

**EQUIPO MÉDICO OCULAR PARA MEDIR LA FRECUENCIA CRITICA DE
FUSIÓN EN EL DIAGNOSTICO DEL ESTADO DEL SISTEMA NERVIOSO
CENTRAL**

GUEYLER CAROLINA RODRIGUEZ TRUJILLO



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECHANICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
BUCARAMANGA
2015**

**EQUIPO MÉDICO OCULAR PARA MEDIR LA FRECUENCIA CRITICA DE
FUSIÓN EN EL DIAGNOSTICO DEL ESTADO DEL SISTEMA NERVIOSO
CENTRAL**

GUEYLER CAROLINA RODRIGUEZ TRUJILLO

**Trabajo de Grado para obtener el título de
DISEÑADOR INDUSTRIAL**

**DIRECTOR DEL PROYECTO
M.G. D.I. JULIO CESAR PINILLOS
Profesor, Escuela de Diseño Industrial**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECHANICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
BUCARAMANGA
2015**

Dedicado a la memoria de mi abuela Elisa Chaparro, pues gracias a sus cuidados, educación y por la gracia de Dios, logré ser la mujer que hoy en día, finaliza este ciclo académico.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, porque en su infinita misericordia, colocó el querer, como el hacer por su buena voluntad, a cada una de las personas que participaron y apoyaron la finalización de esta meta.

A mi Profesor Julio Cesar Pinillos, porque con él entendí y comprendí, que cada día se debe buscar un mejor porvenir.

A mi madre, porque a pesar de las dificultades, siempre creyó en mí.

Y a ti Javi, porque fuiste mi apoyo cuando más lo necesité, gracias.

RESUMEN

TÍTULO: EQUIPO MEDICO OCULAR PARA MEDIR LA FRECUENCIA CRITICA DE FUSIÓN EN EL DIAGNOSTICO DEL ESTADO DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL^{*1}

AUTOR: RODRIGUEZ TRUJILLO, Gueyler Carolina^{**2}

PALABRAS CLAVE: Frecuencia Critica de Fusión, , equipo ocular, nivel de conciencia

DESCRIPCIÓN

El presente proyecto está dirigido al diseño y construcción de un modelo de equipo portátil de uso fácil, el cual, se complementan y amplían mediciones de la frecuencia critica de fusión, esta propuesta nace de un análisis realizado en la asignatura Diseño VIII – Interdisciplinar, donde se conoce, gracias al estudio de campo realizado en la asignatura, las necesidades que manifestaron los especialistas expertos en la medición. El desarrollo del modelo, es definido como un sistema, ya que está compuesto por un comando de control, un indicador y actuador, las cuales se encuentran ordenadas entre sí, contribuyendo seguidamente al desarrollo de la prueba.

Los componentes innovadores que presenta esta nueva propuesta, el especialista encontrará, características funcionales como, cambios de color en el haz de luz parpadeante, sus componentes tiene comunicación inalámbrica y fácil transporte de cada una de las partes que lo componen. Una de las necesidades apremiantes de esta nueva propuesta, es lograr relacionar el desarrollo de la prueba con la portabilidad y adaptabilidad del sistema. Para lograr llegar a población que por sus condiciones de salud no pueden desplazarse de una cama a una silla, en un determinado consultorio.

Desarrollado con componentes comercialmente asequibles, buscando como condición específica, que dichos componentes tengan libre y continua comercialización, tecnología obtenida regionalmente, de esta manera, se desarrollará un modelo que favorezca las necesidades del especialista, la portabilidad del mismo es primordial para el éxito de este nuevo modelo a proponer. El proyecto se llevará a cabo por medio de visitas e indagación en el campo especializado, recopilación de datos que respaldan la selección de cada componente. Buscando la caracterización necesaria para que usuarios puedan ser partícipes de la prueba y especialista en el área de la salud, conozcan la existencia de la misma.

^{*1} Tesis de grado

^{**2} Facultad de Ingenierías físico-mecánicas. Escuela de Diseño Industrial. Director MG.D.I. Julio Cesar Pinillos

ABSTRACT

TÍTULO: EYE MEDICAL EQUIPMENT TO MEASURE THE CRITICAL FREQUENCY OF MERGER IN THE DIAGNOSIS OF NERVOUS CENTRAL SYSTEM STATUS*³

AUTHOR: RODRIGUEZ TRUJILLO, Gueyler Carolina**⁴

KEY WORD: critical frequency of fusion, eye equipment, awareness level

DESCRIPTION

This project is aimed at designing and building a model of laptop user, which they complement and extend measurements of critical frequency of fusion, this proposal stems from an analysis on the subject Design VIII - Interdisciplinary where is known, thanks to field study on the subject, the needs expressed skilled experts in measurement. Model development is defined as a system, since it comprises a control command (controlled by the specialist) an indicator (indicator of visual information) and actuator (command response), which are arranged together, subsequently contributing to the development of the test.

The innovative components that this new proposal, the specialist will find functional characteristics as color changes in the flickering light beam, has wireless communication components and easy transport of each of the component parts. One of the pressing needs of this new proposal is to relate the development of the test with the portability and adaptability of the system where the design will be to raise the system reaches patients, who are part of the research population, but for their health conditions can not move from a bed to a chair in a given office.

Developed with commercially available components, looking for a specific condition, such components have free and continuous marketing, technology obtained regionally, so a model that favors the needs of the specialist, will develop the portability of it is essential for the success of this new model to propose. The project will be carried out through visits and inquiry in the specialized field, gathering data supporting the selection of each component. Looking characterization necessary for users to be participants in the test and specialist in the area of health, aware of the existence of the same.

*³ Degree Thesis

**⁴ Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Industrial Design. Director MG.D.I. Julio Cesar Pinillos

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	16
1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO	18
1.1 TITULO DEL PROYECTO	18
1.2 ORIGEN DEL PROYECTO	18
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	19
2.1 DEFINICIÓN DEL PROYECTO	19
2.2 ALCANCE DEL PROYECTO	19
2.3 GRADO DE INNOVACIÓN	20
2.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
2.5 OBJETIVOS	21
2.5.1 Objetivo General	21
2.5.2 Objetivos específicos	21
2.6 CONTENIDO Y ALCANCE DEL PROYECTO	22
2.6.1 Limitaciones del proyecto	23
2.7 IMPACTO ESPERADO	24
2.8 JUSTIFICACION	24
3. METODOLOGÍA PROYECTUAL	26
3.1 MARCO TEORICO	26
3.1.1 Definición de la frecuencia crítica de fusión (FCF) o frecuencia crítica de parpadeo	26
3.1.2 umbral de la frecuencia crítica de fusión (CFFT).	27
3.1.2.1 Sistema nervioso central	27
3.2 USOS Y APLICACIONES	28
3.3 RECOPIACION DE LA INFORMACION	29
3.3.1 Usuarios directos e indirectos	29
4 ESTRUCTURACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACION	31
4.1 ESTADO DEL ARTE	32

4.4.1 Lafayette	32
4.4.2 Entoptoscopia	34
4.2 REQUERIMIENTOS	36
4.2.1 Requerimientos Ergonómicos y de uso	37
4.2.2 Requerimientos formal-estético	38
4.2.3 Requerimientos técnicos	39
4.3 MERCADO ACTUAL	40
4.3.1 Especificaciones físicas	41
4.3.2 Fuente de luz de estímulo	42
4.3.3 Iluminación ambiental	43
4.3.4 Sistema óptico	43
4.4 ANALISIS DE LA PRUEBA DE FRECUENCIA CRITICA DE FUSIÓN	43
4.5 RESULTADO DE LA OBSERVACIÓN	44
4.6 NORMATIVIDAD EN EL DESARROLLO DE EQUIPOS MEDICOS	46
4.6.1 Normatividad AMMI	46
4.6.1.1 Normatividad y reglamentación vigentes para dispositivos médicos de uso humano en Colombia	46
4.6.2 Aspecto generales de diseño	47
4.6.2.1 Cuidados y aspectos de mantenimiento	48
4.6.2.2 Jerarquización de las funciones	49
4.6.3 Antropometria	50
4.6.3.1 Control e indicador	51
4.6.3.2 Movimientos y posturas de la mano	52
4.6.3.3 Posición de los mandos del control	53
4.6.3.4 Actuador	55
4.6.3.5 Análisis de los puntos importancia en el diseño	55
4.7 IDENTIFICACION DE LAS NECESIDADES	57
4.7.1 Participantes del estudio de campo	57
4.7.1.1 Especialistas	57
4.7.1.2 Pacientes	57

4.8	RESULTADOS DEL ESTUDIO DE CAMPO	58
4.9	DESARROLLO DEL CONCEPTO	59
4.9.1	Objetivos para el desarrollo del concepto	59
4.9.2	Análisis del mercado existente	59
4.9.3	Bocetación	60
4.9.3.1	Alternativa intuitiva	61
4.9.4	Definición del concepto	61
4.9.4.1	Biónica	62
4.9.4.2	Affordance	63
4.9.4.3	Comprobaciones técnicas y ergonómicas previas	64
4.9.4.4	Recursos	66
4.9.5	Bocetos del control	70
4.9.5.1	Definición de las alternativas	70
4.9.6	Bocetos del actuador	72
4.9.6.1	Definición de las alternativas	72
4.9.7	Bocetos del indicador	73
4.9.7.1	Definición de las alternativas	73
4.10	PLANTEAMIENTO DEL CONCEPTO	74
4.11	COMPROBACIONES TECNICAS ELECTRONICAS	74
4.11.1	Alternativa 1	74
4.11.2	Alternativa 2	78
4.11.2.1	Caja de control	78
4.11.2.2	Actuador	81
4.11.2.3	Indicador	82
4.11.2.4	Dualidad de energización	83
4.11.2.5	Interfaz.	84
5	MODELO FINAL: CONSTRUCCION	85
5.1	CAJA DE CONTROL	85
5.2	ACTUADOR	86
5.3	INDICADOR	88

5.4	DIMENSIONES GENERALES DE LOS COMPONENTES	89
5.4.1	Dimensiones del actuador	89
5.4.1	Dimensiones de la caja control	90
5.4.2	Dimensiones del indicador	91
5.5	DESARROLLO TECNICO Y CONFIRMACION DE REQUERIMIENTOS	92
5.5.1	Comparativos	92
5.6	DISEÑO ELECTRONICO	94
5.7	REPRESENTACIÓN DEL USO DE LOS COMPONENTES	96
5.7.1	Validación del modelo	97
5.7.2	Detalle del sistema electrónico: LCD ON	98
5.8	MODELO DEL EQUIPO MEDICO DE MEDICIÓN OCULAR	99
5.8.1	Descripción del modelo final.	100
6.	CONCLUSIONES	102
	BIBLIOGRAFÍA	104
	ANEXOS	108

TABLA DE FIGURAS

	Pág.
Figura. 1 - Modelo 12021	32
Figura. 2 - Prototipo de Entoptoscopio	34
Figura. 3 - Prototipo de un Entoptoscopio	35
Figura. 4 - Entoptoscopio portátil	35
Figura. 5 - Esquema requerimientos ergonómicos y de uso	37
Figura. 6 - Desarrollo de la prueba	38
Figura. 7 - Parámetros Específicos	40
Figura. 8 - Lafayette 12021-600	41
Figura. 9 - Lafayette 64031-Large	42
Figura. 10 - Sec. Indicador Control Actuador	44
Figura. 11 - Proc. Evaluador	44
Figura. 12 - Componentes para el equipo médico de medición	48
Figura. 13 - Esq. Integración de controles	50
Figura. 14 - Medidas Necesarias. Mano Femenina	51
Figura. 15 - Medidas Necesarias. Mano Masculina	52
Figura. 16 - Alternativas de uso del indicador	52
Figura. 17 - Puntos importantes de accionamiento de la mano	53
Figura. 18 - Separación de Perillas	54
Figura. 19 - Separación de botones pulsadores operados por los dedos	54
Figura. 20 – Antrop. Cabeza LT	56
Figura. 21 – Prio/Requerimiento	58
Figura. 22 – Alternativa intuitiva	61
Figura. 23 – Visor Util.	62
Figura. 24 – Datos bio. escarabajo/ornitorinco	63
Figura. 25 - Proc. uso componente electrónico	66
Figura. 26 – Interpretación datos de sondeo	68
Figura. 27 – Reg. fotográfico	69

Figura. 28 – Control manual	70
Figura. 29 – Propuestas de mando espec.	71
Figura. 30 - Altern. ajuste visor	72
Figura. 31 – Propuestas visor	72
Figura. 32 – Esquemas tipo de agarre	73
Figura. 33 – Propuestas mando paciente	73
Figura. 34 – Diagrama esquemático del circuito	74
Figura. 35 – Componentes electrónicos	75
Figura. 36 – Interfaz previa	77
Figura. 37 – Esquema función caja de control	78
Figura. 38 – Componentes electrónicos controlador	79
Figura. 39 – Componentes electrónicos actuador	81
Figura. 40 – Componentes electrónicos indicador	82
Figura. 41 – Interfaz	84
Figura. 42 – Modelado virtual caja de control	86
Figura. 43 – Modelado virtual actuador	87
Figura. 44 – Modelado virtual del indicador	88
Figura. 45 – Modelado Virtual del Actuador y dimensiones	89
Figura. 46 – Modelado Virtual del control y dimensiones	90
Figura. 47 – Modelado Virtual del Indicador y dimensiones	91
Figura. 48 – Comparativo	92
Figura. 49 – PCB e impresos	94
Figura. 50 – Circuito impreso Indicador	95
Figura. 51 – Representación del uso de los componentes	96
Figura. 52 – Validación del modelo final	97
Figura. 53 – Detalle del sistema electrónico LCD - ON	98
Figura. 54 – Modelo final	99

TABLA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Condiciones físicas para la prueba	108
Anexo B. Sugerencia entorno para realizar la prueba	114
Anexo C. Carga y fatiga mental	116
Anexo D. Costos	123
Anexo E. Análisis del concepto	124
Anexo F. Encuesta Médico-Especialista	126
Anexo G. Encuesta usuario-paciente	127
Anexo H. Encuesta usuario-paciente 2	128

INTRODUCCIÓN

La frecuencia Crítica de Fusión se considera como una medición de la excitación cortical y por este motivo un indicador psicofisiológico del nivel de activación; y un medidor del estado del Sistema Nervioso Central.

La frecuencia critica de fusión en la medicina es implementada para conocer el efecto de la ingesta de sicofármacos y buscar si dichos medicamentos estén cumpliendo con el fin, para el cual fueron prescritos a pacientes que deben consumirlos; en el área deportiva, en aquellas personas que practican deportes que requieren atención, para ello se busca medir el nivel de estado de alerta o nivel de conciencia; así mismo en la obtención de datos de tipo investigativo en casos de post-anestesia, post-traumatismos severos a nivel sicológico y siquiátrico, entre otros a postularse.

En el laboratorio de NEUROCIENCIAS de la Facultad de Medicina de la Universidad Industrial de Santander, se desarrolla investigaciones basadas en el principio de la Frecuencia Crítica de Fusión. Para la mencionada investigación deben contar con un equipo electrónico con el cual se desarrolla la prueba.

En el mercado existen modelos electrónicos, para este fin. Estos modelos no cumplen con requerimientos necesarios, para mejorar la investigación; dichos requerimientos son planteados por el grupo de investigación, con el fin, que estas nuevas características, que presentará el equipo médico ocular para medir la frecuencia critica de fusión en el diagnóstico del estado del sistema nervioso central, para la búsqueda de nuevos datos, que permitan encontrar respuestas, ante sin número de interrogantes, a los cuales la medicina se enfrenta día tras día, pues algunos de estos interrogantes, se podrán resolver, con el planteamiento de

este nuevo modelo, para aportar una mejora en la investigación académica de nuestra alma mater y porque no decirlo, para que sea un aporte a la medicina.

1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

1.1 TITULO DEL PROYECTO

EQUIPO MEDICO OCULAR PARA MEDIR LA FRECUENCIA CRITICA DE FUSIÓN EN EL DIAGNOSTICO DEL ESTADO DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL

1.2 ORIGEN DEL PROYECTO

El proyecto nace en el contexto académico dentro del aula de clase, de la mano con la dirección de profesor encargado de la asignatura correspondiente, plantea un concepto interdisciplinar, donde intervienen, el diseño industrial, la ingeniería electrónica y la medicina fisiológica, proponiendo la mejora en los procesos y fabricación que involucren una iteración hombre-máquina o la sencilla interacción con el entorno.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 DEFINICIÓN DEL PROYECTO

Se define como el diseño y construcción de modelo de equipo portátil de uso facial, con el cual, se complementan y amplían mediciones de la frecuencia crítica de fusión, comercialmente asequibles, buscando como condición específica, que dichos componentes tengan libre y continua comercialización, tecnología obtenida regionalmente, de esta manera, se desarrollará un modelo que favorezca las necesidades del especialista, la portabilidad del mismo es primordial para el éxito de este nuevo modelo a proponer.

2.2 ALCANCE DEL PROYECTO

El desarrollo del modelo, es definido como un sistema, ya que está compuesto por un comando de control, un indicador (indicador de información visual) y actuador (comando de respuesta), las cuales se encuentran ordenadas entre sí, contribuyendo seguidamente al desarrollo de la prueba.

Una de las necesidades apremiantes de esta nueva propuesta, es lograr relacionar el desarrollo de la prueba con la portabilidad y adaptabilidad del sistema, donde el diseño a plantear será para que el sistema llegue a pacientes, que hacen parte de la población a investigar, pero por sus condiciones de salud no pueden desplazarse de una cama a una silla, en un determinado consultorio.

Basados en las necesidades expuestas por el grupo de investigación y pensando en el aporte al mejoramiento de la investigación, se propone un modelo funcional, desarrollado con componentes

2.3 GRADO DE INNOVACIÓN

Se propone portabilidad y adaptabilidad de uso, ampliación policromática, implementación tecnológica y desarrolladores regionales en el área de la electrónica y las telecomunicaciones.

2.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La medicina como ciencia, se encuentra encaminada, a la búsqueda de respuestas, ante preguntas que se presentan día a día con el descubrimiento de nuevas enfermedades y seguidamente obtener su cura. La frecuencia crítica de fusión es una medición importante en la búsqueda de soluciones como llevar un control más exacta de la ingesta de psicofármacos en pacientes con tratamientos mentales, determinar qué tan preparado se encuentra un deportista que su disciplina exija un nivel de atención máximo, conocer con exactitud, cuales son las consecuencias a nivel neuro-sensorial en casos post-anestesia, post-traumatismos entre otros.

Para este nuevo proceso se implementaran nuevas necesidades, manifestadas por el Equipo de Investigación, del Laboratorio de Neurociencias, de la Facultad de Medicina de la Universidad Industrial de Santander.

Los equipos actualmente existentes, miden la Frecuencia crítica de fusión (FCF) es la frecuencia en la cual una luz que centellea parece detenerse o un punto luminoso fusionado comienza a centellear, es una medida sensitiva para evaluar recuperación de anestesia, efecto de medicamentos, estados afectivos y fatiga. En el deporte se emplea para valorar la respuesta de adaptación central a las cargas de entrenamiento y el estado de la recuperación.

El modelo de la casa LAFAYETTE⁵, es con el cual se inicia el desarrollo de investigación en el laboratorio cumpliendo con algunos requerimientos, necesarios para llevar a cabo la misma. Partiendo de este hecho, el especialista encontró necesario fuera portable mencionado modelo.

El médico director del laboratorio de neurociencias, Doctor Carlos Arturo Conde⁶, de acuerdo a nuevos parámetros, aplicativos a su investigación, genera nuevas preguntas por resolver, dentro de su investigación, pero una que tiene gran relevancia, es lograr *definir un sistema*, que cumpla con la portabilidad, cualidad que permitiría ampliar el campo de investigación en pacientes para desarrollar la prueba, y que el mismo, se pueda fabricar en nuestro país, con nuestra tecnología y con ello garantizar, un mejor alcance de poder adquisitivo del mismo.

2.5 OBJETIVOS

2.5.1 Objetivo General. Diseñar y construir un sistema de diagnóstico de uso facial portable, determinado por la percepción visual, la cual a través de comprobaciones técnicas de uso y ergonómicas de diseño, podrá ser identificada la solución más acertada para el análisis neuro-sensorial, realizado por medio de la frecuencia critica de fusión.

2.5.2 Objetivos específicos

- Definir y construir un sistema de fácil uso, intuitivo para la interacción con cada una de las partes que lo conforman, un lenguaje visual que permita una correcta identificación de los mismos.

⁵ LAFAYETTE. **Flicker Fusion System Model 12021.** The Flicker Fusion System provides the user with a variety of versatile controls to perform accurate and timely measurements of Critical Flicker Frequency (CFF).

⁶ Doctor CARLOS ARTURO CONDE MEDICO MS. Director de Laboratorio de Neurociencias de la Facultad de Salud de la Universidad Industrial de Santander. Director y creador del grupo de investigación CFF.

- Caracterizar el diseño facial dentro de parámetros de profundidad, peso y volumen, especificados en el estudio ergonómico a desarrollarse.
- Habilitar el sistema en dos modalidades de usuario, usuario con visión 20/20 sin corrección y usuario con corrección visual.
- Diseñar el concepto formal y funcional que alojará los componentes electrónicos.
- Definir los componentes y materiales para realizar cada uno de las partes que conforman el sistema, para que los mismos cumplan con especificaciones manifestadas por los especialistas.
- Evaluar el nuevo dispositivo propuesto con el comercial que se encuentra en el laboratorio.
- Aplicar de manera interdisciplinar el diseño industrial y la ingeniería electrónica en la organización de los componentes electrónicos necesarios para desarrollar la frecuencia crítica de fusión tomando en cuenta el confort de los usuarios que interactúan con el sistema.

2.6 2.6 CONTENIDO Y ALCANCE DEL PROYECTO

- Analizar como parte fundamental del proyecto, el desarrollo antropométrico, especificando el rostro y las manos.
- Comprobaciones de acuerdo a la prueba y la investigación que ello implica, se tomará en cuenta como prioridad, observaciones, restricciones y detalles que considere importantes el especialista del laboratorio de neurociencias.
- Construcción de un modelo funcional, para lograr una explicación clara y precisa acerca de la prueba y sus componentes.
- Elaboración de planos técnicos, de cada uno de los componentes del dispositivo.

- Propuesta de producción industrial, para hacer posible, la producción serial, de acuerdo a las necesidades propuestas en sus posibles usos y aplicaciones.
- Resultados de las pruebas técnicas y ergonómicas desarrolladas en las comprobaciones de las alternativas a proponer.

2.6.1 Limitaciones del proyecto

- Este modelo funcional propuesto, se realiza con fines de investigación académica.
- Este proyecto está enfocado a una investigación regional, para nuestro caso, Bucaramanga.
- La información existente acerca del tema es de difícil acceso y por consiguiente, dependemos de la asesoría, del grupo de investigación del laboratorio de Neurociencias.
- Como base fundamental, la asesoría del grupo de investigación, incluyendo la información individual, será complemento para ser el punto de partida para la propuesta formal y funcional que de diseño, se refiere.
- Dentro de una planeación de costos y por ser necesario que este modelo se logre desarrollar con una baja inversión, se escogerán los componentes de bajo a precio, sin dejar de lado la calidad de los mismos.

