

DISEÑO Y SIMULACIÓN DEL LAYOUT, ASISTIDO CON HERRAMIENTA CAD, DE UN CIRCUITO AMPLIFICADOR DIFERENCIAL CON ETAPA DE SALIDA UNICA, COMPUESTO DE TRANSISTORES MOS TIPO-P, DE USO ESPECIFICO PARA SENSORES DE PRESIÓN

*EE Perez Mayesffer A, S Alcantara I, D Hernandez dela La Luz, A Mandoza H

I.1 Antecedentes

Ha surgido una nueva gama denominada microsensores cuya aportación al desarrollo tecnológico y científico ha sido muy alta. Ya que su aplicación directa se encuentra en la industria de la automatización, automotriz, transportación, telecomunicaciones, computadoras, robotica, en fin podemos generalizar diciendo que estos dispositivos se encuentran en todas las esferas de nuestras vidas.

Estos dispositivos a menudo se fabrican usando tecnología a base de Silicio y pueden incluir circuitos electrónicos dentro de la misma pastilla. Dentro de estas etapas, la de simulación juega un papel importante ya que permite corregir errores dentro de los pasos de fabricación de manera rápida y eficiente^[1].

Para alcanzar los objetivos deseados se eligió un sensor de presión el cual se usa en sistemas de fluidos, neumáticos y de tacto. Este tipo de sensores funcionan bajo el principio del Puente de Wheatstone donde las cuatro resistencias son usadas en la configuración que muestra la siguiente figura I.1

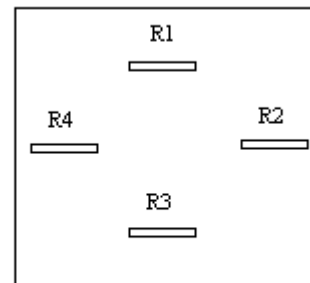


Figura I.1 Representación esquemática de la posición básica de Piezoresistencias sobre una membrana.

Se observa de la figura que dos de las resistencias están en posición horizontal para sensar componentes de presión en

dirección de corriente horizontal y las otras dos en posición para sensar componentes de presión en dirección de corriente perpendicular. De tal forma que el cambio de las primeras dos piezoresistencias siempre es opuesto al de las otras dos. Cuando la membrana esta sujeta a presión externa causa tensión sobre su cuerpo y consecuentemente las resistencias longitudinales muestran un decremento de su valor y las transversales un incremento de su valor. Este arreglo resistivo se conoce como Puente de Wheatstone tal y como se observa en la figura I.2

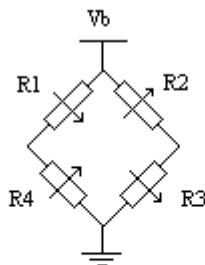


Figura I.2 Configuración de las cuatro piezoresistencias en Puente de Wheatstone . El sentido de las - Flechas indica el cambio resistivo cuando la - Membrana es sometida a Presión.

El sentido de las flechas en la figura anterior indica el cambio resistivo longitudinal y transversal.

La configuración del Puente de Wheatstone tiene la ventaja de convertir el cambio físico de la deformación en las cuatro resistencias, en cambios de voltaje, entonces la salida del puente entrega voltaje diferencial (ΔV), el cual se calcula de manera relativamente sencilla considerando un balance en el puente, es decir cambios idénticos pero a la vez opuestos de las resistencias, de tal forma que cuando se somete a un cambio diferencial de presión externa (ΔP), el cambio en ΔV será:

$$\Delta V = \frac{\Delta R}{R} V_b$$

(I.1)

Donde R es la resistencia del sensor cuando no existe presión y V_b es la fuente de voltaje de polarización del Puente. La sensibilidad de presión (S) se define como el cambio relativo de salida de



voltaje por unidad de presión diferencial aplicada (U.D.S. mV/V-kPa):

$$S = \frac{\Delta V}{\Delta P} \frac{1}{V_b} = \frac{\Delta R}{\Delta P} \frac{1}{R} \quad (I.2)$$

Si una corriente constante (I_b) es aplicada, entonces la sensibilidad de presión es definida como el cambio de voltaje diferencial de salida por unidad de presión y de corriente aplicada en el puente (U.D.S. mV/mA-kPa):

$$S = \frac{\Delta V}{I_b} \frac{1}{\Delta P} = \frac{\Delta R}{\Delta P} \quad (I.3)$$

