

# DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO EN LA PLATAFORMA ANDROID PARA USO PSICOTERAPÉUTICO EN LA APLICACIÓN DE LA TÉCNICA EMDR

**Edwin Leonardo García Aucatoma**  
**Fabián Eduardo Izquierdo Córdova**

**Director: Ing. Darwin Alulema**

**Codirector: Ing. Flavio Pineda**

**Departamento de Electrónica y Electrónica, ESPE – Universidad de las Fuerzas Armadas**  
**Av. El Progreso S/N, Sangolquí, Ecuador**

**Resumen.** *Se ha determinado que las sesiones con la metodología EMDR aplicadas de una forma digital, permite al Psicoterapeuta tratar a pacientes con trastornos psicológicos; considerando que en la actualidad no existe una manera de suministrar la metodología de esta manera, el siguiente proyecto se orientó al desarrollo de un prototipo que genere las secuencias visuales, auditivas y táctiles empleadas por esta metodología de una forma manual o automática que facilite las sesiones de terapia al Psicoterapeuta. El software de control para el prototipo, se desarrolló sobre la plataforma Android para implementarse sobre dispositivos móviles, permitiendo al Psicoterapeuta desde su teléfono inteligente o tableta, controlar el tipo y la velocidad de las secuencias en todos los módulos; la clase de sonido en el módulo auditivo y la duración de la vibración en el módulo táctil. Adicional el software consta con una base de datos para registrar los datos del paciente. La interacción de las instrucciones que utiliza el psicoterapeuta con dispositivo Android y el paciente se da por medio de una tarjeta IOIO y un hardware adaptado para el efecto. Los psicoterapeutas que emplearon el sistema EMDR, demostraron una reducción en los tiempos de tratamiento de 20 a 30 minutos por sesión. Los psicoterapeutas reportaron que el cansancio físico se redujo en un margen del 90 % y el cansancio mental en un 75% a la manera tradicional de suministrar EMDR a los pacientes, permitiéndoles brindar más sesiones consecutivas con igual calidad de tratamiento de inicio a final de su jornada laboral.*

**Abstract.** *It has been determined that the sessions with EMDR methodology applied in a digital form, allowing the psychotherapist treating patients with psychological disorders, and whereas there is currently no way to provide the methodology in this way, the next project is focused on the development a prototype that generates visual, auditory and tactile sequences used by this methodology in a manual or automatic way to provide therapy sessions to Psychotherapist. The control software for the prototype was developed on the Android platform to be deployed on mobile devices, allowing the Psychotherapist from your smartphone or tablet to control the type and speed of the sequences in all modules, the kind of sound in the ear module and the duration of the vibration on the tactile module. Additional software includes a database to record patient data. The interaction of the user that uses Android device psychotherapist and the patient is given by an IOIO board and a hardware adapted for the purpose. Psychotherapists who used the EMDR system showed a reduction in treatment times of 20-30 minutes per session. Psychotherapists reported that physical fatigue was*

*reduced by a margin of 90 % and mental fatigue by 75 % in the traditional way of providing EMDR patients, allowing more consecutive sessions provide the same quality of treatment initiation to the end of his workday.*

**PALABRAS CLAVE:** IOIO, ANDROID, EMDR, PSICOTERAPIA

## INTRODUCCIÓN

EMDR (acrónimo en inglés de Eye Movement Desensitization and Reprocessing) o Desensibilización y reprocesamiento por movimientos oculares es una técnica psicológica terapéutica utilizada para desensibilizar y reprocesar traumas psicológicos de una manera natural y rápida. El método fue creado y ha sido desarrollado desde 1987 por la Dra. Francine Shapiro. Es un Modelo de Psicoterapia complejo, e integra elementos y componentes procedentes de distintos enfoques. Sin embargo, lo más llamativo del EMDR es la utilización de la estimulación bilateral, ya sea mediante movimientos oculares, estimulación auditiva o táctil, con los que se excita un hemisferio cerebral por vez. Las investigaciones a las que ha sido sometido a lo largo de los últimos veinte años convierten a este modelo en uno de los tratamientos psicoterapéuticos que cuentan con mayores estudios de validación científica. En la actualidad el EMDR es, junto con la Exposición Prolongada (EP), tratamiento de primera elección por su eficacia en el Trastorno de Estrés Postraumático (TEPT).

El EMDR tiene una amplia base de reportes de casos publicados e investigación controlada que soportan a esta metodología como un tratamiento validado empíricamente para tratar trauma. Estudios a nivel mundial avalan al EMDR como terapia efectiva para el tratamiento de TEPT, obteniendo las más altas calificaciones (niveles A y B) junto con la Terapia Cognitiva Conductual en su modalidad de exposición. Los estudios han indicado la eliminación del Diagnóstico de TEPT en un rango del 77 al 99% de los pacientes después de 3 a 7 sesiones de 90 min. Otros estudios han mostrado decrementos significativos en un amplio rango de los síntomas del TEPT después de 2-3 sesiones. Los efectos del tratamiento con EMDR se mantienen. Un estudio reporta 84% de remisión del diagnóstico de TEPT en un seguimiento a 15 meses

Desde sus principios hasta la actualidad los Psicoterapeutas que emplean EMDR con sus pacientes realizan estimulación inducida manualmente o por medio de un hardware

básico. Lo que limita la atención a los pacientes, debido a la duración de las sesiones, la repetitividad, el cansancio físico y mental generado al interactuar con los mismos, sin contar que constan con recursos tecnológicos limitados o nulos en hardware y software, que permitan la automatización del proceso.

