

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
ESCUELA DE POSGRADO
UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y
ELECTRÓNICA



**ELABORACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE ESTIMULACIÓN MAGNÉTICA
TRANSCRANEAL COMO ALTERNATIVA AL MÉTODO DE LA TERAPIA
ELECTROCONVULSIVA**

**SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO
DE MAESTRO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA CON MENCIÓN EN
INGENIERÍA BIOMÉDICA**

JUAN WILDER FORONDA BOCANEGRA

Callao, 2020

PERÚ

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Juan Wilder Foronda Bocanegra', is written over a faint blue stamp that includes the word 'Justo'.

En memoria a mis padres, por su ejemplo de lucha a seguir. A Natalia y Julia, mi hija y esposa por su apoyo y estímulo.

TABLAS DE IMÁGENES	
TABLAS DE CONTENIDO	
TABLA DE GRÁFICOS	
RESUMEN	
RESUMO	

ÍNDICE	1
INTRODUCCIÓN	8
I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
1.1 Descripción de la realidad problemática	9
1.2 Formulación del problema	13
1.2.1 Problema general	13
1.2.2 Problema específico	15
1.3 Objetivos.....	18
1.3.1 Objetivo general	18
1.3.2 Objetivo específico	18
1.4 Limitantes de la investigación	20
1.4.1 Limitantes teórica	20
1.4.2 Limitantes temporal	21
II MARCO TEÓRICO	22
2.1.Antecedentes: Internacional y Nacional.....	22
2.1.1 Antecedente internacional	22
2.1.2 Antecedente nacional	23
2.2.Base teórica.....	34
2.2.1.Aspectos técnicos.....	36
2.3 Marco conceptual	43
2.4. Definición de términos básicos	47
III. HIPÓTESIS Y VARIABLES	54
3.1 Hipótesis	54
3.1.1 Hipótesis general.....	54
3.1.2 Hipótesis específico.....	54
3.2 Definición conceptual de variables	54
3.2.1.Operacionalización de las variables	54

IV. DISEÑO METODOLÓGICO	56
4.1. Tipo y diseño de Investigación	56
4.1.1 Tipos de Investigación.....	56
4.1.2 Diseño de investigación.....	57
4.2. Método de investigación	79
4.3. Población y Muestra	80
4.4. Lugar de estudio y periodo desarrollado de la tesis.....	86
4.5. Técnicas e Instrumentos para la Recolección de la información	87
4.6. Análisis y procesamiento de datos	107
V. RESULTADOS	129
5.1 Resultados descriptivos	129
5.2. Resultados Inferenciales	134
5.3. Otro tipo de resultados estadísticos de acuerdo a la naturaleza del problema y la hipótesis.	135
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	137
6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados.....	137
6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares	138
6.3.- Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes	139
CONCLUSIONES	141
RECOMENDACIONES.....	142
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	143
ANEXOS - A.....	157
Matriz de Consistencia	157
INSTRUMENTOS VALIDADOS	158
Consentimiento informado.....	159

TABLA DE IMÁGENES

Figura N° 1	Instituto Nacional de Salud Mental HD – HN.....	11
Figura N° 2	Ministerio de Salud.....	12
Figura N° 3	Equipo electroconvulsiva.....	13
Figura N° 4	Terapia electroconvulsiva.....	14
Figura N° 5	Choque eléctrico en el cerebro.....	14
Figura N° 6	Sesión de terapia electroconvulsiva.....	16
Figura N° 7	Comprobación en un electrocardiógrafo.....	16
Figura N° 8	Bobina tipo toroide como estimulador.....	17
Figura N° 9	Estimulación magnética.....	18
Figura N° 10	Terapia alternativa de estimulación. magnética.....	18
Figura N° 11	Vertex craneal.....	22
Figura N° 12	Casco de bobinas de estimulación.....	24
Figura N° 13	Dr. Michael Cabar aplicando la terapia... ..	24
Figura N° 14	Neuroplasticidad del cerebro	27
Figura N° 15	Sistema nervioso	28
Figura N° 16	Sistema Límbico.....	31
Figura N° 17	Neuroplasticidad Neuronal.....	32
Figura N° 18	Circuito de control del estimulador.....	33
Figura N° 19	Tablero de aislamiento.....	36
Figura N° 20	Equipo de estimulación.....	37
Figura N° 21	Bobina de estimulación magnetica.....	39

Figura N° 22	Gorra inductora en la estimulación magnetica.....	40
Figura N° 23	El diencéfalo	41
Figura N° 24	Presencia de los Imanes.....	46
Figura N° 25	Redes neuronales.....	52
Figura N° 26	Ondas Cerebrales.....	56
Figura N° 27	Diagrama de Flujo de interrupción.....	59
Figura N° 28	Estimulación magnética	61
Figura N° 29	Enfoque cerebral profundo.....	62
Figura N° 30	Circuito Integrado del conversor.....	63
Figura N° 31	Diagrama del OPAM LF353	64
Figura N° 32	Circuito integrado del microcontrolador	64
Figura N° 33	Diagrama del amplificador OPAM.....	66
Figura N° 34	Circuito integrado PIC 16F876 – LCD.....	67
Figura N° 35	Circuito PIC 16F876 control de velocidad.....	68
Figura N° 36	Actividad neuronal. evocado.....	71
Figura N° 37	Diagrama de bloques del estimulador	72
Figura N° 38	Ondas cerebrales durante el sueño.....	75
Figura N° 39	Módulos de ensamble del Equipo.....	83
Figura N° 40	Descripción del equipo y componentes.....	84
Figura N° 41	Característica del equipo de estimulación	85
Figura N° 42	Kit de bobinas de estimulación.....	86
Figura N° 43	Bobinas tipo anillo.....	89
Figura N° 44	conectores de refrigeración	91

Figura N° 45	Mangueras de acoplamiento.....	92
Figura N° 46	Conexión de los adaptadores.....	93
Figura N° 47	Nuevo equipo de estimulación.....	93
Figura N° 48	Inducción del campo eléctrico.....	95
Figura N° 49	Representación del campo magnético.....	97
Figura N° 50	Paciente recibiendo terapia	100
Figura N° 51	Posicionamiento de la bobina.....	101
Figura N° 52	Sala de terapia del paciente.....	109
Figura N° 53	Terapia de estimulación magnetica.....	110
Figura N° 54	Director del instituto de neuroestimulación	111
Figura N° 55	Capacitación de ingeniería Biomedica	112
Figura N° 56	Equipo de estimulación en INE	114
Figura N° 57	Tratamiento clínico.....	115
Figura N° 58	Silla del paciente en INEL.....	115
Figura N° 59	Sesión de tratamiento.....	117
Figura N° 60	Tratamiento eficaz.....	118
Figura N° 61	Estimulo de bobinas.....	119
Figura N° 62	Diagrama de bloques de los resultados.....	129

TABLAS DE CONTENIDO

TABLA N° 1	Efectos de la corriente eléctrica en el humano.....	35
TABLA N° 2	Variables dependientes e independientes	50
TABLA N° 3	Operacionalidad de variables.....	51
TABLA N° 4	Fases del sueño.....	57
TABLA N° 5	Diagrama de bloques del sistema de estimulación ...	58
TABLA N° 6	Distribución de Grupos en edades.....	77
TABLA N° 7	Distribución de Grupos en Mujeres.....	78
TABLA N° 8	Distribución de Grupos en Varones	78
TABLA N° 9	Pacientes hospitalizados.....	78
TABLA N° 10	Especificaciones de la bobina.....	88
TABLA N° 11	Formato de aislamiento de bobinas.....	99
TABLA N°- 12	Formulario de registro de tratamiento.....	105
TABLA N°-13	Seguridad de pacientes.....	106
TABLA N° 14	Especificaciones principales.....	106
TABLA N° 15	Especificaciones generales.....	107
TABLA N° 16	Parametros recomendados.....	108
TABLA N° 17	Tendencia de uso.....	131
TABLA N° 18	Según historia clínica.....	131
TABLA N° 19	Comportamiento del sueño.....	139
TABLA N° 20	comparación de microcontroladores.....	153

RESUMEN

El presente proyecto se insertó en la línea de investigación denominada Elaboración del Procedimiento de Estimulación Magnética Transcraneal como alternativa al método de la Terapia Electroconvulsiva.

En el Perú, a través de la Dirección de Salud Mental del Ministerio de salud implemento y brindo el servicio asistencial de salud mental a todo el país. Para ello contó principalmente con el Instituto Nacional de Salud Mental Honorio Delgado Hideyo Noguchi. Este Instituto Nacional tiene un laboratorio de Neuropsiquiatría previsto de equipos e instrumentación electrónicas de alta tecnología con las cuales aplica la terapia electroconvulsiva (TEC) conocida como electroshock. Este es uno de los tratamientos médicos más polémicos y pese a no existir pruebas reales de su eficiencia se sigue aplicando a cientos de miles de personas en todo el mundo dejando secuelas traumáticas permanentes.

Teniendo como hipótesis de trabajo de que las enfermedades de los pacientes aparecen cuando se correlacionan con la alteración de las ondas cerebrales dando origen a la Depresión, Esquizofrenia, Alzheimer, etc. Esta tesis, en su investigación bosqueja el desarrollo y diseño en el mejoramiento de un prototipo generador de ondas cerebrales derivadas de una persona sana y adulta que fueron captadas y gravadas en el electroencefalograma (EEG), Y que estas son almacenadas previamente en archivos digitales para ser introducidas al cerebro del paciente a través de bobinas generadoras de campos electromagnéticos capaces de penetrar la corteza cerebral y despolarizar las células nerviosas conocidas como neuronas.

Este procedimiento se conoce como Estimulación Magnética Transcraneal (EMT), que modifica la actividad cortical de forma reversible, no invasiva y relativamente indolora, a partir de lo cual es lógico pensar que la aplicación de dicha técnica consiguió traducirse en efectos favorables en la actividad mental y el comportamiento. Por lo que se puede afirmar que la aplicación de esta gran tecnología en el futuro será un arma terapéutica en la neurofisiología

Resumo

Este projeto foi inserido na linha de pesquisa denominada Desenvolvimento do Procedimento de Estimulação Magnética Transcraniana como alternativa ao método de Terapia Eletroconvulsiva.

No Peru, por meio da Diretoria de Saúde Mental do Ministério da Saúde implantou e prestou o serviço de atenção à saúde mental em todo o país. Para isso, contou principalmente com o Instituto Nacional de Saúde Mental Honorio Delgado Hideyo Noguchi. Este Instituto Nacional possui um laboratório de neuropsiquiatria pretendido de equipamento eletrônico de alta tecnologia e instrumentação com o qual aplica terapia eletroconvulsiva (ECT) conhecida como eletrochoque. Este é um dos tratamentos médicos mais controversos e, apesar de nenhuma evidência real de sua eficiência, continua a aplicar-se a centenas de milhares de pessoas em todo o mundo deixando consequências traumáticas permanentes.

Tendo como hipótese de trabalho que as doenças dos pacientes aparecem quando correlacionadas com a alteração das ondas cerebrais que dão origem à Depressão, Esquizofrenia, Alzheimer, etc. Esta tese, em sua pesquisa, esboçou o desenvolvimento e o projeto na melhoria de um protótipo gerador de ondas cerebrais derivados de uma pessoa saudável e adulta que foram capturadas e tributadas no eletroencefalograma (EEG), e que estas são previamente armazenadas em arquivos digitais para serem introduzidas no cérebro do paciente através de bobinas gerando campos eletromagnéticos capazes de penetrar no córtex cerebral e despolarizar as células nervosas conhecidas como neurônios.

Este procedimento é conhecido como Estimulação Magnética Transcraniana (EMT), que modifica a atividade cortical de forma reversível, não invasiva e relativamente indolor, a partir da qual é lógico pensar que a aplicação dessa técnica conseguiu traduzir-se em efeitos favoráveis sobre a atividade mental e o comportamento. Assim, pode-se dizer que a aplicação desta grande tecnologia no futuro será uma arma terapêutica na neurofisiologia.

INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud dice: “La salud mental es un estado de bienestar en el cual el individuo es consciente de sus propias capacidades, puede afrontar las tensiones normales de la vida, puede trabajar de forma productiva y fructífera es capaz de hacer una contribución a su comunidad”. Organización Mundial de la Salud. (OMS). *Salud mental un estado de bienestar* (2013)

El Instituto Nacional de Salud Mental Honorio Delgado Hideyo Noguchi brinda el servicio asistencial de salud mental a todo el país, fue mi centro de trabajo durante 18 años en la Unidad de Electrónica de esta institución y mi función profesional fue el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos e instrumentación electrónica por lo que puedo afirmar que este cuenta con un laboratorio de Neuropsiquiatría de equipos electrónicos para abordar tratamientos Neuropsiquiatricos que permite la exploración, activación, inhibición de las funciones cerebrales de manera segura. Es así que el Instituto utiliza la terapia Electroconvulsiva (TEC) conocida como electroshock que fue descubierto por el psiquiatra italiano Ugo Cerletti hacia 1938. En el que partiendo de una idea errónea de la incompatibilidad entre esquizofrenia y epilepsia se debería provocar una crisis convulsiva (epiléptica), para que supuestamente curaría la esquizofrenia. “Dicha teoría, también la desarrollo Joseph Von Meduna generando diversas técnicas para inducir la epilepsia”.

Cerletti, U. (1877), Meduna, J. (1963), y Manfred, S. (1933). *descubrió el método de terapia electroconvulsiva, técnicas para inducir la epilepsia y. shoks de insulina*. Así, Manfred Saket en 1933, desarrollo los shoks de insulina, que consiste en inyectar un exceso de insulina el cual provocaba una bajada de azúcar (hipoglicemia) que inducía convulsiones y el coma, generando episodios de riesgo de muerte que ello provocaba, así como la aparición de lesiones retinianas con ceguera parcial y/o total. Por lo que hacía desaconsejable el método a usar. En tal sentido era fuertemente necesario elaborar el procedimiento de Estimulación Magnética Transcraneal como alternativa al método de la Terapia Electroconvulsiva.

I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática.

El Dr. Yuri Cutipé, director de Salud Mental del Ministerio de Salud y especialista en niños y adolescentes, señaló que las cifras del Ministerio de Salud son reveladoras ya que, a través de los 31 Centros de Salud Mental Comunitarios, se han implementado desde hace dos años en diversas regiones del país y se han atendido a casi 2 millones de personas, llama mucho la atención que el 70% de pacientes sean niños y jóvenes menores de 18 años. La reflexión del Dr. Cutipé tiene asidero, según los estudios del Instituto Nacional de Salud Mental (INSM) Honorio Delgado-Hideyo Noguchi, el 20% de niños y adolescentes peruanos tiene afectada su salud mental o tiene alguna vulnerabilidad que puede perjudicar su proceso educativo; es decir, que uno de cada cinco (casi un millón) necesitaría ayuda para superar dicha problemática. (Ministerio de salud, *Plan Nacional de fortalecimiento de servicios de salud mental comunitaria. 2018 – 2021*)

En el Perú, el 17% de los años de vida sana perdidos, está sindicado a trastornos mentales y estos, a su vez, son estimados a la primera causa de discapacidad temprana y mortalidad precoz, antes que el cáncer inclusive. Por eso, el dictamen en las iniciales fases de la vida es clave anotó el Dr. Cutipé. Según el Ministerio de Salud, las perturbaciones más usuales en niños y adolescentes que llegan para la atención son molestias emocionales, como depresión o ansiedad vinculados a conflictos familiares, seguidos por problemas de conducta, de aprendizaje y del desarrollo, como autismo, retardo mental y esquizofrenia. Al respecto, el director de Salud Mental del Minsa, Dr. Yuri Cutipé, señaló la ejecución de un plan que garantizara el acceso a los servicios de salud mental de las personas que cuentan con Seguro Integral de Salud (SIS) y sin ningún tipo de seguro de salud en cada lugar donde se implementen. Las enfermedades mentales y los trastornos mentales comunes (ansiedad y depresión) son frecuentes. Los estudios epidemiológicos recientes realizados en el Perú por el Instituto Especializado de Salud Mental Honorio Delgado Hideyo Noguchi confirman los hallazgos de otros países: hasta el 37% de la población tiene la perspectiva de sufrir un trastorno mental alguna vez en su vida. La prevalencia de depresión en Lima Metropolitana es de 18,2% en la sierra peruana de 16,2% y en la Selva de 21,4%. La depresión y otras enfermedades mentales no atendidas, así como el alto nivel de sentimientos negativos dan como resultado que en un mes 1% de las personas de Lima Metropolitana, 0,7% en la sierra

y 0,6% en la selva presenten intentos suicidas. La violencia contra mujeres y niñas es uno de los indicadores de cuan abandonada esta la salud mental en el Perú

Cutipé, Y., y Sausa, M. *Salud mental en el Perú (2018)*

En el reciente estudio multicéntrico de OMS, que se llevó a cabo en diez países, con 12 lugares experimentados, se encontró que las mujeres cuzqueñas eran las segundas más violentadas del mundo, después de las de Etiopía. Podemos argumentar algunas razones culturales, enraizadas en la compleja experiencia del mestizaje y el patriarcalismo, pero no podemos pasar por alto que la imposibilidad de considerar a la otra persona como igual, por tanto, loable de buen trato y respeto, es un reflejo de la falta de salud mental. A su vez la manifestación a la violencia es un factor de riesgo para enfermedades mentales: casi 50% de la población ayacuchana, sometida a la violencia política, tiene riesgo de presentar enfermedades mentales, tales como la depresión o el trastorno de estrés postraumático. Esto se traduce en mayores tasas de abuso de alcohol y de violencia callejera y doméstica, que impiden que las familias y las comunidades se reorganicen una vez cesado el conflicto armado.

(Arellano, K. (2006), *Estudio epidemiológico de salud mental.*)

Las enfermedades mentales son causa de gran consternación personal para quienes las padecen y para las personas de su hábitat. En un país donde la atención psiquiátrica no está disponible en diversas regiones y donde los seguros privados no están impuestos por ley; la enfermedad mental empobrece rápidamente a la familia. Por otro lado, la falta de un sistema de atención y rehabilitación con base en la comunidad, exige a que pacientes con síntomas graves, que obstaculizan significativamente para la cual, deben vivir y permanecer todo el día en sus casas, el resultado será el rechazo familiar, la discriminación y exclusión del enfermo y del familiar que lo cuida, con graves secuelas para la salud mental del cuidador. Del mismo modo, las enfermedades mentales son causa de discapacidad, por tanto, de empobrecimiento y retraso del desarrollo. Las mujeres jóvenes deprimidas. Partiendo de la afirmación que todas las experiencias psicológicas son finalmente catalogadas en el cerebro, y que todos los fenómenos psicológicos representan métodos biológicos, la moderna neurociencia de la mente ofrece un entendimiento enriquecido de la inseparabilidad de la experiencia humana, el cerebro y la mente, Por lo tanto, las consecuencias de la muestra a la pobreza, la violencia, el infortunio se traducen en alteraciones del sistema nervioso central. Las exposiciones de estas modificaciones, que son las enfermedades mentales deben ser

atendidas prioritariamente, con una perspectiva de salud pública, equidad y derechos humanos, pues su alta prevalencia y su impacto individual y colectivo hacen de los trastornos mentales un verdadero problema de salud pública en el Perú. El Instituto Nacional de Salud Mental “Honorio Delgado Hideyo Noguchi” brinda el servicio asistencial de salud mental a todo el país.

La violencia política, que afectó al Perú en el período 1980-2000, ha dejado dramáticas secuelas y un saldo doloroso de víctimas fatales, particularmente en los sectores menos favorecidos. Por ello, ha existido una mayor preocupación por evaluar el impacto de la violencia política en la salud mental de las poblaciones rurales y altoandinas,²⁹ donde los estudios mostraron una prevalencia del 24,8% de estrés post traumático en la población mayor de 14 años, señalando además que estas secuelas se expresan en formas más amplias y diversas de aflicción y sufrimiento como el *llaky* y el *ñakary*. Los estudios epidemiológicos de salud mental encontraron que el 52,8% en Ayacucho, 20,6% en Pucallpa, 18,0% en Tarapoto, 12,2% en Huaraz, 8,8% en Iquitos, 8,3% en Puerto Maldonado, 7,9% en Bagua y 7,1% en Cajamarca, de la población encuestada había perdido al menos un familiar en situaciones directamente relacionadas con la violencia política, ya sea por fallecimiento o por desaparición.

(Arellano, K. *Anales de salud mental – estudio epidemiológico metropolitana en salud mental Volumen XVIII y Nos 1 y 2. Lima*). (2002

Figura N° 1

Instituto Nacional de Salud Mental Honorio Delgado Hideyo Noguchi



Fuente: MINSA - Lima – Perú 2020

Figura N° 2
Ministerio de Salud



Fuente: MINSA. Lima – Perú 2020

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es el procedimiento de la estimulación magnética transcraneal que se debe aplicar como alternativa a la terapia electroconvulsiva, con un equipo prototipo de bajo costo?

La Terapia Electroconvulsiva (TEC) es uno de los tratamientos médicos más polémicos y pese a no existir pruebas reales de su eficiencia se sigue aplicando a cientos de miles de personas en todo el mundo, dejando secuelas traumáticas permanentes, como paros cardiorrespiratorios, pérdidas de memoria a corto, mediano y largo plazo. Cuando se aplica en forma directa electricidad al cerebro, se perciben los efectos secundarios inmediatos y posteriores a la aplicación, según pude verificar esta terapia en varias sesiones del pabellón de varones del Instituto Nacional de Salud Mental Honorio Delgado Hideyo Noguchi ya que el equipo eléctrico de la terapia era regulado y calibrado por la Unidad de Electrónica a mi cargo. La Terapia Electroconvulsiva (TEC) es un sistema de tratamiento a largo plazo en el que los pacientes reciben en intervalos constantes o variables, durante un período de tiempo, la duración total del tratamiento oscila entre 10 a 12 meses, la principal causa de mortalidad asociada al uso de la TEC son los pacientes con patología cardiovascular según investigación, detectada mediante un control y seguimiento adecuado de los parámetros vitales (presión arterial, frecuencia cardíaca, respiración profunda), de la saturación de O₂

y Electroencefalograma (EEG) del paciente. Si se cuenta con el personal médico, equipos e insumos adecuados, la TEC puede hacerse aun en pacientes con cardiopatías severas, siempre que estén reconocidas y atendidas por el cardiólogo, quien deberá ser específicamente consultado antes de iniciar el tratamiento. Los efectos y las características a nivel cognitivo incluyen: déficit de atención y concentración, amnesia anterógrada y retrógrada y se pueden acentuar durante el transcurso de la serie de aplicaciones. (Vidal, S. *Terapia electroconvulsiva, Manual del residente de psiquiatría, 2005*)

Figura N° 3

Electroconvulsive Therapy Machine 1945 – 1960



Fuente: *Developed in Italy in 1938*

Figura N° 4
BBC News. Terapia Electroconvulsiva



Fuente: Reino Unido 2013

Figura N°5
Robert G. Heath. Choque eléctrico directamente al cerebro



Fuente: Reino Unido 2013

1.2.2 Problema específico

¿El prototipo alternativo a la terapia electroconvulsiva, seguirá aplicando en forma directa corriente eléctrica al cerebro del paciente?

La concentración de corriente eléctrica provoca una convulsión en el cerebro, los médicos psiquiatras creen que la actividad convulsiva puede ayudar al cerebro a “reconectarse” a sí mismo, lo cual ayuda a aliviar los síntomas de su enfermedad. La terapia electroconvulsiva consiste en la aplicación de una corriente alterna de electricidad que pasa a través del cerebro con un voltaje de 70 a 400 Voltios y una intensidad de corriente de 200 miliamperios a 1,6 Amperios (1600 miliamperios). La descarga eléctrica es de 6 segundos aproximadamente a través de electrodos que se colocan a cada lado del cerebro es decir en los temporales o sienas. Algunos psiquiatras afirman falsamente que la TEC consiste en una cantidad muy pequeña de energía eléctrica que pasa a través del cerebro, de hecho, los 70 a 400 Voltios y 200 a 1600 miliamperios usados en la TEC ya es bastante potencia. La potencia aplicada en la terapia electroconvulsiva es típicamente tan grande como la que se encuentra en las tomas de la red doméstica, podría matar al paciente si la corriente no se limitara a la zona craneal; la electricidad de la TEC es tan poderosa que puede quemar la piel de la cabeza, lugar donde se colocan los electrodos, debido a esto, los psiquiatras utilizan gel conductor en el electrodo, para evitar quemaduras en la piel por la electricidad, éste al pasar por el cerebro causa convulsiones tan enérgicas que hasta puede romper sus propios huesos durante las sesiones de la terapia. Pero que, la peor parte de la TEC es el daño cerebral, no los huesos rotos. Aquí podemos decir que el procedimiento de este método de terapia se está aplicando con corriente alterna sinusoidal; sin embargo, existen equipos que generan estímulos de corriente continua, configurado un tren de pulsos de 0.5 a 0.7 mseg. De onda rectangular, con frecuencias entre 90 Hz a 249 Hz. y duración total de 5 segundos. Estas medidas pueden variar ligeramente según el aparato utilizado, estos aparatos permiten inducir una respuesta convulsiva eficaz con una dosis eléctrica sensiblemente inferior a la liberada por los aparatos que generan estímulos de onda sinusoidal (Cortez, C., Cruzado, L. Ladd, G. *Características clínicas de pacientes tratados con terapia electroconvulsiva en un hospital público de Perú Expo Salud Publica. 2016*)

Figura N° 6

Psychotron II para terapia de electroshock



Fuente: Guislain Bélgica 2014

Figura N° 7

Un anestesista comprueba en un electrocardiógrafo si parecen alteraciones en el ritmo cardiaco durante la electroterapia



Fuente: Marek Vogel. España 2019

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Elaborar un procedimiento basado en un prototipo que genere señales que son convertidas en ondas cerebrales provenientes del sueño, aprovechando los recursos del computador y optimizando la utilización del hardware, se creará así un equipo de fácil instalación, manejo optimo y a bajo costo. La función principal de este prototipo es la Estimulación Magnética Transcraneal (EMT) mediante las diferentes fases presentes en el sueño, trenes de pulsos, e inclusive el período de sueño completo, en la idea de contribuir alternativamente a la terapia TEC.

1.3.2 Objetivo específico

Analizar la línea de investigación de la Estimulación Magnética Transcraneal (EMT) en la cual se emplearon ondas cerebrales provenientes del sueño, ya que cuando dormimos las células cerebrales o neuronas se comunican causando pequeños y diminutos impulsos eléctricos, esta actividad eléctrica puede medir, captar y grabar mediante pequeños electrodos situados en diversas áreas del cuero cabelludo, miden los cambios en la actividad eléctrica del cerebro. Por lo que se tiene que definir la opción de la EMT, basada en la aplicación de un pulso magnético de 2 teslas de intensidad. (Un tesla se define como una inducción magnética uniforme que, repartida normalmente sobre una superficie de un metro cuadrado, produce a través de esta superficie un flujo magnético total de un weber), y 100 microsegundos de duración, el cual es creado por una corriente eléctrica que circula dentro de una bobina que produce dicho campo magnético.

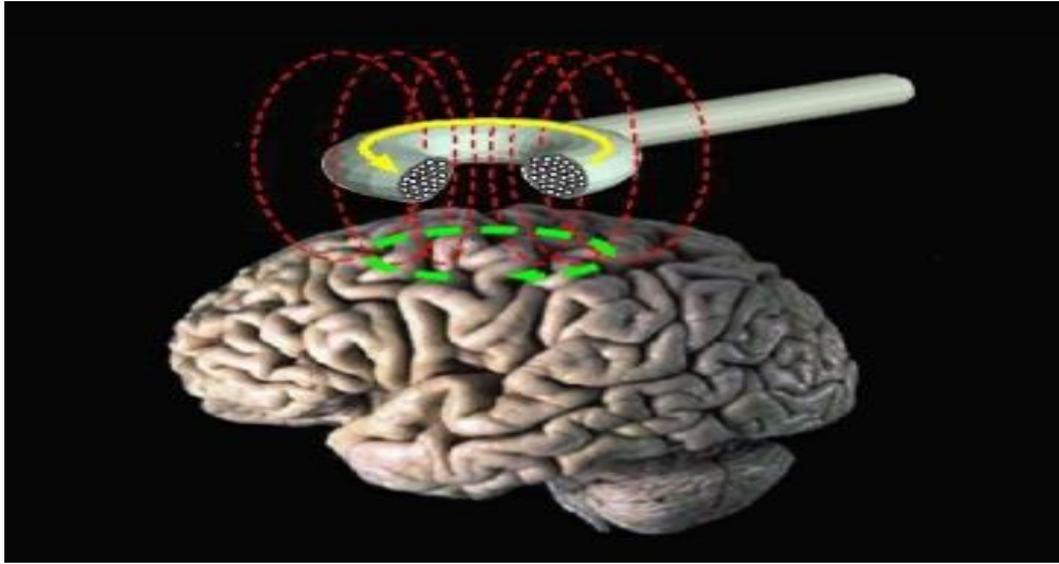
Figura N° 8

Bobina tipo toroide dispositivo estimulador magnético



Fuente: Diseño de bobinas Lima - Perú 2019

Figura N° 9
Stimulation magnetica transcraneal



Fuente: Eric Wasserman. *National Institute of Health. United States. 20*

Figura N° 10
Terapia alternativa: Stimulation Magnetica Transcraneal



Fuente: Matras Urbana Inelperu Lima 2019

1.4 Limitantes de la investigación

Limitantes de la investigación son los problemas y dificultades con los que el investigador se enfrenta durante el proceso de investigación, así una limitante la constituye por ejemplo el tamaño de la muestra, que se tomó en los servicios de psiquiatría adultos hospitalizados y de consulta externa lo que no permitió generalizar los resultados obtenidos o también la disponibilidad de tiempo y los recursos humanos y financieros que podría haberse presentado en la investigación. Se toma en consideración la poca ayuda y cooperación de los pacientes con dependencia de sustancias tóxicas para suministrar información o la suspensión de actividades de una institución en la que se realiza una investigación o finalmente la imposibilidad de controlar los efectos perturbadores provocados por variables extrañas en un experimento, se refiere a los límites o fronteras hasta donde llegaron las aspiraciones de la investigación, siempre por referencia de los objetivos. En consecuencia, las limitaciones vienen a constituirse en factores externos al equipo de investigadores que se convierten en obstáculos que eventualmente pudieran presentarse durante el desarrollo del estudio y que escapan al control del investigador mismo.

1.4.1 Limitantes teórica

Esta limitante está determinada por la existencia de investigaciones similares ejecutadas y afines a la que pretendemos realizar, la Información sobre el tema de Estimulación Magnética Transcraneal, fue necesario ir a los Centros de Salud, y a las Instituciones de investigación como Hospitales y Clínicas privadas ya que se tenía que buscar información para establecer los contactos necesarios para el cumplimiento ético de la información de esta investigación, ya que la Ingeniería Biomédica es una disciplina nueva de alta responsabilidad bioética y neurética. La presentación durante el desarrollo de investigación de esta tesis, es en lo real lograr buscar una cita para una entrevista con los Neurólogos y Psiquiatras que conocen este tema de investigación de la Estimulación Magnética Transcraneal. Por lo que acudí al Instituto Nacional de Salud Mental Honorio Delgado Hideyo Noguchi, y pude indagar y lograr conversar con el Dr. Javier Saavedra, jefe de la Oficina de Investigación; el cual me contacto con tres médicos que conocían el tema, Dr. Neurólogo Psiquiatra Manuel Henríquez jefe de la oficina de Neurología; El Dr. Neurólogo Guillermo Ladd Director del Departamento de Adultos y la Dra. Psiquiatra Carmen Díaz jefa de Hospitalización del pabellón de Damas. Sus aportes para la investigación de esta tesis fueron fundamentales y de amplio contenido profesional para el desarrollo del tema de Estimulación Magnética Transcraneal. Al respecto existe una información que la estoy

desarrollando más adelante sobre la alternativa de una implementación de EMT en este Instituto. Uno de los problemas que se pudo verificar en esta búsqueda de alternativas frente a las limitantes teóricas es la atención con gran frecuencia los servicios ambulatorios de los pacientes con trastornos neuróticos. El Ministerio de Salud en su amplitud de criterios de gestión ha implementado recientemente los servicios de Salud Mental Comunitaria. Y que los relacionamos con pacientes con problemas de estrés y depresión principalmente en niños y adolescentes. relacionado al contexto familiar y el comportamiento en adultos. En los últimos años las frecuencias en las atenciones han sido incrementadas, en cuanto a los trastornos mentales y del comportamiento en el uso de sustancias psicoactivas. Esto se relaciona en los Centros de Salud Mental Comunitaria cuyo funcionamiento y administración es del Ministerio de Salud, en su capacidad normativa de salud mental.

1.4.2 Limitantes temporal

Las limitantes temporales, son las investigaciones empíricas (formulación de pasos a seguir a la hora de aplicar el método empírico – analítico a parte de la forma convencional) y los análisis teóricos tienen fecha de inicio y de termino. No hay investigaciones eternas, pero si pueden ser interrumpidas por múltiples factores, de acuerdo a la naturaleza del problema objeto de estudio.

(Damas, N. 2013 Proyecto de Tesis - trabajo de investigación Lima, Callao.)

II MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes: Internacional y Nacional

2.1.1 Antecedente internacional

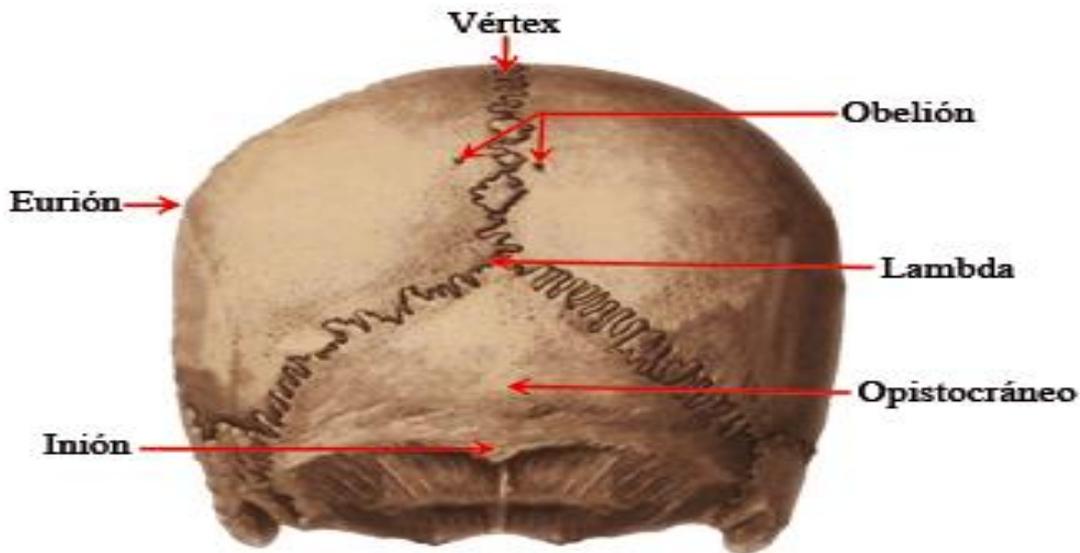
El Dr. D'Arsonval en 1886 hizo las primeras investigaciones sobre el efecto fisiológico debido a un campo magnético y que fueron definidas través de una profunda observación, el vértigo de un sujeto cuando colocó la cabeza en el interior de una bobina eléctrica de 39 Hz de frecuencia, también observó que la retina del sujeto era la estructura más sensible a las corrientes inducidas en el ser humano; así se realizaron una gran cantidad de observaciones a la conducta humana frente al campo magnético variable. Por los años 1965 los doctores Bickfor y Fremming lograron realizar una estimulación magnética de nervios adyacentes de humanos y animales; por estos años también el Dr. Barker indagó el empleo de campos magnéticos con pulsos de corta duración para obtener una velocidad de estimulación selectiva de los nervios periféricos del ser humano. Fue el Dr. Anthony Barker quien desarrolló un estimulador nervioso con utilidad clínica, capaz de generar pulsos suficientes breves, que permitan obtener potenciales nerviosos y motores evocados, capaces de ser registrados.

En 1985, el Dr. Barker mediante el empleo de un nuevo estimulador de alto voltaje, más eficaz en la transformación de energía desde el condensador hasta la bobina, consiguieron la primera estimulación magnética de la corteza motora en un ser humano, para ello situaron una bobina de estimulación de 120 mm de diámetro externo centrada en el **vertex** de un sujeto sano, registrando el potencial de acción evocado en el abductor mediante electrodos de superficie. Los sujetos no describían sensaciones de dolor, molestias, en un considerable contraste con las sensaciones descritas durante la estimulación eléctrica de la corteza cerebral mediante electrodos fijados al cuero cabelludo. En los seres humanos, el vertex craneal está formado por cuatro huesos del cráneo: el hueso frontal, los dos huesos parietales y el hueso occipital. Estos Huesos están conectados por la sutura coronal entre los huesos frontales y parietales, por la sutura sagital entre los dos huesos parietales, y la sutura lambdaidea entre los huesos parietales y occipital. **Barker, A** (*Departamento de Medicina Física de la Universidad de Sheffield*) empleó por primera vez la estimulación magnética transcraniana en 1985.

Figura N° 11

El vertex es el punto más elevado del cráneo, en el plano sagital medio

El Vertex Craneal. National Institute of Neurological Disorders and Stroke



Fuente: National Institute of Health. United States. 2014.

