

Laboratorio Caracterización Sensor capacitivo y simulación del diseño de sensor de nivel con capacitor y del puente capacitivo

Juan Sebastián Herrán Páez & Neyder Alberto Vargas Guerrero

I. RESUMEN

En este informe se presenta el proceso de caracterización y diseño de un sensor capacitivo utilizando una botella de agua y un par de alambres. Así como las simulaciones de un montaje de sensor de nivel con capacitor y un puente capacitivo, utilizando los valores de capacitancia medidos del sensor capacitivo casero. En la primera fase del laboratorio, se llevó a cabo la caracterización del sensor capacitivo casero, se recolectaron los datos de capacitancia y longitud del alambre sumergido en la botella de agua. Posteriormente, se realizó la simulación de un sensor de nivel con capacitor en Proteus, teniendo en cuenta el diseño presentado en la clase (Fig 3). Por último se realiza la simulación del puente capacitivo en el simulador Proteus. Este puente capacitivo cumple la misma función que la simulación de la primera parte (convertir la carga de un sensor capacitivo a un voltaje).

II. INTRODUCTION

LOS Sensores capacitivos son dispositivos que detectan la presencia o cambios en la capacitancia eléctrica de un objeto cercano. Son ampliamente utilizados en diversas aplicaciones, desde pantallas táctiles hasta sistemas de detección de nivel de líquidos.

Para crear un sensor capacitivo casero, se puede utilizar materiales simples como una botella de agua y un par de alambres de cobre. Al llenar la botella con un líquido conductor como agua salada o simplemente agua del grifo, y conectar los alambres de cobre en los extremos opuestos de la botella, se puede formar un circuito capacitivo básico.

Este tipo de sensor casero puede ser utilizado para una variedad de aplicaciones, desde detectar la presencia de objetos cercanos hasta crear interfaces táctiles rudimentarias.

Por otro lado, el sensor de nivel con capacitor es una aplicación común de los principios capacitivos. Funciona midiendo la capacitancia del capacitor que varía con el nivel del líquido. A medida que el nivel del líquido cambia, la capacitancia del capacitor cambia proporcionalmente, lo que puede ser detectado y utilizado para medir el nivel del líquido.

El puente capacitivo es otro tipo de circuito utilizado para medir cambios en la capacitancia. Consiste en cuatro componentes, incluyendo en este caso tres capacitores

conocidos y un capacitor variable. Al aplicar una corriente alterna al circuito y medir la diferencia de potencial entre ciertos puntos del puente capacitivo, se puede obtener un voltaje que cambia conforme se va cambiando el valor de capacitancia del capacitor.

Estos son solo algunos ejemplos de cómo se pueden utilizar los principios capacitivos en aplicaciones prácticas, desde sensores caseros hasta sistemas de medición más avanzados como los sensores de nivel y los puentes capacitivos.

III. MATERIALES

- **Botella de agua:** Utilizada para hacer contacto con los alambres y poder generar una capacitancia, cumpliendo su función como dieléctrico.
- **Alambre de cobre:** Conductor eléctrico utilizado para la construcción del sensor capacitivo.
- **Multímetro digital:** Utilizado para medir la capacitancia del sensor capacitivo.
- **Simulador Proteus:** Utilizado para la implementación del diseño de sensor de nivel con capacitor y el puente capacitivo.
- **Cables de Conexión:** Cables eléctricos para realizar conexiones entre los diferentes componentes del circuito.

IV. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Caracterización del sensor capacitivo:

- **Montaje del sensor capacitivo:** Se realizó el montaje experimental utilizando una botella de agua y unos alambres de cobre con los que se puede hacer la representación de un sensor capacitivo.

A continuación se muestra el montaje del sensor capacitivo.

