

Laboratorio II: Diseño de un sistema de adquisición de datos. Parte I

Prof. Kaleb Alfaro Badilla

1. Objetivo General

Elaborar un sistema de adquisición de datos de dos canales de tensión.

2. Objetivos Específicos

1. Usar aislamiento eléctrico para aislar ruido entre tierras.
2. Crear un diseño con compensación de ganancia ajustable.
3. Uso de herramientas de simulación para diseño asistido por computadora.

3. Investigación Previa

Con base en las siguientes preguntas, elabore un documento en PDF o en MARKDOWN con sus respuestas y súbalo en su repositorio de Github

1. ¿Cuáles son los tipos de sensores de temperatura más populares? ¿Cuáles son sus ventajas y desventajas en función de los requisitos del diseño?

R/ Existen gran variedad de tipos de sensores de temperatura, sin embargo, (Tipos de Sensores de Temperatura, 2023) dice que los mas populares son: los termopares, sensores RTD, termistores NTC y PTC, además de los sensores infrarrojos sin contacto.

Estos presentan algunas ventajas o desventajas con respecto a los otros tipos de sensores.

Termopares:

Ventajas: Pueden medir temperaturas extremadamente altas o bajas, son robustos y no requieren fuente de alimentación. Son útiles en entornos hostiles.

Desventajas: Tienen menor precisión en comparación con otros sensores y requieren una compensación de la unión de referencia fría para mediciones precisas.

RTD (Resistencia de temperatura de platino):

Ventajas: Ofrecen alta precisión y estabilidad a lo largo del tiempo. Tienen una respuesta lineal y son ideales para aplicaciones donde se requiere precisión.

Desventajas: Suelen ser más caros que otros sensores y pueden tener una respuesta más lenta a cambios rápidos de temperatura.

Termistores:

Ventajas: Son económicos, sensibles a cambios de temperatura y están disponibles en formas y tamaños

diversos.

Desventajas: La precisión puede ser limitada, especialmente en un rango amplio de temperaturas. También pueden presentar deriva con el tiempo.

Termómetros infrarrojos (IR):

Ventajas: No requieren contacto físico con el objeto a medir, son rápidos y adecuados para medir la temperatura de superficies y objetos en movimiento.

Desventajas: La precisión puede verse afectada por la emisividad del objeto y la distancia al mismo. No son ideales para mediciones de temperatura interna.

2. ¿Cuáles son los tipos de termocuplas? ¿Cuáles son sus rangos de temperatura y tensión?

R/ Las termocuplas, también son llamadas termopar, estas están clasificadas según su combinación de materiales. Las cuales según (Tipos de Sensores de Temperatura, 2023) son:

Termopar Tipo J: Combinación de hierro y constantan (aleación de cobre y níquel). De uso limitado en entornos oxidantes. Cuenta con un rango de temperatura entre los 0°C y los 750°C. La tensión típica es alrededor de: 50 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$.

Termopar Tipo T: Un alambre de cobre y otro de constantan. De uso recomendado en entornos de humedad. Su rango de temperatura se encuentra entre los -250°C y los 350°C. La tensión típica es alrededor de: 43 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$.

Termopar Tipo K: Compuesto de una junta de chromel (aleación de cromo y níquel) y alomel (aleación de aluminio y níquel), es el sistema de captación de temperatura más extendido. Y es que su rango de temperatura es muy amplio, situándose entre los -200°C y los 1250°C, aunque se recomienda para medidas entre 300 y 1100°C. La tensión típica es alrededor de: 41 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$.

Termopar Tipo E: Su combinación de materiales incluyen chromel y constantan. Su rango de temperaturas se sitúa entre los -200°C y los 900°C. La tensión típica es alrededor de: 68 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$.

3. ¿Qué es una señal balanceada y una no balanceada? ¿Qué aplicación tiene el uso de señales balanceadas?