2.7 IMPACTO ESPERADO

Aportar investigación, diseño e innovación en este campo, que represente un aporte significativo al laboratorio de Neurociencias de la Facultad de Medicina de la Universidad Industrial de Santander, seguidamente, que sea un aporte generalizado, para los grupos de investigación especializados en dicho tema, y pasar de ser un proyecto regional, se convierta en una solución nacional, hablando particularmente de las universidades y entidades, que destinen sus recursos humanos, tecnológicos y económicos para desarrollarlo.

2.8 JUSTIFICACION

Un factor de dificultad que presenta hoy día, el laboratorio para desarrollar la prueba, es que el equipo existente no es portable y el usuario debe adaptarse al mismo.

Inicialmente existe la necesidad de obtener un equipo para el desarrollo de la prueba, y con ello obtención de datos para la investigación adelantada en el mismo; mencionado equipo requiere características técnicas médicas, planteadas por parte del grupo de investigación;

Teniendo en cuenta, que dentro de las aplicaciones de la prueba encontramos pacientes post-anestesia, post-estado de coma, post-quirúrgicos, este tipo de población es necesario que el sistema sea portable y adaptable a sus condiciones anatómicas.

Es de precisar, que este proyecto también es enfocado a soluciones de seguimiento de los efectos del consumo de sicofármacos, como terapias de

recuperación psiquiátrica y psicológica, siendo una opción para un monitoreo más detallado.

Con recursos regionales, tanto materiales y humanos, se propone un modelo funcional, para desarrollar la prueba de frecuencia crítica de fusión, para el grupo de investigación de Neurociencias de la Facultad de Salud de la Universidad Industrial de Santander.

3. METODOLOGÍA PROYECTUAL

3.1 MARCO TEORICO

3.1.1 Definición de la frecuencia crítica de fusión (FCF) o frecuencia crítica de parpadeo. La frecuencia Crítica de Fusión se define como un método que consiste en determinar cuándo un estímulo luminoso intermitente se percibe como un estímulo continuo. Este fenómeno perceptivo visual, según el cual llega un momento en que el observador no puede percibir el centelleo, ya que las chispas luminosas “se disuelven” y se confunden dando la sensación de luz estable y continúa.⁷

Se considera una medición de la excitación cortical, más que una medición de la función visual, un indicador psicofisiológico del nivel de activación y del estado funcional del Sistema Nervioso Central ⁸

Es una medida sensitiva para evaluar recuperación de anestesia, efecto de medicamentos, estados afectivos y fatiga. En el deporte se emplea para valorar la respuesta de adaptación central a las cargas de entrenamiento y el estado de la recuperación.

La Frecuencia Crítica de Fusión, en inglés Critical Flicker Fusion, puede ser definida como la tasa más elevada de parpadeo que puede ser percibida. Por ejemplo cuando la frecuencia de la luz es excesiva, los diferentes destellos de la luz se mezclan y como resultado se percibe una luz continúa.

⁷ MONDELO, Pedro R. TORADA, Enrique Gregor. BARRAU BOMBARDO, Pedro. Ergonomía 1. Fundamentos.

⁸ ALI, 1994; Almirall, 1986; Bobon, 1982;Ghozlan, 1993; Salib, 1992).

La percepción del parpadeo de la luz está influenciada no solo por la frecuencia, si no, por muchos otros factores que incluyen la luminancia⁹, la cromaticidad independiente al brillo¹⁰, el tamaño de los estímulos¹¹ y la posición de la retina a los estímulos¹².

3.1.2 umbral de la frecuencia crítica de fusión (CFFT). Es un umbral psicofísico y en términos psicológicos, es considerado como una medida de la capacidad de procesamiento de la información.

3.1.2.1 Sistema nervioso central. El cuerpo de las neuronas y sus prolongaciones están distribuidos de forma desigual en el sistema nervioso. Los cuerpos de las neuronas están dentro del sistema nervioso central, que es la parte del mismo que está dentro del cráneo y del canal raquídeo de la columna vertebral. La parte del sistema nervioso dentro del cráneo se denomina encéfalo, y la que está dentro de la columna vertebral es la médula espinal. Esta envoltura de hueso forma una armadura que protege al sistema nervioso central, y los cuerpos de las neuronas en el sistema nervioso central son como los generales que están en el cuartel general dentro de un búnker.

De las prolongaciones de las neuronas, algunas no salen del sistema nervioso central, sino que comunican unas neuronas con otras dentro del mismo, y serían como los soldados que llevan mensajes de un general a otro dentro del cuartel. Otras prolongaciones, en cambio transmiten al sistema nervioso central información del resto del organismo o del medio externo, o llevan las órdenes del sistema nervioso central a los órganos periféricos. Estas prolongaciones se agrupan en los nervios, y constituyen el sistema nervioso periférico. El sistema

⁹Hart Jr,1987

¹⁰Kelly, 1974

¹¹Hecht y Smith, 1965

¹²Tyler y Hammer,1990

nervioso periférico sería como los mensajeros que llevan la información de la batalla a los generales, o los que llevan órdenes desde los generales al frente.

El sistema nervioso central está organizado de forma jerárquica, es decir en niveles. Cada nivel controla a los niveles que tiene por debajo, y es controlado por los que tiene por encima.

3.2 USOS Y APLICACIONES

La frecuencia crítica de fusión es considerada como un medidor del NIVEL DE CONCIENCIA.

El nivel de conciencia es también llamado estado de conciencia, es aquel en el cual se encuentran activas las funciones neurocognitivas superiores. El estado de conciencia determina la percepción y el conocimiento del mundo psíquico individual y del mundo que nos rodea.

Una aplicación que se pretende buscar a través del grupo de investigación y por ello la necesidad de desarrollar el modelo; un posible uso y/o aplicación es, el de controlar el nivel del efecto de los fármacos psicotrópicos que dan a sus pacientes en la rama de la medicina que es la Psiquiatría y de manera similar para los neurólogos.

Otra aplicación está dirigida para estudios académicos en psicofisiología, ya que se convierte en una herramienta para determinar el nivel de alertamiento, en el estado de conciencia.

Otra opción es el control de los conductores de vehículos públicos colectivos intermunicipales, pues en este puesto de trabajo se ha de tener en cuenta, para un

buen desarrollo del mismo, el nivel de alertamiento necesario para ser desarrollado satisfactoriamente.

3.3 RECOPIACION DE LA INFORMACION

3.3.1 Usuarios directos e indirectos. Este proyecto de diseño está dirigido a personas que requieren una evaluación de fatiga por medio de la prueba de frecuencia crítica de fusión, algunos con discapacidad física de sus miembros superiores e inferiores (ejemplo: soldados heridos en acción, personas que han sufrido accidentes), y personas sin ninguna discapacidad física.

Los médicos o estudiantes de este sector (neurociencias) se enfrentan diversos retos en lo que se refiere el transporte y manejo de los sistemas de flicker por ejemplo, los estudiantes que necesitan hacer la prueba a los pacientes, optan por no mover el dispositivo por el peso del sistema (lo que puede causar lesiones músculo-esqueléticas) o temor a daños de la herramienta, las personas encargadas del funcionamiento, mantenimiento de vehículos no sólo son vulnerables a dichas lesiones y también como riesgo inminente a dificultades para el desarmado y armado de los dispositivos del sistema.

La no utilización de los principios ergonómicos en el diseño de las partes en las que el paciente hace contacto con la herramienta, el médico controla el sistema y en la interfaz del sistema puede estar asociada en la aparición de problemas tales como fatiga física y mental del usuario realiza esta actividad (el que aplica la prueba y el que la realiza, médico-paciente)

La confianza y la buena interacción objeto-usuario es fundamental para ser humano, porque con este sule necesidades y realiza tareas; por lo tanto es de gran importancia que el sistema a realizar se adapte a las capacidades físicas y

mentales de las personas, la aplicación de la ergonomía al sistema de prueba tiene como objetivo adaptar las tareas al usuario y no lo contrario.

Esto en busca de cuidar la salud de las personas, pero, también posee otro efecto importante, es que satisface las necesidades y a su vez da un aumento de la capacidad física y mental. Los sistemas de pruebas y medición para análisis neurofísicos son herramientas claves para avanzar en el conocimiento del ser humano, sus características y estados, es como los sistemas de medición de la frecuencia crítica de fusión o de parpadeo pertenecen a este tipo de sistemas, esta propuesta de diseño es un sistema de parpadeo o flicker eléctrico que permitirá la medición y obtención de los umbrales de la frecuencia crítica de fusión, con un estudio ergonómico para facilitar su manipulación y las condiciones para trabajar.

4 ESTRUCTURACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACION

En la búsqueda de información, primordialmente hemos tenido en cuenta la experiencia y trayectoria del grupo de investigación respecto al manejo del tema, de acuerdo a esto, es posible determinar las características y los requerimientos técnicos, con los que se debe caracterizar el modelo. Simultáneamente se ha investigado puntualmente el mercado actual, de los dispositivos existentes, para llevar a cabo la prueba, permitiendo así, explorar, plantear y proponer las alternativas necesarias, para trazar la ruta a seguir y llegar al resultado esperado.

Se sigue la metodología planteada en el libro, *METODOS DEL DISEÑO DE NIGEL CROSS* y desarrollando procesos metodológicos aprendidos en procesos académicos tales como la investigación, comprobaciones técnicas y ergonómicas seguidamente:

1) Reconocimiento del problema y posibles soluciones.

- Recopilación de Datos, información teórica y formulación de la hipótesis.

2) Desarrollo del algoritmo necesario para cumplir las especificaciones

- Proceso de Diseño, propuestas de forma, dimensiones, escalas, formas y el número de alternativas, que podrá tener el modelo.

3) Montaje, pruebas y entrega del equipo

- Toma decisiones, en la construcción e implementación del proyecto.

4) Comprobaciones

- Diseño de formularios para el análisis del diseño, elaboración de test usuarios (médico-paciente) y comprobaciones ergonómicas y funcionales.

4.1 ESTADO DEL ARTE

Fig. 1 - Modelo 12021¹³



Fuente: Lafayette Instrument

4.4.1 Lafayette. El sistema de frecuencia crítica de fusión proporciona al usuario una variedad de controles versátiles para realizar mediciones precisas y oportunas de la frecuencia crítica de fusión (FCF). La circuitería digital se utiliza para proporcionar la generación de frecuencia extremadamente precisa de 1Hz a 100Hz en pasos de 0,1 Hz.

La pantalla de menús LCD permite la configuración de la frecuencia exactos y repetibles, mientras que la interfaz de puerto serie del ordenador es un medio para el almacenamiento de resultados de análisis y control de la computadora del dispositivo.

Las opciones del usuario incluyen cinco modos de funcionamiento para cubrir prácticamente cualquier requisito de la prueba: Frecuencia Auto ascendente,

¹³ LAFAYATTE [Disponible en: http://www.lafayetteinstrumenteurope.com/product_detail.asp?ItemID=37&cat=107] [Citado Agosto 2013]

descendente de frecuencia automático, modo de control continuo, discreto y Analógico.

El programa también cuenta con tres protocolos automáticos: método automático, método adaptativo, y método de auto-control.

El usuario también tiene el control de la luminancia del estímulo, las tasas de barrido y selección de estímulos. La cámara de visualización tiene dos luces: una para el ojo izquierdo y otra para el ojo derecho.

Los compartimentos de luz están completamente separadas, lo que permite cuatro combinaciones de estímulo que se produzca: el ojo izquierdo sólo ojo derecho, izquierdo y derecho simultáneamente, o alternativamente a izquierda y derecha.

La cámara de visión se construye para controlar factores externos, que pueden distorsionar los valores del CFF. Las lámparas electroluminiscentes blancos producir incluso iluminación más de 0.5 pulgadas de diámetro en el área de visualización.

Los estímulos están separados por 2,75 pulgadas (de centro a centro) con un estímulo a distancia del ojo de 15 pulgadas y un ángulo de visión de 1,9 °. El interior de la cámara de visualización está pintada de negro mate para minimizar la reflexión.

4.4.2 Entoptoscopio

Fig. 2 - Prototipo de Entoptoscopio¹⁴

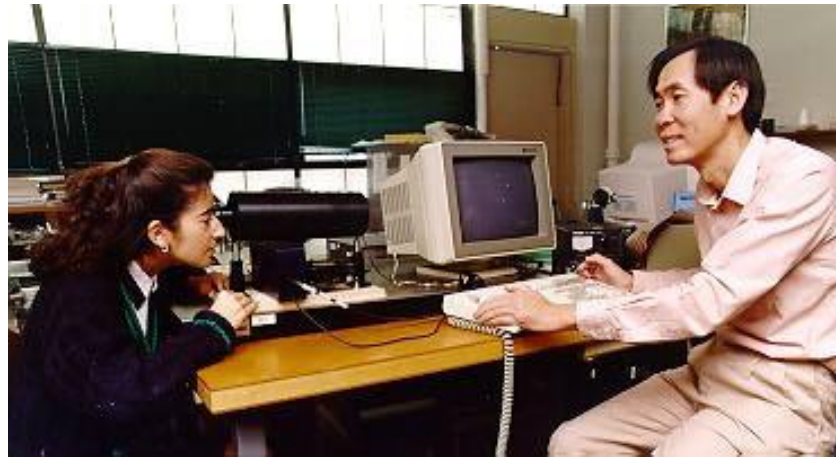


Fuente: Lafayette Instrument

Direccionado al análisis de percepciones visuales de forma continua y permanente, para el estudio de usuarios expuestos a una condición conocida como trastorno perceptivo persistente por alucinógenos (HPPD). Este prototipo se acerca al concepto de Flicker Fusion Test.

¹⁴ENTOPTOSCOPIO [Disponible en: <http://www.ece.tufts.edu/~vanvo/biomed.html>] [Citado Octubre de 2013]

Fig. 3 - Prototipo de un Entoptoscopio



Fuente: Lafayette Instrument

Diseñado, para la medición no invasiva del flujo sanguíneo de la retina.

Fig. 4 - Entoptoscopio portátil



Fuente: BOBON, D., Lecoq, A., von FRENCHHELL, R. Critical Flicker fusion Frequency in psychopathology and psychopharmacology

Eficiente que utiliza un microprocesador chip único y materiales electro-ópticos como el cristal líquido y PLZT. Un ordenador portátil puede ser utilizado para controlar este instrumento y procesar los datos experimentales obtenidos. Este dispositivo también permite medir el tamaño de la zona vascular fóvea, el área de la retina que no contiene vasos sanguíneos.

La información recopilada hasta el momento, se ha obtenido a través de la Internet, recopilando información con todo lo relacionado a **La Frecuencia Crítica de Fusión (FCF)**, en los datos obtenidos durante la investigación, solo encontramos un modelo electrónico para dicho test.

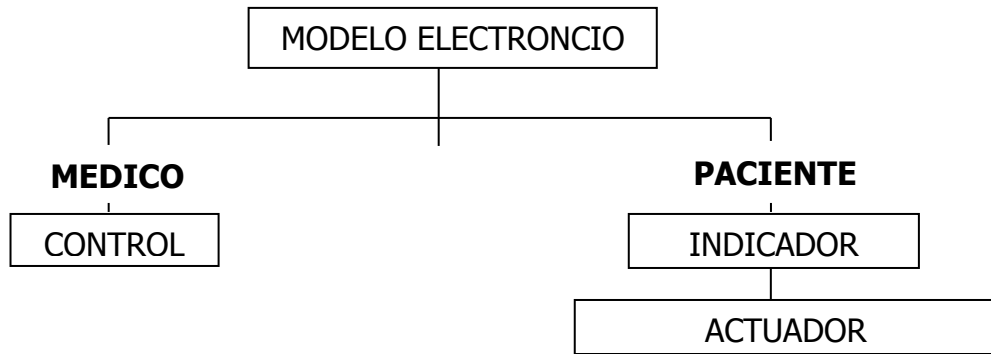
Por tanto basados en la metodología proyectual ya mencionada, sabiendo por parte del grupo de investigación las necesidades para desarrollar el modelo, plantearemos y desarrollaremos con las características propias del artefacto, para cumplir con los requerimientos solicitados por el grupo de investigación.

4.2 REQUERIMIENTOS

El equipo médico a proponer se centra principalmente en que el paciente pueda observar en un ambiente totalmente oscuro una luz parpadeante y percibir cuando esa luz pasa a ser continua; o que pueda observar en un ambiente totalmente oscuro una luz continua y percibir cuando esa luz pasa a ser parpadeante.

4.2.1 Requerimientos Ergonómicos y de uso

Fig. 5 - Esquema requerimientos ergonómicos y de uso



- El modelo debe caracterizarse con la comunicación entre el menú de programación de la prueba (control), la información visual (indicador), y sistema de finalización de la prueba (actuador).
- La sección que proporciona la información visual debe ser tipo mascara y adaptable de fácil ajuste al contorno de ojos y craneal.
- Obtener datos, a través de la toma de distancias interpupilares, ya que esta medición encaminará al desarrollo del visor o mascara a diseñar.
- Funcionalidad y agrupación en la aplicación de botones y comandos.
- La fuente de alimentación energética del sistema es 110 v. y debe ser adaptable su fuente de energía, a baterías recargables para usos rurales y de campo abierto.
- La prueba es realizada en personas con visión 20/20 y con personas que usen corrección visual (anteojos, lentes de contacto).

- Orden del desarrollo de la prueba:

Fig. 6 - Desarrollo de la prueba



Control: permite la interacción con el médico encargado de realizar la prueba, mediante un menú donde se fijan los parámetros de funcionamiento del actuador (leds) y recibe mediante el indicador (pulsador paciente) un resultado que será mostrado en display.

Actuador: permite la interacción con el paciente, mediante una máscara con estándares ergonómicos, donde el paciente observa una luz de forma intermitente y cuando ésta deja de serlo, activa el indicador.

Indicador: Permite la interacción entre actuador y control, ya que una vez activado por parte del paciente el control muestra inmediatamente el estado del actuador al momento de la activación.

4.2.2 Requerimientos formal-estético

- Planteamiento de un diseño coherente con el ámbito de la medicina.

- La caracterización del actuador (llamado máscara o visor) debe estar directamente relacionado con la caracterización, que es de uso final es facial.
- Las formas deben ofrecer al usuario sensación de higiene.
- Los colores a utilizar son Blanco, azul médico y negro, tonos monocromáticos e institucionales del laboratorio.

4.2.3 Requerimientos técnicos

- La confirmación o comprobación del funcionamiento del sistema electrónico se lleva a cabo, con una postulación de componentes propios para desarrollar el sistema tecnológico descrito en esta propuesta. Partiendo como base fundamental la necesidad de puntos luminosos que representen un estado de intermitencia y un estado fijo, y estará dado por las comprobaciones técnicas pertinentes.
- El material a construir la carcasa de la máscara o visor debe ser opaca y no reflejar luz.
- Programar el micro controlador para que gestione los cambios de frecuencia y proyecte en una pantalla LCD las frecuencias de fusión, que luego estas podrán ser analizadas por el especialista.
- El compartimiento de la máscara debe ser hermético, garantizando el aislamiento de luz externa.
- La máscara debe tener la opción de adicionar color al haz de luz, teniendo en cuenta que no debe haber diferencia en la posición espacial de estos puntos.
- Se plantea un modelo dirigido a población saludable y sin problemas físicos visibles o contundentes, tales como ceguera parcial, ausencia de extremidades, epilepsia aguda, parcial o crónica, autismo, mongolismo.
- Parámetros y dimensiones a considerar en el diseño de la mascarar tomados del percentil 95.

Fig. 7 - Parámetros Específicos

PARAMETRO	DIMENSION (mm)
DISTANCIA INTERPUPILAR (DISTANCIA LEDS)	RANGO 64 mm – 66 mm
DISTANCIA USUARIO –LED (PROFUNDIDAD)	RANGO 360 mm
ANCHO DEL MODELO	RANGO 70 mm – 100 mm
ALTURA DEL MODELO	RANGO 120mm – 170 mm
PESO DE LA MASCARA	RANGO 500-850 gramos

- La frecuencia de parpadeo debe iniciar de distintos valores para que el cerebro no se acostumbre, lo mismo si se empieza con un punto luminoso fusionado.
- El dispositivo debe contar con un pulsador, con el cual será indicado que el usuario pasó de fusión a parpadeo o lo contrario.
- Es un proyecto de investigación, en el cual se convocará personas de diferentes tipos de edad, sexo y condición social, en la que participarán en una prueba de tipo visual.

4.3 MERCADO ACTUAL

En el análisis del mercado actual nos encontramos con los siguientes modelos:

Fig. 8 - Lafayette 12021-600



Fuente: Lafayette Instrument

4.3.1 Especificaciones físicas

Fuente de alimentación: 12 VDC @ 0.5A, centro 2.1mm enchufe de CC positivo

Fusible: 0,5 A 5 x 20mm de fusión rápida

Frecuencia: De 1,0 a 100,0 Hz en incrementos de 1 Hz con un error de 0,05%

Titular de diapositivas: 2 "x 2" soporte de 35mm para 12.100 filtros de densidad neutra opcionales transmisión de la luz con 0,1% a 50%

Cambio de la frecuencia: Opciones de 0,5, 1, 2 y 4 Hz por segundo

Entrada analógica: conector de 3,5 mm de auriculares mono con rango de voltaje de 0,1 a 10V para 1.0 a tasa de parpadeo 100.0 Hz; ABSOLUTO MÁXIMO DE ENTRADA = 14V

Iniciar externa: SPST interruptor normalmente abierto de mano con entrada RCA

Respuesta externa: SPST interruptor normalmente abierto de mano con conector de 3,5 mm estéreo RS 232C-Configuración de puerto: 9600 baudios, sin paridad, 8 bits de datos, 1 bit de parada

Máscara-Cámara: hipo-alérgico de silicona negro; la máscara se puede limpiar con agua toallita de alcohol

Control de tamaño: 8 05.08 "W x 6.5" L x 3 ¼ "H; Peso 1,8 libras

Viendo el tamaño de la cámara: 7 "W x 19" L x 16 "de alto; Peso 7,4 libras

4.3.2 Fuente de luz de estímulo

Típico luminancia máxima: 58 Cd / m²

Ángulo de visión: 1.90

Luz / Ratio Oscuro: 1: 1

Estímulo Color: Blanco

Fig. 9 - Lafayette 64031-Large



Fuente: Lafayette Instrument

La actividad Flicker o frecuencia critica de Fusión registros de prueba de frecuencia (excitación) en el sistema nervioso central.