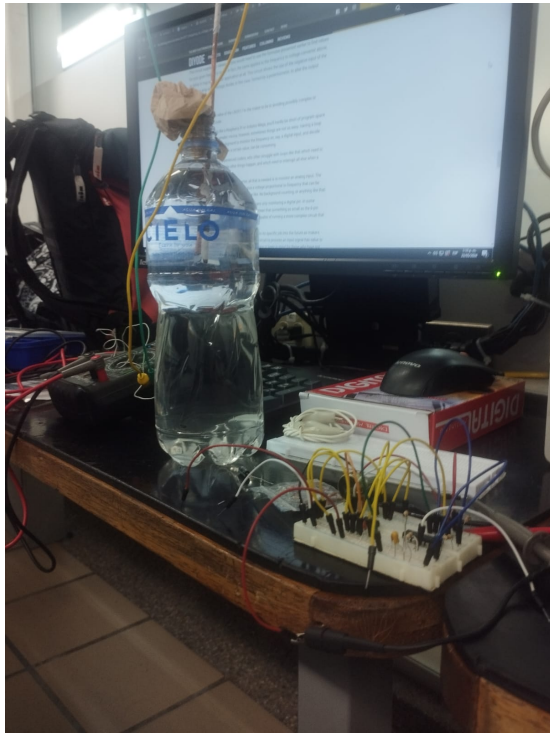


Fig. 1: Montaje sensor capacitivo casero

TABLE I: Recolección de datos del sensor capacitivo y alambre.

Capacitancia μF	Longitud del alambre sumergido (cm)
0.86	21.4
0.58	13.3
0.46	10.5
0.34	9.7
0.22	8
0.15	6.9
0.08	6.4
0.053	5.6
0.045	1.2
0.006	0.7

La tabla anterior muestra los datos recolectados de la práctica, teniendo la Capacitancia para el sensor capacitivo y longitud para el largo del alambre. Con estos datos se puede obtener una grafica que refleja el comportamiento del sensor. Segun cambia el largo del alambre, entre más pequeño sea este, quiere decir que el nivel del agua es menor.

Esta gráfica representa la relación entre la longitud del alambre sumergido y la capacitancia medida.

Luego de realizar la caracterización del sensor capacitivo de manera física, se procede a realizar la simulación del diseño de sensor de nivel capacitivo. Se muestra el diseño de sensor de nivel capacitivo para la simulación en la siguiente Fig 3.

Con base al diseño anterior, mostrado en clase, se realiza el siguiente montaje en Proteus:

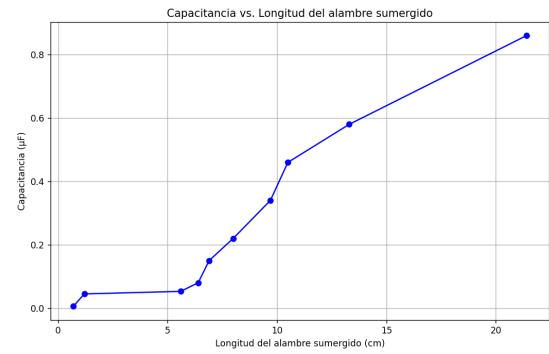


Fig. 2: relación entre la longitud del alambre sumergido y la capacitancia medida.

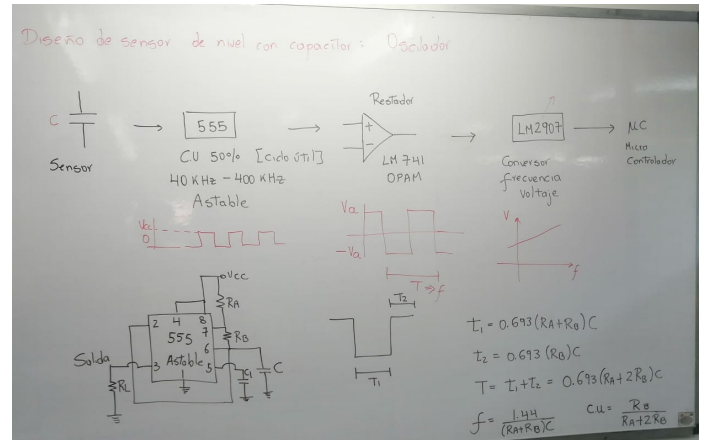


Fig. 3: Diseño sensor de nivel con capacitor: Oscilador.

