

Bioestimulador muscular

Índice general

Volumen 1

Datos del proyecto

Número de volumen	Volumen 1.
Título	Bioestimulador muscular.
Documento	Índice general.
Cliente	Manuel Torres Portero, profesor del departamento de Diseño y Fabricación de la Universidad de Zaragoza.
Autor	José Emilio Miranda Baile, estudiante de Ingeniería Técnica Industrial, electrónica industrial en la Universidad de Zaragoza

Fecha y Firma:

	<i>Bioestimulador muscular</i>	<i>Revisión nº: 0</i>
	<i>Índice general</i>	<i>20/04/2013</i>

ÍNDICE

1. Índice General

2. Memoria

1. Objeto.....	1
2. Alcance.....	2
3. Antecedentes.....	2
4. Normas y referencias.....	10
4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas.....	10
4.2. Bibliografía.....	10
4.3. Lincografía.....	10
4.4. Programas de cálculo.....	11
5. Definiciones y abreviaturas.....	11
5.1. Definiciones.....	11
5.2. Abreviaturas.....	11
6. Requisitos de diseño.....	11
7. Análisis de soluciones.....	12
7.1. Esquema general de bloques.....	12
7.2. Bloque alimentación de la circuitería del sistema.....	13
7.3. Alimentación de la onda bifásica de salida.....	13
7.4. Generación de la onda de salida.....	14
7.5. Separación galvánica.....	15
7.6. Protecciones para la onda de salida.....	16
7.7. Visualización.....	18
7.8. Microcontrolador.....	19
7.9. Señales de funcionamiento.....	20
7.10. Conexión de la salida al paciente.....	20
8. Resultados finales.....	21

	<i>Bioestimulador muscular</i>	<i>Revisión nº: 0</i>
	<i>Índice general</i>	<i>20/04/2013</i>

9. Planificación.....	22
9.1 Etapas.....	22
9.2 Planificación.....	23
10. Orden de prioridad entre los documentos básicos.....	23

3. Anexos

1. Documentación de partida.....	1
2. Cálculos que justifican las soluciones adoptadas.....	1
2.1. Alimentación de la circuitería.....	2
2.2. Alimentación de la onda bifásica de salida.....	5
2.3. Generación de la onda de salida.....	8
2.4. Separación galvánica.....	11
2.5. Protecciones para la onda de salida.....	12
2.5.1. Protección de corriente por medio de relé.....	12
2.5.2. Protección en el transistor de la onda de salida.....	15
2.6. Microcontrolador y periféricos adheridos.....	16
2.7. Regulación de la intensidad de salida.....	18
2.8. Placa y pistas de circuito impreso.....	19
2.9. Envoltorio o caja.....	20
3. Diagramas de flujo.....	20
4. Otros documentos.....	20

4. Planos

Bioestimulador muscular

1. Diagrama de bloques.....	1
2. Esquema general del circuito.....	2
3. Listado de componentes.....	3
4. Plano de circuito impreso cara top.....	4.1
5. Plano de circuito impreso cara bottom.....	4.2
6. Plano de serigrafía de los componentes.....	5

	<i>Bioestimulador muscular</i>	<i>Revisión nº: 0</i>
	<i>Índice general</i>	<i>20/04/2013</i>

7. Plano de mascarilla cara top.....	6.1
8. Plano de mascarilla cara bottom.....	6.2
9. Plano de taladrado.....	7
10. Plano de mecanizado de la caja.....	8
11. Plano de serigrafía de la caja.....	9
12. Plano de interconexionado.....	10
13. Plano de disposición espacial.....	11

Módulo LCD

1. Esquema general de circuito.....	1
2. Listado de componentes.....	2
3. Plano de circuito impreso cara bottom.....	3
4. Plano de serigrafía de los componentes.....	4
5. Plano de mascarilla cara bottom.....	5
6. Plano de taladrado.....	6

5. Pliego de condiciones

1. Condiciones administrativas.....	1
1.1. Documentación del proyecto.....	1
1.2. Normativa y Reglamentación.....	1
1.3. Especificaciones generales.....	2
2. Pliego de condiciones técnicas.....	3
2.1. Características de los materiales.....	3
2.2. Normas de medición e inspección de los materiales.....	3
2.2.1. Ensayo de humedad.....	3
2.2.2. Ensayo de resistencia ante los golpes.....	3
2.2.3. Ensayo térmico.....	4
2.3. Verificaciones previas.....	4
2.4. Condiciones generales de elementos electrónicos utilizados.....	4
2.5. Condiciones generales de materiales electrónicos utilizados.....	5
2.6. Puesta en marcha del sistema y mantenimiento.....	5
2.7. Precauciones de uso.....	5
3. Condiciones económicas.....	6

	<i>Bioestimulador muscular</i>	<i>Revisión nº: 0</i>
	<i>Índice general</i>	<i>20/04/2013</i>

3.1. Derechos y Deberes del contratista.....	6
3.1.1. Derechos.....	6
3.1.2. Deberes.....	6
3.2. Derechos y Deberes del contratante.....	7
3.2.1. Derechos.....	7
3.1.2. Deberes.....	7
3.3. Contrato.....	7
3.3.1. Formalización y extinción del contrato.....	7
3.3.2. Plazos de ejecución.....	8
3.3.3. Forma de pago.....	8
3.3.4. Fianza.....	8
3.4. Plazo de garantía.....	9

6. Estado de las mediciones

1. Estado de las medidciones.....	1
1.1. Partida de componentes internos de la PCB.....	1
1.1.1 PCB general.....	1
1.1.2 PCB módulo LCD.....	2
1.2. Partida de componentes externos a la PCB.....	2
1.3. Partida de mano de obra.....	3
1.4. Partida de ensayos y verificación.....	3

7. Presupuesto

1. Introducción.....	1
2. Presupuesto.....	1
2.1. Partida de componentes internos de la PCB.....	1
2.1.1 PCB general.....	1
2.1.2 PCB módulo LCD.....	2
2.2. Partida de componentes externos a la PCB.....	3
2.3. Partida de mano de obra.....	3
2.4. Partida de ensayos y verificación.....	3
2.5. Total.....	4

	<i>Bioestimulador muscular</i>	<i>Revisión nº: 0</i>
	<i>Índice general</i>	<i>20/04/2013</i>

8. Manual de instrucciones

1. Generalidades.....	1
1.1. Descripción general del equipo.....	2
1.2. Características técnicas.....	2
2. Instalación y calibrado.....	4
3. Descripción de controles.....	5
4. Manejo del equipo.....	5
4.1. Colocación de los electrodos.....	6
4.2. Relación cronicaxia – reobase.....	13
4.3. Utilización para diferentes tratamientos.....	14
5. Mantenimiento y limpieza del equipo.....	14
6. Medidas de seguridad y precauciones de uso.....	15
6.1. Importantes instrucciones y explicaciones.....	15
6.2. Normas para la previsión de accidentes.....	16
6.3. Personal cualificado.....	16
6.4. Responsabilidad.....	16
7. Lista de componentes.....	17
8. Prontuario de averías más frecuente.....	17
9. Garantía.....	17

Bioestimulador muscular

Anexos

Volumen 3

Datos del proyecto

Número de volumen	Volumen 3.
Título	Bioestimulador muscular.
Documento	Anexos.
Cliente	Manuel Torres Portero, profesor del departamento de Diseño y Fabricación de la Universidad de Zaragoza.
Autor	José Emilio Miranda Baile, estudiante de Ingeniería Técnica Industrial, electrónica industrial en la Universidad de Zaragoza

Fecha y Firma:

	<i>Bioestimulador muscular</i>	<i>Revisión nº: 0</i>
	<i>Anexos</i>	<i>04/04/2013</i>

INDICE:

1. Documentación de partida.....	1
2. Cálculos que justifican las soluciones adoptadas.....	1
2.1. Alimentación de la circuitería.....	2
2.2. Alimentación de la onda bifásica de salida.....	5
2.3. Generación de la onda de salida.....	8
2.4. Separación galvánica.....	11
2.5. Protecciones para la onda de salida.....	12
2.5.1. Protección de corriente por medio de relé.....	12
2.5.2. Protección en el transistor de la onda de salida.....	15
2.6. Microcontrolador y periféricos adheridos.....	16
2.7. Regulación de la intensidad de salida.....	18
2.8. Placa y pistas de circuito impreso.....	19
2.9. Envolvente o caja.....	20
3. Diagramas de flujo.....	20
4. Otros documentos.....	20

	<i>Bioestimulador muscular</i>	<i>Revisión nº: 0</i>
<i>Anexos</i>		<i>04/04/2013</i>

1. DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA.

Se pretende diseñar un bioestimulador muscular orientado a un uso muy específico para deportistas que quieran aumentar su masa muscular y tener una gran fuerza explosiva. También incorporará las opciones de trabajar la resistencia muscular y mejorar la circulación sanguínea, ayudando a una recuperación más rápida de lesiones musculares. Las acciones explosivas características del deporte son, entre otras, los saltos, las aceleraciones en carrera y los lanzamientos y golpes de móviles.

El instrumento dispondrá de las siguientes características:

- Alimentación por medio de la red.
- Salida fija para la electroestimulación: corrientes de impulsos bifásicos rectangulares de algunos miliamperios, con una frecuencia variable de 10, 50 o 100 Hz.
- La salida deberá estar protegida contra sobrecorrientes
- Electrodos específicos para la finalidad del bioestimulador
- Temporizador para el tiempo de entrenamiento
- Indicador luminoso de encendido
- Indicador luminoso de funcionamiento incorrecto
- Indicador visual de la selección de los parámetros
- Diseño del equipo para asegurar la compatibilidad electromagnética
- Para el montaje se utilizará una caja plástica
- Características ambientales de funcionamiento
 - Rango de temperaturas entre 0°C y 75°C.
 - Rango de humedad relativa entre 5% y 85%.

2. CÁLCULOS QUE JUSTIFICAN LAS SOLUCIONES ADOPTADAS.

A continuación detallaremos los cálculos más significativos que nos han llevado a optar por una solución u otra, dependiendo de las características del proyecto.

	<i>Bioestimulador muscular</i>	<i>Revisión nº: 0</i>
	<i>Anexos</i>	<i>04/04/2013</i>

2.1 ALIMENTACIÓN DE LA CIRCUITERIA

Para la alimentación de todos los circuitos electrónicos que hay en el sistema se ha optado por generar las tensiones de alimentación por medio de reguladores lineales de la serie 78MXX. Estos reguladores son muy comunes y su precio es relativamente bajo para todas las características que poseen. Son reguladores lineales que van protegidos frente a cortocircuitos, sobretensiones y sobrepotencias, y también llevan protección para subidas de temperatura.

El esquema básico (fig. 1) de una fuente de alimentación es el siguiente:

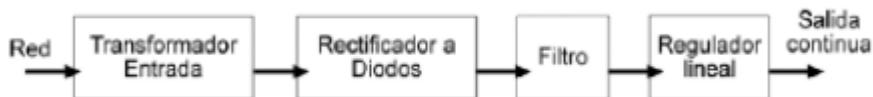


Fig. 1

El transformador de entrada reduce la tensión de red (generalmente 230 o 115V) a otra tensión más adecuada para ser tratada. Solo es capaz de trabajar con corrientes alternas. Esto quiere decir que la tensión de entrada será alterna y la de salida también.

El tipo de transformador que se utiliza (fig. 2) en este tipo de fuentes es de salida simétrica para poder obtener así los valores de tensión positiva y negativa.



Fig 2

El puente de 4 diodos (fig. 3) es el que se encarga de rectificar esa tensión alterna en sólo tensión positiva. Para ello se utilizan diodos. Los diodos conducen cuando la tensión en ánodo es mayor que en cátodo, es como un interruptor que se abre y se cierra.

	<i>Bioestimulador muscular</i>	<i>Revisión nº: 0</i>
	<i>Anexos</i>	<i>04/04/2013</i>



Fig. 3

La tensión que se obtiene después del rectificado es una tensión en forma de pulsos. En un ciclo completo la tensión va desde un valor 0 a un valor pico y vuelve a bajar hasta los 0 V. Esta clase de tensión no es la que requieren los sistemas que van a ir conectados. Lo que necesitan es una tensión constante, similar a la de una batería. Para obtener este tipo de tensión es necesario emplear un filtro.

El filtro más utilizado es el del condensador (fig. 4) a la salida del puente, a veces no es suficiente y es necesario añadir más componentes, es este caso será suficiente con un condensador, ya que los integrados 78MXX regulan bien la tensión en la carga.



Fig 4

Un regulador de tensión (fig. 5) es un circuito que se encarga de reducir el rizado y de proporcionar una tensión de salida de la tensión exacta que se requiera. En esta fuente será necesario tener reguladores de tensión positiva y negativa de los valores requeridos.



Fig 5



La tensión entre los terminales Vout y GND es fija, que dependerá del modelo de regulador que se utilice.

La corriente por GND es prácticamente nula y no se tiene en cuenta para analizar el circuito. Simplemente funciona como referencia del integrado.

La tensión de Vin deberá ser siempre 2 o 3 V (tensión de DROP_OUT) superior a Vout para garantizar el correcto funcionamiento del regulador polarizando con ello todos sus componentes.

Los reguladores utilizados en esta fuente serán de las series 78MXX y 79MXX ya que la demanda de corriente no es elevada y estos reguladores son capaces de dar 0.5 A de corriente continua, más que suficiente para alimentar todos los circuitos de nuestro sistema. También dispondremos de un regulador fijo de 3.3 V (BA033T) para alimentar el microcontrolador y otro variable LM350K que será ajustado para obtener a la salida un valor de 1.5 V, necesario para nuestro sistema.

Cálculos (fig. 6):

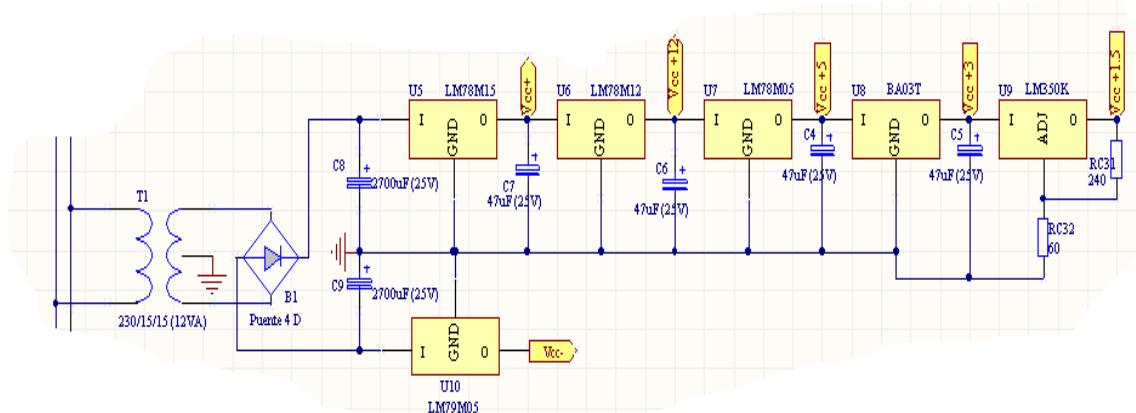


Fig. 6

Haciendo los cálculos para obtener la tensión de secundario del transformador hay que tener en cuenta el **DROP_OUT**, tensión de polarización de todos los reguladores. Por ello si la tensión de **DROP_OUT** es de unos **3 V** para cada regulador, a la salida del puente deberá haber una tensión **≥ a 18 V**. Si a esta tensión le sumamos el paso por un diodo cuya caída de tensión es de aproximadamente un voltio, en el secundario del trafo se tiene una tensión **≥ a 19 V**.

Con estos datos el trafo más cercano es uno de **220/15/15**. A la salida del trafo obtenemos:

$$V_t = 15 * \text{raiz2} = 21.21 \text{ V.}$$

A esa tensión se le resta **1 V** y eso tenemos a la salida del puente.

	<i>Bioestimulador muscular</i>	<i>Revisión nº: 0</i>
	<i>Anexos</i>	<i>04/04/2013</i>

Para calcular el condensador de filtrado se hace mediante la fórmula:

$$AV = (I \cdot T) / C \cdot 2$$

$$\text{La } AV = 20.18 = 2 \text{ V}$$

$I = 0.5 \text{ A}$, haciendo un cálculo a la alza de todos los circuitos conectados.

$$T = 0.02 \text{ seg}$$

Despejando C obtenemos:

$$C \geq 2.5 \text{ mF.}$$

Se cogerá el más cercano y económico que es el de **2700 μ F (25V)** que sea capaz de soportar la tensión entre extremos. Los demás serán del mismo o menor valor para abaratar costes. En este caso serán de **47uF (25 V)**

A partir del filtro se colocarán los diferentes reguladores de mayor a menor tensión de salida, garantizando así una correcta polarización y funcionamiento de éstos.

La potencia soportada por los reguladores será:

$$P_{\max} = (20.21 - 15) * I_{\max} = 2.6 \text{ W}$$

2.2 ALIMENTACIÓN DE LA ONDA BIFÁSICA DE SALIDA

Para el correcto funcionamiento del bioestimulador, a la salida se debe obtener una bifásica de unos 150 V como máximo y unos 100 mA máximos para que la persona a la que vaya conectado no pueda sufrir ningún daño.

Para la obtención de los 150 V, tensión que será conmutada para obtener la onda bifásica, hacen falta los siguientes pasos:

Primero se transforma la tensión de red de 230 V a 115 V por medio de un transformador reductor 230/115, tipo toroidal (fig. 7). A continuación la onda será rectificada y filtrada para obtener un nivel de continua con un pequeño rizado (despreciable con respecto al valor de tensión). Luego esa tensión será regulada por medio de un diodo zener que la fijará a un valor determinado (V_z) y para que sea capaz de entregar toda la corriente que se le exige al sistema, y la potencia en el zener sea pequeña, se colocará un transistor NPN en activo que será el encargado de fijar la tensión a 150V, la cual se llevará a la configuración de puente en H.

