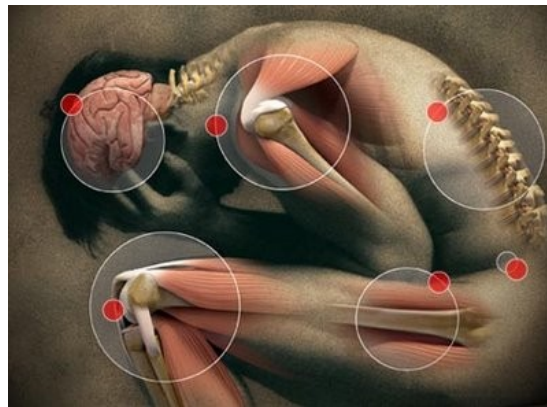


	<p align="center">CORPORACIÓN BUCARAMANGA EMPRENDEDORA Incubadora de Empresas</p>	<p align="center">PROYECTO-CONTROL MIOFEEDBACK</p>
	<p align="center">DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE EQUIPO DE BIORRETROALIMENTACIÓN PARA MIOGRAFÍA (MIOFEEDBACK)</p>	

PRODUCTO P04

DISEÑO Y ELABORACIÓN DEL CIRCUITO GENERADOR DE LAS FORMAS DE ONDA DE CORRIENTE PARA ELECTROTERAPIA




Actividades:

A04-1: Elaboración de las etapas que conforman el circuito generador de las formas de onda de corriente para Electroterapia.

A04-2: Diseño de los circuitos electrónicos de cada una de las etapas que conforman el circuito generador de las formas de onda de corriente para Electroterapia

A04-3: Montaje y pruebas en protoboard de los circuitos que conforman el circuito generador de las formas de onda de corriente para Electroterapia

 <p>"Inventing Companies"</p>	<p align="center">CORPORACIÓN BUCARAMANGA EMPRENDEDORA Incubadora de Empresas</p>	<p align="center">PROYECTO-CONTROL MIOFEEDBACK</p>
	<p align="center">DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE EQUIPO DE BIORRETROALIMENTACIÓN PARA MIOGRAFÍA (MIOFEEDBACK)</p>	 <p align="center">COLCIENCIAS COLOMBIA</p>

La electroterapia es una vía eficiente empleada mundialmente como tratamiento para el alivio del dolor, el fortalecimiento muscular, la inserción de sustancias medicamentosas (iontoforesis), la aceleración de la curación de heridas y úlceras, entre otras aplicaciones. Mediante esta técnica, se aplican al paciente estímulos eléctricos con características especiales organizados en protocolos.

El uso de la estimulación eléctrica con fines terapéuticos se encuentra ampliamente extendido al nivel mundial por su demostrada eficacia y por las ventajas que reporta, entre ellas la carencia de efectos secundarios y la sustitución de sustancias químicas medicamentosas. Existe en el mercado una amplia diversidad de estimuladores eléctricos, capaces de aplicar al paciente estímulos eléctricos con parámetros controlados y con niveles de seguridad adecuados.

La electroestimulación neuromuscular, se aplica en:

Rehabilitación Médica

- Para prevención de la atrofia muscular durante periodos largos de inmovilización.
- Para el tratamiento de la atrofia.
- Para conseguir una mayor estabilidad articular.
- Para el tratamiento de contracturas musculares.
- Para el tratamiento de la espasticidad.
- Para el tratamiento del dolor.

En el Deporte

- Para la recuperación muscular después de realizar un ejercicio intenso.
- Para aumentar la fuerza muscular.
- Para aumentar la resistencia a la fatiga.
- Para aumentar la intensidad del esfuerzo que se puede hacer durante un tiempo determinado.
- Para mejorar la elasticidad muscular.

En la Estética

- Para reafirmación muscular.
- Para tonificación muscular.
- Para tratamientos de lipólisis.
- Para tratamientos anticelulitis.