El proyecto incursiona en un campo nuevo de aplicación a los presentados; propone una solución basada en la integración de tecnologías actuales (Dispositivos móviles y un lenguaje de alto nivel), al permitir al Psicoterapeuta, exponer al paciente a una forma automatizada de aplicar EMDR, facilitando la cantidad y calidad de cada sesión por paciente, intensificando la productividad en la atención y la metodología. El proyecto desarrollo e implemento, un sistema que permitiera la aplicación de EMDR, de una manera digital, automatizada, sencilla y eficaz, basándose en un lenguaje de programación multiplataforma de código abierto como es Java y un entorno de desarrollo gratuito tal como Eclipse, en dispositivos móviles como tablets o Smart phones. El software desarrollado trabaja bajo la plataforma Android, implementado sobre una Tablet. Faculta al usuario a trabajar con rutinas preprogramadas o activadas de forma manual, la interacción con el paciente se realiza mediante cada uno de los tres módulos disponibles para la terapia (Visual, Auditivo y Táctil). La interconexión de los módulos está dada por medio de una tarjeta IOIO compatible con Android. La comunicación entre la Tablet y la tarjeta utiliza un cable USB o un dispositivo Bluetooth. Adicional presentará la factibilidad de conectarse a un retroproyector para realizar terapias grupales.

El rendimiento del sistema estuvo evaluado por Psicoterapeutas Profesionales entrenados en EMDR, quienes determinaron la eficiencia del proyecto en el campo Psicoterapéutico; y por los correspondientes Director y Co Director de tesis quienes realizaron las respectivas correcciones de interfaz y diseño.

## PLATAFORMA ANDROID

Android es un sistema operativo libre, gratuito y multiplataforma basado en Linux, diseñado principalmente para dispositivos móviles con pantalla táctil como teléfonos inteligentes o tabletas.

Android permite programar en un entorno de trabajo (Framework) de Java, aplicaciones sobre una máquina virtual Dalvik (una variación de la máquina de Java con compilación en tiempo de ejecución) y controlar el dispositivo a través de bibliotecas Java; además, lo que le diferencia de otros sistemas operativos, es que cualquier persona que sepa programar puede crear nuevas aplicaciones, widgets, o incluso, modificar el propio sistema operativo, dado que su código es abierto. Entre las características de Android se puede detallar los siguientes puntos:

- Marco de aplicación que permite la reutilización y el reemplazo de los componentes.
- Dalvik optimizado para dispositivos móviles.
- Navegador integrado basado en la apertura del motor WebKit.
- Gráficos mejorados con la biblioteca de gráficos 2D; gráficos en 3D basado en la especificación OpenGL ES 1.0.
- SQLite para el almacenamiento de datos estructurados.
- Soporte para audio, vídeo, y formatos de imagen (MPEG4, H.264, MP3, AAC, AMR, JPG, PNG, GIF).
- Telefonía GSM (dependiente del hardware).

- Bluetooth, EDGE, 3G, y Wi-Fi (dependiente del hardware).
- Cámara, GPS, brújula, y acelerómetro (dependiente del hardware).
- Entorno de desarrollo muy completo, incluyendo un emulador, herramientas de depuración, de memoria, perfiles de rendimiento, y un plug-in para el IDE de Eclipse

La arquitectura empleada en Android está dada por capas; cada una de estas capas utiliza servicios ofrecidos por las anteriores, y ofrece a su vez los suyos propios a las capas de niveles superiores, tal como muestra la siguiente figura:

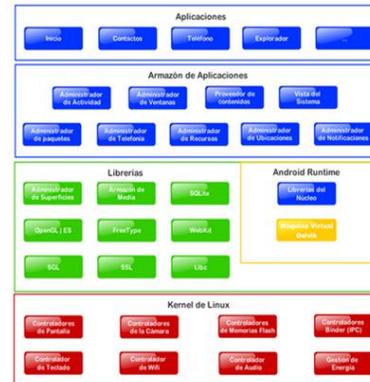


Figura 1. Arquitectura en Android

**Aplicaciones.** Este nivel contiene, tanto las incluidas por defecto de Android como aquellas que el usuario vaya añadiendo posteriormente, ya sean de terceras empresas o de su propio desarrollo. Todas estas aplicaciones utilizan los servicios, las API y librerías de los niveles inferiores.

**Framework (Armazón) de Aplicaciones.** Representa fundamentalmente el conjunto de herramientas de desarrollo de cualquier aplicación. Toda aplicación que se desarrolle para Android, incluyendo las propias del dispositivo, las desarrolladas por Google o terceras compañías y las creadas por el usuario, todas utilizan el mismo conjunto de API y el mismo "framework", representado por este nivel.

**Librerías.** La siguiente capa se corresponde con las librerías utilizadas por Android. Éstas han sido escritas utilizando C/C++ y proporcionan a Android la mayor parte de sus capacidades más características. Junto al núcleo basado en Linux, estas librerías constituyen el corazón de Android.

**Tiempo de ejecución de Android (Android Runtime).** Incluye un set de bibliotecas base que proporcionan la mayor parte de las funciones disponibles en las bibliotecas base del lenguaje Java. Cada aplicación Android corre su propio proceso, con su propia instancia de la máquina virtual Dalvik

**Núcleo Linux:** Android depende de Linux para los servicios base del sistema como seguridad, gestión de memoria, gestión de procesos, pila de red y modelo de controladores. El núcleo también actúa como una capa de abstracción entre el hardware y el resto de la pila de software.

