas es: $\lambda=c/f$, donde c es la velocidad de la luz en el vacío. La figura 3 muestra las frecuencias mencionadas.

Figura 3. El espectro electromagnético



Fuente: La luz y la visión.[18]

Las radiaciones luminosas que el ojo es capaz de percibir constituyen una pequeña franja del conjunto de las ondas electromagnéticas, una pequeña banda que va desde los $3{,}85 \times 10^8$ MHz., a los $7{,}9 \times 10^8$ MHz. A las radiaciones por debajo del rojo se las denomina infrarrojas, y a las superiores al violeta, ultravioletas.[19]

1.5.5.1 Parámetros visuales. Se puede hablar de tres parámetros importantes dentro del fenómeno de la visión: Cromaticidad, detalle y movimiento.

- Cromaticidad. La sensación del color viene definida, a su vez, por tres parámetros:

  - Luminosidad. Es la cantidad de luz percibida por el ojo (subjetiva). Depende del objeto y su entorno. El margen de niveles de intensidades de luz a los cuales se puede adaptar el ojo humano es enorme. Entre el denominado umbral escotópico y el límite superior, existen alrededor de 10^{10} posibles niveles de adaptación. Por otra parte, existe una evidencia experimental de que el brillo percibido por el ojo humano es una función logarítmica de la intensidad de luz que incide en el ojo.

  - Contraste. Es el máximo y mínimo existente entre los niveles de luminosidad.

- Cromía. Es la calidad de la luz percibida y viene definida por el tono y la saturación.

- Detalle. La agudeza visual depende de elementos tanto objetivos como subjetivos, es decir, de la propia estructura físico-química del sistema de la visión, como de las circunstancias concretas en las que ésta se realiza. Dependerá por tanto de factores tales como:

  - El contraste de la iluminación.

  - El ángulo en el que esté el objeto con respecto al ojo.

  - La longitud de onda, es decir, del color del objeto o radiación luminosa, por tanto los detalles rojos o azules tendrán menor definición que los verdes, en una imagen policroma.

  - También depende del número, tamaño y separación de los fotorreceptores.
  - De la difracción producida al atravesar la luz la pupila.

- Movimiento. Existen tres factores en la visión gracias a los cuales los medios audiovisuales reproducen el movimiento, estos factores son:

  - Persistencia retiniana. Retardo entre el estímulo y la sensación de esa imagen, denominado periodo latente. Cuando la iluminación de la retina cesa, la sensación no se cancela inmediatamente, sino que se prolonga, como mínimo, el tiempo que tarda, aproximadamente, una imagen en desaparecer, como tal efecto percibido, una vez que ha cesado el estímulo es de 50×10^{-3} seg. Si antes de que transcurra este tiempo, el ojo recibe un nuevo estímulo, la impresión visual que se tendrá será la suma de las dos. Si el tiempo de separación es mayor de 50×10^{-3} seg. la visión es distinta, produciéndose el efecto de parpadeo.

  - Fenómeno PHI. Cuando dos imágenes idénticas aparecen sucesivamente muy próximas sobre la retina y con intervalos de tiempo inferiores al de la persistencia retiniana, se tiene la sensación de estar frente a un objeto que se desplaza de una posición a otra.

  - Frecuencia crítica de fluctuación. Se llama así a la frecuencia de una fuente luminosa fluctuante, a esta frecuencia la luz se ve como continua debido a que los elementos fotoconversores no tienen tiempo suficiente para seguir el ciclo (periodo latente-sensación máxima-persistencia retiniana-sensación nula). Esta frecuencia es de 50 encendidos por segundo. Una frecuencia inferior produce parpadeo.[20]

1.5.5.2 Factores que influyen en la visión. Los factores externos que influyen sobre la formación de una buena imagen en la retina pueden dividirse en dos clases: *los subjetivos y los objetivos*. Los primeros dependen del propio individuo como su salud visual (depende de la edad y del deterioro de la vista), el nivel de atención en lo que mira, si está en reposo o en movimiento o la comodidad visual (nivel de iluminación y deslumbramiento). Mientras que los segundos dependen de lo que se mira, del objeto visual. Los factores objetivos son el tamaño, la agudeza visual, el contraste y el tiempo.

- Tamaño. El tamaño aparente de un cuerpo en relación con el resto de los elementos que forman el campo visual es un factor importante para distinguirlo con rapidez. Si se analizan las fotos, se ve que la iglesia de la foto de la izquierda parece más pequeña que la de la derecha. Comparada con otros objetos más cercanos, como el árbol que hay en primer plano, parece pequeña. Pero vista de cerca parece muy grande. ¿Qué ha ocurrido si el tamaño real del edificio es el mismo? Lo que ha pasado es que el ángulo visual del ojo abarcado por la construcción respecto al ocupado por el fondo ha aumentado.

- Agudeza visual. Es la capacidad de distinguir entre objetos muy próximos entre sí. Es una medida del detalle más pequeño que se puede diferenciar y está muy influenciada por el nivel de iluminación. Si este es bajo como ocurre de noche cuesta mucho distinguir cosas al contrario de lo que ocurre de día.

- Contraste. El contraste se produce por diferencias entre colores o luminancias (porción de luz reflejada por un cuerpo que llega al ojo) entre un elemento del campo visual y el resto. Mientras mayor sea mejor lo veremos, más detalles distinguiremos y menos fatigaremos la vista. Una buena iluminación ayuda mucho hasta llegar a compensar bajos contrastes en colores aumentando la luminancia.

- Tiempo. El ojo dispone de mecanismos para enfocar la imagen y transmitirla al cerebro. Este proceso no es instantáneo y requiere un cierto tiempo. Si, por el contrario, el objeto está en movimiento y hay un alto nivel de iluminación, la inercia visual provocará la impresión de una sucesión de imágenes fijas como ocurre en las discotecas. Es el llamado efecto estroboscópico. Asi, mientras más tiempo se disponga para ver una imagen, más nítida y detallada será. Con una buena iluminación se puede reducirle tiempo y aumentar la velocidad de percepción. [21]

1.5.5.3 Percepción del movimiento. El desplazamiento de las imágenes retinianas se puede originar de dos maneras distintas:

- Por el movimiento del objeto estando el ojo inmóvil. Sólo se perciben los desplazamientos de los objetos que se realizan con una velocidad comprendida entre ciertos límites. El límite inferior de percepción corresponde a una velocidad angular de 1 a 2 minutos de grado por segundo.

- Por el movimiento del ojo, estando el objeto en reposo. La imagen retiniana no cambia de posición, por lo que el movimiento se aprecia por la rotación del ojo. Un giro de la vista en un cierto ángulo hacia la izquierda, equivale a la misma percepción de movimiento que un desplazamiento de imagen hacia la derecha, describiendo el mismo ángulo, y con el ojo en reposo. [22]

1.5.5.4 Ilusiones Ópticas. Ilusión óptica es cualquier ilusión del sentido de la vista, que lleva a percibir la realidad erróneamente. Éstas pueden ser de carácter fisiológico asociadas a los efectos de una estimulación excesiva en los ojos o el cerebro (brillo, color, movimiento, etc como el encandilamiento tras ver una luz potente) o cognitivo en las que interviene el propio conocimiento del mundo.

Las ilusiones cognitivas se dividen habitualmente en ilusiones de ambigüedad, ilusiones de distorsión, ilusiones paradójicas e ilusiones ficticias (alucinaciones); no están sometidos a la voluntad y pueden variar entre una persona y otra, dependiendo de factores como: agudeza visual, campimetría, daltonismo, astigmatismo y otros. [23]

Entender estos fenómenos es útil para comprender las limitaciones del sentido visual del ser humano y la posibilidad de distorsión, ya sea en lo relativo a la forma, el color, la dimensión y la perspectiva de lo observado.

1.5.6 La psicologia experimental y la percepción. Max Wertheimer (1880-1943), psicólogo alemán, llevó a cabo el primer experimento de la psicología de la Gestalt. Consistía en el fenómeno del movimiento aparente, al que denominó ***FI***. Este tiene lugar cada vez que se asiste a una proyección cinematográfica donde una serie de fotografías aisladas estáticas adquieren movimiento para la percepción si se las presenta determinado tiempo (Variando la exposición entre cinco milésimas de segundo y dos segundos). Utilizando para tal fin un taquistoscopio, pudo probar que el fenómeno *FI* dependía de ciertos intervalos de tiempo críticos y lo que es más importante, sostuvo que *no* podía explicárselo a partir de los elementos sensoriales aislados ni de ninguna otra serie de elementos psicológicos.[24]

Lo anterior es el inicio de la aplicación de una serie pruebas dentro de la psicología. Con las innovaciones tecnológicas han venido a la psicología ejercicios estructurados entre los que se cuentan: pruebas de memoria, exámenes psicológicos de selección de personal, comportamiento cerebral evaluado por hemisferio como respuesta a diferentes estímulos, capacidad de asociación de los sujetos de pruebas, pruebas de lenguaje, entre otras.

Adicionalmente, la aplicación de los instrumentos, objeto de este proyecto, a lo largo de la historia, han permitido avanzar en campos como la publicidad, las técnicas de estudio y el cine.

1.6 ESTADO DEL ARTE

La instrumentación en el área de la psicología tuvo un pequeño estancamiento, que finalmente produjo un salto a la actualidad, dejando algunos vacíos en la historia. Los instrumentos motivo de este proyecto, antes de la era de las aplicaciones del software en todas las áreas estaban electrónicamente diseñadas e implementadas con tecnología poco moderna como los switches de varias posiciones en lugar de disponer de teclados programables para las diferentes opciones; haciendo una analogía a los instrumentos utilizados en electrónica se podría decir que de los osciloscopios análogos pasaron directamente a los programas de simulación sin detenerse en los osciloscopios digitales.

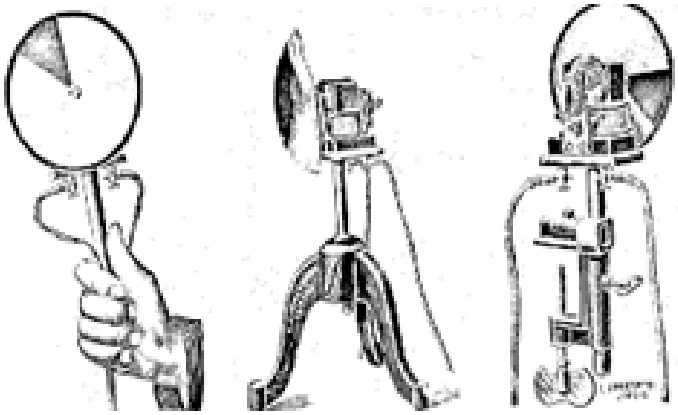
Actualmente existen diversos modelos de cada uno de los instrumentos seleccionados para este proyecto; los aquí descritos y que se comercializan en la actualidad en varios países del mundo, corresponden a los fabricados y comercializados por Lafayette Instruments, empresa líder en el mercado para este tipo de dispositivos.

Es necesario hacer la observación que durante los últimos años, en lo que se refiere a los mezcladores de color, taquistoscopios y medidores de tiempo de reacción no existen grandes diferencias electrónicas; los cambios se reducen a la forma de visualización del registro de tiempos o de ensayos, que antes eran mecánicos y ahora usan displays de siete segmentos; en cuanto a los controles para las velocidades o los tiempos antes eran preestablecidos por algunas posiciones o proporciones de avance, actualmente se puede disponer de escalas que varían sin traumatismos con tan solo ajustar un controlador análogo o digital.

1.6.1 Mezclador de color. El mezclador de color es un elemento utilizado a menudo en los laboratorios de psicología experimental con la única finalidad de demostrar ilusiones ópticas y ejercicios de combinación de color que tienen lugar en el cerebro cuando el ojo es expuesto a estímulos que combinan figura, color y velocidad e iluminación [25]. A continuación se describe la evolución a través de la historia de este equipo y algunos de sus accesorios.

1.6.1.1 Rotor de discos de color. Este aparato portátil ilustrado en la figura 4, fue usado para girar discos con diferentes proporciones de dos o más colores para demostrar los principios de mezcla de color. El efecto generado por los discos es que demuestran otro color y algunos fenómenos de luminosidad, según sea el tiempo que este girando.

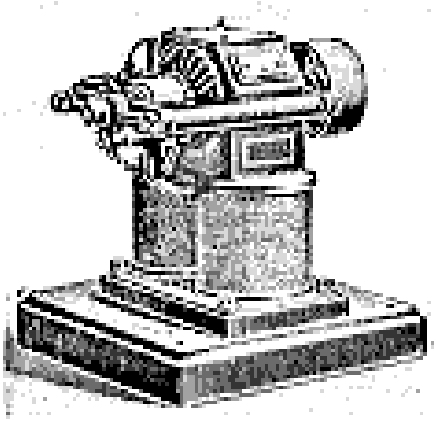
Figura 4. Rotor de discos de color



Fuente: Museo de historia de la instrumentación psicológica [26]

1.6.1.2 El motor eléctrico DC. Este mezclador de color, como el presentado en la figura 5, incluía un motor eléctrico de propósito general que trabajaba con una batería de 6-8 voltios y producía 1/20 caballo de fuerza. Otras versiones de este modelo usaban los voltajes DC de 65 o 110 que se alimentaban de una toma de corriente de la pared.

Figura 5. Rotor de discos de color con motor eléctrico DC



Fuente: Museo de historia de la instrumentación psicológica [27]

1.6.1.3 Set Ilusionador. (Modelo 14015 y Modelo 14015* C/ 60Hz) Es un sistema de ilusión óptica que permite la demostración de ilusiones de profundidad, ángulos, inclinación, movimiento y color. La unidad contiene un motor de baja velocidad, con un rango limitado entre 0 y 18 RPM para la ilusión de rotación del trapezoide, y un motor de alta velocidad con un rango de 0 a 400 RPM para los discos de efectos visuales que crean ilusiones de color de blanco y negro, imágenes consecutivas, espiral rotatorio, zig – zag, etc. En la figura 6 se ilustra este set que incluye una ventana trapezoidal, siete discos de ilusión de 6” y trece tarjetas de ilusión tradicionales.

Figura 6. Set ilusionador

Fuente: Lafayette Instruments [28]

1.6.1.4 Rueda de color. (Modelo 13010 y Modelo 13010* C / 60Hz) Usada para demostrar cómo el ojo combina las superficies de color. La rueda de color hace rodar unos discos coloreados a una velocidad que varía de 100 a 5000 RPM. La rueda de cinco pulgadas está marcada con los grados de modo que las proporciones y variedades de color dan lugar a los diferentes efectos.

El mezclador de color de objetos está actualmente compuesto por dos motores, uno de alta velocidad (lateral) y otro de baja velocidad (parte superior). Es posible cambiar el sentido del giro (igual o en contra de las manecillas del reloj) mediante un interruptor. La velocidad de giro es seleccionada desde una perilla, también se puede inicializar o detener el estimulo con otro switche diferente al on/off general.

La rueda mezcladora de color como la que se presenta en la figura 7 cuenta con los siguientes accesorios: discos que pueden ser reemplazados (Modelo 13111); Discos de color, 114 mm. Conjunto de discos de 19 colores. Fuente de poder de 220 V y 50 Hz.

Figura 7.Rueda mezcladora de color

Fuente: Lafayette Instruments. [29]

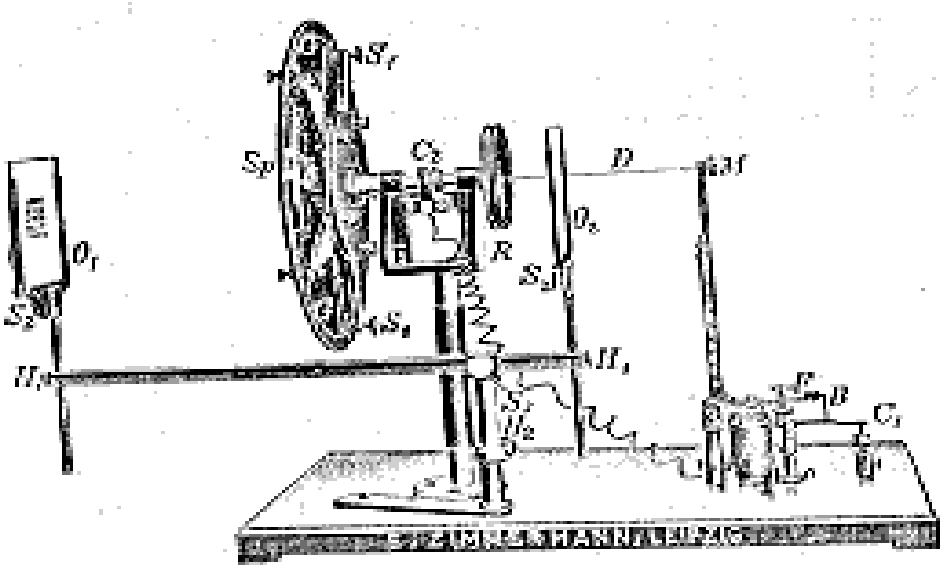
1.6.2 Taquistoscopio. Como los órganos de los sentidos captan la luz y los sonidos de determinadas longitudes de onda se pensó que sería posible introducir imágenes en la mente de los receptores sin que ellos se dieran cuenta, si se lograba emitirlas a una velocidad que impidiera que fueran vistas u oídas.

El taquistoscopio es un aparato que permite presentar durante un lapso de tiempo extremadamente corto un material visual. Este dispositivo puede enviar imágenes encubiertas perfectamente definidas y que a una velocidad de 1/3000 por segundo hace que el ojo perciba de forma apresurada pero no se logre completar el proceso de racionalización; así, la imagen queda registrada como sensación. La repetición de esta imagen muchas veces durante un espacio de tiempo fija el mensaje de modo inconsciente. [30]

Los equipos descritos a continuación son una muestra de la evolución tecnológica incorporada a estas pruebas.

1.6.2.1 Taquistoscopio de Espejo. Este fue un dispositivo diseñado para presentar un estímulo visual más grande durante un tiempo de exposición ajustable muy corto usando un sistema espejo-óptico complejo, tal como se muestra en la figura 8.

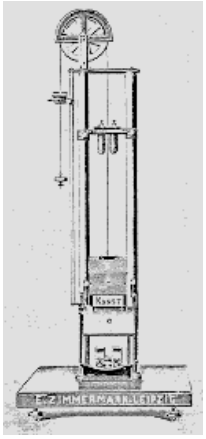
Figura 8. Taquistoscopio de Espejo



Fuente: Museo de historia de la instrumentación psicológica. [31]

1.6.2.2 Taquistoscopio estilo Wundt. Fue un dispositivo diseñado para presentar un estímulo visual durante un tiempo muy corto de exposición, ajustable usando la gravedad a través de una contraventana cayente controlada por solenoides como la que se ilustra en la figura 9.

Figura 9. Taquistoscopio de Wundt



Fuente: Museo de historia de la instrumentación psicológica [32]

1.6.2.3 Taquistoscopio electromecánico. Este instrumento tiene la función de proyectar estímulos visuales en una pantalla durante un tiempo determinado. El aparato que se presenta en la figura 10 consta de un obturador temporizado controlado por ordenador, un temporizador auxiliar que mide el tiempo de respuesta del sujeto, un proyector de diapositivas y un ordenador que centraliza el control del experimento. [33]

Figura 10. Taquistoscopio electromecánico

Fuente: Universidad de Alicante. [34]

1.6.2.4 Taquistoscopio modelado por software (Vision lab 70297). Sistema de Software conocido por proporcionar más de 30 experimentos y demostraciones para la enseñanza y la investigación. El programa utiliza anteojos electrónicos para lograr presentaciones estereoscopias. El paquete permite su uso como taquistoscopio, haloscopio o tambor de memoria. El paquete de software también presenta ilusiones visuales las cuales se pueden modificar fácilmente.