	<i>Bioestimulador muscular</i>	<i>Revisión nº: 0</i>
	<i>Anexos</i>	<i>04/04/2013</i>



Fig 7

Esta fuente de alimentación habrá que protegerla frente a sobrecorrientes y sobretensiones que pueden ser producidas por fallos de la red o la carga. En la parte del primario del trafo se pondrá un fusible (fig. 8) capaz de cortar el circuito si la corriente sobrepasa un valor determinado por el diseño. Un varistor (fig. 9) conectado en paralelo a la salida de la onda rectificada y filtrada evitará así posibles picos de tensión que puedan producir fallo en el funcionamiento del sistema.



Fig. 8



Fig. 9

En este sistema es muy importante que el aparato no entregue más de 100 mA de valor pico al paciente, porque si no podría causar daños en su piel, por lo que para garantizar ese requisito de seguridad se ha optado por limitar esa corriente mediante la protección entre base emisor de los transistores del puente en H y con un relé (fig. 10). El funcionamiento de este sistema se explicará más adelante.



Fig. 10

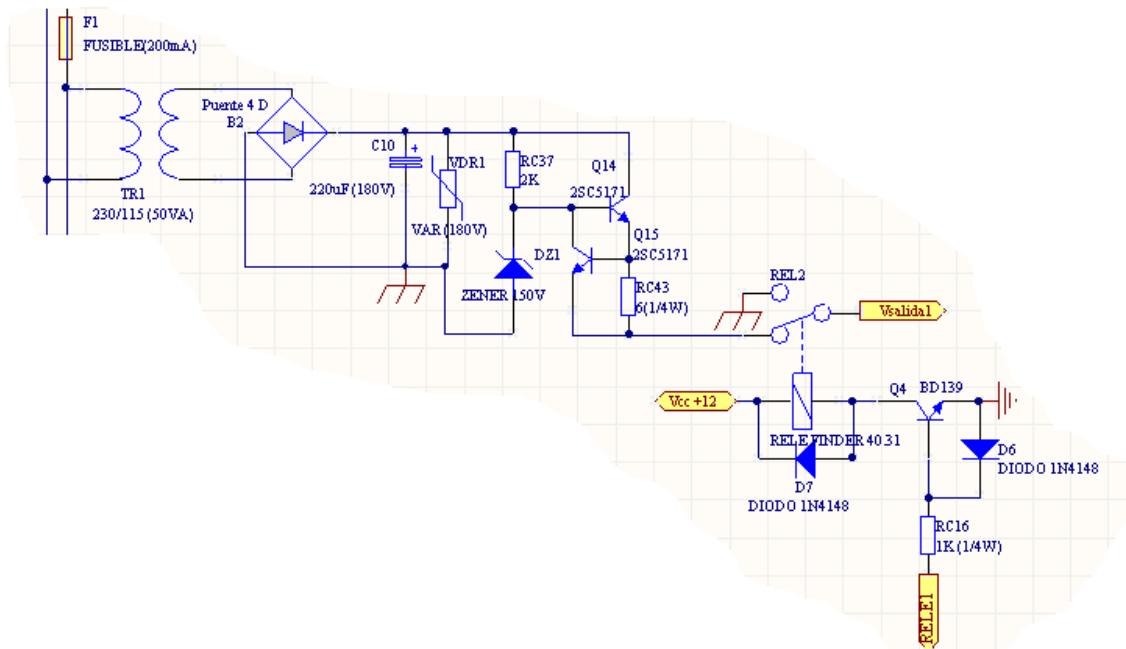
Cálculos (fig. 11):

Fig. 11

En el secundario del trafo se tienen:

$115 * 2^{\frac{1}{2}} = 162 \text{ V}$, el trafo será de una potencia máxima:

$$S \geq V_{ef} * I_{ef} = 115 * 0.1 = 15 \text{ VA} \quad \text{Trafo: 230/115 (50VA)}$$

Para calcular el condensador se hace mediante la fórmula:

$$AV = (I*T)/C*2$$

$$I = 100 \text{ mA}$$

	<i>Bioestimulador muscular</i>	Revisión nº: 0
	<i>Anexos</i>	04/04/2013

T = 0.02 s

AVmax = 5 V, la impone el diseñador. Es un valor despreciable frente al valor de la tensión continua.

C ≥ 200 uF C = 220uF (180V)

Se utilizará un condensador de ese valor capaz de soportar entre sus extremos la tensión de alimentación de la onda.

El zener se encargará de fijar la tensión a un valor determinado. En este caso el zener es de **150 V**.

La resistencia de polarización será del valor:

$$R \leq (V_{cmin} - V_z) / (I_z + I_o/\beta); \quad R \leq 2500 \Omega$$

Se cogerá pues una resistencia que cumpla el requisito: **R = 2000 Ω**

La potencia en el zener se calcula cuando la **I_o = 0**, ya que en este caso toda la corriente circula por él:

$$P_z = V_z * I_{zmax} = 150 * 5mA = 0.75 W$$

El varistor deberá ser de una tensión superior para evitar un continuo funcionamiento de éste que pueda destruir el dispositivo.

$$V_{varistor} = 180 V$$

El transistor de salida se encuentra en activo y soportará una potencia máxima

$$P_{Q14} = V_{CE} * I_c = (162 - 150) * 0.1 = 1.2 W$$

2.3 GENERACION DE LA ONDA DE SALIDA

El fundamento del circuito de la onda de salida se basa en la utilización de un puente en H con el que a partir de una tensión continua, se puede generar una onda bifásica con valor de pico de esa tensión continua.

Está compuesto por tres elementos básicos: la fuente de tensión, la salida de la onda bifásica y los elementos de conmutación.

Con el microcontrolador se controla el tiempo en activo de la parte positiva y negativa de la onda que será explicado en el apartado de programación por el que el usuario podrá elegir diferentes parámetros de esa onda.

Una vez configurados los parámetros el micro satura los transistores **PNP2** y **Q8** simultáneamente y a la salida obtenemos la parte positiva de la onda. Cuando satura **PNP1** y **Q9** obtenemos la parte negativa de la onda. Este proceso se irá

repitiendo en el tiempo y así tendremos a la salida la onda bifásica necesaria para la electroestimulación muscular.

Cálculos (fig. 11):

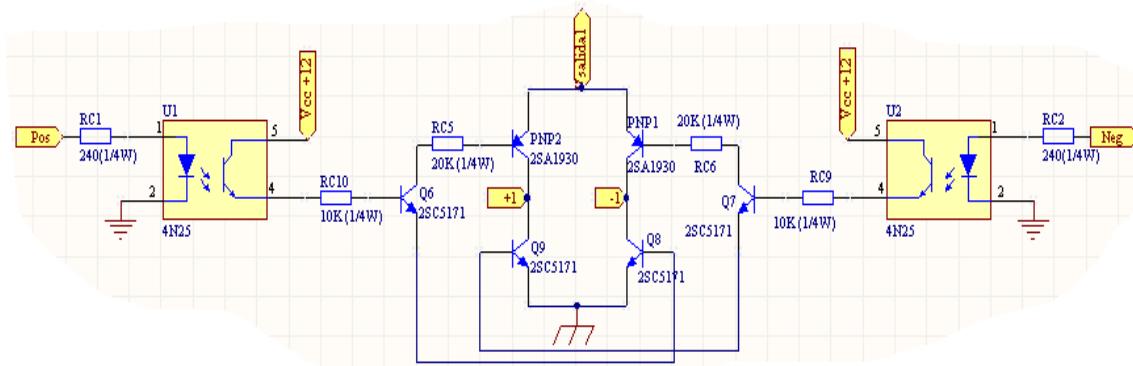


Fig. 11

La corriente máxima que circulará por los transistores del puente será de **100 mA** por lo que habrá que elegir los adecuados para que soporten esa corriente de colector y aguanten la tensión en sus extremos cuando se encuentren en corte (**150 V**).

Los transistores habrá que saturarlos para que disipen la menor potencia posible y el consumo sea menor. Para saturar **PNP2** y **Q8**, lo mismo con los otros 2 transistores:

$I_b \geq I_c/\beta = 0.1/100 = 1 \text{ mA}$, β en estos transistores de media potencia es ≥ 100 .

Habrá pues que garantizar 1 mA en la base de **PNP2** y **Q8**.

$$R \leq (150 - V_{be_{PNP2}} - V_{sat_{Q6}} - V_{be_{Q8}}) / 1 \text{ mA}; \quad R \leq 148 \text{ K}\Omega$$

Se elegirá una R que cumpla el requisito y consuma poca potencia: $RC5 = 20\text{ K}\Omega$ ($1/3\text{ W}$)

La corriente de colector para el transistor auxiliar (**Q6**) será del valor:

$$I = (150 - V_{BE_{PNP2}}) / 20000 = 7 \text{ mA}$$

Ahora será necesario saturar **Q6** y en el colector tenemos:

$$I_{CQ6} = 7 \text{ mA}$$

Taux1 (**Q6**) también debe ser un transistor de media potencia ya que tendrá que soportar una tensión inversa de unos 150 V:

Ib ≥ Ic/β = 7 mA / 100 = 70 uA, corriente necesaria para saturar **Taux (Q6)**.

Ahora con la R calcularemos esa corriente:



$$12 -1 -1=10/R \geq 70 \mu A \Rightarrow R \leq 142 \text{ k}\Omega$$

Cogeremos una **RC10 =10K (1/3 W)** que garantiza la saturación.

La potencia soportada por las **R** en esta configuración de puente en H será:

Para las que soportan mayor potencia:

PR=Irms² * R= 7mA² * Dmax * 20000 = 40 mW por lo que se elegirán todas con una potencia igual a 1/3 W para garantizar el correcto funcionamiento.

La potencia máxima en los transistores de salida del puente será:

Calculo de potencia en los transistores:

Para calcular la potencia en los transistores se utilizará la onda (fig.12) de salida que mayor potencia entregue al paciente: **f = 100 Hz**, anchura de pulso = **400 us**.

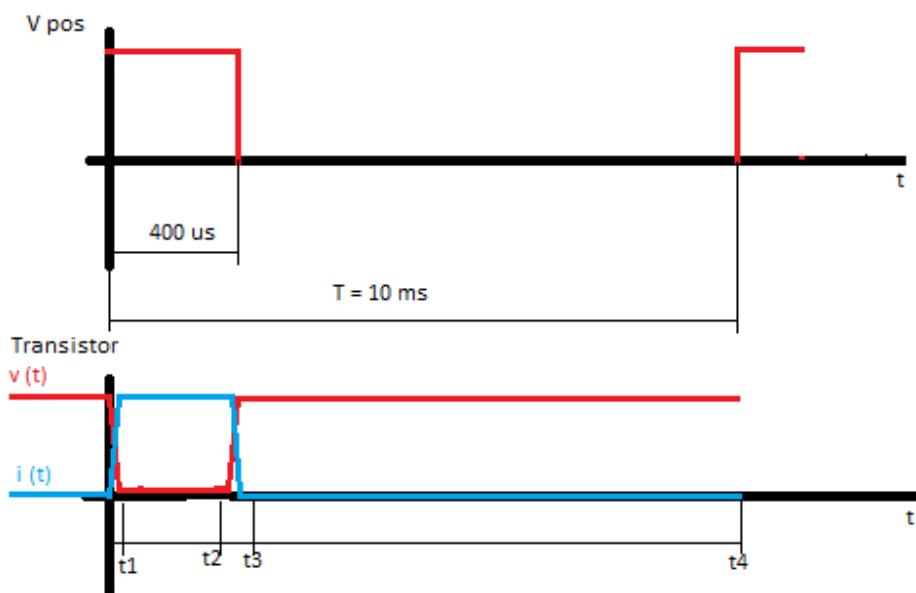


Fig.12

$$P = \left[\underbrace{v(t) \cdot i(t) dt}_{0}^{t1} + \underbrace{v(t) \cdot i(t) dt}_{t1}^{t2} + \underbrace{v(t) \cdot i(t) dt}_{t2}^{t3} + \underbrace{v(t) \cdot i(t) dt}_{t3}^{t4} \right] =$$

$$= P_{\text{conducción}} + P_{\text{comutación}} = V_{\text{on}} \cdot I_{\text{on}} \cdot D + 1/6 \cdot f \cdot (t_{\text{pon}} + t_{\text{poff}}) \cdot V_{\text{off}} \cdot I_{\text{on}}$$



= (se desprecian las de conmutación al ser frecuencias bajas)

$$= 1 * 0.1 * 0.4/10 = 4 \text{ mW}$$

2.4 SEPARACIÓN GALVÁNICA

Es importante que la señal de control y la de potencia no interfieran una en la otra ya que podrían causar alteraciones en el funcionamiento del sistema.

Para separar las masas del circuito se utiliza un sistema optoacoplado, en este caso es un foto transistor (fig. 13).

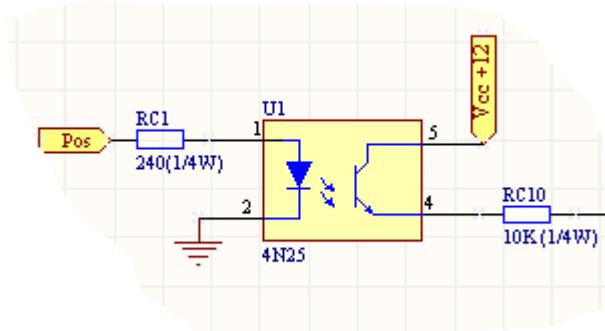


Fig. 13

Cuando el microcontrolador se encuentre en "1", el transistor saturará y el diodo emitirá luz al fototransistor y éste comenzará a conducir, saturando así los transistores del puente en H que generan la onda bifásica.

Cálculos:

$If = (12-1) / 240 = 50 \text{ mA}$, el led lucirá y el transistor satura. Esta corriente no es capaz de suministrárla el microcontrolador por lo que será necesaria una etapa de amplificación mediante un transistor NPN (fig. 14). Ese transistor será necesario que sature cuando el micro este a "1".

	<i>Bioestimulador muscular</i>	Revisión nº: 0
	<i>Anexos</i>	04/04/2013

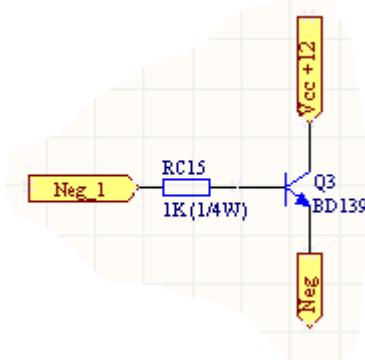


Fig. 14

$$I_{CQ3} = 50 \text{ mA}; \quad I_b > I_c / \beta$$

$$I_b \geq 1 \text{ mA};$$

$$1 \text{ mA} \leq 3.3 / R \quad \Rightarrow \quad R \leq 3300 \Omega; \quad R = 1 \text{ K}\Omega$$

La corriente a la salida del fototransistor será:

$$I_c = (12 - 1 - 1) / 10000 = 1 \text{ mA}, \text{ corriente más que suficiente para saturar Taux, y con este los transistores del puente en H.}$$

2.5 PROTECCIONES PARA LA ONDA DE SALIDA

2.5.1 Protección de corriente por medio del relé

Con la resistencia de medida (RC41), 40 Ω , obtenemos una tensión proporcional al paso de corriente por ella: $V = I * R$. Esa tensión se lleva a una etapa amplificada diferencial, en cuya salida obtenemos el valor de esa tensión (V). La siguiente etapa es un comparador en la cual se compara el valor de V con uno fijado mediante un diodo zener. Dependerá pues del valor de V para que la salida del amplificador se encuentre en estado alto o bajo.

Si $V > V_{zener}$:

La salida del amplificador (A2) se encontrará en estado alto (+15V) lo que dure el pulso de corriente. El diodo (D4) colocado a continuación rectificará esos pulsos y por medio un condensador (C2) se conseguirá que esa tensión se mantenga en un valor positivo continuo, que será comparado con otro valor menor (1 V) para que de esta forma a la salida del siguiente amplificador se tenga una tensión en estado alto continuo, con la cual se activará el led rojo y a su vez el relé que cortará el circuito, previniendo así de posibles riesgos para el paciente.

	<i>Bioestimulador muscular</i>	<i>Revisión nº: 0</i>
	<i>Anexos</i>	<i>04/04/2013</i>

Si $V < V_{zener}$:

La salida del amplificador (**A2**) se encontrará en estado bajo (**-15V**) permanentemente con lo cual el led verde permanecerá encendido indicando un correcto funcionamiento del bioestimulador.