## IOIO

IOIO es una tarjeta específicamente diseñada para trabajar con dispositivos Android desde la versión 1.5 o superiores. Proporciona una conectividad robusta con un dispositivo Android

por conexión USB y es totalmente controlable desde una aplicación Android usando una simple e intuitiva API de Java llamada IOIO Manager. El IOIO contiene un pequeño microcontrolador que actúa como USB Host e interpreta las peticiones de la aplicación Android. Por otro lado, el microcontrolador puede interactuar con otros dispositivos físicos conectados al mismo tales como sensores y actuadores utilizando las señales y protocolos convencionales, tales como entradas y salidas digitales, entradas analógicas y PWM (Modulador de ancho de pulso), además de comunicación I2C (Inter circuitos integrados / Bus de comunicaciones en serie), SPI (Interfaz de periféricos serie) y UART (Transmisor-Receptor Asíncrono Universal). IOIO contiene los siguientes componentes:

- **Conector USB (tipo A) conector hembra:** Empleado para conectar con el dispositivo Android.
- **GND (9 pines):** Utilizado para la conexión a tierra.
- **VIN (3 pines):** Sirven para energizar a la tarjeta. El voltaje de entrada suministrado esta entre 5Vdc-15Vdc
- **5V (3 pines):** Normalmente utilizado como salida de 5V cuando la tarjeta es energizada desde VIN. Se puede utilizar como entrada de 5V en caso VIN no esté conectado.
- **3.3V pines (3 pines):** Salida a 3,3 Vdc.
- **I / O (48 pines numerados del 1 al 48):** Pines de Entrada / Salida de propósito general. Los pines presentarán funciones de: E/S digitales, entradas analógicas, PWM, I2C, SPI y UART.
- **LED de alimentación:** Se ilumina cuando el IOIO recibe alimentación.
- **Start LED:** Se ilumina brevemente durante el arranque y luego se apaga una vez que la aplicación Android toma el control.
- **MCLR:** No se utiliza normalmente. Su propósito es para la programación de un nuevo cargador de arranque en la tarjeta IOIO.
- **Chargcurrenttrimmer (CHG):** Potenciometro de carga de corriente. Ajusta la cantidad de corriente de carga suministrada en la línea VBUS del USB para el dispositivo Android. Al girar en dirección (+) aumenta la corriente de carga.

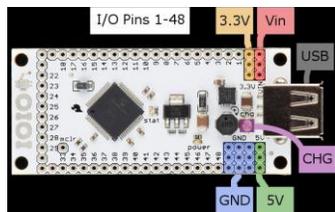


Figura 2. Tarjeta IOIO

Los pines de E / S son la esencia de la IOIO. Ellos se utilizan para conectar a los circuitos externos utilizando diferentes interfaces. El denominador común a todos los pines es que todos ellos pueden servir como entradas digitales a 3.3 V o salidas digitales a 3.3V.

## SISTEMA EDMR“API EDMR”

### SOFTWARE

Para el desarrollo del presente proyecto, en la etapa de diseño se tomó en cuenta las especificaciones dadas por la terapia EDMR y enfocándose a los tres tipos de terapias: visual, táctil y auditiva; las cuales se las podrá manipular manual o automáticamente el sistema. De acuerdo a las especificaciones mencionadas se realizó una distribución de 20 actividades cada una con su respectiva interfaz, es decir un archivo XML, donde el

usuario va a poder manipular la aplicación de forma sencilla, estos archivos constan con las clases necesarias para manejar funcionalidades comunes, además se buscó aplicar de la mejor el manejo de la reutilización de código, diseñando métodos que permitan tener centralizadas ciertas funciones para el mejor uso del sistema

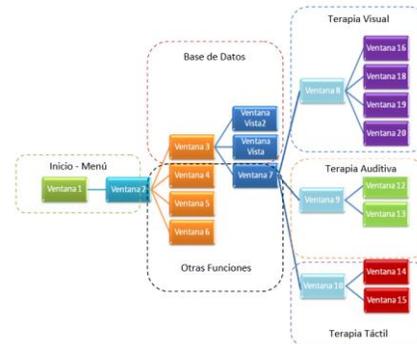


Figura 3. Distribución de actividades

Una vez instalada e iniciada la aplicación se puede pasar a un menú en el cual se puede navegar a través de diferentes botones como: inicio, ayuda, acerca, contáctenos y salir.



Figura 4. Menú de Navegación.

Al ingresar al botón inicio se muestra una pantalla en donde una ventana muestra una base de datos, en donde se debe ingresar la información del paciente con la ayuda del botón **INSERTAR**.

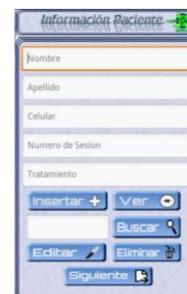


Figura 5. Información del Paciente.

Una vez ingresada la información del paciente se puede realizar una consulta con el botón **VER**, el cual permite abrir una ventana donde se despliega una lista de todos los diferentes pacientes ingresados y registrados con un ID diferente para cada uno.

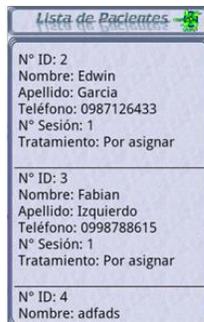


Figura6. Lista de Pacientes.

Por medio del botón **BUSCAR**, dependiendo del ID ingresado se llena los campos con la información del paciente asignado en la Lista de Pacientes, con el botón **EDITAR** al igual que el botón buscar depende de ID asignado para modificar o editar cualquiera de los campos previamente llenados, y con el botón **ELIMINAR** se puede eliminar un registro o paciente dependiendo del ID ingresado. Hay que tomar en cuenta que la información ingresada del paciente se la lleva en las siguientes ventanas para tener una mejor conexión con el paciente. Una vez llenada la información del paciente se debe elegir una Tipo de Terapia como: visual, táctil o auditivo, esta ventana cuenta con scroll para desplazarse por los diferentes tipos de terapia a elegir.