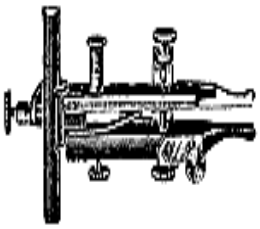
Los efectos de movimiento múltiple, algunos realizados en tres dimensiones, tienen la capacidad de mostrar estímulos estáticos, en movimiento o con cambios dinámicos; también se pueden modificar los parámetros para controlar disparidad, color, tamaño y velocidad. [35]

1.6.3 Medidor de Tiempo de Reacción. Los medidores de tiempo de reacción pueden ser simples o compuestos y opcionalmente pueden generar estímulos visuales o auditivos; están compuestos por un módulo del experimentador, un módulo del participante y un módulo de registro del tiempo y ensayos. Desde el módulo del experimentador se pueden accionar manualmente los diferentes estímulos visuales o auditivos; el participante deber accionar el botón de respuesta para cada uno de los estímulos. El contador de registro, marca con precisión el tiempo total de latencia entre la presentación del estímulo y la respuesta, además de indicar el número de ensayos realizados. [36]

Los instrumentos para la medición de los tiempo de reacción han evolucionado de tal forma que hoy permiten no solo mayor exactitud en el registro sino la inclusión de más variables en la medición. Muestra de lo anterior es la siguiente reseña en la que se incluyen algunos equipos (hardware y software) comercializados actualmente por Lafayette Instruments.

1.6.3.1 El interruptor de labio. Este interruptor, presentado en la figura 11, se sostiene entre los labios. Se piensa que el contacto es roto cuando una persona habla y los labios se abren. Se usa para medir la latencia de contestaciones del discurso. Es el sucesor al embudo legítimo de Cattell qué podría usarse para enfocar el sonido con un interruptor membrana.

Figura 11. Interruptor de Labio



Fuente: Museo de historia de la instrumentación psicológica. [37]

1.6.3.2 Interruptor de reacción simple. Ésta es una llave simple, similar a la de un telégrafo, se usa para indicar el movimiento digital que las muestras de una contestación han sido hechos en el tiempo de la reacción. La distancia de movimiento y fuerza que se exigen para cerrar el interruptor son ajustables. La figura 12 ilustra este dispositivo.

Figura 12. Interruptor de reacción simple

Fuente: Museo de historia de la instrumentación psicológica. [38]

1.6.3.3 Medidor del tiempo de reacción ante múltiples alternativas (Modelo 63013 y Modelo 63013* C 220V / 60Hz). Con este sistema, el experimentador selecciona el tipo de estímulo, el modo de respuesta, la demora del estímulo, y el método de iniciación del mismo. El conjunto incluye un módulo de control, un módulo para el sujeto con tres llaves de respuesta y un difusor central de los estímulos, un transmisor de voz de canal dual, un botón remoto y una superficie. Cada unidad está equipada con: cuatro lámparas que funcionan como estímulos de colores (rojo, azul, verde, blanco) sobre el módulo del sujeto, un estímulo que se desliza por la superficie a la vista del sujeto, un estímulo consistente en un tono de 2800 Hz y cinco llaves de respuesta.

El operador está separado del sujeto por 4 metros de cable y un escudo en la consola del operador. El estímulo puede iniciarse por medio de una vocalización, la presión de un botón o la inicialización en el panel de control. La demora entre la luz de la preseñal y la iniciación del estímulo puede variar de uno a diez segundos. El tiempo de respuesta del sujeto se muestra en milisegundos en la superficie del panel de control. Se puede usar dos o más de estas unidades juntas para demostrar cómo el tiempo de reacción aumenta como una función del número de estímulos – respuestas alternativas en una tarea. [39]

1.6.3.4 Superlab (Modelo 70295). Paquete de programas basado en PC con capacidad de medir tiempo de reacción, memoria, percepción y cognición con exactitud de milisegundos. En este programa se pueden diseñar experimentos en los campos del aprendizaje humano y los procesos cognoscitivos. [40]

1.7 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

El análisis de alternativas de solución del presente proyecto se basa en los lenguajes de programación susceptibles de utilizar para desarrollar el aplicativo. Para el desarrollo de este apartado se tuvieron en cuenta los lenguajes que se describen en los párrafos siguientes.

1.7.1 Lenguaje JAVA. El lenguaje para la programación avanzada en Java, fue desarrollado por la compañía Sun Microsystems, con la idea original de usarlo para la creación de páginas WEB. Esta programación avanzada en Java tiene la lógica y muchas similitudes del lenguaje C y C++, así que si se tiene conocimiento previo de este lenguaje, el aprendizaje de la programación avanzada Java será más sencillo.

Con la programación avanzada en Java, se pueden realizar distintos aplicativos, como son APPLETS, que son programas pequeños de propósitos específicos, que se ejecutan dentro de un navegador al ser cargada una página HTML en un servidor WEB.

Otra de las utilidades del lenguaje Java es el desarrollo de programas que se ejecutan en forma independiente, es decir, se pueden realizar aplicaciones como procesadores de palabras, hojas de cálculo, aplicaciones para edición grafica y cualquier otro tipo de aplicación.

Java permite la modularidad lo que significa que se pueden hacer rutinas individuales que sean usadas por más de una aplicación, por ejemplo la impresión que puede servir para un procesador de palabras y para una hoja de cálculo.

La programación avanzada en Java, permite el desarrollo de aplicaciones bajo el esquema de Cliente - Servidor, como de aplicaciones distribuidas, lo que lo hace capaz de conectar dos o más computadoras u ordenadores, ejecutando tareas simultáneamente, y de esta forma logra distribuir el trabajo a realizar. [41]

No obstante lo anterior, este lenguaje tienen las siguientes desventajas:

- Dado que la máquina virtual de java es un intérprete, debe traducir lo que afecta el rendimiento de las aplicaciones si se compara con programas equivalentes escritos en código máquina nativo.

- El poder reducir los problemas de acceso a memoria y liberación automática hacen de java un lenguaje poco apropiado para desarrollar aplicaciones de base como Sistemas Operativos.

- Debido a la flexibilidad del lenguaje para múltiples propósitos es a veces sobrediseñado y aparatoso.

- Existe un pleito entre Microsoft y Sun Microsystems lo que conlleva la poca colaboración entre los programas y sistemas operativos de Microsoft y el lenguaje de Java.

- El lenguaje Java no soporta decimales verdaderos y requiere de código para ser interpretado.

- Se requiere instalar el programa Java en los computadores que van a utilizar alguna aplicación en este lenguaje. [42]

1.7.2 Lenguaje Delphi. La programación en Delphi es un entorno de desarrollo flexible y potente. Además es intérprete de un lenguaje llamado Object Pascal. Además incluye otras herramientas para facilitar la escritura del código y el diseño de la aplicación.

Existen diferentes ediciones de programación Delphi, la más básica es la estándar, que incluye los elementos fundamentales de Delphi. La siguiente es la

versión profesional, que tiene más componentes, así como códigos fuentes prefabricados. Más completa aún es la versión cliente/servidor, que posibilita las acciones para internet o intranet. La más completa es la versión empresarial de programación Delphi, dedicada al desarrollo de sistemas y aplicaciones complejos.

Una de las mayores ventajas de la programación Delphi es que es una programación orientada a objeto. Se conoce como Objeto a los diferentes componentes visuales con que trabaja Delphi. Con lo que son objetos una ficha, un botón, una lista, etc. Las aplicaciones Delphi se compilan como programas nativos de Win32 y son casi tan rápidas como los programas nativos. Esto hace que Delphi se adapte bien incluso para las aplicaciones gráficas pesadas e intensivas de matemáticas. Además, las interfaces gráficas desarrolladas con Delphi son mucho más sensibles que sus homólogos NET y Java.

Un programa en Delphi consta de un compilador que crea el ejecutable, la librería conocida como VCL, la cual es una librería de clases, el IDE que es el ambiente de desarrollo integrado (integrated development environment). [43]

Como parte del análisis de esta opción se identifican las siguientes desventajas:

- Se requiere gran conocimiento del lenguaje Pascal ya que se basa en Object Pascal o lo que es lo mismo, Pascal orientado a objetos.

- No es quizás el lenguaje más apropiado para aprender lenguaje visual, se requiere tener conocimiento previo de los entornos visuales.

- Sólo es compatible con las plataformas Windows y GNU / Linux en i386.

- Es una herramienta de software (es decir, no es gratuita) y para el tipo de aplicación necesaria en este proyecto, se requiere adquirir la licencia de, por lo menos, la versión que soporta cliente/servidor. [44]

1.7.3 Lenguaje Visual Basic. La Programación en Visual Basic es una forma ágil y simple de crear aplicaciones para Microsoft Windows. El lenguaje de programación en Visual Basic proporciona todas las herramientas necesarias para el desarrollo rápido de aplicaciones.

Se podría definir programación en Visual Basic como el método que se utiliza para desarrollar la interfaz gráfica de usuario. Además con la tecnología ActiveX, Visual Basic le proporciona una herramienta ilimitada para crear aplicaciones en la red. [45]

La Programación en Visual Basic permite construir de forma rápida aplicaciones de Windows. No es necesario conocer otros lenguajes de programación para

poder programar en Visual Basic. Es una manera sencilla de crear aplicaciones, además el lenguaje le ofrece una cantidad de herramientas para simplificar esta labor.

La versión 6.0 de programación en Visual Basic está especialmente diseñada para Internet. Usando los controles ejecutables ActiveX, funcionan como una aplicación de Visual Basic independiente y es a través de los cuales que se accede a Internet Explorer. [46]

Características fundamentales de Programación en Visual Basic 6.0:

- La posibilidad de acceder a datos de la base de datos, aplicaciones cliente/servidor y aplicaciones escalables como Microsoft SQL Server.

- Tecnología y Controles ActiveX

- Programación en Internet, servidores web, DHTML, etc..

- Creación de archivos ejecutables, lo que permite distribuir la aplicación con gran libertad.[47]

Dentro de las principales desventajas de este lenguaje se encuentran:

- No cuenta con soporte oficial de Microsoft desde el 4 de abril de 2008 (aunque existe mucha documentación disponible en el sitio de MSDN incluidas descargas de Service Packs, paquetes de dependencias mínimas y similares en el sitio web de Microsoft).

- No es multiplataforma (sin embargo se pueden usar emuladores e intérpretes para correrlos en otras plataformas).

- Solo genera ejecutables para Windows.

- La sintaxis es demasiado inflexible.

- Los ejecutables generados son relativamente lentos.

- Es un lenguaje basado en objetos pero no implementa por completo la filosofía de Orientación a Objetos.

- No es adecuado para aplicaciones grandes, como por ejemplo: multimedia, oficina, videojuegos, editores gráficos, etc. [48]

1.7.4 Lenguaje PHP. PHP es un lenguaje de programación interpretado, diseñado originalmente para la creación de páginas web dinámicas. Es usado principalmente en interpretación del lado del servidor (server-side scripting) pero actualmente puede ser utilizado desde una interfaz de línea de comandos o en la creación de otros tipos de programas incluyendo aplicaciones con interfaz gráfica.

Además es software libre, por lo que se presenta como una alternativa de fácil acceso para todos.

Se deben tener en cuenta también las cuatro grandes características:

- Velocidad. No solo la velocidad de ejecución, la cual es importante, sino además no crear demoras en la máquina. Por esta razón no debe requerir demasiados recursos de sistema. PHP se integra muy bien junto a otro software, especialmente bajo ambientes Unix, cuando se configura como módulo de Apache, está listo para ser utilizado.

- Estabilidad. La velocidad no sirve de mucho si el sistema se cae cada cierta cantidad de ejecuciones. Ninguna aplicación es 100% libre de estos bugs, pero teniendo de respaldo una increíble comunidad de programadores y usuarios es mucho más difícil para lo bugs sobrevivir. PHP utiliza su propio sistema de administración de recursos y dispone de un sofisticado método de manejo de variables, conformando un sistema robusto y estable.

- Seguridad. El sistema debe poseer protecciones contra ataques. PHP provee diferentes niveles de seguridad, estos pueden ser configurados desde el archivo .ini

- Simplicidad. Se les debe permitir a los programadores generar código productivamente en el menor tiempo posible. Usuarios con experiencia en C y C++ podrán utilizar PHP rápidamente. [49]

Esta opción presenta una sola limitación para el desarrollo del aplicativo objeto del presente proyecto y es que no cuenta con un Debugger, es decir, un depurador que es un programa que permite limpiar los errores del programa informático para facilitar su corrección. [50]

1.8 SOLUCIÓN ESCOGIDA

Considerando la adecuación del instrumental informático para los propósitos concretos de una aplicación experimental, se decidió escoger la implementación por software para los tres instrumentos dedicados a este proyecto; incluyendo también el diseño y construcción del mezclador de color electromecánico tomando como base para esta decisión las consideraciones que a continuación se plantean.

1.8.1 Aplicativo diseñado en lenguaje PHP. PHP es un acrónimo recursivo que significa PHP Hypertext Pre-processor (inicialmente PHP Tools, o, Personal Home Page Tools). Corre en (casi) cualquier plataforma utilizando el mismo código fuente, pudiendo ser compilado y ejecutado en aproximadamente 25 plataformas, incluyendo diferentes versiones de Unix, Windows y MACs. Como en todos los sistemas se utiliza el mismo código base, los scripts pueden ser ejecutados de manera independiente al sistema operativo.

La sintaxis de PHP es similar a la del lenguaje C, por esto cualquiera con experiencia en lenguajes del estilo C podrá entender rápidamente PHP. Entre los lenguajes del tipo C incluimos al Java y Javascript. PHP es completamente expandible. Está compuesto de un sistema principal (escrito por Zend), un conjunto de módulos y una variedad de extensiones de código y se puede ejecutar en diferentes tipos de servidores. Puede además interactuar con muchos motores de bases de datos tales como MySQL, MS SQL, Oracle, Informix, PostgreSQL, y otros muchos.

Aunque todo en su diseño está orientado a facilitar la creación de página web, es posible crear aplicaciones con una interfaz gráfica para el usuario, utilizando la extensión PHP-Qt o PHP-GTK. También puede ser usado como línea de òrdenes o comandos; a esta versión de PHP se la llama PHP-CLI (Command Line Interface).

Con esta versión, cuando el cliente hace una petición al servidor para que le envíe una página web, el servidor ejecuta el intérprete de PHP. Éste procesa el script solicitado que generará el contenido de manera dinámica (por ejemplo obteniendo información de una base de datos). El resultado es enviado por el intérprete al servidor, quien a su vez se lo envía al cliente. Mediante extensiones es también posible la generación de archivos PDF, Flash, así como imágenes en diferentes formatos. Además, el código fuente escrito en PHP es invisible al navegador y al cliente ya que es el servidor el que se encarga de ejecutar el código y enviar su resultado HTML al navegador. Esto hace que la programación en PHP sea segura y confiable.

1.8.2 Implementación de Mezclador de color electromecánico. Para el mezclador de color electromecánico se utilizó un PIC para la programación de las velocidades, los sentidos de giro y el tiempo de duración del estímulo; este circuito controla un motor que se comporta de acuerdo con los parámetros establecidos en cada una de las variables programables por el usuario. Esta es una solución económica, pues un PIC de bajo costo es suficiente para las características especificadas.

2. DESARROLLO DEL TRABAJO

La posibilidad de desarrollar una aplicación por software para la implementación de instrumentos propios de la psicología experimental, nace de algo que es connatural a la forma en la que el ser humano trata con su entorno: la adquisición de datos y el procesamiento de la información. Esto ha conducido a que muchas concepciones teóricas sobre el funcionamiento de algunos procesos psicológicos utilicen elementos informáticos en forma de analogía; por ello se desarrolla software como herramienta de formalización de modelos y experimentos psicológicos, utilizando las técnicas de simulación para obtener información contrastable empíricamente, de forma similar a como se derivan datos por deducciones matemáticas o fisiológicas. [51]

Por lo expuesto en el estado del arte de cada instrumento, se observa que según los avances tecnológicos, actualmente se cuenta con tantas alternativas como lenguajes de programación se encuentren en el mercado para el desarrollo del software de los instrumentos objeto del presente proyecto. Para la construcción del mezclador de color en su versión electromecánica, en cambio, se cuenta con alternativas electrónicamente sencillas, pues las funciones realizadas por este instrumento son lo suficientemente específicas y definidas como para requerir recursos electrónicos de última generación.

Para los instrumentos modelados por software, se desarrolló una aplicación de adquisición y procesamiento de datos en PHP, creando las bases de datos necesarias para ejecutar la aplicación. El código fuente de la totalidad de los formularios diseñados para la aplicación de software está contenido en el anexo G.

La aplicación diseñada cuenta con dos módulos desarrollados dentro de lo denominado “PSICO APLICACIONES”. Para estos módulos se diseñó un formulario que incluye los parámetros necesarios para cada uno de los instrumentos en dependencia del tipo de usuario – administrador o participante –

2.1 CONFIGURACIÓN DE INICIO DE LA APLICACIÓN

Para iniciar la ejecución de la aplicación desarrollada es necesario adelantar el proceso de instalación descrito en el Manual de Usuario contenido en el anexo A del presente documento. Con este procedimiento se garantiza que la totalidad del aplicativo quede cargado en el equipo que funciona como servidor para posteriormente conectarse con el participante utilizando la dirección IP del equipo dentro de la red.

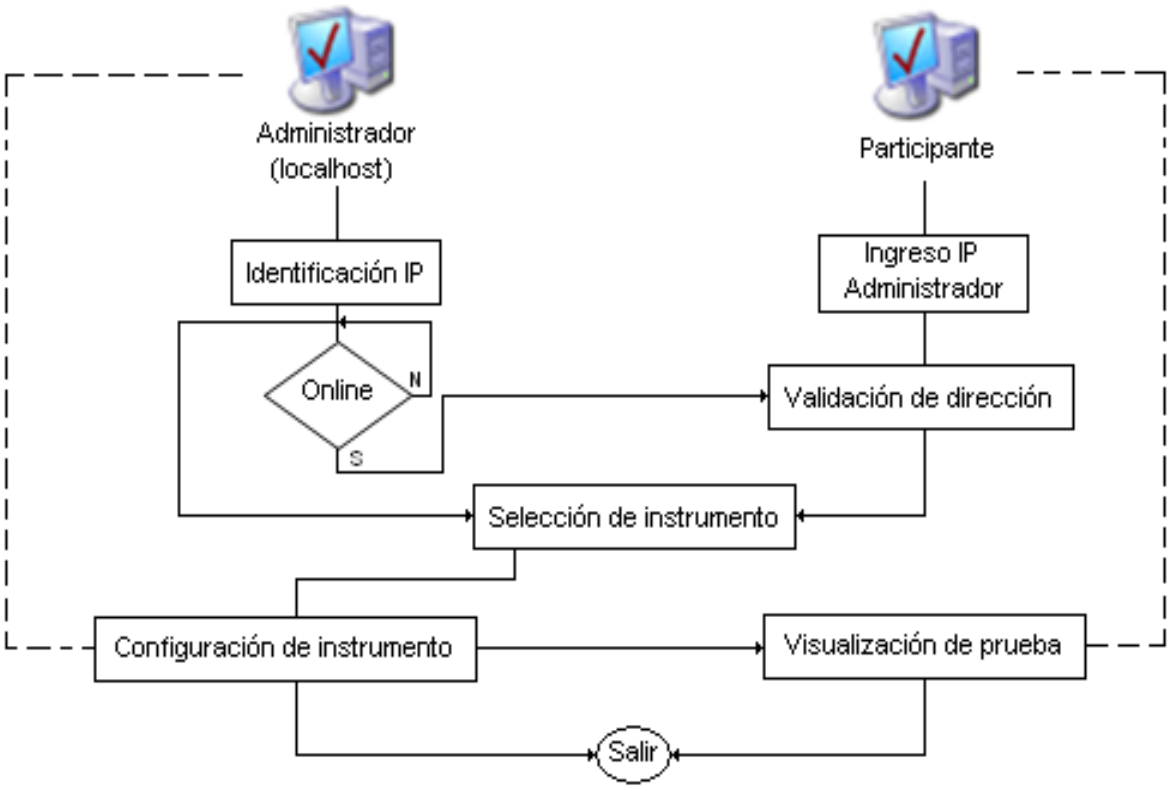
Para facilitar el proceso de instalación se desarrolló una interfaz en flash que incluye la totalidad de los pasos y paquetes de software requeridos para la operación de la aplicación.