Para el diseño de este circuito se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros:

Los parámetros que intervienen en la estimulación muscular son:

A) En relación con la técnica de aplicación y la constitución de la persona que se estimula:

- La impedancia o suma de resistencias que se oponen al paso de la corriente: Así, la piel es la parte corporal que más se opone al paso de la corriente eléctrica, los músculos son mejores conductores que el tejido graso y, por último, los músculos, son cuatro veces mejores conductores cuando el paso de la corriente se hace en el sentido longitudinal de sus fibras, que cuando se hace en el sentido transversal.
- El tamaño y la orientación de los electrodos, puesto que influyen sobre la densidad de corriente: La densidad de corriente es máxima en la transición entre los electrodos y la piel y tiende a decrecer con la distancia desde los electrodos a los tejidos al ir expandiéndose el flujo eléctrico. Si los electrodos están muy próximos, la estimulación es más superficial que cuando los electrodos están más separados. A mayor superficie de electrodo menor densidad de

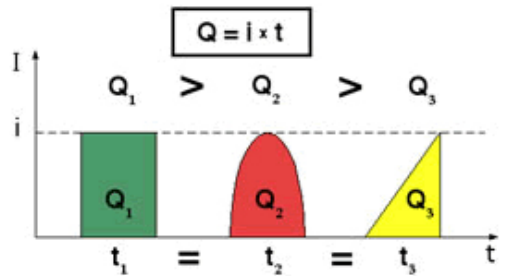
	<p align="center">CORPORACIÓN BUCARAMANGA EMPRENDEDORA Incubadora de Empresas</p>	<p align="center">PROYECTO-CONTROL MIOFEEDBACK</p>
	<p align="center">DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE EQUIPO DE BIORRETROALIMENTACIÓN PARA MIOGRAFÍA (MIOFEEDBACK)</p>	

corriente y menor capacidad para producir la despolarización del nervio. Por tanto, un electrodo será más activo si disminuimos su superficie y lo situamos lo más próximo posible al nervio o al punto motor. Del mismo modo, el electrodo indiferente, deberá ser lo más grande posible para disminuir la densidad de corriente sobre los tejidos vecinos.

Características técnicas del equipo de electroestimulación:

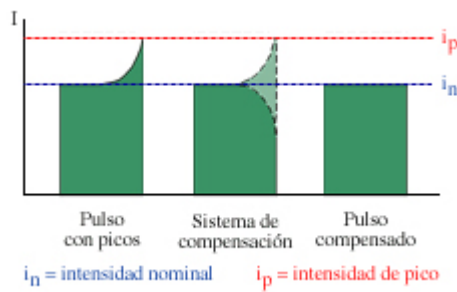
- La forma de onda: Es el primer elemento que se consideró a la hora de determinar la bondad de un equipo de electroestimulación, tal y como se explica a continuación.

La cantidad de energía necesaria para provocar una contracción muscular, viene definida por la formula $Q = I \times T$, en donde I es la intensidad y T el tiempo. Cuanto mayor sea intensidad menos confortable es la estimulación y cuanto menor sea la intensidad menos fibras musculares se pueden reclutar. Por tanto, la forma de onda ideal, será aquella que sea capaz de suministrar la mayor cantidad de energía con la menor intensidad posible. Obviamente, se está indicando de una forma de onda rectangular.




A igualdad de intensidad y a igualdad de tiempo de duración, los pulsos rectangulares son los que aportan mayor energía.

Se tuvo en cuenta, que al producir la alternancia de los pulsos se producen "picos de corriente" que pueden llegar a ser de hasta de un 50% del valor de la intensidad nominal. Esto, quiere decir que, aunque teóricamente se trabaja a una intensidad I_n , la intensidad de pico es mucho mayor, produciendo una estimulación poco confortable.



- Frecuencia de los impulsos: Conforme se aumenta la frecuencia, se obtienen contracciones cada vez más rápidas, con un periodo de relajación menor, y llegado un determinado momento, la frecuencia de los estímulos impide que se produzca la relajación muscular y las respuestas musculares, antes individualizadas, parecerán ahora como continuas, denominándose contracciones tetánicas. La tensión desarrollada durante una contracción tetánica es, aproximadamente, cuatro veces superior a la de una contracción simple individual.