Cálculos:

$$V = I * R$$

Si $V > 3.9 \Rightarrow V_{A2} = 15 \text{ V}$ (pulsantes como la corriente de salida (fig. 15))



Fig 15

El siguiente circuito diodo – condensador mantendrá la tensión pulsante en un valor positivo que irá decreciendo según el C se vaya descargando:

El pulso más pequeño será de 100 us y el periodo más largo será de 0,1 s, con la frecuencia de 10 Hz, por lo que el tiempo de descarga del condensador (fig. 16), deberá ser mayor.

$$\tau = RC_{19} * C_2 = 10000000 * 100 \exp{-9} = 1 \text{ seg};$$

$$T_{descarga} = 3 * \tau = 3 \text{ segundos}$$

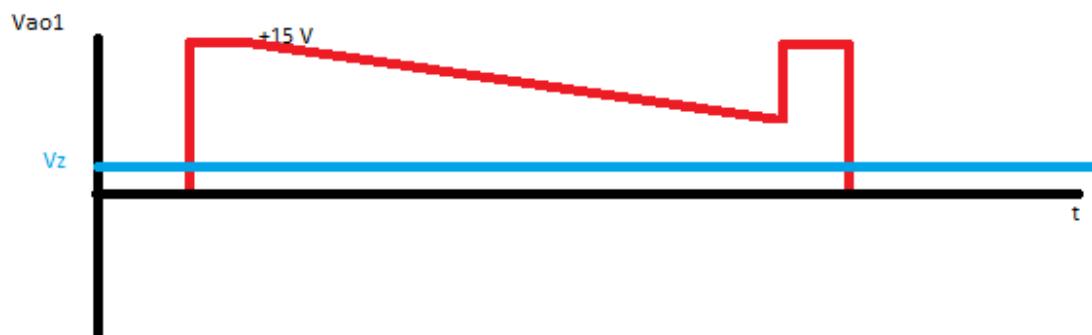


Fig 16



Ahora se calculará la AV_{ao1max} para determinar el valor con el que comparar de tensión:

$$Q_{carga} = Q_{descarga}$$

$$C_2 * AV_{ao1} = (V_{ao1} / RC_{19}) * T_{onda}$$

$$AV_{ao1max} = 1.5 \text{ V}$$

Con un divisor resistivo, se establece en la entrada – del (A3) un voltio y de esta manera a la salida del segundo comparador (A3) obtendremos una tensión continua de **15 V** con la que se activará el relé y el led rojo, indicando mal funcionamiento.

Activación del relé (fig. 17):

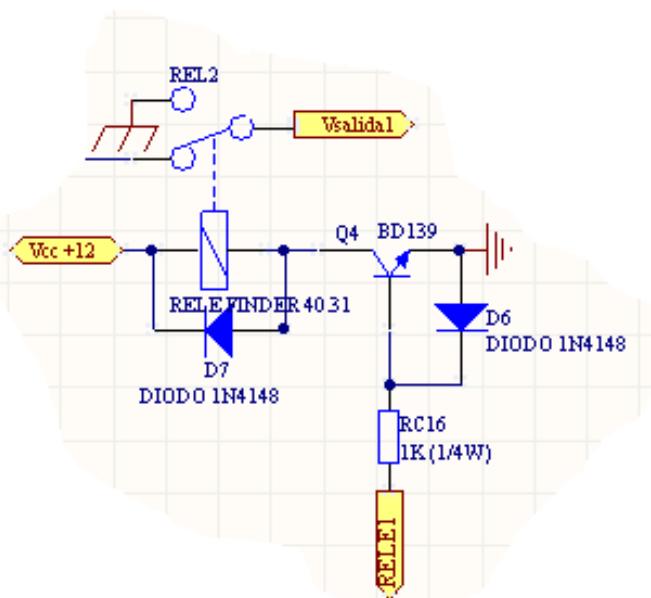


Fig. 17

La activación del relé se hace por medio de un transistor (Q4), capaz de suministrar la corriente necesaria para que el relé commute de un estado a otro. La resistencia en Ω del relé es de **80** por lo que la corriente de colector será:

$$I_{CQ4} = 12/80 = 150 \text{ mA.}$$

Para garantizar la saturación del transistor (Q4), $I_b \geq I_c/\beta$:

$I_b \geq I_c/\beta = 3 \text{ mA}$. La β de este transistor es ≥ 50 , con lo que se elegirá 50 para garantizar la saturación.

$$V_{control} - 1/R \geq 3 \text{ mA} \Rightarrow R \leq 3.6 \text{ K}\Omega, \quad RC16 = 1\text{K}\Omega$$

$$P_{RC16} = ((15-1)/1000)^2 * 1000 = 196 \text{ mW}$$



Si $V < 3.9 \Rightarrow V_{A2} = -15 \text{ V}$

El led verde permanecerá encendido con una corriente del valor:

$I = 15 / 470 = 32 \text{ mA}$, similar cálculo para el led rojo, cuando la salida del comparador sea positiva.

Polarización de los zener:

$$(12 - 3.9) / R \geq 1 \text{ mA}$$

$$R < 8 \text{ K}\Omega \Rightarrow R = 2 \text{ K}\Omega (1/4W)$$

$$P_{otz} = V_z * I_z = 3.9 * ((12 - 3.9) / 2000) = 4 \text{ mW}$$

2.5.2 Protección en el transistor de la onda de salida

Los transistores encargados de suministrar la corriente necesaria para la onda de salida, también llevan una protección de corriente (fig. 18). Se basa en la utilización de una resistencia y un transistor para limitar esa corriente. Cuando la corriente supera el valor en el que $V_{be} = I * R = 0.7$, el transistor entra en activo y la corriente ya no puede aumentar más ya que se queda fija en $I = (V_{be} / R)$, al no poder aumentar la tensión V_{be} del transistor de protección.

Cálculos:

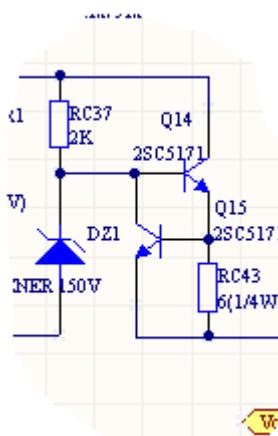


Fig. 18

Q15 corte:

$$(V_{be})_{Q15} < 0.7 \text{ V}$$

$$(V_{be})_{Q15} = V_o' - V_o = I * R < 0.7 \text{ V}$$

$$V_o = V_o' * (R_l) / (R_l + R_{prot}) = V_o' \Rightarrow \text{El circuito funciona como si no estuviese.}$$



T1 conducción:

$(V_{be})_{Q15} = I * R$ » $I_{max} = (V_{be})_{t1} / R$, La corriente ya no puede aumentar más porque ha entrado en conducción.

$$(V_{ce})_{Q15} = (V_{be})_{Q14} + (V_{be})_{Q15} > 0.7 \text{ V} \quad \Rightarrow \quad Q15 \text{ en activo.}$$

2.6 MICROCONTROLADOR Y PERIFÉRICOS ADHERIDOS (fig. 19)

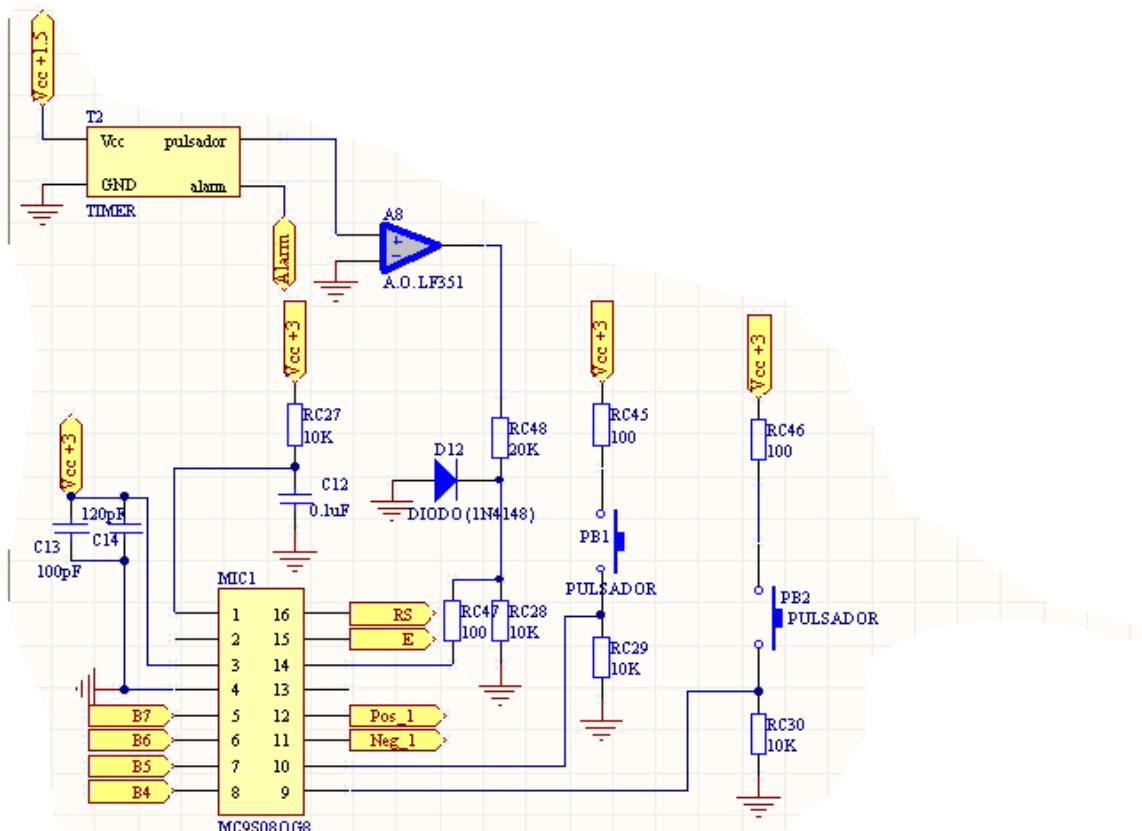


Fig. 19

El microcontrolador será en el encargado principalmente de controlar los parámetros variables de la onda bifásica de salida como la frecuencia, anchura de pulso... También es el encargado de gestionar la pantalla LCD y el temporizador.

La parte del software será explicada posteriormente pero el funcionamiento de los pulsadores se explicará a continuación.

En el microcontrolador irán conectados dos pulsadores, **PB1** y **PB2**, con los cuales se podrá elegir el parámetro que aparezca en la pantalla LCD o pasar al siguiente parámetro. El temporizador (**TIMER**) es totalmente integrado con lo cual él posee sus interruptores para elegir el tiempo de funcionamiento de la sesión. Un pulsador servirá para detener o iniciar la sesión de entrenamiento y será gestionado



por el microcontrolador. Cuando el tiempo de la sesión haya concluido, mandará una señal a un relé colocado en la entrada de la alimentación de nuestro sistema, que terminará con el funcionamiento del bioestimulador dejándolo preparado para un siguiente uso.

Funcionamiento del temporizador:

El bioestimulador es un aparato que debe estar en funcionamiento el tiempo predeterminado por el paciente o el médico. Para ello se utiliza un temporizador totalmente integrado con los pulsadores correspondientes para aumentar o disminuir el tiempo y para encender o apagar la cuenta atrás. Una vez terminado el tiempo de duración de la sesión, el temporizador desconectará el aparato llevando a la situación inicial.

En la salida del temporizar se obtiene una onda cuadrada que es la encargada de activar el zumbador. En este sistema se va a eliminar el zumbador y se va a cambiar por un relé que se encargará de desconectar el aparato y llevarlo a la situación inicial.

Para la activación de ese relé será necesario convertir esa onda cuadrada de la salida en una tensión continua fija. Esto se realiza mediante un circuito diodo condensador y un amplificador (fig. 20).

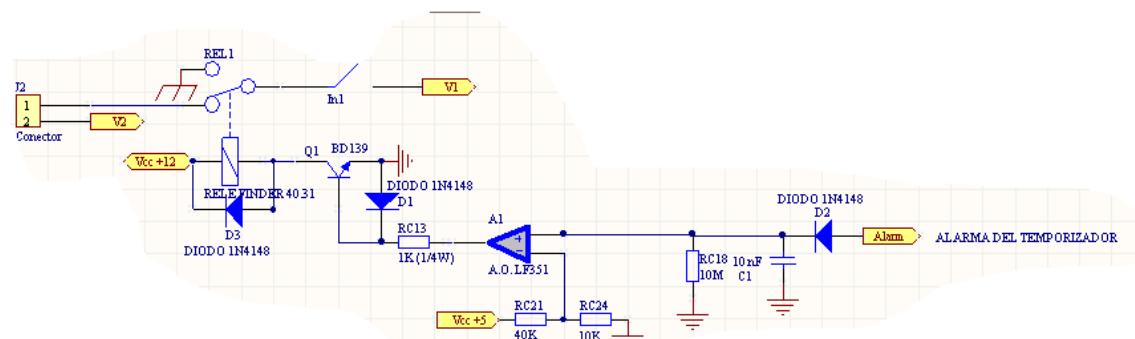


Fig 20

Cuando se active la salida, el condensador se irá cargando y el alto valor de la resistencia no permitirá que se descargue. Esa tensión se comparará con otro valor de tensión muy bajo y así la salida del amplificador estará a $Vcc + (+ 15V)$.

La salida del amplificador se llevará a saturar el transistor que activa el relé. Los cálculos relacionados con este relé son similares a los calculados para el relé que limita la corriente a la salida del sistema.

Funcionamiento del LCD:

Para simplificar al usuario la selección de los diferentes parámetros de la onda de salida del sistema, se añade al proyecto un módulo LCD en el que aparecerán las instrucciones de forma simple que el usuario debe seguir para obtener un correcto funcionamiento y uso del aparato.

	<i>Bioestimulador muscular</i>	<i>Revisión nº: 0</i>
	<i>Anexos</i>	<i>04/04/2013</i>

El microcontrolador será el encargado de gestionar todo lo relacionado con el módulo LCD y los correspondientes pulsadores para la selección de los diferentes parámetros como anchura de pulso, frecuencia, duración del impulso...

El módulo LCD irá alimentado a 5 V y las correspondientes entradas irán debidamente conectadas al microcontrolador.

2.7 REGULACIÓN DE LA INTENSIDAD DE SALIDA

A la salida del bioestimulador se obtiene una onda bifásica de la cual se podrá variar varios de sus parámetros de forma digital y otros como la intensidad, de forma manual.

En serie con la resistencia del cuerpo del paciente irá colocado un potenciómetro mediante el cual podremos variar el valor de su resistencia y consecuentemente la corriente que circula por la rama. De esta manera podremos aumentarla o disminuirla para conseguir los efectos deseados en el paciente.

Calculo de potencia en el potenciómetro:

Para calcular la potencia en el potenciómetro se utilizará la onda (fig. 21) que mayor energía trasmite al paciente: **f = 100 Hz**, anchura de pulso = **400 us**.

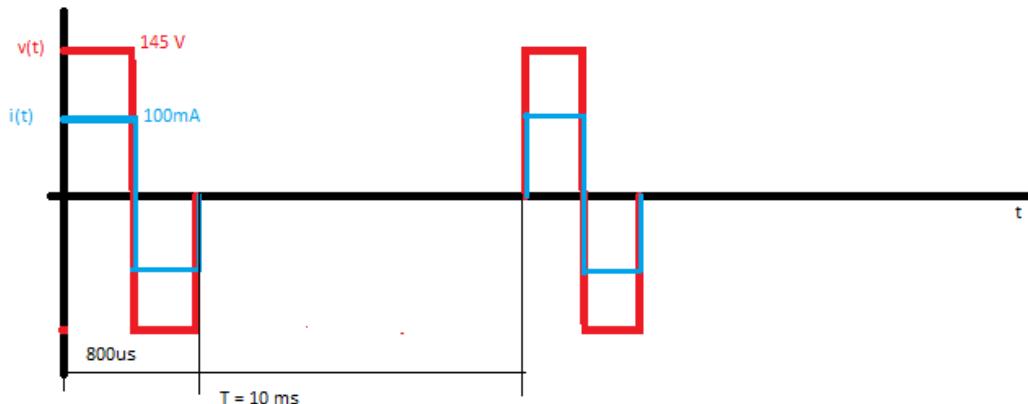


Fig. 21

La máxima potencia que se entrega al paciente se alcanzara para un valor de **R = 1500** ya que es la resistencia mínima que puede haber para no superar los **100 mA** de corriente. Esa resistencia será la suma de la resistencia del potenciómetro más la resistencia del cuerpo humano.

Para calcular la máxima potencia en el potenciómetro se hará haciendo que la salida se encuentre en cortocircuito para que toda la tensión recaiga en él.

	<i>Bioestimulador muscular</i>	<i>Revisión nº: 0</i>
	<i>Anexos</i>	<i>04/04/2013</i>

Por ello la **Rpot** a la cual la potencia es mayor = **1500 Ω**

$$P_{pot|max} = I_{rms}^2 * R = 1.2 \text{ W}$$

El valor del potenciómetro deberá permitir alcanzar una corriente de valor muy pequeño, unos miliamperios **≤ 10 mA**, para tener así un amplio rango de trabajo para diferentes zonas musculares y diferentes personas. Por todo ello se elige un valor de **20 KΩ**.

Con **20 KΩ**, la corriente mínima a la salida será:

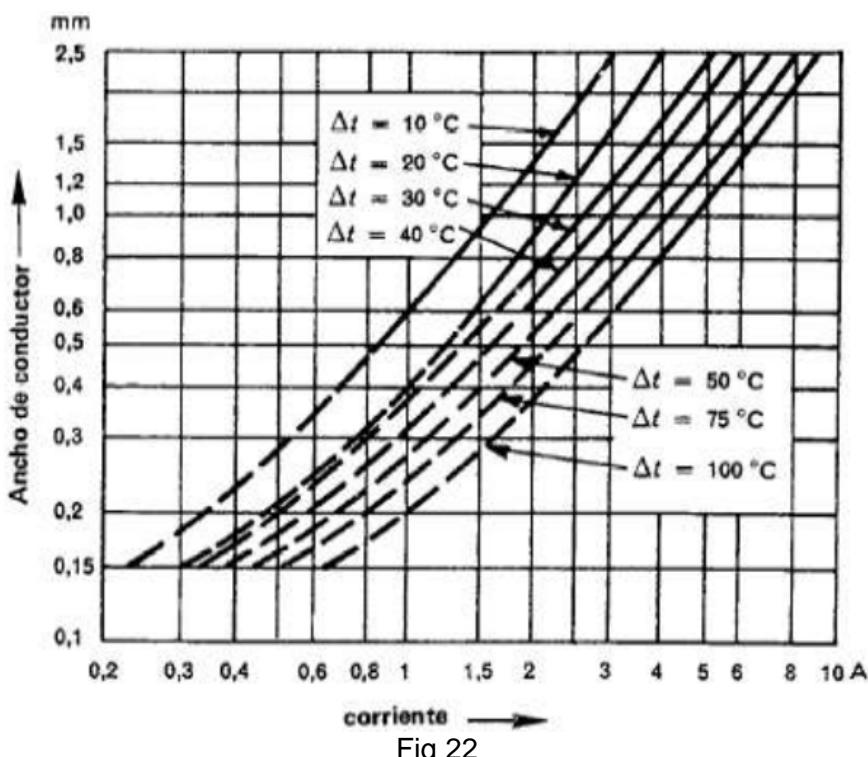
$$I_{min} = 150 / 20000 = 7.5 \text{ mA}$$

Unos **7mA**, garantizando así un amplio rango de amplitud de la corriente.