Tal como se mencionó en el capítulo 1, el desarrollo de la aplicación se realizó en PHP, por lo que se hizo necesario incluir en el paquete de instalación el programa denominado WAMP SERVER; este es un software diseñado para instalar y configurar el sistema servidos web Apache junto con el lenguaje de programación –PHP- y el servidor de base de datos MySQL.

De acuerdo con el diagrama presentado en la figura 13, en el aplicativo desarrollado se deberá establecer la conexión entre el módulo administrador y participante; completado este paso, una vez el administrador lo desee, podrá seleccionar cualquiera de los instrumentos incluidos en la aplicación y que configurar las variables propias de cada uno.

Estas variables solo serán cargadas en la pantalla del participante una vez esté validada la conexión de los módulos “Administrador” y “Participante”.

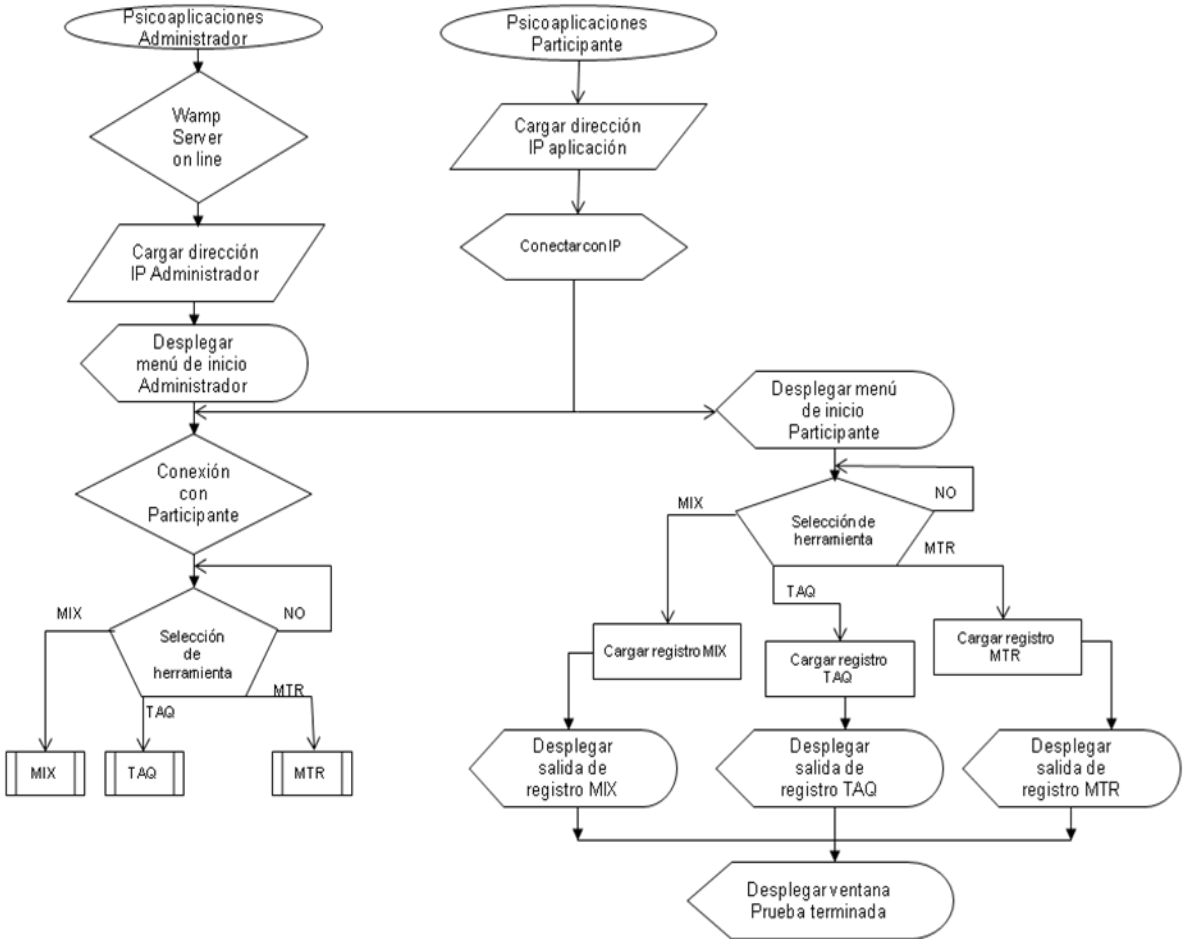
Figura 13. Diagrama de bloques de la pantalla inicial



Fuente: El autor

El diagrama presentado en la figura 14 ilustra el algoritmo diseñado para la etapa de conexión de los equipos Administrador (servidos) y Participante (remoto).

Figura 14. Diagrama de flujo conexión Administrador – Participante



Fuente: El autor

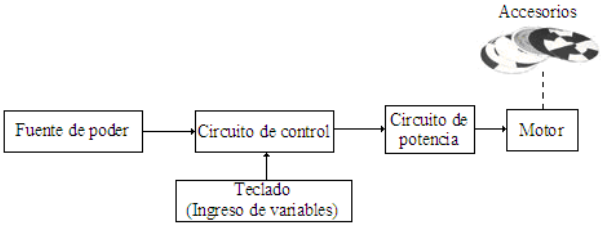
Para ejecutar cada uno de los instrumentos se diseñó un formulario independiente en el que se incluyen y validan cada una de las variables por prueba. A continuación se describe el protocolo seguido para cada uno de los segmentos de la aplicación

2.2 MEZCLADOR DE COLOR.

Como se ha mencionado en apartados anteriores, para este instrumento se diseño una versión electromecánica y una versión por software que permiten comparar los resultados obtenidos con la aplicación de cada uno de los modelos.

2.2.1 Mezclador de color electromecánico. Para el desarrollo de este componente se elaboró una fuente de poder DC, se programó un PIC que sirve como controlador de un motor que puede variar su sentido de giro, la velocidad de rotación del eje y el tiempo durante el cual se encuentra en movimiento. La figura 15 presenta el diagrama de bloques de este dispositivo.

Figura 15. Diagrama de bloques para el Mezclador de color electromecánico.



Fuente: El autor

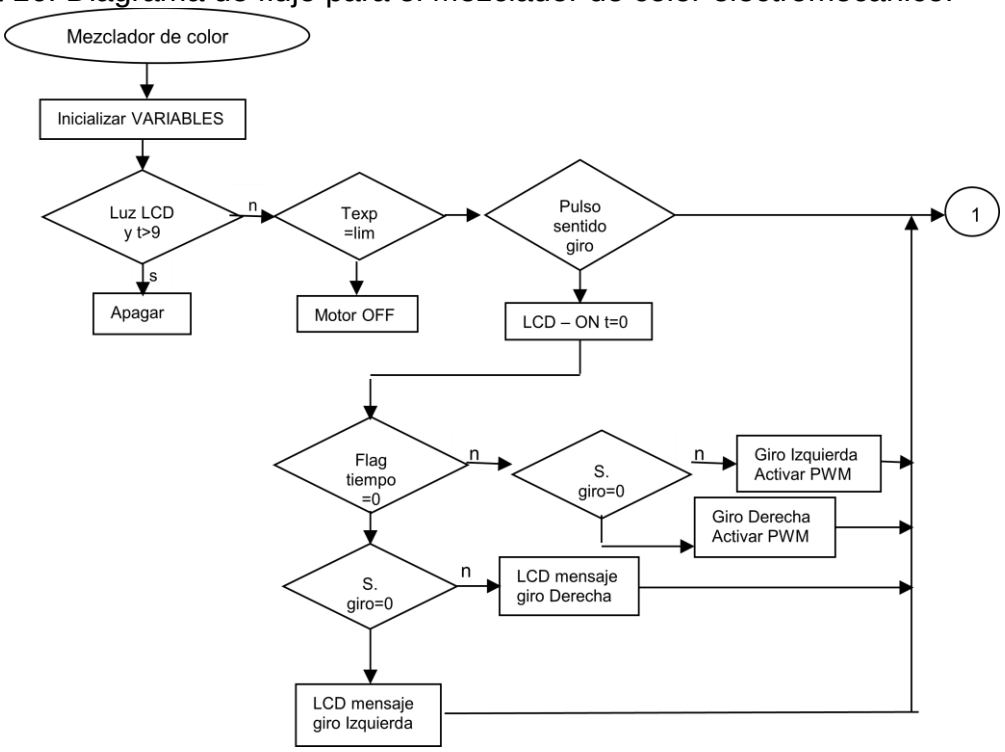
La figura 16 contiene el diagrama de flujo de este dispositivo mediante el cual se administran las variables configurables que pueden ser programadas teniendo en cuenta los siguientes criterios:

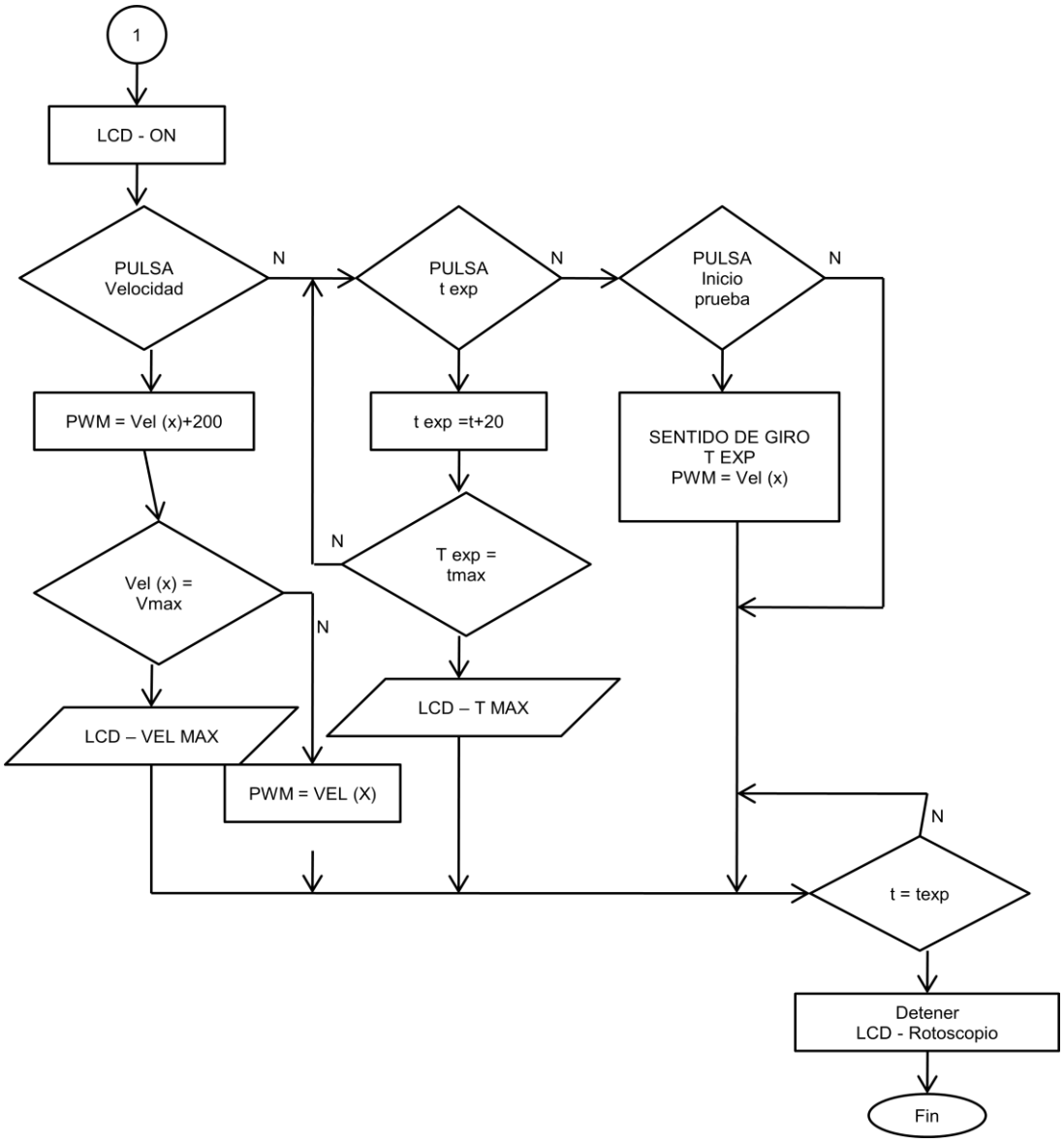
- Tiempo de giro. Dado en segundos, puede variar de 20 a 180 seg. en intervalos de 20 seg.

- Velocidad. Dada en revoluciones por minuto (rpm), puede ser modificada en forma ascendente en intervalos de 200 rpm con velocidad mínima de 200 rpm y máxima de 2000 rpm.

- Sentido de giro: puede seleccionarse si el disco gira hacia la derecha o la izquierda.

Figura 16. Diagrama de flujo para el Mezclador de color electromecánico.





Fuente: El autor

El anexo C contiene el diagrama esquemático del prototipo construido, mientras que en el anexo D se encuentra el código fuente de la programación del microcontrolador utilizado.

2.2.2 Mezclador de color simulado por software. Para la ejecución de este instrumento se diseño un formulario en el que, posterior a la conexión entre los módulos “Administrador” y “Participante”, el administrador debe configurar cada una de las variables de acuerdo con la siguiente descripción:

- Velocidad. Permite seleccionar la velocidad entre 200 y 2000 rpm en incrementos de 200 rpm.

- Tiempo de exposición. Permite seleccionar el tiempo durante el cual el disco estará en movimiento. Esta variable se presenta en incrementos de 20 segundos con límites máximo y mínimo de 0 y 120 segundos respectivamente.

- Sentido de giro. Con esta variable se determina el sentido de giro del disco seleccionado.

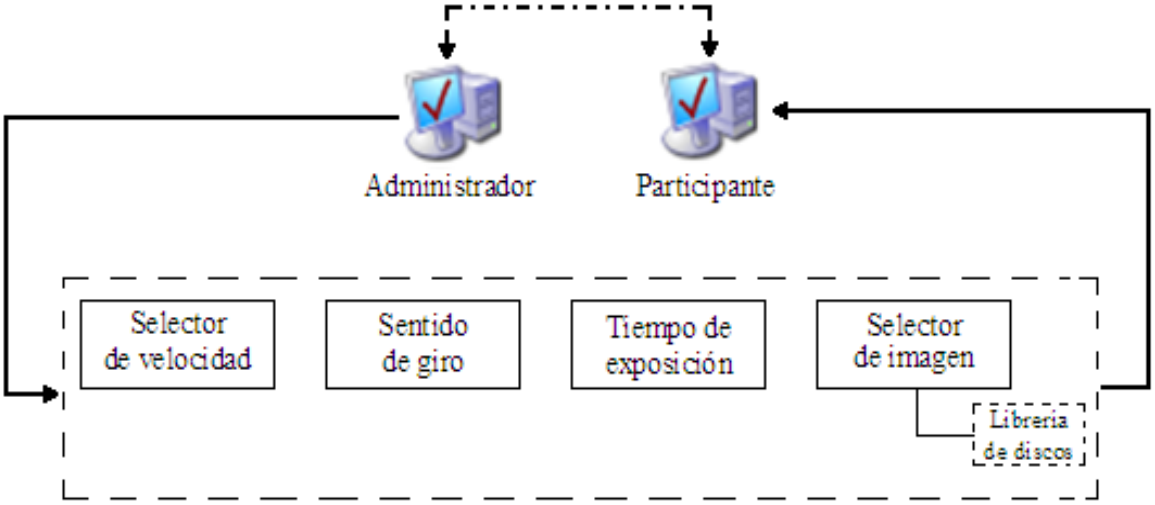
- Selector de imagen. Bajo esta variable el administrador tiene acceso a una librería de nueve discos, cada uno con diferente combinación de color y diseño.

Los criterios aquí definidos para cada una de las variables, incluyendo el diseño y combinación de colores de cada disco fueron definidos atendiendo lo establecido en los elementos citados en el estado del arte de este mismo documento.

La totalidad de las variables definidas por el participante se cargan en el equipo participante quien determina en qué momento inicia la ejecución de la aplicación.

El diagrama de bloques de este instrumento corresponde a lo presentado en la figura 17.

Figura 17. Diagrama de bloques para Mezclador de color modelado por software



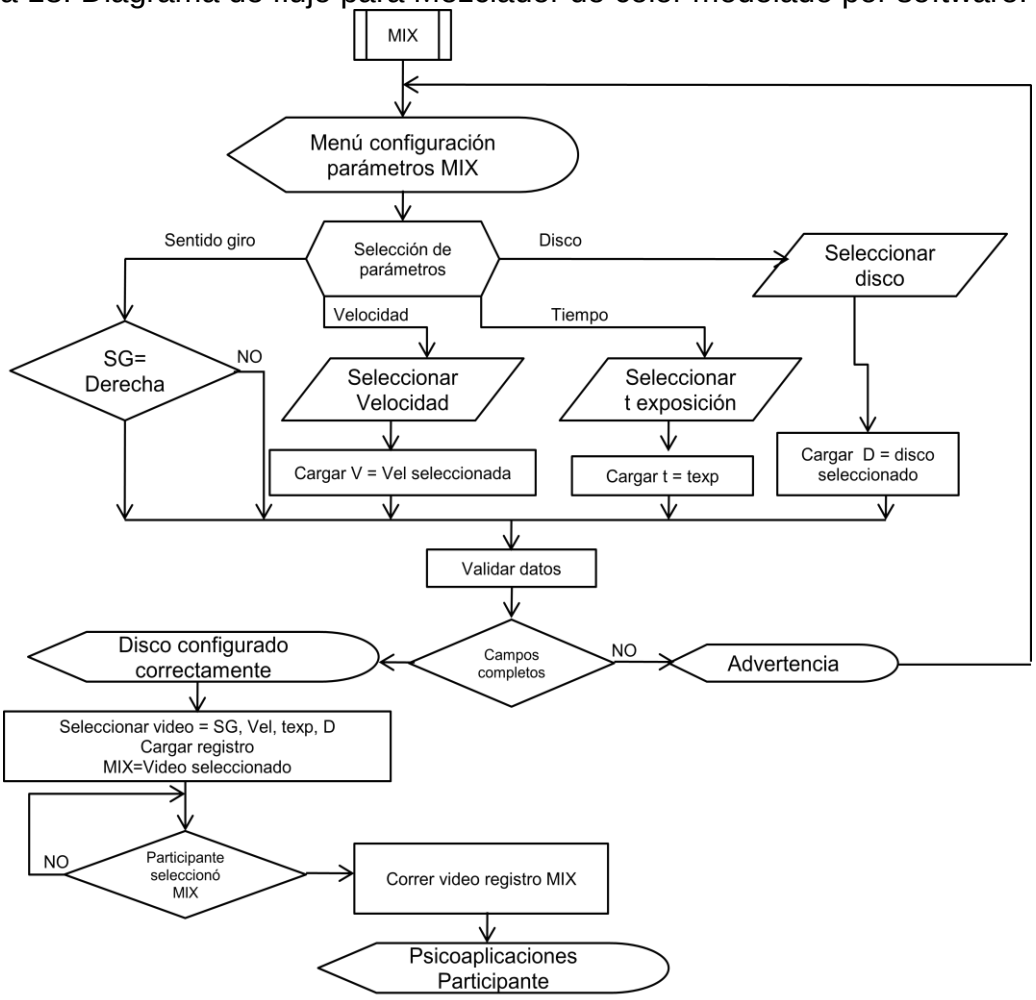
Fuente: El autor

Para la visualización de los discos en movimiento usados en este instrumento se realizaron pruebas utilizando superposición de imágenes lo que no arrojó los resultados de calidad esperados por lo que haciendo uso del mezclador de color electromecánico se elaboraron videos para cada una de las combinaciones de variables posibles; estos videos se presentan en la pantalla del participante una vez este lo decide. Como reproductor de estos archivos se seleccionó e incluye en el paquete instalador Quick Time, un reproductor gratuito que presenta grandes

ventajas entre las que se destacan: capacidad de operar bajo cualquier sistema operativo, alta capacidad de compresión, posibilidad de abrir cualquier tipo de archivo de video o imagen, mejor calidad de imagen y menor capacidad de disco que otros programas de este estilo.