2.1.2 Antecedente nacional

Los antecedentes de las investigaciones de la aplicación de la terapia de Estimulación Magnética transcraneal de carácter nacional la vemos en la Universidad peruana Cayetano Heredia como parte de un programa de investigación Docente y que se proyectan a la implementación de las terapias de Estimulación a nivel de los servicios privados de salud, destacando el psiquiatra peruano Dr. Michael Kabar, profesor de la Universidad Peruana Cayetano Heredia y también profesor en la Universidad de California en Berkeley EEUU. Ejerce en consulta privada como psiquiatra por más de 20 años. Diplomado en Psiquiatría y Neurología por el American Board y experto en Psicofarmacología. Hizo su residencia en la Universidad de Maryland. Ha sido Director Médico del San Francisco Misión A.C.T. y del Hume Behavioral and Treatment Center. Es miembro de la Association Practice Research Netwo, coautor del “texto de psiquiatría”. Ha publicado artículos de noticias Psiquiatras en varios medios estadounidenses. En el Perú es colaborador de la Revista “Enfoques en Neuropsiquiatría” Su ultimo artículo trata sobre la “Estimulación Magnética Transcraneal y Neuro modulación” (revista de Neuro – psiquiatría). Área en la cual es un experto y con mucho entrenamiento sobre esta innovadora técnica. Es así como lo señala el Dr. Michael Kabar:

“La terapia Magnética Transcraneal es el método principal de lo que llamamos neuroestimulación. Ha sido aprobado por la Food and Administration (FDA) de Estados Unidos en el año 2008, gracias a que se ha demostrado la eficacia y seguridad de los métodos que aplica. Así mismo, es un procedimiento no invasivo que se utiliza para diversos trastornos neuropsiquiátricos. Inicialmente la terapia fue aprobada para el tratamiento de la depresión mayor, pero sus usos para tratar otras patologías se expanden a diario. Hay tres grupos de pacientes que acuden a la terapia. El primer grupo corresponde a los que llamamos refractarios, es decir que no responden a los tratamientos más convencionales y comunes principalmente fármacos y psicoterapia. El segundo grupo es el de los pacientes que no toleran los efectos secundarios de la medicación. El tercero lo conforman aquellos pacientes que no desean o no pueden tomar fármacos debido a problemas médicos, hepáticos o renales. En este grupo se incluyen las mujeres que están dando de lactar.

La terapia magnética transcraneal cubre las necesidades de un tratamiento saludable para aquellos que no correspondan a las prácticas convencionales o desean eludir cualquier efecto secundario de los medicamentos. Para muchas personas esta terapia se emplea como monoterapia, es decir, terapia alternativa a la tradicional. Algunas también la utilizan como terapia complementaria para optimizar la respuesta a otros métodos. Para poder entender el mejor método empleado en el estudio de un buen entendimiento del marco teórico de la neuroplasticidad el cual sirve para la aplicación de la terapia magnética. En el año 2000 el neurocientífico Eric Kandel ganó el premio Nobel por demostrar la neuroplasticidad del cerebro. Anteriormente se pensaba que las neuronas se degeneraban y morían inexorablemente. Ahora se sabe que el método más eficiente para estimular la plasticidad del cerebro es la neuroestimulación. En este caso el método de estimulación magnética transcraneal que es el que yo manejo” Dr., Mike Kabbar. “Entonces, sabemos que la terapia estimula la Sinaptogénesis que evita que se produzca el deterioro de las neuronas y los circuitos neuronales. Por lo tanto, el funcionamiento global cerebral mejora al estimular circuitos neuronales específicos y regionales de acuerdo al área que se desee estimular.

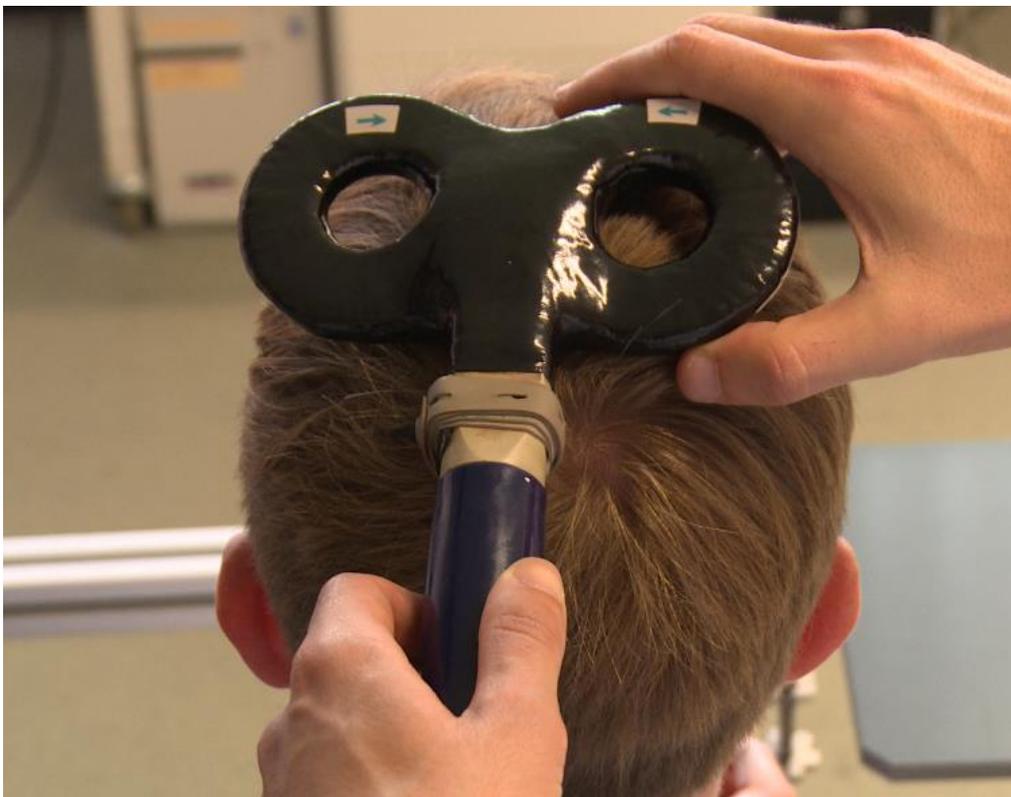
(Kabbar, M., profesor de la Universidad Peruana Cayetano Heredia y también profesor en la Universidad de California en Berkeley EEUU. 1998 – 2019)

Figura N° 12
Casco de bobinas de estimulación



Fuente: Dr. Mike Kabar INEL. Perú. 2019

Figura N° 13
Aplicación de la bobina plana de Estimulación Magnética



Fuente: Instituto de Neuroestimulación de Lima - Perú

➤ **Neuroplasticidad del cerebro.** - La ciencia está en continua evolución.

Hasta hace pocos años se creía que nuestro cerebro era estático e inmutable, que nacíamos con un número determinado de neuronas que iban perdiéndose con el paso del tiempo y que nuestros genes heredados condicionaban nuestra inteligencia. Actualmente, debido al progreso de los experimentos realizados por la moderna neurociencia, sabemos que existe la neuroplasticidad, una propiedad del sistema nervioso que le permite adaptarse continuamente a las experiencias vitales: Nuestro cerebro es extraordinariamente plástico, pudiéndose adaptar su actividad y cambiar su estructura de forma significativa a lo largo de la vida. La experiencia modifica nuestro cerebro continuamente, fortaleciendo o debilitando las sinapsis que conectan las neuronas.

Este proceso se conoce como aprendizaje. Independientemente del declive natural que conlleva la vejez, el aprendizaje se puede producir a cualquier edad, somos capaces de generar nuevas neuronas y nuestra inteligencia no es fija ni inmutable. Desde la perspectiva educativa, el concepto de plasticidad cerebral constituye una puerta abierta a la esperanza porque implica que todos los alumnos pueden mejorar. Aunque existan condicionamientos genéticos, sabemos que el talento se construye con esfuerzo y una práctica continua. Y nuestra responsabilidad como docentes radica en guiar y acompañar a los alumnos en este proceso de aprendizaje y crecimiento continuo, no sólo para la escuela sino, también y, sobre todo, para la vida.

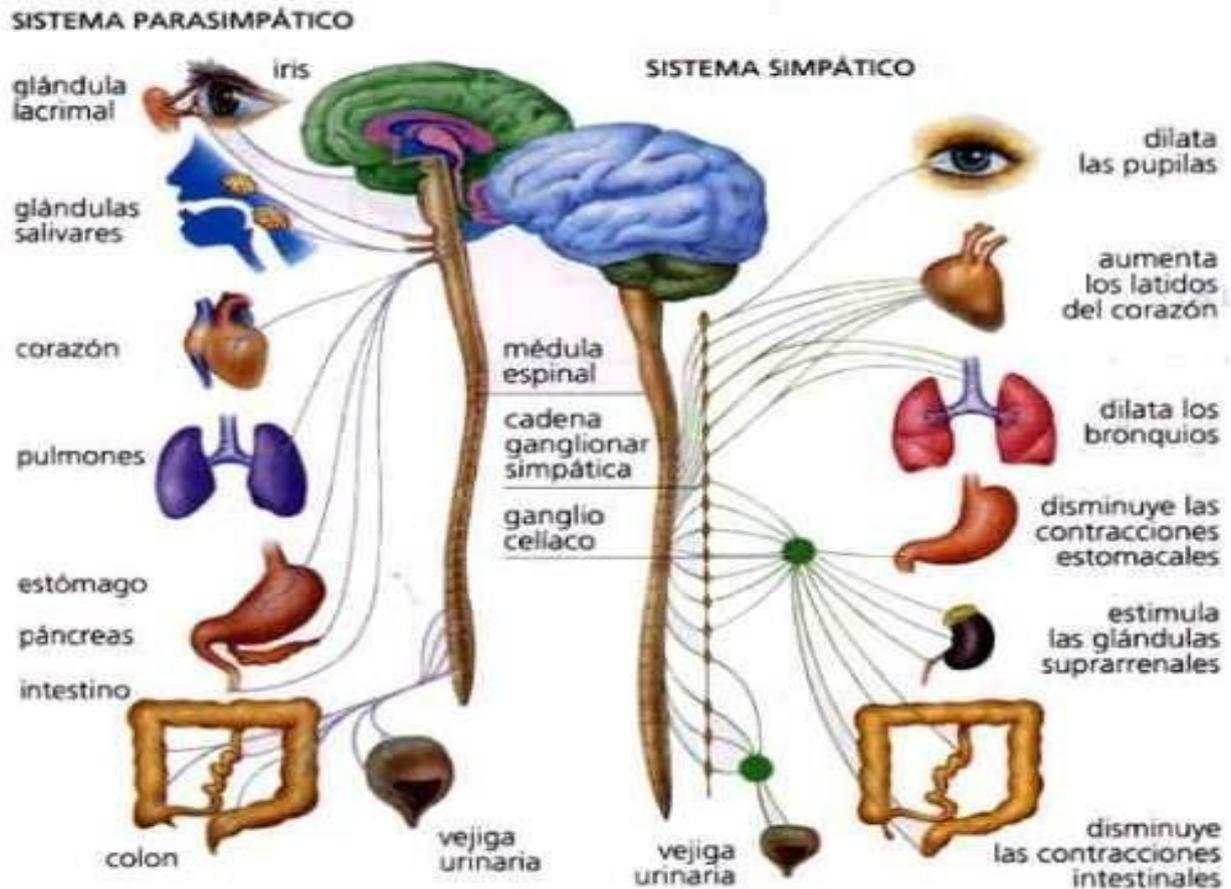
Las primeras evidencias sobre la neuroplasticidad provenían de estudios realizados con animales, personas ciegas o sordas de nacimiento y con otras que habían padecido lesiones cerebrales. Aunque estas investigaciones resultaron fundamentales en el proceso de comprensión de la plasticidad del sistema nervioso, se objetaba a menudo que estos experimentos correspondían a cerebros de animales o de personas con características excepcionales que podían diferir del comportamiento habitual. Como son muy conocidos el experimento de Eleonor Maguire con los taxistas de Londres (aumentaba su hipocampo al tener que memorizar un complejo callejero) o el de Thomas Elbert con los violinistas (se incrementaba la región de la corteza cerebral que controla los dedos de la mano izquierda) nos centraremos en dos estudios del científico español Álvaro Pascual-Leone que consideramos muy originales y significativos: En el primero, se enseñó a la mitad de un grupo de voluntarios a tocar una pieza de piano con cinco dedos. Se observó que el entrenamiento continuo conllevó un aumento en la región correspondiente a la corteza motora que era responsable de mover esos dedos. Aunque ese resultado constituía una

muestra clara de neuroplasticidad, no era novedoso porque otros experimentos habían llegado a conclusiones similares.

Lo verdaderamente interesante resultó al analizar las imágenes cerebrales de la otra mitad de voluntarios a los que se puso a imaginar que tocaban la pieza, se observó que la simulación mental de los movimientos activaba las regiones de la corteza motora que se requerían para la ejecución de los movimientos reales. Sorprendentemente, la práctica mental era suficiente para promover la neuroplasticidad.

El segundo estudio de Pascual-Leone que consideramos muy relevante es el llamado “experimento de la venda”. Durante cinco días, a un grupo de voluntarios sanos se les vendó los ojos durante ese período de tiempo se les mantuvo ocupados leyendo Braille (hay que desplazar los dedos sobre puntos impresos) y realizando tareas auditivas que consistían en diferenciar pares de tonos que escuchaban con unos auriculares; el análisis de los escáneres cerebrales mediante resonancia magnética funcional reveló que la corteza visual de los participantes, tras cinco días, modificó su función y pasó a procesar las señales auditivas y táctiles aumentando así su actividad. Después de retirar las vendas de los ojos, sólo debían transcurrir unas horas para que la actividad se redujera, desde el punto de vista educativo, resulta trascendental la demostración de que el mero pensamiento provoca la neuroplasticidad. La plasticidad cerebral permite, a través de un entrenamiento mental adecuado, que nuestro perfil emocional pueda cambiar y afectar de forma positiva a nuestra vida. Los docentes hemos de generar creencias adecuadas en nuestros alumnos que les permitan afrontar las dificultades como retos. La atención constituye uno de los factores críticos en el proceso de aprendizaje, resulta un mecanismo imprescindible porque la capacidad de nuestro cerebro para procesar la información sensorial entrante es limitada. **Kabar, M.**, *profesor de la Universidad Peruana Cayetano Heredia y también profesor en la Universidad de California en Berkeley EEUU. (1998 – 2019)*

Figura N° 14
Neuroplasticidad Del Cerebro



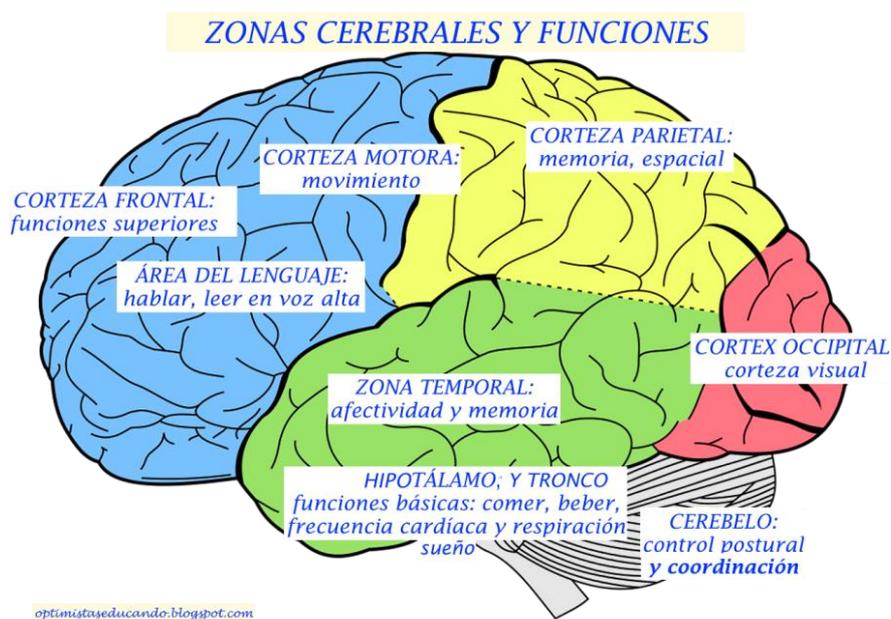
Fuente: Stanford University United States. 2014

En el segundo de los experimentos se entrenó a un grupo de monos (dos horas al día, los siete días de la semana) para que pudieran distinguir con tres de sus dedos la frecuencia de oscilación de unas láminas vibratorias. Los monos, al cabo de un tiempo, ya eran capaces de detectar diferencias entre frecuencias. Los investigadores observaron que, como consecuencia del aprendizaje de esa tarea, las áreas sensoriales de la corteza cerebral correspondientes a los dedos de la mano utilizada aumentaron. Aunque este experimento es relevante como indicador de la neuroplasticidad, desde la perspectiva educativa nos interesa una variante realizada, se repitió el experimento anterior con la novedad de que si, inicialmente se les dio zumo a los monos cada vez que acertaban para facilitar el aprendizaje de la tarea, en el nuevo experimento se les permitió beber todo el zumo que deseaban; el resultado fue que, en esta nueva situación, los monos no eran capaces de aprender la tarea y sus representaciones somatosensoriales no cambiaban. Al no existir la atención selectiva en la tarea desarrollada, no se daba la activación neuronal

de las correspondientes regiones cerebrales que sí se activaban en el experimento inicial. Este experimento, aparte de relacionar los procesos atencionales con la neuroplasticidad, enlaza con los objetivos educativos. La atención sobre lo que se debe aprender requiere esfuerzo continuo, motivación para ser receptivo y contar con las emociones adecuadas. En ese orden, la dedicación constante requiere autocontrol, lo novedoso y lo relevante facilita nuestra motivación y en un estado relajado nuestra atención (también la memoria) se encuentra en una situación más beneficiosa para facilitar el aprendizaje. La propiedad de la neuroplasticidad tiene una relación directa con la mejora en determinados trastornos del aprendizaje, siendo uno de los más conocidos la dislexia. Sabemos que diversas áreas cerebrales intervienen en la formación del lenguaje, por lo que su desarrollo requiere muchos años. La lectura, por ejemplo, necesita una óptima conexión entre estas regiones cerebrales y el niño, para que pueda leer con corrección, necesita una comprensión del lenguaje

Figura N° 15

Coordinación, pensamiento y Dr. Mike Kabar sistema nervioso



Fuente: Neurofisiología Estados Unidos 2019

En la dislexia, el principal impedimento para leer está relacionado con el habla y la memoria verbal. Para leer necesitamos captar la correspondencia existente entre los sonidos del lenguaje (fonemas) y los símbolos visuales que utilizamos para representarlo (grafemas) y es por ello que los niños disléxicos sufren trastornos estructurales en el procesamiento de sonidos y en algunas tareas visuales. Diversos estudios han demostrado la importancia de

un entrenamiento intensivo para niños disléxicos: Utilizando programas informáticos, se alargan artificialmente sonidos de consonantes para poder diferenciarlas. En pocas semanas, los niños procesan mejor los sonidos de palabras mostrando una clara integración auditivo-visual. Y es que, tras el entrenamiento, en las imágenes de resonancia magnética funcional se observan incrementos en la activación de regiones cerebrales que eran previamente hipofuncionales, como la corteza temporo-parietal que interviene en el procesamiento fonológico.

El Cerebro humano, establece redes de conexiones, en su afán de un nuevo aprendizaje y el establecimiento de nuevas experiencias. Estas redes o vías neuronales son construidos como rutas que se intercomunican entre neuronas. Estas rutas se crean en el cerebro a través del aprendizaje y la práctica y el desarrollo del pensamiento humano. Las neuronas se comunican entre sí a través de circuitos llamadas sinapsis y estas vías de comunicación se pueden regenerar durante toda la vida. Lo que básicamente ocurre en una neurona biológica es lo siguiente: la neurona es estimulada o excitada a través de sus puntos de entrada y cuando se alcance un límite crítico, la neurona se activa y dispara una señal hacia el axón o varilla conductora del sistema nervioso central, este evento electroquímico. Como ya se sabe, el pensamiento tiene lugar en el cerebro, que consta de billones de neuronas interconectadas. Así el secreto de la “inteligencia” sin importar como se defina, se sitúa dentro de estas neuronas interconectadas a través del aprendizaje, significa también que aquellos problemas que inicialmente no pueden resolverse, pueden ser resueltos después de obtener más información acerca del problema. **(Kolb, B., Mohamed, A.&Gibb, R. La búsqueda de los factores que subyacen a la plasticidad cerebral en los cerebros normal y en el dañado. Revista de trastornos de la comunicación (2010), (2011).)**

La neuroplasticidad permite fortalecer las regiones cerebrales implicadas en el procesamiento del habla y así se pueden mejorar dificultades asociadas a la dislexia. Además, se ha comprobado que este tipo de entrenamientos mejoran la comprensión del lenguaje, la memoria y la lectura. Estos resultados muestran la importancia del tiempo dedicado a la comprensión del lenguaje oral y su relación directa con el aprendizaje de la lectura. Evidentemente se trata de ejercicios repetitivos que han de ser a la vez motivadores porque de lo contrario no se pueden escuchar atentamente los inputs sonoros. Además, es importante que se utilice una gran variedad de estímulos verbales que permitan una mayor actividad del hemisferio izquierdo que funciona peor en los niños disléxicos. Aunque este tipo de aprendizajes compensatorios no puedan erradicar completamente los trastornos (no

todos los neurocientíficos están de acuerdo), sí que garantizan grandes mejoras si existe el deseo de aprender, junto a la dirección adecuada del proceso de aprendizaje.

La dopamina es un neurotransmisor con importantes implicaciones educativas porque interviene en procesos de gratificación y motivación que son fundamentales en el aprendizaje. Se ha demostrado que el pensamiento positivo está asociado al córtex prefrontal del hemisferio izquierdo y que, en esta situación, se libera dopamina que activa los circuitos de recompensa. En niños con TDAH se ha observado una reducción en el tamaño del núcleo accumbens una región del sistema límbico relacionada con los circuitos dopaminérgicos, mostrando la influencia de los estados de ánimo en la atención. En un estudio realizado con ratas¹⁵, se demostró que la estimulación directa del área tegmental ventral, constituida por vías de dopamina, cambió las representaciones corticales de los sonidos escuchados. Si las ratas sólo escuchaban los sonidos sin ninguna estimulación eléctrica no se producía ninguna variación. Tanto en el cerebro de las ratas como en el nuestro existe una región cortical en la que hay neuronas que pueden representar distintas frecuencias que no conllevan preferencias de representación. La importancia de este experimento radica en el hecho de que la neuroplasticidad se daba en el córtex auditivo al estimular el circuito de gratificación de la dopamina, es decir, el aprendizaje de la tarea sonora estaba ligado a la activación de un circuito en el que interviene un neurotransmisor que sabemos cómo afecta al aprendizaje. En la práctica educativa, los docentes hemos de saber activar este sistema de gratificación de la dopamina con gestos, miradas o conductas agradables. Nuestro lenguaje no verbal desempeña un papel importante en la transmisión de componentes emocionales. Además, como ya hemos comentado anteriormente, lo novedoso motiva y facilita el aprendizaje.

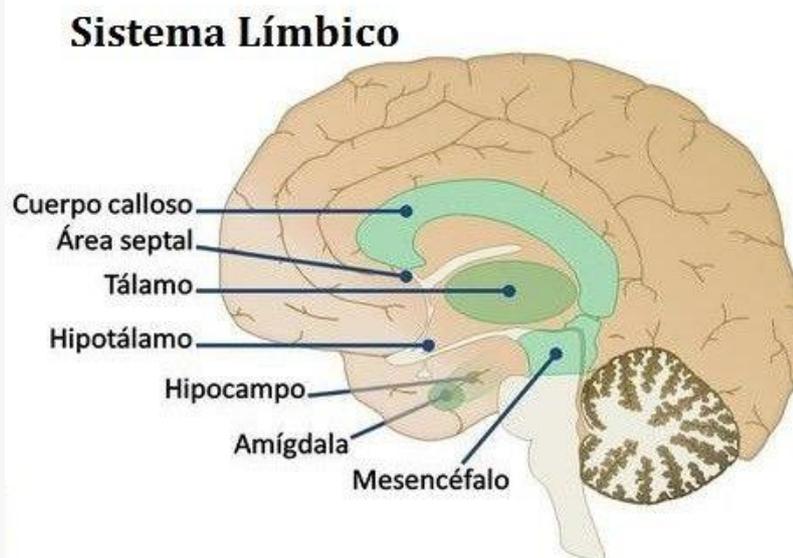
La neurociencia ha demostrado la influencia de los factores ambientales, incluida la educación, sobre la estructura y función del cerebro. La neuroplasticidad constituye un nuevo paradigma educativo porque revela que el entrenamiento mental puede modificar el cerebro que no es fijo ni inmutable, sino maleable. Somos la única especie que utiliza la plasticidad para perfeccionar y evolucionar el cerebro por lo que eso es lo que nos hace diferentes y singulares. Pero, además, cada individuo de nuestra especie es único e imprevisible y participa de su propia evolución debido a la influencia de las experiencias vividas. Nuestro perfil emocional, que se forma mediante una serie de circuitos neuronales durante los primeros años de vida, puede modificarse como consecuencia de experiencias casuales o a través del esfuerzo consciente.

Y nuestros propios pensamientos son capaces de generar la neuroplasticidad y condicionar nuestro comportamiento y aprendizaje. En el contexto educativo, la plasticidad del cerebro implica que todos podemos mejorar. Y los docentes tenemos la responsabilidad de conocer cómo funciona ese sistema biológico complejo llamado cerebro del que surge todo lo relacionado con la conducta y el pensamiento humano. Estudios recientes han demostrado que la meditación modifica patrones de actividad cerebral y puede fortalecer la empatía, el optimismo o la sensación de bienestar Linda Lantieri ha desarrollado proyectos en escuelas americanas, con resultados satisfactorios, en los que se utiliza la relajación corporal y la concentración para mejorar la atención de los niños.

(Kabar, M., profesor de la Universidad Peruana Cayetano Heredia y también profesor en la Universidad de California en Berkeley EEUU. 1998 – 2019)

Figura N°16

Adrián Trigla. Sistema Límbico



Fuente: *Universidad de Noroeste. Estados Unidos. 2011.*

El sistema límbico es un conjunto de estructuras del encéfalo con límites difusos que están especialmente conectadas entre sí y cuya función tiene que ver con la aparición de los estados emocionales o con aquello que puede entenderse por "instintos", si usamos este concepto en su sentido más amplio.

Figura N° 17

Neuroplasticidad, es *la plasticidad neuronal*



Fuente: *plasticidad neuronal* Canadá 2018

2.2. Base teórica

La base teórica de la estimulación magnética es el conocimiento de la inducción electromagnética, descubierta por Faraday en 1831. un pulso de corriente fluyendo a través de una bobina de hilo de cobre conductor genera un campo magnético. La frecuencia de cambio de este campo magnético determina la inducción de una corriente secundaria en cualquier conductor cercano. en la EMT, una corriente pasa a través de una bobina de hilo de cobre encapsulada en una carcasa de plástico situada sobre la cabeza del sujeto, en el momento en que un pulso de corriente pasa a través de la bobina de estimulación, se genera un campo magnético que pasa a través del cuero cabelludo y la corona del sujeto sin atenuarse. Este campo magnético variable en el tiempo induce una corriente en el cerebro del sujeto, de este modo, la EMT podría considerarse una forma de estimulación eléctrica no invasiva, sin electrodos, por inducción electromagnética.

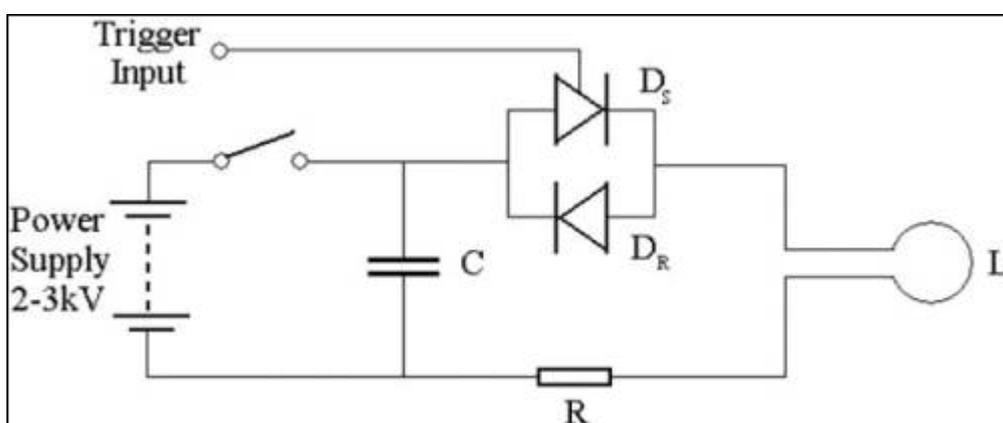
El circuito básico de un estimulador magnético incluye un condensador (o banco de condensadores) con circuito de carga, y un circuito de descarga que utiliza un interruptor electrónico denominado Thyristor, capaz de hacer fluir miles de Amper. en milisegundos a través de una bobina de estimulación, este circuito básico puede modificarse para producir pulsos repetitivos de EMT.

La corriente necesaria para generar un campo magnético de intensidad suficiente como para estimular la corteza cerebral es aproximadamente de 7kA – 10kA esta corriente se aplica en un pulso muy breve a través de la bobina (duración aproximada de 1mili segundo). Se transfiere aparentemente 500 Kilovatio-hora a la bobina en menos de 100 micro

segundos. El pulso puede ser monofásico o polifásico, lo que determina ciertas propiedades biológicas del estímulo, en cualquier caso, la variación en el tiempo es alta, ya que esta determina la magnitud del campo magnético y de la corriente secundaria inducida. Directamente por la corriente que fluye por la bobina y corrientes de condensación generadas por el campo magnético pasa de 0 a 2.5 Tesla en aproximadamente 50 micro segundos. La despolarización de neuronas y la generación de un potencial de acción dependen de la diferencia de potencial a través de la membrana axonal o dendrítica, un campo inducido activa una neurona.

Figura N° 18

Circuito de Control de Estimulador Magnético



Fuente: *Dr. Ricardo Rozados funciona el equipo de EMT. Argentina 2019*

La distinta orientación de las neuronas en la corteza cerebral y sus axones impide una traslación sencilla de las observaciones en conductores homogéneos al volumen de tejido nervioso afectado por la EMT en un cerebro, el conocimiento, con más detalle de la anatomía de las áreas corticales estimuladas dará una correcta interpretación de los efectos de la EMT. Investigar redes neuronales. Los dos tipos de bobinas utilizados con mayor frecuencia son la bobina circular y la bobina en forma de 8. El campo eléctrico generado y, por lo tanto, la focalidad y penetración del estímulo, depende de la geometría de la bobina. La estimulación con una bobina en forma de 8 puede aumentar la focalidad de estimulación. Adjuntar figuras de bobinas Esta configuración consiste en dos bobinas circulares que transportan corrientes en direcciones opuestas, y allí donde las bobinas se unen se produce una suma del campo eléctrico. La presencia, duración e intensidad de los efectos diferidos de la EMT y sus bases neurofisiológicas continúan siendo modificación transitoria de la eficacia sináptica de circuitos específicos a través de su acción sobre la corteza cerebral.

2.2.1. Aspectos técnicos

Sistemas de aislamiento eléctrico

El desarrollo tecnológico ha dado lugar a la aparición de una gran cantidad de equipos médicos que se aplican al paciente para efectuar terapias, diagnóstico y monitorización, esto permite mejores tratamientos, pero también implica para el paciente, un aumento del riesgo por accidente por descarga eléctrica infecciones ocasionadas por el incumplimiento de ciertas normas ambientales que se deban cumplir en las áreas críticas de los hospitales. Si a esto se añade la necesidad de contar con instalaciones eléctricas aterrizadas de acuerdo a valores estándar permitidos por el Reglamento de Baja Tensión (RBT) vigente en Perú y también de contar con sistemas de emergencia, el diseño se vuelve más complejo, pero mejoran las condiciones de seguridad ostensiblemente. Es por esta razón que se plantea la necesidad de contar en los hospitales con un sistema de aislamiento eléctrico que sea capaz de garantizar, en primer lugar, la integridad física de los pacientes, que se encuentren en áreas críticas; como ser salas de operaciones, sala de cirugía de día, sala de cuidados intensivos y unidades de quemados; así mismo, con este sistema, se logra proteger a los equipos instalados en estas áreas, que son sumamente costosos, contra descargas eléctricas, debidas en su mayoría a fallas en el suministro de baja tensión provisto por las distribuidoras.

(Martínez, W. Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), June 4 – June 6 2008, Tegucigalpa, Honduras.)

Los equipos electromédicos deben ser muy seguros, sobre todo aquellos que son conectados al cuerpo humano para realizar su función, en consecuencia, un aspecto importante en su diseño y desarrollo es sin duda garantizar la seguridad eléctrica, el control de la seguridad eléctrica depende del diseño y la integración de las fuentes de alimentación en los equipos electromédicos. La norma de más equipos electromédicos para la seguridad básica y funcionamiento esencial es EM-60601 - 1 (manual de inyección) está dedicada a cómo controlar la mayor parte de dichos riesgos. Sin embargo, el cumplimiento de la misma y el seguimiento de las metodologías de diseño destinadas a lograr el aislamiento eléctrico forzoso para conseguir que el equipo sea seguro, puede ser una tarea compleja. En este caso, a diferencia de otras normas, la seguridad eléctrica no se considera dependiente de la tensión, la seguridad eléctrica depende de las corrientes de fuga. Esto es debido a que incluso una tensión muy baja aplicado a los tejidos y órganos internos humanos, puede

causar un nivel de corrientes de fuga a través del cuerpo que puede resultar fatal. La norma IEC 60601 – 1 establece los requisitos para dichas corrientes de fuga.

Un equipo electromédico debe estar diseñado de modo que funcione con seguridad en condiciones normales y también en condiciones anormales o de fallo, hay muchos comportamientos de lograr el aislamiento básico en Los dispositivos electromédicos y cada esquema de aislamiento es diferente. Este es simplemente debido a que no existe una pauta formal y cada ingeniero tiene una manera diferente de conseguir el aislamiento en el equipo que diseña. El uso de electricidad en los equipos de diagnóstico, medición y terapia medica expone a los pacientes y a los profesionales de la salud, al riesgo de sufrir descargas eléctricas, quemaduras, daños en los órganos internos o arritmias cardiacas debido directamente a las fugas de corriente que resultan de una incorrecta conexión a tierra y de un aislamiento.

(Martínez, W. Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), June 4 – June 6 2008, Tegucigalpa, Honduras.)

Tabla N° 1

Efectos de la corriente eléctrica en el cuerpo humano

INTENSIDAD DE CORRIENTE ELÉCTRICA ALTERNA (50Hz.)	INTENSIDAD DE FLUJO ELÉCTRICO CONTINUA (50 Hz)	EFFECTOS DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA SOBRE EL CUERPO HUMANO
0.5 – 1 mA	0 – 4 mA	PERCEPCION SUAVE DE COSQUILLO
1 – 3 mA	4 – 15 mA	SORPRESA INSTANTÁNEA
3 – 21 mA	15 – 32 mA	ACCION REFLEJA
21 – 42 mA	32 – 100 mA	CONTRACCIONES MUSCULARES INCONTROLADAS.
42 – 100 mA	100 – 330 mA	PARO RESPIRATORIO, NO SE PUEDE RESPIRAR
Más de 100 mA	Más de 330 mA	EXPOSICIÓN ES FATAL

Fuente: Elaboración propia 2019

El tablero de aislamiento para BT, contiene todos los elementos básicos de un sistema de energía aislado, sus componentes son:

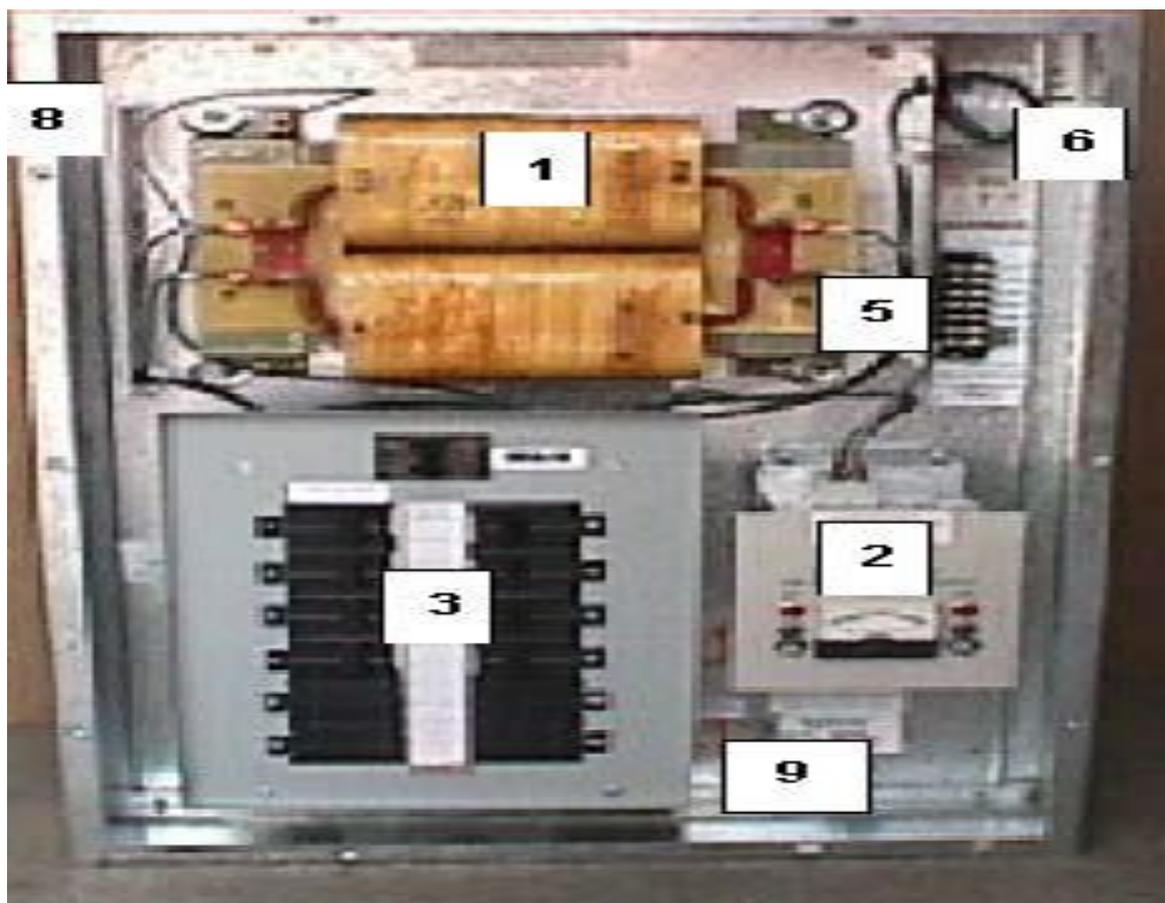
➤ **Componentes del tablero de aislamiento**

- 1.- Transformador de aislamiento
- 2.- Monitor de aislamiento

- 3.- Centro de carga
- 4.- puerta con chapa
- 5.- Compartimiento para alambrado
- 6.- Bloque de terminales
- 7.- Barra de tierra

Figura N° 19

Tablero de Aislamiento Walter Alejandro Martínez Matamoros



Fuente: *Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), walter.martinez@unitec.edu*
 1990 Tablero IT instalado (General Electric)

El transformador de aislamiento en este caso es monofásico de núcleo E, con escudo electrostático entre primario y secundario. Está diseñado para operar con corrientes de fuga muy pequeñas. La corriente de fuga máxima es de 10 microampers, para 3 kVA de potencia aparente. (220 VAC / 120 VAC), Monofásico El monitor de aislamiento ofrece supervisión continua sin cambios entre circuitos. la señal del monitor es claramente visible, para los Neurólogos y Psiquiatras supervisados por el Ingeniero Biomédico. Los interruptores

termomagneticos son de doble polo y un solo tiro, con el sistema tierra y neutro separado. Sistema de tierras remotas, las componen todos los aparatos que no son eléctricos en este caso: a) La mesa para colocar el instrumental clínico. b) Las ruedas de la máquina de anestesia. c) La mesa quirúrgica, d) Las entradas y salidas metálicas del aire acondicionado, e) Puertas y ventanas

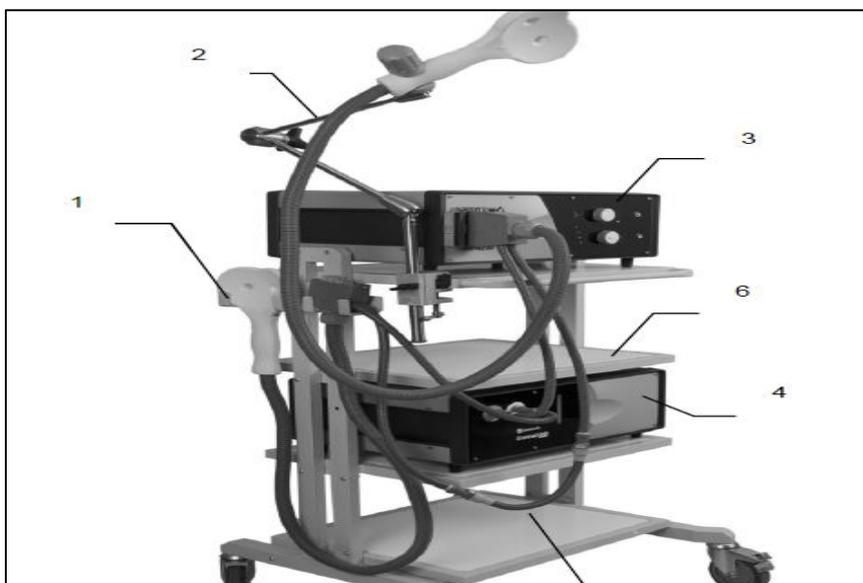
El Ingeniero Biomédico de la obra realizó el montaje del interior del consultorio taller y conectó el alimentador principal a los circuitos derivados, así como los conductores de señalización. Al conectar los interruptores derivados se verificó que el aislamiento del cable XHHW no hiciese contacto físico con el cable de alimentación TW o THW, tampoco debe hacer contacto con el cable desnudo de tierra.