2. Simulación diseño de sensor de nivel con capacitor:

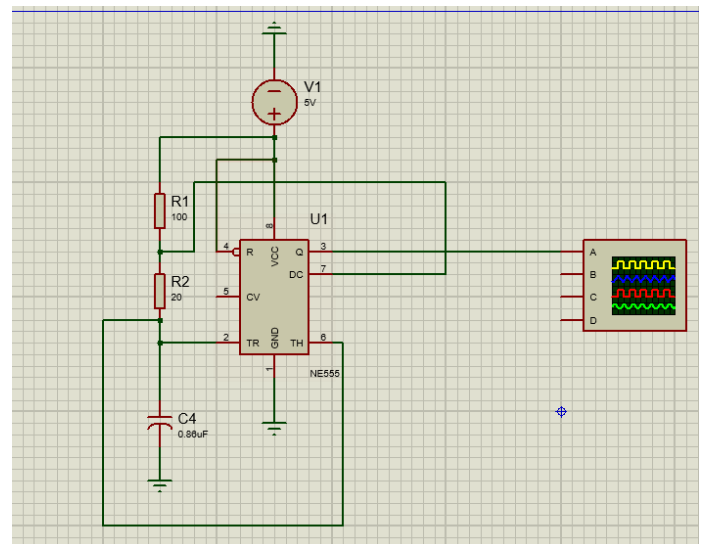


Fig. 4: Simulación montaje del NE555 para el sensor de nivel con capacitor: Oscilador.

En el modo astable, el NE555 utiliza dos resistencias y un condensador para establecer los períodos de tiempo de los estados alto y bajo de la señal de salida. Cuando se aplica energía al circuito, el condensador se carga y se descarga a

través de las resistencias, lo que genera una forma de onda cuadrada.

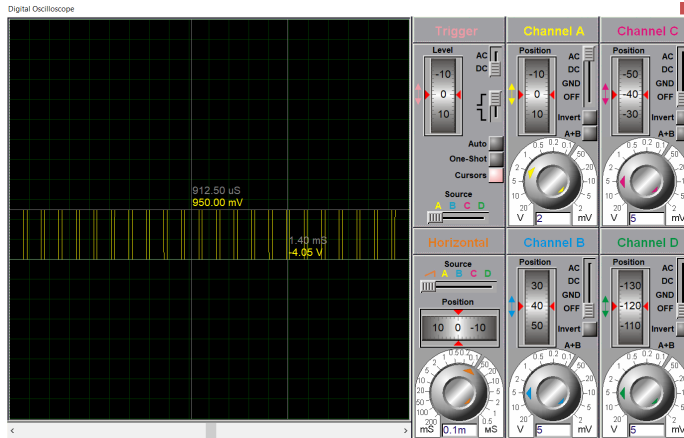


Fig. 5: Simulación salida osciloscopio del NE555 para el sensor de nivel con capacitor.

Al medir la salida del NE555 con el osciloscopio del simulador, se puede observar que efectivamente está saliendo la salida deseada y se procede a continuar con el restador.

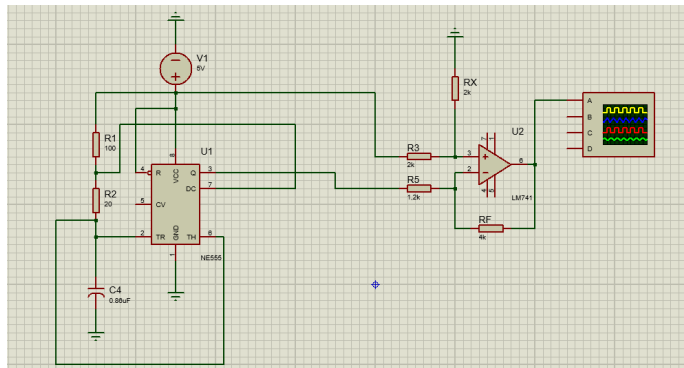


Fig. 6: Simulación restador para el sensor de nivel con capacitor.

Se tiene la salida del osciloscopio medida en la salida del restador que da en el cuadrante positivo.

Se procede a la parte final del circuito la cual tiene el convertidor de frecuencia a voltaje, que es el objetivo del circuito.

Se muestra el resultado de la simulación para el primer dato:

con base en los datos medidos para este diseño se muestra la tabla de los datos importantes.

Finalmente se obtiene la curva de los datos del sensor de nivel con capacitor.