En el caso ideal la resistencia total del puente es independiente de la presión ya que los cambios sufridos por el par de resistencias longitudinales cancelan a las transversales debido a que tienen efectos de tensión opuestos. Por otra parte los efectos de ruido térmico no afectan la salida de voltaje diferencial del puente ya que conforme la temperatura también se

incrementa, la resistencia total del puente lo hace proporcionalmente, no afectando de esta manera la salida diferencial a cero volts, esto se logra si el puente se encuentra en perfecto balance, es interesante notar que como esta flotando la salida de el voltaje diferencial no importa el nivel de DC que tenga a la salida ya que su diferencia partirá siempre de cero volts^[2]. Por otro lado, dicha salida obliga a leerla con un dispositivo de amplificación diferencial, con el cual es posible mejorar en mucho el rechazo en modo común para el ruido de entrada.

De la creciente tendencia a crear nuevos componentes o perfeccionar los ya existentes, se vio entonces la necesidad de adecuar la salida de un sensor de presión el cual entrega un voltaje diferencial, a salida con referencia a tierra. Por lo tanto es necesario amplificar esta salida por medio de un dispositivo amplificador de señal de manera externa para disponer de la misma pero aterrizada y de mayor magnitud.

Es por eso que se planteo la idea de agregar a un dispositivo sensor de presión

MOS-P tipo puente, una etapa de amplificación diferencial y conversión de señal de diferencial a salida única.

I.2 Objetivos

Diseño y simulación de la topología esquemática de un amplificador de ganancia 10 con salida única, para un sensor de presión piezorresistivo de salida diferencial.

Diseño y simulación del LAYOUT de un amplificador de ganancia 9.91 con salida única, con tecnología de 2 micras ORBIT N-WELL, para un sensor de presión piezorresistivo de salida diferencial.

I.3 Aplicación del amplificador

Para esto se propuso el siguiente arreglo circuital mostrado en figura I.3, donde es conveniente seguir usando al transistor MOSFET tipo P para esta tarea.

Parece poco atractivo diseñar un amplificador MOS-P ya que su tasa de movilidad siempre será inferior a la del MOS-N, sin embargo existen razones de peso que justifican este trabajo, ya que

pensado para esta aplicación, se sabe que el coeficiente de piezorresistencia es mayor y mas estable a la temperatura cuando las resistencias se fabrican con difusiones tipo P^{[15] [16]}. Esto ultimo da la razón para que el amplificador se diseñe con tecnología MOS-P.

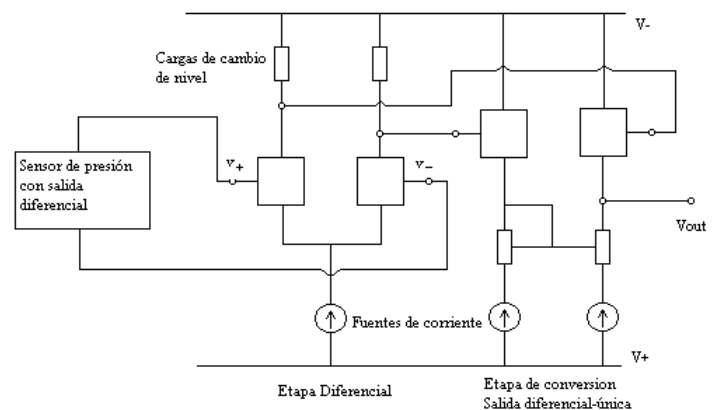


Figura I.3 Diagrama a bloques del sensor con etapa de amplificación.

Referencias:

- [1] Ljubisa Ristic, "Sensor Technology and Devices" Artech House Inc.(1994) P.1,13
- [2] S.M. Sze, "Semiconductor Sensor" Jhon Wiley & Sons, (1994).P. 17, 178-180
- [15] T. Diaz, F.Chavez, "Diseño de un sensor de presión de silicio con diafragma rectangular", Memorias del V Seminario Nacional de Física-Electrónica.
- [16] S. Alcantara, M. Aceves, M. Linares, R. Galeazy, "Sensor de presión piezorresistivo de diafragma de silicio", Memorias del V Seminario Nacional de Física-Electrónica.



Introducción