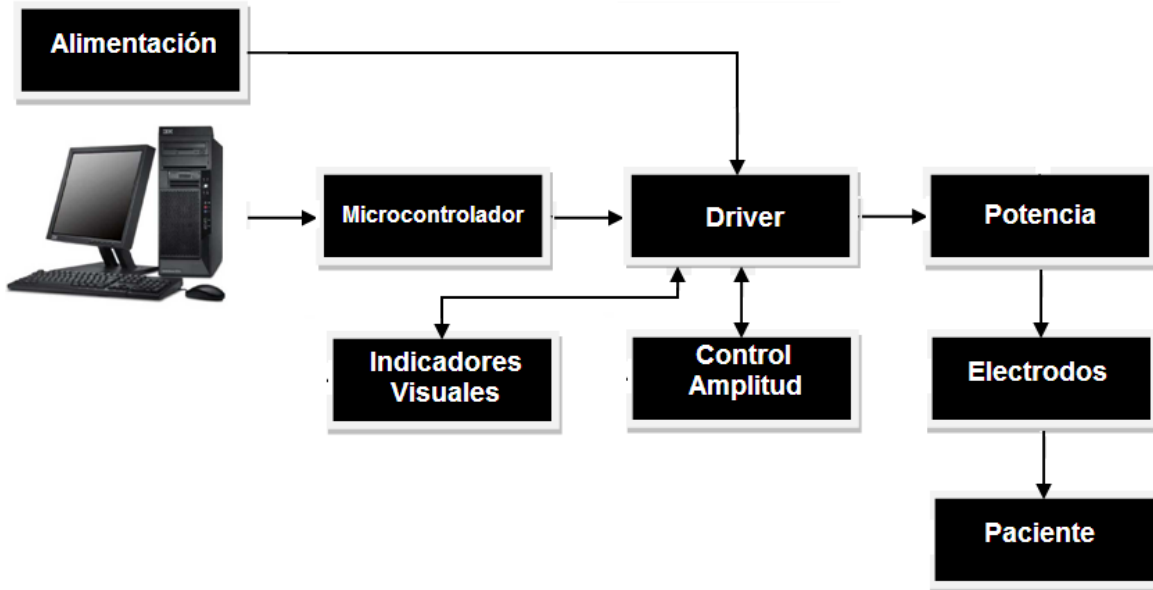
	<p align="center">CORPORACIÓN BUCARAMANGA EMPRENDEDORA Incubadora de Empresas</p>	<p align="center">PROYECTO-CONTROL MIOFEEDBACK</p>
	<p align="center">DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE EQUIPO DE BIORRETROALIMENTACIÓN PARA MIOGRAFÍA (MIOFEEDBACK)</p>	

- 1 a 3 Hz. Efecto analgésico, relajante y reductor de la tensión muscular.
- 4 a 10 Hz. Aumenta la actividad metabólica y estimula la recuperación.
- 10 a 20 Hz. Aumentan la capacidad de esfuerzo.
- 20 a 33 Hz. Activa las fibras lentas y mejora su resistencia a la fatiga.
- 33 a 50 Hz. Activa fibras intermedias (IIa) mejorando su resistencia.
- 50 a 75 Hz. Activa las fibras intermedias (IIb) aumentando la fuerza, la resistencia y la hipertrofia muscular.
- 75 a 120 Hz. Activa las fibras rápidas a un nivel máximo mejorando la fuerza y la explosividad.

Diagrama de bloques

La generación de las ondas se realiza en el microcontrolador (Producto P05) dependiendo de la frecuencia de cada uno de los programas; esta señal generada por el microcontrolador es enviada al circuito que va a amplificar para dar la potencia necesaria para transmitirla al paciente.


Para generar la electroestimulación al paciente se implementó el siguiente diagrama a bloques:



Alimentación: La Fuente de Alimentación genera las diferentes tensiones de alimentación para el funcionamiento de los bloques analógicos y digitales; garantiza también el aislamiento eléctrico entre los canales al generar tensiones de alimentación duplicadas para los mismos. Garantiza igualmente las especificaciones médicas de seguridad para el paciente en lo que respecta a la rigidez dieléctrica.