La figura 18 contiene el diagrama de flujo para el procesamiento y visualización del mesclador de color modelado por software.

Figura 18. Diagrama de flujo para Mezclador de color modelado por software.

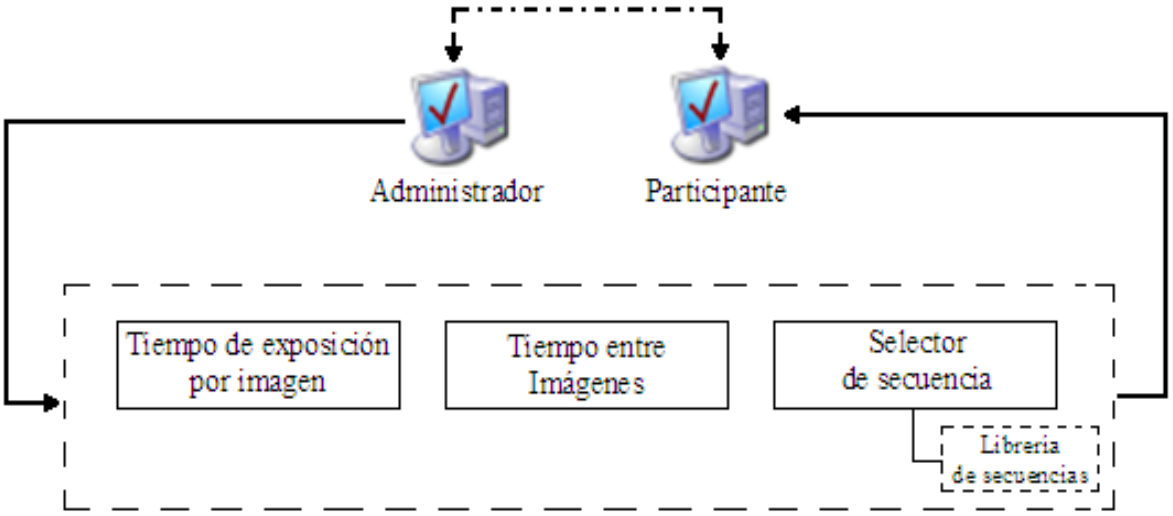


Fuente: El autor

2.3 TAQUISTOSCOPIO

Un diagrama similar al del mezclador de color modelado por software, se sigue para la implementación de este instrumento, tal como se presenta en la figura 19. Para este instrumento se cuenta con 4 categorías predeterminadas, cada una de las cuales está compuesta por una secuencia de imágenes y la posibilidad de crear nuevas categorías.

Figura 19: Diagrama de bloques para implementación de Taquistoscopio.



Fuente: El autor.

En este caso se requiere que el administrador defina:

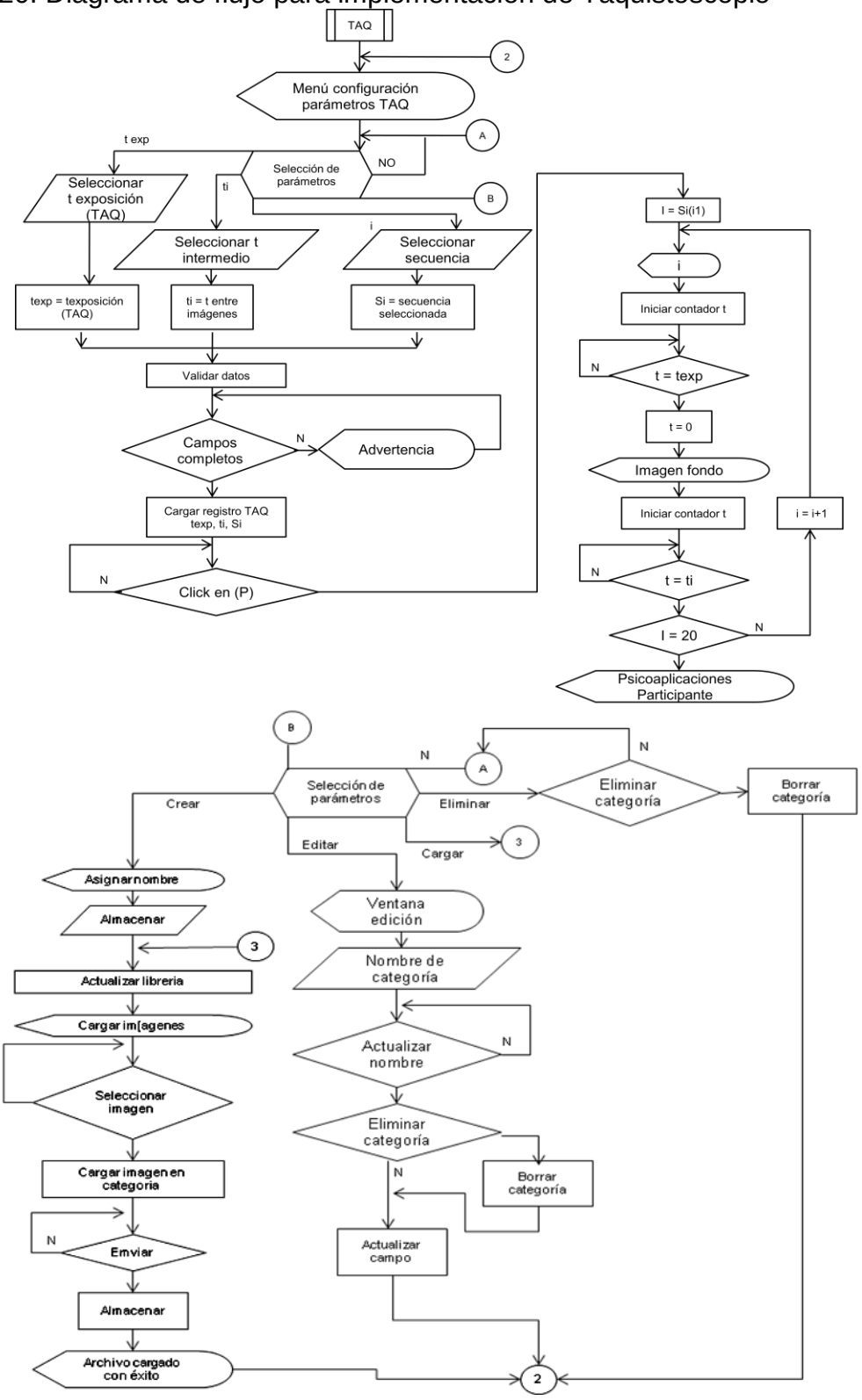
- Tiempo de exposición por imagen. Esta variable corresponde al tiempo que cada una de las imágenes de la secuencia estará desplegada sobre la pantalla del participante. Este tiempo está dado en décimas de segundo y varía entre 0,1 y 100 (diez segundos).

- Tiempo de exposición entre imágenes. Esta variable corresponde al tiempo que transcurrirá entre el momento en el que desaparece una imagen de la secuencia y aparece la otra en la pantalla del participante; está dado en decimas de segundo y varía entre 0,1 y 100 (diez segundos).

- Selector de secuencias. Teniendo en cuenta que este instrumento cuenta con 4 secuencias o categorías predeterminadas y la posibilidad de crear nuevas, bajo este parámetro el administrador debe seleccionar la secuencia a desplegar en la pantalla del participante de acuerdo con los dos parámetros anteriormente descritos.

El diagrama de flujo del aplicativo para la ejecución del taquistoscopio se encuentra ilustrado en la figura 20.

Figura 20. Diagrama de flujo para implementación de Taquistoscopio

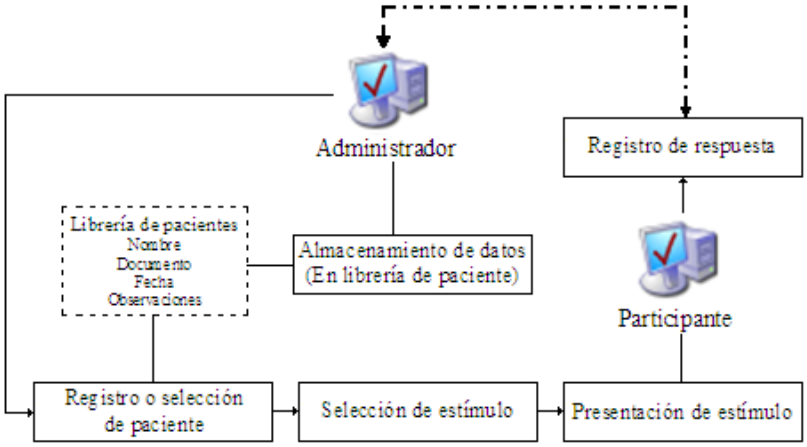


Fuente: El autor.

2.4 MEDIDOR DE TIEMPO DE REACCIÓN

Para la implementación de este instrumento se introducen algunas variaciones significativas al formulario, ya que a diferencia de los dos anteriores, en este caso es necesario validar el dato correspondiente al tiempo de respuesta del módulo "Participante" en el equipo "Administrador". Este formulario sigue la secuencia presentada en la figura 21.

Figura 21. Diagrama de bloques para la implementación de Medidor de Tiempo de Reacción.



Fuente: El autor.

Este instrumento permite presentar al participante estímulos visuales y auditivos de las siguientes características:

- Estímulos visuales. Cuatro simuladores de bombillas, cada una con longitudes de onda distintas por lo que el administrador puede seleccionar si presenta al participante una luz roja, verde, blanca o azul.

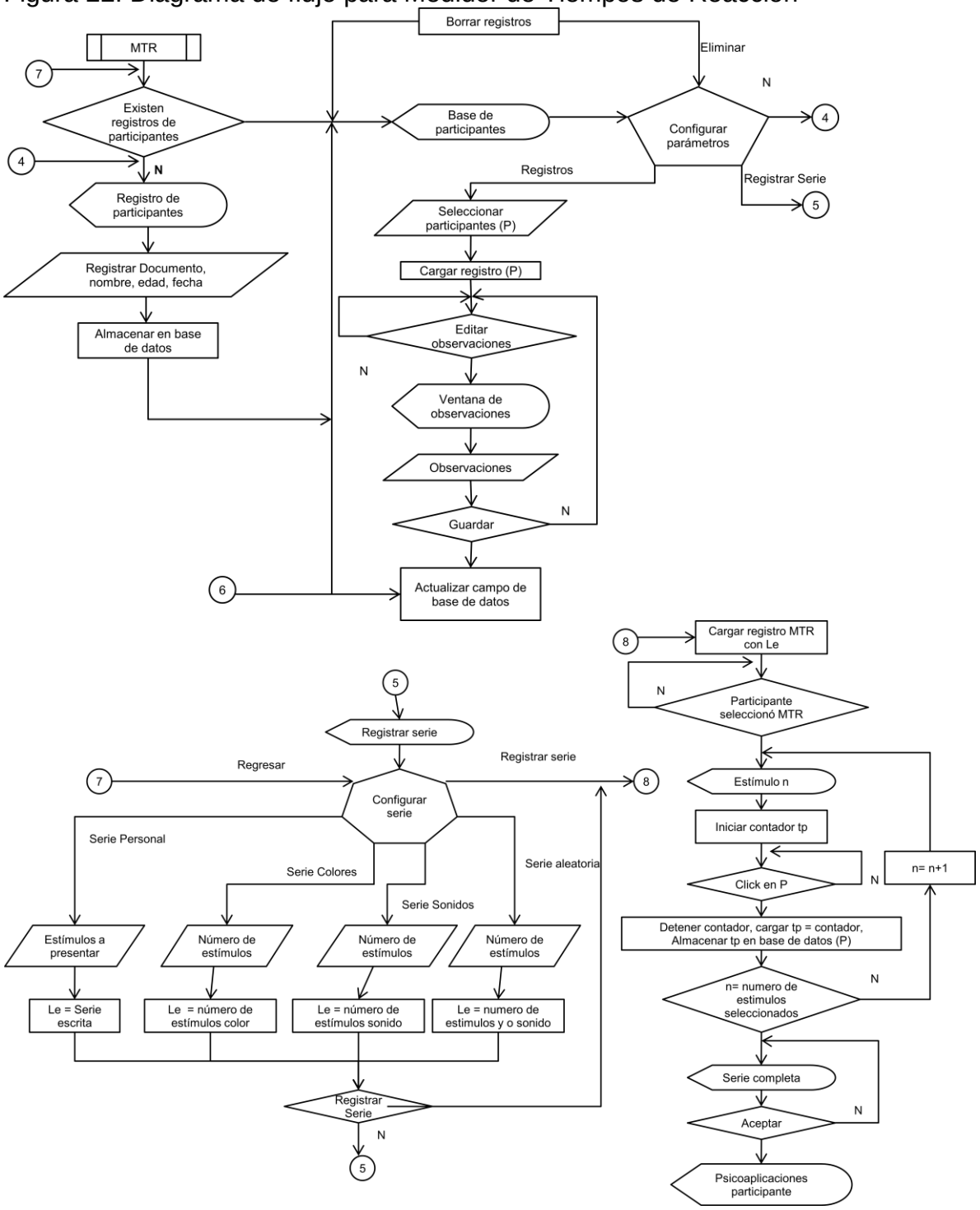
- Estímulos auditivos: tres sonidos de diferentes frecuencias, a saber:
  Bajo: 300 Hz Medio: 1.600 Hz Alto: 10.000 Hz

Además de lo anterior, este instrumento permite la creación de una ficha de registro en la que se ingresan los datos de identificación del participante y se registran tanto los datos relevantes de la prueba como los tiempos de reacción frente a cada uno de los estímulos presentados.

Para determinar el tiempo de reacción el participante debe marcar su respuesta utilizado para ello alguno de los elementos periféricos del equipo de cómputo sobre el cual se realiza la prueba (teclado o mouse). Con el fin de evitar imprecisiones en los datos reportados, el tiempo de reacción se registra usando el reloj interno de la máquina del participante.

En la figura 22 se presenta el diagrama de flujo para la totalidad de las acciones posibles en el desarrollo del medidor de tiempos de reacción modelado.

Figura 22. Diagrama de flujo para Medidor de Tiempos de Reacción



Fuente: El autor

3. RESULTADOS

Una vez desarrollado cada uno de los módulos y formularios descritos en el apartado anterior se obtuvieron los productos que se describen a lo largo de este capítulo. Es importante aclarar que no es posible realizar ejercicios comparativos de las pruebas aplicadas con instrumentos similares ya que la percepción, como se explicó en el capítulo 1, es un fenómeno subjetivo por lo que no existen respuestas que puedan considerarse con normales o estándar.

3.1 MEZCLADOR DE COLOR ELECTROMECÁNICO

Este componente está compuesto por el módulo de operación, que cuenta con una pantalla que indica el parámetro o variable a programar y el valor programado por variable, 4 teclas para programación de variables e inicio de operación y un juego de accesorios compuesto por 9 discos con diferentes imágenes y colores. En la figura 23 se presenta una fotografía del prototipo desarrollado.

Figura 23 Mezclador de color electromecánico

Fuente. El autor

En el anexo E. PCB Mezcaldor de color se presenta el lay out y el PCB de este prototipo.

Las pruebas de verificación de cada una de los variables programables en este instrumento incluyeron 5 mediciones. La tabla 2 contiene el registro de los promedios de tiempo real de operación del dispositivo. Los resultados allí registrados permiten comprobar la confiabilidad del dispositivo construido al obtenerse un porcentaje de error por debajo del 1% para cada uno de los tiempos y velocidades programadas cumpliendo así con lo planteado en los objetivos del proyecto al presentar diferentes discos en tiempos y velocidades programables sin introducir distorsiones a la observación que pueda hacer el participante y las conclusiones que esta aplicación pueda sacar el profesional que realice la prueba.

Tabla 2. Consolidado de pruebas de tiempo para mezclador de color.

tp (seg)	Sentido de giro			
	Derecha		Izquierda	
	tr (seg)	%te	tr (seg)	%te
20	19,91	0,45	19,98	0,10
40	40	0,00	40,07	0,17
60	60,29	0,48	60,36	0,60
80	79,89	0,14	79,96	0,05
100	100,04	0,04	100,11	0,11
120	119,32	0,57	119,37	0,53
140	140,49	0,35	140,56	0,40
160	160,42	0,26	160,34	0,21
180	179,78	0,12	179,85	0,08
Promedio	*0,27*		*0,25*	
Nivel de tolerancia +/-		**0,26**		

Tiempo programado: tp Tiempo real: tr Porcentaje de error en tiempo: %te

Fuente: El autor

En la tabla 3 se registran los promedios de las mediciones realizadas como verificación de cada una de las velocidades programables en este instrumento.

Tabla 3. Consolidado de pruebas de velocidad para mezclador de color.

