

Laboratorio de
Fundamentos de Instrumentación Biomédica, Gpo 2.
Profesor: Armando Salomón Hernández Delgado M.I.
Lab1: Principios de biosensores.

Objetivo: Introducir al alumno en la construcción de biosensores basados en parámetros eléctricos de los tejidos biológicos.

Actividad Previa.

1. Leer la práctica completa.
2. ¿Qué es un sensor y qué un transductor?
3. ¿Qué es un electrodo?, ¿es éste un sensor o transductor?
4. ¿En que consiste la técnica de pletismografía de impedancia intracardiaca para medir volumen?
5. Mencione los aspectos que se asumen cuando se emplea esta técnica con respecto a:
 - la fuente de corriente empleada,
 - la resistividad del fluido sanguíneo,
 - la posición de los electrodos,
 - el volumen final obtenido.
 - el instante mismo de la medición dentro del ciclo cardiaco.
6. Se conecta una batería de 9 volts y en cada una de sus terminales un conductor. Con sus conocimientos, deduzca el comportamiento de la corriente y resistencia del tejido en los siguientes escenarios, así como los efectos fisiológicos resultantes:
 - a) se conecta en la superficie de la piel seca.
 - b) se conectan en la superficie de la lengua.
 - c) se conecta a los electrodos del marcapasos de un paciente.

Introducción:

El cuerpo humano es un conductor eléctrico, que puede conducir corrientes eléctricas aplicadas por fuentes externas, tales como los dispositivos electrónicos o la red eléctrica.

Muchas de las mediciones biomédicas se realizan mediante la medición de cantidades indirectas en lugar de medir la cantidad real de interés. Por ejemplo, la medición directa del volumen del ventrículo izquierdo con un patrón volumétrico, requiere el aislamiento del corazón, que por lo general no es posible.

El efecto de la corriente que fluye a través de un tejido biológico es una función de la intensidad de la corriente y el instante de cuando se produce, con respecto a eventos fisiológicos. Algunos ejemplos de estos efectos para una corriente alterna de 60 Hz mantenida se muestran en la siguiente Tabla.

Intensidad de corriente	Efectos
20 μ A	La aplicación directa al miocardio podría causar fibrilación del corazón, que llevaría a la muerte del paciente
Menor a 1 mA	Imperceptible cuando es aplicado externamente a través de la piel seca
1-10 mA	Percepción de leve a dolorosa
>10 mA	Si se hace contacto con la mano o el brazo, puede estimular el músculo esquelético llevando a una contracción y hace imposible liberar la prensión.
>30 mA	Detiene la respiración
75-250 mA	Provoca fibrilación ventricular
>4A	Detiene el corazón
>5A	Quemadura del tejido

Material:

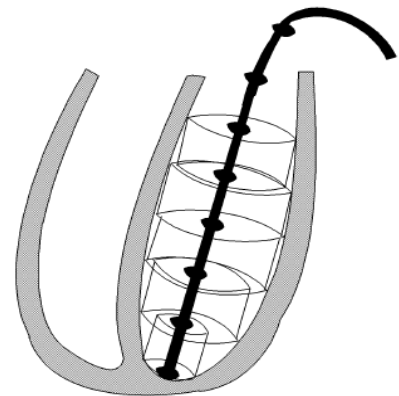
El requerido para el curso.

Resistencias 100 kOhm x10, Resistencias 22kOhm x 5, Resistencias 1kOhm x 5, Resistencias 330Ohm x 10. Multiplexor analógico **CD74HC4051** x 1. Push Button x 5, ó 1 Dip-switch 8 posiciones. 1 Multímetro digital. 1 Fuente de Voltaje.

Desarrollo:

- Usando la teoría de Pletismografía de impedancia, calcule la forma del ventrículo, empleando los datos recolectados. Considere que todos los electrodos están separados a una distancia $L = 1\text{cm}$ y que la resistividad del fluido sanguíneo es de $\rho = 150 \text{ Ohm-cm}$.