2.8 PLACA Y PISTAS DE CIRCUITO IMPRESO

La PCB utilizada será de doble cara pues el número de componentes nos permite que así sea y de este modo se reducen costes frente a PCB multicapas.

De acuerdo con las características especificadas en el enunciado del proyecto se pide que funcione correctamente a una temperatura de 75 °C y la corriente máxima que circulará por la pista será $\leq 0.5 \text{ A}$, por lo que de acuerdo con la norma UNE 20-621-84/3 (fig. 22), para una temperatura de 75 °C y una corriente de 0.5 A el ancho de pista será de 0.15 mm. Para garantizar un correcto funcionamiento, una fabricación más sencilla y mejorar la robustez del equipo se usarán anchos de pista de 40 mils para la alimentación y 25 mils para la señal.





2.9 ENVOLVENTE O CAJA

Tras haber analizado los productos de diferentes vendedores de envolventes, no se ha encontrado ninguna que se adapte a las necesidades, ya que necesitamos un tamaño específico para el LCD y el temporizador, así como ranuras para las salidas y los leds, por lo que optaremos por una caja plástica sencilla, por ejemplo de PVC, que será fácil de mecanizar.

Existen fabricantes como Bopla (www.bopla.es) que realizan cajas a medida pero debido a que no es necesaria una forma específica para la caja, se optará por crearla de forma manual para así abaratar costes.

3. DIAGRAMAS DE FLUJO (fig. 23)

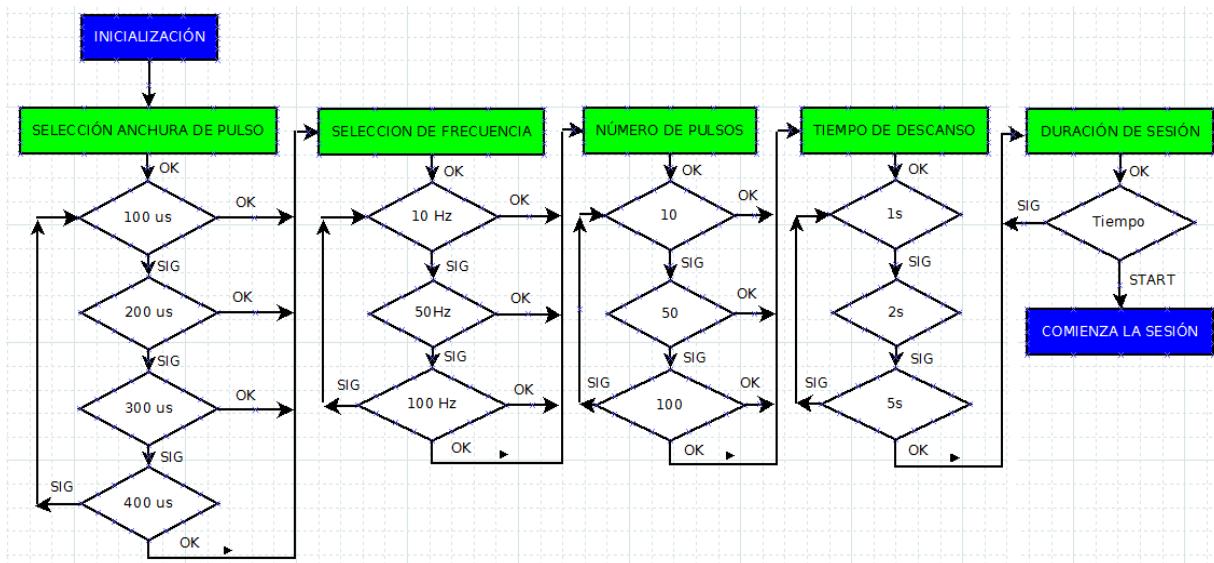


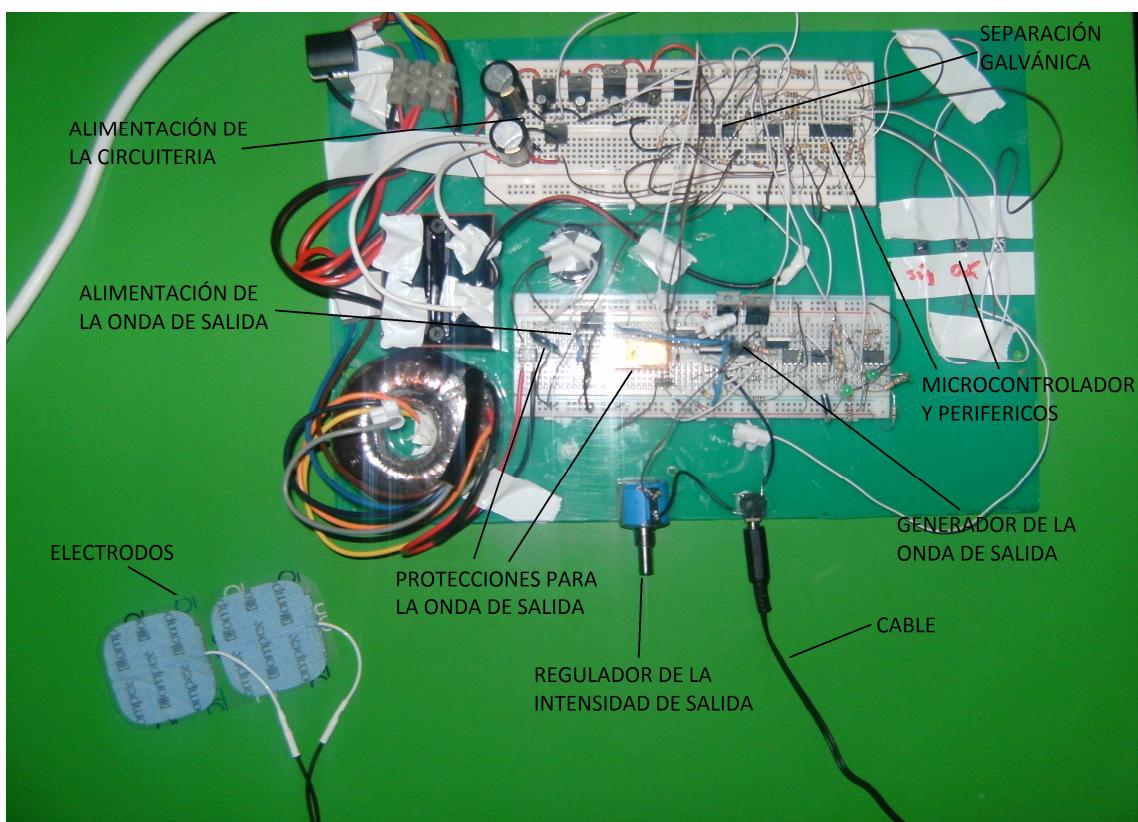
Fig 23

4. OTROS DOCUMENTOS

En una carpeta adherida en la documentación de la memoria se encuentran todos los PDFs de los componentes utilizados en la elaboración del proyecto.

Otro factor de importancia a la hora de comprender el proyecto es la realización de un prototipo lo más cercano posible a la realidad.

A continuación se expondrá una imagen de las diferentes partes del prototipo.



Bioestimulador muscular

**Pliego de
condiciones**

Volumen 5

Datos del proyecto

Número de volumen	Volumen 5.
Título	Bioestimulador muscular.
Documento	Pliego de condiciones.
Cliente	Manuel Torres Portero, profesor del departamento de Diseño y Fabricación de la Universidad de Zaragoza.
Autor	José Emilio Miranda Baile, estudiante de Ingeniería Técnica Industrial, electrónica industrial en la Universidad de Zaragoza

Fecha y Firma:

	<i>Bioestimulador muscular</i>	<i>Revisión nº: 0</i>
	<i>Pliego de condiciones</i>	

ÍNDICE:

1. Condiciones administrativas.....	1
1.1. Documentación del proyecto.....	1
1.2. Normativa y Reglamentación.....	1
1.3. Especificaciones generales.....	2
2. Pliego de condiciones técnicas.....	3
2.1. Características de los materiales.....	3
2.2. Normas de medición e inspección de los materiales.....	3
2.2.1. Ensayo de humedad.....	3
2.2.2. Ensayo de resistencia ante los golpes.....	3
2.2.3. Ensayo térmico.....	4
2.3. Verificaciones previas.....	4
2.4. Condiciones generales de elementos electrónicos utilizados.....	4
2.5. Condiciones generales de materiales electrónicos utilizados.....	5
2.6. Puesta en marcha del sistema y mantenimiento.....	5
2.7. Precauciones de uso.....	5
3. Condiciones económicas.....	6
3.1. Derechos y Deberes del contratista.....	6
3.1.1. Derechos.....	6
3.1.2. Deberes.....	6
3.2. Derechos y Deberes del contratante.....	7
3.2.1. Derechos.....	7
3.1.2. Deberes.....	7
3.3. Contrato.....	7
3.3.1. Formalización y extinción del contrato.....	7
3.3.2. Plazos de ejecución.....	8
3.3.3. Forma de pago.....	8
3.3.4. Fianza.....	8
3.4. Plazo de garantía.....	9

	<i>Bioestimulador muscular</i>	<i>Revisión nº: 0</i>
	<i>Pliego de condiciones</i>	

El documento que a continuación se describe tiene como objetivo general el establecimiento de las condiciones tecnológicas, económicas y administrativas que se han de cumplir de forma rigurosa en nuestro proyecto tales como plazos de ejecución, fianzas...

Así se pretende destacar los requisitos más importantes, entendiendo que la persona que nos ha efectuado el encargo se compromete a aceptar todas las condiciones o cláusulas expuestas.

1. CONDICIONES ADMINISTRATIVAS.

1.1. DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO.

1. Índice general.
2. Memoria.
3. Anexos.
4. Planos.
5. Pliego de condiciones.
6. Estado de mediciones.
7. Presupuesto.
8. Manual de instrucciones.

1.2. NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN.

Relación de códigos y títulos de las normativas UNE referentes al diseño de circuitos impresos y cableado de seguridad.

-NORMA UNE 20 524 75 (1) 1R

Técnicas de circuitos impresos: Parámetros fundamentales-Sistemas de cuadrícula.

-NORMA UNE 20 524 77 (2) 1R

Técnicas de circuitos impresos: Terminología.

-NORMA UNE 20 552 75

Diseño y utilización de componentes para cableados y circuitos impresos.

-NORMA UNE 20 552 77 1 C

Diseño y utilización de componentes para cableados y circuitos impresos.

-NORMA UNE 20 620 80 (1)

Materiales de base con recubrimiento metálico para circuitos impresos.

Materiales de base con recubrimiento metálico para circuitos impresos.

Métodos de ensayo.

-NORMA UNE 20 620 80 (2-0)

Materiales de base con recubrimiento metálico para circuitos impresos.

	<i>Bioestimulador muscular</i>	<i>Revisión nº: 0</i>
	<i>Pliego de condiciones</i>	

1.2.1. ESPECIFICACIONES GENERALES.

-**NORMA UNE 20 620 84 (2-0) 1C**

Materiales de base con recubrimiento metálico para circuitos impresos.

-**NORMA UNE 20 620 80 (2-1)**

Materiales de base con recubrimiento metálico para circuitos impresos.

-**NORMA UNE 20 620 80 (2-2)**

Materiales de base con recubrimiento metálico para circuitos impresos.

-**NORMA UNE 20 620 80 (2-3)**

Materiales de base con recubrimiento metálico para circuitos impresos.

-**NORMA UNE 20 620 80 (2-4)**

Materiales de base con recubrimiento metálico para circuitos impresos.

-**NORMA UNE 20 620 80 (2-5)**

Materiales de base con recubrimiento metálico para circuitos impresos.

-**NORMA UNE 20 620 80 (2-6)**

Materiales de base con recubrimiento metálico para circuitos impresos.

-**NORMA UNE 20 620 80 (2-7)**

Materiales de base con recubrimiento metálico para circuitos impresos.

-**NORMA UNE 20 620 80 (2-11)**

Materiales de base con recubrimiento metálico para circuitos impresos.

-**NORMA UNE 20 620 81 (2-12)**

Materiales de base con recubrimiento metálico para circuitos impresos.

-**NORMA UNE 20 620 81 (3-1)**

Materiales de base con recubrimiento metálico para circuitos impresos.

Especificaciones para materiales especiales.

-**NORMA UNE 20 620 80 (4)**

Materiales de base con recubrimiento metálico para circuitos impresos.

Hoja de cobre.

-**NORMA UNE 20 620 82 (5)**

Materiales de base con recubrimiento metálico para circuitos impresos.

Especificaciones para materiales flexibles. Laminado de cobre de película de poliéster.

-**NORMA UNE 20 621 80 (2)**

Circuitos impresos: métodos de ensayo.

-**NORMA UNE 20 621 82 (2) 1C**

Circuitos impresos: métodos de ensayo (Ensayos 3 C, 10 C, 14 A y 20 A).

-**NORMA UNE 20 621 85 (2) 2C**

Circuitos impresos: métodos de ensayo.

-**NORMA UNE 20 621 84 (3)**

Circuitos impresos: diseño y utilización de placa impresa.

-**NORMA UNE 20 621 85 (3) 1C**

Circuitos impresos: diseño y utilización de placa impresa.

-**NORMA UNE 20 621 84 (3)**

Circuitos impresos: especificación para placas impresas de simple y doble cara con agujeros metalizados.

-**NORMA UNE 20 622 81**

Código de símbolos para agujeros de circuito impreso.

-**NORMA UNE 20 432 1**

Cables de seguridad. No-propagación de llamas.

-**NORMA UNE 20 432 3**

Cables de seguridad. No-propagación de incendios.

-**NORMA UNE 20 427**

Cables de seguridad. No-propagación de incendios.

	<i>Bioestimulador muscular</i>	<i>Revisión nº: 0</i>
	<i>Pliego de condiciones</i>	

-*NORMA UNE 21 174*

Cables de seguridad. Toxicidad.

-*NORMA UNE 21 172 1*

Cables de seguridad. Sin desprendimiento de humos opacos (Transmitancia luminosa).

-*NORMA UNE 21 172 2*

Cables de seguridad. Sin desprendimiento de humos opacos (Transmitancia luminosa).

2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.

A continuación se detallan las condiciones tecnológicas y de fabricación que han de llevarse a cabo de forma obligatoria por parte de los fabricantes para un correcto funcionamiento del proyecto. Por tanto en caso de no seguirse dichas condiciones el proyectista no se hace cargo del malfuncionamiento del mismo y las responsabilidades se atribuirán a las personas encargadas de su fabricación.

2.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.

Todos los elementos del proyecto, tanto los componentes utilizados en la PCB como cables, etc. se fabricarán con un grado de calidad suficiente para garantizar su correcto funcionamiento en un centro de medicina deportiva y teniendo en cuenta las especificaciones técnicas que se nos pide. Así se establecen unos rangos de temperatura entre 0º y 75º y un rango de humedad relativa entre el 5% y el 85%, condiciones que ha de poder soportar sin problema alguno nuestro sistema.

2.2. NORMAS DE MEDICIÓN E INSPECCIÓN DE LOS MATERIALES.

2.2.1. ENSAYO DE HUMEDAD.

Se someterá al proyecto a niveles de humedad dentro del rango que se nos pide y se garantizará el correcto funcionamiento del bioestimulador sin degradación de ninguna de sus partes.

La normativa que regula estos ensayos es UNE-EN ISO 6270.

2.2.2. ENSAYO DE RESISTENCIA ANTI-GOLPES.

Existen diferentes ensayos para garantizar la resistencia ante los golpes, estableciendo así unos valores que garanticen el correcto funcionamiento del sistema ante golpes de magnitud media.

La normativa que regula estos ensayos es

	<i>Bioestimulador muscular</i>	<i>Revisión nº: 0</i>
	<i>Pliego de condiciones</i>	

2.2.3. ENSAYO TÉRMICO.

Se someterá al proyecto a unos rangos de temperatura dentro del intervalo especificado en las características previstas del aparato, garantizando en todo momento el correcto funcionamiento sin degradación del proyecto siempre que nos encontremos dentro de dicho rango.

La normativa que regula estos ensayos es UNE-EN 60068.

2.3. VERIFICACIONES PREVIAS.

Una vez materializado el proyecto y cumpliendo este con todas las normas y ensayos normalizados correspondientes, se llevará a cabo un análisis para comprobar que cumple con todas las características especificadas por el cliente.

Para ello:

-Someteremos al bioestimulador a situaciones de sobrecarga para observar que los limitadores funcionan correctamente, ya que de lo contrario el cliente podría llegar a sufrir daños físicos.

-Se llevará a cabo una inspección visual para garantizar que las serigrafías están en sus lugares correctos, es decir que por ejemplo a la salida del bioestimulador le corresponda una serigrafía que indique que es ahí donde se encuentra la salida, pues en caso contrario el aparato no cumpliría con los requisitos de diseño.

