

ANEXO I

Los marcapasos respiratorios son usados por personas con cuadriplejia, apnea central del sueño y parálisis del diafragma. Es así que los pacientes deben presentar un nervio frénico funcionante, un diafragma intacto, y las resistencias de la vías aéreas y las compliancias pulmonar y torácica con valores cercanos a la normalidad, para asegurar el correcto funcionamiento del dispositivo. Esto es verificado mediante estudios electromiográficos de conducción del nervio frénico, polisomnografía y pruebas de función pulmonar [[MEDIHUMANA COLOMBIA, 2012].

Estos equipos están constituidos por cuatro componente: un electrodo y un receptor (generalmente implantados quirúrgicamente), y un transmisor externo, el cual envía señales de radio a los implantes a través de una antena flexible. Funcionan de la siguiente manera: El transmisor genera una serie de impulsos que son enviados por la antena como una onda de radio. El receptor convierte las ondas de radio en un impulso eléctrico que se propaga por el electrodo hasta el nervio frénico. Luego, el nervio frénico envía estos impulsos al músculo del diafragma provocándole una contracción y se produce la inspiración. Cuando los impulsos cesan, el músculo diafragmático se relaja y se produce la exhalación. Esta serie intermitente de impulsos se repiten cíclicamente resultando en un patrón de respiración normal [[MEDIHUMANA COLOMBIA, 2012].

Esta tecnología provee una respiración mucho más adecuada fisiológicamente dado que usa presión negativa para atraer aire a los pulmones en lugar de forzar el aire bajo presión positiva como ocurre con un respirador. La presión de ventilación negativa permite el habla normal y mejora la facilidad para comer y beber. Asimismo, reduce las infecciones respiratorias, aumenta la movilidad del paciente, y debido al funcionamiento silencioso del equipamiento la calidad de vida del paciente se ve mejorada [[MEDIHUMANA COLOMBIA, 2012].

Si bien es cierto que este sistema ha mostrado ser seguro y efectivo para uso a largo plazo, existen complicaciones precoces y tardías. Las complicaciones precoces ocurren entre un 10-15% de enfermos. Estas consisten en umbrales de estimulación muy altos o fallas en relación con la colocación del electrodo, infecciones o trauma del nervio frénico. Si el electrodo está desplazado, puede ser fácilmente recolocado; pero si hay infección o

trauma, el electrodo debe ser retirado hasta la recuperación de la función del nervio frénico (entre 2 y 16 meses aproximadamente). Las complicaciones tardías suelen estar relacionadas con fallas en el receptor y rotura del electrodo. La vida media de los componentes suele estar alrededor de los 5 años. [MEDIHUMANA COLOMBIA, 2012].

Este dispositivo es bastante costoso: alrededor de US\$ 65.000, sin considerar los gastos por internamiento ni intervención quirúrgica. Asimismo, en el Perú todavía no se ha implementado esta tecnología [MEDIHUMANA COLOMBIA, 2012].

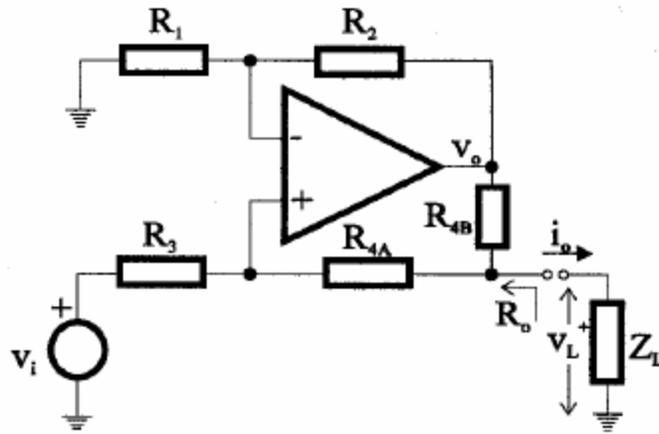
Un marcapaso se define como el sistema biológico o electrónico de regulación fisiológica que inicia y mantiene el ritmo de ciertas funciones del organismo. En general, puede clasificarse de distintas formas, una de ellas es según su grado de invasividad que a continuación se explicará [MEDTRONIC, 2012]:

- Invasivo: en este tipo de marcapasos el generador, así como los electrodos encargados de la estimulación se implanta subcutáneamente.
- Transcutáneo: consta de un generador que mediante radiofrecuencia envía las señales estimulantes a los electrodos colocados sobre la piel próxima al músculo que pretende ser estimulado.