- Lámpara de Estímulo 10,0-80,0 Hertz en incrementos de 0,1 Hertz
- Poca interferencia de variables fisiológicas y física

ESPECIFICACIONES FISICAS

- Fuente de alimentación: 5 V a través del puerto USB
- Consumo de energía: 500 mA (máx.)
- Dimensiones (W / H / D): 160 x 100 x 400 mm
- Peso: 1,8 kg

Rojo, diodo emisor de luz difusa (LED) con una longitud de onda de 650 nanómetros y una intensidad de 5,4 mcd. Tasas de parpadeo de 10 a 100 Hertz en 0,1 intervalos de Hertz con un ciclo de trabajo del 50%.

4.3.3 Iluminación ambiental. El entorno ambiental tiene un diámetro de 30 mm y una intensidad de 600 mcd.

4.3.4 Sistema óptico

- 2 lentes (cóncava-convexa) con una distancia focal de 250 mm generan una imagen virtual de los estímulos en una distancia de 12 metros.
- Ángulo visual a los estímulos es de $1,2^{\circ}$
- Ángulo visual a fondo ambiental es de 10°

4.4 ANALISIS DE LA PRUEBA DE FRECUENCIA CRITICA DE FUSIÓN

El test es realizado con la ayuda de sistemas de fusión- parpadeo que permiten realizar mediciones. Algunos funcionan de forma análoga y otros, usualmente los actuales, tienen circuitería digital lo que proporciona frecuencias precisas. La prueba de Frecuencia Crítica de Parpadeo tiene tres formas principales para realizarse: frecuencia ascendente (up), frecuencia descendente (down) y frecuencia continua (continuous). El sistema consta de tres partes principales: la caja oscura, la caja de controles y dispositivo de respuesta.

En un extremo de la caja oscura hay dos puntos luminosos, uno para cada ojo, en el otro extremo el paciente debe ubicar su vista para realizar el test; los controles son operados por el doctor o usuario que estudia al paciente, el operador dará las indicaciones al paciente y este debe oprimir el dispositivo de respuesta cuando vea el objetivo (vea la luz intermitente constante o la luz constante intermitente).

Fig. 10 - Sec. Indicador Control Actuador

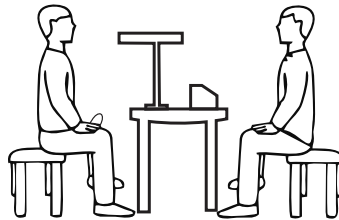


Fuente: Lafayette Instrument

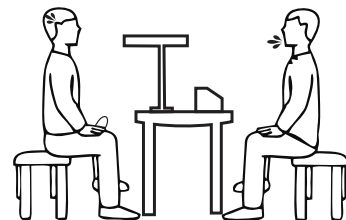
4.5 RESULTADO DE LA OBSERVACIÓN

Fig. 11 - Proc. Evaluador

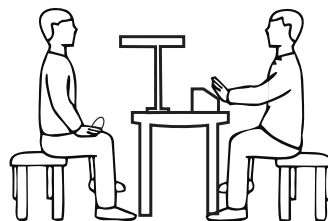
Paso 1. Tomar posición sedente frente al sistema



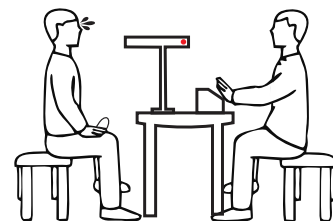
Paso 2. Comprender Instrucciones



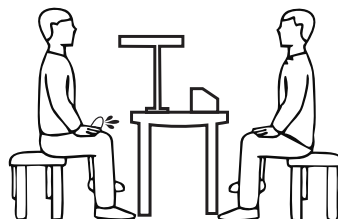
Paso 3. Configurar variables en caja de control



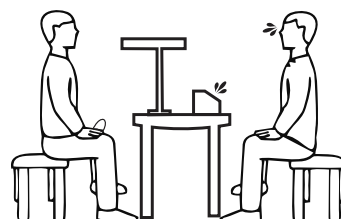
Paso 3. Inicio de test



Paso 4. Respuesta



Paso 4. Resultado



El proyecto en desarrollo, la finalidad de uso, es en el ámbito investigativo, se manifiesta la necesidad de mejorar el equipo existente, por inconvenientes manifestados por los especialistas, como así mismo desde el punto de vista del diseño industrial, se han determinado aspectos, necesarios para el buen desarrollo de la prueba. De igual forma, con esta nueva propuesta poder proponer a otras disciplinas este dispositivo y desarrollo del test, en pro, del mejoramiento y bienestar de la humanidad.

- 1. Postura del usuario:** Postura sedente: Puesta en posición de una o varias articulaciones, mantenida durante un tiempo más o menos prolongado, por medios diversos, con la posibilidad de restablecer en el en el tiempo la actitud fisiológica más perfecta.

2. Mobiliario

- **Mesa:** Aunque lo más recomendable es que el tamaño de la mesa esté en relación con el tamaño del usuario, aquí daremos las medidas estándar recomendadas por autores expertos en la materia y por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo. El tamaño 90 x 120 cm es el mínimo recomendable y 75 cm de altura si es fija (pudiendo variar entre 65-75 cm). Al igual que en los quipos, su acabado debe ser mate.
- **Silla:** Debe ser regulable en altura y tapizada de tejido transpirable. Es importante que la silla cuente con respaldo regulable con forma convexa permitirá que abarque toda la espalda, apoyando principalmente la zona lumbar. En el caso de tener que permanecer mucho tiempo sentados, deberá contar con reposacabezas.

3. Condiciones de trabajo

- **Ruido:** Debe ser lo más bajo posible, estableciéndose un límite que varía en función del trabajo que se desarrolla.
- **Iluminación:** Tiene que ser uniforme y en condiciones ideales; es necesaria una luz ambiental de 250 lx.

4.6 NORMATIVIDAD EN EL DESARROLLO DE EQUIPOS MEDICOS

4.6.1 Normatividad AMMI. La Asociación para el Avance de la Instrumentación Médica (AAMI) es la principal organización del mundo para avanzar en el desarrollo y el uso seguro y eficaz de la tecnología médica. Los miembros de AAMI se componen de un diverso grupo, conformando un comité de decisiones clave en la tecnología médica clínicos, entre los cuales participan, ingenieros biomédicos, técnicos de equipos, fabricantes, profesionales, investigadores de procesamiento, control de calidad y expertos en asuntos regulatorios, y otros profesionales de la tecnología de gestión de la salud.

4.6.1.1 Normatividad y reglamentación vigentes para dispositivos médicos de uso humano en Colombia

- **Definición de equipo medico**

Cualquier instrumento, aparato, maquina, software, equipo biomédico y otro artículo similar o relacionado, utilizado sólo o en combinación, incluyendo sus componentes, partes, accesorios y programas informáticos que intervengan en su correcta aplicación, propuesta por el fabricante para su uso en diagnóstico, prevención, supervisión y tratamiento alivio de una enfermedad o compensación de una lesión o de una deficiencia.

- **Clasificación del equipo médico según su caracterización de uso**

EQUIPO DE BAJO RIESGO: Se consideran equipos médicos de bajo riesgo, aquellos que están sujetos a controles generales, no destinados para proteger o mantener la vida o para un uso de importancia especial en la prevención del deterioro de la salud humana y que no representan un riesgo potencial no razonable de enfermedad o lesión.

- **Especificación de equipo médico no invasivo**

Es aquel que depende de una fuente de energía eléctrica o de cualquier fuente de energía distinta de la generada directamente por el cuerpo humano o por la gravedad y que actúa mediante la conversión de dicha energía.

- **Criterio de equipo biomédico**

Dispositivo médico operacional y funcional que reúne sistemas y subsistemas eléctricos, electrónicos, de batería o hidráulicos, incluidos los programas informáticos que intervengan en buen funcionamiento, destinado por el fabricante a ser usado en seres humanos con fines de prevención, diagnóstico, tratamiento o rehabilitación.

- **Principales aportes**

La introducción de las buenas prácticas de manufactura para los dispositivos médicos dentro de los cuales se enmarcan los equipos biomédicos y así mismo el proceso de comercialización cumpliendo con las características aquí descritas para dispositivos médicos controlados.

4.6.2 Aspecto generales de diseño. Los dispositivos médicos poseen características especiales, desde su concepción hasta su descarte, que implican un enfoque diferente en su evaluación y monitoreo. El equipo médico a desarrollar será el resultado de la interacción de tres sub-sistemas, para conformar un solo sistema, partiendo que cada una de sus partes es indispensables para alcanzar

los objetivos específicos del mismo. Teniendo en cuenta la normatividad antes descrita, y habiendo establecido a qué tipo de caracterización corresponde el mismo, de acuerdo a las condiciones de interacción equipo-paciente, equipo-médico y componentes eléctricos y electrónicos, se jerarquizan los componentes a tener en cuenta en el proceso de desarrollo e implementación del equipo de forma integral

Fig. 12 - Componentes para el equipo médico de medición

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA		SUB SISTEMAS	
EQUIPO MEDICO DE MEDICIÓN FCF	MASCARA O VISOR	PARTES	COMPONENTES
			leds
	CONTROL DE PARAMETROS		Batería
			Pulsadores
			Potenciometro
	MANDO DE RESPUESTA		Salida de poder
			Pulsador
			Cable de conexión

4.6.2.1 Cuidados y aspectos de mantenimiento

LIMPIEZA: la superficie del dispositivo deber ser lisa y libre de perforaciones o franjas, debo ser posible la limpieza con desinfectante con paño, la empaquetadura debe prevenir que estás soluciones solubles de limpieza, tengan algún tipo de contacto y causen averías en los componentes eléctricos y electrónicos.

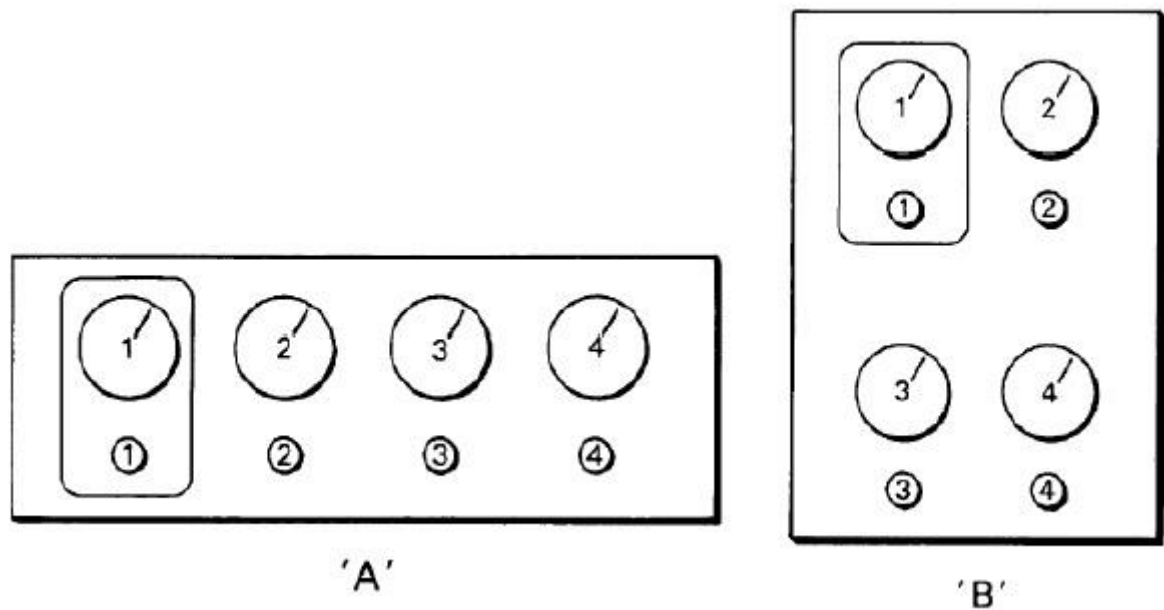
PORTABILIDAD: las características de portabilidad van relacionadas con aquellas que se pueden agarrar, abarcar, con una mano o las dos manos. Si el componente o dispositivo presenta un punto de agarre, para cumplir con la condición de portabilidad no debe superar un peso de diez kilogramos-fuerza y el tamaño no debe ser superior a los 0.63 x 0.51 x 0.22 m. El material de fabricación debe caracterizarse por alta dureza, con ello se garantiza resistencia en puntos propensos al daño por caída o golpes.

4.6.2.2 Jerarquización de las funciones

SECUENCIA DE TAREAS POR GRUPOS: Los controles y displays deben ser asignados a las consolas y paneles de manera que minimicen el movimiento del usuario y disminuir en lo posible el número de tareas a realizar para la actividad en específico. La secuencia de tareas en el display se debe presentar agrupada, la forma de lectura en sentido de izquierda a derecha horizontalmente, y de arriba abajo, verticalmente.

INTEGRACIÓN DE CONTROLES: Cuando varios controles interactúan y la retroalimentación se da por medio de un display o pantalla (frecuencia de leds y mando de respuesta), algunas consideraciones para los controles se deben tener en cuenta, la ubicación es en la parte inferior del display; centrados con respecto al mismo; agrupados linealmente o disposición de matriz.

Fig. 13 - Esq. Integración de controles



Fuente: Ingengering GuideLines

RETROALIMENTACIÓN: visualizar el inicio de la funciones, sin importar en qué nivel de jerarquización del mismo se encuentre¹⁵.

4.6.3 Antropometria. En términos de estructura física del cuerpo humano, se ha de tomar en cuenta las diferencias cuantitativas de las medidas del mismo; obteniendo dimensiones, tomando como referencia distintas estructuras anatómicas y sirviendo de herramienta al desarrollo de la ergonomía, para adaptar el equipo a los usuarios involucrados. Conociendo los componentes del equipo médico y sabiendo las partes del cuerpo humano a intervenir, se obtendrá información antropométrica teniendo en cuenta el tipo de mandos, tamaño y ubicación de los componentes.

¹⁵AAMI, human factors engineering guidelines and preferred practices for the design of medical devices, Section 5-7

En la obtención estandarizada de medidas antropométricas de las partes del cuerpo que concierne y darán paso a un acertado diseño de cada uno de los componentes que intervienen con los usuarios. Algunos datos serán tomados de la recopilación de la región nororiental de Colombia, estudio realizado por el Centro de Investigación en Ergonomía de la Escuela de Diseño Industrial-UIS y otros serán realizados en una muestra de 50 personas de tasa variable.

4.6.3.1 Control e indicador. Teniendo claro, que los parámetros antropométricos para estos dos componentes, son los obtenidos de la medición de las manos, seleccionando un rango de edad, encontrando el percentil más acorde, para generar las alternativas, en búsqueda del modelo final; en búsqueda del cumplimiento con los requisitos del usuario, fundamentado con los datos recopilados en literatura.

Fig. 14 - Medidas Necesarias. Mano Femenina

Mano 		PERCENTILES*							
	M	δ	P1	P5	P25	P50	P75	P95	P99
Anchura palma de la mano	7,6	0,5	6,4	6,7	7,2	7,6	7,9	8,5	8,8
Longitud de la mano	16,4	1,9	14,8	13,1	15	16,4	17,7	19,6	20,9
Longitud palma de la mano	9,8	2	5,1	6,5	8,5	9,8	11,2	13,2	14,6
Anchura de la mano	8,8	0,4	7,9	8,2	8,6	8,9	9,1	9,5	9,7
Espesor de la mano	2,4	0,2	1,9	2	2,3	2,4	2,6	2,8	3

M: media o Promedio, δ : Desviación estándar * Medidas en centímetros (cm) y kilogramos (kg)

Fuente: Datos antropométricos para diseño. Región nororiental de Colombia

Fig. 15 - Medidas Necesarias. Mano Masculina

Mano 

	PERCENTILES*								
	M	δ	P1	P5	P25	P50	P75	P95	P99
Anchura palma de la mano	8,7	0,5	7,5	7,8	8,3	8,7	9,1	9,6	9,9
Longitud de la mano	18,4	0,8	16,5	17	17,8	18,4	18,9	19,7	20,3
Longitud palma de la mano	10,3	0,6	8,8	9,2	9,8	10,3	10,7	11,3	11,7
Anchura de la mano	9,9	0,4	8,9	9,2	9,7	9,9	10,3	10,7	11
Espesor de la mano	2,9	0,3	2,1	2,4	2,7	2,9	3,2	3,5	3,7

M: media o Promedio, δ : Desviación estándar * Medidas en centímetros (cm) y kilogramos (kg)

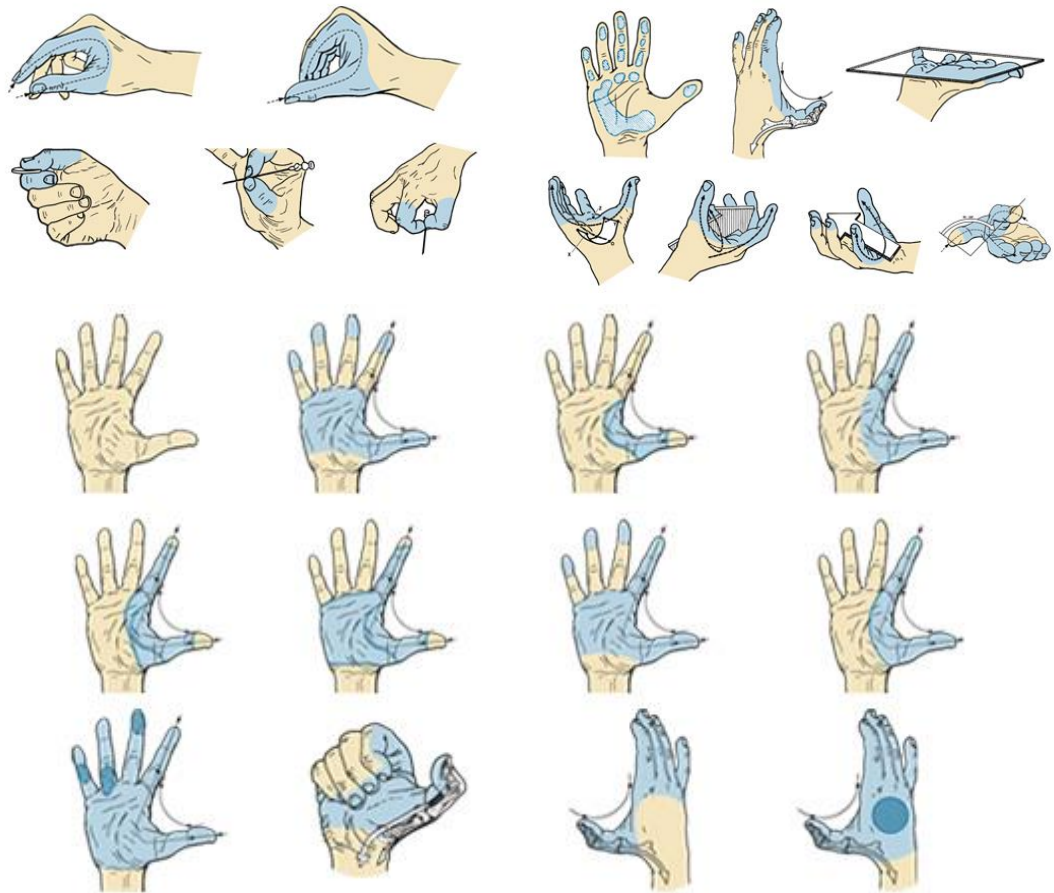
Fuente: Datos antropométricos para diseño. Región nororiental de Colombia

4.6.3.2 Movimientos y posturas de la mano. Después determinar los parámetros antropométricos para el indicador del equipo médico, es de suma importancia analizar, las posibles formas de cómo un usuario podría manipular mencionado componente. Para determinar el tipo de manipulación más usual.

Fig. 16 - Alternativas de uso del indicador



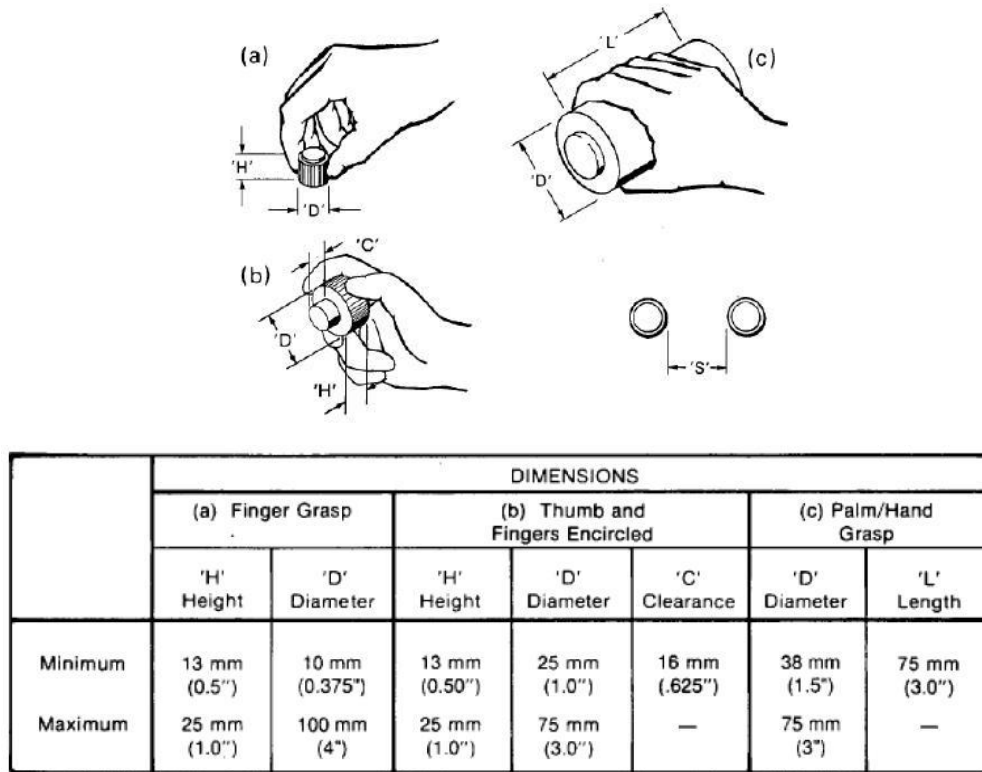
Fig. 17 - Puntos importantes de accionamiento de la mano



Fuente: Human Factor engineering guidelines

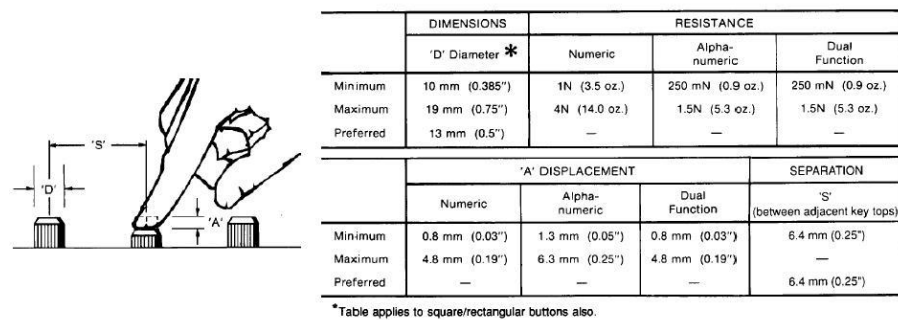
4.6.3.3 Posición de los mandos del control. Uno de los parámetros fundamentales para el desarrollo de este equipo, son los espacios de separación para perillas, pulsadores y botones de indicación.