❖ Equipo de Estimulación Magnética Transcraneal

El equipo de EMT instalado al interior del consultorio taller consiste en una fuente de alimentación de energía eléctrica proveniente del monitor de aislamiento, descargando en un capacitor del cual generara pulsos de corriente eléctrica proyectada a una bobina generadora del campo magnético pulsátil. Este campo se establece entre un polo norte (N +) y un polo sur (S-), en forma de línea que circulan de sur a norte. Dichos polos no actúan de la misma forma y tienen diversas acciones terapéuticas. posee accesorios auxiliares para controlar temperatura, intensidad y frecuencia.

Figura N° 20

Equipo de Estimulación Magnética transcraneal Médico,



Fuente: *Fundación Cardiovascular de Colombia, Floridablanca Colombia 2019*

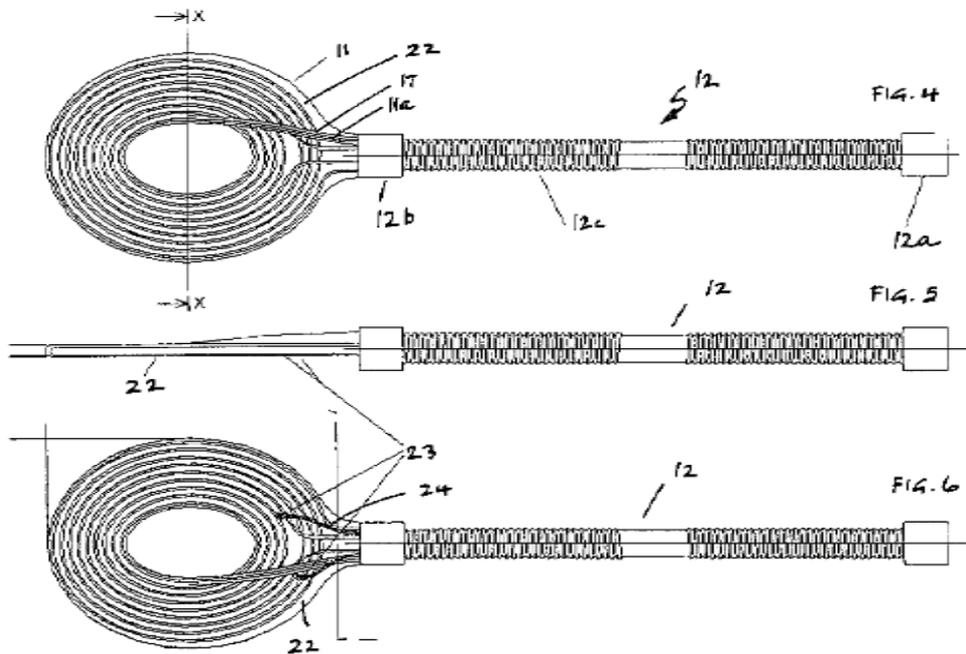
La bobina toroidal de estimulación, es un hilo conductor por el que circula una corriente a través de espiras envueltas sobre un soporte toroidal. El toroide cuenta con un campo magnético en su interior que lo forman los circuitos concéntricos. Fuera de él, el campo es nulo. La fuerza del campo magnético acata del número de espiras, que el toroide tiene en su cuerpo. el campo es uniforme, ya que tiene más fuerza cerca de la parte interior del anillo y más débil cerca de su parte exterior .los toriodes tienen mucho valor, ya que como solenoide tienen propiedades inductoras .los inductores pueden causar corrientes en bobinas cercanas, según el experimento desarrollado por Michael Faraday (1831), el cual consistió en una bobina primaria enrollada alrededor de un anillo de hierro y conectada a un interruptor y a una batería “Una corriente en la bobina produce un Campo magnético al cerrarse el interruptor, una bobina secundaria también esta enrollada en el anillo y se encuentra conectada a un amperímetro”.

“En el circuito secundario no hay batería alguna y la bobina secundaria no está conectada eléctricamente con la bobina primaria. Entonces cualquier corriente detectada en el circuito secundario se debe a la inducción electromagnética que se produce por la Ley de Faraday”. La bobina de estimulación consiste en un material de hilo de cobre completamente aislado por una fina capa de resina no conductora que cubre al hilo metálico. Con la bobina activa, el campo magnético penetra fácilmente Piel, Cráneo y Meninges e induce una corriente eléctrica secundaria en el tejido cerebral, orientada en el plano paralelo a la zona cortical induce una corriente eléctrica secundaria en el tejido cerebral. Cuando se sitúa la bobina tangencialmente al cráneo, de tal manera que la Estimulación se hace sobre los elementos neuronales de la corteza que tiene orientación horizontal y no transversal. Su acción neuromoduladora es, en su gran mayoría transináptica e indirecta y actúa cerca del cono axónico de las células piramidales corticales y las regiones de las neuronas que presentan umbrales de despolarización más bajos.

(PASCUAL-LEONE, A., M. 1994 Responses to rapid-rate transcranial stimulation of the human motor cortex, 117, 847-858)

Figura 21

Philips, M. Gary. Bobinas Estimuladoras Circulares. Zyla

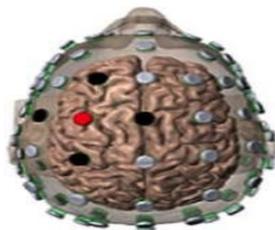
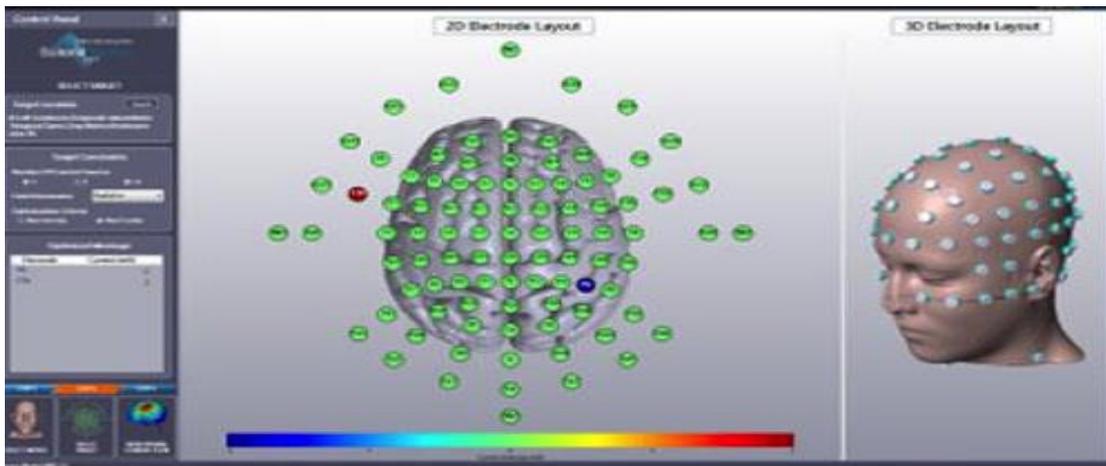


Fuente: Life Sciences. Estados Unidos. 2019.

El foco del campo magnético depende de la forma de la bobina para la estimulación magnética Transcraneal. Existen cuatro tipos de bobinas: Forma de ocho o mariposa circular; Circular; doblecono y bobina H. La bobina más usada en los estudios de investigación es la forma de Ocho. Que consta de dos alas unidas y permite una estimulación más focal y superficial. La bobina circular toroidal produce una estimulación más profunda pero menos focal, mientras que la bobina de doble cono induce un campo eléctrico menos focal, pero más fuerte, que logra la estimulación directa de regiones cerebrales profundas, y la bobina H diseñada para reducir el campo eléctrico en la superficie cortical y aumentarlo hacia la profundidad. La intensidad de la corriente eléctrica producida en la bobina es de 5 a 10 kA; La intensidad del campo magnético inducido es de 1 a 2 Tesla en el área cortical que se puede estimular es de aproximadamente 3 centímetros cuadrados y a una profundidad de 2 centímetros.

Figura N° 22

Gorra inductora en la Estimulación Magnética -



Fuente: *Miguel Flores Leal. Equipo instalado en el consultorio. México. 2014*

Uno de los efectos secundarios descritos con la EMT es las convulsiones, sobre un riesgo, se ha reportado con estímulos simples sobre áreas corticales lesionadas, infartos y otras alteraciones estructurales. Así mismo se han presentado crisis convulsivas al realizar estimulación de un foco epileptogénico demostrado en el EEG y convulsiones en pacientes con trastorno depresivo mayor (TDM) que recibían antidepresivos tricíclicos y neurolépticos. Otro de los efectos no deseados es la cefalea, la cual se presenta en un 3–10% por incremento de tensión en músculos craneales. Se han reportado algunos efectos transitorios en el umbral auditivo del 10% de los pacientes, por lo que se recomienda la utilización de tapones auditivos durante el procedimiento.

2.3 Marco conceptual

Los magnetos son de distintas formas y tamaños y si bien el diagnóstico debe ser realizado por un médico, su aplicación debe ser hecha en un principio por un magneto terapeuta y luego muchas veces puede aplicarlos el mismo paciente.

Magnetos permanentes

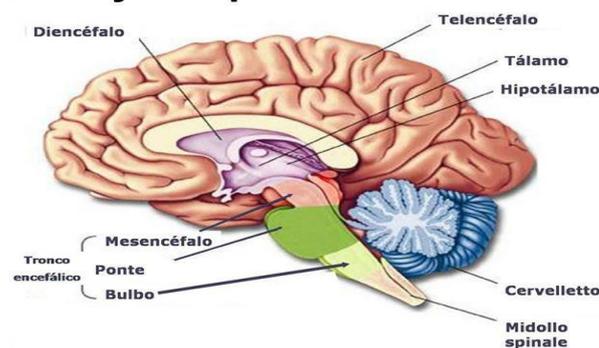
La potencia de un magneto o su magnitud a utilizar en cada caso, es muy importante, hay que dosificar correctamente la energía aplicada, el tema de la potencia del imán, o la magnitud del magnetismo a utilizar en cada caso, es de importancia crucial, por lo que uno de los problemas más importantes a considerar en cada experiencia en particular, es la dosificación correcta de la energía, el magnetismo afecta todas y cada una de las células del cuerpo del Ser humano debido a su carácter altamente conductivo. Un campo magnético puede ejercer, sin participación de ningún órgano sensorio, una influencia directa sobre el diencefalo (cerebro intermedio que controla el sistema endocrino)

Figura N°- 23

El diencefalo

DIENCEFALO

El diencefalo origina el epitálamo, tálamo y el hipotálamo



Fuente: Tomás, Daniel (Valencia 2019)

Cuando empieza el desarrollo embrionario del sistema nervioso central predominan tres secciones: el prosencéfalo, el mesencéfalo y el rombencéfalo

Posteriormente estas estructuras iniciales darán lugar a las distintas partes del cerebro adulto, incluyendo el diencefalo, éste engloba regiones tan importantes como el tálamo y el hipotálamo que permite el correcto funcionamiento de múltiples procesos biológicos, como la secreción de hormonas y la regulación del sistema autónomo. En concreto, una vez diferenciadas, las partes principales del diencefalo son el tálamo, el hipotálamo, el epitálamo, el subtálamo y la retina. Asimismo, la glándula pituitaria o hipófisis está unida al hipotálamo,

y el nervio óptico también conecta con el diencefalo. La arteria cerebral posterior y el polígono de Willis permiten la irrigación sanguínea del diencefalo.

El Hipotálamo se sitúa debajo del tálamo, las funciones principales de esta estructura incluyen conectar los sistemas nervioso y endocrino y controlar la secreción de hormonas por parte de la hipófisis y otras glándulas.

Las estructuras del prosencéfalo (cerebro anterior), y del diencefalo, privadas de una conexión nerviosa con los receptores, reaccionan a un campo magnético estático con mayor frecuencia, rapidez e intensidad que las de un cerebro intacto. Los tratamientos magnéticos ejercen un efecto estabilizador sobre los códigos genéticos. Los campos magnéticos ejercen un efecto notorio y duradero en la curación de las heridas externas. Muchos patólogos han confirmado que la proliferación de fibroblastos y fibrosis se reducen dentro de un campo magnético. La evaluación microscópica también revela una marcada reducción de la fibrosis debida a un tratamiento magnético. Los estudios científicos de estos efectos sobre la materia orgánica no han sido encarados con decisión y continuidad sino hasta el último cuarto de este siglo.

Y es sólo durante este último período de alrededor de 15 a 20 años que diversos países han comenzado a llevar a cabo un considerable trabajo de investigación y desarrollo, tendiente a observar y registrar el efecto del magnetismo sobre los organismos vivos. Como consecuencia, recién en ese último lapso han comenzado a aparecer, aunque no demasiado frecuentemente, algunos artículos, y diversos informes, estudios realizados sobre esta especialidad, Sin embargo, todavía se sabe muy poco sobre el grado que pueden alcanzar los efectos de los campos magnéticos sobre los seres vivos, y aún mucho menos de sus propiedades terapéuticas sobre las enfermedades humanas. Se ha descubierto que la naturaleza del magnetismo, tanto de ese gigantesco imán natural que es la Tierra, como de los pequeños imanes artificiales, hace que no pueda ser interrumpido o detenido según nuestros deseos, y continúa influyendo sobre todos los objetos dentro de su campo de acción, en tanto esos objetos permanezcan allí:

- El magnetismo ejerce una comprobada influencia sobre los organismos vivos.
- Se ha demostrado que el magnetismo resulta altamente efectivo en el tratamiento de algunas dolencias específicas.
- El efecto del magnetismo se debe a:
- La actividad de los cuerpos vivos, que se incluye dentro del espectro de los campos magnéticos.

- La inducción de una fuerza electromotriz en una porción del campo aplicado.
- Los cambios de origen físico que tienen lugar dentro del campo inducido.

Los imanes han demostrado ser altamente beneficiosos para ciertas dolencias, y ya desde tiempos inmemoriales han sido utilizados para aliviar la rigidez de los músculos y articulaciones, o mitigar los dolores corporales en forma inmediata. También se les atribuía la capacidad de normalizar la tensión arterial, e inmunizar al cuerpo contra ciertas enfermedades, aumentando las vitalizadoras secreciones glandulares.

- Se estimulan las secreciones hormonales, logrando que la piel gane brillo y flexibilidad, manteniendo la juventud. Paralelamente se alivian y curan todas las disfunciones motivadas por deficiencias hormonales.
- Se activan las circulaciones sanguínea y linfática en general, y consecuentemente, todos los nutrientes alcanzan con mayor facilidad y eficiencia las células de los tejidos, normalizando el metabolismo general.
- Las ondas magnéticas penetran la piel, los tejidos grasos y los huesos, vigorizando los órganos tras ellos, lo que deriva en una gran resistencia a las enfermedades.
- El flujo magnético estimula la recuperación de la salud, y proporciona energía adicional, eliminando los desórdenes orgánicos y regulando las funciones de los diversos sistemas corporales, como el circulatorio, nervioso, respiratorio, digestivo y urinario.
- Los tratamientos magnéticos operan reformando, reanimando y acelerando el crecimiento celular, rejuveneciendo los distintos tejidos, fortaleciendo y renovando los corpúsculos inactivos, e incrementando el número de glóbulos blancos y rojos en sangre.
- Los imanes poseen excepcionales efectos curativos sobre ciertas dolencias específicas, como los dolores de muelas, rigidez en los hombros y otras articulaciones, dolores e inflamaciones, espondilitis o artrosis cervical, eczema y asma, como así también sobre afecciones externas, como los sabañones, llagas y heridas cortantes.
- La homeostasis, o propiedad auto-curativa del organismo se ve notablemente renovada y potenciada, lo que asegura la persistencia en el tiempo de todos los beneficios mencionados hasta el momento. El paciente se siente lleno de vigor, y puede llevar a cabo más ejercicios y esfuerzos sin agotarse.

- Los tratamientos magnéticos basan sus principios en la energización de todos los sistemas corporales. Sus efectos permanecen en plena vigencia varias horas después de cada sesión con los imanes, y en casos de afecciones normales, un tratamiento continuado durante una semana o dos, diez minutos una vez al día, logran sacar al paciente de su estado de enfermedad, para devolverle su normal condición de salud, e incluso mejorarla.

Tomando en cuenta que los imanes trabajan sobre el metabolismo humano principalmente a través de la circulación sanguínea y sus componentes de hierro y hemoglobina, conviene establecer previamente el contenido de hierro en sangre. El cuerpo humano adulto contiene de 4 a 5 gramos de hierro, que puede ser rastreado en diversas partes del cuerpo; su mayor proporción se encuentra en la sangre, como componente de la hemoglobina, y el resto permanece alojado en los músculos, donde recibe el nombre de mioglobina. La función principal de estas dos sustancias consiste en transportar oxígeno de los pulmones a los músculos y las células, sin el cual desaparecería todo trazo de energía, y con ella cesarían los latidos del corazón y la actividad respiratoria. Esto nos demuestra la importancia del hierro para nuestro organismo y las posibilidades de los imanes para mejorar por su intermedio nuestras condiciones de vida.

La influencia benéfica de los imanes:

- Cuando se aplica un imán a un cuerpo humano, los distintos tejidos son atravesados por ondas magnéticas, y se inducen en ellos corrientes eléctricas secundarias, que al interferir con las ondas magnéticas generan un aumento de temperatura en los electrones de las células corporales.
- El desplazamiento de la hemoglobina en los vasos sanguíneos se acelera considerablemente, mientras que los depósitos de calcio y colesterol en sangre disminuyen. También decrecen las adherencias de otros materiales indeseables a las paredes internas de las venas y arterias, principales causantes de la hipertensión arterial. La sangre se purifica y la circulación se aligera, facilitando la actividad cardíaca, y erradicando la fatiga y los dolores.
- Se regularizan las funciones del sistema nervioso autónomo, manera que los órganos internos que controlan recuperen su funcionamiento normal.

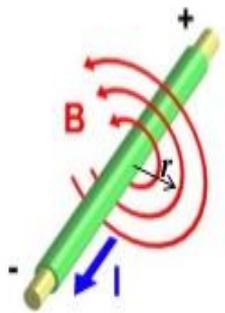
- Se estimulan las secreciones hormonales, logrando que la piel gane brillo y flexibilidad, manteniendo la juventud. Paralelamente se alivian y curan todas las disfunciones motivadas por deficiencias hormonales.
- Se activan las circulaciones sanguínea y linfática en general, y consecuentemente, todos los nutrientes alcanzan con mayor facilidad y eficiencia las células de los tejidos, normalizando el metabolismo general.
- Las ondas magnéticas penetran la piel, los tejidos grasos y los huesos, vigorizando los órganos tras ellos, lo que deriva en una gran resistencia a las enfermedades.
- El flujo magnético estimula la recuperación de la salud, y proporciona energía adicional, eliminando los desórdenes orgánicos y regulando las funciones de los diversos sistemas corporales, como el circulatorio, nervioso, respiratorio, digestivo y urinario.
- Los tratamientos magnéticos operan reformando, reanimando y acelerando el crecimiento celular, rejuveneciendo los distintos tejidos, fortaleciendo y renovando los corpúsculos inactivos, e incrementando el número de glóbulos blancos y rojos en sangre.
- Los imanes poseen excepcionales efectos curativos sobre ciertas dolencias específicas, como los dolores de muelas, rigidez en los hombros y otras articulaciones, dolores e inflamaciones, espondilitis o artrosis cervical, eczema y asma, como así también sobre afecciones externas, como los sabañones, llagas y heridas cortantes.
- La homeostasis, o propiedad auto-curativa del organismo se ve notablemente renovada y potenciada, lo que asegura la persistencia en el tiempo de todos los beneficios mencionados hasta el momento. El paciente se siente lleno de vigor, y puede llevar a cabo más ejercicios y esfuerzos sin agotarse.
- Los tratamientos magnéticos basan sus principios en la energización de todos los sistemas corporales. Sus efectos permanecen en plena vigencia varias horas después de cada sesión con los imanes, y en casos de afecciones normales, un tratamiento continuado durante una semana o dos, diez minutos una vez al día, logran sacar al paciente de su estado de enfermedad, para devolverle más tranquilidad y sosiego en su desarrollo de salud

Figura N° 24

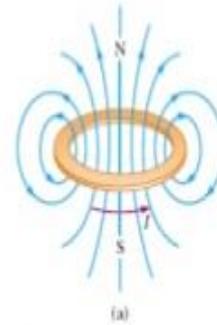
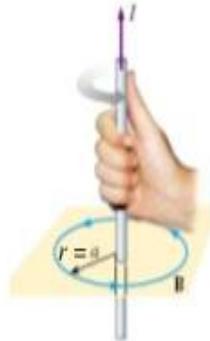
Ángeles, L., *Presencia de los imanes*

INTRODUCCIÓN

1. Ejemplos de fuentes de campo magnético:

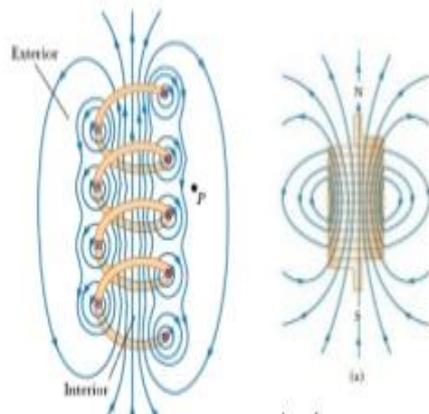


$$B \propto \frac{I}{r}$$

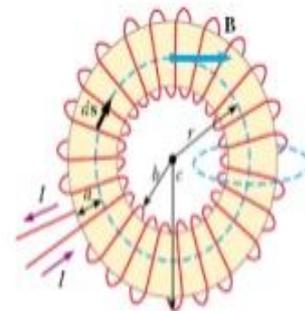


Campo magnético creado por un conductor de corriente rectilíneo

Líneas de campo magnético alrededor de una espira de corriente



Un solenoide se comporta como un imán, ya que posee una cara N en uno de sus extremos y una cara S en el otro.



Campo magnético creado en el interior de una bobina TOROIDAL.

Luis Angelats Silva

15/07/2012

Fuente: INEL. Perú. 2019.

2.4. Definición de términos básicos

❖ Estimulación Magnética Transcranial (EMT)

Es un método que utiliza pulsos magnéticos breves pero poderosos para inducir una corriente eléctrica de manera focalizada. La EMT difiere de otros métodos de estimulación eléctrica ya que los efectos pueden ser dirigidos de una manera más localizada. La eficacia de la EMT ha sido demostrada en estudios aleatorios controlados y ha sido comparada a la de los antidepresivos y a la combinación de antidepresivos y antipsicóticos de última generación en los casos de depresión refractaria.

❖ **Terapia Electroconvulsiva (TEC)**

El electroshock es llamado generalmente TEC (Terapia Electro Convulsivante). Fue descubierto por el psiquiatra italiano Ugo Cerletti hacia 1938. Los primeros tratamientos de tipo Convulsivante se desarrollaron en la década de los 30, partiendo de una idea errónea: la incompatibilidad entre esquizofrenia y epilepsia. La provocación de una crisis convulsiva (epiléptica) curaría la esquizofrenia. Dicha teoría, desarrollada por Ladislav Joseph von Meduna, dio lugar a diferentes técnicas para inducir la epilepsia.

❖ **Neurorehabilitación**

La Neurorehabilitación como proceso terapéutico individualizado y específico, permite crear nuevas conexiones neuronales a través de un proceso de plasticidad cerebral, que puede ser mediado e incluso aumentado con dispositivos tecnológicos.

❖ **Fisioterapia**

La Fisioterapia es una disciplina de la salud que ofrece una alternativa terapéutica no farmacológica que, en muchos casos, ayuda a paliar los síntomas de múltiples dolencias, tanto agudas como crónicas.

❖ **Neurofisiológico**

La neurofisiología es la rama de la fisiología que estudia el sistema nervioso, como funciona este complicado sistema y como produce la variedad de modelos de conductas que manifiestan los organismos, estudia también el comportamiento de las neuronas o grupos de neuronas aisladas. Los hechos establecidos por la neurofisiología elemental pueden ser aprovechados por la teoría matemática de redes neuronales para construir modelos matemáticos que permitan identificar los fenómenos neurofisiológicos como la memoria y el aprendizaje.

❖ **Campos magnéticos**

Un campo magnético es una descripción matemática de la influencia magnética de las corrientes eléctricas y de los materiales magnéticos, el campo magnético en cualquier punto está especificado por dos valores la dirección y la magnitud.

❖ **Campo eléctrico**

❖ Es una región del espacio en la que interactúa la fuerza eléctrica, es un campo físico que se representa por medio de un modelo que describe la interacción entre cuerpos y sistemas con propiedades de naturaleza eléctrica. se describe como un campo vectorial.

❖ **Ataque cerebral**

Es una emergencia vital que requiere atención inmediata en el centro médico de nivel competente. El término se aplica al síndrome clínico con más de 60 minutos de duración, está acompañado de un tiempo de evaluación definida.

❖ **Difusión por resonancia magnética**

Es una técnica de detección in vivo, del movimiento de moléculas de agua, restringida en determinadas condiciones patológicas como isquemias y tumores.

❖ **Estimulación eléctrica faríngea**

Técnica no invasiva para mejorar la fuerza y recobrar el control motor de los músculos de la deglución mediante estímulos eléctricos.

❖ **Estimulación eléctrica neuromuscular**

Procedimiento de estimulación mediante electrodos cutáneos para producir una contracción muscular. Los impulsos imitan el potencial de acción proveniente del sistema nervioso central provocando la contracción muscular.

❖ **Estimulación transcraneal de corriente directa**

Forma de neuroestimulación que utiliza corriente eléctrica baja y constante, aplicada directamente en un área del cerebro a través de pequeños electrodos. Busca mejorar las habilidades cognitivas en una variedad de tareas.

❖ **Tomografía axial computarizada (TAC)**

Es una técnica de imagen para obtener cortes o secciones de objetos anatómicos con fines diagnósticos.

❖ **Depolarización**

Es una función de la neurona para comunicarse con el exterior a través de la membrana celular, el cual contiene proteínas que sirven como bombas iónicas, las cuales en estado de reposo mantiene ciertos iones dentro o fuera de la célula el interior de la misma tiene una carga negativa, creando un potencial eléctrico. La diferencia de carga entre el interior y el

exterior va desde -40 hasta los -80 milivoltios, siendo su valor más típico de -70 mV. Así las neuronas rápidamente invierten las cargas en cada lado de la membrana interior y exterior.

❖ **Repolarización**

Es una función de la neurona a través de la cual las cargas positivas se introducen a la célula que posteriormente son expulsadas al exterior de la célula y se restaura la carga negativa en el interior de la célula.

❖ **Potencial de acción**

Es una función de las neuronas, que transfiere información a través de su axón. Cuando la Depolarización llega al final de la neurona se liberan hormonas como la Dopamina, la serotonina y la oxitocina. Esto explica porque nuestro cuerpo tiene un inherente lenguaje electroquímico.

❖ **Neurocognitivos**

Lo cognitivo es aquello que pertenece o que está relacionado al conocimiento. Un estudio neurocognitivo es un método diagnóstico que se emplea para medir el funcionamiento cerebral de una persona y obtener información que no proveen otros instrumentos de exploración, como el electroencefalograma, la tomografía computarizada, o la resonancia magnética. Este método diagnóstico permite al médico y a otros profesionales comprender la dinámica entre las diferentes regiones del cerebro del paciente a través de exhaustivo mapeo de sus habilidades cognitivas.

❖ **Tesla** Es una unidad de medida de la inducción magnética o densidad de flujo magnético del Sistema Internacional de Unidades $1 \text{ T} = 1 \text{ N} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{C}^{-1}$

❖ **Periodo REM**

Un ciclo de sueño completo y toma un promedio de 90 a 110 minutos. Los primeros ciclos de sueño cada noche tienen sueño REM relativamente cortos y largos periodos de sueño profundo, pero más tarde en la noche, el periodo Rem se alarga y el tiempo de sueño profundo va ir descendiendo. **Etapa NREM** La etapa NREM representa alrededor del 75% del tiempo de sueño total y consta de fases de sueño progresivamente más profundo.

- **N1 (etapa 1):** la etapa de sueño más liviano, cuando estás entre dormido y despierto.
- **N2 (etapa 2):** cuando te duermes profundamente y pierdes consciencia de tu alrededor.
- **N3 (etapas 3 y 4):** las etapas de sueño profundo y reconstituyente que se consideran las más importantes para tu salud. Durante esta etapa, la actividad cerebral experimenta ondas lentas, y difícilmente te despiertes.

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 Hipótesis

3.1.1 Hipótesis general

Existe un procedimiento eficaz en la aplicación de la Estimulación magnética transcraneal como alternativa a la terapia electroconvulsiva que debe dar solución a las secuelas traumáticas generadas en el cerebro del paciente.

3.1.2 Hipótesis específico

El prototipo alternativo a la terapia electroconvulsiva, tiene una tecnología moderna y de bajo costo, capaz de evitar la generación de convulsiones y lesiones cerebrales en el paciente a través de un procedimiento de estimulación magnética transcraneal.

3.2 Definición conceptual de variables

Tabla N° 2
Definición de Variables

VARIABLE DEPENDIENTE	VARIABLE INDEPENDIENTE
Y	X
EQUIPO ELECTROCONVULSIVA	PROTOTIPO DE ESTIMULACIÓN MAGNÉTICA
Y1 = Dispositivos eléctricos	X1 = Dispositivos electrónicos
Y2 = Terapia Electroconvulsiva	X2 = Terapia de Estimulación Magnética

Fuente: Elaboración propia Lima 2019

$$Y1 = Y1(X1)$$

$$Y2 = Y2(X2)$$

3.2.1. Operacionalización de las variables

Es un proceso metodológico que consiste en descomponer deductivamente las variables que componen el problema de investigación, partiendo desde lo más general a lo más específico; Ahora bien, una variable es operacionalizada con la finalidad de convertir un concepto abstracto en uno empírico, susceptible de ser medido a través de la aplicación de un instrumento.

Tabla N° 3

Operacionalización de variables

VARIABLES	INDICADOR	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES
EQUIPO ELECTROCONVULSIVO	La aplicación directa de corriente eléctrica en el cerebro del paciente, provoca convulsión y lesiones traumáticas difíciles de curar.	<p>Muchas personas comienzan a notar una mejoría en los síntomas después de unos seis tratamientos con terapia electroconvulsiva. Una mejoría total puede llevar más tiempo.</p> <p>Nadie sabe con seguridad cómo la terapia electroconvulsiva ayuda a tratar la depresión grave y otras enfermedades mentales. No obstante, lo que sí se sabe es que muchos aspectos químicos de la función cerebral cambian durante la actividad convulsiva y después de esta. Estos cambios químicos podrían desarrollarse uno en función de otro y, de algún modo, reducir los síntomas de la depresión grave u otras enfermedades mentales.</p>
PROTOTIPO DE ESTIMULACION MAGNETICA TRANSCRANEAL	El procedimiento de la estimulación magnetica transcraneal es no invasiva e indolora y permite comprender la neurofisiología de la activación neuronal	Analizar la línea de investigación de la estimulación magnetica transcraneal (EMT) en la cual se emplearon ondas cerebrales provenientes del sueño, ya que cuando dormimos las células cerebrales o neuronas se comunican causando pequeños y diminutos impulsos eléctricos, esta actividad eléctrica puede medir, captar y grabar mediante pequeños electrodos situados en en diversas áreas del cuero cabelludo, miden los cambios en la actividad eléctrica del cerebro.

Fuente: Elaboración propia, Lima Perú

IV. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. Tipo y diseño de Investigación

4.1.1 Tipos de Investigación

Fue clasificada según el conocimiento como investigación Descriptiva siendo su principal objetivo resolver problemas prácticos en el desarrollo del tema a investigar, la asignación del tipo determino los pasos a seguir en el estudio en cuanto a su técnica y métodos que se pudo emplear. Así, el punto de los tipos de investigación constituye un paso importante en la metodología, pues este determinó la guía del estudio en la correlación de las variables dependientes (Y) e independientes (X), en el campo de la investigación descriptiva. Se planteó el problema a investigar en esta Tesis, en la que se fundamentó que la Terapia electroconvulsiva genera en los pacientes secuelas profundas en la mente y en el sistema nervioso central, pero que, sin embargo, continúa siendo el medio común y económico aplicados en todos los hospitales públicos e institutos de salud mental. Este método se aplica para el tratamiento de trastornos psiquiátricos severos y que actualmente son aprobados por la Food and Drug Administration (FDA), de EE.UU. El otro método es un procedimiento mucho más tecnificado no invasiva conocida como Estimulación Magnética Transcraneal (EMT).

De estos dos procedimientos, elegí como la mejor alternativa la EMT, que me permitió examinar al cerebro sano y al enfermo a la vez y estudiar la relación de los síntomas y conductas y me ayudo a entender mejor la fisiopatología y crear, mediaciones terapéuticas permitiéndome verificar la hipótesis generada establecida en la evidencia del uso terapéutico de la EMT. Estos avances de la ciencia médica tienen mucho que enseñarnos sobre cómo funciona el cerebro y sobre las bases neuronales de las enfermedades psiquiátricas.

FIGURA N° 25

USAL. Redes Neuronales

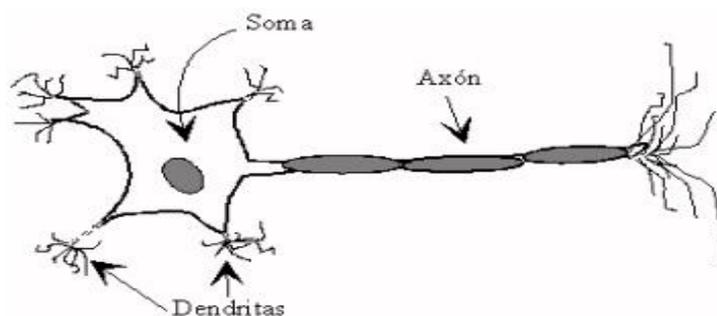


Figura 1: Neurona Biológica

Fuente: Hospital psiquiátrico de España. 2018

La neurona es la estructura celular del sistema nervioso. La conexión entre neuronas se llama sinapsis. Son conexiones unidireccionales y paralelas, la transmisión de la información al interior de la neurona es eléctrica, y entre neuronas es química a través de unas sustancias específicas llamadas Neurotransmisores

4.1.2 Diseño de investigación

Un buen diseño de investigación es el estudio de investigación experimental que prueban la hipótesis planteada en relación a las variables X Y. Se estudió el Objetivo y la naturaleza del problema planteado.