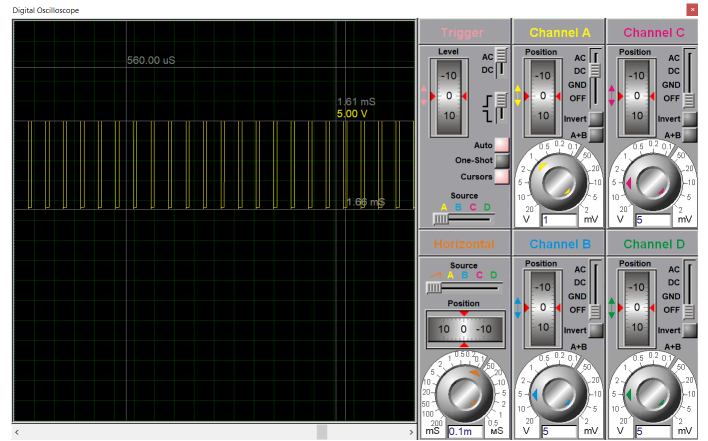


Fig. 7: Simulación salida osciloscopio restador para el sensor de nivel con capacitor.

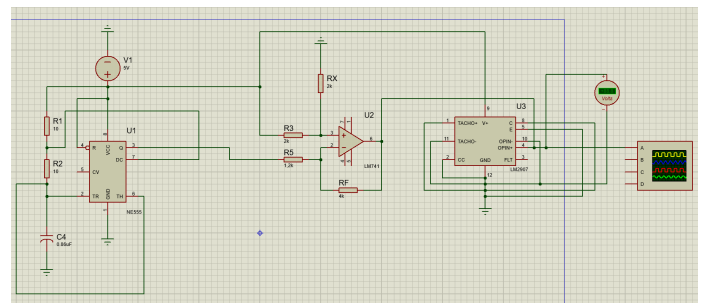


Fig. 8: Simulación montaje final del sensor de nivel con capacitor.

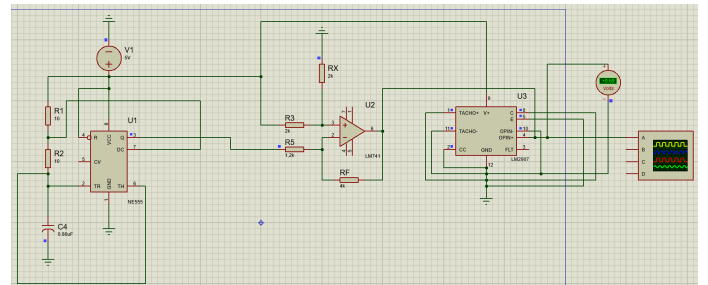


Fig. 9: Simulación salida voltaje para el sensor de nivel con capacitor.

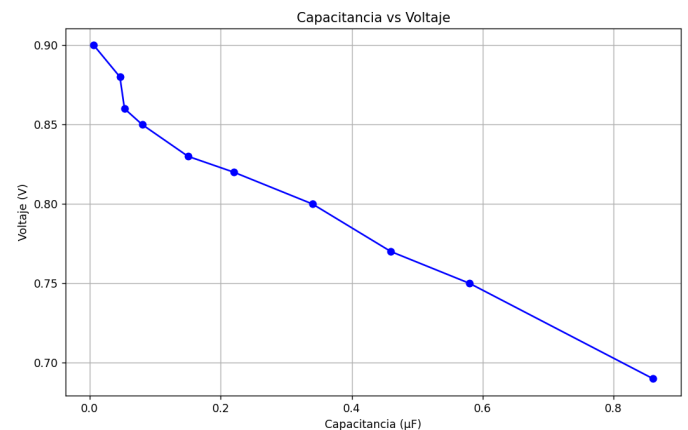


Fig. 10: Curva resultante del comportamiento de los datos importantes para el sensor de nivel con capacitor.

TABLE II: Recolección de datos del sensor de nivel con capacitor.

Capacitancia μF	Voltaje (V)
0.860	0.690
0.580	0.750
0.460	0.770
0.340	0.800
0.220	0.820
0.150	0.830
0.080	0.850
0.053	0.860
0.046	0.880
0.006	0.900

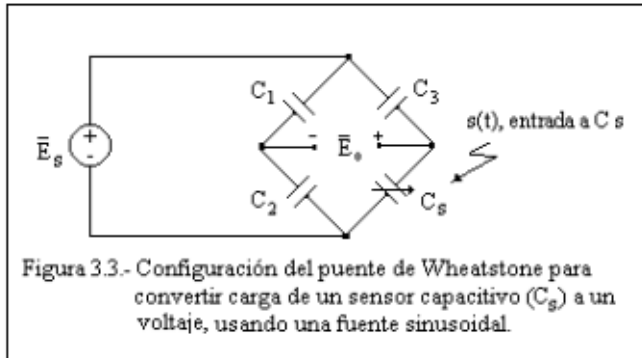


Fig. 11: Puente capacitivo.