Fig. 18 - Separación de Perillas



Fuente: Human Factor engineering guidelines

Fig. 19 - Separación de botones pulsadores operados por los dedos

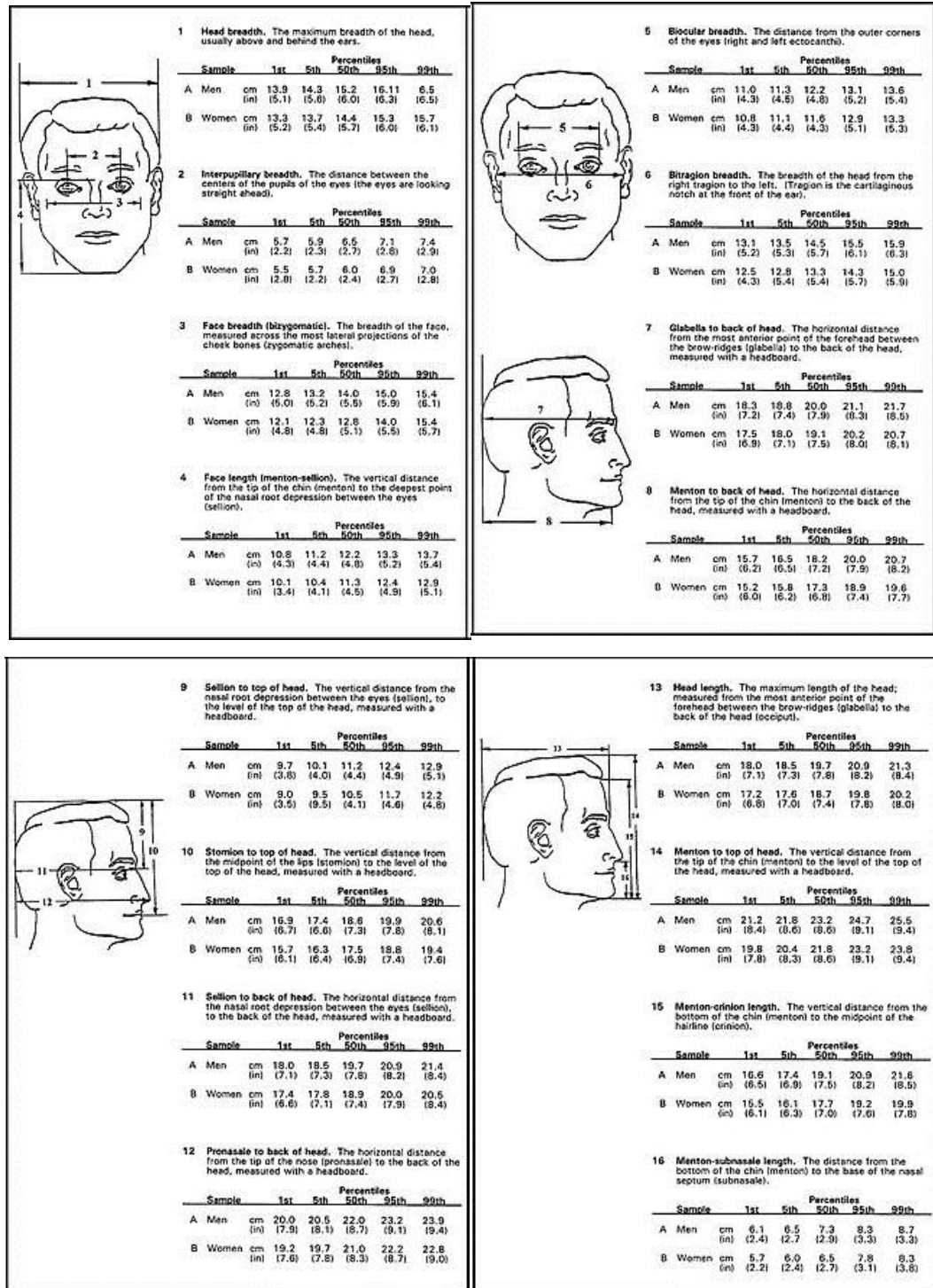


Fuente: Human Factor engineering guidelines

4.6.3.4 Actuador. Es el componente donde se observará la luz ascendente o descendente del test, su ubicación será en el rostro del usuario tomando en cuenta tanto la población con visión 20/20, como la población con corrección visual. Para este punto del desarrollo se tomarán en cuenta las medidas antropométricas de rostro y craneo, puntos importantes. Los percentiles presentes en la figura – ofrece un punto de partida para la obtención de las medidas que pueda abarcar una gran mayoría de la población que participará de la prueba o test.

4.6.3.5 Análisis de los puntos importancia en el diseño. En los requerimientos citados en el punto 4.2.2, es fundamental que la caracterización del actuador (mascara o visor) debe estar directamente relacionado con la caracterización, que el uso final es facial. Se determinan las medidas antropométricas necesarias mostradas en las figuras 17, inicialmente se plantea que el percentil más acorde es el 95, pero en la comprobación será abordado el percentil 50.

Fig. 20 – Antrop. Cabeza LT



Fuente: Antropometria [Disponible en:<http://wikipedia/commons/6/61/HeadAnthropometry.JPG>
HeadAnthropometry] [Citado Enero de 2015]

4.7 IDENTIFICACION DE LAS NECESIDADES

Teniendo en cuenta la recopilación de datos obtenida y la información teórica, se comienza el análisis de las necesidades para el desarrollo exitoso del producto. Como se abordado en el desarrollo de la información, este equipo médico, no es un producto de primera necesidad, pero si tiene una necesidad importante en la medicina, de lograr implementarlo con los requerimientos médicos dados por los especialistas de este tema.

Por ello, dentro de las necesidades de los usuarios (paciente-médico) se realizó un trabajo de campo, realizando preguntas y solicitando a los participantes que interactuaran con elementos relacionados a nuestro proyecto y algunos similares. Con ello buscando respuestas de cual será la mejor alternativa a desarrollar para lograr cubrir, las necesidades que un usuario (paciente-médico) enfrentaría al usar un dispositivo de estas características.

4.7.1 Participantes del estudio de campo

4.7.1.1 Especialistas. Los especialistas participantes pertenecen al laboratorio de Neurociencias de la Universidad Industrial de Santander, la especialidad en la que se maneja este tema es la Fisiología, en la medicina no se encuentra estudios abiertos en este campo de la Frecuencia Crítica de Fusión, se cuenta con la experiencia y conocimiento del grupo de investigación.

4.7.1.2 Pacientes. Se realiza una selección de usuarios al azar, personas del común, que por una circunstancia u otra, podrán tener contacto con el dispositivo, la finalidad de las encuestas, es realizar comparativos y determinar, aspectos importantes como la comodidad, el lenguaje de uso y la ergonomía. Tras una la selección del número de personas participantes, se determina que para descubrir

la mayoría de las necesidades el número de entrevistados corresponde a treinta personas¹⁶.

Las necesidades son identificables para este proyecto, porque se cuenta con la dirección de los líderes y especialistas del tema, manifiestan las características necesarias que debe poseer como producto y directamente se benefician en la innovación que presente la propuesta. Los especialistas son fuentes de suma importancia, ya que ellos pueden manifestar sus necesidades directas, pues han vivido las dificultades con el producto existente y con ello encuentran las características apropiadas para el desarrollo de la prueba de frecuencia crítica de fusión.

4.8 RESULTADOS DEL ESTUDIO DE CAMPO

De acuerdo con el trabajo de campo realizado se plantea el producto final, que es un producto a la medida, por la escasez de especialistas interesados o que conozcan la utilidad en el test y sus instrumentos, Se reafirman los requerimientos planteados inicialmente y las caracterizaciones propias para cumplirlos.

Fig. 21 – Prio/Requerimiento

PRIORIDAD	REQUERIMIENTO
1	Alta portabilidad
2	La luz intermitente roja-verde-azul
3	No debe presentar reflexión en la pared interna
4	Adaptación al contorno de ojos y craneo
5	Ausencia de cables conectores entre los componentes.

¹⁶ Diseño y desarrollo de productos, Karl T. Ulrich, Steven D. Eppinger. Capítulo 4

6	Protocolo electronico ascendente, descendente, simultaneo de luz
7	Material de facil limpieza
8	Energizar por red electrica y bateria
9	Dualidad de uso para vision 20/20 y corrección.
10	Fabricación-Reparación regional

Fuente: El autor

4.9 DESARROLLO DEL CONCEPTO

Definición: Es una descripción escrita de las características físicas y perspectiva del producto y del paquete de beneficios, los cuales el fabricante proyecta para un número determinado de usuarios, posibles compradores. El objetivo primordial del desarrollo de concepto, determinar la noción de un producto, como un paquete de beneficios.

4.9.1 Objetivos para el desarrollo del concepto

- Describir la satisfacción de las necesidades expresadas por el usuario (Médico).
- Innovar y desarrollar, tras el análisis de la viabilidad técnica del dispositivo.
- Comunicar una nueva identidad para el concepto manejado, referente al desarrollo del test.
- Definir el nuevo concepto del dispositivo, posicionándolo en el mercado, encontrando el nicho o segmento más acorde con las características ofrecidas.

4.9.2 Análisis del mercado existente. Cuando se propone el diseño de un nuevo dispositivo o el mejoramiento de alguno ya existente, por lo general, se realiza un trabajo de observación de qué puede ofrecer el mercado. Para este en caso en

particular, no se cuenta con un amplio portafolio de productos para el tema aquí en desarrollo. Se ha tomado como punto de partida el modelo Lafayette 12021-600¹⁷ el cual proporciona algunos de los requerimientos manifestados por parte de los médicos interesados en la mejora de este dispositivo. Se ha realizado una selección comparativa de algunos productos que satisfacen otras necesidades en el mercado, pero que nos dará un punto de referencia, para el planteamiento del nuevo equipo médico y sus mejoras.

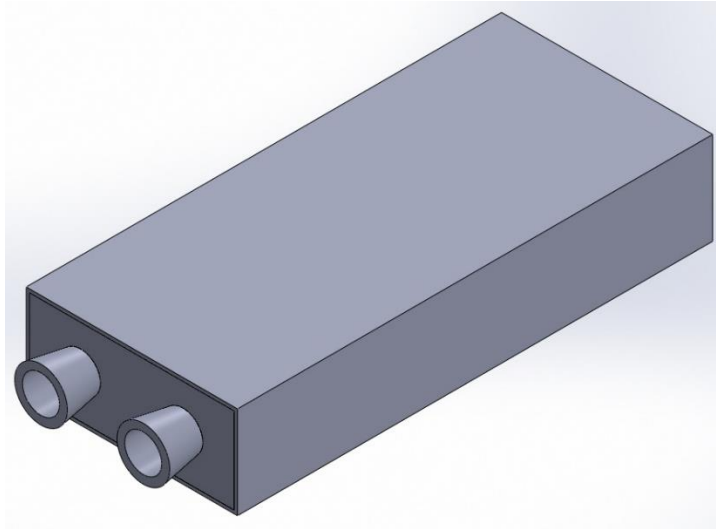
4.9.3 Bocetación. Un boceto por lo general representa un esquema o el proyecto que sirve de bosquejo para el desarrollo de un producto. Se trata de una guía que permite volcar y exhibir sobre un papel una idea general antes de arribar al trabajo que arrojará un resultado final.

Por lo general, el boceto es una ilustración esquemática que carece de detalles y, en la mayoría de los casos, no posee terminaciones. Su objetivo es simbolizar ideas, pensamientos o conceptos, sin preocuparse por la estética. Este proceso grafico mostrará inicialmente los esquemas gráficos básicos, con los cuales se hace un acercamiento y procesos evaluativos, para la fabricación de la propuesta más acertada.

¹⁷MODELO LAFFAYETTE [Disponible en: www.laffayetteinstruments.com/FCF/index/equipement.] [Citado Enero de 2015]

4.9.3.1 Alternativa intuitiva

Fig. 22 – Alternativa intuitiva

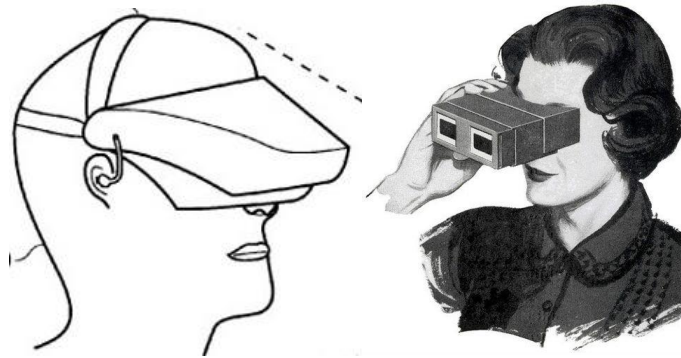


Fuente: El autor

En esta alternativa se representa, como inicialmente se interpreta la solución principal del equipo médico, donde el eje principal de la prueba de frecuencia critica de fusión, la luz que centellea dentro de un ambiente completamente oscuro y opaco. En este punto del proyecto, se inicia una serie de ideas y propuestas, con las cuales, se buscar cumplir con los objetivos trazados.

4.9.4 Definición del concepto

Fig. 23 – Visor Util.

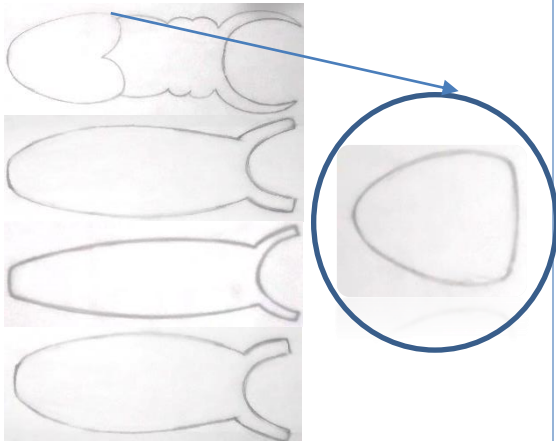
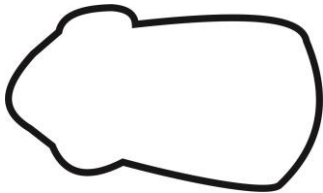


Fuente: <http://www.antiguedadestecnicas.com/>

Se inicia con el planteamiento de la sujeción de la máscara a nivel del área craneal y facial, esto ayudará para la comodidad de la prueba, garantizando, que existirán las posturas sedente y acostado para poder realizarla.

4.9.4.1 Biónica. El trabajo de buscar en la naturaleza formas y mecanismos que puedan ser estudiados y sintetizados para luego extrapolarlos en materiales tecnológicos es la esencia del estudio de la biónica. Una de las mayores dificultades para un correcto uso de la Biónica es poder extraer del análisis de la naturaleza los elementos correctos que puedan aterrizar en una respuesta formal. Los análisis realizados por especialistas de otras áreas como biólogos o zoólogos sirven para entender las condiciones generales del objeto de estudio: razones evolutivas, posibles funciones, principios del crecimiento, etc. Para el diseño, esta información tiene que convertirse en un lenguaje más cercano como: patrones de crecimiento, geometrías, estructuras, etc. Partiendo de este concepto, y buscando que podría ofrecernos la naturaleza, para implementar las características de la prueba a implementar, encontramos que nos dan una pauta para iniciar el diseño son:

Fig. 24 – Datos bio. escarabajo/ornitorinco

ESCARABAJO	ORNITORRINCO
	
Características Formales	Características Formales
El nombre real es coleóptera del griego (del griego <i>κολεός koleos</i> : "caja o estuche", <i>πτερον pteron</i> : "ala"). Su forma superficial o externa evoca a un uso facial y el significado de su nombre, la posibilidad de contener o guardar.	La apariencia de este animal es algo inusual, ponedor de huevos, venenoso, con hocico en forma de pico de pato, cola de castor y patas de nutria. Se ha centrado la atención en su hocico, la apariencia formal del diseño coincide con el requerimiento necesario.
Característica Grafica	Característica Grafica
	

Fuente: El autor/Wikipedia

4.9.4.2 Affordance. Es la cualidad de un objeto o ambiente que permite a un individuo realizar una acción. El término se utiliza en varios campos: psicología perceptual, cognitiva, diseño industrial, HCI (Human-Computer Interaction), inteligencia artificial, diseño de interacción (la disciplina que define el

comportamiento de un producto, sistema o aplicación con los cuales un usuario interactúa)

Hay dos diferentes vías de definición del término. La definición original, introducida por el psicólogo James J. Gibson en su artículo “Teoría de Affordances” en 1977, describe todas las posibilidades de acción que son materialmente posibles. La segunda definición, una depuración de la anterior define el término como las posibilidades de acción que el usuario es consciente de poder realizar.

En 1988, Donald Norman utilizó el término Affordances en el contexto HCI para referirse a esas posibilidades de acción que son inmediatamente percibidas por el usuario. En su libro “The design of Everyday Things” establece el concepto Affordances, no solo dentro de las capacidades físicas del usuario, sino también en la capacidad de éste de nutrirse de experiencias pasadas, metas, planes, estimaciones comparando otro tipo de vivencias, etc.

4.9.4.3 Comprobaciones técnicas y ergonómicas previas. De acuerdo, con los parámetros establecidos para el desarrollo del proyecto propuesto, y debido a que en el mercado se encuentra solo un producto comercial para el desarrollo de la prueba, y con base en las necesidades expresadas por el experto, se realizan pruebas preliminares para definir la propuesta.

- **Análisis de la máscara**

Se realizan pruebas preliminares de acuerdo con las mediciones y el estudio realizado al proceso metodológico para desarrollar la prueba, tomando en cuenta cada uno de los parámetros obtenidos, por medio del estudio de campo realizado con los especialistas.

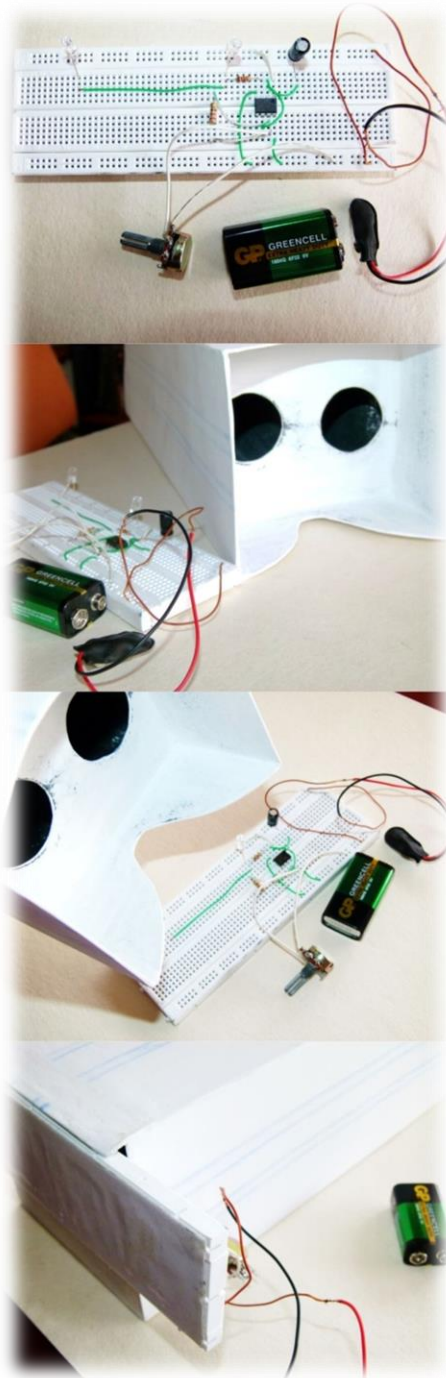
Realizado un modelo, para determinar la percepción de un usuario-paciente, el cual podría participar de la prueba, donde previamente, se ha dado una orientación, en qué consiste y cuál es el objetivo del mismo.

Teniendo en cuenta que este tipo de dispositivo, no tiene demanda en el mercado y asimismo ocurre en el área de la salud, el estudio se ha apoyado, en la percepción de los posibles usuarios. Realizando la metodología, se toma en cuenta, el lenguaje de uso con respecto al componente llamado actuador (mascara), con esto se quiere decir, buscar y concluir, que el componente lleva al usuario a un uso facial.

Se busca hacer una comprobación preliminar de las mediciones obtenidas, así mismo dimensiones, encontradas en los bancos de datos ergonómicos.

4.9.4.4 Recursos

Fig. 25 - Proc. uso componente electrónico



1. COMPONENTES ELECTRONICOS

Se requiere de un protoboard, un regulador dos bombillos led, un potenciómetro, 1 pila 7V, un cableado porta-pila.

2. PROCESO DE USO

Se realiza simultáneamente, una prueba técnica y ergonómica, para conocer la percepción del usuario, con la cual se busca, saber la interpretación del usuario frente a la prueba. Identificar lo que observa dentro del panel.

3. UBICACIÓN DEL COMPONENTE

Se muestra la parte frontal, en este planteamiento, el usuario interpreta, que se ha propuesto, un visor con características esteocópicas y al inicio de la prueba encontrará una luz destellante o fija.

- **Caracterización de las alternativas**

Realizado el estudio campo, se da inicio a determinar las pautas de diseño que se deben tener en cuenta, partiendo de cada una de las interpretaciones de los posibles usuarios. Se habla de posibles usuarios, dado que este procedimiento, no hace parte de la red de servicios de salud, para determinar el estado de salud de un paciente, sino que hace parte de una investigación, para la resolución de interrogantes, que surgen tras el comportamiento de algunas enfermedades existentes y así mismo, para comprender aún más el cuerpo humano.

Se realiza la indagación en un promedio de 35 personas, para determinar la caracterización de los componentes actuador e indicador. Con esto se busca encontrar la caracterización más acercada de acuerdo, a las preferencias de los usuarios. El ejercicio se realiza, con una alternativa, donde el usuario la puede usar y hacer su respectivo análisis.

Para este proyecto, por no tener un amplio portafolio fotográfico, de productos enfocados a realizar este test, se realiza comparativos con otros productos afines a los usos, descritos en la prueba y que la funcionalidad de los mismos ayuden al desarrollo del concepto. Algunas de las características y/o pautas que se tomaran en cuenta para el desarrollo del equipo médico:

Fig. 26 – Interpretación datos de sondeo

En el indicador o botón respuesta del paciente, el 75% de los encuestados, coinciden que el dedo pulgar es con el cual accionarían para hacer uso del pulsador.