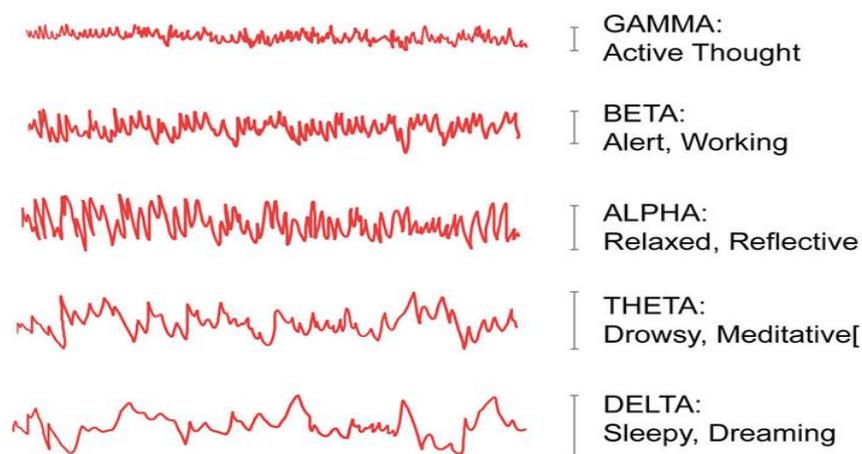
Podemos decir por lo tanto que el diseño de investigación es un conjunto de métodos y procedimientos utilizados al coleccionar y analizar medidas de las variables especificadas en la investigación del problema. El procedimiento es:

❖ Procedimiento de Diseño

1.-Según la línea de investigación de la estimulación magnética transcraneal se emplearon ondas cerebrales provenientes del sueño, ya que cuando dormimos las células cerebrales o neuronas se comunican causando pequeños y diminutos impulsos eléctricos. Esta actividad eléctrica puede medirse, captarse y grabarse mediante pequeños electrodos situados en diversas áreas del cuero cabelludo que miden los cambios en la actividad eléctrica del cerebro. El aparato utilizado para elaborar dicha actividad recibe el nombre de Electroencefalograma (EEG) el cual captura la actividad eléctrica que emana del cerebro mostrándose como ondas cerebrales y guardadas en el computador, estas ondas son como códigos almacenadas en la función cerebral en amplitud, frecuencia, fase, y ubicación espacio-temporal del cerebro, que es el centro de control de todas las actividades ya sean conscientes o inconscientes, es decir, en vigilia o durante el sueño. El estimulador magnético transcraneal transfiere las ondas cerebrales de un sujeto saludable hacia otro enfermo, a través del casco de bobinas por las cuales circulan ondas derivadas del electroencefalograma EEG que inducirán campos magnéticos en dicho paciente Existen procedimientos de investigación en desarrollo empleando las propiedades eléctricas del cerebro a través de un decodificador de caracteres (letras) conocido como Potenciales de evocado P300, que permite evocar en el paciente los potenciales P300 mediante una interfaz gráfica y grabar su electroencefalograma. La onda P300 es un potencial evocado que puede ser registrado mediante EEG como una deflexión positiva de voltaje con una latencia de unos 300 ms en el EEG. Así la interfaz cerebro - maquina (BCI), analizan la actividad cerebral del sujeto paciente, permitiendo detectar los diferentes estados mentales del mismo

en tiempo real. El cerebro codifica de manera distribuida cada una de nuestras capacidades motoras y cognitivas, es decir, cada región cerebral participa en más de una tarea mental.

Figura N° 26
Ondas Cerebrales



Fuente: *Universidad de Barcelona. España. 2019.*

Según el análisis, de los gráficos de las ondas cerebrales captados y grabados por el Electroencefalograma (EEG) y la computadora, podemos afirmar lo siguiente:

- Las ondas Beta. – Es cuando el cerebro está despierto, su frecuencia oscila entre 14 y 30 Hz. Existe una actividad mental intensa.
- Las ondas Alfa. – Es cuando el cerebro esta relajado, su frecuencia oscila entre 8 y 13 Hz. Existe una escasa actividad cerebral.
- Las ondas Theta. – Es cuando el cerebro está en un bajo estado de calma profunda, sus ondas son de mayor amplitud y menor frecuencia oscilando entre 4 y 7 Hz. Existe una pérdida total de control atencional, su mente está en “otro sitio”.
- Las ondas Delta. – Es cuando el cerebro entra en un estado de sueño profundo, sus ondas son de mayor amplitud y menor frecuencia oscilando entre 1.5 y 3 Hz. Nunca llegan a Cero, pues eso significaría la muerte cerebral.

Cuando nos vamos a dormir las ondas cerebrales van pasando sucesivamente de Beta a Alfa, Theta y finalmente Delta. Durante el sueño se producen ciclos que duran unos 90 minutos. Cuando la persona despierta de un sueño profundo, la frecuencia de sus ondas

cerebrales se va incrementando lentamente, pasando de Delta a Theta, luego Alfa y finalmente a Beta.

En las investigaciones sobre el proceso de vigilia plena y sueño profundo, se ha demostrado que, aunque un estado cerebral puede predominar en un momento dado, los tres tipos de ondas restantes están también presentes en todo momento. Es decir, mientras una persona está implicada en una actividad mental, produciendo ondas Beta preferentemente, las ondas Alfa Theta y Delta se están produciendo también, aunque solo estén mínimamente presentes.

Según las investigaciones de Diagnostico, de un Electroencefalograma se puede afirmar que: Un pico elevado de ondas Theta puede relacionarse con algún trastorno mental. Los picos bajos cursan con ansiedad, estrés y baja emocional un nivel adecuado de onda Delta, favorece la creatividad, la conexión emocional e incluso nuestra intuición.

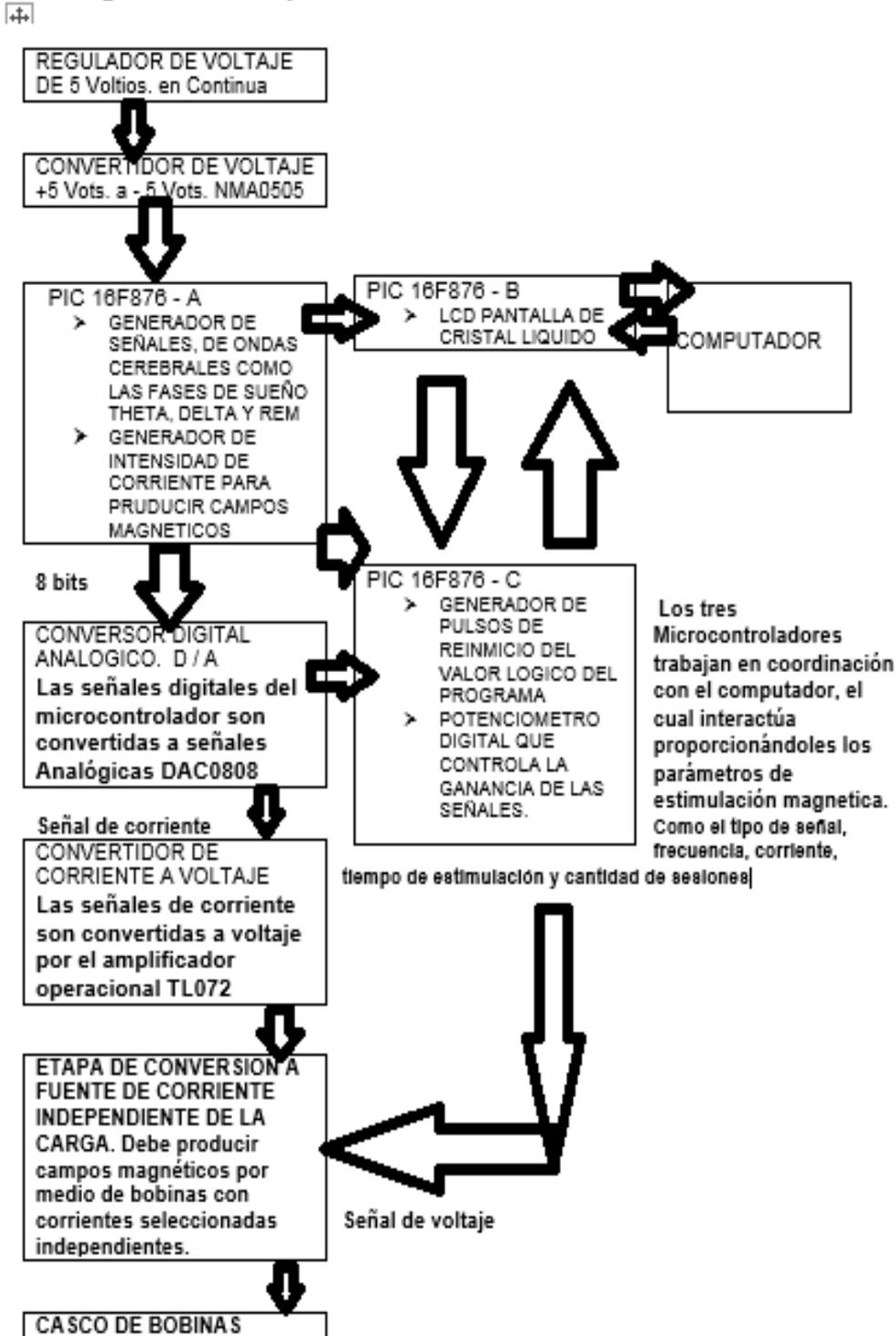
Tabla N° 4
Fases del sueño

FASE	TIPO DE ONDA	CARACTERISTICA PRINCIPAL	PORCENTAJE DEL SUEÑO (en adulto)
Fase I	Desaparición De Alfa y aparición de Theta	Transición del estado despierto al sueño	5 %
Fase II	Theta, husos de sueño y complejos k	Sueño superficial	50 %
Fase III	Delta	Sueño profundo	20 %
Fase IV	Delta	Sueño profundo	
FASE REM	Actividad rápida, ondas en forma de dientes de sierra.	Sueño de movimientos oculares rápidos	25 %

Tabla N° 5

Diagrama de bloques del sistema de estimulación

Diagrama de bloques del sistema de estimulación



Fuente: Elaboración propia Lima Perú 2019

2.-Este proyecto plantea la creación de un prototipo a bajo costo, generador de señales cerebrales provenientes de un sujeto sano de edad adulta, de modo que sean transferidas al cerebro del paciente. Una vez restablecidos aquellos ritmos cerebrales, se demostró que las enfermedades son remediadas o al menos se obtuvo una respuesta mejorada.

3. Por lo que se definió la implementación de un equipo basado en un software que sea capaz de generar canales de Ondas Cerebrales provenientes de un sujeto sano y almacenarlos previamente en archivos digitales que permitan, a través de bobinas, inducir en un sujeto enfermo los ritmos de las ondas cerebrales perdidas. Con el equipo implementado se pueden realizar diferentes pruebas de estimulación magnética aplicada a la corteza cerebral cuyo campo magnético inducido pueda llegar hasta el centro del cerebro.

4.-El Software del programa utilizado para las interrupciones de los tres dispositivos microcontroladores tienen que recepcionar datos desde el computador instalado en el sistema de estimulación, para realizar sus tareas programadas La interrupción de conexión nos indica que el puerto está conectado al ordenador. Para ello definiremos las variables de comunicación del microcontrolador que servirán de bandera con el fin de controlar la comunicación con el computador. Se genera una declaración de variables para la parte de interrupción del puerto y para la lectura del EEPROM:

```
#bit rcif = 0x0C.5 // Flag bit RCIF will be set when reception is complete and
```

```
interrupt will be generated if enable bit RCIE is set.
```

```
#bit ferr = 0x18.2 // framing error bit on RCSTA register
```

```
#bit oerr = 0x18.1// Overrun error bill in RCSTA register
```

```
#bit cren = 0x18.4 // CREN receive register
```

```
#byte rcreg = 0x 1a // Uart receive register
```

```
#byte rcsta = 0x18 // [SPEN, Rx9, SREN, CREN, -, FERR, OERR, Rx9D]
```

```
#byte pie 1 = 0x8C // [PSPIE (1), ADIE, RCIE, TXIE, SSPIE, CCP1IE, TMR2IE, TMR1IE]
```

```
Static int finrecepcion=0;
```

```
Static int parametros [10];
```

```
Static int element=0
```

```
Int bandera_interrupcion=0
```

```
enable interrupts(int_RDA); // habilitamos interrupcion en recepci3n
```

```
// CONFIGURACION DE LA USART PARA RECEPCION CONTINUA:
```

```
// RCSTA [SPEN, RX9, SREN, CREN, - , FER//R, OERR, RX9D]
```

```
*rcsta = 0x90; //[1 0 0 1 - 0 0 0 ]
```

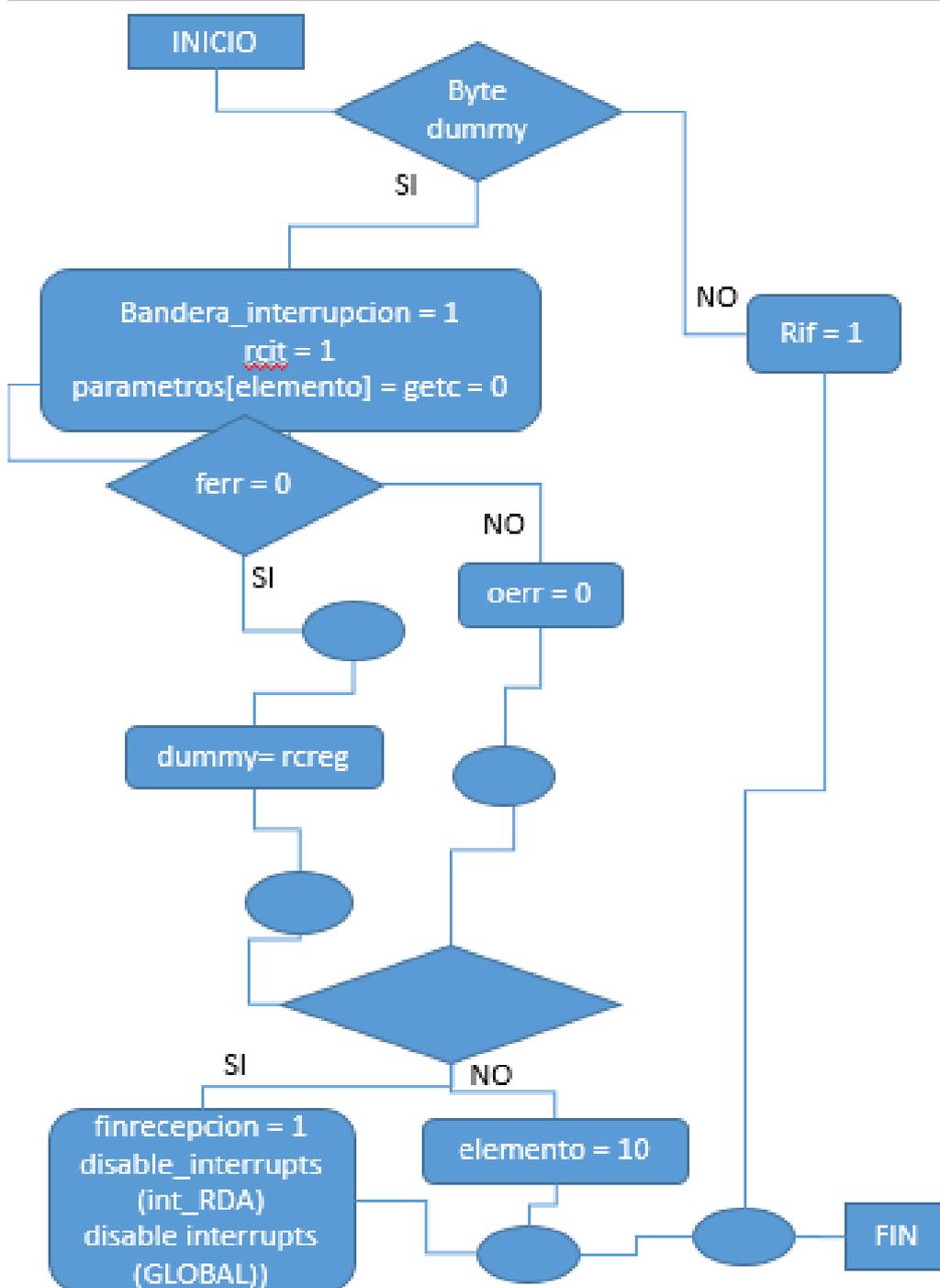
```
Enable interrupts(GLOBAL); // habilitamos interrupciones globales
```

```
// Si esta un PC, la bandera(bandera_interrupcion) debe haber ya cambiado a 1, solo en este caso haremos el siguiente lazo para recibir todos los datos, caso contrario pasaremos a la parte de lectura desde EEPROM.
```

```
While (finrecepcion = 1 && bandera_interrupcion = 1)
```

Se utiliz3 la plataforma de MATLAB para crear el software de dicho equipo, de modo que se tenga una interfaz gr3fica con los respectivos par3metros de control a disposici3n del usuario. Se pudo seleccionar cada uno de los archivos que se necesiten generar. ya que se cuenta con una biblioteca de archivos almacenados.

Figura N° 27
Implementación de un estimulador magnético



Fuente: *Escuela Politécnica Nacional, Quito Ecuador 2007*

5.-Procedimiento para seleccionar la profundidad de penetración de la onda El estimulador magnético usa pulsos magnéticos de corta duración (250 μ s) y alta frecuencia (hasta 30 Hz) que permiten su uso tanto diagnóstico como terapéutico. La bobina que emite esos pulsos, en descargas de 1 a 10 segundos de duración, con descansos de 1 a 60 segundos, se aplica sobre la superficie del cuero cabelludo en sesiones de 30 minutos de duración, aproximadamente. Estas descargas permiten al equipo penetrar fácilmente a través de los huesos craneales, los tejidos blandos y la ropa sobre una zona específica del cráneo. Se envía una señal magnética direccional que atraviesa el cerebro y estimula el Nucleus Accumbens, la región cerebral es la responsable de los estímulos ya que el objetivo es controlar la amplitud de la corriente en la carga y además mantener una corriente constante independientemente de la variación de dicha carga, es por eso que amplificar la corriente es poder amplificar el campo magnético producido por las bobinas en la gorra de estimulación. La finalidad como ya se dijo es que el campo magnético ingrese al cerebro en una sola dirección.

Ahora podemos decir que, para controlar la amplitud de corriente en la carga, bastara únicamente con controlar el voltaje de entrada. Para esto, se utilizó un amplificador operacional en configuración de seguidor de emisor, la impedancia de entrada es bastante grande en esta configuración. La estimulación magnética transcraneal es una tecnología moderna en el campo de la medicina, trasciende las fronteras actuales y estimula las neuronas a 5 y 6 centímetros de profundidad en la superficie del cortex sin dañarlas, aumentando su eficacia, en el tratamiento de enfermedades como la depresión, el Alzheimer, el Parkinson, las adicciones y los ataques cerebrales, el abuso de las drogas, y la esquizofrenia. Las bobinas están diseñadas para maximizar el efecto de los campos electromagnéticos en capas profundas del cerebro, integrando campos electromagnéticos separados, que son proyectados al interior del cráneo desde varios puntos alrededor de su periferia. El aparato minimiza la acumulación de carga eléctrica en la superficie del cerebro, lo que sirve para generar un campo electrostático que reduce la magnitud del campo electrostático inducido en la superficie y el interior del cerebro.

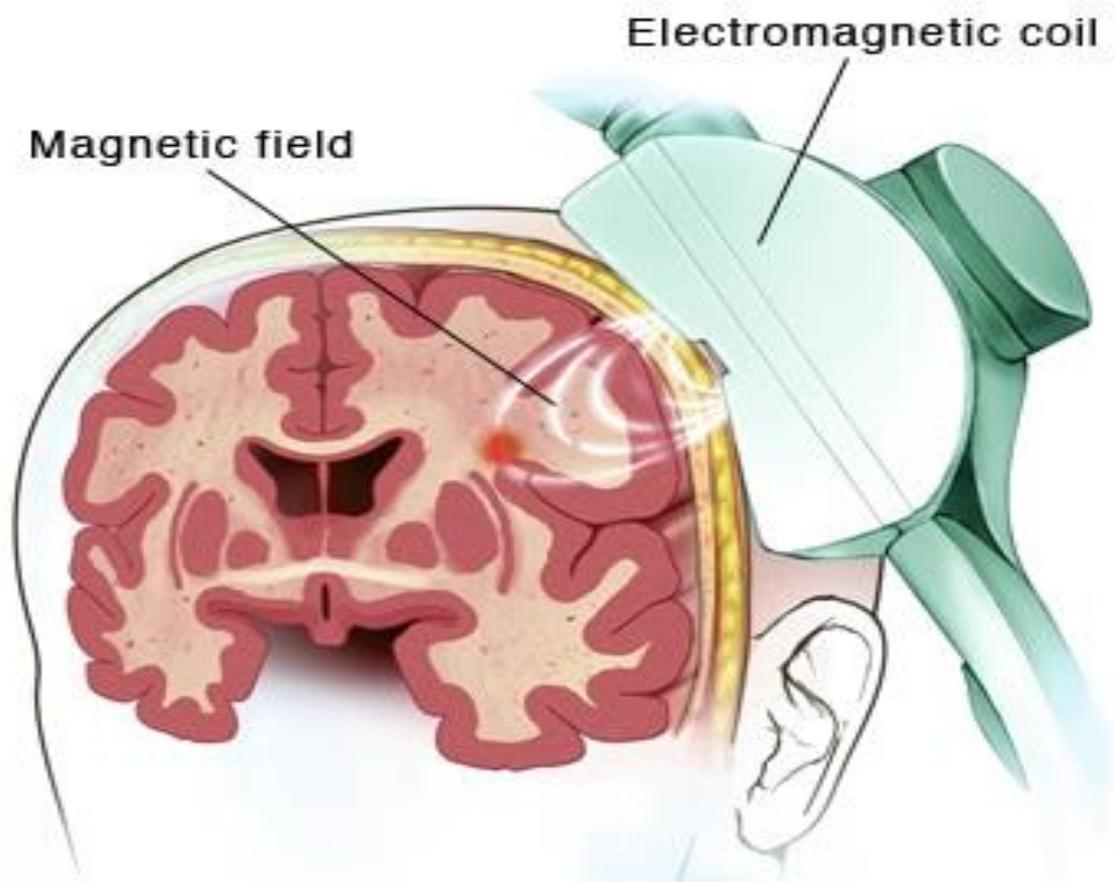
También se puede seleccionar la profundidad de penetración de las ondas electromagnéticas. La profundidad de penetración depende de la intensidad de corriente que llegue a los terminales bobinados, para ello se desarrolló una etapa de amplificación de corriente Esta tarjeta amplifica las señales que provienen de la DAC (convertidor de digital a analógico) y mantiene fija la corriente que va a circular por las bobinas de estimulación en el orden de microampers. (μ A)

El campo magnético que se genera está muy debajo del límite permitido por la Organización Mundial de la salud, por lo cual el uso de este equipo es confiable. Según las investigaciones sobre campos electromagnéticos los científicos utilizan la densidad de flujo en micro teslas (uT), o mili tesla. El ser humano soporta una densidad de flujo de 0.2 micro tesla. Los efectos de los campos electromagnéticos sobre el organismo no solo dependen de su intensidad o densidad, sino también de su frecuencia y energía.

El campo magnético inducido al cerebro por el generador de canales tiene una señal de alerta para verificar y tener la certeza que el campo magnético se está produciendo realmente en el casco o gorra de bobinas. Los diferentes tipos de onda son las que se presentan durante el sueño conocidos como ondas cerebrales Rem y No Rem.

Figura N°28

Estimulación magnética transcraneal repetitiva (EMTr). 2019

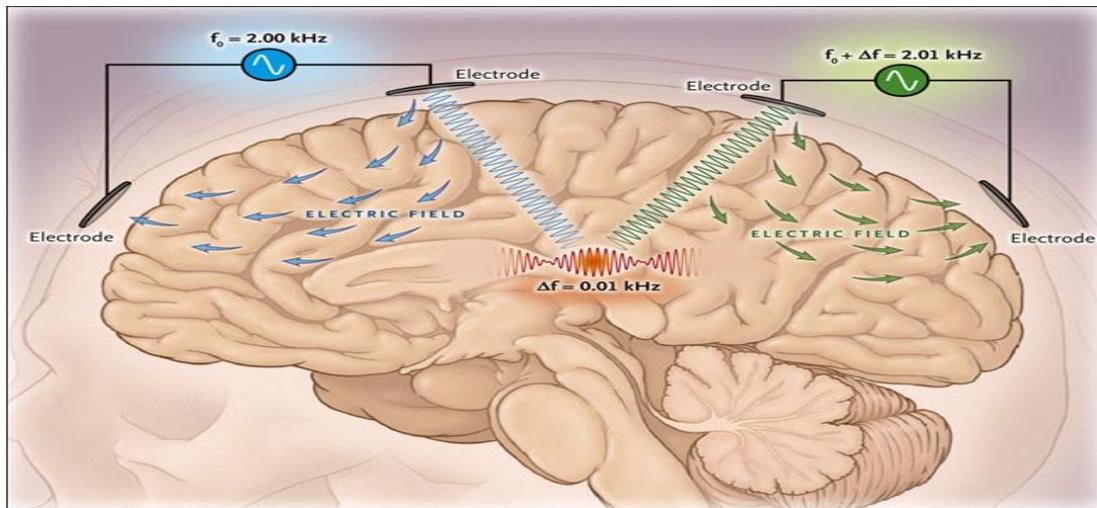


© MAYO FOUNDATION FOR MEDICAL EDUCATION AND RESEARCH. ALL RIGHTS RESERVED.

Fuente: Mayo Clinic. Lima Perú 2019

Figura N° 29

Enfoque cerebral profundo con campos electromagnéticos interferentes



Fuente: Andrés M. Lozano, M.D., Ph.D. *Salva Net. Canadá. 2017.*

6.-Para aplicar la terapia de estimulación magnética transcraneal se necesita que el cerebro reciba señales electromagnéticas en forma no invasiva, a través de un procedimiento e implementación de equipos electrónicos y software necesario, el equipo de estimulación magnética transcraneal debe convertir los archivos digitales guardados y almacenados en un computador a señales analógicas, con la ayuda del Convertidor Digital Analógico DAC0808, un circuito integrado con resolución de 8 bits y 2.3 mA de corriente. En cuanto a la polarización del equipo diremos que el voltaje de la fuente alimenta 12 voltios al circuito del sistema de estimulación polarizando al regulador de 5 Vots Así instalamos el NMH0505 DC. Para obtener polaridad negativa - 5 Volts.

También los amplificadores operacionales TL072 Y LF353 cuyas características son de un operacional J- FET, su corriente de suministro es de 2.5 mA su tensión de alimentación máximo es 18 Volts. y su ganancia de ancho de banda es de 3 MHz. Hasta aquí el circuito está polarizado.

7.-Los microcontroladores PIC 16F876 están conectados en paralelo e interactúan con el computador todo el tiempo que está prendido el sistema de estimulación magnética. Considerando el Diagrama de bloques de estimulación magnética describiré el funcionamiento de los dispositivos de control: El Microcontrolador PIC16F876-(A) es el generador de señales de ondas cerebrales como las fases de sueño Theta, Delta y Rem.

Genera también la intensidad de corriente, para producir campos electromagnéticos. En cumplimiento de la tarea del seguimiento a la posición del selector del programa y el control de los parámetros que son enviados por el computador. Las señales digitales del microcontrolador son enviados al convertidor digital Analógico de 8 bits.(DAC0808) a través del cual se obtiene una señal de corriente que va al amplificador operacional (LF353) el cual se encarga de la conversión de corriente a voltaje, pasando a la conversión a fuente de corriente independiente de la carga(TL072) ya que la finalidad es de producir un campo magnético a través de las bobinas instaladas en serie en la gorra magnetica de aplicación en la terapia de estimulación magnetica transcraneal.

El microcontrolador PIC 16F876 – (B) según el diagrama de bloques del sistema, funciona como un LCD, pantalla de cristal líquido, formado por un gran número de pixeles de color o monocromáticos. En esta pantalla se podrá visualizar el tiempo de estimulación y el tiempo transcurrido en cada sesión, el número de sesiones adquiridas, el número de sesiones restantes y el voltaje de alimentación al circuito.

El microcontrolador PIC 16F876 – (C), Este dispositivo se encarga de controlar la ganancia de las señales generadas, y para ello utiliza el potenciómetro digital (MCP41010), conectado al amplificador operacional LF353) el cual recibe la señal analógica convertidor DAC0808.

Figura N° 30

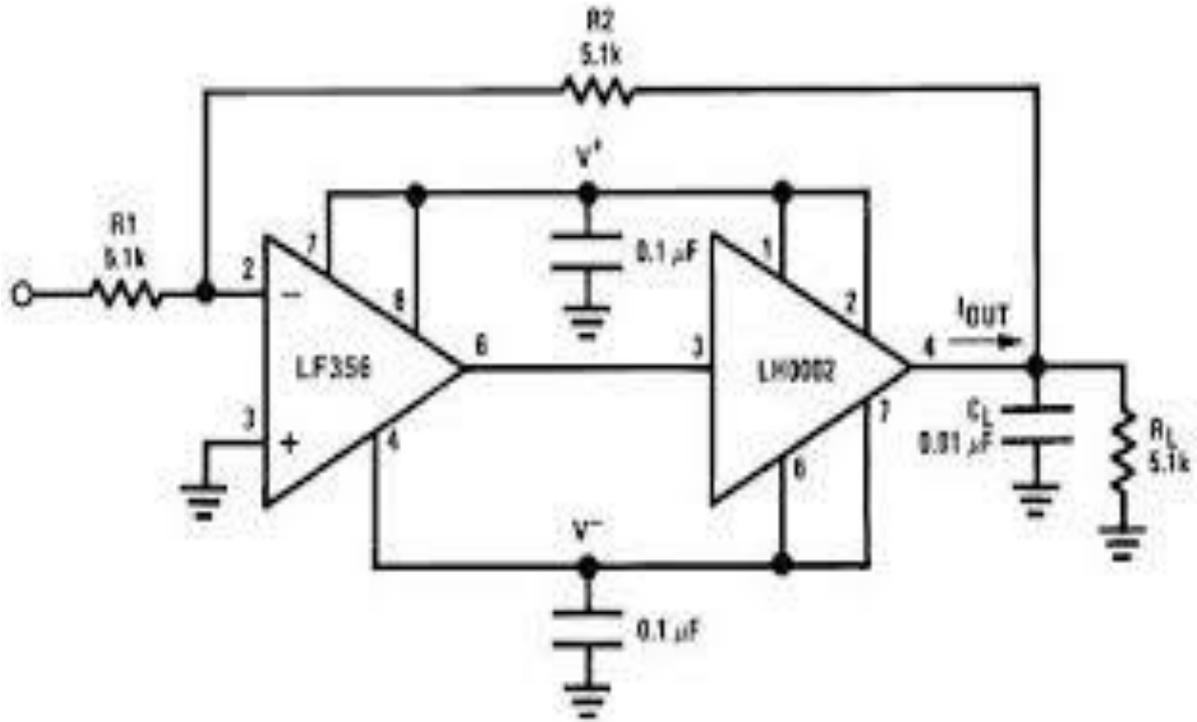
Circuito integrado del conversor DAC0808



Fuente: *Tienda Tesla Electronic. Lima Perú. 2019*

Fuente N° 31

Diagrama de conexiones del OPAM LF 353



Fuente: *Tienda Tesla Electronic Perú* 2019

Figura N°- 32

Circuito integrado del microcontrolador PIC16F876



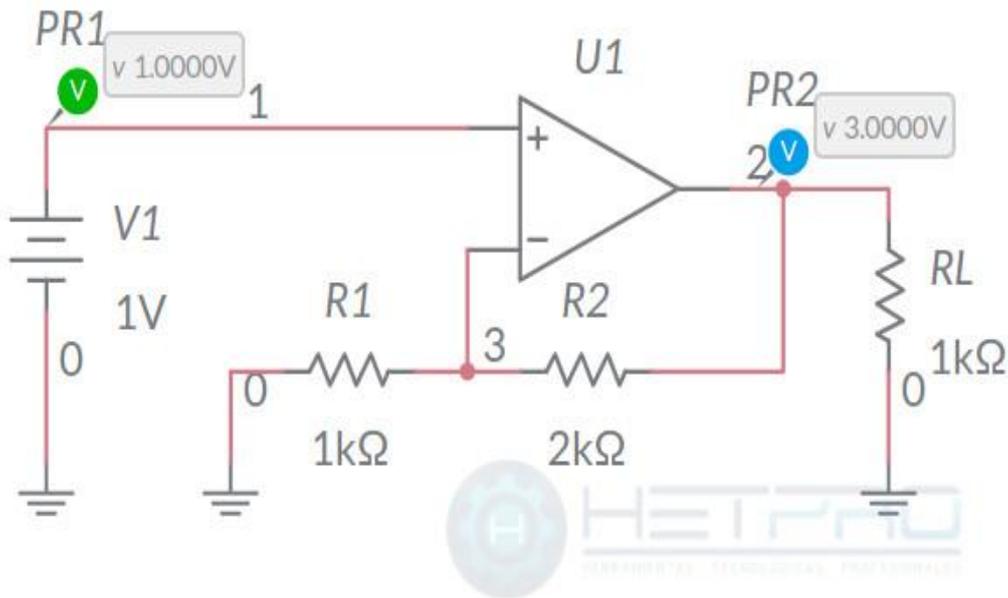
Fuente: *Tienda Tesla Electronic Per32ú.* 2019

Describiendo la fuente de alimentación para el funcionamiento del módulo se verifica el circuito regulador de +/- 5 voltios para la polarización de los amplificadores operacionales (TL072 y LF353). Así como los convertidores (DAC0808 y NMA0505). Los microcontroladores PIC16f876 (C) conectados en paralelo controlan: el tiempo de estimulación, cantidad de sesiones de terapia, el tipo de señales, velocidad de frecuencia. Las señales digitales son enviadas al convertidor digital analógico, obteniéndose una señal de corriente que alimenta al amplificador operacional LF353 que lo convierte a voltaje, para alimentar a la fuente de corriente independiente de la carga a través del operacional TL072. Que finalmente produjo un campo magnético a través de las bobinas el campo magnético generado depende exclusivamente de la corriente obtenida. La carga independiente puede ser una bobina o varias bobinas conectadas en serie, que configurarían el casco o gorra de bobinas de estimulación magnética Transcraneal.

8.-Etapa de amplificación de corriente, proveniente del DAC La señal de corriente que sale del convertidor DAC0808 y va al amplificador operacional doble LF353, cuyas características son de ancho de banda de 3 MHz, alta velocidad, entradas de alta impedancia JFET, bajo ruido, bajo consumo de potencia. Este convierte la corriente a voltaje, esta señal da origen a una gran fuente de alimentación de corriente independiente de la carga, con la presencia del Amplificador Operacional TL072, cuyas características son de alta impedancia JFET de entrada que le permite producir un campo magnético a través de las bobinas conectadas en serie o en forma de 8 instaladas en el casco de bobinas para ser utilizadas en la terapia de estimulación magnética transcraneal.

Figura N° 33

Diagrama de la etapa de amplificación de corriente - OPAM TL072



Fuente: *Tienda Tesla Electronic Lima Perú 2019*

CIRCUITO DE CONTROL CON EL MICROCONTROLADOR PIC16F876

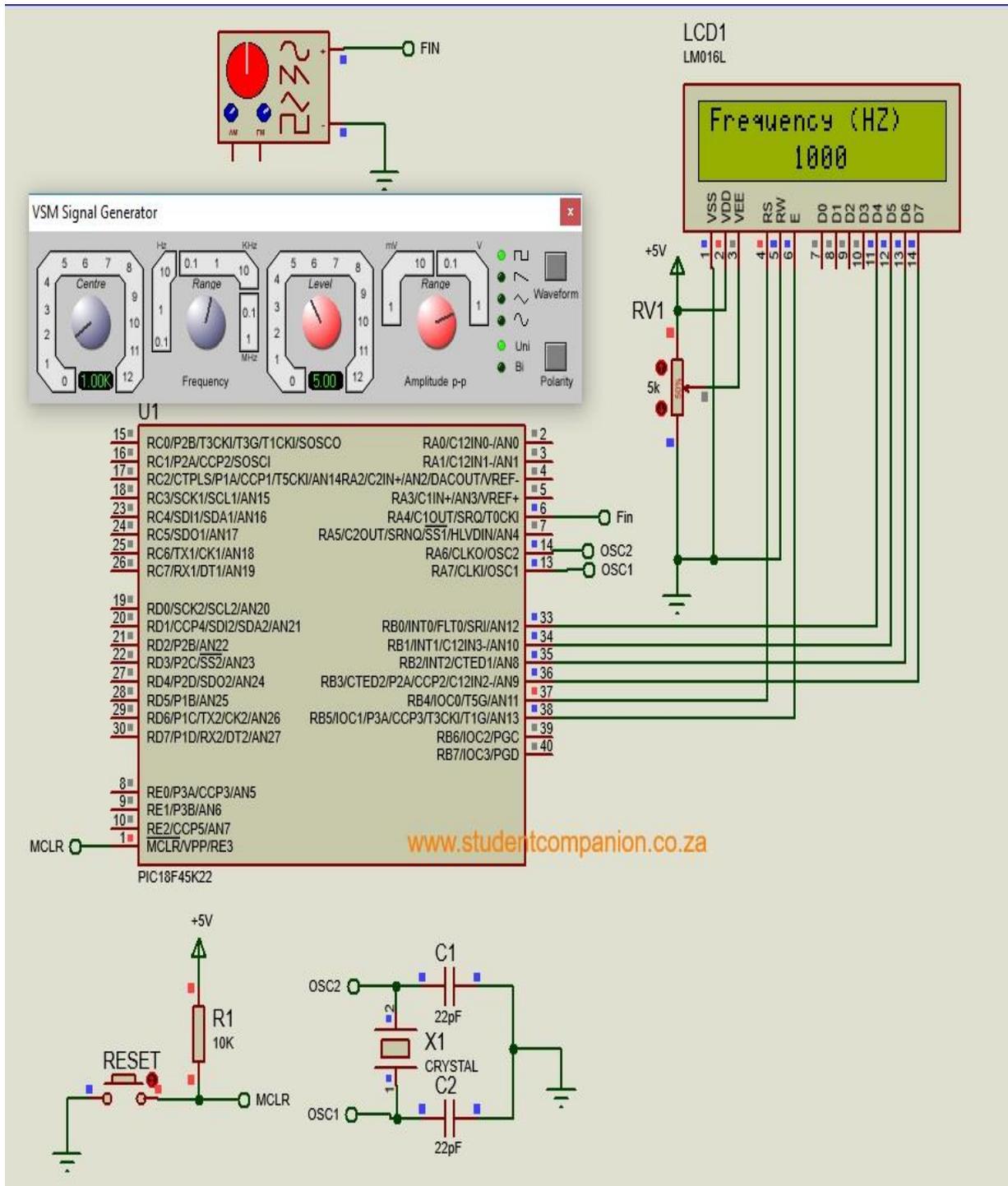
El equipo de estimulación magnética transcranial, está constituido principalmente por tres microcontroladores PIC16F876 y cada uno de ellos describen funciones específicas en el circuito según lo desarrollado en el diagrama de bloques del sistema. En esta oportunidad desarrollaremos las funciones programadas a uno de ellos y es la de ir por una pantalla de cristal líquido más conocido como LCD que facilitan la interfaz con este periférico. El estándar en la industria para estos dispositivos con controlador adicional incorporado (el chipset HD44780) para el cual tenemos soporte en prácticamente cualquier plataforma, Arduino, PIC, etc.