Vp (rpm)	Sentido de giro									
	Derecha					Izquierda				
	Vr0 (rpm)	Vr1 (rpm)	Vr2 (rpm)	Vp (rpm)	%Ve	Vr0 (rpm)	Vr1 (rpm)	Vr2 (rpm)	Vp (rpm)	%Ve
200	185	200	191	192	4,17	190	215	204	203	1,52
400	388	403	395	395	1,15	387	410	404	400	0,09
600	590	605	594	596	0,62	589	617	603	603	0,52
800	786	806	791	794	0,71	784	822	805	804	0,48
1000	988	1.005	995	996	0,39	982	1.025	1.003	1.003	0,34
1200	1.190	1.205	1.194	1.197	0,29	1.187	1.222	1.234	1.215	1,21
1400	1.390	1.412	1.400	1.401	0,06	1.387	1.429	1.407	1.408	0,55
1600	1.606	1.620	1.601	1.609	0,57	1.606	1.633	1.618	1.619	1,20
1800	1.793	1.810	1.792	1.798	0,10	1.795	1.823	1.806	1.808	0,45
2000	1.990	2.010	2.001	2.000	0,01	1.991	2.023	2.010	2.008	0,40
Promedio	*0,81*					*0,68*				
Nivel de tolerancia +/-				**0,74**						

Velocidad programada: Vp
Velocidad real al 10% del tiempo: Vr_0
Velocidad real promedio: Vr_p
Velocidad real al 90% del tiempo: Vr_2
Velocidad real al 50%del tiempo: Vr_1
Porcentaje de error en velocidad: %Ve

Fuente: El autor

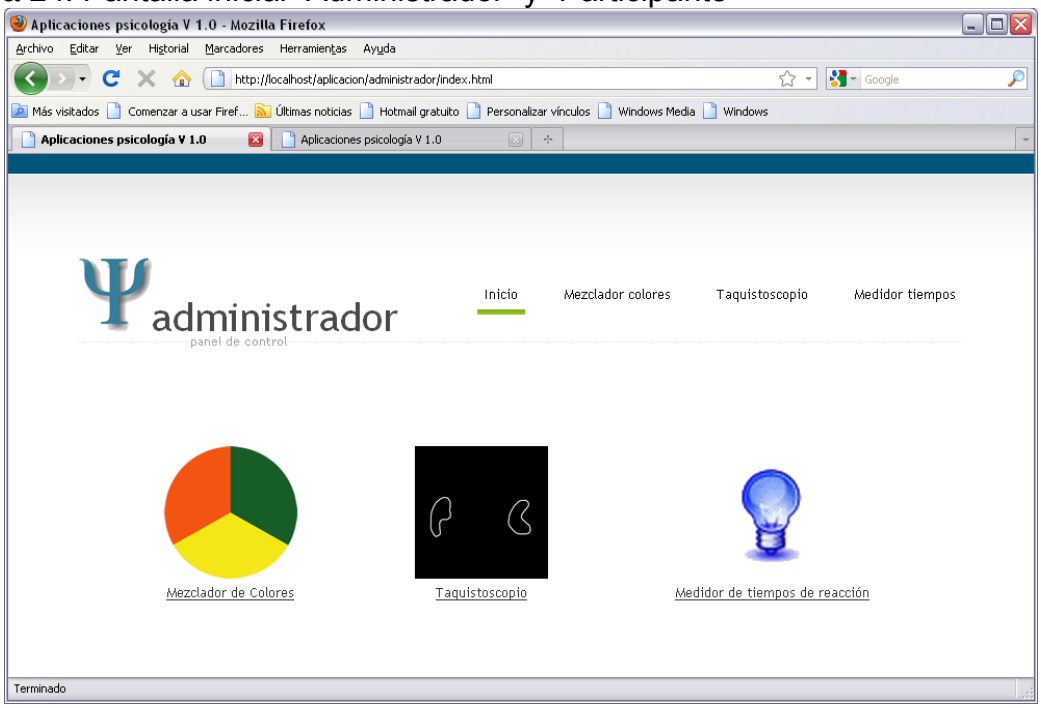
En el anexo F se encuentra la totalidad de los registros de las pruebas de tiempo y velocidad realizadas al mezclador de color electromecánico.

3.2 INSTRUMENTOS MODELADOS POR SOFTWARE

Los instrumentos presentados en este proyecto funcionan bajo un ambiente web, por lo que su operación se realiza en un ambiente navegador de internet. Teniendo en cuenta la estabilidad de Mozilla Firefox y su posibilidad de operar bajo cualquier plataforma, se recomienda a los usuarios utilizar este navegador.

El aplicativo denominado "PSICO APLICACIONES" contiene una pantalla inicial que permite para los módulos "Administrador" y "Participante", visualizar la ventana presentada en la figura 24 con sus correspondientes opciones.

Figura 24. Pantalla inicial "Administrador" y "Participante"

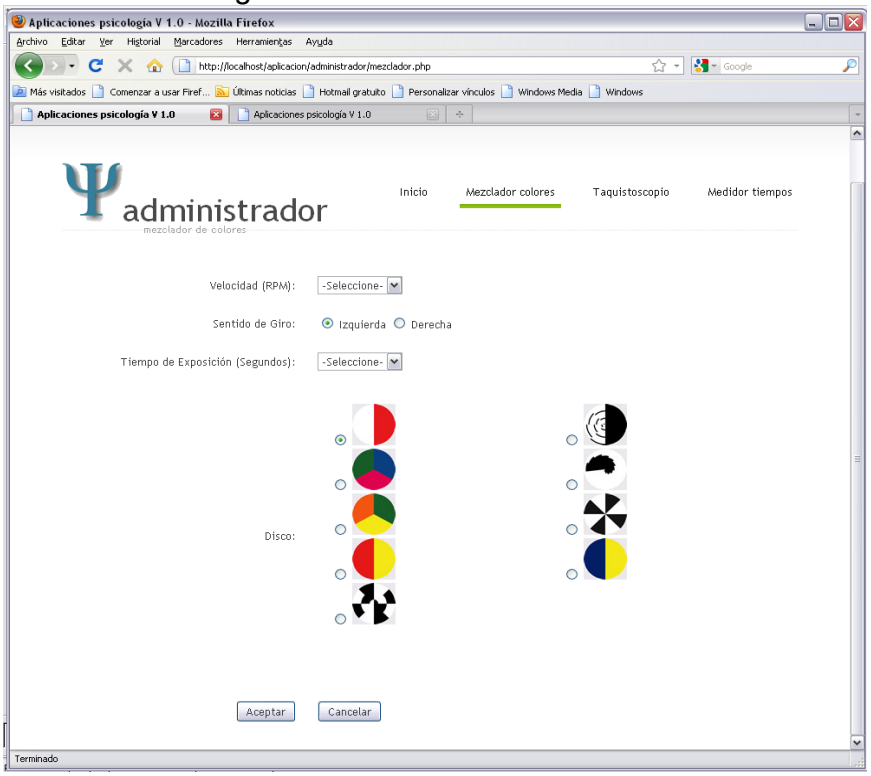


Fuente: El autor

Si bien, la aplicación diseñada no requiere de conexión entre los módulos para acceder a cada uno de los instrumentos, si es requisito indispensable que esta comunicación exista para que el "Participante" pueda observar el instrumento de acuerdo con las características configuradas por el administrador.

3.2.1 **Mezclador de color modelado por software.** El segmento del programa desarrollado correspondiente al mezclador de color, el administrador debe definir el sentido de giro, el tiempo de exposición y la figura a presentar al participante; para ello se cuenta con la ventana presentada en la figura 25.

Figura 25. Pantalla de configuración de Mezclador de color.



Fuente: El autor

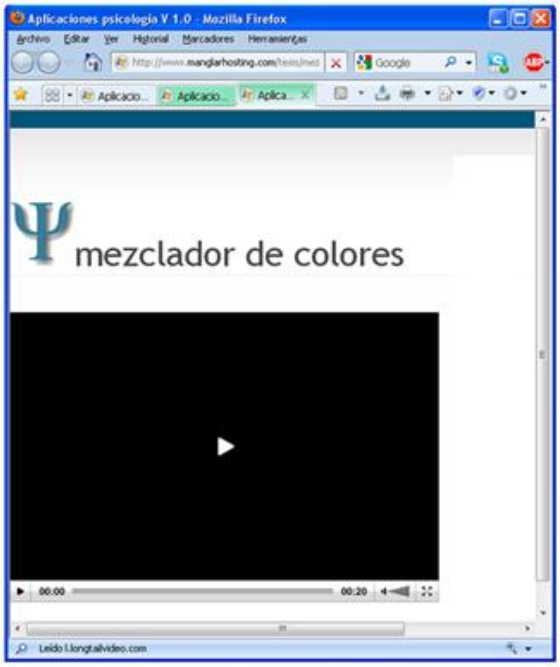
Para establecer la velocidad de giro, el menú del administrador cuenta con una lista desplegable que permite seleccionar la velocidad entre 200 y 2000 rpm con incrementos de 200 rpm. La definición del tiempo de exposición se realiza bajo la misma mecánica que la velocidad, esta vez, con unos límites mínimo y máximo de 20 y 120 segundos respectivamente.

El “Administrador” cuenta además con una carpeta incluida en la aplicación, en la que se tienen pregrabados nueve (9) videos tomados del mezclador de color electromecánico en funcionamiento con discos de diferentes combinaciones de colores y formas.

Esta aplicación se ejecuta tomando como base de imagen videos pregrabados con el fin de evitar dificultades y retardos asociados a la simulación de movimiento a partir de la superposición de imágenes. De acuerdo con el disco seleccionado, la velocidad, el tiempo y el sentido de giro, la aplicación cargará en la pantalla del participante el video correspondiente.

Una vez configurados y validados los parámetros, el participante deberá seleccionar el instrumento y tendrá en pantalla una ventana como la mostrada en la figura 26, en donde se deberá validar el inicio de la prueba para que inicie su ejecución.

Figura 26. Pantalla de Mezclador de color para participante.



Fuente: El autor

Tanto “Administrador” como “Participante” pueden salir del instrumento en cualquier momento.

En cumplimiento de los objetivos del presente proyecto la herramienta desarrollada permite presentar al participante diferentes estímulos visuales que permiten la formación de ilusiones ópticas, sensaciones de movimiento y mezcla de colores; sin embargo es importante destacar que la utilización de videos para la presentación de las diferentes variables programadas, si bien disminuye las posibilidades de alteración en los resultados de la aplicación de prueba dada la calidad de la imagen, este método introduce distorsiones en el fenómeno perceptual, asociadas estas con el refresco de la pantalla del computador, los retardos en la reproducción de las imágenes y el nivel de definición de los colores, por lo que se recomienda el uso del Mezclador de color modelado por software únicamente con fines pedagógicos; para procedimientos de investigación y evaluación se sugiere siempre la utilización del dispositivo electromecánico.

3.2.2 Taquistoscopio. En el formulario desarrollado para el “Administrador” en la aplicación del Taquistoscopio, y presentado en la figura 27, se podrán controlar los siguientes criterios:

- Duración exposición: corresponde al tiempo – dado en décimas de segundo - que estará expuesta en pantalla cada una de las imágenes contenidas en las carpetas de secuencias prediseñadas.

• Tiempo entre imágenes: este parámetro corresponde al tiempo – dado en décimas de segundo - existente entre la presentación una y otra imagen. Durante este tiempo la pantalla aparecerá en negro con el fin de no modificar el parámetro anterior, es decir, el tiempo de exposición de cada imagen.

• Imágenes: dentro de este parámetro, el Administrador tiene la opción de seleccionar una de las 4 carpetas con secuencias prediseñadas o crear una nueva carpeta en la que puede diseñarse una nueva secuencia.

Figura 27. Pantalla de Taquistoscopio para Administrador.

Fuente: El autor

Dentro del criterio denominado *Imágenes,* el instrumento diseñado cuenta con cuatro (4) secuencias prediseñadas así:

• Consentido: contiene 20 imágenes, cada una con dos palabras conocidas y con algún significado.

• Definidas: contiene 20 imágenes, cada una con dos figuras de trazos claros y definidos.

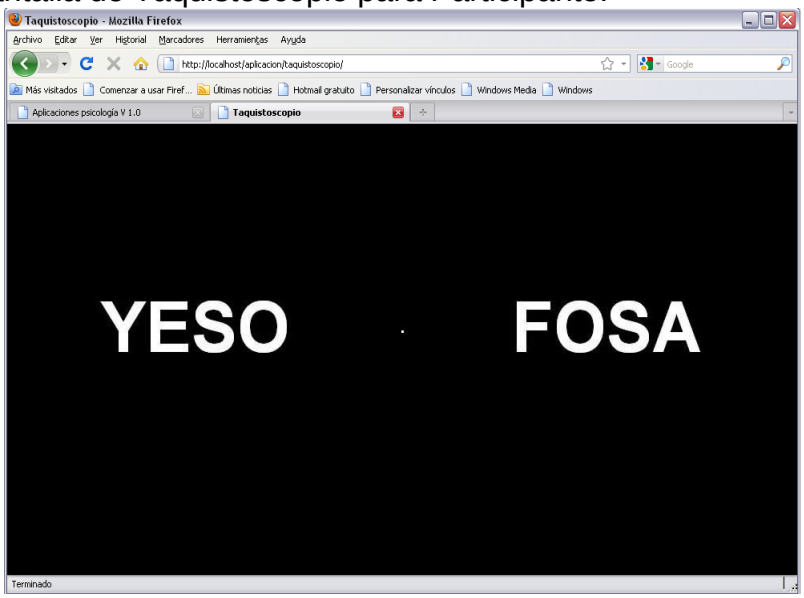
• Indefinidas: contiene 20 imágenes, cada una con dos figuras de trazos irregulares.

• Sinsentido: contiene 20 imágenes, cada una con dos palabras compuestas por sílabas no relacionadas por lo que no tiene un concepto claro.

Las imágenes contenidas en cada una de estas carpetas serán presentadas al participante siguiendo el orden determinado por el nombre de cada una. En cada carpeta las imágenes están nombradas con un número, por lo que serán presentadas siguiendo el orden ascendente de esta numeración.

La figura 28 ilustra la pantalla que será visualizada por el Participante una vez se inicie la aplicación del instrumento siguiendo los parámetros previamente programados por el Administrador.

Figura 28. Pantalla de Taquistoscopio para Participante.



Fuente: el autor

Es importante destacar que las imágenes en esta pantalla, son presentadas siempre en la misma ubicación con el fin de no crear distractores adicionales en la aplicación del instrumento.

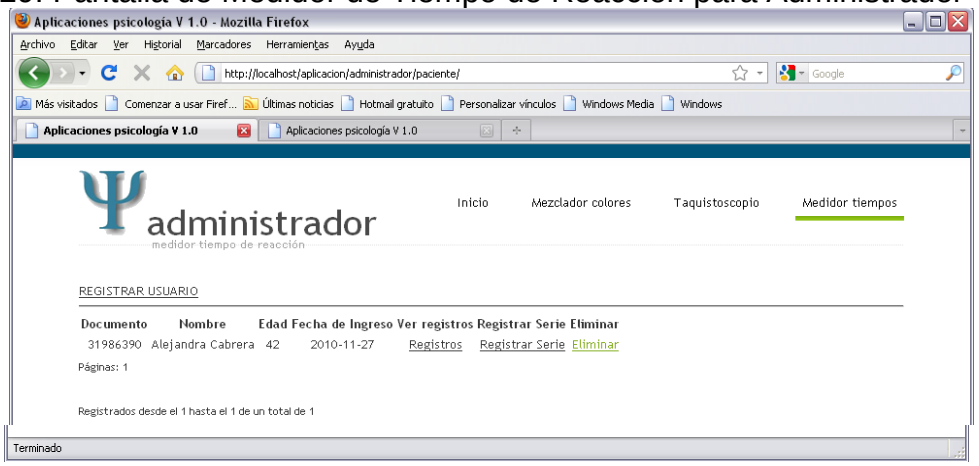
Al igual que en el mezclador de color, en este instrumento el participante deberá validar el inicio de la prueba seleccionando en la pantalla principal el instrumento para que comience la exposición.

El taquistoscopio modelado por software y desarrollado en el marco de este proyecto permite la creación de secuencias de imágenes y su presentación programando diferentes tiempos de exposición e intermedios de corta duración para el desarrollo de diferentes pruebas de percepción.

Al igual que en el caso del medidor de tiempos de reacción, los porcentajes de error en la ejecución de los parámetros programados, en este caso tiempos, se encuentran por debajo del 1% ya que tanto la programación de la variable como su conteo se encuentran anclados al reloj interno del computador.

3.2.3 **Medidor de tiempo de reacción.** Este instrumento, al igual que los dos anteriores, cuenta con una pantalla para cada uno de los módulos, es decir, Administrador y Participante. La pantalla del Administrador, presentada en la figura 29, permite registrar nuevos usuarios o ingresas a los previamente creados.

Figura 29. Pantalla de Medidor de Tiempo de Reacción para Administrador

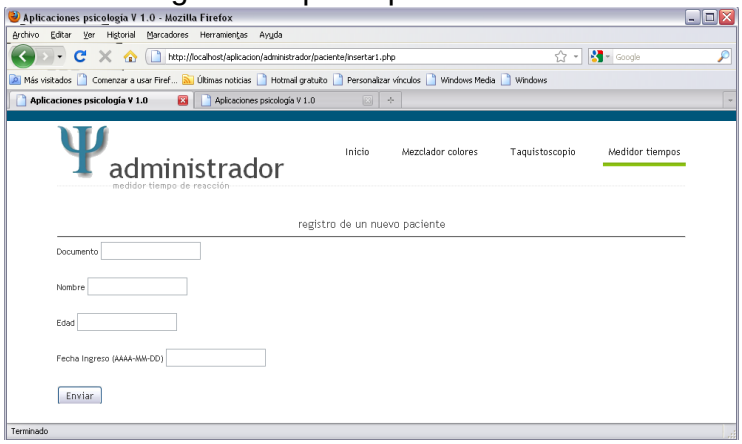


Fuente: el autor.

En este instrumento el Administrador cuenta con siete (7) estímulos, 4 visuales y 3 auditivos. Los estímulos visuales son presentados utilizando la figura de una bombilla que puede aparecer de color amarillo, rojo, azul o verde; mientras que como estímulos auditivos se cuenta con tres (3) sonidos de acuerdo con las siguientes frecuencias: bajo - 300 Hz, medio - 1.600 Hz, alto - 10.000 Hz.

En este instrumento se diseñó un recurso que permite crear registros personalizados de los participantes. Estos datos se ingresan utilizando el formulario presentado en la figura 30.

Figura 30. Formulario de registro de participantes.



Fuente: el autor.

Para la presentación de los estímulos el administrador puede hacer uso de las siguientes opciones:

- Registrar serie: el administrador escribe la serie de estímulos que desea presentar al participante. Esta secuencia puede incluir estímulos visuales y auditivos.

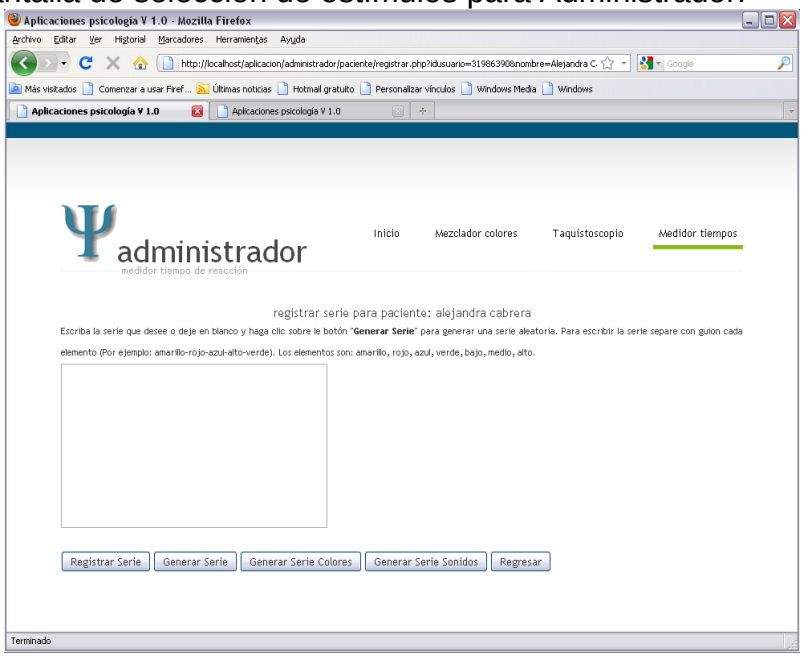
- Generar serie: se selecciona cuando se desea presentar una secuencia aleatoria determinada por la máquina, puede tener estímulos visuales y auditivos. En este caso el administrador solo debe seleccionar el número de estímulos que quiere presentar.

