

11. CONCLUSIONES

Este proyecto deja conclusiones interesantes al igual que recomendaciones para futuros desarrollos en el campo de equipos de monitoreo en el área de la bioingeniería.

- La tasa de muestreo de 204 Hz es suficiente para obtener una señal ECG de buena calidad; sin embargo, a la hora de graficar se requiere una herramienta que permita unir los puntos dibujados. De lo contrario, se requiere muestrear a una frecuencia mayor ya que el espaciamiento entre dichos puntos no permiten visualizar la señal claramente. Al aumentar la frecuencia de muestreo se genera una mayor cantidad de puntos por unidad de tiempo, lo cual incide en que la señal en el tiempo se expanda y por ende se visualicen menos periodos en pantalla.

Como referencia, se comparó a VIFIBIO con un equipo comercial llamado DINAMAP, producido por la compañía GENERAL ELECTRIC. DINAMAP es un monitor de signos vitales, entre los cuales se encuentran la medición de temperatura, presión arterial, y señales de electrocardiografía. Según las especificaciones del equipo, éste tiene una frecuencia de muestreo de 200 Hz., El sistema implementado tiene una frecuencia que usa un equipo comercial y es buena referencia en lo concerniente a su desempeño.

- El microcontrolador MOTOROLA HC08GP32 usado es el adecuado para las funciones con las cuales fue programado. La tasa de adquisición de datos es la acertada, al igual que el algoritmo de graficación, el cual no sufre retrasos por otras tareas que el microcontrolador debe realizar, como atención a interrupciones y otros procesos claves que van a la par con la graficación. La velocidad del bus de datos de 8 MHz es satisfactoria.
- La resolución del LCD es adecuada para visualizar un periodo de la señal ECG pero no es suficiente si se desea observar varios periodos a la vez. Es importante para futuros desarrollos en este campo obtener un LCD del tipo TFT de mínimo 1024 pixeles de ancho, con el fin de que se alcancen a ver tantos periodos de la señal ECG como el usuario desee sin sacrificar la resolución de la gráfica.

- Las pantallas gráficas de cristal líquido son un excelente medio para efectuar visualización de información y de señales. Tienen la ventaja que ocupan poco espacio y consumen poca potencia, lo cual las hace ideales para aplicaciones portátiles.
- Si se escoge una pantalla LCD de mayor resolución, es recomendable usar un DSP que incorpore la transformada de Fourier Discreta como parte del set de instrucciones. Permite mayor confiabilidad en los resultados y en la manipulación de grandes volúmenes de datos. Su velocidad de Bus es más alta, y permitiría realizar muchas más funciones, lo cual se retribuye en mayor manejabilidad del sistema por parte del usuario.
- El protocolo I2C es muy útil para comunicar dispositivos de diferente clase y función. En este caso, la memoria EEPROM MICROCHIP 24LC256 usa este protocolo y es una forma excelente de realizar un sistema de compartición de datos. La implementación de este protocolo por software presentó serias dificultades y una recomendación importante es usar un microcontrolador que tenga un módulo interno de transmisión y recepción por I2C. El protocolo I2C implementado por hardware presenta menos fallas y se manifiesta en menor tiempo de desarrollo de la aplicación.
- La implementación del protocolo I2C por software presentó serias dificultades en su desarrollo. Hubo agentes externos tales como osciloscopio y protoboard quienes generaron condiciones adversas circuitalmente para su correcto funcionamiento.
- Dada la alta cantidad de datos (1024 datos) que se deben manipular durante la ejecución del algoritmo que permite hallar el espectro de la señal ECG, la escritura y lectura de estos datos en la memoria por medio del protocolo I2C resulta muy lenta. Para el sistema creado, se obtuvo una velocidad máxima de transmisión de datos de 512 Hz. La memoria usada soporta una velocidad de hasta 400 KHz.
- La graficación del espectro de la señal ECG adquirida revela aspectos importantes para un especialista a quien le puede interesar analizar detalles pertinentes al funcionamiento del ciclo cardíaco.
- La programación en Codewarrior orientado a una plataforma embebida muestra una manera fácil para elaborar programas en los cuales exista un alto nivel de cálculos y procesamiento.

- Lenguaje C/C++ es una vía adecuada para realizar el algoritmo de DFT y el cálculo del espectro de la señal ECG. Se presentó dificultad en orientar la programación a una plataforma embebida, debido a los recursos limitados que presenta un microcontrolador respecto a un computador.
- Las herramientas para variar amplitud y frecuencia de la señal ECG graficada son muy útiles ya que permiten verla con más detalle de acuerdo con las necesidades del usuario.
- La etapa de acondicionamiento de la señal a graficar es muy importante, ya que de ésta depende la nitidez de la señal visualizada. Como se mencionó en el desarrollo del trabajo, la señal de salida del fisiógrafo tiene muchas componentes de ruido y valores negativos. Estas condiciones pueden dañar el puerto ADC del microcontrolador y arrojar adquisiciones incorrectas. La etapa de acondicionamiento implementada mostró un buen comportamiento y sus componentes fueron escogidos correctamente para mejorar las condiciones de la señal original.
- La página web diseñada en www.geocities.com/vifibio al igual que el paper elaborado son mecanismos efectivos para difundir el trabajo realizado. El paper en formato IEEE será enviado a diferentes revistas de carácter investigativo, al igual que se expondrá este trabajo en seminarios o congresos de bioingeniería.