Microcontrolador: Dispositivo electrónico, el cual contiene un software embebido que tiene como función generar todas las señales de electroterapia.

Driver: Esta conformado por transistores, que tiene como función conmutar la señal que es generada por el microcontrolador para controlar la potencia que va hacer entregada al paciente.

	CORPORACIÓN BUCARAMANGA EMPRENDEDORA Incubadora de Empresas	PROYECTO-CONTROL MIOFEEDBACK
	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE EQUIPO DE BIORRETROALIMENTACIÓN PARA MIOGRAFÍA (MIOFEEDBACK)	

Control de Amplitud: También aparece un bloque de Control de Amplitud o Intensidad. Esta etapa está gobernada directamente por un potenciómetro, permite variar dinámicamente el nivel de estimulación eléctrica que va a hacer enviada al paciente; esta amplitud se ve identificada en la intensidad de un led.

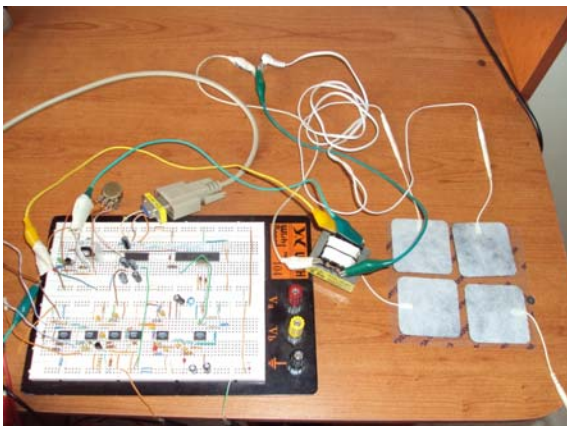
Indicadores visuales: Se tienen dos indicadores visuales. El primero tiene como función visualiza por medio de un led la señal generada por el microcontrolador y el segundo tiene como función indicar la intensidad de la corriente que pasa por el cuerpo.

Potencia: Tiene como función elevar el voltaje a 80 Voltios, con el fin de romper el umbral de la alta resistencia de la piel del cuerpo humano y mantener una corriente no mayor a 120 miliamperios, lo cual no se podría lograr con un voltaje de valor pequeño. El amplificador de potencia de salida en el canal de estimulación presenta una configuración de Fuente de Corriente. Esto hace que el valor de intensidad de corriente eléctrica de estimulación se mantenga constante a pesar de que ocurran cambios en la impedancia de la piel del paciente. Estos cambios pueden tener como posible causa el tipo de piel, grado de resequeadad y de sudoración, entre otros factores.

Electrodos: Los electrodos utilizados son de carbono cuadrados, auto adherente, con una medida de 5 cm x 5 cm. Estos electrodos son reutilizables de tejido suave y flexible con hidrogel adhesivo. Contiene latiguillo incorporado para conexión 2 mm hembra. Como se muestran a continuación:



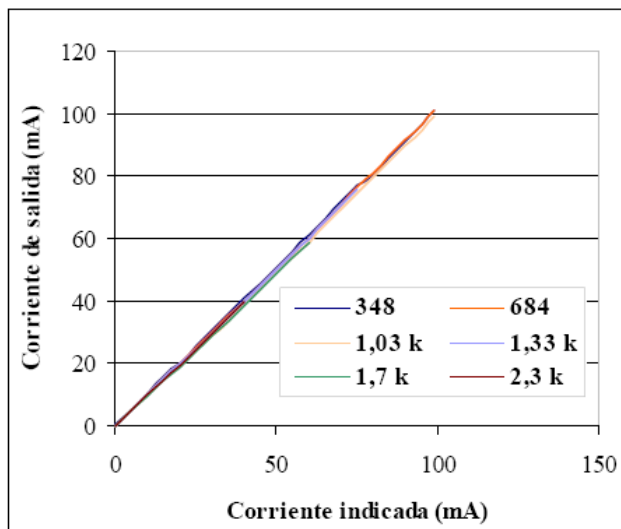
A continuación se presentan imágenes del montaje del protoboard del circuito de Electroterapia, los elementos utilizados fueron el circuito electrónico, electrodos y cable de paciente:



El funcionamiento eléctrico se comprobó para cada uno de los tratamientos, con todas las configuraciones posibles de sus parámetros, y se encontró una exactitud siempre mejor del 97 %.