Las conexiones básicas de la pantalla LCD con el PIC16F876 y complementadas con el controlador HD44780 permite conectarse a través de un bus de 4 u 8 bits

El de 4 bits permite usar solo 4 pines para el bus de datos, dándonos un total de 6 o 7 pines requeridos para la interfaz con el LCD; mientras que el de 8 bits requiere 10 u 11 pines. El pin RW es el único que puede omitirse si se usa la pantalla, en modo de solo escritura y deberá conectarse a tierra si no se usa.

Figura N° 35

Circuito de Control de velocidad de frecuencia por el microcontrolador PIC16F876



Fuente: Tienda Tesla Electronic Lima Perú 2019

Otra de las funciones de los Microcontroladores PIC16f876 es de determinar el tiempo calculado de estimulación craneal al recibir las señales enviadas por el ordenador. Al igual que la cantidad de sesiones de terapia a implementarse.

➤ **Tipos y Funciones de Ondas Cerebrales**

Una Onda Cerebral es la actividad eléctrica producida por el cerebro. Estas ondas son de muy baja amplitud, son del orden de microvoltios (en Humanos) y no siempre siguen una senoide regular. Estas ondas pueden ser detectadas mediante el electroencefalógrafo y se clasifican en:

❖ **Ondas Delta. (1.5 a 3 Hz)**

Son las que tienen una mayor amplitud de onda y se relacionan con el sueño profundo, la meditación, el estado hipnótico, y con actividades corporales de las que no somos conscientes, como la regulación del ritmo cardiaco o la digestión. Un nivel adecuado de estas ondas favorece y cuida del sistema inmunitario de nuestro descanso y de nuestra capacidad para aprender.

❖ **Ondas Theta. (4 a 7Hz)**

Estas formas de onda se vinculan con el estado de vigilia, plenitud, armonía, con nuestras capacidades imaginativas, con la reflexión y las emociones muy profundas.

❖ **Ondas Alfa. (8 a 13 Hz)**

Estas formas de onda se vinculan con el estado de relajación, tranquilidad, creatividad, en ese crepúsculo intermedio donde hay calma, pero no sueño; Un estado propicio para meditar.

❖ **Ondas Beta. (14Hz)**

Estas formas de onda se relacionan con el estado de alerta máximo, vigilante, miedo, es la situación normal cuando estamos despiertos, conduciendo o trabajando, en donde estamos en estado de alerta y ansiedad. Son momentos de máxima activación. Sin embargo, un exceso, una sobreactuación neuronal puede derivar en un estado de ansiedad o estrés capaz de perjudicarnos.

❖ **Onda Gamma (25 a 100 Hz)**

Estas formas de onda se relacionan a que la onda gamma tiene su frecuencia extremadamente rápida. Es un tipo de onda que se origina en el tálamo y se mueve desde la parte posterior del cerebro hacia adelante y a una velocidad y rapidez increíble. Se relaciona con ciertas tareas de un alto procesamiento cognitivo. Tiene que ver con nuestro estilo de aprendizaje, con la capacidad de asentar información nueva y también con nuestros

sentidos y percepciones. Los estados de felicidad evidencian también picos elevados en este tipo de ondas.

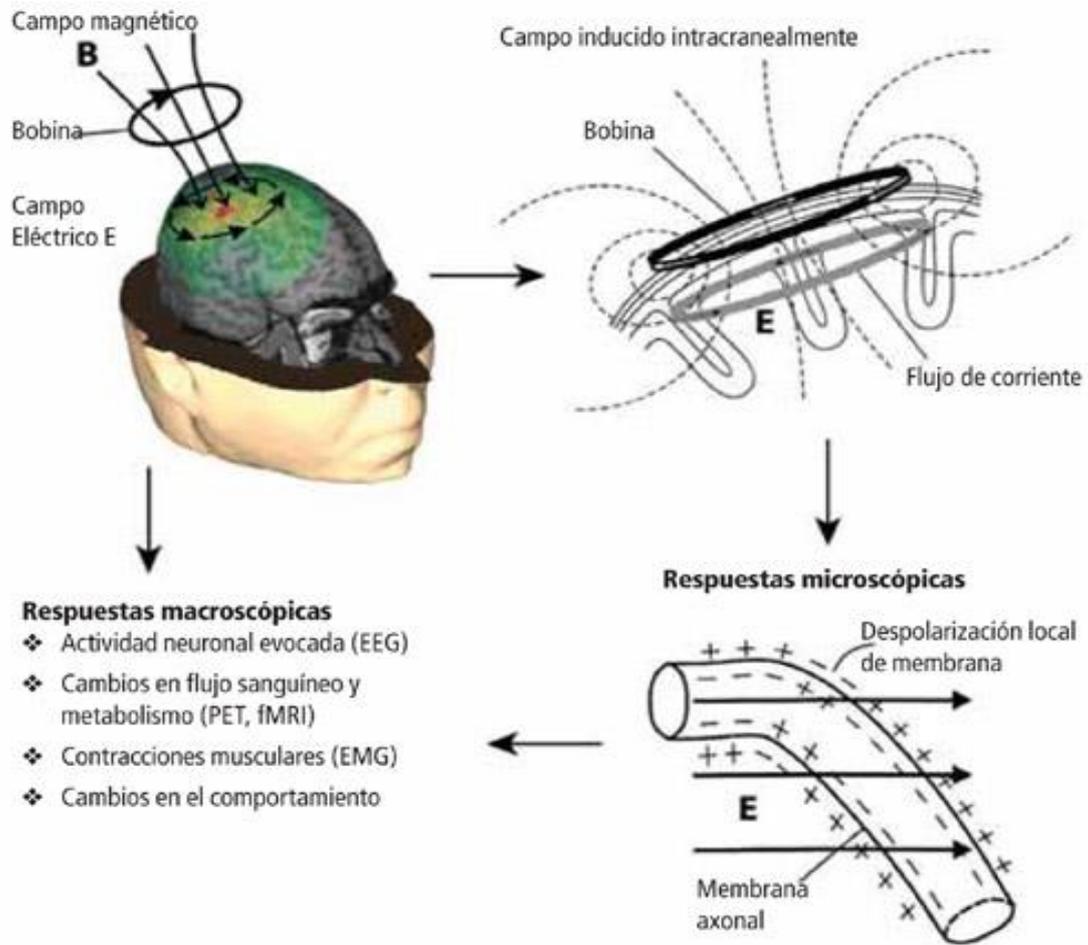
Finalmente concluimos que el conocer los diferentes tipos de ondas nos permite entender nuestros procesos mentales, nuestras emociones, actividades y dinámicas generan un tipo de energía en nuestro cerebro.

➤ **Ondas Cerebrales durante el sueño**

Son las ondas de mayor amplitud y menor frecuencia (entre 1,5 y 3 Hz). Nunca llegan a cero, pues eso significaría la muerte cerebral, cuando nos vamos a dormir, las ondas cerebrales van pasando sucesivamente de beta a alfa, theta y finalmente, delta. Durante el sueño se producen ciclos que duran unos 90 minutos; concretamente el cerebro experimenta una actividad única relacionada con el sueño, las personas así no duermen porque el cerebro abandone sus cometidos durante la noche, sino que los mecanismos que se ponen en marcha, hacen que se empiece una nueva tarea: dormir. Para medir la actividad cerebral se utiliza el encefalograma que mide los impulsos eléctricos cerebrales y traduce en un registro gráfico en formas de ondas. mientras estamos despiertos se puede evidenciar dos tipos de ondas:

Actividad beta, con ondas irregulares y rápidas y actividad alfa con ondas regulares y lentas de reposo y relajación. Cuando sobreviene el sueño, el cerebro comienza a emitir ondas theta, amplias y de baja frecuencia que indicarían un estado de relajación y somnolencia, y se podría decir que la persona ya estaría dormida, sería una fase con un sueño ligero, en la que resulta fácil despertar, en la fase de sueño de ondas deltas, permite que el cerebro descansa y se recupere del ajetreo de todo el día. Esta fase tiene una función esencialmente reparadora y dura unos 30 minutos aproximadamente a los 90 minutos de sueño reparador y profundo, el encefalograma comienza a desincronizarse, apareciendo una actividad paradójica conocida como Fase REM. De pronto aparecen ondas cerebrales beta las mismas que cuando estamos alerta, llegando a registrándose en el encefalograma y la onda del movimiento ocular las mismas de una persona despierta. A lo largo de la noche se van sucediendo los periodos de ondas lentas y profundas(deltas); y ondas rápidas(beta). Así, en una noche durmiendo 6 horas, podemos experimentar 3 o 4 periodos de REM. Por lo tanto, podemos decir, que la clave del auténtico bienestar está en que cada una de nuestras ondas cerebrales trabaje de forma adecuada, dentro de su frecuencia y en su nivel óptimo, aun mas, tampoco podemos pasar por alto que estos ritmos cerebrales no son estables, sino que cambian a medida que crecemos, maduramos y envejecemos.

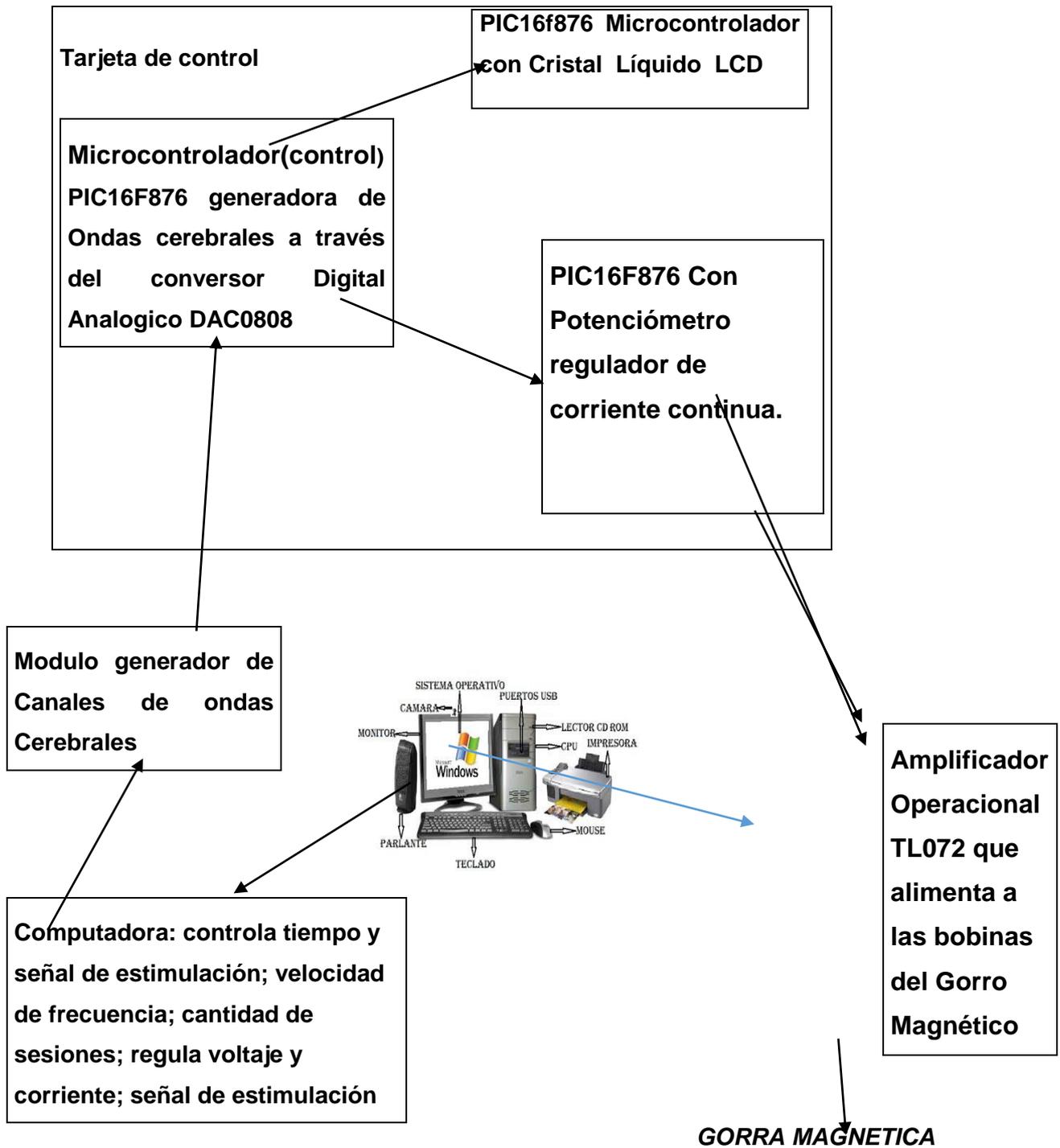
Figura N° 36
Actividad neuronal evocado



Fuente: Universidad de Barcelona, España 2019

Figura N° 37

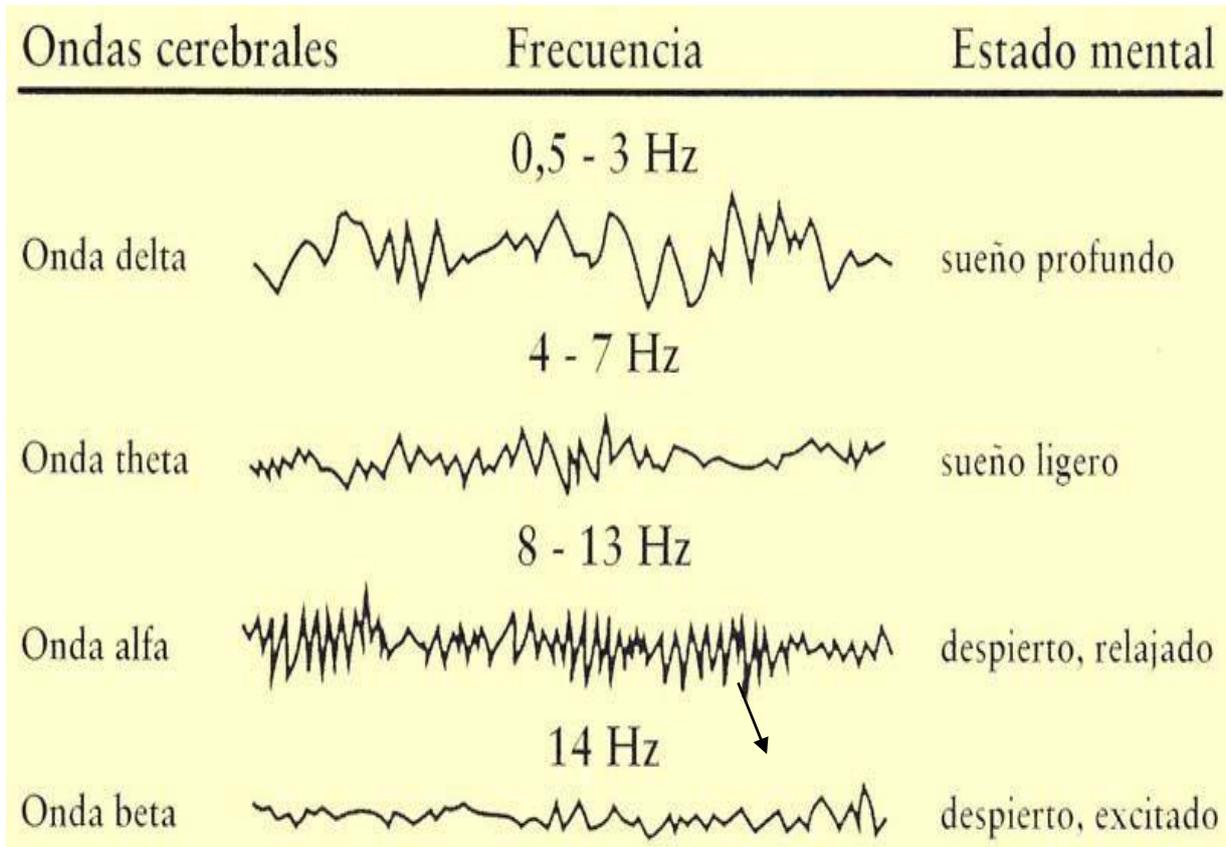
Diagrama de bloques del prototipo estimulador magnético transcraneal



Fuente: *Elaboración propia Lima 2019*

Figura N°38

Ondas cerebrales de una persona sana durante el sueño



Fuente: *Universidad de California Berkeley EEUU. 2008*

4.2. Método de investigación

El método experimental es un tipo de método de investigación en el que el investigador controla deliberadamente las variables para delimitar relaciones entre ellas y está basado en la metodología científica. El método experimental incluye la observación de fenómenos naturales y luego, la Validación de hipótesis y su comprobación mediante el acto de la experimentación, este es un método común de las ciencias experimentales y las tecnologías y consiste en el estudio metodológico de eliminar o introducir aquellas variables que puedan influir en el. Conocimiento de la ciencia La observación científica como método consiste en la percepción directa del objeto de investigación. Así tenemos por ejemplo que La técnica de estimulación magnética cerebral no invasiva es uno de los Métodos, en su estudio en terapia cognitiva, dan buenos resultados en el tratamiento de enfermedades neuropsiquiátricas como la depresión y en la recuperación de pacientes que han sufrido lesiones cerebrales.

También se ha comprobado que son útiles para mejorar el aprendizaje en pacientes sanos. En países desarrollados estas técnicas las cubren las compañías aseguradoras como tratamiento en casos de depresión.

En España no es así, a pesar de que la sanidad pública incluye la terapia por electroshock, que es más cara y menos eficiente que la estimulación magnética transcraneal (EMT), se ha demostrado la eficacia en el tratamiento de la depresión. Esta técnica neurofisiológica permite la inducción, de manera segura y no invasiva, de una corriente en el cerebro que modula la actividad de las neuronas. La base de la estimulación magnética es la inducción electromagnética, descubierta por Michael Faraday el 1831. Los experimentos que ha hecho Pascual-Leone han confirmado que esta técnica logra una mejora significativa del habla en pacientes que sufren afasia (una afectación del lenguaje debida a una lesión cerebral), de la capacidad de recuperar movilidad en pacientes que han tenido un infarto y una mejora sintomática, de otros afectados de enfermedades neurológicas. Estas técnicas son no solamente terapéuticas sino también diagnósticas, y permiten observar el grado de plasticidad de una determinada zona del cerebro. Por ejemplo, antes de que empiecen los síntomas de la enfermedad de Alzheimer, se ha visto que el cerebro sufre una gran pérdida de plasticidad. La plasticidad, explica el neurólogo, es la capacidad que ha dado la naturaleza al cerebro para adaptarse a los cambios, dado que la evolución de los genes es demasiado lenta para adaptarse al apresuramiento y la rapidez con que cambia el mundo.

4.3. Población y Muestra

❖ **Población.** - Población es la totalidad de personas, pacientes psiquiátrico elementos, objetos, organismos, historias clínicas, expedientes, instituciones etc. que tienen una determinada característica común susceptible de ser trabajada, medida y cuantificada. La población debe delimitarse claramente entorno a sus características de contenido, lugar y tiempo. Es el grupo de personas que realmente se estudiarán, debe ser representativa de la población y para lograr esto, se tiene que tener bien definido los criterios de exclusión, así como también realizar una buena técnica de muestreo.

❖ **Descripción de la Muestra.** - Se incluyeron a todos los pacientes hospitalizados del Instituto Nacional de Salud Mental Honorio Delgado Hideyo Noguchi desde el primer semestre del año 2001 hasta el primer semestre de año 2011 Este Instituto es el más importante hospital psiquiátrico a nivel nacional y está ubicada en el distrito de San Martín de Porres, Lima Perú, que cuenta con 8 millones y medio de personas expuestas

a contraer cualquier tipo de enfermedad mental, atendiendo a la tercera parte de la población, mayoritariamente urbano – marginal. El INSM HD – HN es una institución Nacional que ofrece la Terapia electroconvulsiva administrada por personal altamente calificada y que cuenta con aproximadamente 80 camas de internamiento.

Durante el proceso de ejecución y programación de las sesiones de la terapia electroconvulsiva (TEC), se consideró 2,652 pacientes hospitalizados, de los cuales solo 372 de ellos recibieron la terapia electroconvulsiva. Para ello se recolectaron la edad, sexo, fecha de aplicación de la Terapia, diagnóstico principal según la clasificación internacional de enfermedades en el uso de las TEC, dentro del periodo de tratamiento, indicando el número de aplicaciones recibidas, uso de atropina, anestesia y relajantes musculares, carga administrativa, consentimiento informado, resultado del electroencefalograma previo, medicación suministrada y verificación de los efectos secundarios como alergias a alguna medicación.

Según con los parámetros estandarizados del grado de mejoría en respuesta a la Terapia electroconvulsiva, este indicador fue categorizado clínicamente en:

- Respuesta buena se obtuvo en solo pacientes con fuerte nivel depresivo.
- Respuesta moderada en el caso de leve mejoría en solo niveles depresivo.
- Sin respuesta, es decir sin cambios, con tendencia al empeoramiento.
- Respuesta no evaluable, según descrito en la Historia Clínica.

Tabla N° 6

Distribución de grupos en edades

Grupo Edades	Cantidades	Edad (años) promedio	Rango (años)
20 a 29	Grupo de 10	23 años + / -	21 - 27
30 a 39	Grupo de 10	33 años * / -	30 - 36
40 a 49	Grupo de 10	43 años + / -	41 - 49
50 a 59	Grupo de 10	53 años + / -	50 - 59
Total	40	38 años + / -	21 - 59

Fuente: *Elaboración propia Lima Perú 2019*

La edad media de los hombres estudiados fue de 38.8 años frente a 38.4 años de mujeres. Se encontraron diferencias entre sexos con edades de los 50 y los 59 Años.

Tabla N° 7

Distribución en grupos de edades - Mujeres

Edades	sexo	Cantidad	Edad Media	Rango
20 - 29	Mujeres	Cinco	23.8 + /-	22 - 27
30 - 39	Mujeres	Cinco	33.0 + -	30 - 36
40 - 49	Mujeres	Cinco	45.0 + / -	42 - 49
50 - 59	Mujeres	Cinco	52.0 + / -	50 - 54
TOTAL	Mujeres	20	38.4 + / -	22 - 54

Fuente: *Elaboración propia - , Lima Perú 2019*

Tabla N°8

Distribución en grupos de edades - Varones

Edades	sexo	Cantidad	Edad Media	Rango
20 - 29	Varones	Cinco	22.2 + /-	22 - 27
30 - 39	Varones	Cinco	33.2 + -	30 - 36
40 - 49	Varones	Cinco	42.0 + / -	42 - 49
50 - 59	Varones	Cinco	58.0 + / -	50 - 54
TOTAL	Varones	20	38.8 + / -	22 - 54

Fuente: *Elaboración propia, Lima 2019*

Tabla N° 9

Pacientes Hospitalizados que recibieron TEC, según diagnóstico psiquiátrico

Diagnóstico, según la historia clínica del INSM HD – HN..	Pacientes que Recibieron TEC	% pacientes hospitalizados
Trastorno psicótico		
Esquizofrenia paranoide	263	70.7 %
Esquizofrenia catatónica	23	6.2 %
Esquizofrenia desorganizada	15	4.0 %
Esquizofrenia indiferenciada	11	3.0 %
Trastorno esquizoafectivo	6	1.6 %
Trastorno esquizofreniforme	3	0.8 %
Esquizofrenia no especificada	3	0.8 %
Total	324	87.1 %
Trastornos depresivos		

Episodio depresivo con síntomas psicóticos	22	5.9 %
Episodio depresivo sin síntomas psicóticos	1	0.3 %
Total	23	6.2 %
Trastorno bipolar		
Episodio actual maniaco	25	6.7 %

Fuente: *Elaboración propia 2019 Lima Perú*

En el desarrollo del análisis de esta investigación sobre la elaboración del procedimiento de Estimulación Magnética transcraneal como alternativa al método de la terapia electroconvulsiva, hice las consultas de información en la Universidad Peruana Cayetano Heredia y en el Instituto de Salud Mental Honorio Delgado Hideyo Noguchi. Se hizo las consultas en el Instituto Nacional “HD - HN “, La primera entrevista fue con el jefe de Investigaciones del Instituto y Director del área de Adultos. Dr. Psiquiatra Javier Saavedra, quien me contacto con los doctores jefe del consultorio de Neurología Dr. Neurólogo – Psiquiatra Manuel Henríquez y con la Dra. Psiquiatra Carmen Diaz, esta última jefa de Hospitalización de Damas.

El Dr. Manuel Henríquez me informo que efectivamente el Instituto había elaborado un proyecto de implementación del tratamiento de Estimulación magnética transcraneal como alternativa a la Terapia Electroconvulsiva. Este proyecto se realizó con el apoyo de profesionales de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, el cual contaba con Ingenieros Biomedicos, se elaboró todo un expediente Técnico conformado por la Memoria Descriptiva, Especificaciones Técnicas, Presupuestos y precios unitarios e implementación de los equipos para el tratamiento de Estimulación Magnética Transcraneal, de pacientes Psiquiátricos previa evaluación por su médico tratante. Según el Dr. Neurólogo Manuel Henríquez, era el Jefe del proyecto e incluso le toco fundamentar su proyecto ante el Ministerio de Salud. Y fue aprobado por esa instancia. Lamentablemente el proyecto fue observado por falta de presupuesto, Ante esta situación el desarrollo de la investigación se tuvo que realizar en consultorios privados en lo que se refiere a la Estimulación Magnética Transcraneal. El estudio y la investigación utilizando la estimulación magnética transcraneal como terapia en la rehabilitación motora del miembro torácico, como rehabilitación a la enfermedad cerebro vascular (EVC) sufrida por pacientes con presión cardiovascular alta. Para la investigación en curso se consideró a la población que fue afectada sus miembros motores torácicos, es decir solo se consideraron pacientes con terapia física u ocupacional. De tal forma para el estudio se empleó la estadística descriptiva. En esta investigación

aplicaremos la Estimulación magnética Transcraneal (EMT) inhibitoria / inhabilitada contralesional y excitatoria ipsilesional como terapia en la colaboración de la rehabilitación motora del miembro torácico.

Fueron seleccionados grupos de trabajo con edades cuyo rango eran de 35 a 90 años. Las reglas en la aplicación de la EMT se supervisaron en función de la mejoría del control motor del miembro torácico en los pacientes con secuelas por Enfermedades vasculares cerebrales.

La enfermedad vascular cerebral (EVC) es la tercera causa de muerte en el mundo, así como la principal causa de incapacidad en adultos.

1	Aproximadamente el 50 % de las personas que sufrieron EVC requirió los servicios de rehabilitación y presentó limitaciones funcionales.
2	Se considera que el 30 % tiene alguna secuela grave y solo el 6 % de los pacientes con parálisis grave tiene una recuperación completa de la movilidad.
3	Las secuelas que se presentan tras una EVC incluyen alteraciones de la función motora del miembro torácico hasta en un 70 %, e incapacidad total en un 40% .
4	Así mismo tras la EVC, la activación cerebral de las áreas sensoriomotoras lesionadas ocurre a través de una reorganización de la corteza motora.
5	Cuando la EVC es de tipo isquémico, conocido como isquemia cerebral en el que se produce el cese del riego sanguíneo a causa de un coágulo que taponea el vaso sanguíneo del cerebro, generando la trombosis o embolia o infarto cerebro vascular
6	Según el estudio comunitario Copenhagen Stroke muestra que la recuperación en un 95 % se alcanza al tercer mes, y en el primer mes y medio se logra una recuperación del 85 %. Entre el cuarto y sexto mes, la pendiente de la recuperación es casi lineal y se observa una mejoría evidente, por lo que se da por estabilizado.
7	La rehabilitación ha demostrado ser útil, dado que mejora la autonomía funcional, aumenta la frecuencia de regreso al domicilio y reduce la hospitalización.
8	Finalmente, la mejoría a largo plazo se debe a la plasticidad neuronal, es decir que las neuronas sanas pueden aprender funciones de las neuronas afectadas y pueden sustituir sus funciones. Raramente la recuperación será integral, es difícil prever el grado de recuperación que puede alcanzar el paciente.

Aplicando la Estimulación Magnética Transcraneal (EMT)

Como el caso de la terapia electroconvulsiva, se utiliza el estimulador magnético para la rehabilitación de la enfermedad vascular cerebral.

1	La EMT, fue introducida en 1985 por el Dr. Barker. Desde entonces ha ganado reconocimiento por ser una técnica neurofisiológica segura, relativamente no dolorosa tanto en sujetos sanos como en pacientes.
2	Su relevancia terapéutica radica en la posibilidad de modificar las redes neuronales induciendo mecanismos de neuroplasticidad. La EMT tiene la capacidad de modular el potencial de excitabilidad de la corteza cerebral con efectos duraderos como el área de aplicación de la estimulación, la integridad de los haces nerviosos y de las conexiones sinápticas.
3	La EMT puede ser emitida como pulso único o de forma repetida (múltiples pulsos con diferentes intervalos de tiempo entre cada pulso); El área cortical que se puede estimular es de 3 cm ² y 2 cm de profundidad
4	La emisión de los pulsos de la EMT está en función de la frecuencia de estimulación cortical. Los pulsos de EMT se aplican en trenes, y de esta manera pueden producir cambios sustanciales en la excitabilidad cortical y en la actividad del cerebro
5	Existen estudios donde se ha utilizado la EMT inhibitoria contralesional y excitatoria ipsilesional, pero aún no hay consenso con respecto a las variables de estimulación ni en cuanto a sus resultados clínicos. La presente revisión sistemática tuvo por objeto describir los resultados de ensayos clínicos donde se ha aplicado EMT en el tratamiento de rehabilitación en pacientes con EVC.

4.4. Lugar de estudio y periodo desarrollado de la tesis.

El estudio y diseño, inicialmente se realizó en el taller de mi colega Whilder Acosta, en su domicilio de la Av. san German en el distrito de los Olivos. Posteriormente, las pruebas de las terapias electroconvulsiva se realizaron en el Instituto Nacional de Salud Mental Honorio Delgado Hideyo Noguchi. Las terapias de estimulación Magnética Transcraneal la realice en clínicas privadas de amigos psiquiatras y colegas de la Universidad Cayetano Heredia. Es preciso señalar que las terapias de estimulación Magnética, se realizan en las empresas privadas o clínicas ya que en hospitales psiquiátricos nacionales no cuentan con la capacidad económica, según el Ministerio de salud.

Los equipos más utilizados son:

- Electroencefalograma (EEG) es un equipo que registra y evalúa los potenciales eléctricos generados por el cerebro y obtenidos por medio de electrodos situados sobre la superficie del cuero cabelludo.

- Electrocardiograma (EEC). - es un equipo que realiza pruebas médicas, que evalúa el ritmo y función cardíaca a través de un registro de la actividad eléctrica del corazón.
- Máquina de Anestesia. – su uso es un procedimiento médico, usado para suministrar analgesia adecuada, sedación y relajación neuromuscular al paciente para permitir realizar un adecuado tratamiento médico.
- Monitor de signos vitales. - es un dispositivo que permite detectar, procesar y desplegar en forma continua los parámetros fisiológicos del paciente. Consta además de un sistema de alarmas que alertan cuando existe alguna situación adversa o fuera de los límites deseados.
- Respirador artificial o ventilador médico. - Es una máquina diseñada para mover aire hacia dentro y fuera de los pulmones con el fin de suplir el mecanismo de la respiración de un paciente que físicamente no puede respirar o respira insuficientemente.
- El Tensiómetro. - Es un instrumento médico, empleado para la medición indirecta de la presión arterial, proporcionando por lo general, la medición de milímetros de mercurio (mmHg).

4.5. Técnicas e Instrumentos para la Recolección de la información

A través del prototipo se pudo transferir las ondas cerebrales de un sujeto saludable hacia otro enfermo, por medio de un gorro de 8 bobinas por las cuales circulan ondas provenientes del EEG y que indujeron campos magnéticos en dicho sujeto enfermo. Este prototipo se denominó estimulador magnético cerebral de 8 canales de EEG. Considerando que el cerebro es la unidad central de control y las señales EEG son la esencia que transporta dicho control (equivalente a un microcontrolador y su señal de reloj). Podemos afirmar que la transferencia de señales de EEG de una persona saludable hacia una persona enferma, se realizó una operación de restauración apropiada dejando a un lado los códigos escondidos de las señales de EEG. Probando finalmente, que la utilización del equipo de estimulación magnética cerebral fue correcta.

EQUIPOS Y COMPONENTES UTILIZADOS

El equipo estimulador Neuro-MS / D está diseñado para diagnósticos no invasivos (junto con sistemas digitales Electromiografía (EMG) Y Electroencefalografía (EEG)) y para la intervención terapéutica en la corteza motora, el sistema nervioso periférico y la médula espinal mediante pulsos magnéticos, El estimulador se puede aplicar en diferentes áreas de la medicina incluyendo neurología, psiquiatría, epileptología, neurocirugía y ortopedia.

Figura N°- 39

MODULOS DE ENSAMBLE DEL EQUIPO DE ESTIMULACION



BOBINA Y EL CONTROL DEL SISTEMA



SISTEMA DE ENFRIAMIENTO LIQUIDO



ESTIMULACION DE ALTA FRECUENCIA



SILLA MEDICA: Tiene dos motores eléctricos para Ajustar el reposacabeza y reposapiernas en control remoto

Fuente: Instituto de Neuroestimulación de Lima - Perú

Figura N° - 40

DESCRIPCION DEL EQUIPO Y SUS COMPONENTES

BOBINA DE FIGURA DE OCHO

La bobina angulada en forma de ocho asegura la Estimulación focalizada y precisa en la corteza Cerebral la forma anatómica de la bobina es congruente con la forma de la cabeza y permite lograr la precisión en posicionar la bobina de estimulación y evitar que la bobina se separe del punto de estimulación

CONTROL DEL SISTEMA

Unidad principal controla todo el sistema. Los indicadores mostrando los parametros del estimulador, los botones y las perillas ubicados en el panel frontal. Además, la bobina de estimulación puede ser controlado por el software Neuro. MS. NET. Para asegurarlo, simplemente conecte la unidad principal a la computadora.



ESTIMULACIÓN DE ALTA FRECUENCIA

La unidad principal del estimulador magnético es capaz de entregar pulsos a una frecuencia de hasta 30 Hz. Por eso la máxima intensidad se alcanza a una frecuencia de hasta 5–7 Hz. La fuente de alimentación permite aumentar la frecuencia máxima de hasta 100 Hz y obtener la intensidad máxima a una frecuencia de hasta 20–25 Hz. Con esta fuente de alimentación adicional la estimulación theta-burst (TBS) se realiza TBS permite lograr efectos mucho más rápido en comparación con EMT convencional

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO LIQUIDO

El sistema de enfriamiento se diseña para evitar el sobrecalentamiento de la bobina durante las sesiones de EMT, a Largo plazo. Se implementa el método de enfriamiento activo del componente de la bobina. El líquido refrigerante llena toda la bobina, se ejecuta dentro del devanado y por lo tanto neutraliza el calor generado en el sitio

Fuente: Instituto de Neuroestimulación de Lima - Perú

Figura N°- 41

CARACTERISTICAS DEL EQUIPO DE ESTIMULACION MAGNETICA TRANSCRANEAL



Fuente: Instituto de Neuroestimulación de Lima - Perú

EQUIPO DE ESTIMULACION MAGNETICA

- 1.- Bobina refrigerada en forma de ocho de 100 mm AFEC-02-100-C (la bobina enfriada se utiliza junto con la unidad de refrigeración);
- 2.- Brazo flexible para posicionamiento de la bobina K-3;
- 3.- Carro con ruedas para estimulador magnético (4 estantes);
- 4.- Computadora con pantalla táctil (no está incluida en el juego de entrega);
- 5.- Unidad principal MSD;
- 6.- Unidad MS monofásica,
- 7.- Unidad MS monofásica pareada,
- 8.- Unidad de enfriamiento;
- 9.- Unidad de fuente de alimentación extra;
- 10.- Neuro-MEP Micro Digital EMG sistema (Neuro-EMG-MS equipo de administración)

Descripción sobre la operación de la bobina en el equipo Neuro.

Las bobinas que se describen se utilizan con Neuro-MS/D, Neuro estimuladores magnéticos y están diseñadas para la estimulación magnética no invasiva del cerebro, médula espinal, nervios periféricos y tejidos musculares.

Conjunto avanzado para EMT

La configuración terapéutica avanzada de Neuro-MS / D cubre todas las necesidades clínicas de los profesionales de EMT. El sistema consiste en un carro que incluye un estimulador de alta frecuencia e intensidad, con un sistema de enfriamiento efectivo y un brazo flexible conveniente para colocar la bobina

Estimulación de 20 Hz con 100% de intensidad

La configuración terapéutica avanzada ofrece la posibilidad de aumentar la frecuencia de estimulación efectiva máxima (la frecuencia cuando cada estímulo en serie tiene un 100% de intensidad del umbral motor para la mayoría de las personas) cuatro veces (hasta 20 Hz) debido a la unidad de fuente de alimentación adicional. El número de pulsos generados durante una sesión es: hasta 10, 000 Pulsos,

Unidad de enfriamiento

La unidad de enfriamiento y las bobinas enfriadas (incluidas en el conjunto de administración) se desarrollan para evitar el sobrecalentamiento de las bobinas durante la larga sesión de tratamiento. La unidad de enfriamiento en sí es un tanque con el líquido refrigerante, la bomba hace funcionar el líquido refrigerante a través de la batería y el refrigerador. La unidad permite aumentar la operación continua de hasta 10,000 pulsos sin sobrecalentamiento. Prácticamente, significa que el estimulador puede funcionar durante horas sin sobrecalentarse.