3. Simulación del puente capacitivo:

Teniendo en cuenta el diseño presentado en la Fig 10, se realiza la siguiente simulación del puente capacitivo.

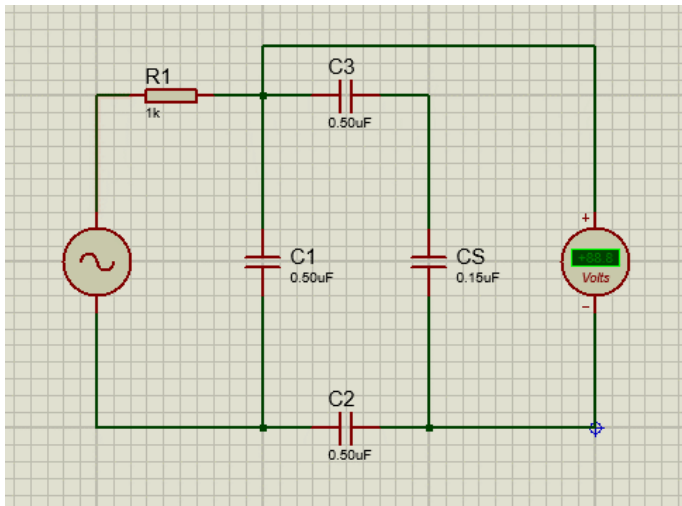


Fig. 12: Simulación Puente capacitivo en Proteus.

Este puente tiene una fuente AC de 5V de amplitud con una frecuencia de 60Hz, una resistencia de $1k\Omega$, un valor de $0.5\mu\text{F}$ para los condensadores C1, C2, C3 y un CS que es el variador de capacitancia que se utiliza para medir el vrms.

Se presenta el primer dato de voltaje para el primer dato de capacitancia $0.86\mu\text{F}$:

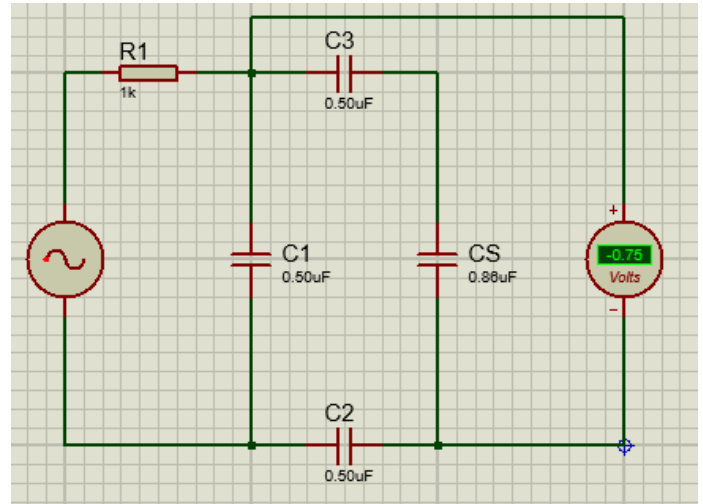


Fig. 13: Simulación Puente capacitivo primer dato de voltaje en Proteus.

Se mide con el voltímetro de Proteus el vrms para cada dato, así como se hizo con el primer dato mostrado anteriormente. Con base en esto se realiza la tabla de los datos obtenidos, la capacitancia de CS para cada voltaje rms medido.

TABLE III: Recolección de datos de capacitancia y voltaje para el puente capacitivo.

Capacitancia μF	Vrms (V)
0.860	0.750
0.580	0.780
0.460	0.800
0.340	0.820
0.220	0.850
0.150	0.870
0.080	0.890
0.053	0.900
0.045	0.900
0.006	0.910

Se procede a graficar estos datos para mirar su comportamiento.