	CORPORACIÓN BUCARAMANGA EMPRENDEDORA Incubadora de Empresas	PROYECTO-CONTROL MIOFEEDBACK
	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE EQUIPO DE BIORRETROALIMENTACIÓN PARA MIOGRAFÍA (MIOFEEDBACK)	

Se evaluó el comportamiento de los amplificadores de potencia del canal de estimulación para diferentes valores de resistencia de carga, las curvas obtenidas se muestran en la siguiente Figura:



Comportamiento de la intensidad del estímulo eléctrico contra el valor indicado como referencia en el panel frontal del equipo, para diferentes valores de impedancia de carga. Obsérvese la linealidad y el comportamiento típico.

Nótense la tendencia a la linealidad y el marcado comportamiento como fuente de corriente ante variaciones importantes en la resistencia de carga. El funcionamiento en condición de cortocircuito para intensidad de estimulación máxima durante cinco minutos no introdujo deterioro alguno en el funcionamiento del circuito electrónico de fuente de corriente que exhiben las curvas.

Contraindicaciones

La estimulación muscular con corrientes de baja frecuencia, tiene escasas contraindicaciones. No obstante, el usuario, debe siempre tener en cuenta unas medidas mínimas de seguridad y las precauciones lógicas que requiere la utilización de este tipo de aparatos.

En el apartado de contraindicaciones, es importante saber:

- La electroestimulación, no debe utilizarse en personas portadoras de marcapasos.
- La electroestimulación, no debe utilizarse en mujeres embarazadas.
- La electroestimulación, no debe utilizarse en personas con enfermedades cancerígenas.
- No utilizar en personas diabéticas o epilépticas
- No utilizar en personas con trombosis, tromboflebitis o varices
- No aplicar nunca la estimulación transcerebral.

Medidas de Seguridad

- No utilizar en pacientes con enfermedades cardíacas sin hacer una evaluación clínica de los riesgos.
- No utilizar en pacientes enfermos de epilepsia sin hacer una evaluación clínica de los riesgos.
- La estimulación eléctrica sobre la caja torácica puede provocar arritmias.
- La estimulación eléctrica sobre la nuca puede producir calambres musculares en la laringe y en la faringe, así como dificultades respiratorias cuando se colocan los electrodos hacia la boca.
- No aplicar los electrodos sobre zonas en las que exista eritemas, dermatitis o varices.

 <p>"Inventing Companies"</p>	<p align="center">CORPORACIÓN BUCARAMANGA EMPRENDEDORA Incubadora de Empresas</p>	<p align="center">PROYECTO-CONTROL MIOFEEDBACK</p>
	<p align="center">DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE EQUIPO DE BIORRETROALIMENTACIÓN PARA MIOGRAFÍA (MIOFEEDBACK)</p>	 <p align="center">COLCIENCIAS COLOMBIA</p>

- No aplicar los electrodos sobre la zona lateral ni delantera del cuello, senos carotideos ni globo ocular.
- Mantener una vigilancia especial en los siguientes casos: cuando exista peligro de hemorragia interna después de un accidente o de una fractura, inmediatamente después de una intervención quirúrgica, cuando una fuerte contracción muscular pueda interrumpir el proceso de curación, cuando exista una pérdida de sensibilidad normal en la piel, cuando la estimulación se realice con menores de diez años.
- Aplicar el tratamiento alejados al menos un metro, de equipos de onda corta y microondas.

Precauciones

- No quite ni mueva los electrodos con el equipo encendido
- No aplique el tratamiento dentro del agua ni en zonas con exceso de humedad, como saunas, etc.
- No aplique el tratamiento mientras manipula herramientas o conduce.
- No tire de los cables para desconectarlos.
- Mantenga el equipo lejos del alcance de los niños.

Atentamente,

CRISTIAN ALBERTO VELEZ
Emprendedor