- Aunque ya se ha elaborado para que soporte los rangos de temperatura y humedad pertinentes, llevaremos a cabo una última prueba para garantizar su funcionamiento en condiciones extremas dentro de los valores de dichos rangos.

-Además el producto habrá de pasar un exhaustivo análisis para conseguir el marcado CE, que permita de este modo su comercialización en la Unión Europea y garantiza que se trata de un sistema seguro.

2.4. CONDICIONES GENERALES DE ELEMENTOS ELECTRÓNICOS UTILIZADOS

Los elementos elegidos han de cumplir con las características establecidas, no solo en lo que se refiere a su valor (por ejemplo faradios, ohmios), sino también en sus magnitudes de corriente, tensión y potencia que pueden soportar ya que son los valores obtenidos para un correcto funcionamiento. Por tanto si dichos valores fueran cambiados por el fabricante, el proyectista quedaría exento de toda responsabilidad.

	<i>Bioestimulador muscular</i>	<i>Revisión nº: 0</i>
	<i>Pliego de condiciones</i>	

2.5. CONDICIONES GENERALES DE MATERIALES ELECTRÓNICOS UTILIZADOS.

Se han de utilizar materiales que soporten sin problema alguno las condiciones de trabajo. Así destacaremos por ejemplo el material base de la PCB que ha de soportar el rango de temperaturas que se nos demanda.

Otro material que hemos de elegir será el de la envolvente del bioestimulador, que en nuestro caso será un material tipo plástico PVC, que resulta fácil de mecanizar para obtener una caja adaptada a nuestras necesidades y que es lo suficiente resistente como para trabajar en un centro de medicina deportiva.

El sistema ha de funcionar satisfactoriamente en un entorno electromagnético sin introducir perturbaciones electromagnéticas intolerables para cualquier otro dispositivo situado en el entorno, para ello la caja cumplirá con lo dictado en la Directiva de Compatibilidad Electromagnética (EMC). Una buena solución para reducir interferencias electromagnéticas radiadas es conectar la tierra del sistema a masa y utilizar un conector que filtre las posibles perturbaciones. En cuanto al diseño de la PCB también se tendrán en cuenta los posibles aspectos que puedan causar perturbaciones (bucles, pistas sin conectar...)

En cuanto a los cables utilizados para llevar a cabo la conexión eléctrica los elegiremos de cobre cubierto de un material aislante que además permita evitar interferencias.

2.6. PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA Y MANTENIMIENTO.

El bioestimulador muscular llegará a los consumidores correctamente montado y embalado. Así si el usuario detectara alguna anomalía en la carcasa, dispone de una garantía que le garantiza su cambio por otra unidad no dañada.

Se pondrá a disposición del cliente un manual de instrucciones y por si este quedase con alguna duda dispondrá de una forma de contacto, ya sea e-mail o teléfono para solventarla.

En caso de malfuncionamiento del bioestimulador muscular, el cliente se pondrá en contacto con el fabricante por uno de los medios anteriormente citados y se le entregará una nueva unidad.

2.7. PRECAUCIONES DE USO.

Debido a las corrientes que puede suministrar el aparato habrá que tener precaución a la hora de manejar este aparato pues es capaz de suministrar hasta 100 mA, los cuales son suficientes para dañar a una persona. Sin embargo teniendo en cuenta las normas de precaución habituales (como no tocar contactos metálicos mientras esté encendido el aparato) no existe riesgo alguno si es manipulada por personas con mínimas nociones de electrónica.

	<i>Bioestimulador muscular</i>	<i>Revisión nº: 0</i>
	<i>Pliego de condiciones</i>	

Para un correcto funcionamiento:

- Se llevaran a cabo unas tareas mínimas de mantenimiento por personal cualificado.
- No se abrirá la envolvente bajo ningún concepto y mucho menos se manipulará su interior a no ser que se trate de personal cualificado.
- Se respetaran los rangos de utilización de temperatura y humedad dados por el fabricante.
- Se evitara el contacto con agua

3. CLAUSULAS ECONÓMICAS.

3.1. DERECHOS Y DEBERES DEL CONTRATISTA.

3.1.1. DERECHOS.

1. El contratista tiene derecho a cobrar en un plazo máximo de mes y medio desde la expedición de documentos que acrediten su realización.
2. Superado este plazo de mes y medio el contratista tiene derecho a cobrar un 15% más de lo estipulado.
3. Tiene derecho a anular el contrato si la demora en el pago es superior a 5 meses. Aunque siempre está situación habrá de ser comunicada al contratante y a la administración correspondiente para quedar exento de cualquier obligación legal.
4. Tiene derecho a un aumento en el plazo de entrega en caso de que el contratante haya modificado el objetivo inicial.
5. Si el contratante no diera el visto bueno al proyecto entregado, el contratista puede optar por dejar la supervisión en manos de un dictamen pericial.

3.1.2. OBLIGACIONES.

1. Tiene la obligación de tener el proyecto acabado para la fecha acordada.
2. Tiene la obligación de cumplir al pie de la letra todas las condiciones del contratante y en caso de no ser así se habrá de notificar dicha situación al contratante que decidirá si acepta dichas variaciones.
3. Si se excede de 6 meses la fecha de entrega se pagara en términos económicos todos los perjuicios que se haya ocasionado al contratante y se tendrá obligación de proporcionar el proyecto bajo coste cero.

	<i>Bioestimulador muscular</i>	<i>Revisión nº: 0</i>
	<i>Pliego de condiciones</i>	

3.2. DERECHOS Y DEBERES DEL CONTRATANTE.

3.2.1. DERECHOS.

1. En caso de incumplimiento de la fecha límite de entrega del proyecto al contratante, este último abonara únicamente 3 cuartas partes de lo acordado en el caso de que no se exceda de 3 meses.
2. En caso de una mayor demora el contratista podrá optar por anular el pedido sin tener que ejecutar pago alguno o por pagar únicamente la mitad de lo acordado, en caso de que siga interesado en el proyecto.
3. Derecho de producir cambios en el proyecto encargado, siempre poniendo un nuevo plazo de entrega y asumiendo el nuevo coste.

3.2.2. DEBERES.

1. Debe realizar un pliego de condiciones para que el contratista tenga claro que es lo que se espera que lleve a cabo.
2. Debe supervisar que el contratista lleve a cabo el proyecto cumpliendo las especificaciones que el mismo le ha dado.
3. Deberá comunicar al contratista los cambios que desee llevar a cabo con respecto al diseño original, otorgando siempre al contratista un nuevo plazo de finalización que será fruto de un acuerdo entre ambos.

El contrato tendrá carácter de documento privado, pudiendo ser elevado a público a instancias de una de las partes, siendo en este caso a cuenta del comprador los gastos que ello origine.

3.3. CONTRATO.

3.3.1. FORMALIZACIÓN Y EXTINCIÓN DEL CONTRATO.

El contratante, dentro de los quince días siguientes a la comunicación de la adjudicación y a simple requerimiento de la empresa fabricante, depositará la fianza definitiva y formalizará el contrato en el lugar y fecha que se le notifique oficialmente.

El contrato tendrá carácter de documento privado, pudiendo ser elevado a público a instancias de una de las partes, siendo en este caso a cuenta del comprador los gastos que ello origine.

Una vez depositada la fianza definitiva y firmado el contrato, la empresa procederá, a petición del interesado, a devolver la fianza provisional, si la hubiera.

Cuando por causas imputables al comprador no se pudiera formalizar el contrato en el plazo previsto, la empresa podrá proceder a anular la adjudicación con incautación de la fianza provisional, si la hubiera. El contrato con la empresa encargada de la producción estará correctamente establecido. En caso de abandono,

	<i>Bioestimulador muscular</i>	<i>Revisión nº: 0</i>
	<i>Pliego de condiciones</i>	

incumplimiento de contrato o de retraso en la finalización del bioestimulador, la empresa contratante podrá penalizar a la encargada de la producción con multas y hasta incluso con la anulación del contrato. Se entenderá causa de anulación del contrato:

- El no cumplimiento con los plazos de pago.
- La divulgación, completa o parcial, de cualquier información técnica del proyecto por parte del comprador.
- El cobro por cualquier información técnica a cualquier persona ajena a la empresa contratista.

3.3.2. PLAZOS DE EJECUCIÓN.

Se fijaran desde el comienzo los plazos parciales si existiesen y el plazo final que el contratista debe de cumplir de forma rigurosa.

En este caso puesto que se trata de un bioestimulador muscular se establece únicamente un plazo final que se corresponde con el momento en que el encargo ha sido concluido y dicho plazo quedará fijado.

3.3.3. FORMA DE PAGO.

Ambas partes establecerán en consenso las condiciones de pago que se habrán de reflejar en un contrato, en el que aparecerán los datos del comprador, la fecha de pedido, de entrega, la cantidad y habrá de quedar reflejado que ambas partes se comprometen en caso de incumplimiento del mismo a abonar las sanciones económicas pertinentes.

En los precios se entiende que los fabricantes han finalizado todas las tareas que corresponden a la manipulación, embalaje, seguros, etc. además de las tareas que inciden en el proceso de fabricación y montaje. En consecuencia el adjudicatario no podrá exigir el pago de cantidad alguna por este concepto.

3.3.4. FIANZA.

Se fijara en el contrato la cantidad de la fianza que el contratista ha de aportar, lo que sirve como garantía a la otra parte de que este va a cumplir con su trabajo.

En caso de que el contratista no cumpliera su parte y no llevase a cabo el proyecto o no lo finalizase, el contratante se lo puede encargar a un tercero quedando exento de devolver el dinero de la fianza.

En caso de un correcto cumplimiento de contrato se abonara al contratista la fianza en un plazo no superior a un mes una vez recibido el encargo.

	<i>Bioestimulador muscular</i>	<i>Revisión nº: 0</i>
	<i>Pliego de condiciones</i>	

3.4. PLAZO DE GARANTÍA.

Al bioestimulador muscular se le atribuirá una garantía de 2 años desde que este sea recibido por el cliente, garantizando que no existen fallos de diseño, ni de componentes o materiales utilizados.

En caso de que el aparato no presente un funcionamiento adecuado, si el encargo hubiera sido elevado, se enviará (sin recargo alguno en el precio) a un grupo de ingenieros que evaluarán los aparatos y procederán a su reparación o sustitución en un plazo inferior a 1 semana.

Si se trata de pequeños pedidos se procederá a su reparación o sustitución en un plazo máximo de dos semanas, también sin recargo alguno en el precio.

Si el encargo es de ámbito internacional se llevaría a cabo la solución más factible garantizando siempre un tiempo de actuación inferior a 2 semanas y con coste cero.

Esta garantía no contempla:

- Tareas de mantenimiento no apropiadas, como utilización de componentes no adecuados.
- Golpes u otros daños que no dependan del fabricante.

Bioestimulador muscular

**Estado de las
mediciones**

Volumen 6

Datos del proyecto

Número de volumen	Volumen 6.
Título	Bioestimulador muscular.
Documento	Estado de las mediciones.
Cliente	Manuel Torres Portero, profesor del departamento de Diseño y Fabricación de la Universidad de Zaragoza.
Autor	José Emilio Miranda Baile, estudiante de Ingeniería Técnica Industrial, electrónica industrial en la Universidad de Zaragoza

Fecha y Firma:

	<i>Bioestimulador muscular</i>	<i>Revisión nº: 0</i>
	<i>Estado de las mediciones</i>	<i>08/04/2013</i>

ÍNDICE

1. Estado de las mediciones.....	1
1.1. Partida de componentes internos de la PCB.....	1
1.1.1 PCB general.....	1
1.1.2 PCB módulo LCD.....	2
1.2. Partida de componentes externos a la PCB.....	2
1.3. Partida de mano de obra.....	3
1.4. Partida de ensayos y verificación.....	3

	<i>Bioestimulador muscular</i>	<i>Revisión nº: 0</i>
	<i>Estado de las mediciones</i>	<i>08/04/2013</i>

1. ESTADO DE LAS MEDICIONES

1.1 PARTIDA DE COMPONENTES INTERNOS DE LA PCB

1.1.1 PCB GENERAL

Descripción	Encapsulado	Fabricante	Cantidad
Amplificador operacional	DIP 8	STMicroelectronics	8
Puente 4 diodos	Puente 4 D	DIODES	3
Condensador Convencional	C cerámicos	Kemet	3
Condensador Electrolítico	C (25V,47uF)	Panasonic	4
Condensador Electrolítico	C (25V,4700uF)	Panasonic	2
Condensador Electrolítico	C (180V,220uF)	Nichicon	2
Condensador Convencional	C cerámicos	Kemet	1
Condensador Convencional	C cerámicos	Kemet	1
Condensador Convencional	C cerámicos	Kemet	1
Jack hembra	Jack	Johnson components	2
Diodo Rectificador	DO-35	DIODES	12
Diodo Zéner	DO-zener 150V	ON Semiconductor	2
Diodo Zéner	DO-41	ON Semiconductor	2
Porta fusible	fuse(200mA)	Littelfuse	1
Conector de 4	REGSONB4	FCI	1
Conector de 2	REGSONB2	FCI	14
Conector de 1	REGSONB1	FCI	1
Conector de 6	REGSONB6	FCI	1
Microcontrolador	DIP-16	Freescale	1
transistor PNP	TO 220	THOSIBA	4
transistor NPN	SOT 32	STMicroelectronics	5
transistor NPN	TO 220	THOSIBA	12
Resistencia 240 Ω	CFR 25	TE Connectivity	5
Resistencia 20 K Ω	CFR 25	TE Connectivity	5
Resistencia 10 KΩ	CFR 25	TE Connectivity	11
Resistencia 1 KΩ	CFR 25	TE Connectivity	5
Resistencia 10 MΩ	CFR 25	TE Connectivity	3
Resistencia 90 KΩ	CFR 25	TE Connectivity	1
Resistencia 40 KΩ	CFR 25	TE Connectivity	2
Resistencia 60 Ω	CFR 25	TE Connectivity	1
Resistencia 470 Ω	CFR 25	TE Connectivity	4
Resistencia 2 KΩ	CFR 25	TE Connectivity	4
Resistencia 40 Ω	CFR 25	TE Connectivity	2
Resistencia 6 Ω	CFR 25	TE Connectivity	2
Resistencia 100 Ω	CFR 25	TE Connectivity	3
Relé PCB 2 Contactos	FINDER 40.31	Finder	3
Resistencia convencional	CFR 25	TE Connectivity	8
trafo encapsulado	Trafo 230/15/15	Mirra	1
transistor optoacoplado	DIP-6	Fairchild	4
Regulador de tensión 15 V	TO 220	Texas Instruments	1

	<i>Bioestimulador muscular</i>	<i>Revisión nº: 0</i>
	<i>Estado de las mediciones</i>	<i>08/04/2013</i>

Regulador de tensión 12 V	TO 220	Texas Instruments	1
Regulador de tensión 5 V	TO 220	Texas Instruments	1
Regulador de tensión 3.3 V	TO 220	Rohm semiconductors	1
Regulador variable	TO 220	Texas Instruments	1
Regulador de tensión -15 V	TO 220	Texas Instruments	1
Varistor 180V DC	MOV-14D221K	Bourns	2

1.1.2 PCB MODULO LCD

Descripción	Encapsulador	Fabricante	Cantidad
Condensador Convencional	C cerámico	Kemet	1
Conector de 2	REGSONB2	FCI	1
Conector de 12	REGSONB12	FCI	1
transistor PNP	TO 92	Fairchild	1
Potenciómetro	pot	Panasonic	1
transistor NPN	TO 92	Fairchild	1
Resistencia 100 K Ω	CFR25	TE Connectivity	1
Resistencia 690 Ω	CFR25	TE Connectivity	1
Resistencia 22 K Ω	CFR25	TE Connectivity	1
Resistencia 6.8 Ω	CFR25	TE Connectivity	1
LCD	PC1602-F	Pacific Display Devices	1
Conector LCD - PCB	Conector macho	FCI	1

1.2 PARTIDA DE COMPONENTES EXTERNOS A LA PCB

Descripción	Fabricante	Cantidad
Interruptor	Arcolectric	1
Pulsador Convencional	Panasonic	2
Potenciómetro	TT Electronics	2
trafo toroidal	Triad	1
Temporizador	Fackelmann	1
Fusible	Littelfuse	1
Led rojo	Kingbright	2
Led verde	Kingbright	2
Cable y electrodos	Compex	2
Conector EMI	Schaffner	1
Cable de red	RS	1
Enchufe	RS	1
Placa de circuito impreso LCD	Eurocircuits	1
Placa de circuito impreso	Eurocircuits	1
Tornillos	Index	4
Tacos	Index	4
Caja		1
Cable rígido (m)	RS	2

	<i>Bioestimulador muscular</i>	<i>Revisión nº: 0</i>
	<i>Estado de las mediciones</i>	<i>08/04/2013</i>

1.3 PARTIDA DE MANO DE OBRA

Descripción	Empresa	Tiempo(min)
Montaje de la PCB	MicroCirtec	20
Montaje de la caja	MicroCirtec	20
Instalación del sistema	Cetelec 30	30

1.4 PARTIDA DE ENSAYOS Y VERIFICACIÓN

Descripción	Empresa	Tiempo(min)
Verificación de la PCB	Tedisa	30
Inspección de la caja	Microcirtec	5
Verificación del sistema completo	Inalvi	60
Ensayo de resistencia.	ITA	20
Ensayo de humedad y temperatura	ITA	20

Bioestimulador muscular

Presupuesto

Volumen 7

Datos del proyecto

Número de volumen	Volumen 7.
Título	Bioestimulador muscular.
Documento	Presupuesto.
Cliente	Manuel Torres Portero, profesor del departamento de Diseño y Fabricación de la Universidad de Zaragoza.
Autor	José Emilio Miranda Baile, estudiante de Ingeniería Técnica Industrial, electrónica industrial en la Universidad de Zaragoza

Fecha y Firma:

	<i>Bioestimulador muscular</i>	<i>Revisión nº: 0</i>
	<i>Presupuesto</i>	<i>08/04/2013</i>

ÍNDICE

1. Introducción.....	1
2. Presupuesto.....	1
2.1. Partida de componentes internos de la PCB.....	1
2.1.1 PCB general.....	1
2.1.2 PCB módulo LCD.....	2
2.2. Partida de componentes externos a la PCB.....	3
2.3. Partida de mano de obra.....	3
2.4. Partida de ensayos y verificación.....	3
2.5. Total.....	4

	<i>Bioestimulador muscular</i>	<i>Revisión nº: 0</i>
	<i>Presupuesto</i>	<i>08/04/2013</i>

1. INTRODUCCIÓN

Este documento presenta el coste aproximado de los componentes utilizados, de la mano de obra y de los ensayos que garantizan el correcto funcionamiento del bioestimulador muscular en el ambiente previsto.