- Generar serie colores: se selecciona cuando se desea presentar una secuencia aleatoria determinada por la máquina donde solo aparezcan estímulos visuales. En este caso el administrador solo debe seleccionar el número de estímulos que quiere presentar.

- Generar serie sonidos: se selecciona cuando se desea presentar una secuencia aleatoria determinada por la máquina donde solo aparezcan estímulos auditivos. En este caso el administrador solo debe seleccionar el número de estímulos que quiere presentar.

La selección anterior debe ser realizada por el administrador en la pantalla presentada en la figura 31.

Figura 31. Pantalla de selección de estímulos para Administrador.



Fuente: el autor.

Una vez se validan las variables en el módulo Administrador el participante deberá seleccionar el instrumento en la pantalla inicial para dar inicio a su ejecución. El estímulo o secuencia seleccionada es presentada al Participante en la pantalla ilustrada en la figura 32.

Figura 32. Pantalla de Medidor de Tiempo de Reacción para Participante

Fuente: el autor.

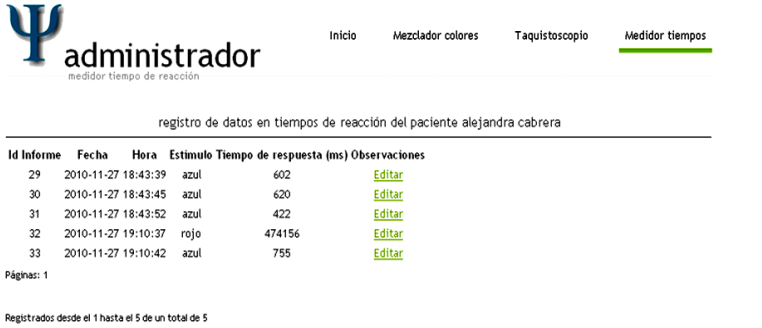
Para dar respuesta a la presentación del estímulo, el participante deberá pulsar la barra espaciadora de su teclado, con lo que detendrá el contador basado en el reloj interno de la máquina en la que se ejecuta la aplicación. Se selecciona este pulsador por sus ventajas de acceso, lo que disminuye factores de retardo externos a la recepción y procesamiento del estímulo por parte del participante.

Los tiempos de respuesta frente a cada estímulo registrados de acuerdo con lo anterior alimentan la base de datos del administrador específicamente en la ficha del participante seleccionado o creado al comienzo de la prueba; esta información puede visualizarse tal como se presenta en la figura 33.

Esta base permite incorporar observaciones del Administrador frente a la aplicación de la prueba, así es posible establecer diferencias en la respuesta de acuerdo con factores externos involuntarios o programados.

En el caso de seleccionar o crear secuencias, la presentación de cada uno de los estímulos está dada por un tiempo de retardo aleatorio que varía entre 1 y 10 segundos y que empieza a contabilizarse una vez el participante a registrado la reacción al estímulo previo. Este retardo se introduce con el fin de evitar condicionamientos para las respuestas.

Figura 33. Pantalla de registro de tiempos del Participante



Fuente: el autor.

El medidor de tiempos de reacción modelado por software permite alimentar una base de datos en la que se registran los tiempos de reacción de cada uno de los participantes sometidos a prueba, de acuerdo con lo planteado en los objetivos del proyecto.

Este instrumento tiene una alta confiabilidad en los tiempos capturados ya que se encuentran anclados al reloj interno del computador del participante por lo que el porcentaje de error es menor al 1% y no introduce distorsiones en el resultado de la prueba puesto que el mismo retardo del reloj, que es mínimo, se carga al tiempo de presentación del estímulo.

El presente documento contiene en el anexo B una guía para la aplicación de cada uno de los instrumentos entregados, el cual complementa el manual de usuario del anexo A. Este material de apoyo junto con la base de datos con la que cuenta la aplicación entregan herramientas suficientes para la valoración de resultados por parte del personal que aplica la prueba.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

La implementación del mezclador de color modelado por software simulando movimiento a través de la superposición de imágenes presenta dificultades para la visualización del giro del patrón de imagen expuesto debido a la imposibilidad de realizar el movimiento a la velocidad planteada en los parámetros establecidos. Si bien el instrumento desarrollado permite garantizar que la velocidad y el sentido de giro determinados por el administrador se ejecuten en el programa, la cantidad de cuadros por segundo dada por la resolución de la tarjeta de video del equipo en el que se instalan los módulos no permite que estos parámetros puedan visualizarse con la misma precisión que la presentada por el modelo electromecánico.

Por lo anterior y para lograr el objetivo propuesto bajo estándares de desempeño óptimos, en este proyecto se implementa el mezclador de color simulado por software usando como estímulo videos grabados el este mismo instrumento en su versión electromecánica lo que garantiza fluidez y calidad en la imagen presentada e introduce menores distorsiones al ejercicio.

Los objetivos específicos del presente proyecto planteaban la elaboración de dos guías de aplicación para cada uno de los instrumentos; sin embargo, los instrumentos desarrollados solo permitan una manera de operación, razón por la cual lo que se plantea como variante para la utilización de los módulos es la variación de agentes externos en el entorno de aplicación, como son cambios climáticos, luminosos, sometimiento del paciente a actividades que modifique su conducta – estrés, ansiedad, entre otras – con el fin de evaluar las alteraciones que se puedan presentar en la percepción del paciente frente a la aplicación de la misma prueba.

La implementación de un medidor de tiempo de reacción modelado por software permite obtener resultados de mayor precisión que los experimentados con modelos totalmente electromecánicos, ya que los registros de respuesta están dados en milisegundos y su medición y registro dependen directamente del reloj interno del computador utilizado para la aplicación de la prueba.

RECOMENDACIONES

Tanto el mezclador de color como el taquistoscopio modelados por software pueden ser complementados incluyendo en el módulo administrador la posibilidad de crear registros en los que se incluyan los datos de identificación del paciente y las impresiones diagnósticas de cada una de las aplicaciones de la prueba.

Dado que el mezclador de color simulado por software requiere la carga y reproducción de videos de alta calidad dependiendo de la velocidad, sentido de

giro, disco y tiempo de exposición seleccionados por el administrador y conociendo el tamaña de cada uno de estos archivos, se recomienda para la ejecución del aplicativo a hacer uso de su posibilidad de instalación y conexión en una red LAN utilizando una de las máquinas como servidor con el fin de evitar la saturación del canal de comunicación y disminuir los riesgos de pausa en el video en medio de una ejecución.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Laboratorios, Facultad de Psicologia. Universidad El Bosque. Tomado de: (http://artemisa.unbosque.edu.co/facultades/psicologia/laboratorios.htm), febrero 14 de 2011

[2] HEIDBREDER, E. Psicologías del siglo XX. Barcelona. Piados, 1982.

[3] Laboratorios, Facultad de Psicologia. Universidad El Bosque. Tomado de: (http://artemisa.unbosque.edu.co/facultades/psicologia/laboratorios.htm), febrero 13 de 2011

[4] MINISTERIO DE EDUCACIÓN DE COLOMBIA, Diario Oficial Resolución 3461 de 2003.

[5] Los sentidos. Tomado de: (http://www.revistaciencias.com/publicaciones/EpylEZAVppWsPRUHQv.php), 2003, julio 17 de 2008.

[6] Integración y control II: el sistema nervioso. Tomado de: (http://biologia-jct.iespana.es/curtis/inicio.htm), febrero 13 de 2011

[7] Integración y control II: el sistema nervioso. Tomado de: (http://biologia-jct.iespana.es/curtis/inicio.htm), febrero 13 de 2011

[8] El ojo humano y la visión. Tomado de: (http://www.siste.com.ar/serv021.htm), febrero 14 de 2011

[9] Baron, Robert. Psicología. México: Prentice Hall, 1996.

[10] Percepción visual. Tomado de: (http://personal.us.es/jcordero/PERCEPCION/Cap01.htm), marzo 7 de 2007

[11] Abducción y fenomenología de Peirce aplicada en procesos de diseño. Tomado de: (http://www.unav.es/gep/IIPeirceArgentinaAlvarez.html), marzo 7 de 2007

[12] Percepción visual. Tomado de: (http://personal.us.es/jcordero/PERCEPCION/Cap01.htm), marzo 7 de 2007

[13] Integración y control III: percepción sensorial y respuesta motora. Tomado de: (http://biologia-jct.iespana.es/curtis/inicio.htm) , febrero 13 de 2011

[14] Percepción visual. Tomado de: (http://personal.us.es/jcordero/PERCEPCION/Cap01.htm), marzo 7 de 2007.

[15] La percepción (psicología y comunicación). Tomado de: (http://www.scribd.com/doc/6573212/A016-La-Percepcion-Psicologia-y-n), marzo 7 de 2007.

[16] El funcionamiento cerebral. Tomado de: (http://www.revistaciencias.com/publicaciones/EpypuykVyuHBKoeWNx.php), 2003, marzo 7 de 2007.

[17] Cómo es el ojo y cómo vemos. Tomado de: (http://www.tarso.com/Anatomia.html), julio 15 de 2008

[18] La luz y la visión. Tomado de: (http://edison.upc.edu/curs/llum/luz_vision/p1.html), marzo 7 de 2007

[19] La luz y la visión. Tomado de: (http://edison.upc.edu/curs/llum/luz_vision/p1.html), marzo 7 de 2007

[20] Naturaleza del color. Tomado de: (http://it.aut.uah.es/~jdp/sg/tema06.pdf), febrero 22 de 2011.

[21] Factores que influyen en la visión. Tomado de: (http://edison.upc.edu/curs/llum/luz_vision/factores.html), marzo 7 de 2007

[22] Percepción del movimiento. Tomado de: (http://www.e-oftalmologia.com/area_formacion/fisiologia/index.html), julio 17 de 2008

[23] Ilusiones ópticas. Tomado de: (http://personal.us.es/jcordero/PERCEPCION/Cap02.htm), julio 17 de 2008

[24] ALGARABEL, Salvador. SANMARTÍN Jaime. Métodos Informáticos Aplicados a la Psicología. Madrid. Pirámide. 1990.

[25] Laboratorios, Facultad de Psicologia. Universidad El Bosque. Tomado de: (http://artemisa.unbosque.edu.co/facultades/psicologia/laboratorios.htm), febrero 14 de 2011

[26] Museo de historia de la instrumentación psicológica. Tomado de: (//chss.montclair.edu/psychology/museum/x_005.htm), 1999, Abril 25 de 2004.

[27] Museo de historia de la instrumentación psicológica. Tomado de: (//chss.montclair.edu/psychology/museum/x_019.htm), 1999, Abril 25 de 2004.

[28] Laboratorios, Facultad de Psicologia. Universidad El Bosque. Tomado de: http://artemisa.unbosque.edu.co/facultades/psicologia/laboratorios.htm

[29] Laboratorios, Facultad de Psicologia. Universidad El Bosque. Tomado de: http://artemisa.unbosque.edu.co/facultades/psicologia/laboratorios.htm

[30] La publicidad subliminal. ¿Quién nos está controlando?. Tomado de: (http://www.mujeractual.com/sociedad/temas/publicidad.html), marzo 288 de 2004

[31] Museo de historia de la instrumentación psicológica. Tomado de: (//chss.montclair.edu/psychology/museum/x_054.htm), 1999, Abril 25 de 2004.

[32] Museo de historia de la instrumentación psicológica. Tomado de: (//chss.montclair.edu/psychology/museum/x_051.htm), 1999, Abril 25 de 2004.

[33] LAFAYETTE Instruments, Instruction/Owner´s Manual, 2001

[34] Servicio de gestión académica. Tomado de: (http://www.hresa.com/images/Proyector%20de%20Diapositivas%20Kodak%20Ektagraphic%203%20ABR.jpg), Julio 17 de 2008

[35] LAFAYETTE Instruments, Instruction/Owner´s Manual, 2001.

[36] Laboratorios, Facultad de Psicologia. Universidad El Bosque. Tomado de: (http://artemisa.unbosque.edu.co/facultades/psicologia/laboratorios.htm), febrero 14 de 2011

[37] Museo de historia de la instrumentación psicológica. Tomado de: (//chss.montclair.edu/psychology/museum/x_131.htm), 1999, Abril 25 de 2004.

[38] Museo de historia de la instrumentación psicológica. Tomado de: (//chss.montclair.edu/psychology/museum/x_135.htm), 1999, Abril 25 de 2004.

[39] Laboratorios, Facultad de Psicologia. Universidad El Bosque. Tomado de: (http://artemisa.unbosque.edu.co/facultades/psicologia/laboratorios.htm), febrero 14 de 2011

[40] LAFAYETTE Instruments, Instruction/Owner´s Manual, 2001.

[41] (http://www.lenguajes-de-programacion.com/programacion-avanzada-en-java.shtml), Octubre 3 de 2010

[42] (http://eddi.ith.mx/Curso/java.htm), octubre 14 de 2010

[43] (http://www.lenguajes-de-programacion.com/programacion-delphi.shtml), octubre 3 de 2010

[44] Díaz Iglesias, Jack y Pérez González, Franklin. Delphi 5 Básico.-- Ciudad de la Habana : Editorial Pueblo y Educación, 2001

[45] Charte Ojeda, Francisco. Visual Basic 6-- Madrid: Ediciones Anaya Multimedia, 2002

[46] (http://www.scribd.com/doc/467647/Capitulo-1-Visual-Basic), octubre 22 de 2010

[47] http://msdn.microsoft.com/es-co/vbasic/default.aspx. Octubre 22 de 2010

[48] (http://www.auladirectiva.com/curso/programacion-con-visual-basic-6/demostracion-del-curso/content/content1.html) octubre 14 de 2010

[49] (http://docs.php.net/manual/es/), noviembre 2 de 2010

[50] (http://www.desarrolloweb.com/manuales/12/), octubre 17 de 2010

[51] ALGARABEL, Salvador. SANMARTÍN Jaime. Métodos Informáticos Aplicados a la Psicología. Madrid. Pirámide. 1990.

[52] Percepción visual – La psicología de la forma. Tomado de: (http://eltamiz.com/elcedazo/2009/02/12/percepcion-visual-%E2%80%93-la-psicologia-de-la-forma/), 2009, Abril 24 de 2009.

[53] El sentido de la vista. Tomado de. (http://www.monografias.com/trabajos/sentidovista/sentidovista.shtml) febrero 22 de 2007.

[54] Adams, J.F. & Hoberman, A.A. (1969). Joseph Buchanan, 1785-1829: Pioneer American psychologist. Journal of the History of the Behavioral Sciences, 5, 340-348.

[55] Angulo, U. José M. Angulo, Ignacio. Microcontroladores <<PIC>> Diseño práctico de aplicaciones. 2ª edición. México. Mc Graw Hill.

[56] Balena, Francesco. Programación avanzada con Microsoft Visual Basic.NET. McGraw Hill. 2003.

[57] Baron, Robert. Psicología. México: Prentice Hall, 1996.

[58] Bear, M.F. y Connors, B.W. Neurociencia. Masson-Willians y Wilkins, Barcelona. 1998.

[59] Berne, R.M. y Levy, M.N. (1998). Panamericana, Barcelona. 1998.

[60] Berne, R.M. y Levy, M.N. Principles of Physiology. Madrid, 1999.

[61] Boring, E.G. A History of Experimental Psychology. New York: Appleton-Century-Crofts, Inc. 1950

[62] Bringmann, W.G. & Tweney, R.D. Wundt Studies: A Centennial Collection. Toronto: C.J. Hogrefe. 1980.

[63] Caparrós, A. Historia de la Psicología. Barcelona. Círculo Editor Universo, 1976.

[64] D. Vaughan, t. Asbury, k. Tabbara Oftalmología general. El manual moderno. México, 1991.

[65] Day, R. H.. Psicología de la Percepción Humana. México D. F.: Ed. Limusa–Wiley, 1973.

[66] Dominguez, A. Superutilidades para Visual Basic. McGraw Hill. 2004.

[67] Feldman, Robert. Psicología. México D.F.: Mc Graw Hill, 1999.

[68] Matlin, Margaret W., y Foley, Hugh J. Sensación y Percepción. México D. F.: Prentice Hall, 1996

[69] Werner. Spaltheholz. Atlas Anatomía Humana. Edit. Labor. Barcelona, 1967.

ANEXOS

ANEXO A.

MANUAL DE USUARIO

Este manual se encuentra impreso en documento anexo denominado Manual de Psico-aplicaciones. Contiene el manual de instalación de aplicación y los manuales de usuario de los tres instrumentos de software (Mezclador de Colores, Taquistoscopio y Medidor de tiempos de reacción) y del instrumento electro-mecánico Rotoscopio (Mezclador de colores electro-mecánico).

En este manual se encuentra el siguiente contenido:

		Pág.
I.	**REQUERIMIENTOS MÍNIMOS…….....**	**3**
II.	**INSTALACIÓN SOFTWARE……**	**3**
	1. Instalación Navegador (Mozilla Firefox)……..	4
	2. Instalación Reproductor video (Quick Time)…….....	5
	3. Instalación servidor virtual (Wamp Server)…….....	6
	4. Instalación de aplicación……	8
	5. Instalación de videos 1 de 3…….....	9
	5. Instalación de videos 2 de 3……..	9
	6. Instalación de videos 3 de 3……..	9
III.	**OPERACIÓN……....**	**11**
	1. Verificar servicios activos……...	11
	2. Activar servidor virtual (Wamp server)…….	11
	3. Trabajar en red…….	12
	4. Abrir administrador……..	12
	5. Abrir usuario…….	13
IV.	**HERRAMIENTAS……**	**14**
i.	**MEZCLADOR DE COLORES……**	**15**
	1. Velocidad……..	15
	2. Sentido de Giro……...	15
	3. Tiempo de exposición……	16
	4. Selección de imagen (disco)…….	16
	5. Aceptar…….	16
	6. Usuario……..	16
	7. Reproducción de video...……	17
ii.	**TAQUITOSCOPIO……...**	**18**
	1. Duración exposición……	18
	2. Tiempo entre imágenes…….	18
	3. Imágenes…….	19
	4. Aceptar…….	19
	5. Gestionar categorías……	19
	A. Crear Categorías…….	20
	B. Editar Categorías……	20
	C. Cargar Imágenes……	20
	D. Eliminar Categorías……	21

6. Usuario…… 22
7. Reproducción secuencia…… 22

iii. MEDIDOR DE TIEMPOS DE REACCIÓN…… 23
1. Registrar Usuario…… 23
2. Revisión de Registros…… 23
3. Registrar Serie…… 24
A. Escribir Serie…… 25
B. Generar Serie…… 25
C. Registrar Serie…… 25
D. Regresar…… 25
E. Eliminar o cambiar serie…… 25
F. Eliminar Usuario…… 26
4. Usuario…… 26
5. Reproducción de secuencia…… 27
6. Finalizar…… 27
7. Registros…… 28
8. Observaciones a registros…… 28

V. MANUAL DE OPERACIÓN DE MEZCLADOR DE COLORES ELECTROMECANICO…… 29
1. Conectar…… 29
2. Selección de disco…… 29
3. Ubicación de disco…… 29
4. Encender equipo…… 29
5. Prueba de encendido de equipo…… 29
6. Programación…… 30
A. Tiempo de exposición…… 30
B. Velocidad de giro…… 30
C. Sentido de giro…… 30
D. Inicio de prueba…… 30
7. Apagado…… 30

Ver en el CD Anexo A - MANUAL DE USUARIO y en el Anexo A impreso que se entrega con este documento.