- Implemente el circuito resistivo recomendado por el profesor. El circuito simulará el fluido sanguíneo dentro de la cavidad cardiaca.
- Aplique una tensión de alimentación de 9 Volts c.d. en los extremos del circuito.
- Mida la tensión entre cada nodo del circuito, donde se simula la ubicación de cada par de electrodos. Asegúrese de que ningún voltaje “entre electrodos” sea mayor a 5 volts, de lo contrario, reduzca el voltaje de alimentación hasta que se cumpla este requerimiento.
- Mida la corriente total del circuito, que simulará la corriente aplicada por una fuente de corriente constante.
- Obtenga el área transversal A simulada de cada sección cilíndrica.
- Obtenga y bosqueje el volumen total simulado.
- Realice un diagrama eléctrico del circuito resistivo implementado.



2. De acuerdo a la Hoja de datos del 74HC4051, implemente en la Protoboard el circuito que multiplexe los 8 pares de electrodos hacia el multímetro digital.

Construya la tabla de verdad para el sistema multiplexor de 8 canales. Implemente la selección de cada par de electrodos con Push Buttons o DIP-switch.

3. Realice el Diseño de un registrador automático de voltajes para el sistema de “electrodos” implementado. Como requerimiento de diseño, se requiere que un instrumento digital reciba las lecturas de los 8 canales analógicos con rango de 0 a 5 volts. Presente un diagrama a bloques y diagrama de conexiones eléctricas. Explique el funcionamiento de su diseño empleando lo aprendido sobre el multiplexor analógico.

Resultados.

(Registro, descripción e interpretación de los datos obtenidos. Diagramas y/o gráficas. Problemas presentados, recomendaciones, etc.)

Responda a las siguientes cuestiones:

1. Mencione las consideraciones que se toman en la técnica de pletismografía de impedancia intracardiaca, respecto de los siguientes aspectos:
 - Posición de los electrodos.
 - Resistividad del fluido sanguíneo
 - Corriente aplicada a las terminales
 - Volumen total obtenido
2. Según los resultados obtenidos, explique cómo están relacionados la resistencia y el volumen.
3. ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de emplear la pletismografía de impedancia intracardiaca para medir volumen de las cavidades cardiacas?

Conclusiones Personales. (Se calificará la interpretación y comprensión de la práctica si las conclusiones responden a las siguientes cuestiones de aprendizaje: ¿Qué?, ¿cómo?, ¿por qué?, ¿para qué?).

Referencias:

- <http://www.eticaacademica.unam.mx/Carteles.html>
- *Bioelectrical Impedance Methods for Noninvasive Health Monitoring: A Review*. Tushar Kanti Bera. Journal of Medical Engineering Volume 2014, Article ID 381251, 28 pages.
- *Resistivity of Body Tissues at Low Frequencies*. Stanley Rush, J. A. Abildskov. Circulation Research, Volume XII, January 1962.
- Hoja de datos CD74HC4051, TI 2011.

Apéndice:
Diagrama funcional del 74HC4051, patigramma, tabla de verdad.