Figura7. Tipos de Terapia.

Al elegir Terapia Visual se cuenta con una ventana que permite elegir el tipo de proceso (Manual o Automático), para el proceso automático esta ventana cuenta con 3 secuencias previamente asignas para facilitar el tratamiento.

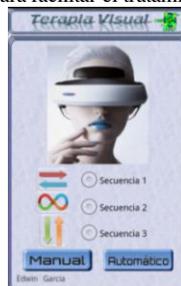


Figura8. Terapia Visual.

La ventana manual de la terapia visual está constituida por 25 botones en los cuales se puede formar la secuencia preferida, además las pulsaciones realizadas se reflejan en las gafas conectadas equipo físico.

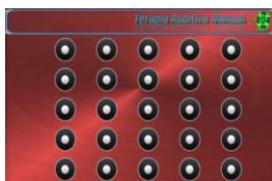


Figura9. Terapia Visual Manual.

Al elegir una secuencia automática ya se vertical, horizontal o infinita; se puede controlar el tiempo de reproducción que va de 0 a 6 segundos por medio de un barra.

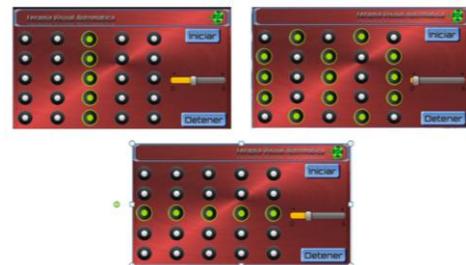


Figura 10. Terapia Visual Automática.

Al seleccionar la Terapia Táctil una ventana permite elegir el tipo de proceso (Manual o Automático)



Figura11. Terapia Táctil.

La ventana manual de la terapia táctil cuenta con 2 botones en los cuales se puede enviar pulsos en las diferentes manos: izquierda o derecha dependiendo de la preferencia del usuario.



Figura 12. Terapia Táctil Manual.

La ventana automática de la terapia táctil cuenta con 2 botones, uno de Inicio en el cual se envía pulsos a las diferentes manos de izquierda a derecha y viceversa; se puede controlar el tiempo de la secuencia de 0 a 6 segundos dependiendo de la preferencia del usuario y un botón Detener con el que se para la secuencia.



Figura 13. Terapia Táctil Automática.

Si se elige la Terapia Auditiva contamos con una ventana en la cual nos da la posibilidad de realizar el proceso manual o automáticamente, para cualquiera de los 2 procesos se debe elegir previamente uno de los 10 diferentes sonidos ya

almacenados en la aplicación, con ayuda de el botón Escuchar se puede verificar el sonidos elegido.



Figura14. Terapia Auditiva.

La ventana manual de la terapia auditiva cuenta con 2 botones en los cuales se puede reproducir el sonido en el lado izquierdo o derecho dependiendo de la preferencia del usuario.



Figura15. Terapia Auditiva Manual.

La ventana automática de la terapia auditiva cuenta con 1 botón, uno de Inicio en el cual reproduce el sonido izquierda a derecha y viceversa según número de veces que se ha ingresado en el casillero de repetición, también se puede controlar el tiempo de la secuencia de 0 a 6 segundos dependiendo de la preferencia del usuario.



Figura16. Terapia Auditiva Automática.

## HARDWARE

### Módulo de visual

Este módulo presenta una matriz de cátodo común con 25 led's para cada ojo, controlados por 10 salidas digitales de la IOIO ubicadas en los pines: 33, 34,35,36,37 para filas y 38,39,40,41,42 para columnas; los cuales dependiendo su conmutación en los estados alto y bajo, encienden el led correspondiente al tocado en la pantalla del dispositivo Android. Las matrices quedan implementadas en una placa conectada en unas gafas acondicionadas para el efecto. El diseño se planteó con leds rojos cuyo voltaje típico se encuentra en 1.8 V<sub>DC</sub> y la corriente de consumo a máxima iluminación es de 20mA. Se decidió prolongar la vida útil del led a partir de una iluminación media de este. El cálculo de la resistencia limitadora de corriente viene dada por:

$$R_{led} = \frac{V_f - V_{led}}{I_{led}} = \frac{5V - 1.8V}{10mA} = 320\Omega \approx 330\Omega$$

Ecuación 1. Resistencia limitador de corriente

Donde:

$R_{led}$  = Resistencia limitadora de corriente para el led  
 $V_f$  = Voltaje de alimentación  
 $V_{led}$  = Voltaje de led  
 $I_{led}$  = Corriente consumida por el led

Dado que comercialmente no se consigue resistencias de 340 ohmios se reconfiguro el cálculo con una resistencia de 330 ohmios. Entonces la corriente de consumo estará dada por:

$$I_{led} = \frac{V_f - V_{led}}{R_{led}} = \frac{5V - 1.8V}{330\Omega} = 9.7mA$$

Ecuación 2. Valor de corriente consumida por el led

Para el control de la matriz con la IOIO, se utilizó un transistor NPN 2N3904 en corte y saturación para cada una de las filas y columnas conectadas a la tarjeta. Acorde la hoja de datos del transistor 2N3904 la corriente de base que garantiza la saturación es  $I_B = 1mA$  con una corriente de colector  $I_C = 10mA$ . El cálculo de la resistencia de base

$$R_B = \frac{V_c - V_{BE}}{I_B} = \frac{3.3V - 0.7V}{1mA} = 2600\Omega \approx 2700\Omega$$