El presupuesto se ha dividido en varios bloques, así distinguimos componentes internos de la pcb, componentes externos de la pcb, mano de obra y ensayos.

El presupuesto total obtenido no será exacto ya que dependerá de varios factores, como por ejemplo a la hora de encargar los componentes, el precio de estos variara según la cantidad demandada, el cálculo hallado para la mano de obra dependerá no solo de las personas que lleven a cabo las tareas sino de la maquinaria de que se disponga.

2. PRESUPUESTO

2.1 PARTIDA DE COMPONENTES INTERNOS DE LA PCB

2.1.1 PCB GENERAL

Componente	Id Particular	Proveedor	Cantidad	€ / unidad	€ / total
Amplificador operacional	A.O. LF351	STMicroelectronics	8	0,65	5,2
Puente 4 diodos	Puente 4 D	DIODES	3	0,41	1,23
Condensador Convencional	100 nF	Kemet	3	0,48	1,44
Condensador Electrolítico	47uF (25V)	Panasonic	4	0,174	0,696
Condensador Electrolítico	2700uF (25V)	Panasonic	2	2,19	4,38
Condensador Electrolítico	220uF (180V)	Nichicon	2	2,39	4,78
Condensador Convencional	0.1uF	Kemet	1	0,268	0,268
Condensador Convencional	120pF	Kemet	1	0,35	0,35
Condensador Convencional	100pF	Kemet	1	0,27	0,27
Jack hembra	Conector Jack	Johnson components	2	0,68	1,36
Diodo Rectificador	DIODO 1N4148	DIODES	12	0,064	0,768
Diodo Zéner	ZENER 150V	ON Semiconductor	2	0,882	1,764
Diodo Zéner	ZENER 3.9V	ON Semiconductor	2	0,31	0,62
Porta fusible	P fuse(200mA)	Littelfuse	1	0,5	0,5
Conecotor de 4	Conecotor4	FCI	1	0,79	0,79
Conecotor de 2	Conecotor2	FCI	14	0,44	6,16
Conecotor de 1	CON1	FCI	1	0,3	0,3
Conecotor de 6	Conecotor6	FCI	1	1,18	1,18
Microcontrolador	MC9S08QG8	Freescale	1	1,54	1,54
transistor PNP	2SA1930	THOSIBA	4	0,77	3,08
transistor NPN	BD139	STMicroelectronics	5	0,34	1,7
transistor NPN	2SC5171	THOSIBA	12	0,6	7,2
Resistencia convencional	240 Ω	TE Connectivity	5	0,02	0,1
Resistencia convencional	20K	TE Connectivity	5	0,034	0,17
Resistencia convencional	10K	TE Connectivity	11	0,034	0,374
Resistencia convencional	1K	TE Connectivity	5	0,034	0,17

	<i>Bioestimulador muscular</i>	<i>Revisión nº: 0</i>
	<i>Presupuesto</i>	08/04/2013

Resistencia convencional	10M	TE Connectivity	3	0,034	0,102
Resistencia convencional	90K	TE Connectivity	1	0,02	0,02
Resistencia convencional	40K	TE Connectivity	2	0,02	0,04
Resistencia convencional	60 Ω	TE Connectivity	1	0,02	0,02
Resistencia convencional	470 Ω	TE Connectivity	4	0,02	0,08
Resistencia convencional	2K	TE Connectivity	4	0,02	0,08
Resistencia convencional	40 Ω	TE Connectivity	2	0,02	0,04
Resistencia convencional	6 Ω	TE Connectivity	2	0,02	0,04
Resistencia convencional	100 Ω	TE Connectivity	3	0,02	0,06
Relé PCB 2 Contactos	RELE FINDER 40.31	Finder	3	4,75	14,25
Resistencia convencional	100K (2%)	TE Connectivity	8	0,06	0,48
trafo encapsulado	230/15/15 (12VA)	Mirra	1	9,4	9,4
transistor optoacoplado	4N25	Fairchild	4	0,57	2,28
Regulador de tensión 15 V	LM78M15	Texas Instruments	1	0,355	0,355
Regulador de tensión 12 V	LM78M12	Texas Instruments	1	0,58	0,58
Regulador de tensión 5 V	LM78M05	Texas Instruments	1	0,7	0,7
Regulador de tensión 3.3 V	BA033T	Rohm semiconductors	1	1,18	1,18
Regulador variable	LM350T	Texas Instruments	1	1,01	1,01
Regulador de tensión -15 V	LM79M05	Texas Instruments	1	0,77	0,77
Varistor 180V DC	VAR (180V)	Bourns	2	0,238	0,476
TOTAL					78,35

2.1.2 PCB MODULO LCD

Componente	Id particular	Proveedor	Cantidad	€ / unidad	€ / total
Condensador Convencional	100nF	Kemet	1	0,48	0,48
Conecotor de 2	Conecotor	FCI	1	0,44	0,44
Conecotor de 12	Conecotor12	FCI	1	1,9	1,9
transistor PNP	BC557	Fairchild	1	0,17	0,17
Potenciómetro	10K	Panasonic	1	0,11	0,11
transistor NPN	BC547	Fairchild	1	0,16	0,16
Resistencia convencional	100K	TE Connectivity	1	0,034	0,034
Resistencia convencional	690 Ω	TE Connectivity	1	0,02	0,02
Resistencia convencional	22K	TE Connectivity	1	0,02	0,02
Resistencia convencional	6.8 Ω	TE Connectivity	1	0,034	0,034
LCD	PC1602-F	Pacific Display Devices	1	10,11	10,11
Conecotor LCD - PCB	Conecotor macho	FCI	1	0,736	0,736
TOTAL					14,21

	<i>Bioestimulador muscular</i>	<i>Revisión nº: 0</i>
	<i>Presupuesto</i>	<i>08/04/2013</i>

2.2 PARTIDA DE COMPONENTES EXTERNOS A LA PCB

Componente	Frabricante	Cantidad	€ / unidad	€ / total
Interruptor	Arcolectric	1	1,14	1,14
Pulsador Convencional	Panasonic	2	0,75	1,5
Potenciómetro	TT Electronics	2	5,85	11,7
trafo toroidal	Triad	1	25,24	25,24
Temporizador	Fackelmann	1	3	3
Fusible	Littelfuse	1	0,87	0,87
Led rojo	Kingbright	2	0,15	0,3
Led verde	Kingbright	2	0,15	0,3
Cable y electrodos	Compex	2	3,40	6,8
Conecotor EMI	Schaffner	1	7,39	7,39
Cable de red	RS	1	0,9	0,9
Enchufe	RS	1	0,4	0,4
Placa de circuito impreso LCD	Eurocircuits	1	4	4
Placa de circuito impreso	Eurocircuits	1	10	10
Tornillos	Index	4	0,02	0,08
Tacos	Index	4	0,02	0,08
Caja		1	5	5
Cable rígido (m)	RS	2	0,4	0,8
TOTAL				79,5

2.3 PARTIDA DE MANO DE OBRA

Descripción	Empresa	Tiempo(min)	€ / hora	€ /total
Montaje de la PCB	MicroCirtec	20	9	3
Montaje de la caja	MicroCirtec	20	9	3
Instalación del sistema	Cetelec 30	30	10	5
TOTAL				11

2.4 PARTIDA DE ENSAYOS Y VERIFICACIÓN

Descripción	Empresa	Tiempo(min)	€ / hora	€ /total
Verificación de la PCB	Tedisa	30	15	7,5
Inspección de la caja	Microcirtec	5	12	1
Verificación del sistema completo	Inalvi	60	10	10
Ensayo de resistencia.	ITA	20	9	3
Ensayo de humedad y temperatura	ITA	20	9	3
TOTAL				24,5

	<i>Bioestimulador muscular</i>	<i>Revisión nº: 0</i>
	<i>Presupuesto</i>	<i>08/04/2013</i>

2.5 TOTAL

Descripción	Precio €
Componentes internos PCB general	78,35
Componentes internos PCB LCD	14,21
Componentes externo a las PCB	79,5
Partida de mano de obra	11
Partida de ensayos y verificación	24,5
TOTAL	207,56

De este modo el coste total aproximado será de 207,56 €

Bioestimulador

Muscular

Manual de

instrucciones

Volumen 8

Datos del proyecto

Número de volumen	Volumen 8.
Título	Bioestimulador muscular.
Documento	Manual de instrucciones.
Cliente	Manuel Torres Portero, profesor del departamento de Diseño y Fabricación de la Universidad de Zaragoza.
Autor	José Emilio Miranda Baile, estudiante de Ingeniería Técnica Industrial, electrónica industrial en la Universidad de Zaragoza

Fecha y Firma:

	<i>Bioestimulador muscular</i>	<i>Revisión nº: 1</i>
	<i>Manual de instrucciones</i>	29/04/2013

INDICE:

1. Generalidades.....	1
1.1. Descripción general del equipo.....	2
1.2. Características técnicas.....	2
2. Instalación y calibrado.....	4
3. Descripción de controles.....	5
4. Manejo del equipo.....	5
4.1. Colocación de los electrodos.....	6
4.2. Relación cronica – reobase.....	13
4.3. Utilización para diferentes tratamientos.....	14
5. Mantenimiento y limpieza del equipo.....	14
6. Medidas de seguridad y precauciones de uso.....	15
6.1. Importantes instrucciones y explicaciones.....	15
6.2. Normas para la previsión de accidentes.....	16
6.3. Personal cualificado.....	16
6.4. Responsabilidad.....	16
7. Lista de componentes.....	17
8. Prontuario de averías más frecuente.....	17
9. Garantía.....	17

	<i>Bioestimulador muscular</i>	<i>Revisión nº: 1</i>
	<i>Manual de instrucciones</i>	29/04/2013

1. GENERALIDADES

!!!!IMPORTANTE!!!!



Lea detenidamente este documento y si tiene algún problema llame o contacte con su vendedor. El no respetar las siguientes indicaciones puede causar daños en el sistema y ser peligroso para su salud.

SEGURIDAD:

El bioestimulador muscular cumple con las normas de seguridad establecidas para los instrumentos electrónicos de medicina deportiva según la norma ISO-13485. Su zona de operación está limitada para ambientes secos.

Si su uso es adecuado se garantiza un servicio seguro del bioestimulador muscular. No se garantiza la seguridad si el aparato es operado inadecuadamente o es tratado descuidadamente. En caso de daños visibles, se recomienda la retirada del aparato por motivos de seguridad.

Antes de conectar el equipo por primera vez, revisar si la carcasa y los elementos de mando están en orden, en caso contrario avisar a su proveedor y poner fuera de servicio el aparato hasta que un técnico haya evaluado el caso.

Realizar las conexiones de los electrodos al paciente sólo cuando el aparato esté conectado y asegurando que los reguladores de corriente de salida están al mínimo.

Los equipos que generan Ondas Tens han sido diseñados para lograr una estimulación de los nervios motores, con la mayor penetración o profundidad posible, y con la menor sensación dolorosa para el paciente. La Electroterapia para la rehabilitación de músculos denervados o debilitados, se usó por más de 50 años, pero en 1977 un médico Ruso llamado Y. Kotz descubrió que una onda en particular, producía el efecto deseado de una contracción profunda con una sensación dolorosa del paciente relativamente baja.

EL aparato produce trenes de ondas del tipo Rusas, con un pulso rectangular bifásico simétrico, con una variación de los parámetros de ANCHURA y FRECUENCIA y ambos tipos de pulsos, puede crear infinidad de combinaciones, para las más diversas aplicaciones, brindándole a usted un equipo de altas prestaciones.

Algunos de los beneficios logrados con estas técnicas, son:

	<i>Bioestimulador muscular</i>	<i>Revisión nº: 1</i>
	<i>Manual de instrucciones</i>	29/04/2013

- Mayor y más rápido aumento del tono muscular localizado que otro sistema de entrenamiento (glúteos, abdominales, muslos,...).
- Mayor volumen muscular que con el entrenamiento con sobrecargas
- Más aumento de fuerza explosiva que el entrenamiento voluntario
- Excelente masaje y perfecta recuperación de lesiones (piernas pesadas, contracturas,...).
- Regeneración y oxigenación de tejidos aumentada por cinco
- Aumento de la resistencia local por transformación de fibras intermedias en lentas.
- Disminución de lesiones y de fatiga en deportistas
- Ganancia de tiempo para dedicarlo a estas técnicas

1.1 DESCRIPCION GENERAL DEL EQUIPO:

El bioestimulador muscular ofrece 2 canales de estimulación corporal. Ambos canales tendrán los mismos parámetros de frecuencia, anchura de pulso y número de pulsos por segundo, elegidos mediante los botones situados junto a la pantalla LCD, para poder trabajar con ambas extremidades al mismo tiempo. Las salidas están debidamente protegidas ante subidas de tensión o corriente. El control de la intensidad sí que será independiente dando así la posibilidad de trabajar diferentes grupos musculares al mismo tiempo. Ese control se realizará mediante los reguladores colocados en la parte frontal del aparato.

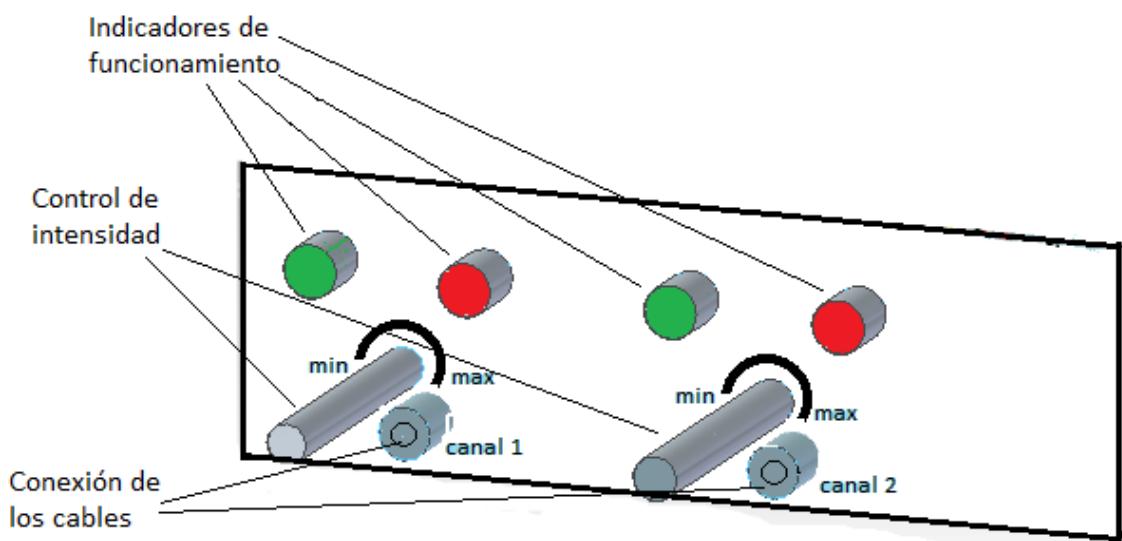
Para indicar el correcto funcionamiento o posible fallo del aparato, viene provisto de unos leds indicadores del estado en que se encuentra el aparato.

En la parte posterior se encuentra el cable conector a la alimentación de red del laboratorio en este caso 230/240 voltios y las correspondientes ranuras de ventilación necesarias para el correcto funcionamiento del sistema.

1.2 CARACTERISTICAS TECNICAS:

Salidas:

2 canales cuya intensidad es regulable mediante los potenciómetros que se sitúan en el frontal del aparato.



LCD:

Visualización de los parámetros a programar.

Selección por medio de los pulsadores de los parámetros elegidos.

Temporizador:

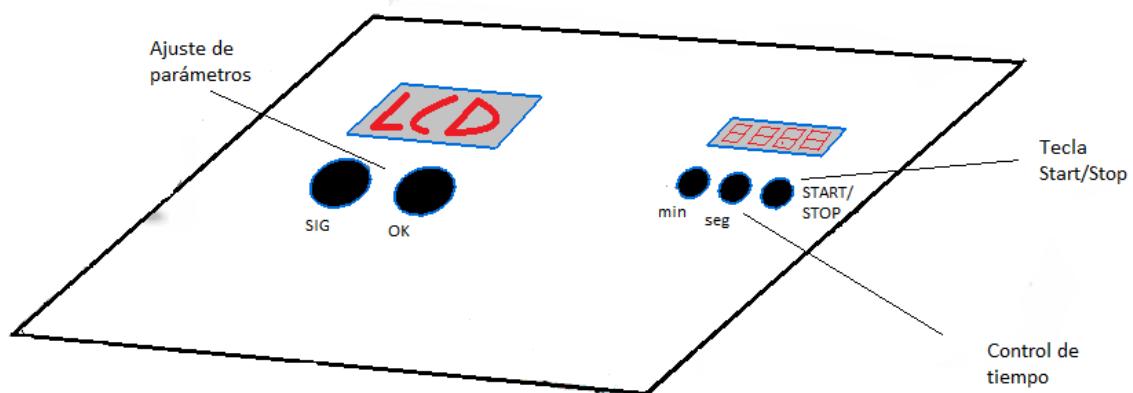
Selección del tiempo de entrenamiento con los pulsadores.