ANEXO B.
GUIAS PARA LA APLICACIÓN DE INSTRUMENTOS
GUÍA DE APLICACIÓN

MEZCLADOR DE COLOR

Para la aplicación de la prueba tenga en cuenta las instrucciones contenidas en el manual de usuario de cada uno de los instrumentos.

1. Diligencie los datos de identificación en la ficha de paciente (formato anexo).
2. Registre en la ficha de paciente las preguntas diagnósticas que requiera aplicar durante la exposición y una vez terminada la misma.
3. Seleccione la versión del equipo a utilizar y regístrela en la ficha de paciente.
4. Ubique al paciente frente al instrumento en una posición cómoda y a una distancia mínima de un (1) metro del disco
5. Seleccione los parámetros de la prueba (velocidad, tiempo de exposición y sentido de giro), regístrelos en la ficha de paciente y prográmelos. Para registrar el disco seleccionado utilice la etiqueta que se encuentra detrás de cada uno o el nombre de la imagen según sea el caso (versión electromecánica o de software).
6. De inicio a la prueba.
7. Durante el tiempo de exposición, realice las preguntas planteadas en la ficha y registre las respuestas obtenidas.
8. Una vez culminado el tiempo de exposición, realice las preguntas planteadas en la ficha y registre las respuestas; estas preguntas pueden ser las mismas realizadas en el paso anterior.
9. Registre en la ficha de paciente las impresiones diagnósticas preliminares.

Ejemplo de preguntas

- ¿Qué color(es) vé?
- ¿Recuerda que colores o formas tiene el disco?
- ¿En algún momento siente que es más predominante un color que otro?
- ¿Percibe alguna forma en particular mientras el disco está en movimiento?

FICHA DE REGISTRO DE PACIENTE

MEZCLADOR DE COLOR

NOMBRE:_____
EDAD: _____ DOC. IDENTIDAD:_____

FECHA DE APLICACIÓN: DD/MM/AAAA

PRUEBA APLICADA
MEZCLADOR DE COLOR SOFTWARE ☐
MEZCLADOR DE COLOR ELECTROMECÁNICO ☐

PARÁMETROS
VELOCIDAD: _____rpm. TIEMPO DE EXPOSICIÓN: _____seg.
SENTIDO DE GIRO: _____ DISCO PRESENTADO: _____

DURANTE LA EXPOSICIÓN

PREGUNTAS	RESPUESTAS

DESPUÉS DE LA EXPOSICIÓN

PREGUNTAS	RESPUESTAS

OBSERVACIONES

GUÍA DE APLICACIÓN

TAQUISTOSCOPIO

Para la aplicación de la prueba tenga en cuenta las instrucciones contenidas en el manual de usuario de cada uno de los instrumentos.

1. Diligencie los datos de identificación en la ficha de paciente (formato anexo).
2. Registre en la ficha de paciente las preguntas diagnósticas que requiera aplicar durante la exposición y una vez terminada la misma.
3. Ubique al paciente frente al instrumento en una posición cómoda y a una distancia mínima de un (1) metro de la pantalla.
4. Seleccione los parámetros de la prueba (duración de la exposición, tiempo entre imágenes y secuencia a utilizar), regístrelos en la ficha de paciente y prográmelos.
5. De inicio a la prueba.
6. Una vez culminado el tiempo de exposición, realice las preguntas planteadas en la ficha y registre las respuestas.
7. Registre en la ficha de paciente las impresiones diagnósticas preliminares.
8. Durante un tiempo promedio de 10 minutos, someta al paciente a una situación no convencional dentro de la prueba, que lo relaje o tensione.
9. Repita las preguntas o la prueba completa y registre las respuestas.

Ejemplo de preguntas

- ¿Qué palabras o imágenes recuerda?
- ¿Por qué cree que las recuerda?
- ¿Asocia las palabras o imágenes que recuerda con algo?

Ejemplo de situaciones no convencionales

- Pregunte al paciente acerca de su trabajo.
- Utilice música con sonidos de la naturaleza o música altamente distractora. Esta situación puede aplicarse durante la realización de la prueba o una vez terminada la primera exposición.
- Entable una conversación con el paciente acerca de temas que no generen controversia: el clima, el fin de semana, sus pasatiempos, etc**.**

FICHA DE REGISTRO DE PACIENTE

TAQUISTOSCOPIO

NOMBRE:_____
EDAD: _____ DOC. IDENTIDAD:_____

FECHA DE APLICACIÓN: DD/MM/AAAA

PARÁMETROS
DURACIÓN DE LA EXPOSICIÓN: _____ds.
TIEMPO ENTRE IMÁGENES: _____ds.
SECUENCIA PRESENTADA: _____.

OBSERVACIONES DURANTE LA EXPOSICIÓN

DESPUÉS DE LA EXPOSICIÓN

PREGUNTAS	RESPUESTAS

OBSERVACIONES GENERALES DE LA APLICACIÓN DE LA PRUEBA

GUÍA DE APLICACIÓN

MEDIDOR DE TIEMPO DE REACCIÓN

Para la aplicación de la prueba tenga en cuenta las instrucciones contenidas en el manual de usuario de cada uno de los instrumentos.

1. Diligencie los datos de identificación en la ficha de paciente siguiendo las instrucciones del manual de usuario.
2. Ubique al paciente frente al instrumento en una posición cómoda y a una distancia mínima de un (1) metro de la pantalla.
3. De inicio a la prueba.
4. Registre en la ficha de paciente las impresiones diagnósticas preliminares.
5. Durante un tiempo promedio de 10 minutos, someta al paciente a una situación no convencional dentro de la prueba, que lo relaje o tensione.
6. Repita la prueba completa y registre las observaciones necesarias.

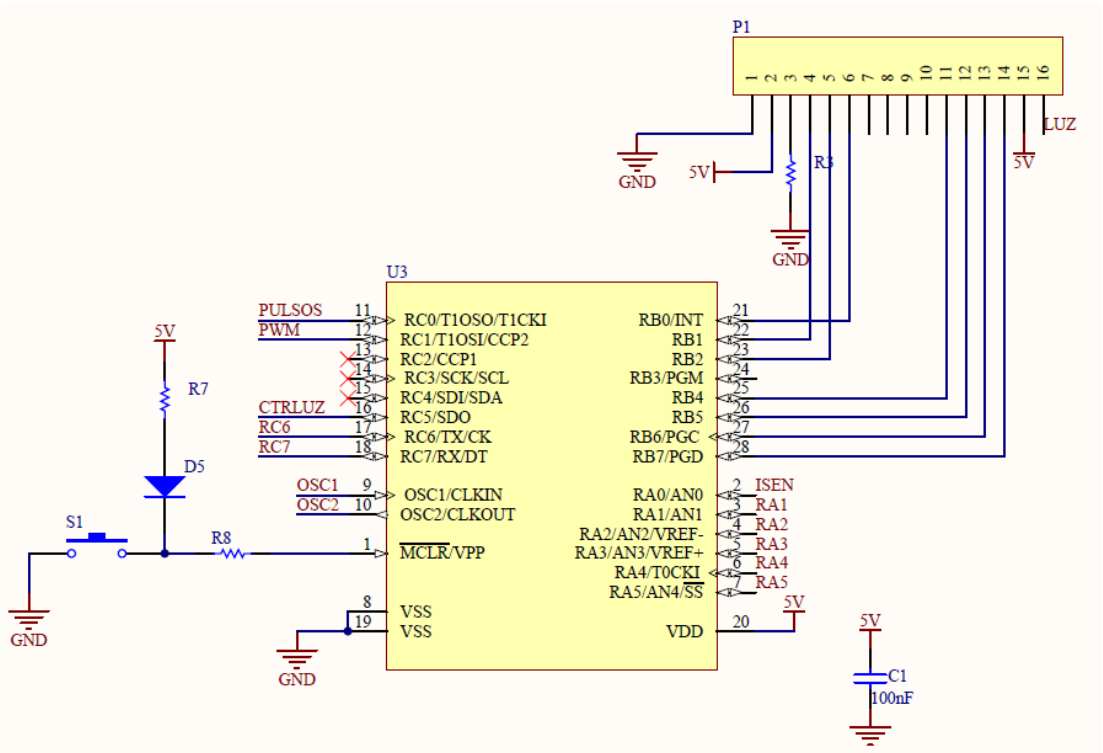
Ejemplo de situaciones no convencionales

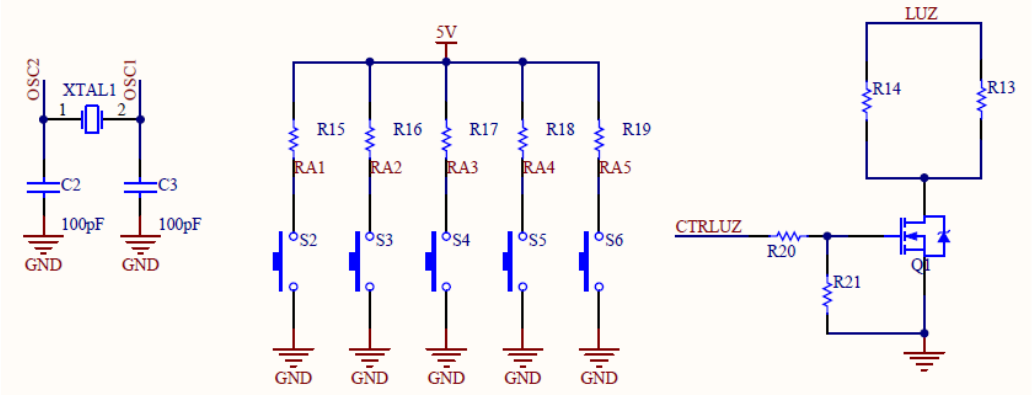
- Pregunte al paciente acerca de su trabajo.
- Utilice música con sonidos de la naturaleza o música altamente distractora. Esta situación puede aplicarse durante la realización de la prueba o una vez terminada la primera exposición.
- Entable una conversación con el paciente acerca de temas que no generen controversia: el clima, el fin de semana, sus pasatiempos, etc.

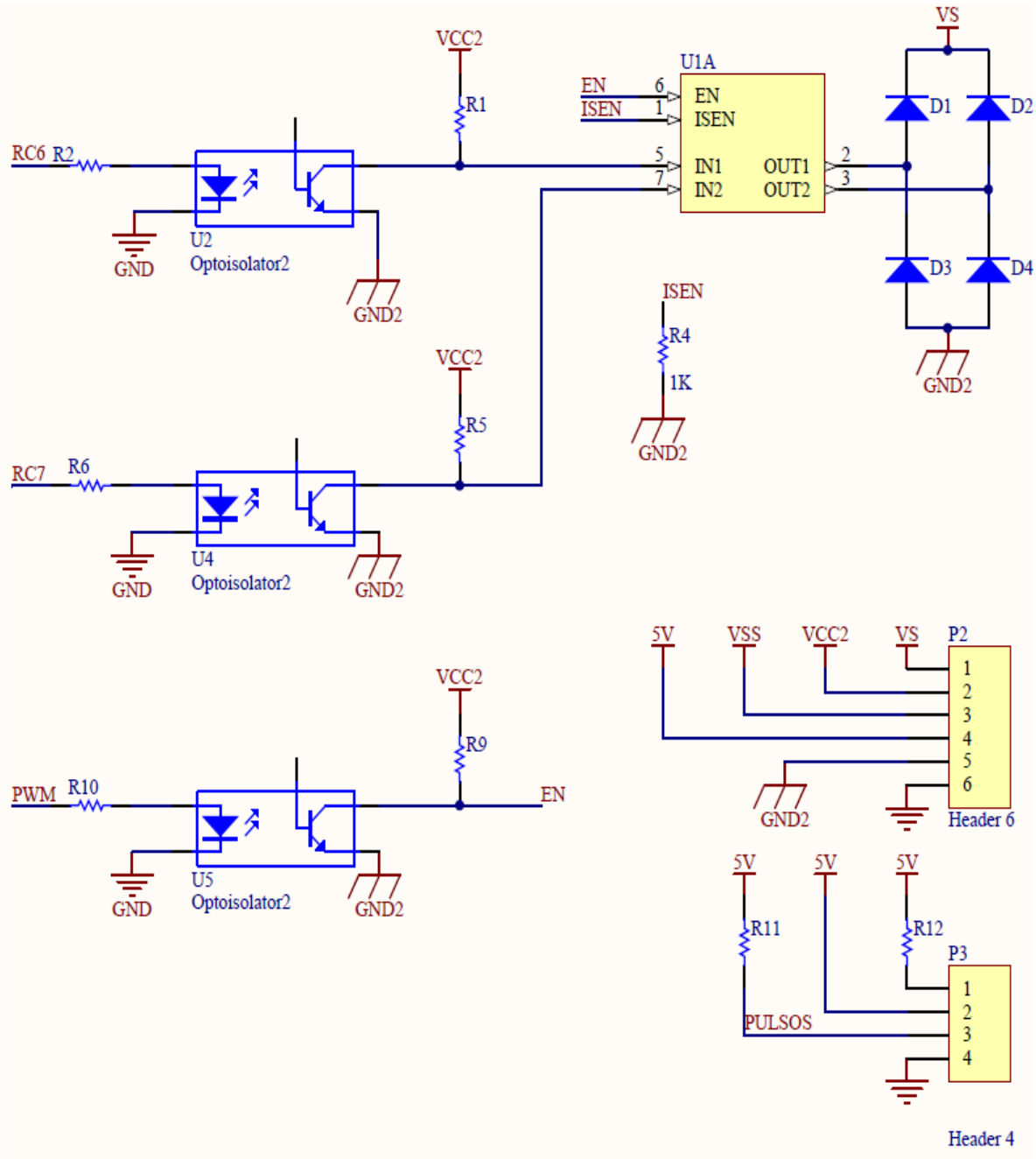
Nota: este instrumento no contiene ficha de identificación ya que el formulario de registro tanto de estos datos como de las observaciones se encuentra incluido en el paquete de software.

ANEXO C.

DIAGRAMA ESQUEMÁTICO PARA MEZCLADOR DE COLOR ELECTROMECANICO






VCC2
R1
U1A
EN
ISEN
EN
ISEN
IN1
IN2
OUT1
OUT2
VS
D1
D2
D3
D4
RC6
R2
U2
Optoisolator2
GND
GND2
ISEN
R4
1K
GND2
VCC2
R5
RC7
R6
U4
Optoisolator2
GND
GND2
5V
VSS
VCC2
VS
P2
Header 6
GND2
VCC2
R9
PWM
R10
EN
U5
Optoisolator2
GND
GND2
5V
5V
5V
R11
R12
P3
PULSOS
Header 4

ANEXO D.

CODIGO FUENTE PARA MEZCLADOR DE COLOR ELECTROMECÁNICO

```
#include <16F876a.h>
#fuses HS,NOWDT,PROTECT,NOLVP,NOBROWNOUT,PUT
#use delay(clock=20000000)
#include <lcd.c>

int8 int_count=0,segundos=0,minExp=0;
float num_puls1=0,rpm=0;
unsigned int1 fTime=0;

#int_rtcc
void clock_isr() {
     if(--int_count==0) {
     segundos++;
     if(fTime==1)
     {
      minExp++;
     }
      int_count=76;
      num_puls1=get_timer1();
    //  rpm=(num_puls1/99.999)*60;
      set_timer1(0);
      set_timer0(0); //para 1s
    }
}

void main() {

   unsigned int value=0,Texp=20,velocidad[11]={0,25,40,46,51,57,61,67,73,79,86};
   unsigned int1 fluz=0,Sgiro=1,fvmax=0;
   unsigned int16 Vrpm=0,Vactual=0;

   rpm=0;
   int_count=76;
   lcd_init();
   setup_counters( RTCC_INTERNAL, RTCC_DIV_256 | RTCC_8_BIT);
   enable_interrupts(INT_RTCC);
   set_timer0(0);
   setup_timer_1(T1_EXTERNAL);
   set_timer1(0);

   setup_ccp2(CCP_PWM);   // Configure CCP1 as a PWM
```

```
 setup_timer_2(T2_DIV_BY_1, 255,1);
 set_timer2(0);
 enable_interrupts(GLOBAL);
 LCD_PUTC("\fROTOSCOPIO DIG..\n");
 LCD_PUTC("       V1.0         ");
 set_pwm2_duty(0);       //stop
 output_low(PIN_C6);
 output_low(PIN_C7);
 while (TRUE)
{

  if(segundos>9 && fluz==1)
    {
      segundos=0;
      LCD_PUTC("\fROTOSCOPIO DIG..\n");
      LCD_PUTC("       V1.0         ");
      output_low(PIN_C5);
      fluz=0;
    }
    if( minExp==Texp && fTime==1)
    {
      segundos=0;
      LCD_PUTC("\fROTOSCOPIO DIG..\n");
      LCD_PUTC("       V1.0         ");
      set_pwm2_duty(0);
      delay_ms(1000);
      output_low(PIN_C7);
      output_low(PIN_C6);
      minExp=0;
      fTime=0;
    }
    if(!input(pin_A1))
    {
    delay_ms(250);
    segundos=0;
    output_high(PIN_C5);
    fluz=1;
    LCD_PUTC("\fSENTIDO DE GIRO\n");
    delay_ms(2000);
    Sgiro=!Sgiro;
    if(fTime==0)
    {
       if(Sgiro==0)
       {
        LCD_PUTC("\f GIRO IZQUIERDA\n");
```

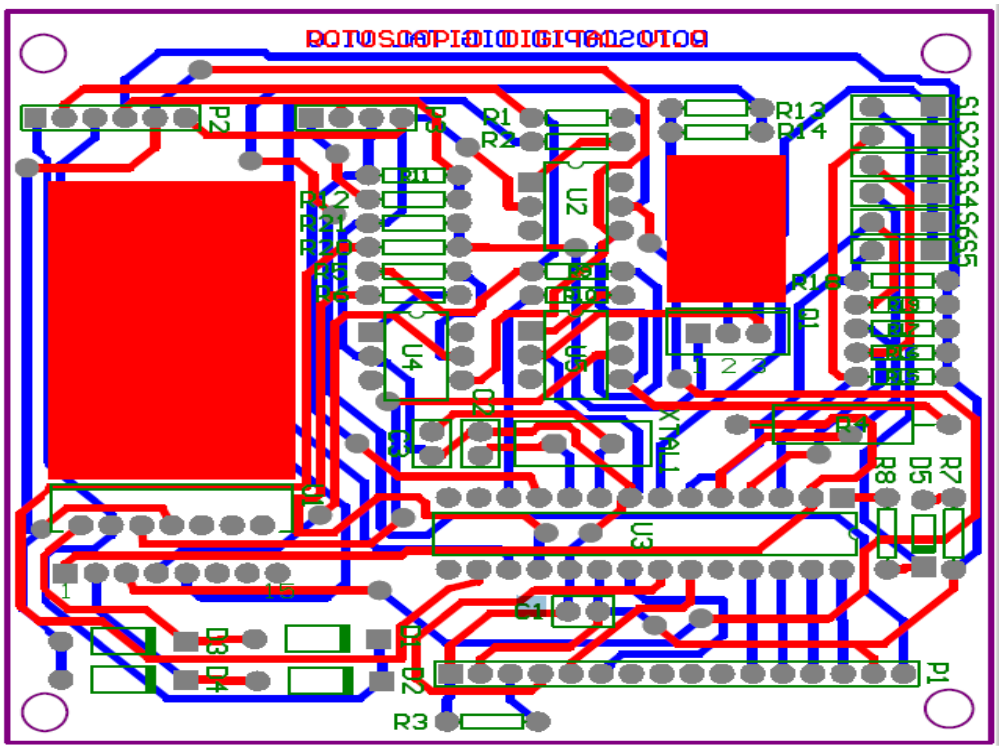
```
    delay_ms(2000);
   }
   else
   {
    LCD_PUTC("\f  GIRO DERECHA\n");
    delay_ms(2000);
   }
}
if(fTime==1)
{
set_pwm2_duty(0);
delay_ms(1000);
if(Sgiro==0)
{
 LCD_PUTC("\f GIRO IZQUIERDA\n");
 delay_ms(2000);
 output_high(PIN_C7);
 output_low(PIN_C6);
}
else if(Sgiro==1)
{
 LCD_PUTC("\f  GIRO DERECHA\n");
 delay_ms(2000);
 output_high(PIN_C6);
 output_low(PIN_C7);
}

set_pwm2_duty(39);
delay_ms(500);


}

}
   else if(!input(pin_A2))
   {
      delay_ms(250);
      segundos=0;
      Vactual++;
      output_high(PIN_C5);
      fluz=1;
      fvmax=0;
         if(Vactual<11)
          {
         value=velocidad[Vactual];
```