Figura N°- 42

Bobinas para Neuro-MS/D y Neuro MS estimuladores magnéticos



RC – 02 - 100
Bobina de anillo pequeño, 100mm
NS058304.OO1



RC-02-150
Bobina de anillo grande, 150 mm
NS058304.002



SFEC- 02-50
Bobina pequeña en forma de ocho, 50 mm
NS058304.005



FEC – 02 - 100
Bobina grande en forma de ocho. 100mm
NS058304.013



AFEC- 02-100
Bobina angulada en forma de ocho,100 mm
NS058304.014



AFEC – 02 - 125
Bobina angulada en forma de ocho (doble cono), 125 mm
NS058304.017

Fuente: Instituto de Neuroestimulación de Lima - Perú

Procedimientos de configuración

Requisitos para el montaje e instalación del equipo estimulador magnético.

El estimulador debe ser instalado por la persona autorizada por el fabricante o el personal técnico de la instalación médica que va a utilizarlo. Es necesario saber que la seguridad y la calidad de funcionamiento dependen del ensamblaje adecuado del estimulador magnético.

Selección de habitaciones y ubicación

Antes del ensamblaje y la configuración del estimulador, es necesario seleccionar un lugar para ello, teniendo en cuenta el cableado de alimentación y la tierra de protección en la sala, y también para leer los siguientes requisitos y recomendaciones.

En el lugar seleccionado, se debe garantizar el acceso a múltiples tomas de corriente. Debe haber al menos dos enchufes de 220 V, 15 A para enchufar las unidades del estimulador magnético. También debe haber la cantidad requerida de enchufes para enchufar equipos de PC o EMG / EEG. Estas tomas de corriente deben tener un contacto de tierra (tierra) de

protección. Se prohíbe el uso de extensores o divisores de corriente eléctricos de múltiples tomas.

Si se utiliza un transformador de aislamiento con múltiples tomas, asegúrese de que la toma de tierra adicional cumpla con los requisitos de IEC 60601-1.

- El dispositivo ha sido diseñado para uso en interiores a temperatura ambiente entre + 10°C y + 35 °C, además 80% de humedad relativa máxima.

Tabla N°- 10
CUADRO DE ESPACIFICACIONES A DE LA BOBINA DE ESTIMULACION

BOBINA	DOCUMENTACION	INDUCTANCIA PH	MAXIMA INDUCCION 100% T		DIAMETRO INTERNO mm	DIAMETRO EXTERNO mm	APLICACION
			Pulso Standard	Pulso Power			
			Neuro MS/D	Neuro MS/D			
RC – 02 – 150	NS058304. 002	10	1.1 +/- 0.15	1.5 +/- 0.15	55	155	Estimulación transcraneal de áreas extensas del cerebro, estimulación del sistema nervioso periférico Y conexos
RC – 02 – 150C	NS058304. 003	10	1.3 +/- 0.15	1.9 +/- 0.15	50	160	
RC – 03 - 125	NS063304. 002	13	-----	-----	10	125	
FEC – 02 - 100	NS058304. 013	10	1.2 +/- 0.15	1.7 +/- 0.15	4750 (2)	97100 (2)	Estimulación cortical y Estimulación de las Raíces espinales
FEC – 02 – 100 - C	NS058304. 010	10	1.1 +/- 0.15	1.6 +/- 0.15	4750 (2)	97100 (2)	
FEC – 03 - 100	NS063304. 008	13	-----	-----	40 (2)	114 (2)	
AFEC – 02 - 100	NS058304. 014	10	1.4 +/- 0.15	20 +/- 0.15	3651(2)	84106(2)	Estimulación de la corteza motora, tratamiento de la depresión.
AFEC – 02 – 100 - C	NS058304. 012	10	1.5 +/- 0.15	22 +/- 0.15	3651(2)	84106(2)	
AFEC – 03 - 100	NS063304. 011	10		-----	40(2)	115(2)	
AFEC – 02 - 125	NS058304. 017	23	1.4 +/- 0.01	20 +/- 0.15	96	130	Estimulación cerebral profunda
----	----	---	-----	---	---	----	

Fuente: Instituto de Neuroestimulación de Lima

1. El Pulso eléctrico es más largo que el estándar de 1.4 ms.
2. El pulso de energía puede ser generado con el Neuro-MS/D si se utiliza la unidad de expansión.
3. El pulso de energía puede ser generado con el Neuro-MS si se utilizan dos unidades de estimulación con intervalo de interpulsos de 0 ms.

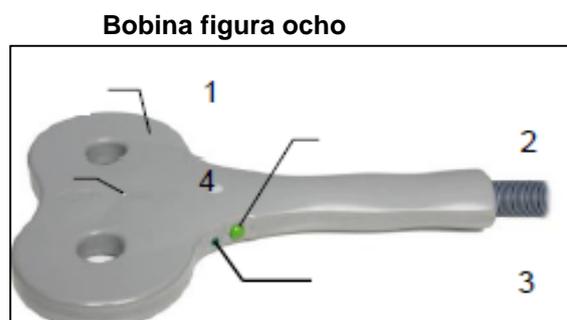
Descripción y principio de funcionamiento de la bobina

Durante el pulso de la corriente alterna alta intensa (8 kA) que fluye a través de la bobina, el campo magnético emerge cerca de la bobina induciendo la corriente en los tejidos del paciente, generando la excitación del nervio como durante la estimulación eléctrica común. Estructuralmente la bobina no refrigerada se hace del alambre de cobre. La corriente que fluye a través de este cable provoca el calentamiento de la superficie de la bobina de operación. El contacto con esta superficie caliente puede causar una hiperemia del paciente o quemarse. Cuanto mayor es la frecuencia del estímulo y la amplitud del pulso, más rápido es el calentamiento de la superficie de funcionamiento de la bobina y menor es el número de pulsos de la bobina antes del calentamiento. Para controlar la temperatura de la superficie de trabajo de la bobina, se suministra el sensor de temperatura, las lecturas de este sensor son monitoreadas por el sistema de control del estimulador. En el caso de que la bobina caliente hasta 41 °C, se debe detener la estimulación hasta que la temperatura de la bobina disminuya al valor seguro.

El uso de bobinas con la Unidad de enfriamiento permite aumentar el tiempo de operación continua sin recalentamiento. En este tipo de bobinas el arrollamiento de la bobina se hace del tubo de cobre donde circula el líquido refrigerante (refrigeración por agente). El proceso de enfriamiento se produce en la unidad de refrigeración.

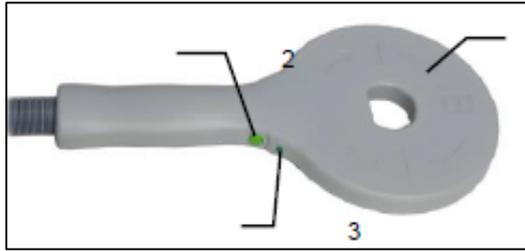
Las vistas externas de la bobina de anillo y bobina figura de ocho de la versión 02 se muestran en la figura:

Figura N°. 43



Bobina figura anillo

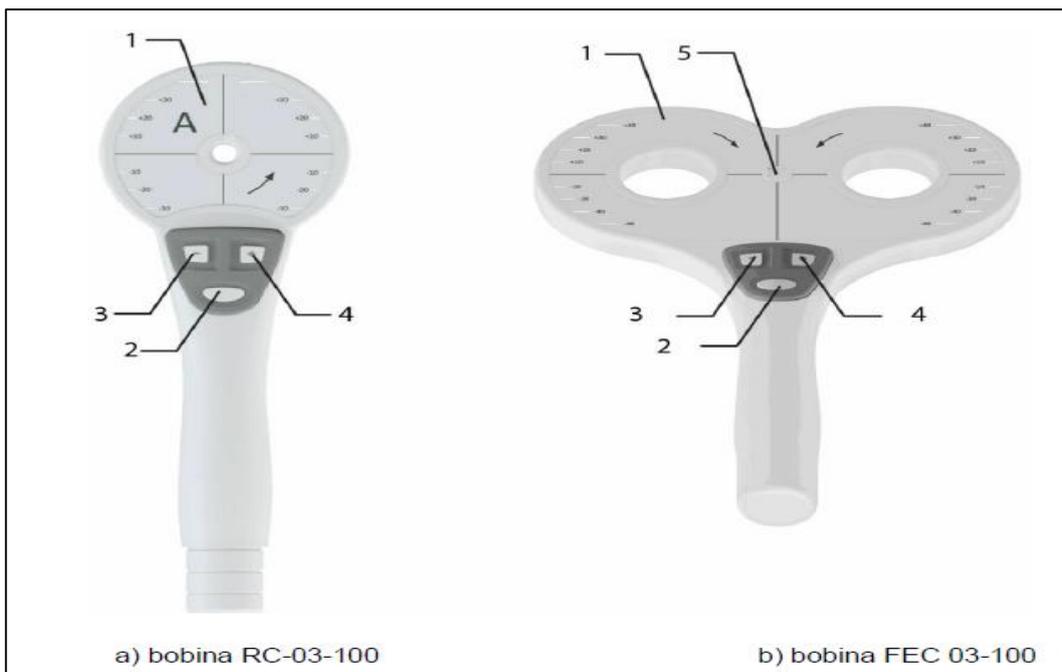
1



Fuente: Instituto de Neuroestimulación de Lima - Perú

Las cifras en la figura indican lo siguiente:

1. Bobina de estimulación.
2. "Gatillo" botón situado en el panel frontal de la unidad principal;
3. Indicador "Listo" situado en el panel frontal de la unidad principal.
4. Marcador de posición de la bobina. Indica el centro de la zona donde la intensidad del campo eléctrico inducido tiene el valor máximo. En este punto se llega a la máxima intensidad de la estimulación de las estructuras nerviosas.



Las cifras en la figura indican lo siguiente:

1. Bobina de estimulación. La flecha de la caja de la bobina muestra la dirección de la corriente que fluye en la bobina (bobinas) en el momento de la entrega de pulso.
2. "Gatillo" combinado con el indicador "Listo y sobrecalentamiento".

Las luces indicadoras:

rojo – se recalienta la bobina, la estimulación es imposible.

verde – la bobina está lista para producir un pulso.

Se genera un pulso presionando el botón de "Gatillo". Si está habilitada la opción de bloqueo de doble botón junto con el "gatillo" en la bobina "Gatillo" de la unidad principal o presione el pedal de la pedalera. Si se utiliza una bobina con botones en ambos lados, pulsar simultáneamente los botones «Desencadenante» en la bobina.

Si el aparato está en estado desarmado, presione y sostenga el botón de "Gatillo" y presione botón "+" para empezar carga del condensador1 (lo mismo que presionar el botón de ARMADO en el panel frontal del estimulador).

3. "-" botón. Pulse este botón para disminuir la intensidad del pulso.

4. "+" botón. Presione este botón para aumentar la intensidad pulso.

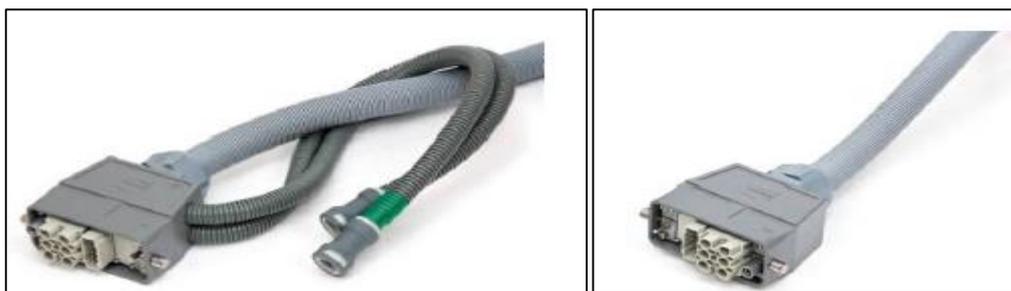
5. Marcador de posición de la bobina. Indica el centro de la zona donde la intensidad del campo eléctrico inducido tiene el valor máximo. En este punto se llega a la máxima intensidad de la estimulación de las estructuras nerviosas.

CONECTORES DE LA BOBINA PARA EL EQUIPO NEURO – MS/D

La bobina refrigerada difiere de la no-refrigerada por la presencia de mangueras con acoplamientos para la conexión de la unidad de refrigeración.

Figura N°- 44

Conectores de refrigeración



Conector de la bobina refrigerada

Conector de la bobina no refrigerada

Fuente: Instituto de Neuroestimulación de Lima - Perú

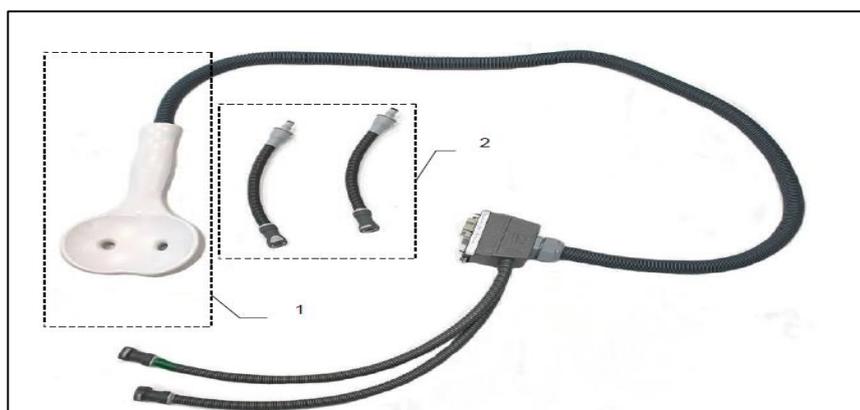
RECOMENDACIONES SOBRE EL USO DE BOBINA REFRIGERADA

En caso de usar la bobina refrigerada, a veces es necesario cambiar a menudo (varias veces al día), las mangueras con acoplamiento. En este caso los tubos de conexión de mangueras

del serpentín refrigerado pueden recoger la suciedad y el polvo. Esto puede resultar un daño temprano de conexión válvula de tubería y fugas de agente de enfriamiento al desconectar. Para prolongar la vida útil de la bobina, se recomienda aplicar los adaptadores reemplazables por sistema hidráulico

Figura N°- 45

MANGUERAS DE ACOPLAMIENTO DE LA UNIDAD DE REFRIGERACION.



Fuente: Instituto de Neuroestimulación de Lima - Perú

1.- Bobina de estimulación

2.- Adaptadores del sistema hidráulico refrigerado

Antes de utilizar los adaptadores se unen a los tubos de conexión de la bobina, luego se unen los tubos del adaptador a la unidad de refrigeración del equipo. Cuando la bobina debe ser cambiada, los tubos del adaptador deben estar desconectados de la unidad de enfriamiento, los adaptadores son conectados a las mangueras de la bobina. La bobina se cambia cuando el estimulador esté apagado (o cuando el estimulador esté en el modo de espera) o después de presionar el botón de "Cambio de la bobina" (combinado con el indicador "Alto voltaje") en el panel frontal de la unidad principal. Durante el cambio de bobina está prohibido girar y doblar las mangueras de enfriamiento

Figura N°. 46

CONEXIÓN DE LOS ADAPTADORES A LA UNIDAD DE REFRIGERACION DEL EQUIPO

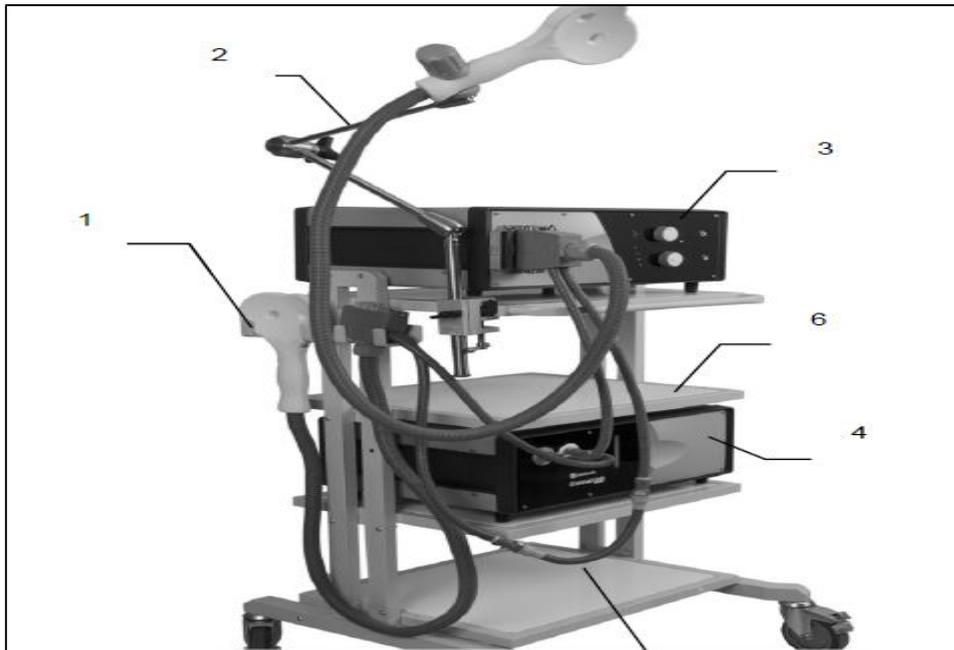


Fuente: Instituto de Neuroestimulación de Lima - Perú

La bobina que no se utiliza durante la estimulación debe colocarse sobre el soporte K-8. El soporte se coloca en el lado izquierda de carro T-2 para estimulador magnético

Figura N°- 47

NUEVO EQUIPO DE ESTIMULACION MAGNETICA TRANSCRANEAL



5

Fuente: Instituto de Neuroestimulación de Lima – Perú

1. K-8 soporte.
2. K-3 brazo flexible para la colocación de la bobina.
3. Neuro-MS/D unidad principal.
4. Neuro-MS/D unidad de refrigeración.

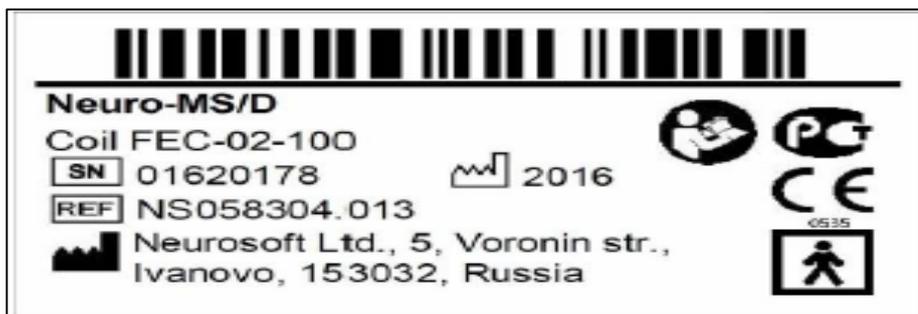
- 5. Manguera de conexión hidráulica.
- 6 T-2 carro.

Etiquetado de Bobina

En la batería hay una etiqueta que indica el tipo y el número de serie, la explicación de los símbolos y figuras de la bobina se muestra en el ejemplo de etiquetado de bobina.

La explicación de los símbolos en la etiqueta:

- Atención: consultar documentación operacional.
- marca de conformidad a la Directiva de "Relativa a dispositivos médicos" 93/42/CEE.
- signo de conformidad con los requisitos de las normas rusas.
- piezas de tipo BF según IEC 60601-1.
- fabricante por ISO 15223-1-2012.
- número según catálogo ISO 15223-1-2012.
- número de serie por ISO 15223-1-2012

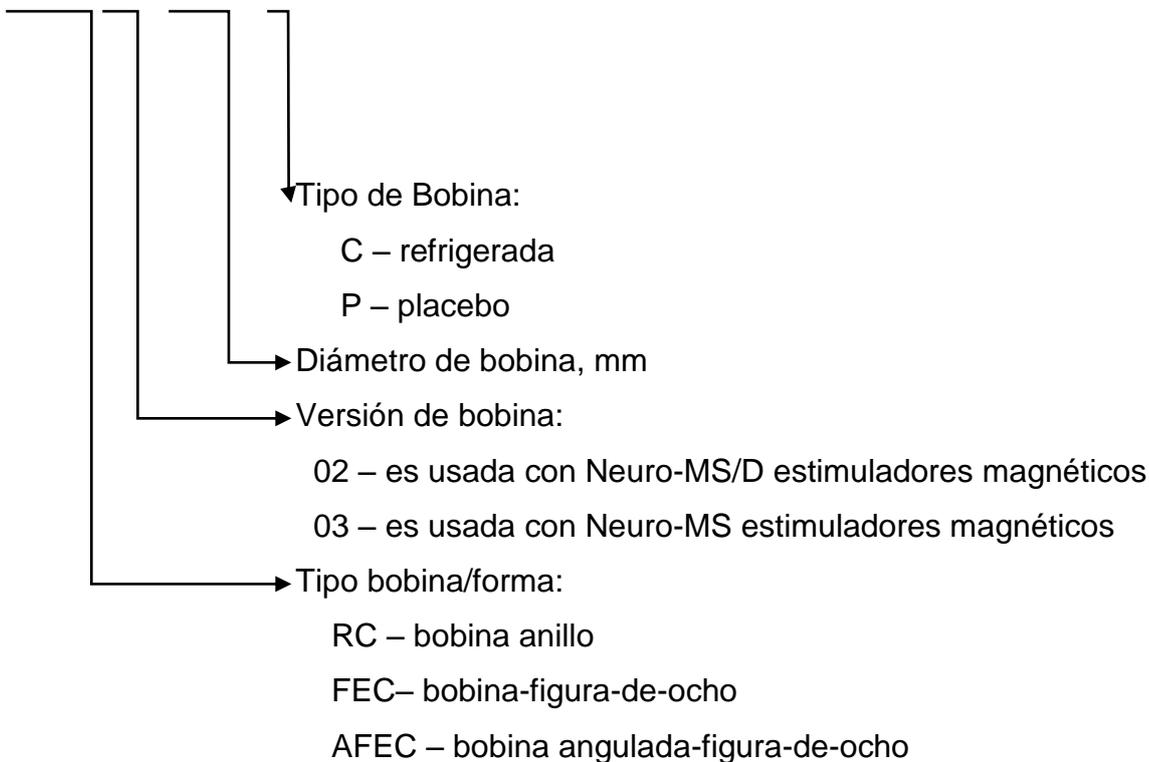


La explicación de los símbolos en la etiqueta:

-  – Atención: consultar documentación operacional.
-  – marca de conformidad a la Directiva de "Relativa a dispositivos médicos" 93/42/CEE.
-  – signo de conformidad con los requisitos de las normas rusas.
-  – piezas de tipo BF según IEC 60601-1.
- fabricante  por ISO 15223-1-2012.
-  – número según catálogo ISO 15223-1-2012.
-  – número de serie por ISO 15223-1-2012.

Explicación de la denotación de tipo de bobina

XXX-XX-XXX-X



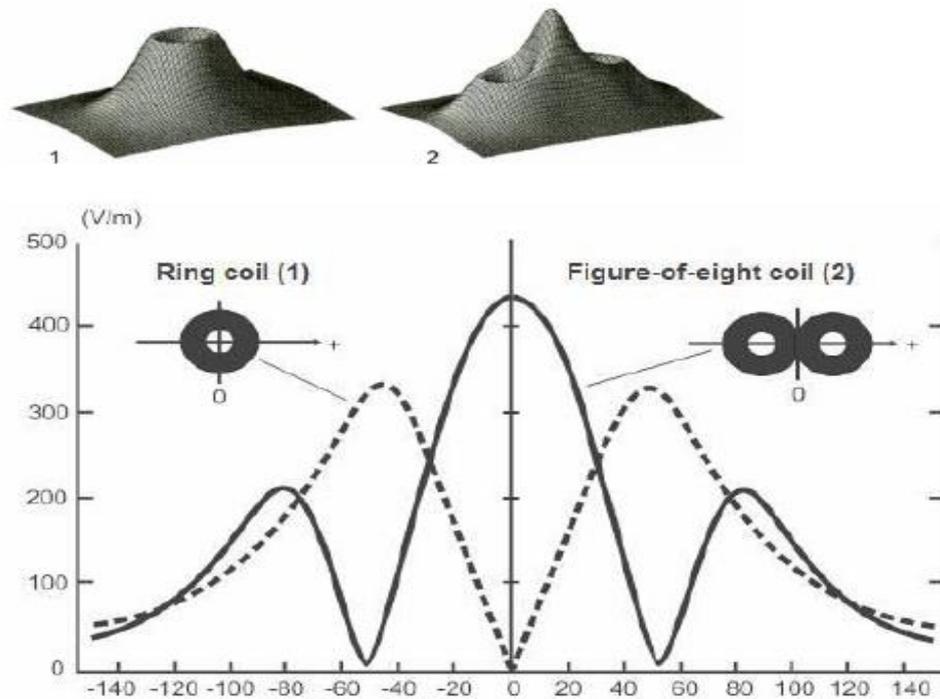
Seleccionar la bobina correcta:

Mientras se selecciona tal o cual bobina, la intensidad máxima del campo magnético y la intensidad máxima del campo eléctrico (v/m) están en función de la forma y el tamaño de la bobina. Las propiedades específicas generadas del campo eléctrico y magnético dependen mucho de la construcción de la bobina. Las bobinas más ampliamente difundidas son de anillo, y figura-de-ocho.

Las imágenes de intensidad de campo eléctrico inducido por bobinas anillo y figura de ocho son diferentes, debido a sus diferentes formas geométricas la intensidad del más alto nivel para una bobina anillo se obtiene por el borde del aro interior y no tiene picos, mientras que una bobina figura-de-ocho tiene un pico principal con máximo en la producción en el área de intersección de las bobinas y dos picos con baja inducción sobre cada uno de dos bobinas. El uso de bobinas figura-de-ocho permite inducir un campo eléctrico bien enfocado.

Figura N°- 48

Inducción de campo eléctrico para las bobinas de anillo (1) y figura de ocho (2).

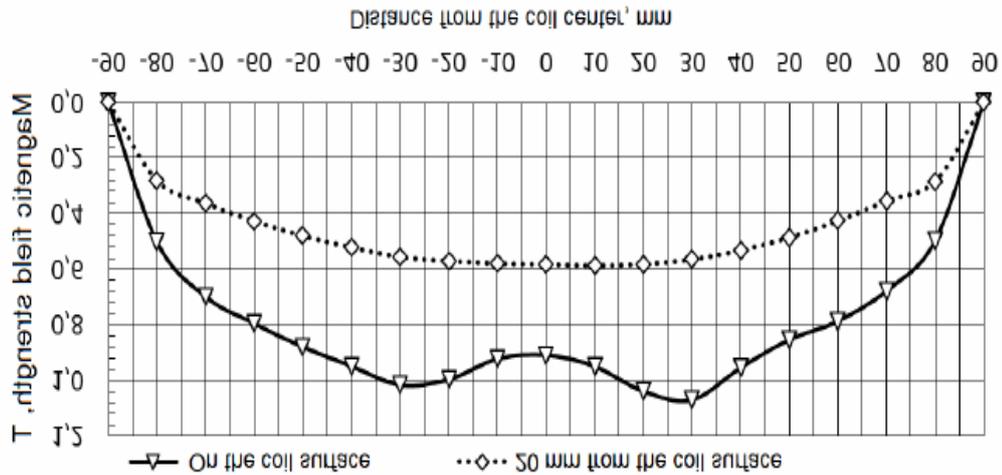


Fuente: Instituto de Neuroestimulación de Lima – Perú

La profundidad de penetración del campo magnético es directamente proporcional al diámetro del agujero usado por la bobina y la intensidad de corriente que fluye a través de él. Las bobinas pequeñas generan la alta inducción de campo magnético cerca de la superficie de la piel y es por eso que, como figura de ocho bobinas, se adaptan bien para el impacto a las estructuras de superficie. Las bobinas de anillo grande crean los campos de penetración profunda. La profundidad del impacto del pulso al usar RC-02-150, RC-02-150-C y RC-03-125 bobinas son de 30-40 mm y mucho más. Estas bobinas se utilizan para la estimulación transcraneal de amplias áreas de la corteza motora y para la estimulación del sistema nervioso periférico, en tales patologías como la osteocondrosis, poli neuropatía, etcétera. Estas bobinas están diseñadas para la generación de pulsos magnéticos de estimulación que requiere la alta precisión del enfoque de pulso.

Figura N°- 49

Representación del campo magnético RC-02-150 como función de distancia radial para pulso bifásico estándar (280 μ s).



Fuente: Instituto de Neuroestimulación de Lima – Perú

Desinfección de bobinas

Antes de limpiar el serpentín, se debe desconectar el aparato. Desenchufando la unidad electrónica de la red. Limpiar la bobina con un paño escurrido humedecido en cualquier solución normal de lavado de vajilla. No utilice solventes a base de silicona, limpiadores, almohadillas u otros aplicadores abrasivos de limpieza.

Para la desinfección utilice uno de los siguientes desinfectantes:

- fenoles (Bacillotex®)
- 70 % solución de alcohol etílico o isopropílico
- 0,5 % solución de clorhexidina.

Si se sospecha de hepatitis o cualquier otra contaminación de virus peligroso:

- aldehidos (Cydex®, Korsolin®), o
- clorinados (Diversol BX®).

Preparar y usar desinfectante según lo indicado por el fabricante.

! Tenga cuidado de no gotear agua o desinfectante directamente en los conectores de entrada y salidos y otras aperturas en la cubierta.!

Quitar exceso desinfectante con un paño seco.

Sistema de entrega y Regulación de almacenamiento en paquetes y datos de aceptación

Entrega y almacenamiento de la bobina de estimulación magnética

- Bobina de anillo grande enfriada 150 mm RC-02-150-C
- Bobina angulada enfriada en forma de ocho de 100 mm AFEC-02-100-C
- Bobina de anillo pequeño 100 mm RC-02-100
- Bobina de anillo grande 150 mm RC-02-150
- Bobina en forma de ocho 100 mm FEC-02-100
- Bobina angulada en forma de ocho de 100 mm AFEC-02-100
- Bobina pequeña en forma de ocho 50 mm SFEC-02-50
- Bobina en forma de ocho de 100 mm (placebo) FEC-02-100-P
- Bobina angulada en forma de ocho de 100 mm (placebo) AFEC-02-100-P
- Bobina angulada en forma de ocho de 100 mm (placebo) AFEC-02-100-C-P
- Bobina enfriada en forma de ocho de 100 mm (placebo) FEC-02-100-C
- Bobina angulada en forma de ocho 125 mm AFEC-02-125
- Bobina de anillo pequeño 100 mm RC-03-100
- Bobina de anillo 125 mm RC-03-125

número, -----

es recogido y embalado según los requisitos de documentación de diseño (véase la tabla 1)

Fecha del Paquete _ _ _ _ _ El paquete fue realizado _ _ _ _ _: _ _

Firma _ _ _ _ _

Paquete fue aceptado _ _ _ _ _: _

firma, sello de almacén de producción_ _ _ _ _

La bobina corresponde a los requisitos de documentación de diseño (ver tabla 1) y está listo para funcionar.

Representante del almacén de producción _ _ _ _ _

Firma_ _ _ _ _

Las bobinas deben guardarse en el paquete del fabricante en una sala cerrada en desde + 5 hasta + 40°C y 80% máxima humedad relativa (medida en temperatura de 25°C). La sala de almacenamiento debe estar libre de polvo, ácidos y humos alcalinos, gases agresivos y otras impurezas perjudiciales resultando en corrosión.

El fabricante garantiza la conformidad de calidad de las bobinas a requisitos de documentación de diseño si se observan las reglas de operación, almacenamiento, transporte y montaje en la documentación operativa.

El período de garantía es 12 meses a partir de la fecha de entrega al cliente. La fecha de entrega es la fecha de factura para las bobinas o el producto terminado incluyendo las bobinas u otro documento que confirma la compra de bobina. Información sobre el almacenamiento de bobinas antes y en el proceso de operación se registra en la siguiente tabla:

Tabla N°- 11

FORMATO DE ALMACENAMIENTO DE BOBINAS

FECHA		Condiciones de almacenamiento	Posición, nombre y firma de la persona responsable del almacenamiento
Comienzo de almacenamiento	Fin de almacenamiento		

DATOS REGISTRADOS AL PACIENTE POR EL EQUIPO DE ESTIMULACION MAGNETICA TRANSCRANEAL

El equipo de estimulación magnética se puede utilizar en instalaciones de atención al paciente como centros de diagnóstico, clínicas neuroquirúrgicas, laboratorios experimentales de institutos científicos y de investigación.

El tratamiento de una amplia gama de trastornos incluyendo síndrome de dolor, depresión, trastornos motores (incluida la enfermedad de Parkinson), esclerosis lateral amiotrófica, esclerosis múltiple, epilepsia, deterioro de la conciencia, enfermedad de Alzheimer, Tinnitus, trastornos de ansiedad, trastornos obsesivo-compulsivos, alucinaciones auditivas y negativas los síntomas a la esquizofrenia, el alcohol, la nicotina y la anulación de la medicina.

El principio de la estimulación magnética terapéutica se basa en lo siguiente: El estimulador magnético utiliza los pulsos magnéticos de corta duración. El campo electromagnético de alta intensidad emergente penetra fácilmente a través de la ropa, los huesos del cráneo y los tejidos blandos. Ejerce influencia sobre centros nerviosos profundos, nervios periféricos, cerebro y médula espinal, que es inaccesible para otros tipos de estimulación. Además, se obtienen resultados positivos y alentadores en la rehabilitación de pacientes con accidente cerebrovascular y otras enfermedades neurológicas y psiquiátricas.

Figura N°- 50

PACIENTE RECIBIENDO TERAPIA DE ESTIMULACION MAGNETICA



Fuente: Instituto de Neuroestimulación de Lima – Perú

Figura N°- 51

POSICIONAMIENTO DE LA BOBINA EN LA TERAPIA DEL PACIENTE

COLOCAR AL PACIENTE EN POSICION

El uso de la tapa individual del paciente para marcar los puntos ahorran el tiempo que usualmente transita el posicionamiento de la bobina durante cada sesión

UTILISANDO LA BOBINA DE POSICIONAMIENTO

Para lograr la máxima eficacia del tratamiento se Requiere determinar el punto de estimulación. Precisamente el posicionamiento de la bobina especialmente diseñada como la herramienta básica le permite encontrar este lugar rápidamente y colocar la bobina sobre esta área con precisión. El punto está marcado en la tapa del paciente, es muy conveniente ya que no se tendrá que determinar de nuevo



Fuente: Instituto de Neuroestimulación de Lima – Perú

SOFTWARE NEURO-MS.NET

El software avanzado localizado en el módulo de control del sistema del equipo diseñado para controlar el estimulador magnético a través de la computadora es capaz de mantener la base de datos de pacientes, administrar las sesiones de tratamiento, realizando la

estimulación usando las reglas preestablecidas y también creando o personalizando los protocolos de estimulación

La interfaz intuitiva Neuro-MS.NET también admite el modo de pantalla táctil la base de datos de pacientes contiene el historial de tratamiento de todos los pacientes y se puede encontrar cualquier registro, siendo de uso exclusivo del médico

DATOS REGISTRADOS POR EL EQUIPO A CADA PACIENTE INTERVENIDO

Cuestionario de detección de EMT

	SI	NO
¿Alguna vez has tenido EMT antes?	-----	-----
¿Alguna vez ha tenido una reacción adversa a EMT?	-----	-----
¿Alguna vez has tenido una convulsión?	-----	-----
¿Hay antecedentes familiares de epilepsia?	-----	-----
¿Alguna vez ha tenido una pérdida de conciencia inexplicable?	-----	-----
¿Sufres de dolores de cabeza crónicos o severos?	-----	-----
¿Alguna vez has tenido un derrame cerebral?	-----	-----
¿Tienes alguna enfermedad neurológica relacionada con el cerebro?	-----	-----
¿Alguna vez ha tenido lesión grave en la cabeza o conmoción cerebral?	-----	-----
¿Alguna vez te operaron la cabeza?	-----	-----
¿Alguna vez ha tenido alguna enfermedad que pueda causar daño cerebral?---	-----	-----
¿Tienes algún metal en tu cabeza fuera de tu boca?	-----	-----
¿Tienes algún dispositivo médico implantado?	-----	-----
¿Está tomando algún medicamento (incluidos los OTC)?	-----	-----
¿Estás embarazada o potencialmente embarazada?	-----	-----

El cumplimiento estricto de las pautas ayudará a garantizar la seguridad del paciente y a mantener un sólido historial de la EMT como una forma segura de tratamiento no invasivo. Al considerar cuestiones de seguridad de parámetros, hay cuatro cantidades importantes a considerar: intensidad, frecuencia, duración del tren de pulsos e intervalo entre trenes.