Ecuación 3. Valor resistencia de base transistor 2N3904

Donde:

$R_B$  = Resistencia de base  
 $V_c$  = Voltaje de la señal de control  
 $V_{BE}$  = Voltaje Base - Emisor  
 $I_B$  = Corriente de base

Para efectos prácticos se sobredimensionara la corriente de colector a 20mA, aproximadamente el doble que consumirá cada led encendido, como la relación es lineal para la corriente de base y la corriente de colector, el valor queda dimensionado de la siguiente manera:

$$R_B = \frac{V_c - V_{BE}}{I_B} = \frac{3.3V - 0.7V}{2mA} = 1300\Omega \approx 1200\Omega$$

Ecuación 4. Nuevo valor de resistencia de base transistor 2N3904

Dado que no existe una resistencia comercial de 1300 ohmios se establece como parámetro a utilizar una de 1200 ohmios. Esto garantiza la activación del transistor. Recalculando  $I_B$  con el valor de la resistencia comercial

$$I_B = \frac{V_c - V_{BE}}{R_B} = \frac{3.3V - 0.7V}{1200\Omega} = 2.17mA$$

Ecuación 5. Valor de Corriente de base para transistor 2N3904

Las matrices de leds se encuentran conectadas a la placa base por medio de un socket de 10 pines machos. Las resistencias y los transistores pertenecientes al módulo visual se encuentran en la placa base. A continuación se muestra el diagrama de conexiones y el diseño de la placa ubicada en las gafas acondicionadas.

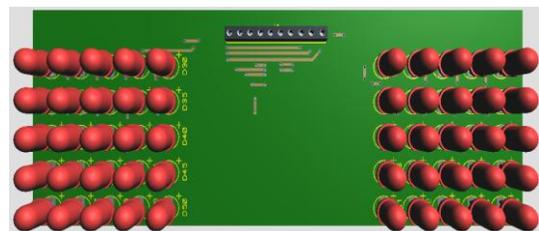


Figura 19. Modelado 3D de actuadores para modulo visual

## Módulo táctil

Una vez que se desmantelo un juguete que tenía el tipo de motores requeridos para el proyecto, se procedió a realizar pruebas experimentales para obtener valores de consumo de estos elementos. Se alimentó con una fuente de 5Vdc a 5 A, determinando el consumo en 1 A por motor. Acorde a la ley de Ohm se despeja una resistencia referencial del devanado del motor.

$$V = I * R \Rightarrow R = \frac{V}{I} = \frac{5V}{1A} = 5\Omega$$

Ecuación 6. Valor de resistencia referencial para el motor

En consideración a los reguladores encontrados en el mercado como el LM7805 proporcionan una corriente máxima de 1.5A, se opta por añadir una resistencia en serie para aumentar la carga y generar una caída de corriente proporcional entre la resistencia y el motor. La resistencia que se utilizo fue de 10  $\Omega$ , planteándose la nueva corriente como:

$$V = I * R \Rightarrow V = I * R_m + I * R$$

$$I = \frac{V}{(R_m + R)} = \frac{5V}{(5\Omega + 10\Omega)} = 0.33A$$

Ecuación 7. Corriente recalculada con aumento de carga para regulador

Con esta corriente se garantiza la protección del regulador así como el funcionamiento apropiado del motor vibrador. Como detalle adicional se verifica la potencia disipada por la resistencia en serie con el motor. Utilizando la ley de Ohm se cumple la ecuación:

$$P = I^2 * R = 0.33^2 * 10 = 1.089W$$

Ecuación 8. Potencia disipada por resistencia de aumento de carga

Por lo tanto la resistencia dimensionada apropiadamente es de 10  $\Omega$  a 2 W que se puede encontrar comercialmente. Similar a la activación de los actuadores en el módulo visual, se trabajó con un transistor en corte y saturación, considerando que la corriente de colector debe ser mayor a 1 A para proteger el transistor, se eligió al transistor NPN TIP122 cuya  $I_C$  máxima es de 5 A. Los cálculos para la resistencia de base del transistor que conectará a cada motor viene dada por:

$$R_B = \frac{V_C - V_{BE}}{I_B} = \frac{3.3V - 1.4V}{12mA} = 158.33\Omega \approx 150\Omega$$

Ecuación 9. Valor de  $R_b$  para TIP122

Donde:

$R_B$  = Resistencia de base  
 $V_C$  = Voltaje de la señal de control  
 $V_{BE}$  = Voltaje Base - Emisor  
 $I_B$  = Corriente de base

Donde la  $I_B$  fue tomada de la hoja de datos del TIP122 en estado de saturación. Además hubo que tomar en cuenta  $V_{BE}$  como 1.4V por ser transistor en configuración Darlington. La resistencia empleada es de 180  $\Omega$  que es encontrada comercialmente. La  $I_B$  recalculada en relación a valor es:

$$I_B = \frac{V_C - V_{BE}}{R_B} = \frac{3.3V - 1.4V}{180\Omega} = 10.56mA$$

Ecuación 10. Valor de  $I_B$  para TIP122

## Modulo auditivo

Este módulo únicamente requirió la conexión de unos audífonos con salida estéreo, y un conector macho de 3.5 mm para la conexión con el dispositivo Android. Este es el único modulo que no va conectado a la placa base y no tiene interacción directa con la IOIO.

## Integración definitiva del Sistema con sus diferentes módulos.

La placa base contiene los circuitos integrados para la alimentación y control de los módulos táctil y visual así como para IOIO.