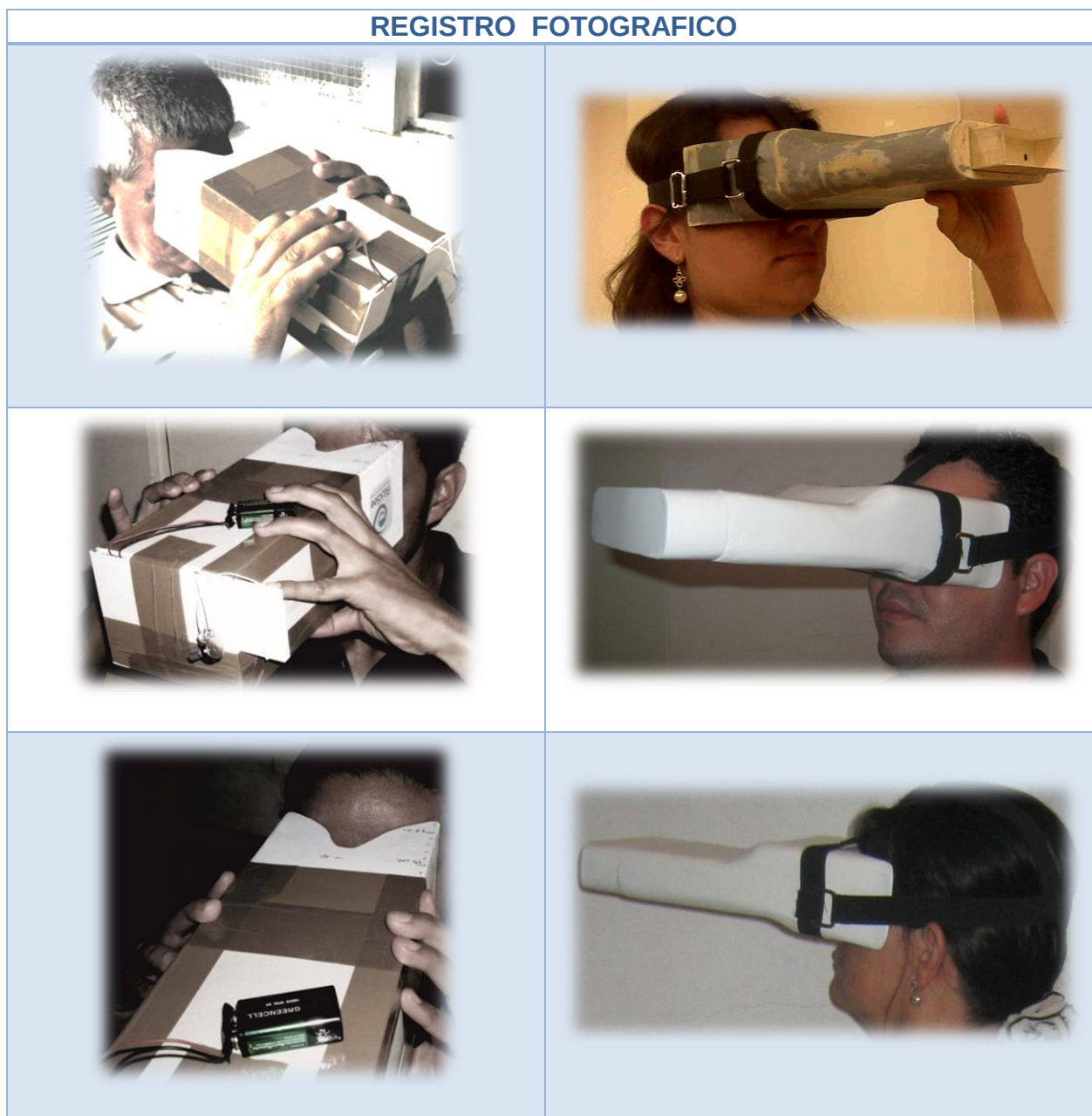
- Para el control que será manipulado exclusivamente por el especialista manifiesta por preferencia, que el diseño tenga la posibilidad de ser manipulado a dos manos y también sobre escritorio o mesa.



- En el actuador, el 65% de los participantes en la encuesta elijen una máscara sujeta a nivel craneal, con tipo de visor.



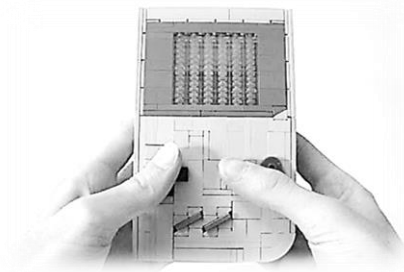
Fig. 27 – Reg. fotográfico



Se realizan las pruebas de uso con los modelos del registro fotográfico, en la encuesta realizada se realizan las preguntas, a los usuarios para poder determinar los parámetros y las necesidades que deben suplir el equipo médico, propuesto en este proyecto.

4.9.5 Bocetos del control

Fig. 28 – Control manual



Fuente: <http://www.antiguedadestecnicas.com/>

En el capítulo 2.2.1 Requerimientos, hemos citado y definido cada uno de los elementos que conforman nuestro equipo de prueba. El control es el elemento de interacción entre el médico y el paciente, es donde se configura la prueba a realizar y la cual solo será manipulada por el especialista.

4.9.5.1 Definición de las alternativas. En el proceso de bocetación se han plasmado una serie de ideas, con las cuales se definirá la propuesta final del proyecto. En esta etapa se viene desarrollando la forma de la carcasa del mando de control del sistema, donde de forma general, se representan sus funciones de uso y características formal-estéticas necesarias para el diseño del mismo. Gracias a estas alternativas, se inicia un proceso de selección, comparación, fusión, para obtener un resultado final del modelo a utilizar.

Los bocetos permiten visualizar y entender las características generales de cada una de las propuestas y poder distinguir entre cada una de las alternativas, llevando al usuario a manifestar, que importancia relativa posee cada una de ellas.

Se plantea hacer referencia o comparar con el modelo existente de Lafayette¹⁸, vinculado al mismo al proceso de evaluación, realizado por el usuario. Con la selección de conceptos y de mejora de los mismos, el resultado de la evaluación será la creación de las alternativas a confrontar, de las cuales en ellas, se encontrará la que cumplirá con los requerimientos y objetivos trazados en este proyecto.

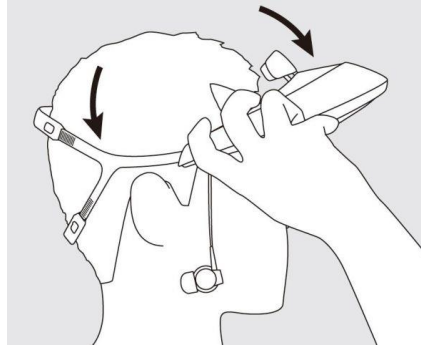
Fig. 29 – Propuestas de mando espec.



¹⁸ LAFAYETTE [Disponible en: www.lafayetteinstruments.com] [Citado Enero de 20215]

4.9.6 Bocetos del actuador

Fig. 30 - Altern. ajuste visor

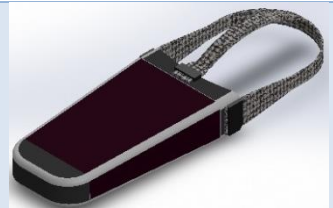


Fuente: Samsung

4.9.6.1 Definición de las alternativas

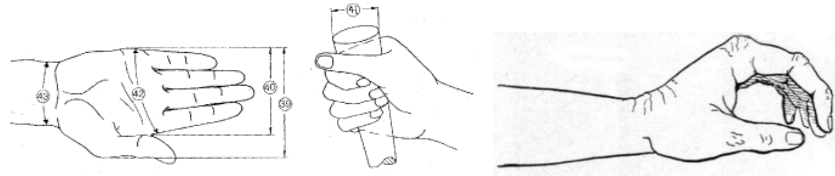
Fig. 31 – Propuestas visor

Confrontación de
alternativas en
bocetos.



4.9.7 Bocetos del indicador

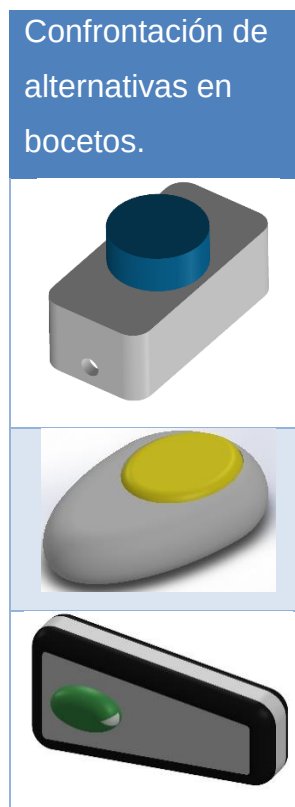
Fig. 32 – Esquemas tipo de agarre



Fuente: Engeneering GuideLines

4.9.7.1 Definición de las alternativas

Fig. 33 – Propuestas mando paciente



4.10 PLANTEAMIENTO DEL CONCEPTO

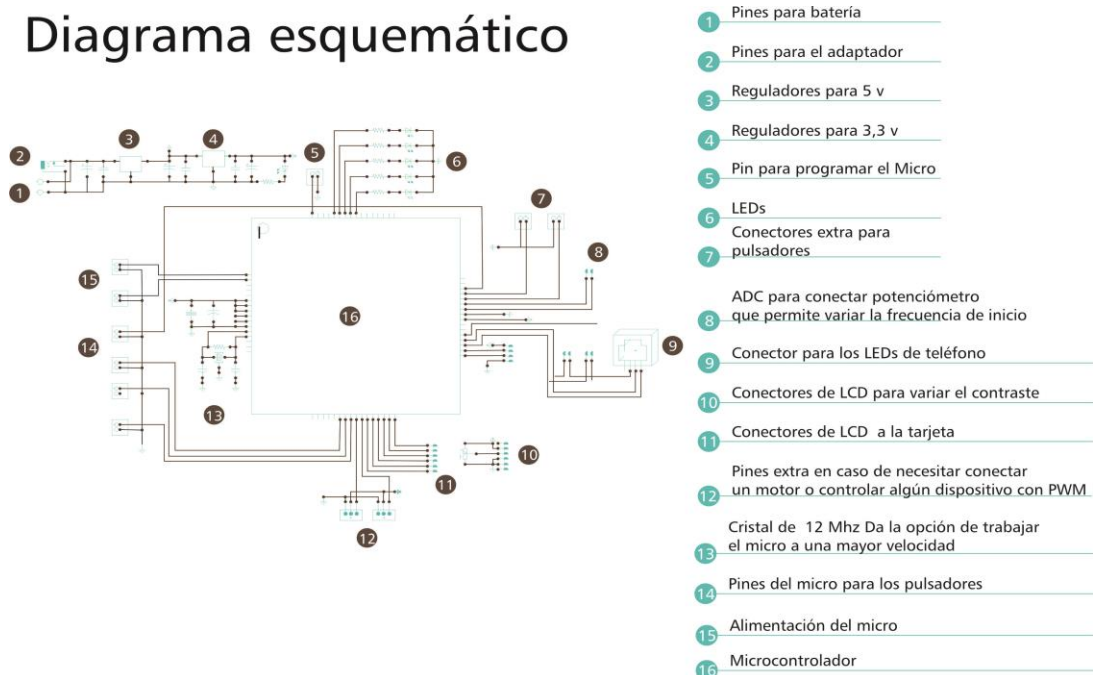
Después de la exploración de las posibles alternativas a realizar, para encontrar la solución más acertada, a la implementación del modelo, se encuentra que hubo solución a cada una de las funciones, pero que cada uno de sus componentes no se relacionan entre sí formalmente.

Realizando un análisis del contenido obtenido, se toma la decisión de elegir como punto de partida el actuador (máscara facial), pues ya que por medio de ésta, es donde se encuentra la viabilidad de la prueba, por las características, que la misma debe contener. De igual manera, también se quiere resaltar, que es el componente más representativo del sistema.

4.11 COMPROBACIONES TECNICAS ELECTRONICAS

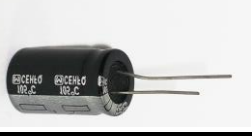
4.11.1 Alternativa 1

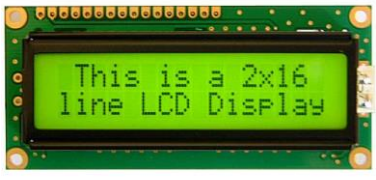
Fig. 34 – Diagrama esquemático del circuito



Se realiza un boceto o planteamiento, de los componentes necesarios, para cumplir con las características electrónicas, que debe presentar el dispositivo médico; para este punto del proceso, se cuenta con la asesoría de un equipo interdisciplinar de desarrolladores electrónicos, el cual está conformado por un Ingeniero electrónico, un programador en lenguaje C++ y un asistente de laboratorio. Se realiza entonces el listado de componentes necesarios para llevar a cabo, la realización en físico del desarrollo en físico del proceso y comprobar si el camino elegido es el correcto, para cumplir con los objetivos necesarios de la prueba de frecuencia crítica de fusión.

Fig. 35 – Componentes electrónicos

	LED blancos Se implementaron para realizar la función de punto de estímulo luminoso para el paciente
	Condensador electrolítico de 100 nF y 25v. Este almacena la energía eléctrica que recibe durante un periodo de carga, en este caso se carga y se descarga lo que hace que el LED, obteniendo la intermitencia de los estímulos luminosos.
	Potenciómetro: varía la resistencia para permitir variar la frecuencia de parpadeo.
	Cables permiten el arreglo y conexiones que se debe hacer al 555 y al circuito para su correcto funcionamiento
	Resistencias una de 209 a 231 ohm (220 ohm$\pm$5%) y otra de 114 a 126 ohm (120 ohm $\pm$5%). De acuerdo al valor de resistencia se amplía o disminuye el tiempo de parpadeo.

	1 IC 555 es un controlador altamente estable capaz de producir retrasos de tiempo exactos u oscilación. Es el componente principal del sistema, es un integrado muy útil, que puede ser configurado en varias modalidades. Una de estas modalidades es la del multivibrador estable, para lo cual el circuito oscila a una frecuencia y ciclo de trabajo configurables mediante resistencias y condensadores externos. La versatilidad de este integrado de tecnología bipolar, es que las frecuencias y ciclos de trabajo resultantes, no dependen de la fuente de alimentación.
	Microcontrolador: Es un circuito integrado programable, capaz de ejecutar las órdenes grabadas en su memoria. Está compuesto de varios bloques funcionales, los cuales cumplen la tarea específica, la frecuencia del estímulo lumínico.
	LCD 2x16: tiene como función principal retroalimentar al personal que está realizando la prueba, permitiendo visualizar los parámetros necesarios para la aplicación de la prueba

Fuente: Sigma Electrónica

Fig. 36 – Interfaz previa

Interfaz

1

on

off

INTENSIDAD 100%

1. IZQUIERDO 2. DERECHO 3. SIMULTÁNEO 4. ALTERNO

2

on

off

INTENSIDAD 100%

1. ASCENDENTE 2. DESCENDENTE 3. CONTINUA 4. VOLVER

3

on

off

INTENSIDAD 100%

73

1. DESDE CERO 2. DESDE + 3. DESDE - 4. VOLVER

Valor de la frecuencia de inicio seleccionada en un rango de 0-100Hz

4

on

off

INTENSIDAD 100%

73

1. 0,5 Hz 2. 1 Hz 3. 2 Hz 4. 4 Hz

Valor del aumento de la frecuencia desde el valor de inicio, aumento que se produce cada 10 segundos seleccionada en un rango de 0,5 a 4 Hz

5

on

off

INTENSIDAD 100%

73

1. ____ 2. ____ 3. INICIAR 4. VOLVER

Interfaz después

1

on

off

INTENSIDAD 100%

1) IZQUIERDO 2) DERECHO 3) SIMULTÁNEO 4) ALTERNO

2

on

off

SELECCIÓN OJO

1) ASCENDENTE 2) DESCENDENTE 3) CONTINUA 4) VOLVER

3

on

off

FRECUENCIA INICIAL

73

3) SIGUIENTE 4) VOLVER

Valor de la frecuencia de inicio seleccionada en un rango de 0-100Hz

4

on

off

VARIACIÓN DE FRECUENCIA

73

1) 0,5 Hz 2) 1 Hz 3) 2 Hz 4) 4 Hz

Valor del aumento de la frecuencia desde el valor de inicio, aumento que se produce cada segundo seleccionada en un rango de 0,5 a 4 Hz

5

on

off

73

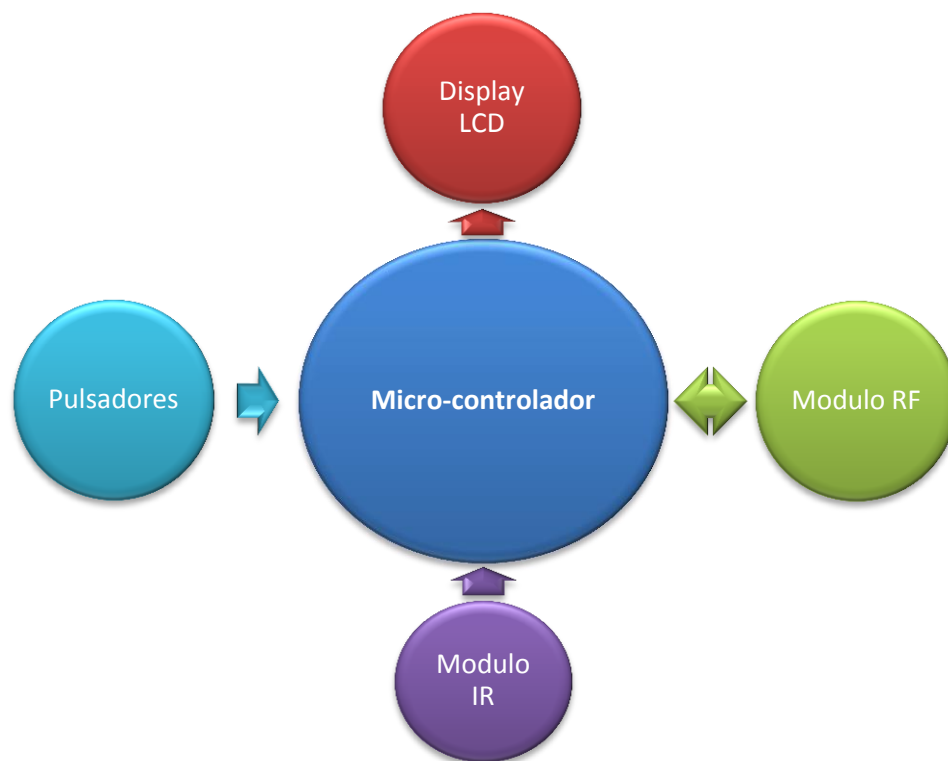
3) INICIAR 4) VOLVER

4.11.2 Alternativa 2. El sistema se compone de tres partes, la principal es la caja de control donde se ingresan los datos por parte del profesional en medicina que realiza la prueba, luego tenemos la máscara (actuador) que usa el paciente, y finalmente un control (indicador) de parada que el paciente activa cuando finaliza la prueba.

Vale la pena mencionar que la prioridad en la adquisición de los componentes es la facilidad de compra (Que sea posible comprarlos en mercado nacional) los precios y la calidad de los mismos, basados en el reconocimiento de las casas fabricantes de estos dispositivos.

4.11.2.1 Caja de control

Fig. 37 – Esquema función caja de control



En el diagrama de bloques se tienen cuatro componentes principales:

Fig. 38 – Componentes electrónicos controlador



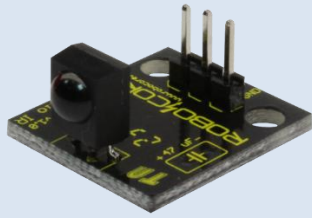
Microcontrolador: Este circuito integrado tiene como función controlar el sistema en general, ejecutando una secuencia de instrucciones programadas previamente. Para su selección se tuvo como criterio el número de pines, que básicamente determina la cantidad de señales digitales (como las generadas por los pulsadores), los módulos de comunicación (como los módulos RF e IR). Y demás periféricos requeridos (como el usado en el display LCD). Para este integrado la memoria Flash juega un papel crucial, y para esta aplicación se hizo necesario de por lo menos 16KB, por el tamaño del código implementado.



Display LCD: tiene como función principal retroalimentar al personal que está realizando la prueba, permitiendo visualizar los parámetros necesarios para la aplicación de la prueba y los cambios que se estén realizando sobre los mismos. Con base en lo anterior el principal requerimiento era tener un display alfanumérico, el más común es el 2x16 (2 filas por 16 columnas) que fue necesario cambiar debido a la cantidad de información por un display de 4x20 (4 filas por 20 columnas).



Modulo RF: módulo de comunicación de Radiofrecuencia (RF), que permite hacer comunicación inalámbrica entre la caja de control y la máscara, los requerimientos para elegir este módulo son básicamente la frecuencia, por ejemplo la banda de 2.4Ghz (GigaHercios) como la usada por WiFi, esto está ligado directamente al alcance que se desee obtener entre los dos puntos a comunicar, para esta aplicación el modulo es de corto alcance. Y encontrar un equilibrio entre costo y beneficio para esta aplicación específica, dado que el precio puede llegar bastante alto.



Modulo IR: este módulo consta de un sensor infrarrojo, como los encontrado en los dispositivos de TV y radio, su función es detectar el momento en el paciente ha realizado la parada para finalizar la prueba. El criterio principal de selección es la frecuencia de operación, donde los más comunes son de 38Khz (KiloHercios)



Pulsadores: el accionamiento de los pulsadores genera señales digitales que le permite al microcontrolador ejecutar diferentes instrucciones para cada pulsador activado, desde el punto de vista electrónico el principal requerimiento es que su naturaleza sea NA (normalmente abierto) para enviar la señal solo cuando el pulsador se active.

Fuente: Sigma Electrónica

4.11.2.2 Actuador

Fig. 39 – Componentes electrónicos actuador



El circuito comprende tres componentes fundamentales



Módulo RF: este módulo debe ser semejante al seleccionado en la caja de control, así como las personas para comunicarse usan el mismo lenguaje, estos módulos RF deben estar en la misma frecuencia, y la indicación de las flechas en doble sentido es debido a que el sistema necesita comunicación bidireccional, primero de la caja de control envía los parámetros para la prueba y luego recibe confirmación de la máscara. Este tipo de comunicación se conoce como full dúplex.



Microcontrolador: así como la caja de control tiene un micro para el control del sistema, la máscara tiene uno para poder realizar las comunicaciones y el control de los leds, con base en los parámetros asignados para la prueba. Su criterio de selección no va más allá del número de pines y periféricos requeridos, que la mayoría de dispositivos poseen, es decir un microcontrolador con núcleo de 8 bits con memoria de 8Kb cumplirá con los requerimientos.



<http://www.botbuilder.co.uk/>

Control LEDs: se dispone de dos LEDs RGB, donde se controla su intensidad y la frecuencia de encendido y apagado, su control lógico se realiza mediante el microcontrolador y para la etapa de potencia se hace uso de transistores.

Fuente: El autor/Sigma Electrónica

4.11.2.3 Indicador

Fig. 40 – Componentes electrónicos indicador



Pulsador: El accionamiento del pulsador indicará el momento en el que la prueba finaliza para cada paciente, emitiendo una señal digital para que el microcontrolador active el modulo IR y en la caja de control aparezca el valor requerido por el responsable de la prueba

	Microcontrolador: de forma similar que el circuito de la máscara, son minimos requerimientos respecto de capacidad y almacenamiento y procesamiento. Su función es sensar la señal emitida por el pulsador y activar el modulo IR para detener la prueba.
	Modulo IR: para establecer la comunicación por IR (señal Infrarroja) se necesita de un emisor y un receptor, en la caja de control tenemos el receptor y en el control del paciente tenemos el emisor, la señal se emite mediante un led infrarrojo con una modulación realizada por el microcontrolador y esta modulación establece la frecuencia de la comunicación, para este caso se implementa a 38Khz.