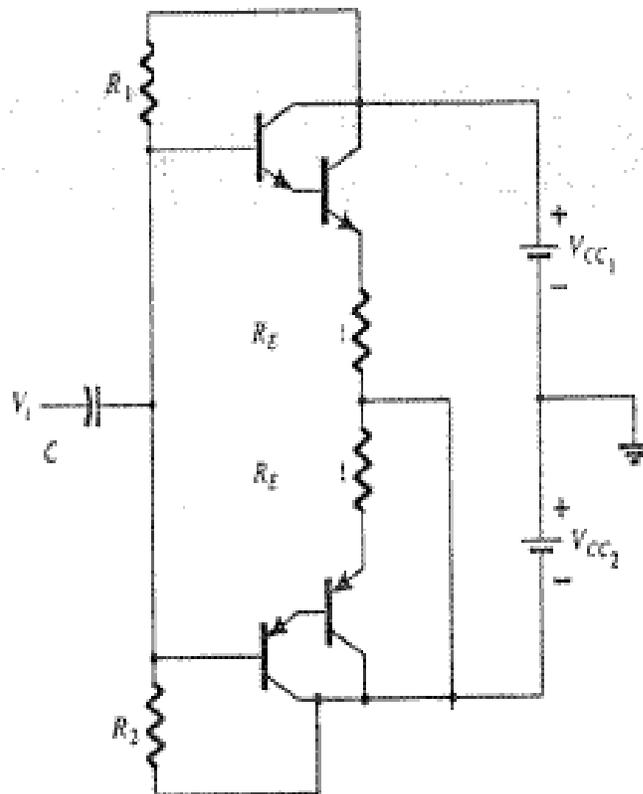
Asimismo, puede ser clasificado según su funcionamiento [MEDTRONIC, 2012]:

- Mandatorio: este tipo de marcapasos consta de un generador que estimula de manera constante y periódica al paciente. Es así que esta estimulación no cesará cuando se produzca el propio ritmo del paciente.
- Asistido: consta de un generador que estimula y detecta la actividad muscular del paciente a una frecuencia determinada. Esta estimulación cesará en el momento en que se produzca ritmo propio del paciente.
- Ajustable: este marcapasos presenta un sensor que permite adecuar la frecuencia de estimulación a las necesidades respiratorias del paciente en función de la actividad que esté realizando. Estos pueden ser mandatorios, asistidos, invasivos o transcutáneos.

ANEXO II

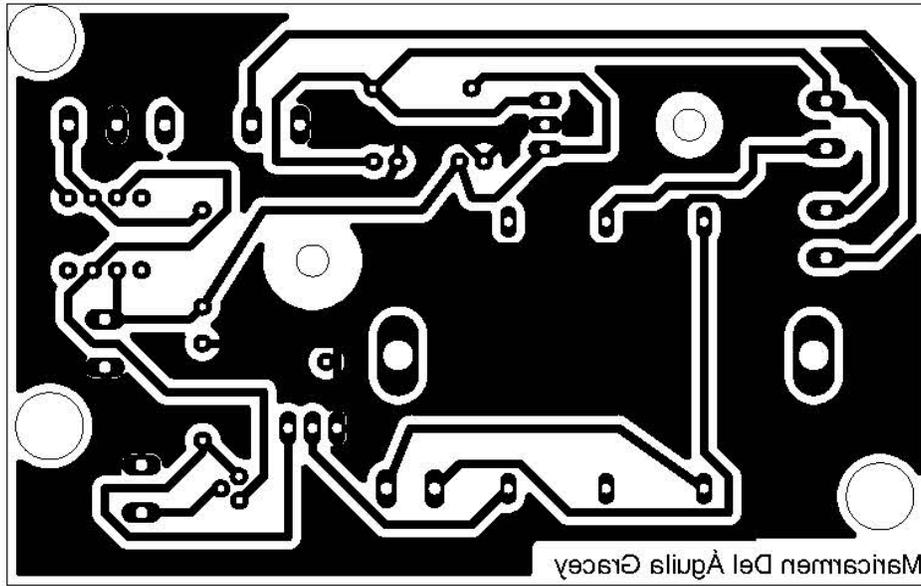


Fuente de instrumentación de Howland mejorada [Miranda, 2007]

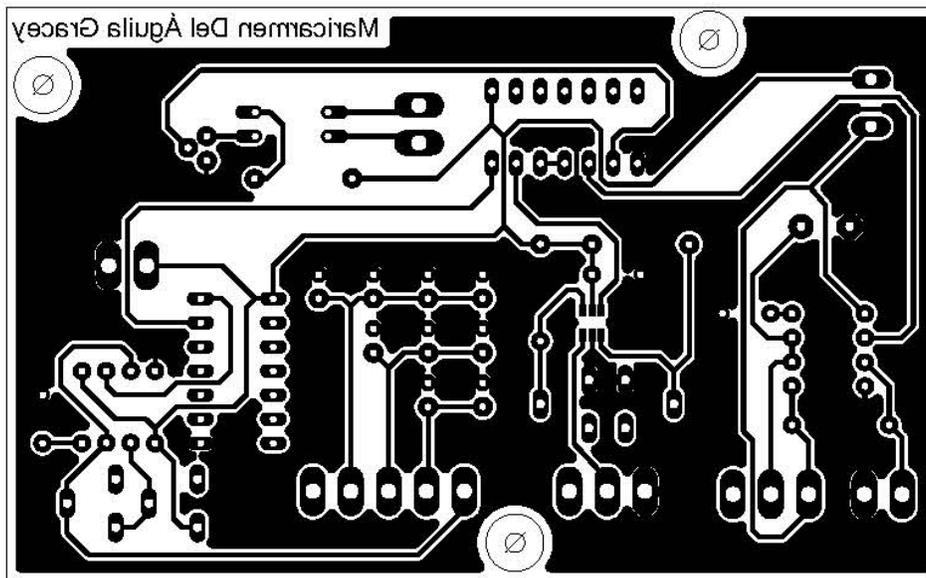


Amplificador de corriente en contrafase de simetría complementaria usando transistores en configuración Darlington [Blanco, 2011]

ANEXO III



Circuito Impreso de la tarjeta de potencia



Circuito Impreso de la tarjeta de control