En fundamento al consumo de la IOIO, que requiere un voltaje de entrada de 5-15  $V_{DC}$  con 1 A como mínimo y de las cargas más pesadas en este caso los motores vibradores, se optó por utilizar 3 reguladores LM7805 que proporcionan 5  $V_{DC}$  a una carga 1.5 A máximo, uno para IOIO y uno para cada motor. La elección de este regulador se basó en la salida de voltaje deseado y en un criterio de diseño de sobredimensionar la fuente un 20% más del valor requerido. Cada regulador a la salida, cuenta con una resistencia de 10 kilo ohmios para estabilizar el voltaje, adicionalmente como elemento indicador de operación posee un led, con una resistencia limitadora calculada de manera análoga al cálculo observado en el apartado del módulo visual. Para el módulo visual, la red de transistores que accionan las filas y columnas están directamente integrados a las salidas de la IOIO, mediante un zócalo de 10 pines se interconectan estas a las gafas. De similar manera, para el módulo táctil, los transistores que accionan los motores están conectados a los pines de la IOIO y las cargas mediante el uso de borneras proporcionan el fácil reemplazo de los actuadores en caso de falla por desgaste. Se dispuso de conectores para la alimentación externa, y para la extracción de la IOIO en caso de requerirse. El circuito de la placa base quedo de la siguiente forma:

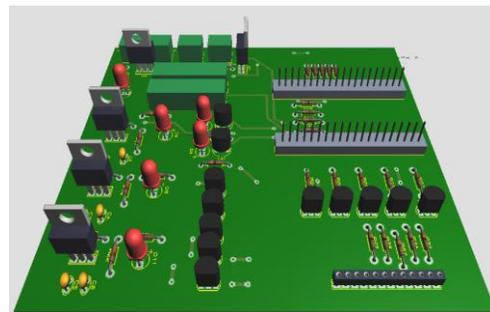
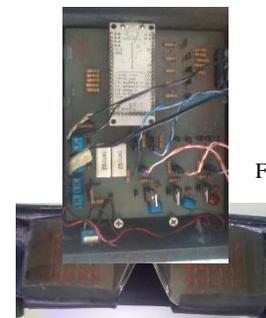


Figura 20. Modelado de pistas para placa base



Figura

## RESULTADOS

### Evaluación en sesiones de terapia

El proyecto nace para cumplir el objetivo de brindar una sistema psicoterapéutico automatizado a la comunidad de psicoterapeutas EMDR en función de medir el nivel de aceptación del sistema presentado se realizó una encuesta dentro de los psicólogos pertenecientes al Campus Grupal.

El propósito de este análisis es encontrar las falencias dentro del sistema EMDR para después proponer un plan de mejoramiento donde se logre una mejor atención por parte de los psicoterapeutas hacia los pacientes que sean objeto de los diferentes tratamientos.

### Evaluación de Colaboradores del Proyecto de Tesis

#### Experto interno:

MSc. Dra. Ximena Tapia

Directora de la Unidad de Bienestar Estudiantil de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE

Psicóloga - Psicoterapeuta EMDR/CC

Miembro de la Asociación EMDR – Ecuador

- *Al realizar la evaluación del sistema por parte de la experta interna supo expresar que el sistema cumplió conforme a los requerimientos especiales del EMDR y cumplió con la especificidad facilitando el trabajo de intervención para tratamiento de psicotraumas.*

#### Experto externo:

MSc. Dr. Santiago Jácome Ordoñez

Coordinador EMDR de Ecuador, Chile y Perú

Trainer EMDR

Director del Campus Grupal

Ex Docente de Psicoterapia y Psicología Social de la Universidad de las Américas –UDLA. Docente de Psicodrama en la Universidad Politécnica Salesiana y Vision Internacional University; y de Psicoterapia de Grupo en el Instituto Superior de Postgrado, Facultad de Ciencias Psicológicas, y del Postgrado de Psiquiatría Universidad Central del Ecuador

- *Al realizar la evaluación del sistema el experto externo expreso una enorme conformidad respecto a las normas y procedimientos requeridos para la ejecución del trabajo de los terapeutas especializados del psicotrauma con terapia EMDR pertenecientes a institución "Campus Grupal"*

La experiencia registrada por parte de los psicoterapeutas que emplearon el sistema EMDR, demostró una reducción apreciable en los tiempos de tratamiento para los casos tratados. Acorde a la declaración de los psicoterapeutas supieron manifestar que el cansancio físico se redujo en un margen del 90 % y el cansancio mental en un 75% a la manera tradicional de suministrar la metodología EMDR a los pacientes. Esto dado que la interacción psicoterapeuta – paciente es intermediada por el sistema EMDR, lo que a su vez permite mantener la misma calidad de atención a un número de atenciones consecutivas. Adicional los tiempos por sesión de terapia se redujeron en un rango de 20 a 30 minutos.

Al ser un sistema integrador de los tres métodos utilizados por el psicoterapeuta, permite una rápida y fácil elección del tipo de terapia a ser empleada, en función de los requerimientos del paciente determinado por el psicoterapeuta en las fases iniciales del tratamiento.

## Evaluación de Desempeño del equipo

En el modo visual se observa que existe un parpadeo de los leds ubicados al manipular la ubicación que idealmente no debería ocurrir debido a los tiempos de conmutación que son imperceptibles al ojo humano, como este problema es producido por la programación ya que se realiza una lectura de los 25 leds cada 100 ms esto a su vez genera una conexión y desconexión apreciable por la tasa de actualización al ejecutar dicha lectura en la comunicación entre el software y el hardware.