Visualización del tiempo de funcionamiento en todo momento.

Posibilidad de detener el sistema en cualquier momento.

Desconexión automática cuando finalice el tiempo programado.

El LCD y el TEMPORIZADOR se sitúan en la parte superior del aparato.



	<i>Bioestimulador muscular</i>	<i>Revisión nº: 1</i>
	<i>Manual de instrucciones</i>	29/04/2013

Conexión a la red:

Tensión de conexión a la red: 230 V, 50 Hz

Conexión a las salidas:

Salida: conexión tipo Jack 3.5mm

Reguladores de intensidad:

La intensidad es regulada por medio de un potenciómetro para cada canal desde un valor mínimo <10 mA, hasta un valor máximo = 100mA.

Tensión de salida:

Pico máximo de unos 150 V.

Cantidad de electrodos:

Cuatro corporales autoadhesivos.

Datos generales:

Dimensiones: 35 x 20 x 10

Peso: 1,5 Kg

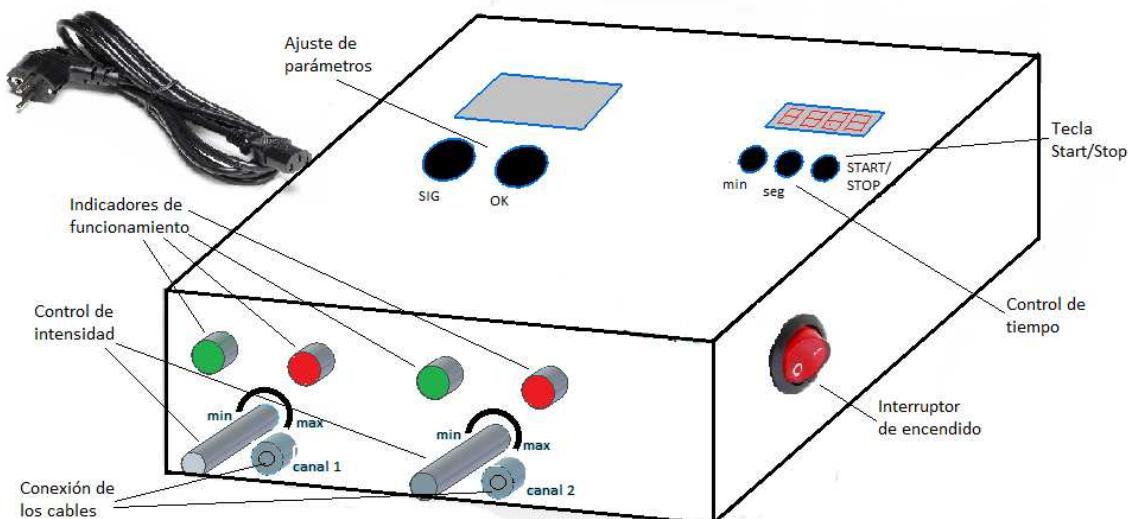
2. INSTACIÓN Y CALIBRADO DEL EQUIPO:

El bioestimulador muscular deberá ser instalado en centros de medicina deportiva preparados para este tipo de aparatos. El calibrado del equipo lo realizarán personas cualificadas para ello.

Tras la colocación del aparato, el usuario procederá a su alimentación (red 230 V y 50 Hz) y verificación de su correcto funcionamiento, en caso contrario el usuario deberá contactar con su distribuidor.



3. DESCRIPCIÓN DE CONTROLES:



1. Control de INTENSIDAD, por canal: Permiten controlar la intensidad del estímulo aplicado a cada canal, por medio del potenciómetro.

2. Control de TIEMPO: Permite programar la duración de la sesión, transcurrido este tiempo se detiene automáticamente.

3. Ajuste de ANCHURA DE PULSO: Permite ajustar la duración del pulso para poder trabajar diferentes músculos.

4. Ajuste de FRECUENCIA: Permite regular la frecuencia interna de los trenes de ondas. Esto permite seleccionar el tipo de fibra a trabajar.

5. Ajuste de NÚMERO DE PULSOS: Permite regular el tiempo de contracción.

6. Ajuste de TIEMPO DE REPOSO: Permite regular el tiempo de reposo entre contracciones.

7. Tecla START/STOP: Permite, una vez seleccionado el tiempo, iniciar o detener la sesión.

4. MANEJO DEL EQUIPO:

El primer paso es comprobar que los controles de intensidad de ambos canales estén a mínimo, después ya se puede proceder a accionar el interruptor general de encendido.

Los electrodos deben conectarse al paciente una vez se haya encendido el equipo evitando así posibles transitorios que puedan dañar al paciente.

	<i>Bioestimulador muscular</i>	<i>Revisión nº: 1</i>
	<i>Manual de instrucciones</i>	29/04/2013

Una vez colocados los electrodos (ver colocación de electrodos) podemos empezar a programar el entrenamiento que vamos a realizar.

Con el botón SIGUIENTE, se va cambiando el valor y con el botón OK, se elige ese valor y se pasa a seleccionar otro parámetro. Una vez configurados todos los parámetros se ajusta el tiempo en el temporizador y se pulsa START/STOP para iniciar el entrenamiento.

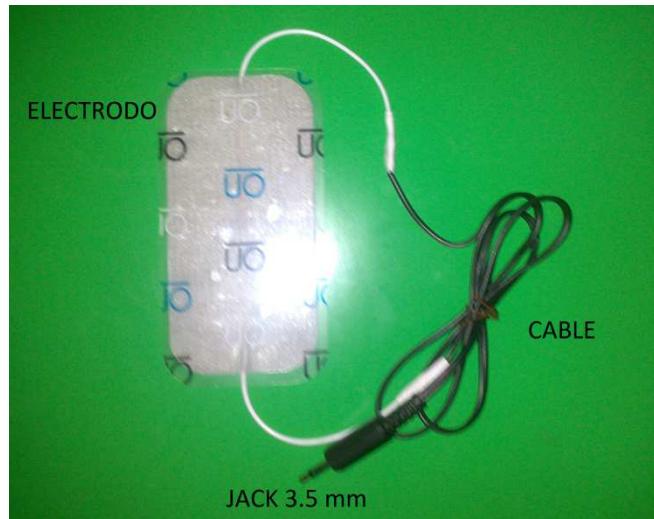
El entrenamiento puede ser detenido en cualquier momento con el botón START/STOP y puede volver a reiniciarse con ese mismo botón.

Cuando el tiempo programado haya finalizado, el aparato se desconectará de forma automática, volviendo a su situación inicial.

4.1 COLOCACIÓN DE LOS ELECTRODOS:

El aparato viene con dos pares de electrodos y sus respectivos cables.

Los electrodos irán conectados a los cables por medio de la conexión de sus terminales. Los cables a su vez finalizarán en un conector Jack 3.5mm macho que irá conectado a los canales del bioestimulador.



Es de vital importancia la buena colocación de los electrodos para poder obtener un óptimo rendimiento del proceso.

Coloque los electrodos en la zona a tratar y fijar con las bandas elásticas proporcionadas.

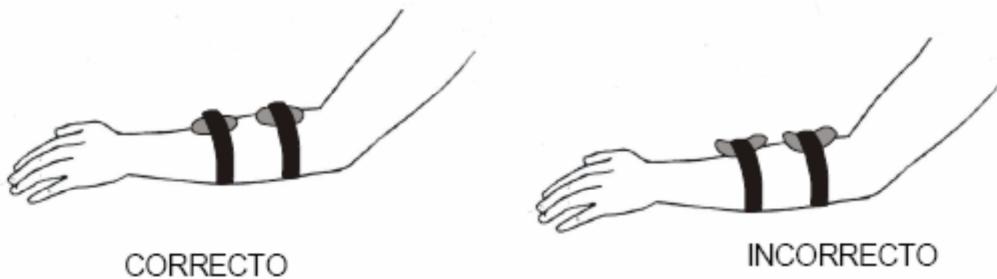
Para una óptima aplicación, los electrodos deben colocarse sobre los puntos motores musculares.



Los puntos motores son el lugar de penetración de las fibras motoras en el músculo y es el lugar donde deben ir conectados los electrodos para una correcta electroestimulación.

Consejos:

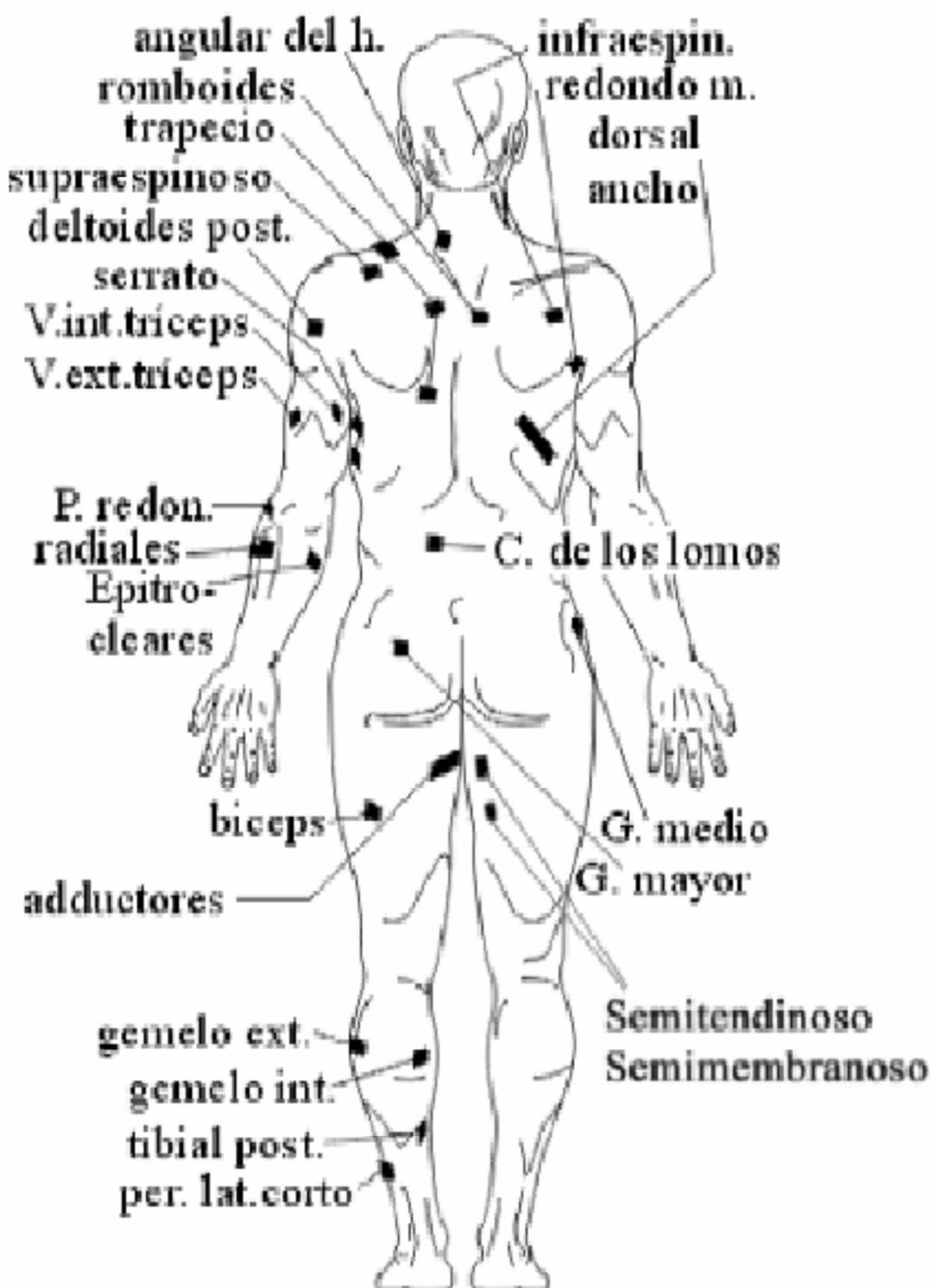
- Estando correctamente colocados se logra mayor contracción con mínima sensación eléctrica.
- A veces es conveniente intercalar los electrodos para obtener los mejores resultados.
- El electrodo debe estar en total contacto homogéneo con la superficie.

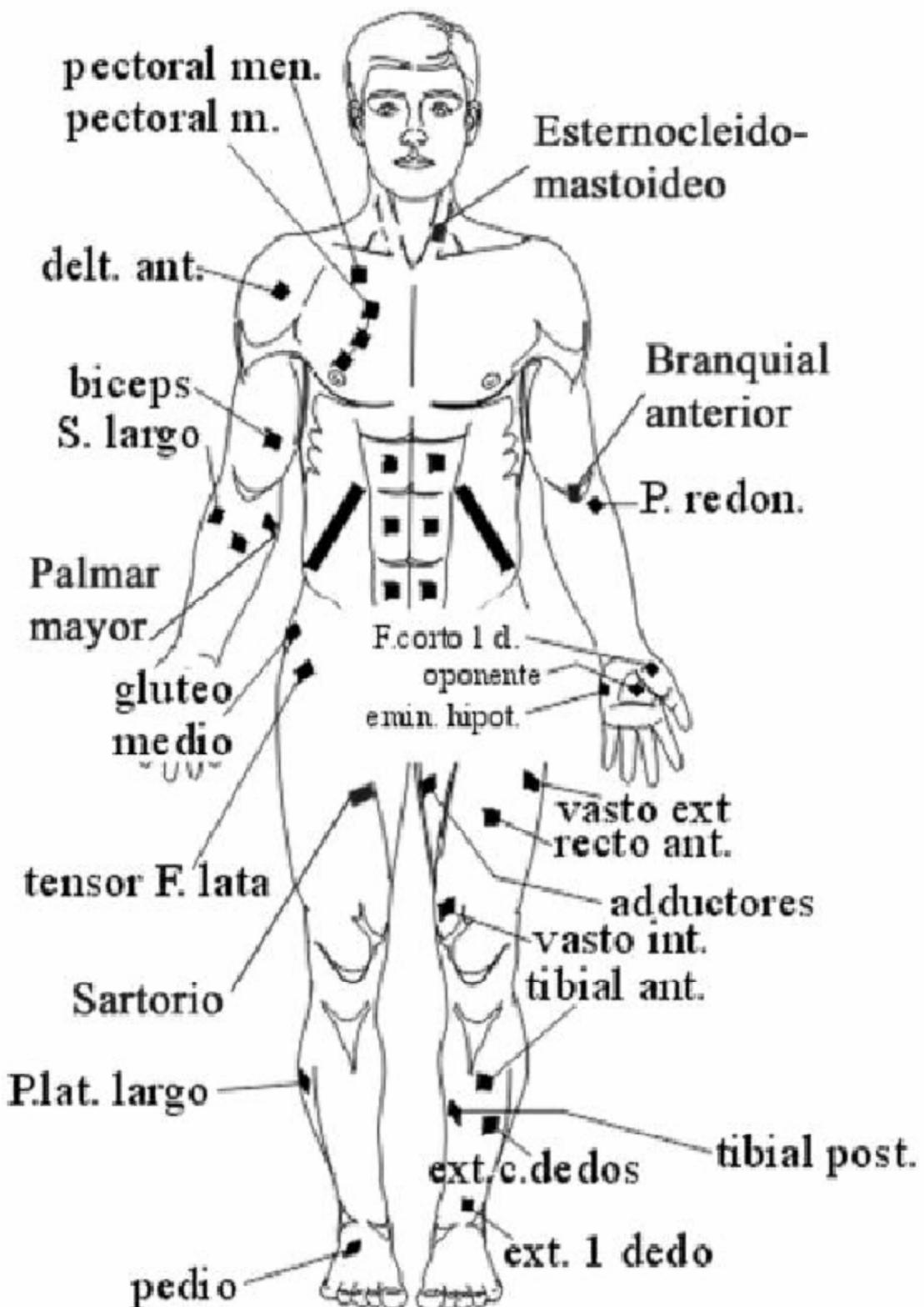


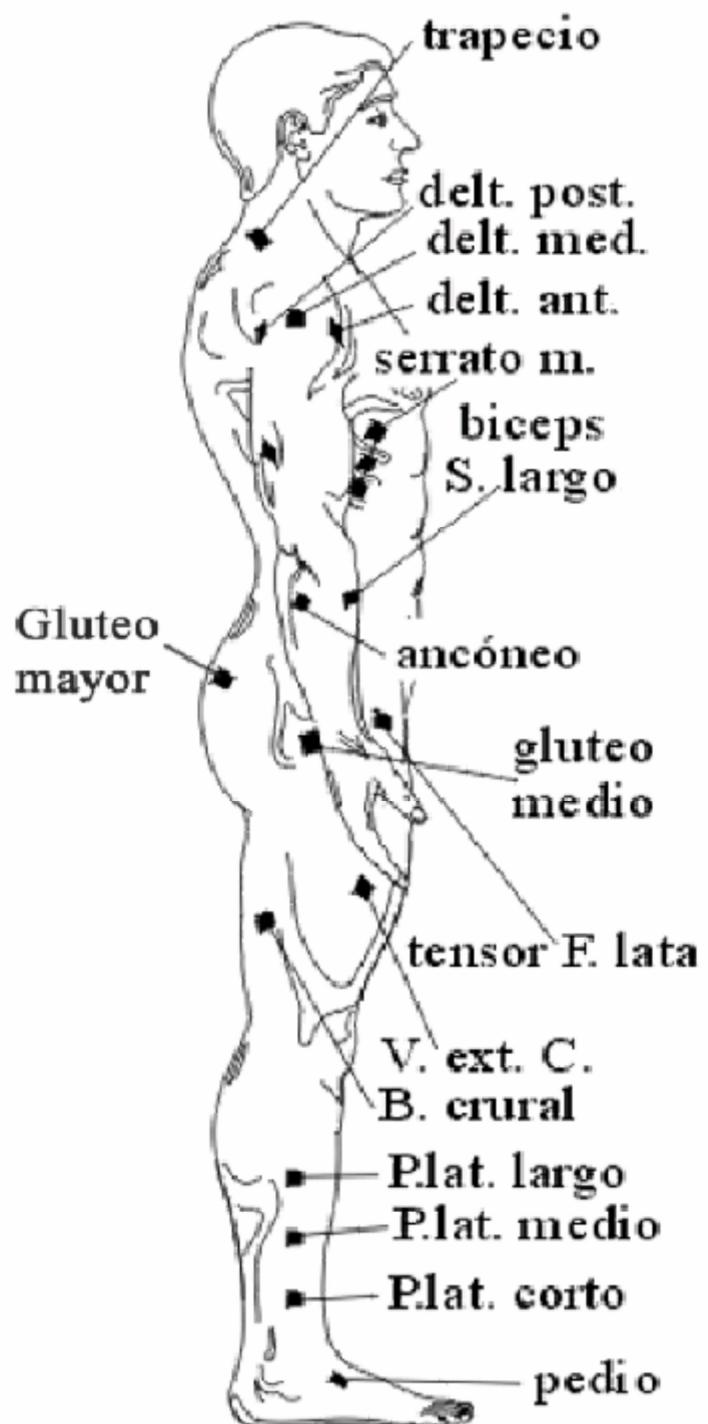
Nunca se debe percibir una sensación de “pinchazo”, en dicho caso se deben reubicar los electrodos.