Fuente: El autor/Sigma Electrónica

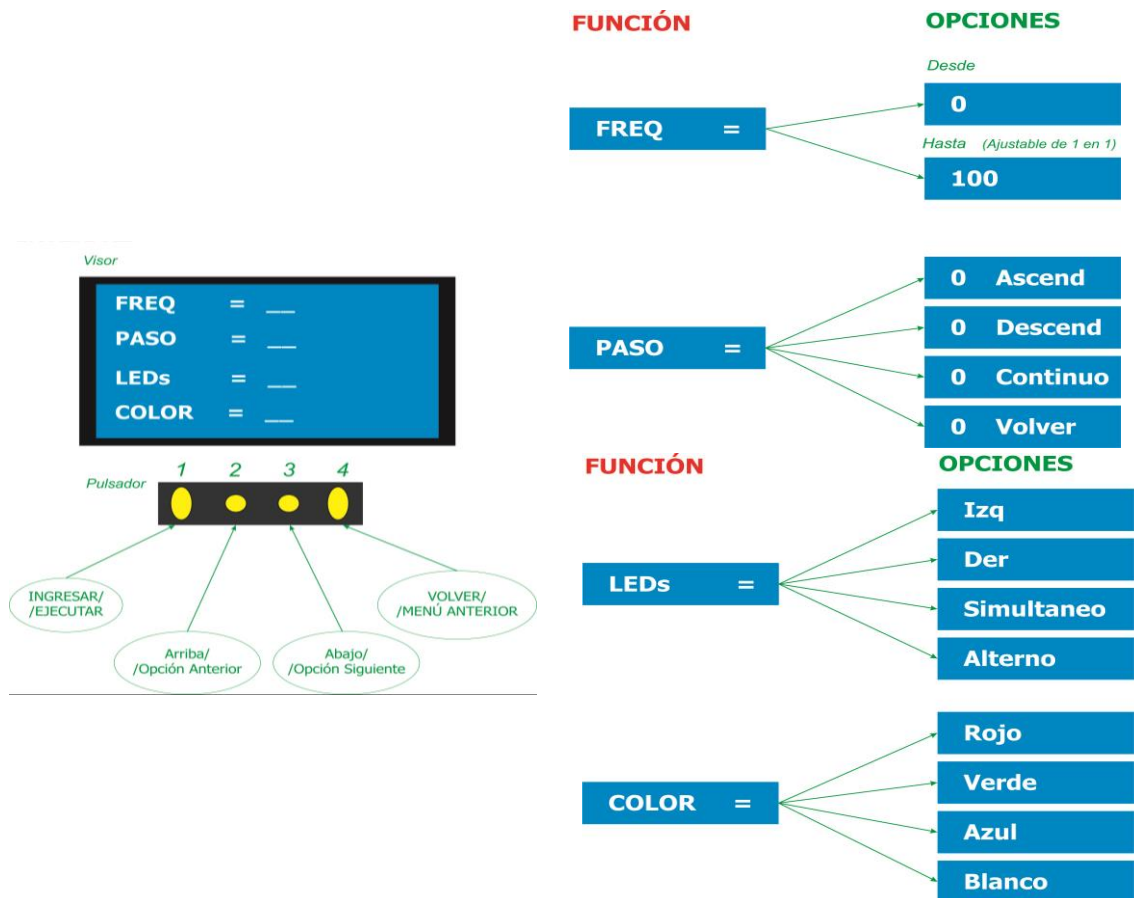
4.11.2.4 Dualidad de energización

	Adaptador: AD-1201, AC90 INPUT: 110V OUTPUT Power: 9 V – 1000 mA Accesorio que se conecta a la corriente eléctrica de ser necesario.
	Bateria li-ion 3.7 V. El sistema electrónico propuesto, presenta como característica, que puede ser alimentado por una batería li-ion 3.7 recargable.

4.11.2.5 Interfaz. Con el proceso evolutivo del proyecto, tras identificar los componentes electrónicos necesarios para desarrollar el principio de frecuencia critica de fusión, se desarrolla los menús indispensables para el desarrollo del proceso médico. Este proceso se ha identificado solo con los principios básicos que debe presentar el modelo a construir. El desarrollo de esta interfaz, tiene restricciones del dispositivo electrónico, dentro de la planeación de costos, se elije componentes de bajo costo comercial, de fácil adquisición y que cumpla con los parámetros y restricciones que presenta la prueba.

El menú diseñado, en el dispositivo electrónico se plantea de la siguiente forma:

Fig. 41 – Interfaz



5 MODELO FINAL: CONSTRUCCION

En todo el proceso se menciona de tres componentes o subconjuntos que conforman el equipo médico, la caja de control (mando del médico), el actuador (la máscara paciente) y el indicador (mando de respuesta del paciente) Transcurrido el proceso de indagación e investigación, se realiza la implementación de cada uno de sus componentes.

5.1 CAJA DE CONTROL

Se propone una carcasa tipo benchmark, la cual presenta como característica, que después de un estudio de campo realizado a productos existentes similares, mas no que cumplen la misma función, se desarrolla un concepto actual, a partir de soluciones existentes en campos similares que se co-relacionan con el planteamiento acá descrito. En los objetivos específicos se plantea que cada uno de los componentes no debe estar sujeto a cables o conexiones entre sí, por eso gracias a la solución electrónica obtenida, se encontró como solución un sistema de comunicación inalámbrica entre cada uno de ellos. Para lo cual se diseña un sistema de carcasa liviano, teniendo la dualidad de ser usado sobre una superficie plana (mesa o escritorio) o el usuario manipularlo libremente.

Fig. 42 – Modelado virtual caja de control



5.2 ACTUADOR

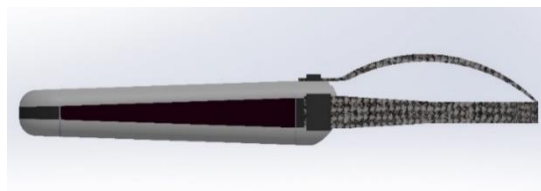
Se ha asignado este nombre a la máscara, pues este componente del sistema, es determinante ya que el usuario observará la luz centellante o intermitente, con la cual se lleva a cabo la prueba de frecuencia crítica de fusión. Se define este planteamiento, realizando un análisis en los procesos de fabricación y costos de los mismos, en este proyecto se plantea el desarrollo de un modelo funcional, donde serán confrontados los procesos evolutivos obtenidos y las características formales planteadas. También es de anotar, se ha desarrollado el diseño parametrizado con los requerimientos expresado, por el especialista y como la prueba lo exige también.

Fig. 43 – Modelado virtual actuador

VISTA ISOMETRICA



VISTA LATERAL IZQUIERDA



VISTA SUPERIOR

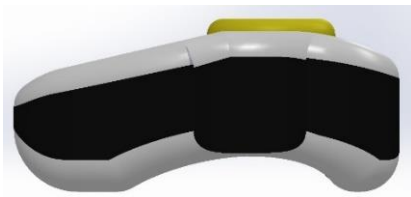


5.3 INDICADOR

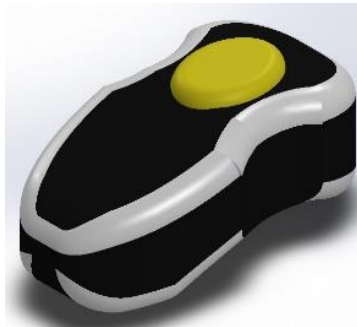
Indicador o control paciente, es el cual da la respuesta ante el estímulo experimentado frente a la prueba, representada por la luz centellante o intermitente dentro del actuador.

Fig. 44 – Modelado virtual del indicador

**VISTA LATERAL
DERECHA**



VISTA ISOMETRICA



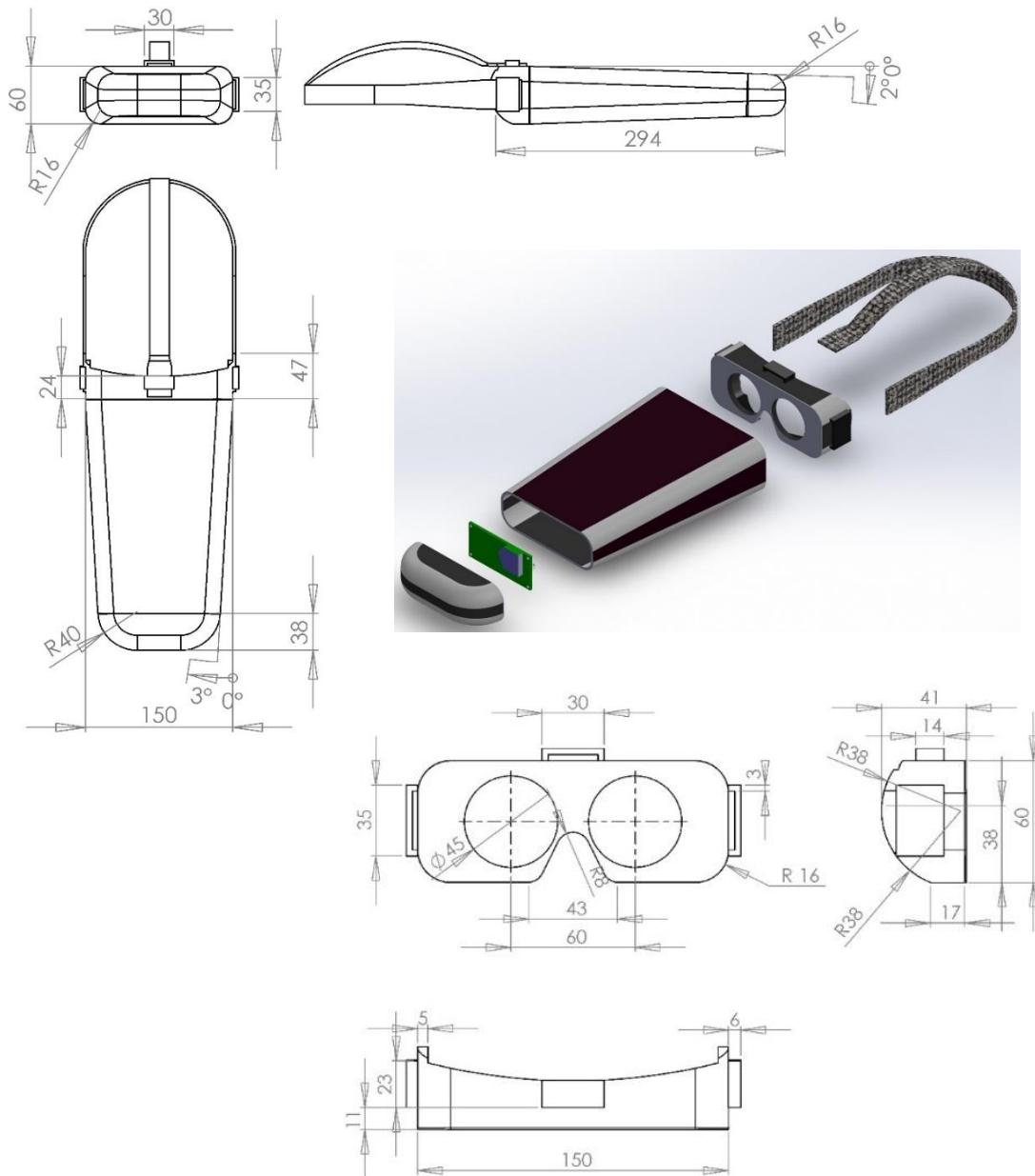
VISTA SUPERIOR



5.4 DIMENSIONES GENERALES DE LOS COMPONENTES

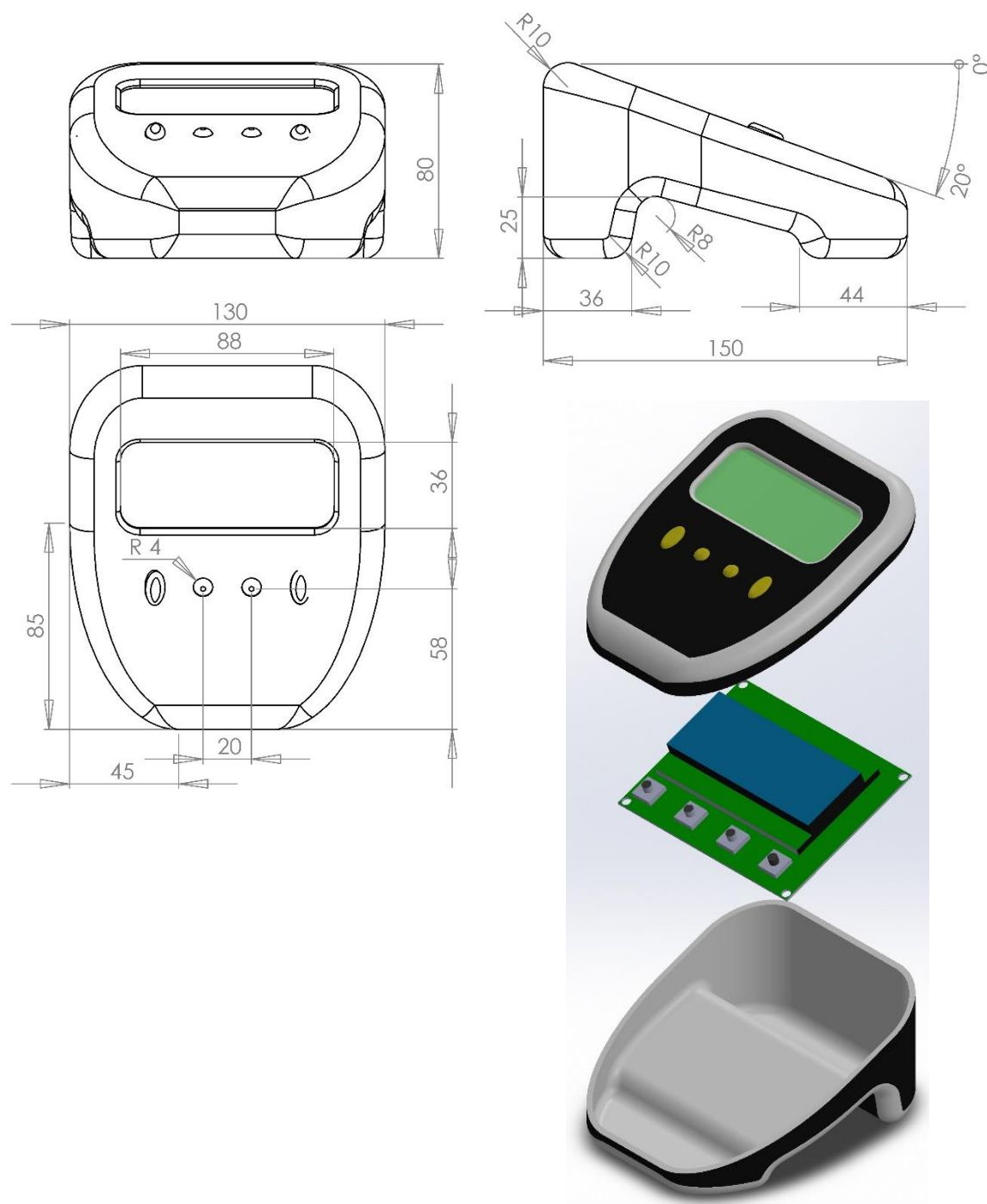
5.4.1 Dimensiones del actuador

Fig. 45 – Modelado Virtual del Actuador y dimensiones



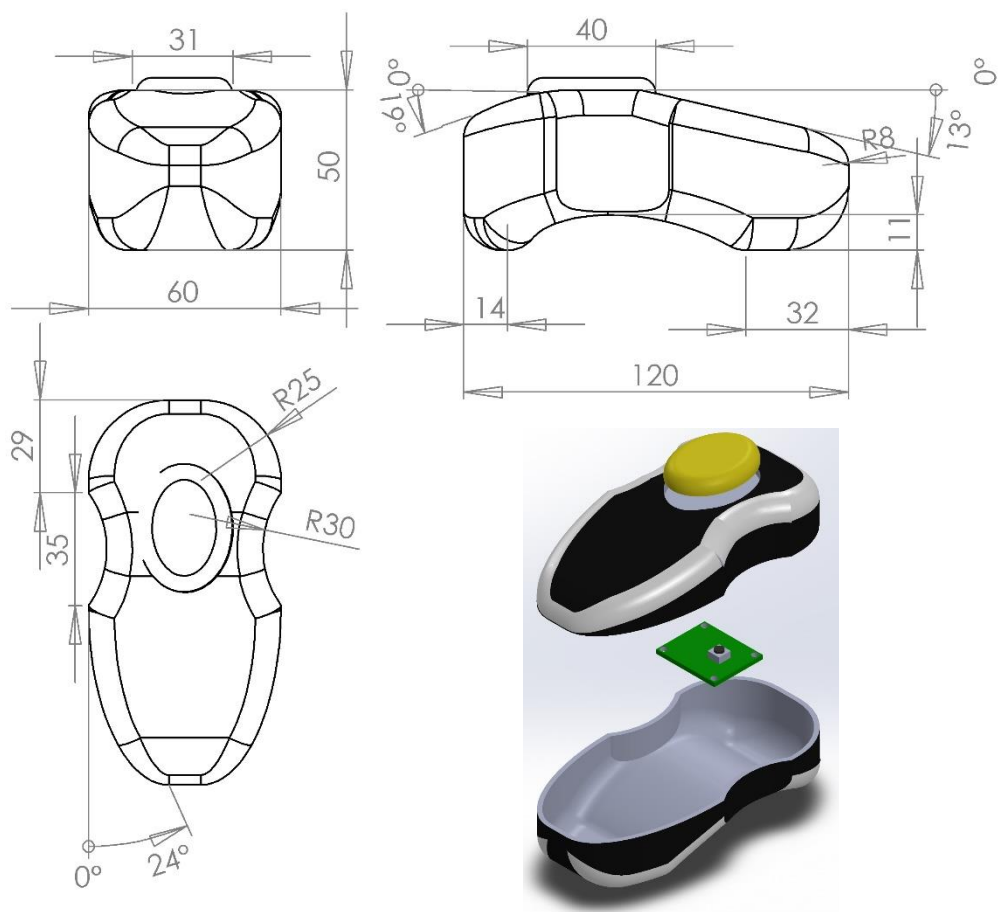
5.4.1 Dimensiones de la caja control

Fig. 46 – Modelado Virtual del control y dimensiones



5.4.2 Dimensiones del indicador

Fig. 47 – Modelado Virtual del Indicador y dimensiones



5.5 DESARROLLO TECNICO Y CONFIRMACION DE REQUERIMIENTOS

5.5.1 Comparativos. En el planteamiento, de esta nueva propuesta, del sistema de medición crítica de fusión, se analiza un comparativo entre el equipo existente y el nuevo modelo funcional para el desarrollo de mencionada prueba. En el capítulo 4.8 se mencionan los requerimientos necesarios, para cumplir con las mejoras y las nuevas características que debe presentar el dispositivo.

Fig. 48 – Comparativo

Dispositivo Lafayette



Dispositivo Medico Ocular



EQUIPO MEDICO OCULAR		EQUIPO LAFAYETTE	
Portabilidad			
La portabilidad se define para este producto, como la caracterización de fácil transporte del equipo ocular. Esto se logra gracias a la implementación electrónica desarrollada, el sistema tecnológico desarrollado permite, que el dispositivo, tenga autonomía, en los lugares donde pueda efectuarse la prueba.		El sistema presenta al usuario, un producto en estructura metálica, debido a su peso y volumen, representa dificultad para traslado a otro lugar de poder realizarse la prueba.	
Requerimientos Electrónicos			
El diseño electrónico da como resultado que se obtuvo tres diagramas de bloques, los cuales cumplen con un luz RGB (rojo, verde y azul), se establece por medio del microcontrolador intensidad lumínica ascendente y descendente, los módulos RF e IR solucionan las comunicaciones de manera inalámbrica entre cada componente y la energización del sistema tiene dualidad de red eléctrica y baterías ion-litio 3.7 V como fuente de alimentación.		Cuenta únicamente con un color de luz blanco-amarillento, su única fuente de alimentación es red eléctrica y la comunicación entre cada uno de sus componentes es por cableado.	
Requerimientos Formales			
Se diseña un visor tipo snorkel, con esto se soluciona usuarios 20/20 y con corrección visual, la reflexión de luz es nula gracias al recubrimiento etilvinilacetato.		En las paredes presenta reflexión de luz y el visor tiene dualidad de usuario, pero el mismo debe controlar una postura para el no paso de luz.	

Este modelo se ha diseñado, con el objetivo de comprobar que cada una de las características aquí representadas de forma, tamaño y volumen, son las más cercanas a las que un usuario – paciente, experimenta al momento de efectuada la prueba.

El estudio realizado, se basó en la investigación de la percepción de los usuarios frente a la prueba, prueba que en el campo médico no es conocida, ya que pertenece al perfil investigativo de los especialistas, que realizando pruebas y realizando comprobaciones de uso, en la búsqueda de respuesta, ante interrogantes médicos, se pueden plantear más versiones del modelo, mejoras y cambios.

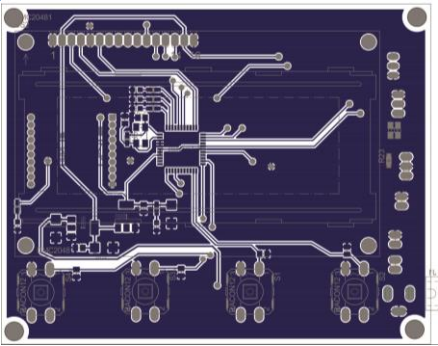
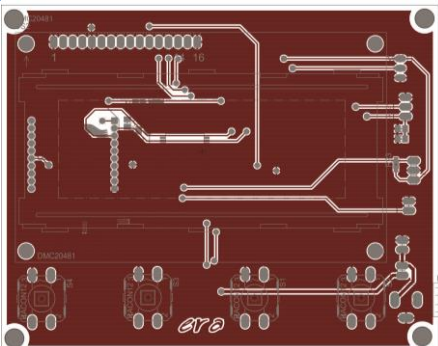
5.6 DISEÑO ELECTRONICO

Fig. 49 – PCB e impresos

COMPONENTE ELECTRONICO CAJA CONTROL

Componente caja de control, es en el cual, el médico especialista determina los parámetros de frecuencia critica de fusión y dar inicio a la prueba



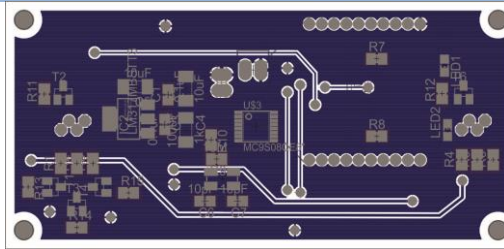
IMPRESO FRONTAL	IMPRESO POSTERIOR
	

COMPONENTE ELECTRONICO CAJA CONTROL

Componente caja de control, es en el cual, el médico especialista determina los parámetros de frecuencia crítica de fusión y dar inicio a la prueba



IMPRESO FRONTAL



IMPRESO POSTERIOR

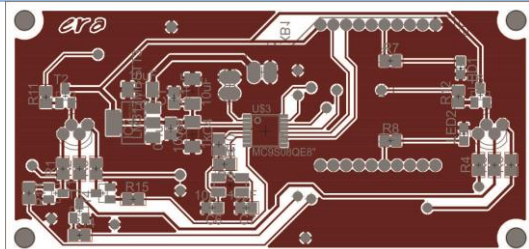


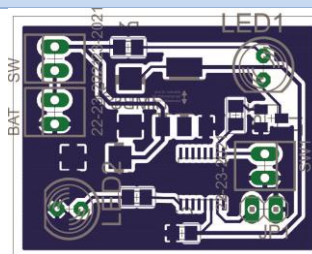
Fig. 50 – Circuito impreso Indicador

COMPONENTE ELECTRONICO
INDICADOR

Componente indicador, por medio de este el paciente da respuesta, al estímulo de la luz parpadeante, obtenido en el actuador.