En las pruebas realizadas por ensayo de prueba –error con tiempos mayores y menores a 100 ms se determinó, que los tiempos mayores a 100 ms producen una pérdida del 50 % de los pulsos visualizados en las gafas EMDR a los generados en la aplicación del dispositivo móvil, mientras que con tiempos menores a 100ms la pérdida de los pulsos visualizados es total porque la lectura de actualización a esos tiempos no permite la adecuada comunicación para correcta conexión y desconexión de los leds.

Una novedad presentada solo observable con las herramientas de desarrollador de Android (Para el ejemplo se tomó un dispositivo con Android 4.0 Ice CreamSandwich), es el desplazamiento del puntero en la pantalla a la comunicación vía cable USB, dado por un ruido generado desde la red eléctrica y el adaptador de alimentación del sistema, a pesar de que se tomó los diseños de filtros de la hoja de datos del regulador que utilizan los dispositivos desde la placa base.

La comunicación Bluetooth y el modo automático de operación mostraron la mayor satisfacción de uso del Sistema EMDR entre los usuarios psicoterapeutas, debido a su facilidad de conexión y que representaron una fiel reproducción en los módulos físicos de las instrucciones que se generaban en el dispositivo Android.

Debido al diseño de las gafas del sistema EMDR, se pudo cumplir con el ocupar todo el campo visual del paciente a ser tratado, esto permite una ejecución óptima de la terapia visual siendo una indicación importante indicada por parte de los colaboradores del proyecto durante la realización del mismo.

En el Caso No. 3 del capítulo anterior, el paciente supo manifestar que desearía una mayor fuerza en los motores vibradores, en el dimensionamiento del módulo que acciona estos actuadores (Capitulo 4.3.3.) en función de no sobrecargar al regulador fuente se usó una base de 33% de carga máxima de la corriente consumida. A futuro podría mejorarse este parámetro obteniendo un regulador que soporte una mayor corriente. Este tipo de sensibilidad pudiera ajustarse con un potenciómetro para el efecto. La sensibilidad a los actuadores varía de persona a persona para todos los módulos.

Los tiempos de funcionamiento se acoplaron a los tiempos de ejecución de las terapias, debido al dimensionamiento de los elementos de la placa base, no generaron problemas cuantificables durante la etapa de pruebas.

## CONCLUSIONES

- EMDR tiene una amplia base de reportes de casos publicados e investigación controlada que soportan a esta metodología como un tratamiento validado empíricamente para tratar trauma. Estudios a nivel mundial avalan al EMDR como terapia efectiva para el tratamiento de TEPT, mostrando una eficiencia en la eliminación del Diagnóstico de TEPT en un rango del 77 al 99% en la mayoría de los pacientes tratados

Adicional se puede citar casos de tratamiento a veteranos de la guerra, personas con fobias y trastornos de pánico, duelo complicado, trastorno depresivo mayor, trauma agudo infantil; víctimas de crímenes, abuso sexual, terrorismo, catástrofes naturales, accidentes, cirugías, quemaduras; disfunciones familiares, conyugales y sexuales; adicciones a drogas, juego y sexo; entre otra gran variedad de diagnósticos distintos a los antes mencionados.

- En conformidad con la valoración de los psicoterapeutas EMDR, el sistema automatizado desarrollado presentó funcionalidad óptima ante los requerimientos en la aplicación de la metodología EMDR sobre los pacientes a relación de las sesiones aplicadas de manera tradicional, reflejando como resultados reducción de los tiempos de tratamiento de psicotraumas en las sesiones programadas tanto en número de intervenciones así como el tiempo de las mismas tiempo.
- Gracias al sistema desarrollado, los psicoterapeutas presentaron niveles más bajos de desgaste físico y mental, durante las sesiones de terapia, esta situación conlleva a poder proporcionar mayor número de sesiones con igual calidad de tratamiento al paciente final como a los primeros en ser tratados basados en las condiciones del psicoterapeuta al pasar de los turnos de atención.
- La comunicación Bluetooth resulta más eficiente que la comunicación vía USB dado que en ocasiones se puede filtrar ruido por la red eléctrica y esta a su vez es transmitida al dispositivo Android lo cual conlleva una alteración en los sensores de proximidad y el acelerómetro lineal, perturbando la posición del toque realizado por el usuario final.
- En el modo manual del módulo visual, al observar las gafas, se percibió un parpadeo de los leds ubicados al manipular la aplicación, que idealmente no debería ocurrir dado. Este problema es producido por la programación, ya que se realiza una lectura de los 25 leds cada 100 ms esto a su vez genera una conexión y desconexión apreciable por la tasa de actualización al ejecutar dicha lectura en la comunicación entre el software y el hardware. Hay que tomar en cuenta que se realizaron pruebas con diferentes tiempos con el método de prueba y error teniendo un resultado que para tiempos mayores se pierde la lectura de algunos los pulsos en pantalla y que para tiempos menores se pierde en totalidad los pulsos.
- El dimensionamiento de las fuentes, en base a un criterio de ingeniería aconseja el sobredimensionamiento de un 20% más al valor de consumo del circuito, para el caso del presente proyecto

se estimó este valor en 1 A por lo cual el valor referencial es de 1.2 A, valor plenamente satisfecho por los reguladores LM7805 que brindan 1.5 A y el adaptador alimentador del circuito adquirido de 1.7 A.