**CUESTIONARIO DE DETECCION DEL PACIENTE PARA LA ESTIMULACION MEGNETICA
(TODA LA INFORMACION SERA TRATADA CONFIDENCIALMENTE)**

(1) ¿Alguna vez ha tenido una reacción adversa al TMS? Si es así, por favor describe. _____	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
(2) ¿Tiene epilepsia o alguna vez tuvo un ataque / convulsión?	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
(3) ¿Tiene usted, o algún familiar, epilepsia / historial de convulsiones?	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
(4) ¿Alguna vez ha tenido un desmayo o un síncope? Si es así, describa. _____	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
(5) ¿Alguna vez ha tenido un derrame cerebral?	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
(6) ¿Alguna vez ha tenido una lesión grave en la cabeza (con pérdida del conocimiento)?	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
(7) ¿Alguna vez se ha sometido a una neurocirugía de cualquier tipo (incluido el cerebro o la médula espinal)?	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
(8) ¿Tiene algún dispositivo implantado como marcapasos cardíaco, desfibrilador cardioversor implantable (ICD), desfibrilador cardioversor portátil (WCD), estimuladores del nervio vago (VNS), clips de aneurisma, implantes cocleares, bomba médica, estimuladores cerebrales profundos, C SF derivación, líneas intracardiacas, implantes dentales activados magnéticamente, implantes ferromagnéticos oculares?	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
(9) ¿Tiene algún metal en su cuerpo como metralla, perdigones, balas, clips quirúrgicos, tatuajes faciales con tinta metálica o fragmentos de soldadura o metalistería?	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>

(10) ¿Tiene bomba de infusión portátil, bomba de insulina implantada, stents, filtros, válvulas cardíacas, válvula de derivación programable magnéticamente, dispositivo de fijación cervical, grapas, suturas, microtranspondedor VeryChip o semillas radiactivas?	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
(11) ¿Padece dolores de cabeza frecuente o severo?	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
(12) ¿Alguna vez ha tenido alguna otra afección relacionada con el cerebro (incluidos los diagnósticos psiquiátricos)?	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
(13) ¿Alguna vez ha tenido alguna enfermedad que haya causado daño cerebral?	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
(14) ¿Tiene problemas de audición o zumbidos en los oídos?	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
(15) ¿Está tomando algún medicamento psiquiátrico o neuroactivo? Por ejemplo, antidepresivos, ansiolíticos, antipsicóticos, anticonvulsivos o cualquier otra cosa con efectos en el sistema nervioso? Por favor enumere. _____	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
(16) ¿Toma otros medicamentos u otras drogas / sustancias? Por favor enumere. Si alguna de estas sustancias es ilegal, marque "sí" pero no escriba el nombre. Nos comunicaremos con usted para debatir esto confidencialmente en persona para ver si TMS será seguro para usted. _____	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
(17) ¿Está embarazada o tiene alguna razón para creer que puede estarlo?	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
(18) ¿Ha consumido alcohol en las últimas 24 horas?	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
(19) ¿Dormiste lo suficiente anoche?	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
(20) ¿Ha participado en un estudio de TMS en las últimas 24 horas?	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>

3. Haz una paciente para cumplir con “Seguridad Cuestionario de detección de transcraneal La estimulación magnética” (véase el anexo 2).
4. Encender el ordenador con el software Neuro-MS.NET instalada.
5. Ejecutar el programa Neuro-MS.NET.
6. Pulsar el botón “Nuevo tratamiento” en la página de inicio

Tabla N°- 13

seguridad de los parámetros: parámetros de estimulación comúnmente empleados

Frecuencia rTMS	Nº de estudios	Duración media del tren	Intervalo entre trenes promedio	Promedio Nº de ensayos
4 – 9 Hz	>10	Variable	Variable	Variable
10 Hz	>50	5-6 trenes de pulsos para 400-500 ms	3.2 s	250
20 – 25 Hz	>20	10 trenes de pulsos para 400-500 ms	17,1 s	80

Fuente: Instituto de Neuroestimulación de Lima – Perú

Tabla N°- 14

Especificaciones principales

Parametros	Valores
Parámetros de estimulación	
Duración del pulso: <ul style="list-style-type: none"> • estándar bifásico 	250 – 330 μ s
Frecuencia máxima a la potencia máxima <ul style="list-style-type: none"> • sin unidad de potencia adicional • con unidad de fuente de alimentación adicional 	5 Hz ¹ 20 Hz ¹
Fuente de alimentación	
Suministro de Voltaje	(220 \pm 22)/(230 \pm 23) V 50 o 60 Hz
Consumo máximo de energía durante la estimulación: <ul style="list-style-type: none"> • unidad principal • unidad de enfriamiento • unidad de fuente de alimentación adicional 	\leq 1000 V.A \leq 1000 V.A \leq 3000 V.A

Fuente: Instituto de Neuroestimulación de Lima – Perú

Tabla N°- 15

Especificaciones generales y parámetros

Interfaz	USB
La seguridad	I
Piezas de trabajo	Tipo BF
Volumen del tanque de la unidad de enfriamiento mientras se llena hasta el nivel máximo	3.5 l
Tipo de agente de enfriamiento	Aceite de silicona 5 cSt
Protección de ingreso	IP20
Temperatura de operacion	(10-35) ° C
Humedad relativa del aire	≤80%
Dimensiones: <ul style="list-style-type: none"> • unidad principal • unidad de enfriamiento • unidad de fuente de alimentación adicional 	460x215x520 mm 470x215x520 mm 360x170x520 mm
Parametros	Valores
Peso: <ul style="list-style-type: none"> • unidad principal • unidad de refrigeración llena de agente refrigerante • unidad de fuente de alimentación adicional 	no más de 24 kg no más de 27 kg no más de 12 kg
Presión del agente refrigerante en la bobina mientras la unidad de refrigeración funciona	no más de 0.15 MPa

Fuente: Instituto de Neuroestimulación de Lima – Perú

Tabla N°- 16

PARAMETROS RECOMENDADOS POR LA FDA PARA EL TRATAMIENTO DEL TRASTORNO DEPRESIVO MAYOR UTILIZANDO LA ESTIMULACION MAGNETICA.

La Administración de Medicamentos y Alimentos (Food and Drug Administration, FDA) o Administración de Alimentos y Medicamentos de los EE UU)

Parametros	Valores
Intensidad del campo magnético	120% of the MT
Frecuencia	10 Hz
Duración del tren	4 sec
Intervalo entre trenes	26 sec
Numero de trenes	75
Pulsos magnéticos por sesión	3000
Duración de la sesión de tratamiento	~ 37.0 min
Sesiones / semana	5
Programa de tratamiento	5 sesiones diarias durante 6 semanas
Área del cerebro que se estimulará	Corteza frontal

4.6. Análisis y procesamiento de datos

Los datos se obtuvieron de las señales de las diferentes fases de sueño que se recogieron como muestras de ondas cerebrales en diferentes sitios de la corteza cerebral. También los archivos estadísticos utilizados fueron descargados desde bases de datos disponibles en internet, desde el web www.physionet.com Esta página web provee de ondas, cerebrales almacenados en archivos de formato. EDF (European Data Format), y fueron adquiridas durante una terapia de sueño completo. La base de datos hace referencia a una colección de 108 registros polisomnográficos. (16 sujetos sanos y 92 con diversos trastornos neurológicos). Adicionalmente se tomaron en cuenta las historias clínicas, entrevistas, calidad de vida y exámenes complementarios que se han realizado para el diagnóstico y tratamiento.

ANALISIS DE LOS DATOS REGISTRADOS EN EL EQUIPO DE ESTIMULACION

La estimulación magnética transcraneal (EMT) es un método que utiliza campos magnéticos pulsados de alta intensidad para inducir una corriente eléctrica en un área localizada de la corteza cerebral, así cuando se aplica a una intensidad de campo magnético suficiente para inducir la despolarización neuronal,

La EMT ha sido diseñado para su uso principalmente como un procedimiento médico conveniente, ambulatorio y en el consultorio, esto es posible en gran parte debido a su facilidad de uso y la tolerabilidad y seguridad del procedimiento cuando se entrega de una manera consistente con los parámetros de tratamiento, La suite de oficina estándar debe tener un espacio dedicado para el equipo EMT separado de otras áreas de la oficina para la privacidad del paciente, utiliza el mismo tipo de tecnología de campo magnético pulsado empleada en dispositivos de resonancia magnética(RM). Sin embargo, debido a que el tamaño del imán y el campo magnético resultante generado por un dispositivo EMT se limita a un volumen espacial mucho más pequeño que un dispositivo de imagen de RM, no se requiere un blindaje especial de campo magnético para la habitación que alberga el dispositivo. Se recomienda que la sala se organice de manera orientada a optimizar la comodidad del paciente, ya que el procedimiento de 40 a 55 minutos se realiza con el paciente despierto y alerta durante todo el tiempo. Por lo tanto, un entorno confortable probablemente mejore la aceptación del paciente del tratamiento en sí.

Figura N°- 52

Sala de terapia con optima comodidad del paciente



Fuente: Instituto de Neuroestimulación de Lima - Perú

Figura N°- 53

Terapia de estimulación magnética transcraneal (EMT)



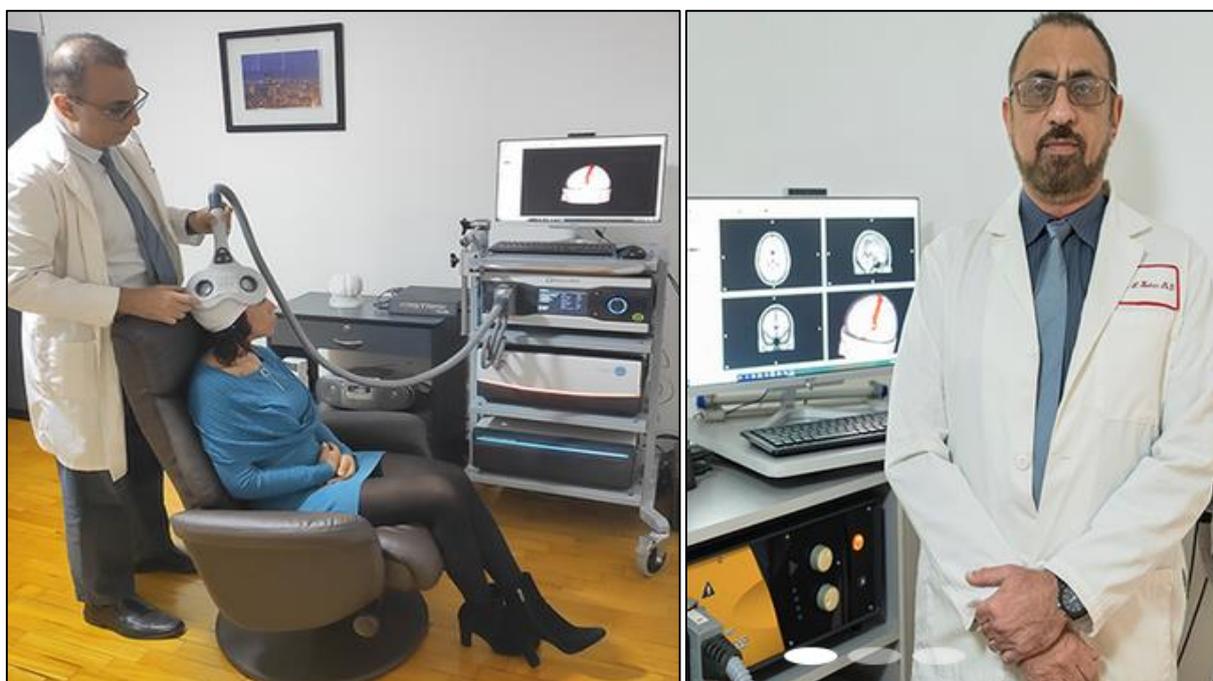
Fuente: Instituto de Neuroestimulación de Lima - Perú

También se recomienda el acceso a asientos y un espacio de trabajo para el personal clínico que asiste durante el procedimiento, ya que el médico o su designado clínico deben observar continuamente una sesión de EMT para manejar cualquier problema clínico emergente durante el tratamiento. Específicamente, la prescripción del tratamiento debe estar bajo la autoridad de un médico con licencia, quien es en última instancia responsable del manejo general del día a día del curso de tratamiento de EMT. Se recomienda que el médico que prescribe realice la determinación inicial del umbral motor, establezca el plan de tratamiento clínico anticipado basado en la evaluación del historial clínico del paciente y revise este plan de tratamiento con el paciente antes de comenzar el curso del tratamiento. El médico también debe revisar el curso clínico de cada sesión de tratamiento diario para determinar si se deben realizar modificaciones al tratamiento diario posterior.

Por ejemplo, el médico debe evaluar si se requiere una predeterminación del umbral motor antes de la sesión del día siguiente y responder a los eventos adversos a medida que ocurren. La asistencia y el manejo de las sesiones de tratamiento diarias a veces puede ser delegada por el médico tratante a otro miembro del personal clínico. Neuronetics ha establecido procedimientos y estándares internos para la capacitación clínica de EMT y recomienda que el personal clínico de EMT sea profesional clínico y mantenga la capacitación adecuada para respaldar su papel de primeros en responder a posibles emergencias médicas.

Figura N° - 54

Dr. Michael Kabar, Psiquiatra Director General del Instituto de Neuroestimulación de Lima - Perú



Fuente: Instituto de Neuroestimulación de Lima - Perú

Sin embargo, debido a que EMT es un tratamiento médicamente complejo, el médico debe permanecer accesible en todo momento al tratante de EMT para responder en caso de una emergencia médica.

Para comprender la importancia del papel del médico tratante en el manejo general y la coordinación clínica del equipo de tratamiento de EMT es importante considerar los riesgos médicos potenciales asociados con el uso de EMT. El riesgo de seguridad más importante asociado con EMT es la inducción involuntaria de una convulsión. Por lo tanto, es esencial que tanto el médico supervisor como el personal de tratamiento de EMT estén familiarizados con la capacidad adecuada de primeros respondedores para tal evento. La incidencia de convulsiones con EMT es pequeña y parece ligeramente menor que el riesgo de incidente informado por el uso de medicamentos antidepresivos actuales. Los parámetros críticos del tratamiento de EMT que pueden contribuir a un mayor riesgo de ataques son:

- (1) la duración de la estimulación a una frecuencia dada e intensidad de campo magnético y la duración del tiempo entre períodos de estimulación. En la práctica clínica, se recomienda el uso de un procedimiento de consentimiento informado redactado apropiadamente al igual que los métodos adecuados para el cribado

clínico previo al tratamiento del riesgo potencial de convulsiones y la monitorización clínica continua de la sesión de tratamiento EMT. Todo el personal clínico involucrado en la prestación de la atención de EMT debe estar capacitado como "primeros respondedores" para proporcionar un manejo inicial adecuado para una convulsión u otro evento médico. La atención adicional a las recomendaciones existentes para los límites de los parámetros de tratamiento de EMT también parece minimizar el riesgo de este evento médico. Finalmente, vale la pena señalar que, aunque el acceso al soporte médico cercano es una práctica común, para mantener la coherencia con el etiquetado aprobado del producto, el fabricante de dispositivos médicos EMT ha establecido normas de práctica y requisitos reglamentarios para la capacitación de dispositivos.

Figura N°_ 55

Dr. Michael Kabar, capacitando el manejo del equipo de estimulación



Fuente: Instituto de Neuroestimulación de Lima – Perú

EVALUACIÓN Y PRESENTACIÓN de EMT al paciente

Debido a que el dispositivo TMS produce un fuerte campo magnético en las inmediaciones de la bobina de tratamiento, se debe realizar un examen cuidadoso y evaluar el historial médico del paciente para determinar si hay algún metal ferromagnéticamente activo. El uso de TMS está contraindicado en presencia de metales conductores, ferromagnéticos u otros metales magnéticamente activos que están implantados en la cabeza o que de otro modo no son extraíbles y están presentes dentro de los 30 cm de la cara de la bobina. La razón de esto es que, dentro de los 30 cm de la cara de la bobina de tratamiento, el campo magnético máximo puede ser superior a 5 G, que es el nivel de exclusión de campo magnético estático recomendado para muchos dispositivos electrónicos.

Las circunstancias clínicas descritas anteriormente son la única contraindicación absoluta para el uso de TMS. Sin embargo, se debe tener precaución en la decisión de usar TMS en tales realidades y se debe sopesar una evaluación cuidadosa de los beneficios potenciales de TMS contra los riesgos de causar inadvertidamente un mal funcionamiento de dichos dispositivos implantados. Las listas de verificación de detección de objetos metálicos (destacando específicamente las que no son seguras para usar con TMS y las que requieren precaución clínica) se proporcionan con la documentación del producto y se deben consultar durante la detección de seguridad antes del tratamiento.

A partir de la evidencia obtenida en los estudios clínicos del sistema NeuroStar TMS y de acuerdo con otras observaciones en la literatura científica, está claro que una evaluación precisa del historial de tratamiento antidepresivo previo del paciente es un aspecto crítico del proceso de evaluación inicial. Esto se debe a que el nivel de resistencia al tratamiento previo es uno de los predictores más poderosos del resultado futuro del tratamiento con TMS o cualquier otro tratamiento antidepresivo. Varias herramientas validadas están disponibles para ayudar a definir esta característica clínica. El formulario de historial de tratamiento antidepresivo (ATHF) es la herramienta mejor estudiada y se ha demostrado que tiene validez prospectiva para determinar el resultado del tratamiento. Neuronetics desarrolló una versión validada, adaptada por el médico y validada de este formulario, el Registro de Tratamiento Antidepresivo (ATR), durante los estudios clínicos de registro y está disponible a pedido del autor para su uso rutinario en la práctica clínica.

Figura N°- 56

Nuevo equipo de estimulación magnética del Instituto de Neuroestimulación de Lima



Fuente: Instituto de Neuroestimulación de Lima – Perú

PROCEDIMIENTO EFICAZ DE ESTIMULACION MAGNETICA IMPLEMENTADO

La estimulación magnética transcraneal (EMT) es un método no invasivo que utiliza campos magnéticos pulsados de alta intensidad para inducir una corriente eléctrica despolarizante en un área localizada de la corteza cerebral. Un gran cuerpo replicado de estudios multisitio, y controlados de forma simulada ha establecido la seguridad y la eficacia específica para el tratamiento de pacientes con trastorno depresivo mayor farmacorresistente, como antidepresivo y se revisó la base de evidencia científica para la eficacia, de su aceptación actual por las sociedades profesionales. Aquí se proporciona una visión general amplia y recomendaciones específicas para la organización de un equipo de tratamiento de EMT y se presenta un marco básico y un enfoque clínico para la implementación de EMT como técnica terapéutica. La eficiencia de las sesiones de tratamiento TMS depende en gran

medida de la precisión de posicionamiento de la bobina, comodidad y seguridad del paciente durante el procedimiento.

Figura N°- 57

TRATAMIENTO CLINICO DE ESTIMULACION MAGNETICA A UNA PACIENTE



Fuente: Instituto de Neuroestimulación de Lima – Perú

Todas las evaluaciones de eficacia y seguridad del estudio se realizan en la mañana del siguiente día de tratamiento. Los pacientes son entrevistados en la visita de selección cada dos semanas durante el período de tratamiento y a las 12 semanas de seguimiento. Durante los últimos 40 años, la HDRS (Alto rango dinámico) ha sido la medida de resultado más utilizada en ensayos de eficacia antidepressiva ofrecemos los accesorios y dispositivos especiales para equipar el estimulador magnético.

Figura N °- 58

SILLA CONFORT PARA PACIENTES DE SALUD MENTAL



Fuente: Instituto de Neuroestimulación de Lima- Perú

EL ASIENTO DEL PACIENTE ES UNA CÓMODA SILLA

La silla médica Confort es diseñada para realizar EMT. Las sesiones permiten al paciente relajarse y sentarse cómodamente ante la sesión de estimulación todo el tiempo requerido. Todas las partes de la silla (respaldo descanso, reposapiés, reposacabezas, reposabrazos y reposapiernas), se ajusta fácilmente con posicionamiento individual para el paciente.

- Dos eléctricos independientes motores para ajustar el reposacabezas y reposapiernas.
- Control remoto con botones para ajustar diferentes posiciones.

- 1.- El paciente se asienta en la silla, ajusta el soporte para la cabeza y las piernas, reposacabezas, reposapiernas y reposabrazos, para garantizar la posición estable y comodidad. del paciente.
- 2.- Usando el software Neuro-MS.NET crear paciente tarjeta y seleccionar.
- 3.- Se determina el punto de acceso y luego el umbral del motor (MT).
- 4.- Se determina el sitio de estimulación, utilizando la herramienta de posicionamiento de la bobina.
- 5.- Colocar la bobina sobre el área de estimulación de acuerdo con la línea en la tapa del paciente y fijar con el brazo para el posicionamiento de la bobina.
- 6.- Realizar sesión de tratamiento utilizando Protocolos establecidos para las aplicaciones de diagnóstico y terapéuticas de EMT.

Figura N° - 59

SESION DE TRATAMIENTO UTILIZANDO LOS PROTOCOLOS DE ESTIMULACION MAGNETICA



Fuente: Instituto de Neuroestimulación de Lima - Peru

SISTEMA DE NAVEGACIÓN

Para encontrar el lugar de tratamiento eficaz, los médicos utilizan los puntos de referencia anatómicos, debido a la anatomía individual del cráneo.

Recientemente, se desarrolló una técnica que permite ingresar a la Resonancia Magnética los datos de un paciente particular a la computadora antes de la sesión de estimulación y realizar estimulación guiada por resonancia magnética utilizando los marcadores de objetivos 3D en el cerebro del paciente representado. Los estimuladores Neuro-MS / D pueden ser utilizados junto con dicha navegación del sistema.

Figura N°60

TRATAMIENTO EFICAZ UTILIZANDO LOS ESTIMULADORES NEURO –MS / D



Fuente: Instituto de Neuroestimulación de Lima – Perú

Figura N° - 61

ESTÍMULO CON BOBINAS NEUROSOFT

Ready indicator (Indicador Listo)

Trigger button (Botón de disparo)



Fuente: Instituto de Neuroestimulación de Lima - Perú

La estimulación magnética de alta frecuencia se utiliza para realizar las sesiones de tratamiento. La entrega de una gran cantidad de pulsos puede provocar un sobrecalentamiento de la bobina, por eso diseñamos una serie de bobinas enfriadas. Debido al innovador sistema de enfriamiento, puede olvidarse del sobrecalentamiento y la variedad de formas de la bobina que le permite alcanzar los resultados positivos en cada caso individual.

PROCEDIMIENTO EFICAZ QUE SE IMPLEMENTO

La unidad principal del estimulador magnético consiste en el circuito de control, condensador y circuito de carga del condensador destinado a la carga del capacitor hasta alcanzar el voltaje especificado por el circuito de control y el interruptor electrónico de alta tensión.

El principio de funcionamiento del estimulador magnético se basa en la descarga del condensador de alta tensión (1.8 kV) a través de la bobina de estimulación hecha de alambre de cobre en el momento de la apertura del interruptor electrónico. En este momento, la corriente de descarga (hasta 10 kA) genera el campo magnético. Este campo induce la corriente en los tejidos corporales localizados cerca de lo que causa el impulso nervioso como durante la estimulación eléctrica habitual.

La intensidad máxima alcanzada del campo magnético depende de la frecuencia de estimulación y disminuye con su aumento. Esta dependencia es causada por la capacidad limitada del circuito de carga del condensador para cargar el condensador al voltaje requerido durante la pausa entre estímulos. Si establece una amplitud de estímulo más alta que la que el estimulador puede suministrar a una frecuencia de estimulación específica, el primer estímulo de tren (serie de estímulos) puede administrarse con la amplitud especificada; las amplitudes de los próximos estímulos disminuirán al máximo alcanzado a una frecuencia establecida. La unidad de fuente de alimentación extra está diseñada para el uso conjunto con la unidad principal y permite obtener la amplitud máxima del estímulo con una intensidad del 100% a una frecuencia de estimulación más alta.

La corriente que fluye a través de la bobina provoca su calentamiento. Cuanto mayor es la intensidad del estímulo y la frecuencia de estimulación, más rápido es el calentamiento de la superficie operativa de la bobina. El contacto con esta superficie calentada puede provocar la hiperemia o la quemadura. Para controlar la temperatura, las bobinas están equipadas con sensores de temperatura. Las indicaciones de estos sensores están controladas por el sistema de control del estimulador. En caso de que la bobina se caliente hasta 41 ° C, la estimulación se detiene y el estimulador notifica a un usuario al respecto (página 3 de la sección 1.4.1 El uso de bobinas con enfriamiento forzado permite aumentar el tiempo de operación continua sin sobrecalentamiento. En este tipo de bobinas, el bobinado de la bobina está hecho de un tubo de cobre donde circula el agente refrigerante. El proceso de enfriamiento ocurre en la unidad de enfriamiento.

La unidad de enfriamiento proporciona la circulación forzada del agente de enfriamiento y el rechazo de calor usando los elementos de enfriamiento (refrigerador termoeléctrico). El sistema de control regula la temperatura del agente de enfriamiento y desconecta la refrigeración a la disminución de temperatura para excluir la formación de condensado en la superficie de la bobina.

La Calidad de la Atención Médica definida como “atención perfecta” está plasmada en tres dimensiones: seguridad, eficacia y eficiencia.

En esta investigación científica la evidencia con respecto a la eficacia de la EMT, se define en varias condiciones psiquiátricas y fisiológicas. A medida que se analiza se puede ver dos cosas, primero: el uso de EMT con fines terapéuticos como tal, los riesgos y las cuestiones éticas deben abordarse en consecuencia. Segundo: la prueba de principio no se traduce automáticamente en prueba de eficacia clínica. La investigación que muestra que un tratamiento puede funcionar no es lo mismo que la investigación que muestra que un tratamiento sí funciona. Se alienta la exploración continua y aconseja a los profesionales que se mantengan al tanto de la investigación actual a medida que el panorama terapéutico continúa creciendo y cambiando.

LISTA DE COSTOS DEL EQUIPO Y SUS COMPONENTES

Seguridad y compatibilidad electromagnética

La compatibilidad electromagnética está garantizada por el cumplimiento de los requisitos de la norma internacional IEC 60601-1-2: 2007.

El estimulador magnético está diseñado para funcionar en un entorno electromagnético.

En cuanto a la seguridad, el estimulador magnético cumple con los requisitos de IEC 60601 1: 2005, se refiere a la clase I y tiene piezas de trabajo de tipo BF que cumplen con los requisitos de IEC 60601-1: 2005



CONTROL DEL SISTEMA \$ 15,500.00

(Estimulador magnético transcraneal Neuro-MS en calidad de préstamo)



SISTEMA DE ENFRIAMIENTO \$ 13,800.00

(Unidad de enfriamiento en calidad de préstamo)



COMPUTADORA CON PANTALLA TACTIL \$ 11,300.00

(Computadora con pantalla táctil, en calidad de préstamo)



PORTA BOBINA K - 52 "FIGURA DE OCHO" FEC - 02 - 100 \$ 8,500.00

(Brazo porta bobina. Ensamblado en el taller de Neuroestimulación de Lima - Perú)



SOPORTE HIDRAULICO PARA BOBINA TIPO ANILLO \$ 4,000.00

(equipo muestra para prácticas en el taller de INEL)



KIT BOBINAS ESTIMULACION MAGNETICA \$100.00 / 1 Unidad (Orden mínimo)



ADAPTADOR DEL SISTEMA DE CABEZAL DEL ELECTROENCEFALOGRAMA \$ 2.000.00

(En calidad de préstamo del INSM HD_HN)



BRAZO HIDRAULICO PARA COLOCAR LA BOBINA K – 31 \$ 12,500.00

(Brazo ensamblado en el taller de INEL en calidad de préstamo)

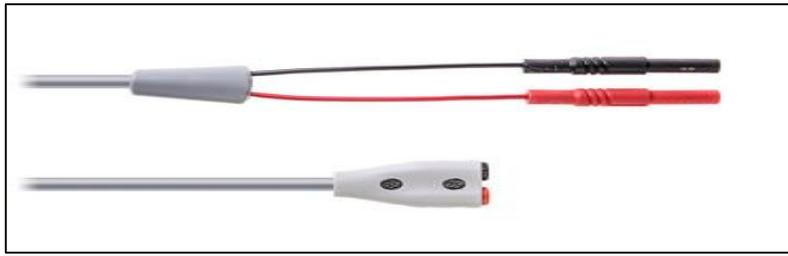


BOBINA TIPO FIGURA OCHO CON CABLE ADAPTADOR \$100.00



BRAZOS FLEXIBLES PARA COLOCAR LA BOBINA K - 5 \$ 9,000.00

(Ensamblado en el taller de INEL en calidad de préstamo)



CABLE EQUIPOTENCIAL \$ 200.00 / 1 Unidad (Orden mínimo)



CABLES DE 12 CANALES POLY – SPECTRUM DEL ELECTROCARDIOGRAF – 8 \$ 300.00

(adquirido en calidad de préstamo del INSM HD_HN.)



CABLES DEL CARDIOGRAFO PARA PRUEBA DE ESFUERZO \$ 300.00

(adquirido en calidad de préstamo del INSM HD_HN.)



TALLER DE ENSAMBLE DE EQUIPOS DEL INSTITUTO DE NEUROESTIMULACION DE LIMA - PERU

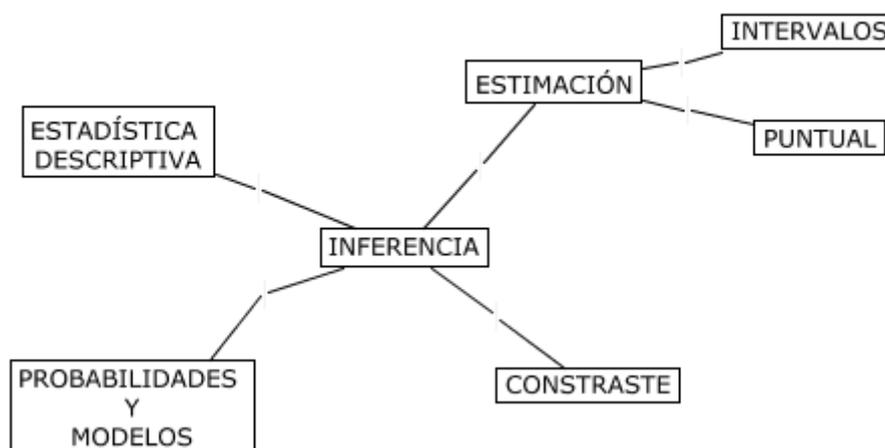
V. RESULTADOS

5.1 Resultados descriptivos

La estadística descriptiva y la teoría de la probabilidad van a ser los pilares de un nuevo procedimiento (Estadística Inferencial) con los que se va a estudiar el comportamiento global de un fenómeno. La probabilidad y los modelos de distribución junto con las técnicas descriptivas, constituyen la base de una nueva forma de interpretar la información suministrada por la realidad que interesa investigar. En el siguiente diagrama se señala los componentes de la estadística Inferencial.

Figura N° 62

Diagrama de bloques de los resultados



Fuente: *Elaboración propia Lima Perú 2019*

La Inferencia estadística es el conjunto de métodos que permiten inducir, a través de una muestra el comportamiento de una determinada población. La inferencia estadística estudia entonces como sacar conclusiones sobre los parámetros de población de datos. De la misma manera estudia también el grado de fiabilidad de los resultados extraídos del estudio. Para lograr entender el concepto es importante los siguientes conceptos:

➤ **Inferencia**

Inferir significa, literalmente, extraer juicios o conclusiones a partir de ciertos supuestos, sean estos generales o particulares.

➤ **Población**

Una población de datos, es el conjunto total de datos que existen sobre una variable.

➤ **Muestra Estadística**

Una muestra es una parte de la población de datos. Al tener claro el concepto de inferir, La duda fundamental recae en el hecho de elegir una muestra en lugar de una población. Normalmente, en estadística se trabaja con muestras debido a la gran cantidad de datos que tiene la población, a través de las distintas técnicas de muestreo.

La contrastación de hipótesis con estadística descriptiva nos da los siguientes resultados.

Las características clínicas de pacientes tratados con terapia electroconvulsiva en un hospital público del Perú. Fueron publicadas en la Revista Peruana de medicina experimental y salud pública. *Versión impresa ISSN 1726 - 4634*

“Con el objetivo de describir el perfil de uso de la terapia electroconvulsiva (TEC) en pacientes hospitalizados en el Instituto Nacional de Salud Mental "Honorio Delgado - Hideyo Noguchi" de Lima, Perú, se revisaron las historias clínicas de pacientes que recibieron TEC entre los años 2001 y 2011. Se aplicaron 419 cursos de TEC a 372 pacientes, con un total de 5439 aplicaciones; la esquizofrenia paranoide fue el diagnóstico más frecuente (70,7%), y la indicación más usual fue la resistencia al tratamiento (80,7%); asimismo, la respuesta clínica a la TEC fue buena en 70,1% de casos, mientras que los efectos secundarios, en general, fueron pasajeros y leves. El uso de TEC disminuyó a lo largo del periodo estudiado, pero fue muy tolerable y segura, especialmente en su versión modificada, y mostró una alta respuesta que la mantiene como un tratamiento psiquiátrico de primera línea.”

“DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA Se incluyeron a todos los pacientes hospitalizados en el INSM desde el año 2001 hasta el año 2011. El INSM es el principal hospital psiquiátrico del Perú, se ubica en la capital, Lima, que cuenta con 8 millones y medio de habitantes y atiende a la tercera parte de dicha población (mayoritariamente urbano-marginal). El INSM es uno de los diez hospitales estatales en el Perú que ofrece TEC (para un total de 31 millones de habitantes) y cuenta con aproximadamente 80 camas de internamiento. Durante el periodo de estudio, 2652 pacientes fueron hospitalizados y 372 (14,0%) de ellos recibieron TEC (el porcentaje es 15,8% si consideramos los 419 cursos de TEC)”.

Tabla N° 17

TENDENCIA DE USO DE TEC A LO LARGO DEL PERIODO DE ESTUDIO ESTADISTICA DE LA

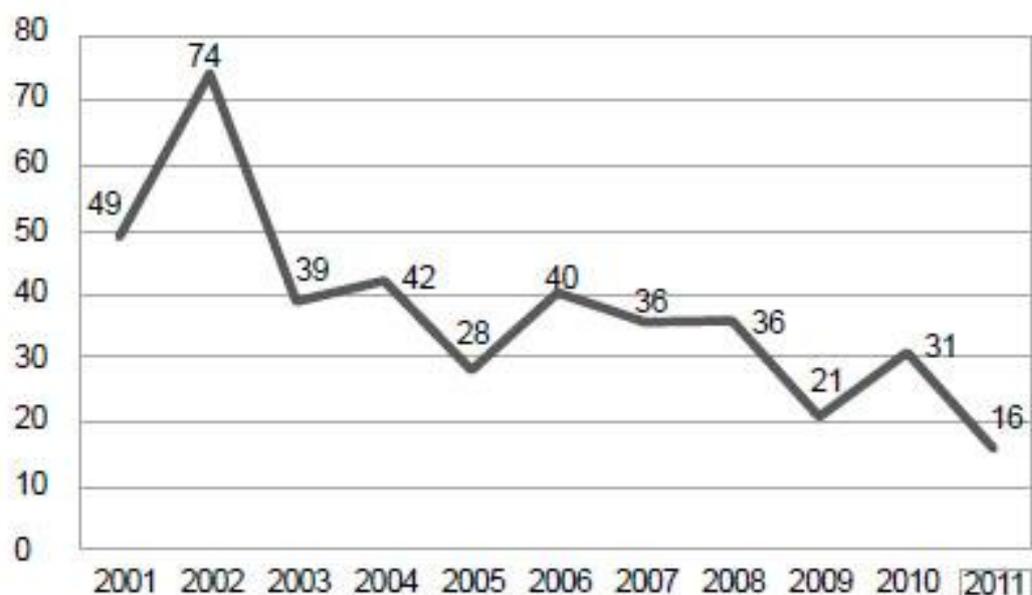


Figura 1. Tendencia de uso de TEC a lo largo del periodo de estudio

TEC EN EL INSM

Fuente: Revista del INSM HD HN *Instituto Nacional de Salud Mental* Honorio Delgado Hideyo Noguchi.

El diagnóstico más frecuente por el cual se indicó TEC fue esquizofrenia paranoide (70,7% del total de pacientes que recibieron TEC), seguido de trastorno bipolar (episodio actual maniaco) y esquizofrenia

Tabla N° 18

Según la historia clínica del INSM HD – HN. Pacientes Hospitalizados que recibieron TEC, según diagnóstico,

Diagnóstico, según la historia clínica del INSM HD – HN..	Pacientes que Recibieron TEC	% pacientes hospitalizados
Trastorno psicótico		
Esquizofrenia paranoide	263	70.7 %
Esquizofrenia catatónica	23	6.2 %

Esquizofrenia desorganizada	15	4.0 %
Esquizofrenia indiferenciada	11	3.0 %
Trastorno esquizoafectivo	6	1.6 %
Trastorno esquizofreniforme	3	0.8 %
Esquizofrenia no especificada	3	0.8 %
Total	324	87.1 %
Trastornos depresivos		
Episodio depresivo con síntomas psicóticos	22	5.9 %
Episodio depresivo sin síntomas psicóticos	1	0.3 %
Total	23	6.2 %
Trastorno bipolar		
Episodio actual maniaco	25	6.7 %

Fuente: *Instituto Nacional de Salud Mental Honorio Delgado Hideyo Noguchi.*

Lima Peru 2011

La enfermedad vascular cerebral (EVC) es la tercera causa de muerte en el mundo, así como la principal causa de incapacidad en adultos.

1	Aproximadamente el 50 % de las personas que sufrieron EVC requirió los servicios de rehabilitación y presento limitaciones funcionales.
2	Se considera que el 30 % tiene alguna secuela grave y solo el 6 % de los pacientes con parálisis grave tiene una recuperación completa de la movilidad.
3	Las secuelas que se presentan tras una EVC incluyen alteraciones de la función motora del miembro torácico hasta en un 70 %, e incapacidad total en un 40% .
4	Así mismo tras la EVC, la activación cerebral de las áreas sensoriomotoras lesionadas ocurre a través de una reorganización de la corteza motora.
5	Cuando la EVC es de tipo isquémico, conocido como isquemia cerebral en el que se produce el cese del riego sanguíneo a causa de un coagulo que taponea el vaso sanguíneo del cerebro, generando la trombosis o embolia o infarto cerebro vascular

6	Según el estudio comunitario Copenhagen Stroke muestra que la recuperación en un 95 % se alcanza al tercer mes, y en el primer mes y medio se logra una recuperación del 85 %. Entre el cuarto y sexto mes, la pendiente de la recuperación es casi lineal y se observa una mejoría evidente, por lo que se da por estabilizado.
7	La rehabilitación ha demostrado ser útil, dado que mejora la autonomía funcional, aumenta la frecuencia de regreso al domicilio y reduce la hospitalización.
8	Finalmente, la mejoría a largo plazo se debe a la plasticidad neuronal, es decir que las neuronas sanas pueden aprender funciones de las neuronas afectadas y pueden sustituir sus funciones. Raramente la recuperación será integral, es difícil prever el grado de recuperación que puede alcanzar el paciente.