IMPRESO FRONTAL



5.7 REPRESENTACIÓN DEL USO DE LOS COMPONENTES

Fig. 51 – Representación del uso de los componentes

ACTUADOR	
CAJA CONTROL	
INDICADOR	

5.7.1 Validación del modelo

Fig. 52 – Validación del modelo final



5.7.2 Detalle del sistema electrónico: LCD ON

Fig. 53 – Detalle del sistema electrónico LCD - ON



5.8 MODELO DEL EQUIPO MEDICO DE MEDICIÓN OCULAR

Fig. 54 – Modelo final



5.8.1 Descripción del modelo final. En esta parte del proyecto, se ha definido cada uno de los componentes necesarios, para desarrollar la prueba.

Este modelo se ha desarrollado como base fundamental, para el inicio de un proceso investigativo y profundo, necesario, para el mejoramiento de dispositivos, que son requeridos en el área de salud, desde el ámbito científico.

Realizadas las pruebas respectivas de uso, en las cuales el especialista determinó lo bueno y lo malo de la nueva propuesta, pues es quién mejor conoce las necesidades propias, para un desarrollo exitoso del dispositivo.

Tomando en cuenta la experiencia interdisciplinar, que hizo parte del proceso evolutivo y de construcción del proyecto, es de anotar tres definiciones importantes, en la resolución del desarrollo de nuevas propuestas técnicas y tecnológicas, encaminadas a dar solución nuevas necesidades en el área de la investigación y la innovación. Las cuales son:

- **Mantenibilidad** Propiedad de un sistema que representa la cantidad de esfuerzo requerida para conservar su funcionamiento normal o para restituirlo una vez se ha presentado un evento de falla. Se dirá que un sistema es "Altamente mantenible" cuando el esfuerzo asociado a la restitución sea bajo. Sistemas poco mantenibles o de "Baja mantenibilidad" requieren de grandes esfuerzos para sostenerse o restituirse¹⁹
- **Sostenibilidad** Es un término ligado a la acción del hombre en relación a su entorno, se refiere al equilibrio que existe en una especie basándose en su entorno y todos los factores o recursos que tiene para hacer posible el

¹⁹ MANTENIBILIDAD [Disponible en: www.wikipedia.com/mantenibilidad] [Citado Marzo de 2015]

funcionamiento de todas sus partes, sin necesidad de dañar o sacrificar las capacidades de otro entorno²⁰

- **Repetitividad:** Calidad de repetitivo.²¹

La mantenibilidad, la sostenibilidad y la repetitividad, son términos y metas claras que hoy en día se toman muy en cuenta en el desarrollo de productos en ingeniería, este proyecto se encuentra relacionado con estas directrices para un desarrollo óptimo en la incursión de estos posibles nuevos productos.

El diseño industrial no debe estar ajeno a estos requerimientos de producción, por el contrario, se deben convertir en principios para las propuestas e implementaciones futuras, en cualquier campo de acción en el cual intervenga la disciplina como tal.

Este es el comienzo, una nueva familia de productos, en lo que se refiere al desarrollo de la medición de la frecuencia crítica de fusión, tomando en cuenta, sus campos de aplicación, y de ser difundida, desde la academia como una necesidad cotidiana, el impacto esperado, será sorpresivamente satisfactorio, pues lo que se puede llegar a determinar con este proceso, será en pro de condiciones de vida, seguras en lo referente a la prevención.

²⁰ SOSTENIBILIDAD [Disponible en: www.wikipedia.com/sostenibilidad] [Citado Marzo de 2015]

²¹ REPETITIVIDAD [Disponible en: www.rae.es/repetitividad] [Citado Marzo de 2015]

6. CONCLUSIONES

En el proceso evolutivo del concepto de este proyecto, se logró con éxito implementar las necesidades expresadas por el especialista, en un mismo punto de destello de luz con cambio de color, comunicación entre los componentes de forma inalámbrica e implementar toda la caracterización con productos adquiridos regionalmente, sin afectar el resultado de la prueba.

El control y el mando respuesta presentan una forma favorable por parte de los usuarios, ya que por su forma robusta, propuesta a partir de la solución electrónica planteada, se plantea en la validación percepciones de seguridad, pues permite que el usuario esté mas atento en el uso del dispositivo. En el caso del control, el especialista puede trasladarlo de un punto a otro, sin que ello cause molestia alguna.

Desde la fabricación manual de los modelos, se puede determinar con más exactitud, el planteamiento del prototipo que corresponde a la versión de este proyecto. Encontrando con más claridad, el planteamiento que se puede generar en la ayudas CAD, con las que se trabaja para el desarrollo de productos industriales.

Se plantea una propuesta, respetando los requerimientos exigidos por el especialista, para que el desarrollo de la prueba no presente errores o inconsistencias. Se logra plantear un modelo, en el cual el usuario, solo tendrá como punto de partida, interactuar con la luz led y de forma autónoma dá respuesta y ofreciendo un resultado.

Este proyecto (modelo funcional) es el inicio del desarrollo de productos con mayor asequibilidad al área local y nacional, igualmente, es el inicio de una familia

de productos, solucionando el inconveniente que hay, al tener que adquirir este tipo de equipos por medio de la importación y a un precio elevado.

En la mejora de esta propuesta, se evidenció que se puede mejorar la calidad de los impresos pcb, los cuales se observó, que tras la manipulación de uso y ensamble, presentó deterioros, los cuales requirieron reparaciones, para su óptimo funcionamiento, de la mano con esto, se sugiere por parte de los expertos, utilizar soldaduras de plata, para garantizar a un más el producto. Estas consideraciones, están estipuladas dentro de los parámetros de obtención de materiales y costos no muy elevados.

BIBLIOGRAFÍA

ALI, M., KHALEQUE, A., KHANAM, M. et al (1994). Critical Flicker frequency of mentally retarded and normal persons. *Percept. Mot. Skills* 79 (3 pt 1): 1235 - 8

Almirall, P. (1986). Efectos negativos de la carga mental: aspectos teórico-metodológicos.

ANASTASI, A. Test psicológicos. La Habana: Instituto del Libro. 1970.

APLICACIÓN DEL DISEÑO CONCURRENTES, EN LA PYME CHILENA. Desarrollo y Manufactura de ayudas técnicas. Proyecto FDI C699-TC02, Fyrma Gráfica Santiago, Chile. 2002

ARTEAGA, M., CÁRDENAS, D., DELGADO, M. Influencia del esfuerzo físico anaeróbico en la visión periférica vertical y horizontal. *Temas: Comportamiento neuro-ocular, latencia y activación del nervio ocular, definición de la percepción cromática*. Revista de Motricidad. 2000.

BARRIOS, R. (2002). Consideraciones sobre métodos de control psicológico en el entrenamiento de resistencia. Revista digital. Buenos Aires

<http://www.efdeportes.com> año 8 N° 45.

BOBON, D., LECOQ, A., VON FRENCHHELL, R. et al. (1982). Critical Flicker fusion Frequency in psychopathology and psychopharmacology. Review of literature. *Acta Psychiatr. Belg.* 82 (1) 17 - 112.

CONSULTA DE COSTOS DE COMPONENTES ELECTRÓNICOS. [Disponible en: <http://www.sigmaelectronica.net/>] [Citado Marzo de 2015]

CURRAN Stephen and WATTIS John P. Critical Flicker Fusion Threshold: A Useful Research Tool in Patients with Alzheimer's Disease. Division of Psychiatry and Behavioral Sciences, 15 Hyde Terrace, University of Leeds, Leeds LS2 9JT, UKMansion House, Leeds CMH Trust, Mean wood Park Hospital, Tongue Lane, Leeds LS6 4QB, UK.

Efecto de la ingesta de café sobre la frecuencia crítica de fusión en una muestra de estudiantes universitarios Editorial Publicaciones UIS-Revista UIS. Volumen 41 No1 2009.

FISIOLOGIA DE LA VISIÓN, DISTANCIA LEJANA Y CERCANA. DEFINICIÓN. [Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/>] [Citado Octubre de 2013]

FUNDAMENTOS DE COLORIMETRÍA. Aplicado a la prueba de frecuencia critica de fusión. Pascual Capilla, José M Artigas y Jaime Pujol. Ediciones Maite Simons. 2002. Página 16. [Disponible en: <http://www.google.books.com/k/>] [Citado Octubre de 2013]

GHOZLAN A., WIDLOCHER, D. (1993). Ascending-descending threshold difference and internal subjective judgment in CFF measurements of depressed patients before and after clinical improvement. Percept. Mot Skills 77 (2): 435-9

INFORME PRÁCTICA DE LA MEDICIÓN FRECUENCIA CRITICA DE FUSIÓN. Laboratorio de óptica fisiológica y psicofísica de la visión. Departamento de Óptica de la Universidad de Granada.

Influencia de la fatiga en la agudeza visual dinámica y frecuencia crítica de fusión en un grupo de motoristas de élite participantes de una prueba de resistencia de 24 horas. Autor:Francisco Javier Vivó Sánchez, Directora del trabajo: Dra. Lluïsa Quevedo i Junyent. D.O.O. Departament d'Òptica i Optometria de la Universitat

Politécnica de Catalunya. Trabajo de Maestría. Junio/2009 [Disponible en <http://upcommons.upc.edu>] [Citado Agosto de 2014]

JONES M., KENNEDY, R. (1995). Temporal factors in visual perceptions: a differential approach. *Percept. Mot. Skills* 81 (3 pt 1): 859 - 67.

LUCZAK A., SOBOLEWSKI A. (2000). The relationship between critical flicker fusion frequency and temperamental characteristics. *Int. J. Occup. Saf. Ergon.* 6 (4): 493 - 505.

MARTÍNEZ, A. (2001). Relación entre el método directo e indirecto en la medición de fatiga. *Revista Digital*, Buenos Aires <http://www.efdeportes.com> año 6 N° 31.

MITSUHASHI, T. (1996). Evaluation of stereoscopic picture quality with critical flicker frequency (CFF). *Ergonomics* 39 (11): 1344 -56.

MONDELO Pedro R., GREGOR TORADA Enrique y BARRAU BOMBARDO Pedro. *Ergonomía 1. Fundamentos*. Alfaomega, Ediciones UPC. Catalunya. 3ª Edición. 2000.

ÓPTICA PURA Y APLICADA. [Disponible en: <http://www.google.books.com.co/>] [Citado Octubre de 2013]

PROGRAMA NACIONAL DE TECNIFICACIÓN DEPORTIVA - Valoración antropométrica: Protocolo de medición. Madrid 2002.

REGÜELA SÁEZ, Susana. Doctorado de Psicología del Aprendizaje Humano. Universidad Autónoma de Barcelona, Facultad de Psicología -Trabajo de investigación, Curso 2002-03.

REVISTA SALUD MENTAL. La atención selectiva: Teoría, estructuras cerebrales, y mecanismos neuroquímicos implicados. 2008

REVISTA CUBANA DE HIGIENE Y EPIDEMIOLOGÍAVERSIÓN On-line ISSN 1561-3003 Revista Cubana v.33 n.1 Ciudad de la Habana ene.-jun. 1995.

[Disponible en: www.scielo.sld.cu/] [Citado Julio de 2014]

ROKY R., IRAKI, L., HAJKHLIFA, R. et al. (2000) Daytime alertness, mood, psychomotor performances and oral temperature during Ramadan intermittent fasting. Ann. Nutr. Metab. 44 (3): 101 - 7.

SALIB Y., PLOURDE G., ALLOUL K. et al. (1992). Measuring recovery from general anesthesia using critical flicker frequency; a comparison of two methods. Can. J. Anaesth. 39 (10): 1045 - 50.

ULRICH Karl, EPPINGER Steven D. Diseño y desarrollo de productos. Editorial McGrawHill. Pensylvania, EEUU. 2008.

UN MÉTODO PARA SU EVALUACIÓN. Tesis de doctorado. Biblioteca Nacional de Ciencia y Técnica. T-213 - 88. La Habana. 1993

ANEXOS

Anexo A. Condiciones físicas para la prueba

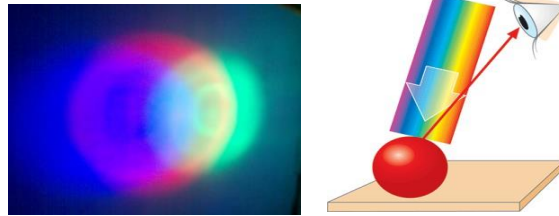
PAUTAS PARA EL USUARIO

- El usuario, al tener interacción con el modelo a formular observara tres tipos de luz: roja – verde – azul (RGB), de exposición independiente, y cada una de ellas mostrará una intermitencia o parpadeo ascendente descendente-simultaneo.

COMPORTAMIENTO NEURO – OCULAR

- Por medio de los conos y bastones, se manifiesta una reacción ante la exposición anteriormente especificada. De acuerdo a la activación de cada uno de ellos, los neuro-receptores transportarán una información, con la cual , mediante una medición eléctrica, encontrará el médico un dato de investigación.
- Latencia de activación es el tiempo que transcurre entre el inicio de un estímulo eléctrico y la despolarización de la fibra nerviosa para iniciar la conducción a través de axón, los tipos de fatiga que encontraremos son:
 1. **Normal:** simple deterioro, constituye una señal de alarma
 2. **Crónica:** el pensamiento sigue su actividad, consiguiéndola a costa de un esfuerzo creciente de voluntad.
 3. **Patológica:** desestabilización de las funciones reguladoras e integradoras del hipotálamo.

ESPECIFICACIÓN DE HAZ DE LUZ:



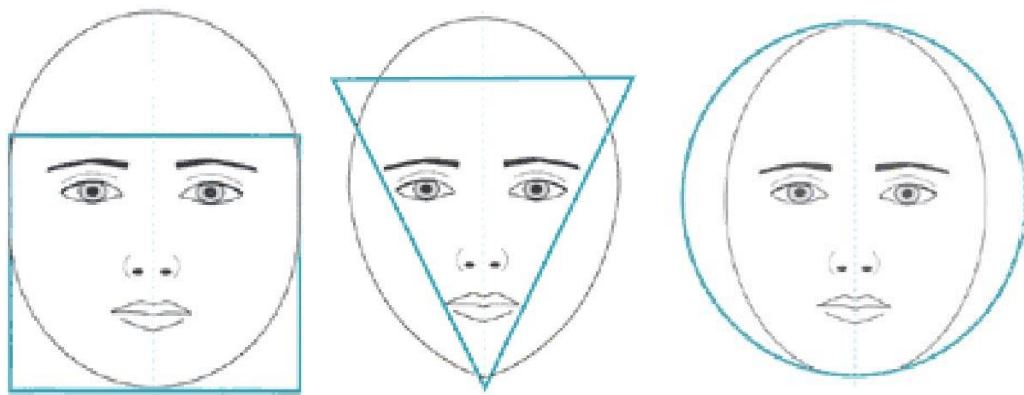
- Como parámetro exigido por parte del grupo de investigación de neurociencias, requieren que el haz de luz tenga la opción de cambio de color, rojo, verde, azul (RGB)
- Aplicación del Percentil 95 como dimensión máxima y 5 como dimensión mínima
- Comprobar la portabilidad del equipo, de acuerdo a su tamaño y forma.
- Corregir la comodidad del visor, ya que es la parte importante donde el usuario interactuará el desarrollo de la prueba.
- Determinar que el usuario, entiende la prueba, con esto comprobar que la función del equipo es clara.

ESPECIFICACIONES ANTROPOMÉTRICAS:

Se hace énfasis en los parámetros métricos que se deben tener en cuenta y respetar al diseñar el flicker:

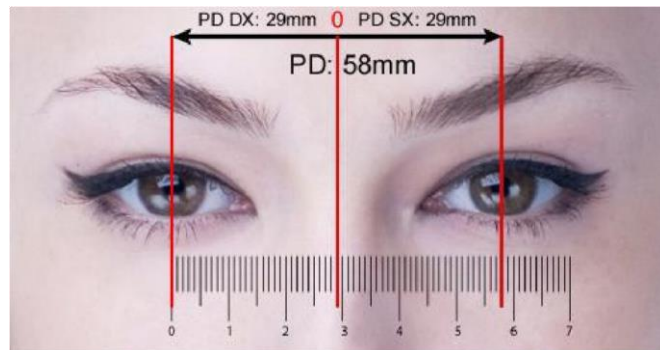
- 1 **Distancia interpupilar** : Distancia entre las pupilas de ambos ojos a una determinada distancia de visión (cerca o lejos) en milímetros. Las distancias de lejos y de cerca son diferentes, ya que de cerca los ojos convergen, y de lejos los ojos están en posición primaria, en otras palabras, no convergen.

- 2 Distancia mínima de visión clara:** Capacidad de acomodación para objetos cercanos, cuyo relieve podemos percibir con completa claridad.
- 3 Distancia ancho del rostro:** De acuerdo a la población colombiana, encontramos diferentes caracterizaciones de rostro, de acuerdo con este parámetro, se realiza un proceso de indentificacion de las distancias obtenida en dicha población.

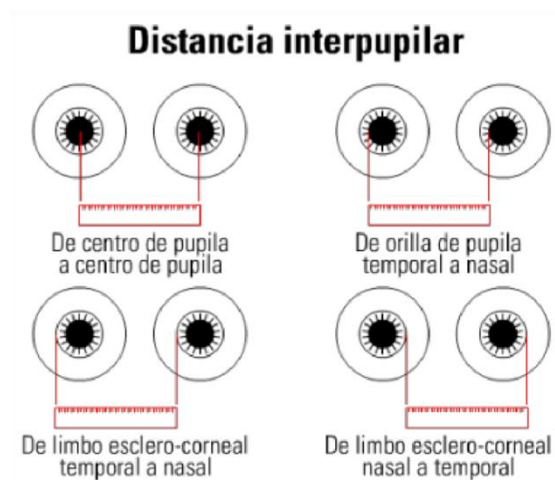


- 4 Distancia entre cejas y nariz** Tomando en cuenta los anteriores requerimientos, para obtener datos ergonómicos, necesarios para desarrollar el modelo funcional para realizar el test o prueba, determinando un grupo aproximado de 20 a 25 personas, y basándonos en el percentil 95 dentro de la población colombiana, más puntualmente regional, se obtuvieron datos y conclusiones.

DISTANCIA INTERPUPILAR



Distancia existente entre la pupila del ojo derecho y la del ojo izquierdo a una determinada distancia de visión y se establece en milímetros.

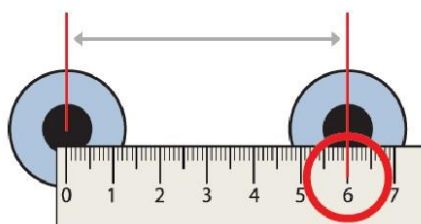


MÉTODO DE TOMA DISTANCIA INTERPUPILAR

Pedir al paciente que fije la mirada en un blanco a la distancia.

1. Colocarse frente al paciente.
2. Colocar la regla milimétrica por encima del puente nasal del paciente.

3. Alinear el punto cero de la regla con el limbo temporal del ojo derecho del paciente.
4. Leer la medición que se alinea con el limbo del ojo izquierdo del paciente.
5. Repetir la secuencia para confirmar una lectura reproducible.



Muestra de mediciones población regional

SEXO	EDAD	ESTATURA(m)	ALTURA DE OJOS (cm)	DISTANCIA DE PUPILAS (cm)	ANCHO DE OJOS(cm)
Hombre	19	1.70	1.2	6.5	12
Hombre	20	1.70	1.0	5.5	14
Hombre	21	1.65	1.0	8.8	18
Mujer	20	1.52	0.9	6.0	16
Mujer	19	1.60	0.8	5.5	12
Hombre	19	1.80	1.0	5.0	14
Mujer	20	1.60	1.0	5.2	15
Hombre	22	1.70	1.0	8.8	12
Mujer	22	1.65	1.0	5.0	14
Mujer	23	1.50	1.0	5.5	16
Mujer	24	1.58	0.9	6.5	18
Mujer	24	1.65	1.0	6.0	12
Hombre	26	1.70	1.0	6.2	15
Hombre	55	1.72	1.0	6.2	18
Mujer	47	1.68	0.9	6.0	16
Hombre	58	1.68	0.8	5.5	16
Mujer	62	1.50	1.0	6.5	16
Mujer	81	1.45	1.0	5.5	12
Hombre	20	1.68	0.8	7.0	15
Hombre	22	1.75	0.9	6.5	18

Hombre	23	1.80	1.0	8.2	12
Hombre	24	1.68	1.0	6.5	14
Mujer	20	1.70	1.0	5.5	15
Hombre	21	1.60	0.9	5.2	14
Hombre	19	1.62	0.9	6.0	14
Mujer	68	1.65	0.9	6.5	12
Hombre	38	1.70	1.0	7.5	14
Mujer	26	1.58	1.0	6.2	12
Mujer	27	1.52	1.0	6.5	12
Mujer	19	1.60	0.9	5.5	12

FUENTE: Autor

PARAMETROS FIJOS

- La carcasa del equipo debe ser opaca, no debe reflejar la luz.
- No puede entrar luz externa o ajena a los LED.
- La distancia mínima entre la luz y el observador será de 25 cm.
- La distancia máxima entre la luz y el observador será de 32 cm
- La altura del flicker será de 7-10 cm
- El ancho máximo del flicker será de 12-17 cm
- Se deben tener tres fuentes puntuales de luz: roja, verde y azul, utilizando el formato RGB, sin embargo no debe haber diferencia en la posición espacial de estos puntos.
- Se plantea un modelo dirigido a población saludable y sin problemas físicos visibles, o contundentes tales como, ceguera parcial, ausencia de extremidades superiores, epilepsia aguda, parcial o crónica, autismo, mongolismo.