Queda en claro entonces, la fundamental importancia de este ítem.

En los siguientes gráficos apreciamos los principales puntos motores musculares.

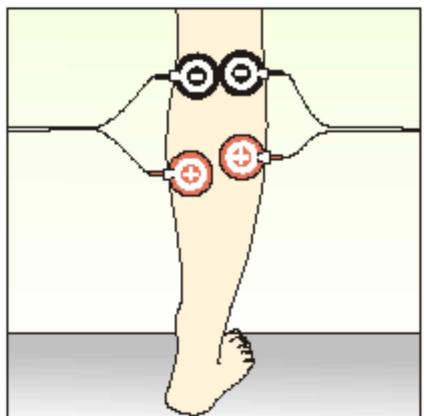




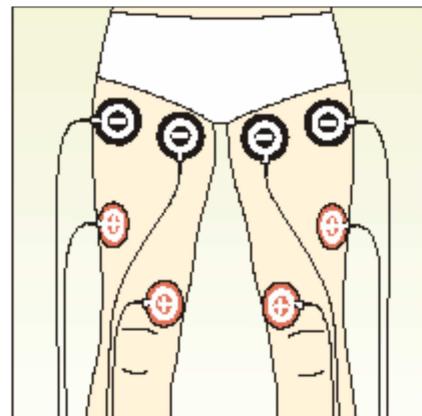




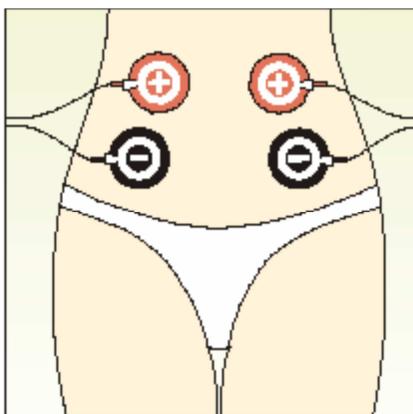
La colocación de electrodos es dividida en 3 zonas, zona inferior (extremidades inferiores), zona media (tronco y espalda) y zona superior (extremidades superiores) de manera tal que los gráficos que se exponen a continuación, de los principales grupos musculares, dan una idea de cómo colocar los electrodos en cada zona, el signo positivo (pin rojo del cable de conexión) se encuentra indicado con el signo «+» y el negativo (pin negro del cable de conexión) con el signo «-».



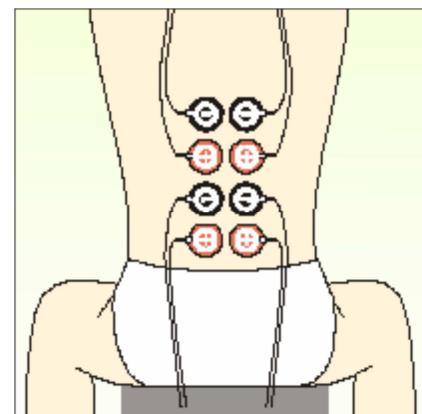
GEMELOS



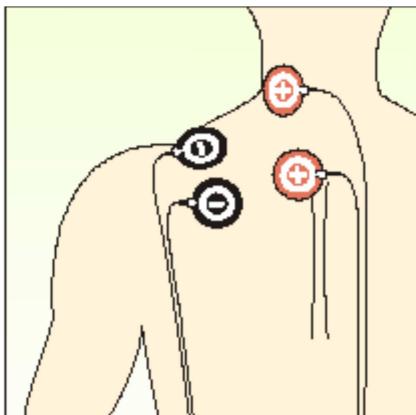
CUADRICEPS



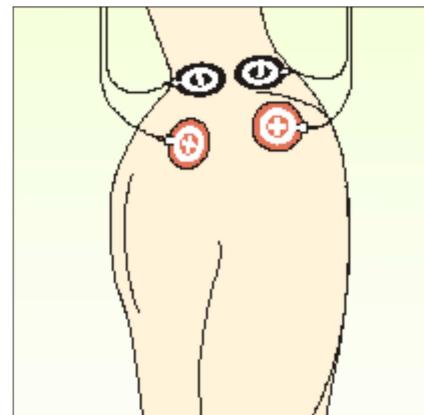
ABDOMINALES



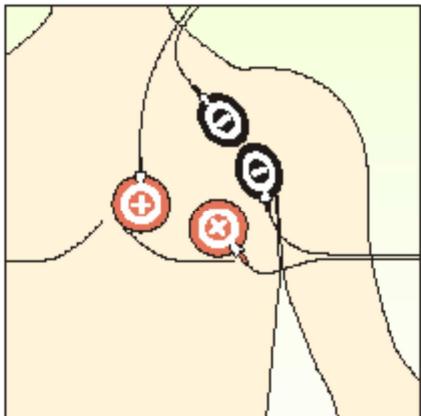
LUMBARES



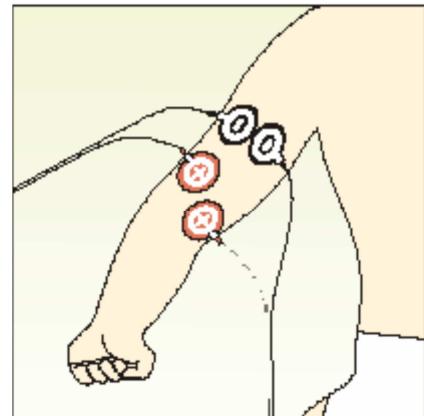
TRAPECIO



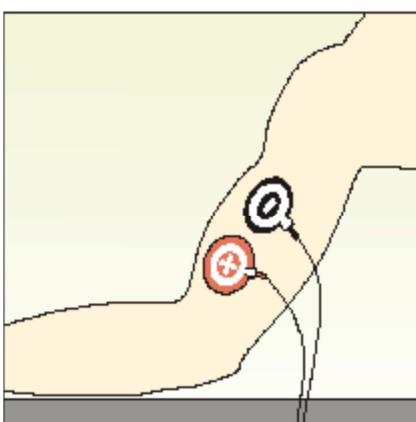
HOMBRO



PECTORAL



TRICEPS



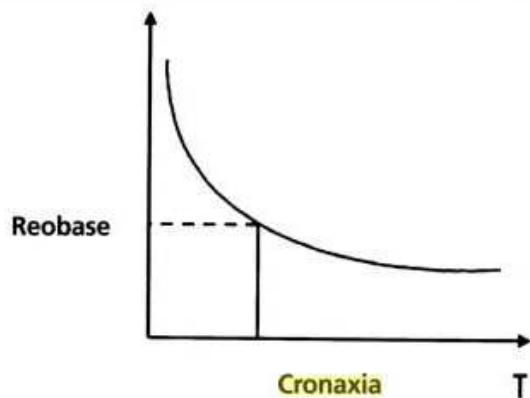
BICEPS

	<i>Bioestimulador muscular</i>	<i>Revisión nº: 1</i>
	<i>Manual de instrucciones</i>	29/04/2013

4.2 RELACIÓN CRONAXIA- REOBASE

El aparato permitirá escoger una anchura de pulso determinada, así como la frecuencia y el tiempo de descanso entre dos contracciones.

Para que el funcionamiento del bioestimulador sea el más adecuado posible, los valores de intensidad (REOBASE) y duración del impulso (CRONAXIA) están estrechamente ligados por medio de la curva:



A la hora de seleccionar la cronaxia del aparato debemos conocer con anterioridad la zona del cuerpo que va a ser tratada ya que varía según la proximidad o lejanía con respecto al cerebro. En grandes rasgos se puede representar seis zonas en el cuerpo humano con sus respectivos valores de cronaxia:

PIERNA	400 us
MUSLO	400 us
ABDOMEN	300 us
TORAX	200 us
BRAZO	100 us
ANTEBRAZO	200 us

	<i>Bioestimulador muscular</i>	<i>Revisión nº: 1</i>
	<i>Manual de instrucciones</i>	29/04/2013

4.3 UTILIZACIÓN PARA DIFERENTES TRATAMIENTOS

Se detallan a continuación la programación de los diferentes parámetros para la realización de diversos tratamientos.

Descontracturante y relajante:

- Anchura de pulso: depende de la zona del cuerpo, ver cronomaxia
- Frecuencia: 10 Hz
- Número de pulsos: 10
- Tiempo de relajación: 1 seg
- Duración: 30-35 minutos

Aumento de la capilarización:

- Anchura de pulso: depende de la zona del cuerpo, ver cronomaxia
- Frecuencia: 10 Hz
- Número de pulsos: 50
- Tiempo de relajación: 2 seg
- Duración: 20-25 minutos

Aumento de la resistencia:

- Anchura de pulso: depende de la zona del cuerpo, ver cronomaxia
- Frecuencia: 50 Hz
- Número de pulsos: 10
- Tiempo de relajación: 1 seg
- Duración: 25 minutos

Aumento de la fuerza explosiva:

- Anchura de pulso: depende de la zona del cuerpo, ver cronomaxia
- Frecuencia: 100 Hz
- Número de pulsos: 100
- Tiempo de relajación: 5 seg
- Duración: 30 minutos

Empezar con intensidades muy bajas para acostumbrar el músculo a la sensación de corriente (3 minutos), luego aumentar hasta lograr una contracción visible pero placentera. A medida que transcurra el tiempo se puede ir incrementando hasta la máxima soportable. El usuario podrá contar con su propia experiencia a medida que utilice el equipo, para realizar sus rutinas. Hay que tener en cuenta que no todas las personas tienen la misma composición muscular por lo tanto la intensidad máxima para cada paciente no es la misma.

	<i>Bioestimulador muscular</i>	<i>Revisión nº: 1</i>
	<i>Manual de instrucciones</i>	29/04/2013

5. MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA DEL EQUIPO:



¡Atención! Antes de realizar las operaciones de mantenimiento del equipo, hay que dejar sin tensión el aparato.

El bioestimulador muscular consta con unos elementos constructivos muy modernos y casi libres de desgaste. No obstante es aconsejable realizar con cierta frecuencia unos controles visuales y comprobaciones de la funcionalidad del aparato, con el fin de mantener la disponibilidad permanente y la seguridad operativa.

Durante los controles visuales hay que comprobar si:

- se detectan daños en la parte mecánica del aparato,
- hay depósitos de suciedad o polvo en el aparato
- si esos depósitos afectan al suministro y la evacuación del calor

Si se produce mucho calor habrá que limpiar el aparato como medida preventiva con aire comprimido seco para que la humedad no pueda afectar a ningún componente.

Sustitución de fusibles:

El fusible se encuentra anclado en su clip de fijación y para sustituirlo por otro será necesario abrir la caja del bioestimulador y con un pequeño utensilio como un destornillador, empujar de él hacia arriba para extraerlo. Una vez extraído, comprobamos que se encuentra deteriorado (quemado) y procedemos a su sustitución.

6. MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PRECAUCIONES DE USO

6.1 IMPORTANTES INSTRUCCIONES Y EXPLICACIONES

Para la protección del personal y la conservación de la disponibilidad de uso son necesarios un manejo y un mantenimiento conforme a las prescripciones, así como el cumplimiento de las siguientes normas de seguridad. El personal que monta y desmonta, pone en servicio, maneja o mantiene los aparatos, tiene que conocer y respetar estas normas de seguridad.

	<i>Bioestimulador muscular</i>	<i>Revisión nº: 1</i>
	<i>Manual de instrucciones</i>	29/04/2013

6.2 NORMAS PARA LA PREVENCION DE ACCIDENTES

Hay que observar las normas de prevención de accidentes según el lugar en que se instale el aparato y también la norma IEC 364 de validez general.

Antes de iniciar cualquier operación en el aparato, habrá que cumplir con las siguientes normas de seguridad:

-dejarlo sin tensión

-asegurarlo contra una reconexión

-comprobar el estado sin tensión

-conectarlo a tierra

-cubrir las piezas contiguas que estén bajo tensión o bloquearlas

6.3 PERSONAL CUALIFICADO

El bioestimulador muscular para medicina deportiva sólo debe ser transportado, emplazado, conectado, puesto en servicio, mantenido u operado por personas especializadas que dominen las normas de seguridad y emplazamiento que son válidas, respectivamente. Todos los trabajos deberán ser controlados por personal especializado responsable.

Las personas especializadas son aquellas que:

- Tienen información y experiencia en el área de trabajo correspondiente
- Conocen las normas, reglamentos, pautas y prescripciones para la prevención de accidentes
- Están iniciadas en el funcionamiento y las condiciones de servicio del bioestimulador muscular
- Conocen los peligros y pueden evitarlos

6.4 RESPONSABILIDAD

Nos hacemos responsables al utilizar el bioestimulador muscular en aquellos casos de aplicación que no haya previsto el fabricante.

	<i>Bioestimulador muscular</i>	<i>Revisión nº: 1</i>
	<i>Manual de instrucciones</i>	<i>29/04/2013</i>

7. LISTA DE COMPONENTES

Los componentes que vienen incluidos en la caja son:

- Bioestimulador muscular
- certificado de garantía
- manual de instrucciones
- 2 cables
- 2 pares de electrodos



En caso de que falte algún componente de los citados anteriormente, póngase en contacto con su distribuidor.

Verifique también que el embalaje se encuentre en buenas condiciones y si no es así contacte con su proveedor.

8. PRONTUARIO DE AVERIAS MÁS FRECUENTES

PROBLEMAS	CAUSAS	SOLUCIONES
El equipo no funciona	El cable de red no está conectado correctamente	Asegúrese de que el cable de red está correctamente conectado
No se ve correctamente los parámetros en la pantalla LCD	Presión con algún objeto, exposición directa al sol o fallo de reset del micro	Vuelva a conectar el equipo y si continúa llame al servicio técnico
No hay indicación de correcto funcionamiento	Fallo en la circuitería	Llame al servicio técnico
El sistema se apaga	Fallo en el suministro de red eléctrica	Compruebe con un polímetro si llega tensión a ese enchufe
El potenciómetro no gira	Suciedad que se ha metido dentro del aparato	Contacte con el servicio técnico para que limpien el interior

9. GARANTÍA

La siguiente garantía será aplicada en todos los países miembros de la Comunidad Europea y sustituye a cualquier otra, expresa o implícita, y toda obligación y responsabilidad.

El fabricante garantiza que el producto en el momento de su comercialización no tiene ninguna anomalía. Sin embargo, puede suceder que algún componente se averíe después de un tiempo de funcionamiento más prolongado. Por este motivo el bioestimulador muscular tiene una garantía de DOS AÑOS, siempre que el aparato no

	<i>Bioestimulador muscular</i>	<i>Revisión nº: 1</i>
	<i>Manual de instrucciones</i>	29/04/2013

haya sido manipulado de forma inadecuada o que haya sido efectuado algún cambio en el mismo.

-El producto está garantizado por dos años después de la fecha de su adquisición

-En el caso de que algo no funcione correctamente o tenga defectos en la semana siguiente a su compra, se procederá a la sustitución. En el caso de que el producto provenga de territorio internacional dentro de la UE, el periodo será de dos semanas.

-Queda cubierto cualquier defecto de fabricación, vicio de origen o de transporte, así como la totalidad de sus componentes, incluyendo la mano de obra necesaria para el reemplazo de las piezas defectuosas, por nuestros servicios técnicos.

-Esta garantía NO cubrirá la avería si es consecuencia de un mal uso del aparato o este ha sido manipulado por personas ajenas a los servicios técnicos de la empresa. La calificación de las averías corresponde únicamente a los servicios técnicos de los talleres autorizados.

-Las reparaciones necesarias en el aparato en el periodo de garantía deberán realizarse en talleres autorizados, por el contrario se perderá la garantía.

-En todas las reparaciones se deberá acompañar la factura de compra del bioestimulador muscular y la presente garantía debidamente cumplimentada, con la indicación exacta de la fecha de compra del aparato.

GARANTÍA