- Utilizar un entorno de desarrollo con licencia libre, permite a los desarrolladores del proyecto mantener el software actualizado y con soporte, tanto para Android y sus versiones como para IOIO, durante el desarrollo del sistema.
- Se debe utilizar un dispositivo Android homologado por Google, a pesar de que existen muchos dispositivos en el mercado no homologados con precios relativamente inferiores, los que sí lo son brindan facilidades de actualización y adquisición de controladores así como soporte de los dispositivos que prolongan la vida útil de los mismos.
- Se pudo observar que la tarjeta IOIO en el presente proyecto se encuentra al 29,17 % de su capacidad máxima de conexión, debido al diseño y optimización del sistema. Tomándose en cuenta que IOIO posee mayores prestaciones, analógicas, digitales y de comunicación; a futuro podría ampliarse el proyecto ante eventuales requerimientos con las entradas/salidas faltantes.
- El diseño de los XML en Android - Eclipse, presenta una interfaz gráfica muy sencilla en el entorno de desarrollo, por lo cual se tuvo que recurrir a software de diseño gráfico adicional para cumplir con las expectativas de la empresa auspiciante en tener una aplicación dinámica, interactiva y atractiva al usuario final.

## RECOMENDACIONES

- La administración de la metodología EMDR con el proyecto aquí presentado debe solo proporcionarse por un Psicoterapeuta entrenado en EMDR, y capacitado en el uso y software del equipo.
- Se debe considerar que la interfaz gráfica debe ser desarrollada con la resolución más alta para que al momento de la instalación se acople fácilmente de forma óptima a dispositivos con una menor resolución a la considerada.
- Para lograr el correcto funcionamiento del sistema EMDR para el usuario final dependerá de la capacitación por parte de uno de los ejecutores del

proyecto y el adecuado conocimiento del manual de usuario del equipo.

- ❑ Se recomienda que si se desea de mantener actualizados los conocimientos de la metodología EMDR, el sistema operativo Android, la tarjeta IOIO y dispositivos móviles con Android; se debe utilizar la internet que proporciona suficiente información que fácilmente puede ser consultada teniendo en cuenta que son temas que se actualizan con paso del tiempo.
- ❑ Debido a que los dispositivo Android presentan diferentes tipos de resoluciones de pantalla, debe considerarse que las imágenes y otros elemento gráficos, empleados en el software estén diseñados para ser utilizados en los diferentes formatos definidos para Android, con la finalidad de no observar una distorsión en las pantallas del programa instalado, esto garantiza la universalización de la aplicación en los equipos con Android que existen en el mercado.
- ❑ Para el desarrollo de aplicaciones debe considerarse como importante la declaración de los permisos en el archivo Manifest.xml del proyecto, estos permisos deben ser definidos de acuerdo a la funcionalidad del aplicativo. Este punto en consecuencia de que el usuario otorgue los mismos a la instalación a la aplicación. El sistema EMDR requirió los permisos de acceso a internet y Bluetooth.
- ❑ El proyecto presentado puede ser tomado como base para el desarrollo de aplicaciones psicoterapéuticas en otras ramas de la psicología, como se demostró gracias a la integración de las nuevas tecnologías se pudo crear una solución a las necesidades de los Psicoterapeutas EMDR.
- ❑ El proyecto presentado puede ser tomado como base para el desarrollo de aplicaciones psicoterapéuticas en otras ramas de la psicología, como se demostró gracias a la integración de las nuevas tecnologías se pudo crear una solución a las necesidades de los Psicoterapeutas EMDR. Entre las recomendaciones de los psicoterapeutas en analogía al proyecto presentado podría emplearse para Brain Spotting, Relajación en función de ondas cerebrales y en Terapias de Integración Mente-Cuerpo por ejemplo.

## BIBLIOGRAFÍA

**Fuentes de Conocimiento: Libros, revistas, Internet, Catálogos, otro.**

### EMDR:

- Shapiro, Francine, (2004). *EMDR (Eye Movement Desensitization and Reprocessing)*. México: Pax México.
- [www.campusgrupal.com](http://www.campusgrupal.com) (Centro de entrenamientos y terapia EMDR en Ecuador)
- <http://revibapst.com/page13.html> (Revista Iberoamericana de Psicotraumatología)
- [www.emdrecuador.org](http://www.emdrecuador.org) (Página web de EMDR Ecuador)
- <http://neuroteckcorp.com> (Tecnología Tac-Audios para EMDR)
- Dirección Colaborativa Msc. Dra. Ximena Tapia
- Dirección Colaborativa Msc. Dr. Santiago Jácome

## PLATAFORMA ANDROID, LENGUAJE JAVA Y TARJETA IOIO:

### Android:

- <http://www.neoteo.com/foro/f50/android-tarjeta-ioio-comunicarse-tu-android-2288/>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Android>
- <http://casidiablo.net/tutorial-basico-android/>
- <http://www.ucm.es/info/tecnomovil/documentos/android.pdf>
- <http://www.gskbyte.net/archivos/2010/presentacionAndroid.pdf>
- [http://www.tucamon.es/archives/0000/1315/01\\_Introduccion\\_Android.pdf](http://www.tucamon.es/archives/0000/1315/01_Introduccion_Android.pdf)

### Dispositivos Android:

- <http://www.informatica-hoy.com.ar/telefonos-celulares-Smartphones.Telefono-computadora-en-uno.php>

### Desarrollo Android:

- <http://developer.android.com/guide/topics/>

### IOIO

- Monk, Simon.(2012). *Making Android Accessories with IOIO*. United States of American: O'Reilly Medina
- <https://www.sparkfun.com/products/retired/10585>
- <https://github.com/ytai/ioio/wiki>
- [http://www.dynamoelectronics.com/dynamo-tienda-virtual.html?page=shop.product\\_details&flypage=dynamo.tpl&product\\_id=947&category\\_id=128](http://www.dynamoelectronics.com/dynamo-tienda-virtual.html?page=shop.product_details&flypage=dynamo.tpl&product_id=947&category_id=128)
- <https://play.google.com/store/apps/details?id=ioio.manager&hl=es>