

Índice

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Introducción | 1 |
| 1.1 | Planteamiento del problema..... | 2 |
| 1.2 | Objetivos..... | 3 |
| 1.3 | Justificación del problema..... | 3 |
| 2 | Marco Teórico..... | 4 |
| 2.1 | Electromagnetismo..... | 4 |
| 2.1.1 | Campo magnético de un conductor..... | 6 |
| 2.1.2 | Electroimán..... | 7 |
| 2.2 | Efecto Hall | 8 |
| 2.3 | Sensor de efecto Hall | 10 |
| 2.4 | Microcontrolador | 11 |
| 2.4.1 | El procesador..... | 11 |
| 2.4.2 | Memoria | 12 |
| 2.4.2.1 | Memoria volátil | 12 |
| 2.4.2.2 | Memoria no volátil | 12 |
| 2.4.3 | Periféricos de entrada y salida..... | 13 |
| 2.4.4 | Arquitectura del Microcontrolador..... | 14 |
| 2.5 | Diodo freewheeling | 14 |
| 2.6 | Multiplexor | 16 |
| 2.7 | Electrocardiometría | 17 |
| 3 | Desarrollo del proyecto..... | 21 |
| 3.1 | Unidad de generación de señales..... | 21 |
| 3.2 | Unidad de recepción de señales..... | 28 |
| 4 | Conclusiones..... | 39 |
| 5 | Anexos..... | 41 |
| 5.1 | El Microcontrolador PIC | 41 |
| 5.1.1 | Entorno de programación del PIC | 41 |
| 5.1.2 | Programación del PIC..... | 41 |
| | Apéndice A Hoja de especificaciones para el multiplexor..... | 42 |
| | Apéndice B Hoja de especificaciones para el transistor..... | 50 |
| | Apéndice C Hoja de especificaciones para el sensor de efecto hall | 54 |

| | |
|---|----|
| Apéndice D Hoja de especificaciones para el microcontrolador PIC16F628A | 56 |
| Apéndice E Hoja de especificaciones para el microcontrolador PIC18F4550..... | 61 |
| 6 Bibliografía | 67 |

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| <i>Figura 1: Imanes unidos a un núcleo de hierro</i> | 4 |
| <i>Figura 2: Polos y líneas de fuerza de un imán</i> | 4 |
| <i>Figura 3: Atracción y repulsión de imanes</i> | 5 |
| <i>Figura 4: Partición de un imán</i> | 5 |
| <i>Figura 5: Líneas de fuerza de un imán visualizadas con limaduras de hierro</i> | 6 |
| <i>Figura 6: Campo magnético generado por el paso de corriente</i> | 6 |
| <i>Figura 7: Campo magnético generado en una bobina</i> | 7 |
| <i>Figura 8: Electroimán</i> | 8 |
| <i>Figura 9: Principio del efecto hall</i> | 9 |
| <i>Figura 10: Sensores de efecto hall</i> | 10 |
| <i>Figura 11: Arquitectura Von Neumann</i> | 14 |
| <i>Figura 12: Arquitectura Harvard</i> | 15 |
| <i>Figura 13: Circuito sin diodo flyback</i> | 16 |
| <i>Figura 14: Uso del diodo flyback</i> | 16 |
| <i>Figura 15: Esquema de un multiplexor 2 a 1</i> | 17 |
| <i>Figura 16: Electrocardiograma</i> | 17 |
| <i>Figura 17: Electrodo</i> | 18 |
| <i>Figura 18: Colocación de los electrodos en las extremidades</i> | 18 |
| <i>Figura 19: Localización de los 6 puntos de las derivaciones precordiales</i> | 19 |
| <i>Figura 20: Electrocardiogramas de las 6 derivaciones precordiales</i> | 20 |
| <i>Figura 21: Código de colores para la colocación de los electrodos en el cuerpo</i> | 20 |
| <i>Figura 22: Representación del sistema completo</i> | 21 |
| <i>Figura 23: Acercamiento y alejamiento del solenoide al sensor</i> | 22 |
| <i>Figura 24: Movimiento del solenoide en eje "Y"</i> | 23 |
| <i>Figura 25: Ejemplo de uso de un sensor de efecto hall</i> | 24 |
| <i>Figura 26: Microcontrolador pic16f628a</i> | 24 |
| <i>Figura 27: Contador de 6 bits</i> | 25 |
| <i>Figura 28: Diagrama de flujo de la unidad de generación de señales</i> | 26 |

| | |
|--|-----------|
| Figura 29: Conmutación con transistor | 26 |
| Figura 30: Circuito de la unidad generadora de señales..... | 28 |
| Figura 31: Representación de la activación y desactivación de un solenoide | 29 |
| Figura 32: Multiplexor MM74C150 | 29 |
| Figura 33: Solenoides ubicados en los puntos precordiales | 30 |
| Figura 34: Circuito de los sensores de efecto Hall con el multiplexor..... | 31 |
| Figura 35: Sensor de efecto Hall oculto en un electrodo | 32 |
| Figura 36: Unidad receptora de señales oculta..... | 32 |
| Figura 37: El maniquí | 33 |
| Figura 38: Parte I del diagrama de flujo de la unidad receptora de señales..... | 34 |
| Figura 39: Parte II del diagrama de flujo de la unidad receptora de señales..... | 35 |
| Figura 40: Parte III del diagrama de flujo de la unidad receptora de señales..... | 36 |
| Figura 41: Sistema listo para utilizarse | 37 |
| Figura 42: Ejemplo de electrodos V2 y V6 mal colocados en el maniquí y los demás electrodos bien colocados y su representación en el electrocardiógrafo | 37 |
| Figura 43: Ejemplo de todos los electrodos bien colocados y su representación en el electrocardiógrafo..... | 38 |
| Figura 44: Vista del maniquí y la colocación correcta de todos los electrodos con su representación en el electrocardiógrafo..... | 38 |
| Figura 45: Programador PICkit 3..... | 41 |

Índice de tablas

| | |
|--|-----------|
| Tabla 1: Asignación de los puntos precordiales a los solenoides | 30 |
| Tabla 2: Asignación de los puntos precordiales a los sensores de efecto Hall..... | 31 |