Anexo B. Sugerencia entorno para realizar la prueba

1. Postura del usuario:

- Postura sedente: Puesta en posición de una o varias articulaciones, mantenida durante un tiempo más o menos prolongado, por medios diversos, con la posibilidad de restablecer en el en el tiempo la actitud fisiológica más perfecta.

2. Mobiliario

• Mesa

Aunque lo más recomendable es que el tamaño de la mesa esté en relación con el tamaño del usuario, aquí daremos las medidas estándar recomendadas por autores expertos en la materia y por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo.

El tamaño 90 x 120 cm es el mínimo recomendable y 75 cm de altura si es fija (pudiendo variar entre 65-75 cm). Al igual que en los quipos, su acabado debe ser mate.

• Silla

Debe ser regulable en altura y tapizada de tejido transpirable. Es importante que la silla cuente con respaldo regulable con forma convexa permitirá que abarque toda la espalda, apoyando principalmente la zona lumbar. En el caso de tener que permanecer mucho tiempo sentados, deberá contar con reposacabezas.

3. Condiciones de trabajo:

Ruido: Debe ser lo más bajo posible, estableciéndose un límite que varía en función del trabajo que se desarrolla.

Iluminación: Tiene que ser uniforme y en condiciones ideales; es necesaria una luz ambiental de 250 lx.

Anexo C. Carga y fatiga mental

La carga y fatiga mental son fundamentales los componentes mentales del trabajo que se va a considerar, lo que en principio recaen en la disciplina de la psicología.

La carga mental da conocimientos fisiológicos básicos en lo referente a los mecanismos perceptivos, cognoscitivos y nemotécnicos.

La fatiga mental aporta conocimientos esenciales sobre las persecuciones de ciertas tareas en el plano social.

El trabajo físico implica mecanismos fisiológicos musculares y el trabajo mental implica mecanismos mentales es decir, tratamiento de la información. Pero ninguno de los dos se da de forma pura, sino que se complementan, de tal forma que todo trabajo físico, incluso el más elemental o gestual, es también mental por necesitar un mínimo de tratamiento de la información recibida; así como todo trabajo mental, aun el más el simple, es difícil que no necesite de alguna acción; es importante especificar bajo que aspectos se va analizar el trabajo, el físico o el mental, y es fundamentalmente por ser mayoritario.

Cuando hablamos de carga mental nos estaremos refiriendo al esfuerzo mental que requiere un determinado trabajo, aunque por otra parte podamos estar evaluando la carga física: En este trabajo mental están involucrados los mecanismos a los que hemos hecho referencia: percepción, tratamiento de la información, etc.; siendo todos ellos necesarios e independientes.

CONSIDERACIONES SOBRE EL TRABAJO MENTAL:

Normalmente, para la mayoría de los puestos de trabajo, la disminución de la carga física va acompañada de un crecimiento de la carga mental o de un

aumento de la cantidad de información que tiene que manejar, pero también puede suceder que exista una falta clara de tratamiento de información.

Sería más interesante y efectivo intentar valorar por separado la influencia que sobre la carga mental tienen los diferentes factores que intervienen, lo que servirá de guía para buscar posibles soluciones. Para esto es muy importante la realización de un producto análisis de tareas con objeto de intentar detectar las causas que influyen en el resultado de la valoración de la carga mental; podemos decir que el análisis de tareas se procede primero a una descripción de la tarea, donde se recogen los principales datos que permiten hacerse una idea de conjunto de la situación. Es importante que se recojan estos datos dentro de un grupo de cuatro apartados, atendiendo a diferentes aspectos en cada uno.

- 2 **El operador:** número que interviene y su papel, reparto de tareas, número de operarios que trabajan simultáneamente o sucesivamente y sus reglas, cualificaciones, formación, etc.
- 3 **La máquina:** estructura y dimensiones ,productos utilizados, producto tratado o fabricado, riesgos evidentes, medio ambiente(ruido, iluminación, temperatura)
- 4 **Las informaciones:** informaciones recibidas y emitidas por la máquina, informaciones recibidas y emitidas por el operador (tipo de receptores), informaciones formales e informales (tipos), datos de los que se sirve (en memoria a corto plazo y en memoria a largo plazo).
- 5 **Las acciones:** tipo de respuesta del operador y los estímulos desencadenantes, acciones no programadas o inhabituales (gestos), grandes formas operacionales, formas de tratamiento de la información, tipos de decisiones y tipos de regulación.

Además de esto se debe indicar: relaciones entre puestos, interferencias entre puestos, (utilización de los mismos espacios o útiles, riesgos de enmascaramiento de señales útiles), circulaciones generales y locales (materia primas, productos, personas...), distribución general (espacios, salidas, accesos).

Una vez recogidos los datos básicos, se hace necesaria una descripción dinámica del funcionamiento, esquematizando el desarrollo de las operaciones en su forma lógica y temporal. Otro aspecto importante en el análisis de tareas es proceder a identificar las “exigencias del trabajo”, es decir, aquellas variables que contribuyen a la carga de trabajo.

Aunque el concepto “carga de trabajo” se verá con más detenimiento, conviene ahora precisar que se debe distinguir entre carga y esfuerzo.

- **Carga (estrés):** conjunto de exigencias del trabajo o de la tarea, no dependiendo de las características del trabajador.
- **Esfuerzo (strain):** conjunto de consecuencias de la carga sobre el trabajador, lo que dependerá de la actividad puesta en juego que será función de las secuencias particulares y las características individuales. Por otro lado la carga y la fatiga mental están influenciadas por el entorno inmediato, entre las más destacadas encontramos:
- **Ruido:** puede provocar una disminución de la atención y un deterioro en los trabajos que demandan concentración, rapidez y destreza, provocando mayor desgaste nervioso y mayor fatiga.
- **Temperatura:** si son demasiado bajas o demasiado altas pueden provocar disminución de la atención con sus consecuencias derivadas.
- **Iluminación:** al estar directamente relacionada con la percepción (la vista es el sentido por la excelencia), es muy importante la luminosidad, el contraste, el tamaño del objeto, la distancia objeto-ojo, los brillos, etc., pudiendo influir de forma decisiva en la velocidad de ciertas funciones psíquicas y en la aparición de la fatiga.

Sobre la carga mental en el trabajo, J.Leplat señalo que depende de dos factores fundamentales: Exigencias de la tarea: directamente relacionadas con la característica del trabajo. Capacidades del individuo: relacionados con su grado de movilización.

Para evaluar la carga mental se han apoyado fundamentalmente en el concepto de fatiga. Pero este concepto no resulta del todo claro, pudiendo diferenciar dos clases de fatiga, de que alguna manera llega a estar relacionadas:

Fatiga física: es la fatiga muscular. Tiene un efecto sobre el musculo que trabaja, pero además puede tener efectos sobre otros músculos que no trabajan y sobre el sistema nervioso, como consecuencia de la liberación de sustancias toxicas, como el ácido láctico.

Fatiga nerviosa: tiene un efecto directo en el centro nervioso y el cerebro. Puede ser causada por una carga muscular excesiva, como acabamos de ver, pero fundamental mente tiene su origen en una sobrecarga de los órganos sensoriales: Condiciones ambientales desfavorables (luz, ruido, temperatura) pueden fatigar los órganos sensoriales. Exceso de demanda, provocando fatiga en el sistema perceptivo, que tiene relación más directa con el cerebro que con los órganos sensoriales.

La fatiga puede darse o considerarse en tres niveles diferentes:

Normal: simple deterioro pasajero que constituye una señal de alarma (límite del organismo).Para le musculo, la función protectora autorreguladora viene dada por el reposo. Para el cerebro, es necesario un cambio de dirección del pensamiento y el abandono del pensamiento consciente y voluntario, dejando de prestar atención y cayendo en un estado de imaginación vaga y somnolienta.

Crónica: se presenta cuando, a pesar del estado anterior de fatiga; el pensamiento sigue su actividad, consiguiéndola a costa de un esfuerzo creciente de voluntad. En estos casos la fatiga deja de ser pasajera y pasa a ser crónica.

Patológica: se provoca cuando el estado anterior se mantiene durante un tiempo, produciéndose una desestabilización de las funciones reguladoras e integradoras del hipotálamo, derivando en graves perturbaciones psicosomáticas (modificaciones del humor y carácter, perturbaciones del sueño, astenia mental, etc.).

Para A. Wisner, todas las actividades laborales pueden tener tres aspectos que están interrelacionados y que pueden influir en la carga de trabajo:

Carga física: debido al esfuerzo muscular

Carga cognitiva: debida al esfuerzo mental

Carga Psíquica: debida al componente afectivo de la tarea: es la aparte emocional del trabajo.

Se considera que las tareas con cargas cognitivas predominan a aquellas que son organizadas de forma muy estricta y en las que se da una obligación de rapidez que impone el propio ritmo, indicando que también se deben considerar los trabajos complejos donde interaccionan diversas tareas y se da un desequilibrio entre las exigencias el trabajo y el personal disponible.

El resultado final de la carga mental influyen de manera importante factores como las dificultades perceptivas, que entorpecen la lectura de los elementos informativos, lo que contribuye de forma importante en el esfuerzo mental requerido para la ejecución de la tarea.

La carga psíquica se refiere a ciertos aspectos que llevan inherentes el propio trabajo, y se puede definir como los niveles de conflicto en el seno de la representación consciente e inconsciente de las relaciones entre la persona y la situación, considerando también las alteraciones afectivas que son provocadas por las situaciones como la fatiga, la falta de sueño, la sobrecarga, trabajos peligrosos, etc.

TOMA DE INFORMACION Y PROCESOS PERCEPTIVOS:

Se considera que el estímulo no es solo una cantidad de energía, ni existe por ese momento de su actuación: hay que añadir a esa estructura una situación determinada, con un contenido significativo, que proporciona información según las características de cada organismo, es decir, los sujetos estructuran el ambiente en un mundo significativo.

Respuesta: Si nos referimos a las personas que emiten el organismo, las podemos definir como todo cambio en el medio interno o externo introducido por el organismo ante una estimulación.

Sensibilidad: Es una actividad informativa que responde a estímulos-energía y su papel es traducirlos a señales del código perceptual, sobre lo que se basa la percepción: Pero el problema es cómo explicar la conexión entre estructuras y procesos fisiológicos con experiencias sensoriales y cualitativas.

Podemos clasificar la sensibilidad según el tipo de información que suministra en tres tipos:

Interceptiva: señales o sensaciones sobre el medio interno (sobre la situación homeostática del organismo)

Esteroceptivas: informan del ambiente externo. Se alude a modalidades sensoriales clásicas (visuales y auditivas), pero acercándose a la actividad simbólica del pensamiento.

Propioceptivas: informan de todas las respuestas (eferentes y aferentes) afectando a señales de feed.back. Es lo que llamamos conciencia reflejo, definiéndolas:

Eferentes: Son reacciones musculares complejas, como la motricidad y la actividad glandular.

Aferentes: Donde se da la captación de la información, la cual las podemos llamar sensibilidad.

Percepción: Es un proceso por el que el organismo se informa de los objetos y de los procesos que se manifiestan en ellos, mediante la configuración sensorial de estímulos informativos. Es la captación de la realidad a través de los sentidos, de tal manera que no se perciben cualidades sensoriales, sino objetos, y estos se hacen manifiestos a través de la experiencia; pero la experiencia no es un reflejo pasivo ni una captación solo figura del objeto, sino que para percibir es necesario saber sobre los objetos y sus relaciones. En la percepción están imbricadas funciones cognitivas, afectivas y motivacionales, por lo que se encuentra abierta a la interpretación de la información estimular.

PARAMETROS Y DETERMINANTES ATENCIONALES:

Determinantes Externos: la atención es algo intrínseco al sistema nervioso, pero para que se necesita el estímulo del medio aunque no todos los estímulos son capaces de captar nuestra atención, siendo necesario para ello que reúnan ciertas características que han sido claramente establecidas por la psicología científica.

Anexo D. Costos

Dentro de la fabricación del modelo funcional, se toma en cuenta los materiales finalmente involucrados en el desarrollo del modelo. Dentro de la experiencia, se evidenció que el costo real fue más elevado, al finalmente implementado, dado que en el proceso, se presentan cambios y reconsideraciones frente a las propuestas virtuales y prediseñadas.

MATERIALES MODELO	CANT	COSTO X UNIDAD (\$)	VALOR (\$)
PANTALLA LCD 2 X 16 FONDO VERDE	1	15.000	15.000
ADAPTADOR CORRIENTE 110 V-GRADUABLE	1	25.000	25.000
JACK DC-ALIMENTADOR DE ENERGIA	1	500	500
MICROCONTROLADOR	1	35.000	35.000
REGLETA SENCILLA 1X40 MACHO – HEMBRA	2	800	1600
RIBON 20 HILOS X METRO	1	4500	4500
LED CHORRO 5 mm	6	500	3000
MOL 4 PINES CONECTOR + BASE	1	500	500
BORNERA 2 PINES	2	600	1200
INTERRUPTOR TIPO PULSADOR	1	600	600
CAPACITORES CERAMICOS REF SMD08– 1206	4	800	3200
BATERIAS Y PORTAPILAS	6	8000	48000
PCB. CIRCUITO IMPRESO	1	25.000	25.000
TORNILLOS VARIOS	12	125	1500
PINTURAS HIPERMEABILIZANTES X GLN	1/8	25.000	25.000
ETILVINILACETATO LAMINADO 1000X700 mm	1	155.000	155.000
HONORARIOS INGENIERO ELECTRONICO	1	400000	400000
SOLDADURA, AISLANTES E IMPRESOS	3	20.000	20.000
TRANSPORTES, SERVICIOS VARIOS	1	50.000	50.000
TOTAL MATERIALES			791.600

Anexo E. Análisis del concepto

Definición: Es una descripción escrita de las características físicas y perspectiva del producto y del paquete de beneficios, los cuales el fabricante proyecta para un número determinado de usuarios, posibles compradores. El objetivo primordial del desarrollo de concepto, determinar la noción de un producto, como un paquete de beneficios.

- **Objetivos para el Desarrollo del Concepto**

- Describir la satisfacción de las necesidades expresadas por el usuario (Médico).
- Innovar y desarrollar, tras el análisis de la viabilidad técnica del dispositivo.
- Comunicar una nueva identidad para el concepto manejado, referente al desarrollo del test.
- Definir el nuevo concepto del dispositivo, posicionándolo en el mercado, encontrando el nicho o segmento más acorde con las características ofrecidas

- **Análisis del Mercado Existente**

Cuando se propone el diseño de un nuevo dispositivo o el mejoramiento de alguno ya existente, por lo general, se realiza un trabajo de observación de qué puede ofrecer el mercado. Para este en caso en particular, no se cuenta con un amplio portafolio de productos para el tema aquí en desarrollo. Se ha tomado como punto de partida el modelo Lafayette 12021-600²² el cual proporciona algunos de los requerimientos manifestados por parte de los médicos interesados en la mejora de este dispositivo. Se ha realizado una selección comparativa de algunos productos que satisfacen otras necesidades en el mercado, pero que nos dará un punto de referencia, para el planteamiento del nuevo equipo médico y sus mejoras.

²² LAFAYETTE [Disponible en: www.laffayetteinstruments.com/FCF/index/equipement.]

VISORES (ACTUADOR)	PANTALLA DE MENÚ (CONTROL)	PULSADORES (INDICADOR)
 Fuente www.apple.com	 Fuente www.powersol.es	 Fuente http://products3.3m.com/catalog/au/en005/office
 Fuente www.weboryx.com	 Fuente www.ar.all.biz/aparatos-oftalmologicos/	 Fuente https://www.gatemotors.com
 Fuente www.armada.mde.es	 Fuente www.rdmediq.com.br	 Fuente http://www.energysistem.com/es/products

Anexo F. Encuesta Médico-Especialista

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER – FACULTAD DE INGENIERÍAS
FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
ENCUESTA 1-MEDICO ESPECIALISTA**

Como proceso del desarrollo investigativo, para diseñar un equipo ocular, para la medición de la frecuencia crítica de fusión en el diagnóstico del estado del sistema nervioso central, se hace necesario conocer con que tipos de productos se cuentan en el mercado para desarrollar la prueba.

Nombre del Especialista_____

Ocupación_____

1. ¿se cuenta en el mercado con un equipo, que permita realizar la medición crítica de fusión?

Si____No____

De ser “Si” la respuesta, por favor describa las características que presenta el equipo.

2. ¿considera que el equipo existente cuenta con todas las características necesarias, para llevar de manera exitosa la medición de la frecuencia crítica de fusión?

Si____No____

De ser “No” la respuesta, por enumere las características que debería presentar el equipo.

- | | |
|----------|----------|
| 1. _____ | 4. _____ |
| 2. _____ | 5. _____ |
| 3. _____ | 6. _____ |

3. Mencione las razones o argumentos por los cuales, es de importancia el diseño del equipo para la medición de la frecuencia crítica de fusión, con la características anteriormente mencionadas.

Anexo G. Encuesta usuario-paciente

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER – FACULTAD DE INGENIERÍAS
FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
ENCUESTA 2- USUARIO - PACIENTE**

Como parte de la investigación para el diseño de un dispositivo médico, que permita que la prueba se realice, por medio de un mando de respuesta, accionado por el paciente, se realiza una evaluación de parámetros, de acuerdo a la percepción del usuario.

Nombre _____
Ocupación _____

El siguiente objeto es un botón pulsador, por medio del cual usted apagará y encenderá el bombillo led, puesto en la protoboard. De acuerdo al listado de imágenes a continuación proporcionados, indique con cuál de ellas le resulta más efectiva realizar la acción.



➤ 1		➤ 4	
➤ 2		➤ 5	
➤ 3		➤ 6	

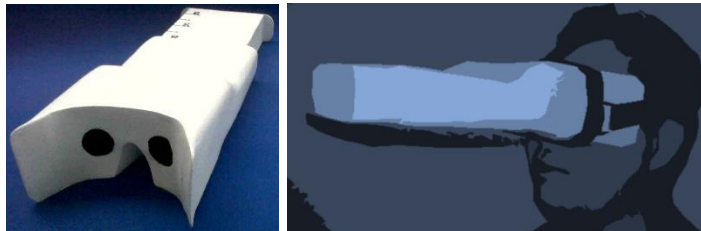
Anexo H. Encuesta usuario-paciente 2

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER – FACULTAD DE INGENIERÍAS
FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
ENCUESTA 2- USUARIO – PACIENTE**

Como proceso del desarrollo investigativo, para diseñar un equipo ocular, para la medición de la frecuencia critica de fusión en el diagnóstico del estado del sistema nervioso central, se hace necesario conocer el tipo de precepción que tiene un usuario frente al uso de un artefacto de uso facial.

Nombre _____
Ocupación _____

En un proceso académico, se está desarrollando una solución tecnológica, como aporte al mejoramiento de la resolución de interrogantes, que a diario se presentan en el área de la salud y donde los médicos gracias a la investigación, pueden encontrar respuestas. Para lo cual se solicita al usuario hacer uso del siguiente elemento:

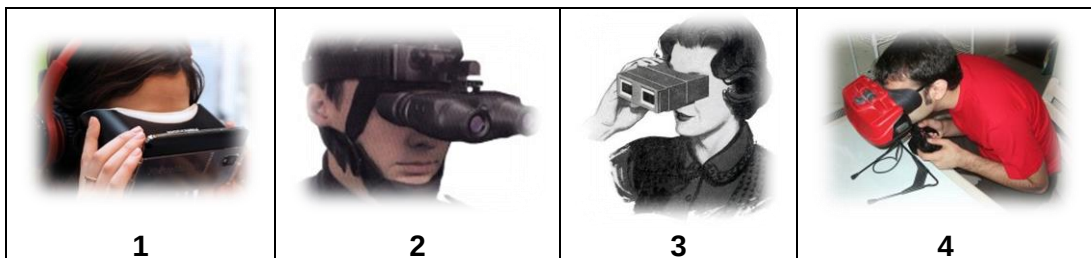


A.

B.

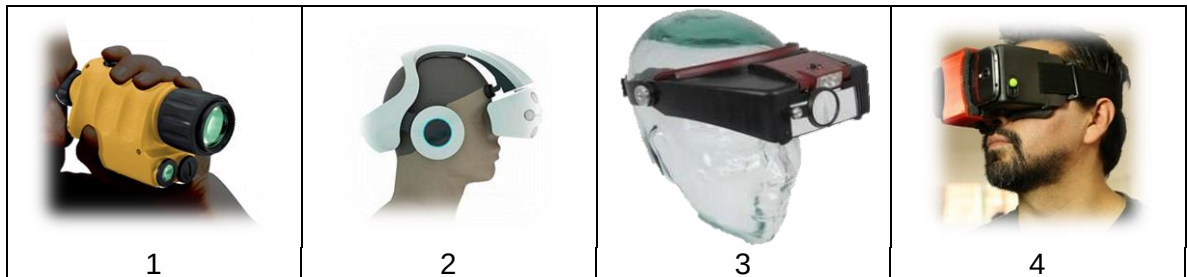
La alternativa A, no presenta sujeción, la alternativa B presenta sujeción, para lo cual se solicita responder los siguientes interrogantes:

1. Después del uso de los modelos A y B identifique cuál de las imágenes a continuación representa, para usted la que más coincide con su experiencia.

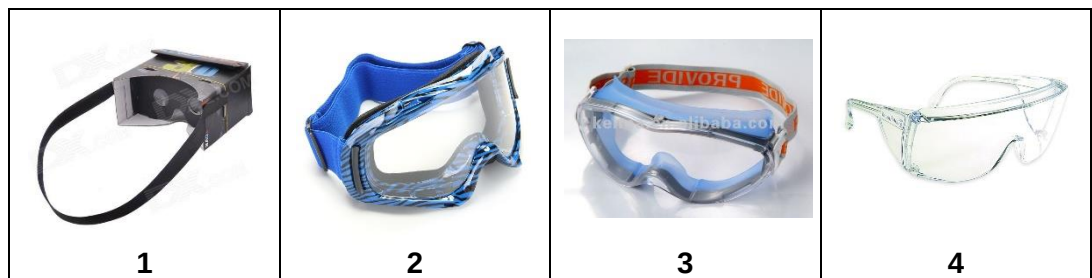


2. ¿Después de haber experimentado la prueba de uso anterior, considera usted que su vida se ve vulnerada tras el uso del artefacto?
Si___ No___ De ser “Si” por favor indique la razón.

-
-
3. Conociendo, el proceso de la prueba con el uso de las alternativas evaluadas en el interrogante 1, indique cuál de las siguientes imágenes considera usted, es la más acorde para el uso del artefacto.



4. Si tuviera que elegir un tipo de visor protector, de uso facial, tipo mascara de los siguientes usted cual elegiría:



5. De acuerdo a su experiencia, considera que su nivel de conciencia o su estado de reacción ante circunstancias como reflejos ante cambios de intensidad lumínica, cambio de lateralidad, atrapar un balón en el aire se encuentre en:

Alta	
Media	
Bajo	
Muy bajo	