V. ANALYSIS

Para la construcción del sensor capacitivo, se tiene la botella con agua la cual actúa como material dieléctrico y los alambres de cobre que funcionan como buenos conductores. Se sumergen en el agua los alambres de cobre, de forma que estén cerca pero no se toquen, utilizando cinta para generar una distancia mínima, se sostienen mediante una cantidad de papel que hace presión para que los alambres no se muevan. Se toman los datos de cierta longitud sumergida y la capacitancia obtenida. Se varía la longitud de modo que se obtiene otro valor de capacitancia y de esta forma se recolectan los datos.

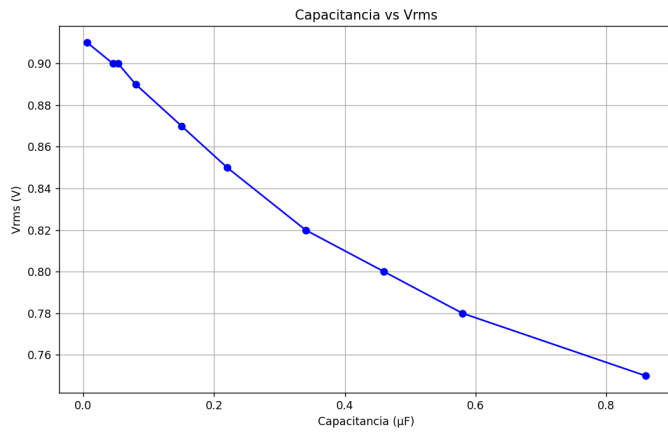


Fig. 14: Curva resultante del comportamiento de los datos del puente capacitivo.

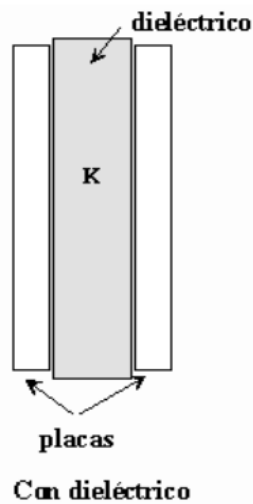


Fig. 15: Representación del efecto deseado para la construcción del sensor capacitivo.

En la Fig 15 las placas representan los alambres de cobre y el dieléctrico es el agua que hay entre estos alambres.

Respecto a las aplicaciones del sensor capacitivo, se tienen la simulación del sensor de nivel con capacitor y el puente capacitivo. Estos se pueden relacionar debido a que su objetivo es el mismo, a medida que se cambia el valor de capacitancia del capacitor, se obtiene cierto voltaje en el caso del sensor de nivel en la salida del convertidor de frecuencia a voltaje y para el sensor capacitivo se mide en ciertos puntos del circuito.

En los dos casos se utilizan los mismos valores de capacitancia para el capacitor variable, pero el voltaje es vrms para el puente capacitivo y para el otro caso es voltaje normal.

Las curvas resultantes de los datos obtenidos mediante las simulaciones es similar, lo que rectifica el funcionamiento de estas dos aplicaciones ya que debería ocurrir un comportamiento parecido entre estos datos.

VI. CONCLUSION

Se logró construir el sensor capacitivo con los materiales caseros y se recolectaron los datos de este satisfactoriamente. Se caracterizó el sensor capacitivo casero utilizando los datos recolectados.

El sensor capacitivo no fue fácil de realizar, puesto a que en la primera práctica no se logró estabilizar su valor. Esto debido a varios factores: el multímetro utilizado y la separación de los alambres. El sensor se tiene que construir de manera que sea lo más preciso posible y no se separen tanto los alambres y tampoco se toquen entre si, ya que esto podría perder el efecto capacitivo deseado.

Se pudo evidenciar la similitud de los resultados del voltaje mediante la curva obtenida a partir de los datos medidos en las simulaciones, de modo que en ambos casos entre más capacitancia tenga el capacitor variable, menos voltaje se obtendrá a la salida de estos circuitos. Cabe recalcar que los valores no son exactamente iguales, pues estos difieren en pequeña medida su valor, como se puede esperar ya que no son modelos iguales.

Para el puente capacitivo es importante tener en cuenta que de la forma que se diseñó en esta simulación, el voltaje va a ser vrms puesto a que es una fuente AC y la frecuencia de la fuente tiene que estar a 60Hz para que pueda ser visible en la simulación.

Se logró simular satisfactoriamente el sensor de nivel con capacitor, el puente capacitivo y hacer su respectivo análisis y conclusiones.