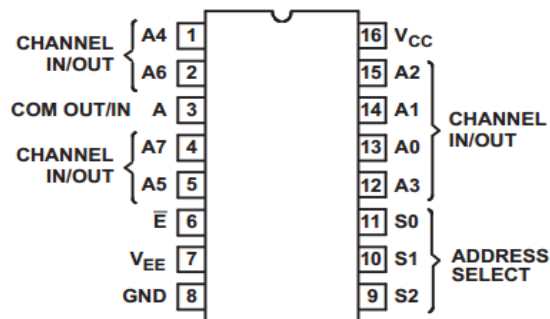
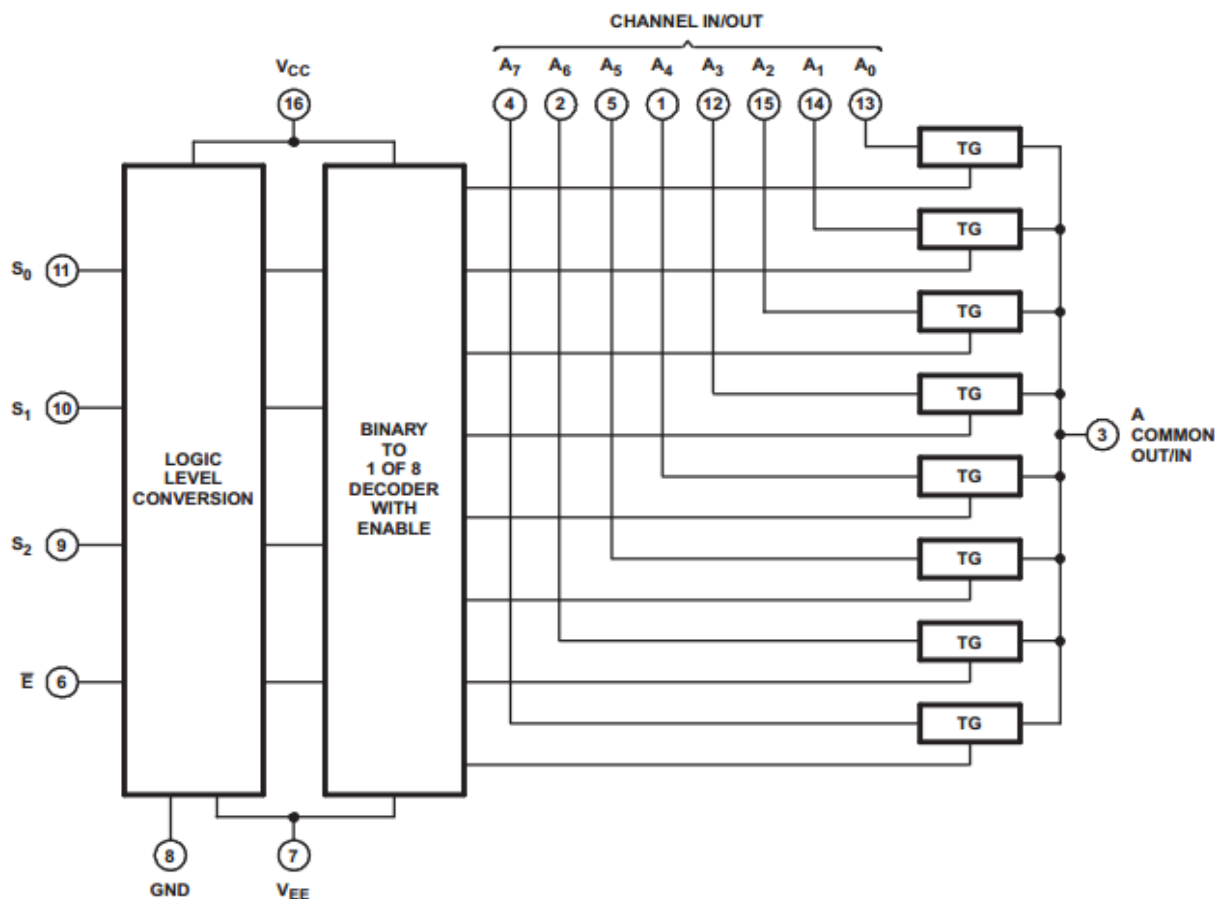


Table 1. TRUTH TABLE
'HC/CD74HCT4051⁽¹⁾

INPUT STATES				ON CHANNELS
ENABLE	S ₂	S ₁	S ₀	
L	L	L	L	A0
L	L	L	H	A1
L	L	H	L	A2
L	L	H	H	A3
L	H	L	L	A4
L	H	L	H	A5
L	H	H	L	A6
L	H	H	H	A7
H	X	X	X	None