Aplicando la Estimulación Magnética Transcraneal (EMT)

Como el caso de la terapia electroconvulsiva, se utiliza el estimulador magnético para la rehabilitación de la enfermedad vascular cerebral.

1	La EMT, fue introducida en 1985 por el Dr. Barker. Desde entonces ha ganado reconocimiento por ser una técnica neurofisiológica segura, relativamente no dolorosa tanto en sujetos sanos como en pacientes.
2	Su relevancia terapéutica radica en la posibilidad de modificar las redes neuronales induciendo mecanismos de neuroplasticidad. La EMT tiene la capacidad de modular el potencial de excitabilidad de la corteza cerebral con efectos duraderos como el área de aplicación de la estimulación, la integridad de los haces nerviosos y de las conexiones sinápticas.
3	La EMT puede ser emitida como pulso único o de forma repetida (múltiples pulsos con diferentes intervalos de tiempo entre cada pulso); El área cortical que se puede estimular es de 3 cm ² y 2 cm de profundidad
4	La emisión de los pulsos de la EMT está en función de la frecuencia de estimulación cortical. Los pulsos de EMT se aplican en trenes, y de esta manera pueden producir cambios sustanciales en la excitabilidad cortical y en la actividad del cerebro
5	Existen estudios donde se ha utilizado la EMT inhibitoria contralesional y excitatoria ipsilesional, pero aún no hay consenso con respecto a las variables de estimulación ni en cuanto a sus resultados clínicos. La presente revisión sistemática tuvo por objeto describir los resultados de ensayos clínicos donde se ha aplicado EMT en el tratamiento de rehabilitación en pacientes con EVC.

5.2. Resultados Inferenciales

Las técnicas y los métodos de la inferencia estadística se pueden dividir en dos métodos de estimación de parámetros y métodos de contraste de hipótesis.

- Métodos de estimación de parámetros, se encarga de asignar un valor al parámetro o al conjunto de parámetros que caracterizan el campo sujeto a estudio. Claro que al ser una estimación existe cierto error. Para obtener estimaciones adaptadas a esa realidad, se crean intervalos de confianza.
- Métodos de contraste de hipótesis: su objetivo es comprobar si una estimación corresponde con los valores poblacionales. En todo contraste de hipótesis existen dos supuestos. La hipótesis nula (H_0) que recoge la idea de que un valor tiene un valor

predeterminado. Si se rechaza la hipótesis nula (H_0), entonces se acepta la hipótesis alternativa (H_1).

- Toma de muestras o muestreo, que se refiere a la forma adecuada de considerar una muestra que permita obtener conclusiones estadísticamente válidas y significativas.
- Estimación de parámetros o variables estadísticas que permita estimar valores poblacionales a partir de muestras de mucho menor tamaño.
- Contraste de hipótesis que permite decidir si dos muestras son estadísticamente diferentes, si un determinado procedimiento tiene un efecto estadístico significativo.

5.3. Otro tipo de resultados estadísticos de acuerdo a la naturaleza del problema y la hipótesis.

1. Usando métodos científicos se obtuvo resultados de la Estimulación Magnética Transcraneal, originada por una estimulación selectiva en las zonas corticales del cerebro, el cual produjo aumento y/o disminución de la excitabilidad cortical.
2. Los resultados son alentadores, comparables incluso con los obtenidos con terapia electroconvulsiva. Aunque diferentes grupos de investigación han reproducido su efecto antidepressivo, las características inherentes al procedimiento hacen que dichos resultados no puedan tomarse como definitivos.
3. Permite la estimulación segura, indolora e incruenta del tejido nervioso (corteza cerebral, médula espinal, vías motoras centrales y nervios periféricos), además de regular de forma controlada la actividad cerebral.
4. La EMT ha demostrado ser una técnica segura, cuyo efecto secundario presenta preocupante es la producción de crisis convulsivas; afortunadamente, en este sentido, existen ya parámetros de seguridad y se han identificado condiciones que contraindican su uso.
5. La EMT es una técnica segura. Algunos pacientes pueden experimentar

efectos adversos tras su aplicación, que se consideran leves y pasajeros, tal y como dolores a nivel cefálico y/o cervical, y que, en la extravagante situación de persistencia, se atenúan mediante la toma de analgésicos supuestos.

6. Asimismo, el riesgo de presentar crisis epilépticas durante la EMT es muy bajo y no se ha demostrado que la EMT incremente el riesgo de desarrollar crisis epilépticas, en el caso de pacientes epilépticos examinados, se cumplió con el protocolo establecido para estos pacientes.

VI. DISCUSION DE RESULTADOS

6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados

1.--Contrastar una hipótesis es comparar las predicciones (es la acción de predecir es decir anunciar por revelación, ciencia o conjetura algo que hade suceder) con la realidad que observamos. Si dentro del margen de error que nos permitimos admitir, hay coincidencia, aceptaremos la hipótesis. En caso contrario la rechazaremos.

2.--Contrastación de la hipótesis, denominado también como test de hipótesis o prueba de significación, es un procedimiento para juzgar si una propiedad que se supone en una población estadística es compatible con lo observado en una muestra de dicha población.

3.--Realizando el planteamiento del contraste de hipótesis, se denominó **H_y** a la hipótesis que se desea contrastar en este caso representa a la Terapia electroconvulsiva (TEC) lo cual sugiere que debe identificarse con la hipótesis de **no cambio, no diferencia, no mejora**, representa la hipótesis que mantendremos a no ser que los datos indiquen su falsedad y puede entenderse, por tanto, que nunca se considere probada, aunque puede ser rechazada por los datos de la investigación.

4.--La probabilidad de que se obtenga un valor estadístico que entre la región de rechazo aun siendo cierta la hipótesis puede calcularse, de esta manera se puede escoger dicha región de tal manera que la probabilidad de cometer este error sea suficientemente pequeña. Dentro del planteamiento de contraste de hipótesis se consideró una hipótesis alternativa denominada **H_x** que representa a la Estimulación Magnetica Transcraneal. (EMT) Un contraste o prueba de Test para dichas hipótesis sería una función de la muestra de la siguiente forma: Una muestra $X = (X_1, X_2, X_3, \dots, X_n)$ de una población en estudio y que han formulado hipótesis sobre un parámetro θ relacionado con distribución estadística de la población. Supongamos que se dispone de un **estadístico T(X)** con respecto a θ donde F_θ

$H_y \dots \theta \in \theta_y$ la hipótesis H_y , respecto al parámetro θ pertenece a θ_y
--

$H_x \dots \theta \in \theta_x$ la hipótesis H_x , respecto al parámetro θ pertenece a θ_x
--

Un contraste, para dichas hipótesis es una función de la muestra de la siguiente forma

	X si $T(X) \in \Omega$
$\Phi(X) =$	
	y si $T(X) \notin \Omega$

Donde $\phi(X) = x$ significa que debemos rechazar la hipótesis **H_y**, es decir debemos aceptar **H_x**. A Ω se le denomina **región de rechazo**. En esencia, para construir el test deseado, basta con escoger el **estadístico del contraste T (X)** y la región de rechazo Ω .

Se escoge Ω de tal manera que la probabilidad de que T (X) caiga en su interior sea baja cuando se da **H_y**

Una vez realizado el contraste de hipótesis, se optó por una de las dos hipótesis, **H_y** o **H_x** y la decisión escogida coincidió con la que en realidad es cierta, la hipótesis **H_x**

6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares

1.--La investigación a través de dos canales en paralelo por dos investigadores es posible que los resultados puedan ser contrastados con otros similares.

2.--Los testimonios se obtuvieron persiguiendo el enfoque de la evidencia científica, es decir, se elaboraron certezas con información sobre la población participante en la investigación y sus características, el tipo de arbitraje que se realizó (si se trataba a los pacientes con estimulación Transcraneal la duración de la fase de establecimiento de línea base en la percepción de dolor, y la duración del seguimiento tras el tratamiento),

3.-- Las características del grupo control los resultados evaluados en el ensayo, y el esbozo del estudio.

4.--Se comprobó además que la apreciación de la percepción del dolor de los pacientes tanto antes como después del tratamiento hubiera sido realizada a través de una medida estandarizada, como son el VAS (visual analogía scales) o el NRS (numeric rating scales).

6.3.- Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes

La responsabilidad ética, es cualquier consideración en torno a la responsabilidad social, que debe iniciar al asumir principios y valores éticos. Zanjando la ética egoísta e individualista, sin validar, ni justificar un comportamiento sectario.

Se trata de superar un sistema y un orden social que dé inicio discrimina al sesenta por ciento de la población, principalmente mujeres y razas de países en desarrollo.

Por lo tanto, resulta oportuno ofrecer un modelo ético mínimamente formuladas desde valores y principios sociales que de manera inevitable partan de reconocer y visibilizar a la mitad de la población mundial y que fundamente el comportamiento social y responsable de

las personas haciendo realidad un orden social en el que la justicia, igualdad y libertad no sean más que palabras sino metas alcanzables

Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados

Realizando el planteamiento del contraste de hipótesis de la estimulación magnética transcraneal con respecto a la terapia electroconvulsiva podemos afirmar y admitir que la hipótesis fue y es correcta, ya que la población estadística es compatible con lo observado en una muestra de dicha población. Así diremos:

Las habilidades cognitivas como la percepción, la memoria o la atención son moduladas por la Estimulación Magnética Transcraneal (EMT), de modo que es resulta la alternativa a la terapia electroconvulsiva (TEC), que afecto dichas habilidades tras daño cerebral. Según las investigaciones neurofisiológicas, la EMT tiene el potencial de inducir corrientes magnéticas que despolarizan neuronas en regiones cerebrales concretas, resultando entonces útil en la manipulación de redes corticales que alteran el rendimiento cognitivo. Ya en la década de los 90 comenzaron los primeros trabajos en este campo, apuntando en mejorar en memoria y velocidad de reacción. Así mismo se ha observado el beneficio de la EMT en la memoria de trabajo ayudando en tareas de codificación de ítems. Si bien es cierto que los beneficios terapéuticos de esta técnica son numerosos, es obligatorio precisar la necesidad de mayor investigación. Es necesario detallar el mecanismo de acción que induce la terapia, así como los posibles efectos secundarios a largo plazo, si los hubiera, ellos permitirían diseñar protocolos de tratamiento específicos para diferentes alteraciones neurológicas.

Tabla N° 19

Comportamiento del sueño según edad

EDAD	NUMERO TOTAL DE HORAS	SUEÑO REM (PORCENTAJE DEL TOTAL)	FACA 4 DEL SUEÑO (PORCENTAJE DEL TOTAL)
Recién nacidos	13 a 17	50 %	25 %
2 años de edad	5 a 13	30 a 35 %	25 %
10 años de edad	10 a 11	25 %	25 a 30 %
18 a 70 años de edad	6 a 9	25 %	25 %
Mayores de 70 años	5 a 8	20 a 25 %	0 a 10 %

Fuente: Elaboración propia *Lima 2001*

CONCLUSIONES

1. Considerando los objetivos de establecer la evidencia del uso terapéutico de Estimulación Magnético Transcraneal y relacionando el mejoramiento del paciente psiquiátrico, se concluye que la terapia aplicada es correcta y robusta ya que puede ser manejada en los tratamientos psicóticos. a través de los Electroencefalogramas. (EEG).
2. Siguiendo con el objetivo específico alcanzado del impacto terapéutico en las enfermedades cerebro vasculares se concluye que la técnica aplicada no invasiva e indolora, permite alterar eléctricamente la actividad neuronal de la corteza cerebral humana.
3. La EMT es una técnica que permite la modulación de redes neuronales en sujetos normales y con distintos trastornos Neuropsiquiaticos. La EMT tiene gran potencial y se puede utilizar con fines terapéuticos en enfermedades neurológicas y psiquiátricas, tanto en niños como en adultos. En población adulta, la EMT es una técnica aprobada por la FDA para el TDM resistente a los medicamentos con un adecuado perfil de seguridad y con efectos secundarios leves y transitorios.
4. Para continuar los avances en el conocimiento de la EMT como herramienta terapéutica en la recuperación funcional motora del miembro torácico en los pacientes con secuelas por EVC se necesita la realización de más ensayos clínicos aleatorizados, debido a que este diseño de estudio aporta el mayor nivel de evidencia científica siempre que se realice con la suficiente calidad metodológica

RECOMENDACIONES

1. “Recientemente una nueva empresa israelí ha logrado desarrollar una nueva técnica basado en el sistema de Estimulación Magnética Transcraneal profunda, para combatir enfermedades mentales como la depresión, el Alzheimer, el Parkinson, las adicciones, los ataques cerebrales, el abuso de drogas, los daños postraumáticos y la esquizofrenia. Nunca hasta ahora se había conseguido una estimulación cerebral tan profunda sin provocar efectos secundarios. El sistema ha sido probado ya entre junio y noviembre del año pasado en la Escuela de Medicina de la universidad de Tel-Aviv, con un total de 35 pacientes, y los resultados son alentadores”. Por Yaiza Martínez.
2. “Una empresa israelí ha desarrollado un nuevo tratamiento no invasivo que podría tratar la depresión sin provocar los efectos negativos de los remedios médicos actuales, como los antidepresivos o la terapia electro convulsiva El nuevo tratamiento se basa en la Estimulación Magnética Transcraneal Profunda y no necesita anestesia. Esta estimulación artificial repetida aumenta la sensibilidad de los circuitos neuronales y consigue una mayor sensación de bienestar en el paciente, alejando la depresión. Tal como explica al respecto esta tecnología fue inventada por los investigadores israelíes Yiftach Roth y Abraham Zangen y ha sido desarrollada por la empresa Brainsway.”
3. “La TMS es una tecnología experimental en el campo de la medicina, utilizada únicamente para la investigación y los tests clínicos. Los aparatos TMS actuales no pueden penetrar más allá de un centímetro de la superficie de la corteza, lo que es suficiente para el tratamiento de migrañas, pero no de las enfermedades mentales. El sistema ideado por Brainsway trasciende las fronteras actuales y estimula las neuronas a 5 y 6 centímetros de profundidad sin dañarlas.”

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- Arellano Kanashiro, C. *Anales de salud mental – estudio epidemiológico metropolitana en salud mental*. Volumen XVIII y Nos.1 y 2. Lima. Instituto Especializado de Salud Mental “Honorio Delgado - Hideyo Noguchi (2002)
- 2.- Brundtland Harlem, Gro. *Mensaje de la Directora General. En: Informe sobre la salud en el mundo. Salud mental: nuevos conocimientos, nuevas esperanzas*. OPS/OMS. P. 7 – 9. (2001)
- 3.- Bustamante Quiroz, R. *Nociones de Salud Mental. Módulo de Atención Integral Nociones de Salud Mental 2*. P. 10 – 13. (2001)
- 4.- Cerletti, U. L'Elettroshock. *Rivista Sperimentale di Frenatria*. Vol I, 209- 310. (1940)
- 5.- Cutipé, Y. *Lineamientos de política sectorial en Salud Mental Perú* Ministerio de Salud Dirección General de Intervenciones Estratégicas en Salud Pública, Dirección de Salud Mental – Lima/ MINSa. 54 P (2018)
- 6.- D'Arsonval". *Galvanómetro aperiódico*. Written with Deprez. *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1882, 94: 1347-1350.
- 7.- Escalante, M *Salud mental: nuevos conocimientos, nuevas esperanzas*. OMS: ginebra (2006)
- 8.-. Escalante, M. y Valencia, I. *Perfil de las pandillas juveniles en Ayacucho. Anales de salud mental*. Volumen XII. P.75-86 (1996).
- 9.- Escalante, M., Uribe, R. Curitomay, J. *Encuesta demográfica y de salud familiar 2000*. Lima: INEI-UNICEF-USAID. Registros del Programa Nacional de Salud Mental. Ministerio de Salud. MINSa: Lima, 2001 (Documento). (2001)
- 10.- Guzmán Y, Tejada P, Romero A. *Terapia Electroconvulsiva: experiencia en la Clínica Universitaria Teletón*. RFS.; 3 (1): 29-35. (2011)

- 11.- Hernández, R. Fernández, C. y Baptista, L. Metodología de la Investigación. México: Mc Graw Hill, p. 143 (2002)
- 12.- Jantilla Tituaña, A. *Diseño e implementación de un estimulador magnético cerebral de 8 canales*. (Ingeniero Electrónico y Control). Escuela Politécnica Nacional. Facultad Ingeniería Eléctrica y Electrónica. (2018).
- 13.- Malavera, M., Silva, F., García, R., Rueda, L. y Carrillo, S. *Fundamentos y aplicaciones clínicas de las estimulaciones magnética transcraneal en neuropsiquiatría*. Revista Colombiana de Psiquiatría. P. 33 – 37. (2017)
- 14.- Meduna L: Oneirophrenia. Urbana IL: University of Illinois Press, 100 pp., 1950
- 15.- Meléndez L. Nuevas tendencias en Psiquiatría. *Archivos venezolanos de Psiquiatría y Neurología*. 52 (106): 6-13 (2006)
- 16.- Melendo G. La dignidad de la persona. En: Polanio A. Manual de Bioética General. Madrid: Editorial Rialp. (1993)
- 17.- Nizama Valladolid, M. *Anales de salud mental – estudio epidemiológico en la sierra peruana*. Volumen XIX y Nos.1 y 2. Lima. Instituto Especializado de Salud Mental “Honorio Delgado - Hideyo Noguchi”. (2003)
- 18.- Ocampo M, Ramírez C, Franco J, Gómez L, Cardona G, Restrepo C. Características clínicas de 276 pacientes tratados con terapia electroconvulsiva en una clínica universitaria de Medellín, Colombia. *Rev. Colomb Psiquiat*. 2012; 41 (2):357-371. (2016)
- 19.- Ocampo M, Ramírez C, Franco J, Gómez L, Cardona G, Restrepo C. Características clínicas de 276 pacientes tratados con terapia electroconvulsiva en una clínica universitaria de Medellín, Colombia. *Rev Colomb Psiquiat*. 41 (2):357-371. (2001)
- 20.- Piazza, M y Fiestas, F. *prevalencia anual de trastornos y uso de servicios de salud mental en el Perú: resultados del estudio mundial de salud mental*. Perú Med Ex Salud Publica. 2005. P. 31 - 33. (2005)

- 21.- Pick, A. y López, A. *Cómo investigar en ciencias sociales*. México: Trillas. P. 33. (2002)
- 22.- Pino, Raúl. . *Metodología de la Investigación*. Lima: Editorial San Marco, p. 134. (2010)
- 23.- Prieto Montalvo, J. *Valoración de los fenómenos de facilitación e inhibición cervical en humanos mediante estimulación magnética transcraneal*. Doctorado. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Medicina. Departamento de Fisiología. (2018)
- 24.- Quiroz Papa de García, R. (2001). *El empleo de modelos auto instructivos en la enseñanza – aprendizaje de la asignatura de legislación y deontología bibliotecológica (primera parte: introducción al derecho constitucional)*. Magister Educación. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Educación. (2018)
- 25.- Real Academia de la Lengua Española. [Visitado (2017) Abr 22].
- 26.- Saez-Fuentenebro J, Vera I, Verdura I. Patrón de uso de la terapia electroconvulsiva en España: propuesta para una práctica óptima y acceso equitativo. *Rev. Psiquiatr Salud Ment* 2016. [http:// dx.doi.org/10.1016/j.rpsm.2016.12.003](http://dx.doi.org/10.1016/j.rpsm.2016.12.003). (2017)
- 27.- Sánchez R, Rodríguez L. *Fundamentos de Psiquiatría*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; (2002.)
- 28.- Sausa, M La depresión causa el 80% de suicidios en el Perú, pero no es atendida. Obtenido de Perú21: [http://Perú21. Pe/actualidad/depresión-ciberbullying-sis-instituto-nacional-salus-mental-honorio-delgado-hideyo-noguchi-2197688](http://Perú21.Pe/actualidad/depresión-ciberbullying-sis-instituto-nacional-salus-mental-honorio-delgado-hideyo-noguchi-2197688) (06 de setiembre de 2014).
- 29.- Sociedad Española de Psiquiatría. *Consenso Español sobre la Terapia Electroconvulsiva*. Madrid. E misa; (999.)
- 30.- Torres Narváez, M. *Estimulación magnética transcraneal en el desempeño motor en enfermedades del Nervioso central: revisión sistémica*. Especialización de Epidemiología. Universidad del Rosario. (2018)

- 31.- Velásquez Valdivia, A. . *Análisis del estudio de carga de enfermedad en el Perú – Minsa 2004 y propuesta metodológica para el ajuste con datos nacionales de morbilidad*. PRAES. P. 23 - 30. (2006)
- 32.- Vidal Sassoon, *The Movie – How one man changed the world with a pair of scissors*. a documentary film directed by Craig Teper. (2010)
- 33- Bridgers SL, Delaney RC. Transcranial magnetic stimulation: an assessment of cognitive and other cerebral effects. *Neurology* 1989; 39:417-9.
- 34.- Chen R., Gerloff C., Classen J., Wassermann E.M., Hallett M. and Cohen L.G. Safety of different inter-train intervals for repetitive transcranial magnetic stimulation and recommendations for safe ranges of stimulation parameters (accepted for publication: 23 May 1997).
- 35.- Chen R., Classen J., Gerloff C., Celnik P., Wassermann E.M., Hallett M. and Cohen L.G. Depression of motor cortex excitability by low frequency transcranial magnetic stimulation. *Neurology*, 1997a, 48: 1398–1403.
- 36.- Evers S, Hengst K, Pecuch PW. The impact of repetitive magnetic stimulation on pituitary hormone levels and cortisol in healthy subjects. *J Affect Disord* 2001b; 66:83-8.
- 37.- Foerster A, Schmitz JM, Nouri S, Claus D. Safety of rapid-rate transcranial magnetic stimulation: heart rate and blood pressure changes. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1997; 104:207-12.
- 38.- George MS, Wassermann EM, Williams WA, Steppel J, Pascual-Leone A, Basser P, et al. Changes in mood and hormone levels after rapid-rate transcranial magnetic stimulation (rTMS) of the prefrontal cortex. *J Neuropsychiat Clin Neurosci* 1996; 8:172-80.
- 39.- Keck ME, Sillaber I, Ebner K, Welt T, Toschi N, Kaehler ST, et al. Acute transcranial magnetic stimulation of frontal brain regions selectively modulates the release of

vasopressin, biogenic amines and amino acids in the rat brain. *Eur J Neurosci* 2000; 12:3713-20.

40.- Matsumiya Y, Yamamoto T, Yarita M, Miyauchi S, Kling JW. Physical and physiological specification of magnetic pulse stimuli that produce cortical damage in rats. *J Clin Neurophysiol* 1992;9:278-87.

41.- Michael N, Gösling M, Reutemann M, Kersting A, Heidel W, Arolt V, et al. Metabolic changes after repetitive transcranial stimulation (rTMS) of the left prefrontal cortex: a Sham-controlled proton magnetic resonance spectroscopy (1H MRS) study of healthy brain. *Eur J Neurosci* 2003; 17:2462-8.

42.- Nowak DA, Hoffman U, Connemann BJ, Schonfeldt-Lecuona C. Epileptic seizure following 1 Hz repetitive transcranial magnetic stimulation. *Clin. Neurophysiol* 2006; 117:1631-3.

43.- Padberg F, di Michele F, Zwanzger P, Romeo E, Bernardi G, Schüle C, et al. Plasma concentrations of neuroactive steroids before and after repetitive

44.- Pascual-Leone A., Houser C.M., Reese K., Shotland L.I., Grafman J., Sato S., Valls-Sole´ J., Brasil-Neto J.P., Wassermann E.M., Cohen L.G. and Hallett M. Safety of rapid-rate transcranial magnetic stimulation in normal volunteers. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.*, 1993, 89: 120–130.

45.- Rossi et al. Safety, ethical considerations, and application guidelines for the use of transcranial magnetic stimulation in clinical practice and research. *Clin. Neurophysiol* (2009), doi: 10.1016/j.clinph.2009.08.016

46.- Rossini P.M., Barkat A.T., Berardelli A., Caramia M.D., Caruso G., Cracco R.Q., et al. Noninvasive electrical and magnetic stimulation of the brain, spinal cord and roots: basic principles and procedures for routine clinical application. Report of an IFCN committee. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1994; 91:79-92.

47.- Sibon I, Strafella AP, Gravel P, Ko JH, Booij L, Soucy JP, et al. Acute prefrontal cortex TMS

in healthy volunteers: effects on brain 11C-alphaMtrp trapping. *Neuroimage* 2007; 34:1654-64.

48.- Bridgers SL, Delaney RC. Transcranial magnetic stimulation: an assessment of cognitive and other cerebral effects. *Neurology* 1989; 39:417-9.

49.- Chen R., Gerloff C., Classen J., Wassermann E.M., Hallett M. and Cohen L.G. Safety of different inter-train intervals for repetitive transcranial magnetic stimulation and recommendations for safe ranges of stimulation parameters (accepted for publication: 23 May 1997).

50.- Chen R., Classen J., Gerloff C., Celnik P., Wassermann E.M., Hallett M. and Cohen L.G. Depression of motor cortex excitability by low frequency transcranial magnetic stimulation. *Neurology*, 1997a, 48: 1398–1403

51.- Evers S, Hengst K, Pecuch PW. The impact of repetitive magnetic stimulation on pituitary hormone levels and cortisol in healthy subjects. *J Affect Disord* 2001b; 66:83-8.

52.- Foerster A, Schmitz JM, Nouri S, Claus D. Safety of rapid-rate transcranial magnetic stimulation: heart rate and blood pressure changes. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1997; 104:207-12.

53.- George MS, Wassermann EM, Williams WA, Steppel J, Pascual-Leone A, Basser P, et al. Changes in mood and hormone levels after rapid-rate transcranial magnetic stimulation (rTMS) of the prefrontal cortex. *J Neuropsychiat Clin Neurosci* 1996; 8:172-80.

54.- Keck ME, Sillaber I, Ebner K, Welt T, Toschi N, Kaehler ST, et al. Acute transcranial magnetic stimulation of frontal brain regions selectively modulates the release of vasopressin, biogenic amines and amino acids in the rat brain. *Eur J Neurosci* 2000; 12:3713-20.

55.- Matsumiya Y, Yamamoto T, Yarita M, Miyauchi S, Kling JW. Physical and physiological specification of magnetic pulse stimuli that produce cortical damage in rats. *J Clin Neurophysiol* 1992;9:278-87.

56.- Michael N, Gössling M, Reutemann M, Kersting A, Heidel W, Arolt V, et al. Metabolic changes after repetitive transcranial stimulation (rTMS) of the left prefrontal cortex: a Sham-controlled proton magnetic resonance spectroscopy (1H MRS) study of healthy brain. *Eur J Neurosci* 2003; 17:2462-8

57.- Nowak DA, Hoffman U, Connemann BJ, Schonfeldt-Lecuona C. Epileptic seizure following 1 Hz repetitive transcranial magnetic stimulation. *Clin. Neurophysiol* 2006; 117:1631-3

58.- Pascual-Leone A., Houser C.M., Reese K., Shotland L.I., Grafman J., Sato S., Valls-Sole J., Brasil-Neto J.P., Wassermann E.M., Cohen L.G. and Hallett M. Safety of rapid-rate transcranial magnetic stimulation in normal volunteers. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.*, 1993, 89: 120–130

59.- Rossi et al. Safety, ethical considerations, and application guidelines for the use of transcranial magnetic stimulation in clinical practice and research. *Clin. Neurophysiol* (2009), doi: 10.1016/j.clinph.2009.08.016

60.- Rossini P.M., Barkat A.T., Berardelli A., Caramia M.D., Caruso G., Cracco R.Q., et al. Noninvasive electrical and magnetic stimulation of the brain, spinal cord and roots: basic principles and procedures for routine clinical application. Report of an IFCN committee. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1994; 91:79-92

61.- Sibon I, Strafella AP, Gravel P, Ko JH, Booij L, Soucy JP, et al. Acute prefrontal cortex TMS in healthy volunteers: effects on brain 11C-alphaMtrp trapping. *Neuroimage* 2007; 34:1654-64.

62.- Strafella AP, Paus T, Barrett J, Dagher A. Repetitive transcranial magnetic stimulation of the human prefrontal cortex induces dopamine release in the caudate nucleus. *J Neurosci* 2001;21:RC157.

- 63.- Szuba MP, O'Reardon JP, Rai AS, Snyder-Kastenber J, Amsterdam JD, Gettes DR, et al. Acute mood and thyroid stimulating hormone effects of transcranial magnetic stimulation in major depression. *Biol Psychiat* 2001; 50:22-7.
- 64.- Udupa K, Sathyaprabha TN, Thirthalli J, Kishore KR, Raju TR, Gangadhar BN. Modulation of cardiac autonomic functions in patients with major depression treated with repetitive transcranial magnetic stimulation. *J Affect Disord* 2007; 104:231-6.
- 65.- Vernieri F, Maggio P, Tibuzzi F, Filippi MM, Pascualetti P, Melgari JM et al. High frequency repetitive transcranial magnetic stimulation decreases cerebrasomotor reactivity. *Clin Neurophysiol* 2009 [Epub ahead of print].
- 66.- Wassermann E.M., Grafman J., Berry C., Holnagel C., Wild K., Clark K. and Hallett M. Use and safety of a new repetitive transcranial magnetic stimulator. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.*, 1996b, 101:412–417.
- 67.-Hamilton M (1960) A rating scale for depression. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 23:56–62
- 68.-Prien RF, Carpenter LL, Kupfer DJ (1991) The definition and operational criteria for treatment outcome of major depressive disorder: a review of the current research literature. *Arch Gen Psychiatry* 48(9):796–800
- 69.-Rush AJ, Trivedi MH, Ibrahim HM, Carmody TJ, Arnow B, Klein DN, Markowitz JC, Ninan PT, Kornstein S, Manber R, Thase ME, Kocsis JH, Keller MB (2003) The 16-Item Quick Inventory of Depressive Symptomatology (QIDS), clinician rating (QIDS-C), and self-report (QIDS-SR): a psychometric evaluation in patients with chronic major depression. *Biol Psychiatry* 54(5):573–583
- 70.-Suppes T, Mintz J, McElroy SL, Altshuler LL, Kupka RW, Frye MA, Keck PE Jr, Nolen WA, Leverich GS, Grunze H, Rush AJ, Post RM (2005) Mixed hypomania in 908 patients

with bipolar disorder evaluated prospectively in the Stanley Foundation Bipolar Treatment Network: a sex-specific phenomenon. *Arch Gen Psychiatry* 62(10):1089–1096

71.-Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR (1975) “Mini-mental state”. A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res* 12(3):189–198

72.-Brown GK, Beck AT, Steer RA, Grisham JR (2000) Risk factors for suicide in psychiatry outpatients: a 20—year prospective study. *J Consult Clin Psychol* 68:371–377

73.-Beck AT, Brown GK, Steer RA, Dahlsgaard KK, Grisham JR (1999) Suicide ideation at its worst point: a predictor of eventual suicide in psychiatric outpatients. *Suicide Life Threat Behav* 29:1–9

74.-Buschke H (1973) Selective reminding for analysis of memory and learning. *J Verbal Learning Verbal Behav* 12:543–550

75.-Datto CJ, Levy S, Miller DS, Katz IR (2001) Impact of maintenance ECT on concentration and memory. *J ECT* 17:170–174

76.-Kopelman MD (1994) The autobiographical memory interview (AMI) in organic and psy- chogenic amnesia. *Memory* 2:211–235

77.-McElhiney MC, Moody BJ, Steif BL, Prudic J, Devanand DP, Nobler MS, Sackeim HA (1995) Autobiographical memory and mood: effects of electroconvulsive therapy. *Neuropsychology* 9:501–517

78.-McElhiney M, Moody B, Sackeim H (1997) The autogiographical memory interview— short form. New York State Psychiatric Institute, New York

79.-Feingold A (2009) Effect sizes for growth- modeling analysis for controlled clinical trials in the same metric as for classical analysis. *Psychol Methods* 14(1):43–53

- 80.-Institute of Medicine (2001) Crossing the quality chasm: a new health system for the 21st century. Retrieved from: <http://www.iom.edu/Global/News%20Announcements/Crossing-the-Quality-Chasm-The-IOM-Health-Care-Quality-Initiative.aspx>
- 81.-Phillips ML, Drevets WC, Rauch SL, Lane R (2003) Neurobiology of emotion perception II: Implications for major psychiatric disorders. *Biol Psychiatry* 54:515–528
- 82.-Grimm S, Beck J, Schuepbach D, Hell D, Boesiger P, Bermpohl F, Niehaus L, Boeker H, Northoff G (2008) Imbalance between left and right dorsolateral prefrontal cortex in major depression is linked to negative emotional judgment: an fMRI study in severe major depressive disorder. *Biol Psychiatry* 63(4):369–376
- 83.-Fitzgerald PB, Oxley TJ, Laird AR, Kulkarni J, Egan GF, Daskalakis ZJ (2006) An analysis of functional neuroimaging studies of dorsolateral prefrontal cortical activity in depression. *Psychiatry Res* 148(1):33–45
- 84.-Charnsil C, Suttajit S, Boonyanaruthee V, Leelarphat S (2012) An open-label study of adjunctive repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) for partial remission in major depressive disorder. *Int J Psychiatry Clin Pract* 16(2):98–102
- 85.-Galletly C, Gill S, Clarke P, Burton C, Fitzgerald PB (2012) A randomized trial

ANEXOS - A

Matriz de Consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DISEÑO	POBLACION Y MUESTRA
<p>General ¿Cuál es el procedimiento de la estimulación magnética transcraneal que se debe aplicar como alternativa a la terapia electroconvulsiva, con un equipo prototipo de bajo costo? La Terapia Electroconvulsiva (TEC) es uno de los tratamientos médicos más polémicos y pese a no existir pruebas reales de su eficiencia se sigue aplicando a cientos de miles de personas en todo el mundo, dejando secuelas traumáticas permanentes, como paros cardiorrespiratorios, pérdidas de memoria a corto, mediano y largo plazo.</p> <p>Específica ¿El prototipo alternativo a la terapia electroconvulsiva, seguirá aplicando en forma directa corriente eléctrica al cerebro del paciente? La concentración de corriente eléctrica provoca una convulsión en el cerebro, los médicos psiquiatras creen que la actividad convulsiva puede ayudar al cerebro a "reconectarse" a sí mismo, lo cual ayuda a aliviar los síntomas de su enfermedad</p>	<p>Genera Elaborar un procedimiento basado en un prototipo que genere señales que son convertidas en ondas cerebrales provenientes del sueño, aprovechando los recursos del computador y optimizando la utilización del hardware, se creará así un equipo de fácil instalación, manejo optimo y a bajo costo. La función principal de este prototipo es la Estimulación Magnética Transcraneal (EMT)</p> <p>Específica. Analizar la línea de investigación de la Estimulación Magnética Transcraneal (EMT) en la cual se emplearon ondas cerebrales provenientes del sueño, ya que cuando dormimos las células cerebrales o neuronas se comunican causando pequeños y diminutos impulsos eléctricos, esta actividad eléctrica puede medir, captar y grabar mediante pequeños electrodos</p>	<p>General. Existe un procedimiento eficaz en la aplicación de la Estimulación magnética transcraneal como alternativa a la terapia electroconvulsiva que debe dar solución a las secuelas traumáticas generadas en el cerebro del paciente</p> <p>Específica. El prototipo alternativo a la terapia electroconvulsiva, tiene una tecnología moderna y de bajo costo, capaz de evitar la generación de convulsiones en el paciente a través de un procedimiento de estimulación magnética transcraneal.</p>	<p>Variable Dependiente Y Problema Equipo de la terapia electroconvulsiva</p> <p>Variable Independiente X solución Prototipo de estimulación magnética transcraneal Uso terapéutico de la Estimulación Magnética Transcraneal</p>	<p>Un buen diseño de investigación es el estudio de investigación experimental que prueban la hipótesis planteada en relación a las variables X Y. Se estudió el Objetivo y la naturaleza del problema planteado. Podemos decir por lo tanto que el diseño de investigación es un conjunto de métodos y procedimientos utilizados al coleccionar y analizar medidas de las variables especificadas en la investigación del problema</p>	<p>La población debe delimitarse claramente entorno a sus características de contenido, lugar y tiempo El método del tipo de muestreo es el proceso mediante el cual el investigador podrá escoger los pacientes psiquiátricos para su estudio a partir de la muestra calculada previamente. Si el muestreo no se realiza con criterio, los resultados de la investigación no serán válidos,</p>

Tabla N° 20

INSTRUMENTOS VALIDADOS Comparación de microcontroladores de la misma serie (16F87X)

TABLA Característica	MICROCONTROLADOR PIC 16F87X			
	PIC 16F873	PIC 16F874	PIC 16F876	PIC 16F877
Frecuencia de operación (MHz)	20	20	20	20
Memoria FLASH (Espacios de 14 bits)	4K	4K	8K	8K
Memoria para datos (Bytes)	192	192	368	368
Memoria EEPROM (Bytes)	128	128	256	256
Fuentes de Interrupción	13	14	13	14
Puertos Entrada/Salida	A,B,C	A,B,C,D,E	A,B,C	A,B,C,D,E
Times o Contadores	3	3	3	3
Puertos PWM o Comparadores	2	2	2	2
Comunicación Serial	USART	USART	USART	USART
Comunicación Paralela	X	PSP	X	PSP
Convertidor ADC	5 Canales entrada	8 Canales entrada	5 Canales entrada	8 Canales entrada
Set de Instrucciones	35 instrucciones	35 instrucciones	35 instrucciones	35 instrucciones

Fuente: Elaboración propia – Comparación de microcontroladores - 2019

Consentimiento informado

El autor, del presente trabajo de investigación: Juan Wilder Foronda Bocanegra con DNI 08546176, Ingeniero Electrónico de profesión de la Universidad Nacional de Ingeniería; Con la visión de desarrollar la especialidad de la Ingeniería Biomédica en nuestro país, pongo el presente tema a disposición de otros investigadores que deseen desarrollar tecnología en salud mental y redes neuronales en los laboratorios de salud mental del Ministerio de Salud. Por lo tanto, doy mi consentimiento pleno de la utilización parcial o total del presente trabajo de investigación.