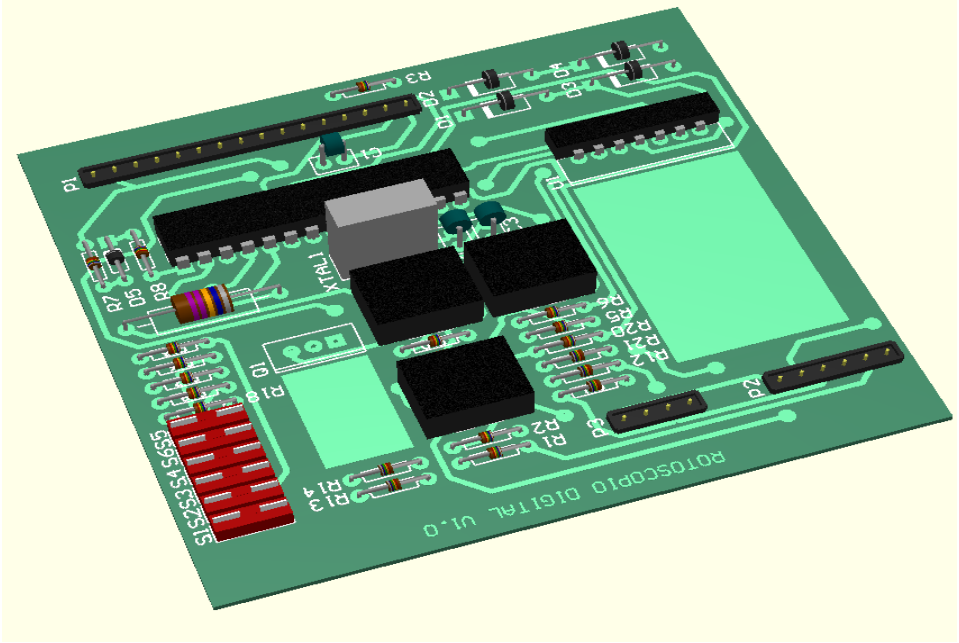
```
            if(value==86)
            {
             LCD_PUTC("\fVELOCIDAD MAX...\n");
             delay_ms(2000);
            }
          }
         else
         {
         Vactual=1;
         LCD_PUTC("\fVELOCIDAD MIN...\n");
         delay_ms(2000);
         value=velocidad[Vactual];
         }

         Vrpm=Vactual*200;
         LCD_PUTC("\fVELOCIDAD DE GIRO\n");
         printf(LCD_PUTC,"vel[rpm]=%lu",Vrpm);

    }
       else if(!input(pin_A5))
       {
       delay_ms(250);
       segundos=0;
       output_high(PIN_C5);
       fluz=1;
         if(Texp<180)
         Texp+=20;
         else
         Texp=20;
         LCD_PUTC("\fTIEMPO DE EXP..\n");
         printf(LCD_PUTC,"T[Seg]=%u",Texp);
       }

else if(!input(pin_a3))//inicio
{
delay_ms(250);
output_high(PIN_C5);
fluz=1;

LCD_PUTC("\fINICIO PRUEBA...\n");
delay_ms(1000);
fTime=1;
minExp=0;
if(Sgiro==0)
{
```

```
      output_high(PIN_C7);
      output_low(PIN_C6);
     }
     else if(Sgiro==1)
     {
      output_high(PIN_C6);
      output_low(PIN_C7);
     }
      set_pwm2_duty(39);
     delay_ms(500);
     value=velocidad[Vactual];
     }

   set_pwm2_duty(value);
  /*
   lcd_gotoxy(1,1);
   printf(LCD_PUTC,"rpm=%f>%u",rpm,value);
*/
  }
}
```

ANEXO E

PCB MEZCLADOR DE COLOR ELECTROMECÁNICO





ANEXO F

TABLA DE RESULTADOS DE PRUEBAS DE TIEMPO Y VELOCIDAD PARA MEZCLADOR DE COLOR ELECTROMECÁNICO

Sentido de giro: Derecha								
tp (seg)	tr (seg)	%te	Vp (rpm)	Vr0 (rpm)	Vr1 (rpm)	Vr2 (rpm)	Vp (rpm)	%Ve
	19,7	1,50	200	188	196	202	195	2,33
	19,7	1,50	400	394	407	398	400	0,08
	19,8	1,00	600	587	603	604	598	0,33
	19,8	1,00	800	786	798	794	793	0,92
	20,1	0,50	1000	967	993	987	982	1,77
	20	0,00	1200	1184	1208	1201	1.198	0,19
	20,2	1,00	1400	1386	1412	1403	1.400	0,02
	20,1	0,50	1600	1601	1609	1598	1.603	0,17
	19,9	0,50	1800	1785	1784	1779	1.783	0,96
20	19,8	1,00	2000	1979	1993	1986	1.986	0,70
	40,4	1,00	200	187	198	195	193	3,33
	41	2,50	400	386	405	395	395	1,17
	40	0,00	600	583	595	597	592	1,39
	39	2,50	800	785	803	790	793	0,92
	39,7	0,75	1000	973	992	986	984	1,63
	40	0,00	1200	1191	1194	1182	1.189	0,92
	40,1	0,25	1400	1387	1392	1384	1.388	0,88
	40,3	0,75	1600	1578	1598	1581	1.586	0,90
	39,6	1,00	1800	1781	1802	1786	1.790	0,57
40	39,9	0,25	2000	1983	1997	1978	1.986	0,70
	59,5	0,83	200	183	207	197	196	2,17
	60,3	0,50	400	382	398	402	394	1,50
	60,7	1,17	600	597	612	587	599	0,22
	61	1,67	800	777	813	792	794	0,75
	61,2	2,00	1000	967	997	994	986	1,40
	60,8	1,33	1200	1175	1219	1213	1.202	0,19
	59,7	0,50	1400	1371	1398	1387	1.385	1,05
	59,3	1,17	1600	1623	1632	1601	1.619	1,17
	60,8	1,33	1800	1808	1819	1789	1.805	0,30
60	59,6	0,67	2000	2001	2017	2013	2.010	0,52
80	79,7	0,38	200	176	196	185	186	7,17

Sentido de giro: Derecha								
tp (seg)	tr (seg)	%te	Vp (rpm)	Vr0 (rpm)	Vr1 (rpm)	Vr2 (rpm)	Vp (rpm)	%Ve
	79,8	0,25	400	391	406	382	393	1,75
	80	0,00	600	582	598	580	587	2,22
	79,8	0,25	800	783	791	785	786	1,71
	80,1	0,12	1000	1002	1006	1008	1.005	0,53
	79	1,25	1200	1205	1209	1212	1.209	0,72
	80,9	1,13	1400	1367	1408	1398	1.391	0,64
	80,3	0,38	1600	1619	1627	1612	1.619	1,21
	79,6	0,50	1800	1789	1798	1777	1.788	0,67
	79,7	0,38	2000	1999	2012	1986	1.999	0,05
	100,1	0,10	200	185	202	179	189	5,67
	100,3	0,30	400	387	405	398	397	0,83
	100	0,00	600	587	612	602	600	0,06
	99,1	0,90	800	792	808	781	794	0,79
	100,7	0,70	1000	983	995	993	990	0,97
	100,3	0,30	1200	1173	1203	1178	1.185	1,28
	99	1,00	1400	1403	1413	1417	1.411	0,79
	99,8	0,20	1600	1602	1612	1589	1.601	0,06
	100,3	0,30	1800	1769	1812	1803	1.795	0,30
100	100,8	0,80	2000	1983	2006	2006	1.998	0,08
	120,8	0,67	200	191	205	191	196	2,17
	118,7	1,08	400	397	413	386	399	0,33
	118,5	1,25	600	581	604	593	593	1,22
	118,6	1,17	800	783	815	797	798	0,21
	119,1	0,75	1000	1017	1017	978	1.004	0,40
	118,7	1,08	1200	1187	1182	1183	1.184	1,33
	118,9	0,92	1400	1399	1416	1385	1.400	0,00
	117,9	1,75	1600	1586	1591	1583	1.587	0,83
	120,3	0,25	1800	1828	1832	1816	1.825	1,41
120	121,7	1,42	2000	1987	2023	2006	2.005	0,27
	141,7	1,21	200	182	197	186	188	5,83
	140,4	0,29	400	382	393	401	392	2,00
	140,2	0,14	600	597	614	604	605	0,83
	139,1	0,64	800	781	822	804	802	0,29
	141,8	1,29	1000	1019	1026	1012	1.019	1,90
140	139,3	0,50	1200	1212	1208	1186	1.202	0,17

Sentido de giro: Derecha								
tp (seg)	**tr (seg)**	**%te**	**Vp (rpm)**	**Vr0 (rpm)**	**Vr1 (rpm)**	**Vr2 (rpm)**	**Vp (rpm)**	**%Ve**
	139,3	0,50	1400	1400	1433	1415	1.416	1,14
	142,4	1,71	1600	1603	1627	1601	1.610	0,65
	139,3	0,50	1800	1789	1814	1803	1.802	0,11
	141,4	1,00	2000	1994	2032	2019	2.015	0,75
	160,8	0,50	200	174	202	187	188	6,17
	161,7	1,06	400	379	394	396	390	2,58
	161	0,63	600	593	598	597	596	0,67
	158,7	0,81	800	787	809	783	793	0,88
	158,4	1,00	1000	976	1013	983	991	0,93
	161,9	1,19	1200	1178	1218	1181	1.192	0,64
	162,4	1,50	1400	1389	1417	1388	1.398	0,14
	159,6	0,25	1600	1612	1654	1629	1.632	1,98
	160,6	0,38	1800	1812	1813	1788	1.804	0,24
160	159,1	0,56	2000	1985	2017	1991	1.998	0,12
	181,7	0,94	200	195	197	193	195	2,50
	178,9	0,61	400	398	408	394	400	0,00
	179,4	0,33	600	604	607	582	598	0,39
	178,7	0,72	800	801	792	796	796	0,46
	180,3	0,17	1000	987	1007	1017	1.004	0,37
	179,1	0,50	1200	1208	1203	1214	1.208	0,69
	178,8	0,67	1400	1410	1423	1423	1.419	1,33
	180,9	0,50	1600	1628	1632	1619	1.626	1,65
	180,4	0,22	1800	1775	1816	1787	1.793	0,41
180	179,6	0,22	2000	2006	2039	2021	2.022	1,10

Tiempo programado: tp Tiempo real: tr Porcentaje de error en tiempo: %te

Velocidad programada: Vp
Velocidad real al 10% del tiempo: Vr_0
Velocidad real promedio: Vr_p
Velocidad real al 90% del tiempo: Vr_2
Velocidad real al 50%del tiempo: Vr_1
Porcentaje de error en velocidad: %Ve

Sentido de giro: Izquierda								
tp (seg)	tr (seg)	%te	Vp (rpm)	Vr0 (rpm)	Vr1 (rpm)	Vr2 (rpm)	Vp (rpm)	%Ve
	20,3	1,50	200	178	214	201,3333	198	1,11
	20,2	1,00	400	394	403	408,6667	402	0,47
	19,8	1,00	600	591	625	613	610	1,61
	19,7	1,50	800	794	818	809,3333	807	0,89
	20	0,00	1000	947	1007	976,6667	977	2,31
	19,3	3,50	1200	1168	1232	1205,667	1.202	0,16
	19,8	1,00	1400	1364	1414	1388	1.389	0,81
	20,1	0,50	1600	1601	1645	1622	1.623	1,42
	20,8	4,00	1800	1783	1788	1789,667	1.787	0,73
20	19,8	1,00	2000	1991	1991	1992,667	1.992	0,42
	40,5	1,25	200	191	192	201	195	2,67
	40,8	2,00	400	392	411	405,6667	403	0,72
	39,9	0,25	600	567	603	586,3333	585	2,43
	39,3	1,75	800	787	805	790,3333	794	0,74
	39,6	1,00	1000	953	1016	990,3333	986	1,36
	40,1	0,25	1200	1197	1222	1203,667	1.208	0,63
	40,3	0,75	1400	1391	1412	1403	1.402	0,14
	40,4	1,00	1600	1576	1600	1592	1.589	0,67
	39,5	1,25	1800	1789	1802	1797,667	1.796	0,21
40	40,3	0,75	2000	1969	2003	1993,667	1.989	0,57
	59,6	0,67	200	203	223	217	214	7,17
	60,1	0,17	400	370	418	405	398	0,58
	60,6	1,00	600	579	636	612	609	1,50
	61,3	2,17	800	755	809	783,6667	783	2,18
	61,1	1,83	1000	957	997	985	980	2,03
	60,9	1,50	1200	1167	1213	1192	1.191	0,78
	59,9	0,17	1400	1357	1414	1384,333	1.385	1,06
	59,4	1,00	1600	1631	1646	1624,333	1.634	2,11
	60,7	1,17	1800	1820	1847	1824	1.830	1,69
60	60	0,00	2000	2005	2037	2026,667	2.023	1,14
	79,8	0,25	200	182	219	202	201	0,50
	79,6	0,50	400	387	418	387	397	0,67
	79,9	0,12	600	584	617	606	602	0,39
	80,1	0,12	800	781	815	802	799	0,08
80	80	0,00	1000	1008	1046	1022	1.025	2,53

Sentido de giro: Izquierda								
tp (seg)	tr (seg)	%te	Vp (rpm)	Vr0 (rpm)	Vr1 (rpm)	Vr2 (rpm)	Vp (rpm)	%Ve
	79,1	1,13	1200	1209	1248	1232	1.230	2,47
	81,1	1,38	1400	1369	1429	1409	1.402	0,17
	80,4	0,50	1600	1631	1639	1631,667	1.634	2,12
	79,5	0,63	1800	1799	1794	1796,333	1.796	0,20
	80,1	0,13	2000	2007	2016	2011,333	2.011	0,57
	100,2	0,20	200	199	227	202	209	4,67
	100,1	0,10	400	378	405	406	396	0,92
	99,9	0,10	600	573	611	591	592	1,39
	99,4	0,60	800	804	831	817	817	2,17
	100,6	0,60	1000	967	1021	991	993	0,70
	100,4	0,40	1200	1171	1220	1197	1.196	0,33
	99,2	0,80	1400	1399	1434	1424	1.419	1,36
	99,9	0,10	1600	1582	1612	1601,667	1.599	0,09
	100,2	0,20	1800	1757	1830	1793	1.793	0,37
100	101,2	1,20	2000	1971	2020	2004,333	1.998	0,08
	120,8	0,67	200	193	227	198	206	3,00
	118,5	1,25	400	405	433	415,3333	418	4,44
	118,4	1,33	600	591	622	610,3333	608	1,30
	118,9	0,92	800	763	843	808,3333	805	0,60
	119	0,83	1000	995	1043	1005,667	1.015	1,46
	118,8	1,00	1200	1187	1206	1458	1.284	6,97
	119,1	0,75	1400	1403	1446	1418,667	1.423	1,61
	118	1,67	1600	1594	1611	1605,333	1.603	0,22
	120,1	0,08	1800	1832	1834	1838,667	1.835	1,94
120	122,1	1,75	2000	1989	2019	2011	2.006	0,32
	141,9	1,36	200	180	201	202,3333	194	2,78
	140,2	0,14	400	368	397	398	388	3,08
	140,1	0,07	600	607	632	619,6667	620	3,26
	139,4	0,43	800	793	846	820,6667	820	2,49
	141,7	1,21	1000	1023	1052	1036,333	1.037	3,71
	139,4	0,43	1200	1204	1204	1202,333	1.203	0,29
	139,5	0,36	1400	1390	1455	1414,333	1.420	1,41
	142,5	1,79	1600	1589	1627	1604	1.607	0,42
	139,1	0,64	1800	1793	1834	1808,333	1.812	0,65
140	141,8	1,29	2000	2008	2034	2025,667	2.023	1,13

Sentido de giro: Izquierda								
tp (seg)	**tr (seg)**	**%te**	**Vp (rpm)**	**Vr0 (rpm)**	**Vr1 (rpm)**	**Vr2 (rpm)**	**Vp (rpm)**	**%Ve**
	159,2	0,50	200	186	230	209,3333	208	4,22
	161,5	0,94	400	377	394	398,3333	390	2,56
	160,9	0,56	600	589	602	590,3333	594	1,04
	159	0,63	800	777	821	801	800	0,04
	158,3	1,06	1000	986	1009	989	995	0,53
	162	1,25	1200	1166	1226	1197,333	1.196	0,30
	162,6	1,63	1400	1397	1423	1400	1.407	0,48
	159,7	0,19	1600	1618	1676	1651,333	1.648	3,03
	160,7	0,44	1800	1804	1839	1806,667	1.817	0,92
160	159,5	0,31	2000	1975	2047	2006,667	2.010	0,48
	181,8	1,00	200	201	205	199	202	0,83
	178,7	0,72	400	408	414	414,6667	412	3,06
	179,3	0,39	600	618	609	601,3333	609	1,57
	179	0,56	800	805	812	812,6667	810	1,24
	180,2	0,11	1000	1005	1037	1027	1.023	2,30
	179,2	0,44	1200	1218	1231	1217,333	1.222	1,84
	179	0,56	1400	1412	1437	1422,333	1.424	1,70
	181	0,56	1600	1632	1644	1634	1.637	2,29
	180,3	0,17	1800	1781	1842	1797,667	1.807	0,38
180	180	0,00	2000	2006	2043	2023,667	2.024	1,21

Tiempo programado: tp Tiempo real: tr Porcentaje de error en tiempo: %te

Velocidad programada: Vp
Velocidad real al 10% del tiempo: Vr_0
Velocidad real promedio: Vr_p
Velocidad real al 90% del tiempo: Vr_2
Velocidad real al 50%del tiempo: Vr_1
Porcentaje de error en velocidad: %Ve

ANEXO G.

CÓDIGO FUENTE APLICACIÓN

Por su extensión el código fuente se encuentra como anexo digital incluido en el CD que contiene la versión en medio magnético del presente documento. Este código corresponde a los diagramas de flujo presentados en este documento en las figuras:

Figura 18. Diagrama de flujo para Mezclador de color modelado por software.
Figura 20. Diagrama de flujo para implementación de Taquistoscopio.
Figura 22. Diagrama de flujo para Medidor de Tiempos de Reacción.

Ver archivo en el CD: Anexo G CODIGO FUENTE DE LA APLICACIÓN

ANEXO H.

DATA SHEETS
ELEMENTOS UTILIZADOS EN DE MEZCLADOR DE COLOR ELECTROMECÁNICO

Ver en el CD:

Anexo H1 PIC 16F876A. Datasheet.
Anexo H2 Dual Full – Bridge Driver. L298. Datasheet.