R/ La señal balanceada y la señal no balanceada son dos tipos de conexiones utilizadas para transmitir señales eléctricas, como audio, video o datos, en sistemas de comunicación y electrónica. La principal diferencia entre ambas radica en cómo se transmiten y cómo se manejan las interferencias. En una señal no balanceada, la señal se transmite como la diferencia de voltaje entre la señal y la referencia de tierra, lo que la hace más susceptible a interferencias y ruido. Por otro lado, en una señal balanceada, se utilizan tres conductores: dos para la señal y uno para la referencia de tierra, lo que ayuda a cancelar las interferencias y el ruido. La señal se transmite como la diferencia de voltaje entre los dos conductores de señal, mientras que la referencia de tierra se mantiene común en ambos conductores de señal. Es importante tener en cuenta que la elección entre una señal balanceada y una señal no balanceada dependerá de las necesidades específicas del proyecto y de las características de cada tipo de conexión.

4. ¿Qué es el aislamiento eléctrico entre dos tierras? ¿En los diseños electrónicos qué ventajas tiene el aislamiento entre señales?

R/ El aislamiento eléctrico entre dos tierras se refiere a la práctica de mantener eléctricamente separadas dos áreas o sistemas de tierra en una instalación eléctrica o en un sistema eléctrico más grande. Esto se hace para prevenir la circulación no deseada de corriente eléctrica entre estas dos áreas o sistemas, lo que podría causar problemas como cortocircuitos, daños a equipos, interferencias electromagnéticas y, en última instancia, riesgos para la seguridad.

Un ejemplo común de aislamiento eléctrico entre dos tierras es en sistemas eléctricos que operan a diferentes niveles de voltaje o que deben mantenerse separados por razones de seguridad o funcionales. Algunas de las ventajas que tiene el aislamiento de tierra es:

Seguridad: El aislamiento eléctrico es fundamental para garantizar la seguridad de las personas y los equipos. Ayuda a prevenir descargas eléctricas y reduce el riesgo de accidentes eléctricos al evitar que la corriente fluya a través de conductores no deseados. Esto es especialmente importante en entornos industriales y de consumo.

Prevención de Cortocircuitos: El aislamiento eléctrico evita que se produzcan cortocircuitos al mantener conductores eléctricos separados. Esto ayuda a proteger los dispositivos y sistemas eléctricos de daños y reduce el riesgo de incendios eléctricos.

Reducción de Interferencias Electromagnéticas: En sistemas de comunicación y electrónica, el aislamiento eléctrico puede reducir las interferencias electromagnéticas entre componentes y circuitos. Esto mejora la integridad de las señales y reduce las posibilidades de errores de datos.

Compatibilidad con Diferentes Niveles de Voltaje: El aislamiento eléctrico permite la conexión de equipos y sistemas que operan a diferentes niveles de voltaje sin riesgo de daños. Esto es esencial en redes eléctricas y sistemas donde es necesario manejar voltajes variados.

Protección contra Corrientes Parásitas: En sistemas con múltiples tierras o sistemas de referencia, el aislamiento eléctrico ayuda a prevenir la circulación de corrientes parásitas no deseadas entre ellos, lo que puede causar problemas de funcionamiento y daño a equipos.

Mayor Durabilidad: El aislamiento eléctrico adecuado puede prolongar la vida útil de los componentes y equipos eléctricos al protegerlos de la corrosión y la degradación causada por la circulación de corrientes no deseadas.

Segregación de Circuitos: El aislamiento eléctrico permite la segregación de circuitos y sistemas, lo que facilita la identificación y el mantenimiento de problemas específicos sin afectar a otros componentes o sistemas.

Flexibilidad en el Diseño: Al utilizar aislamiento eléctrico, los diseñadores de sistemas eléctricos tienen más flexibilidad para crear sistemas complejos sin tener que preocuparse por la interacción no deseada entre los componentes.

Cumplimiento de Normativas: El aislamiento eléctrico es a menudo un requisito reglamentario en muchas aplicaciones y entornos industriales, lo que garantiza que los sistemas cumplan con estándares de seguridad y funcionamiento.

- Investigue diseños electrónicos para aislar eléctricamente señales DC o de baja frecuencia (<100Hz).
R/ Transformador de aislamiento: funciona por inducción electromagnética de Faraday, y debido a que las bobinas no están conectadas directamente se consigue un buen aislamiento eléctrico. También se utilizan los transformadores de corriente y de potencia, estos últimos por lo general para medir mejor las señales de alto voltaje y amperaje

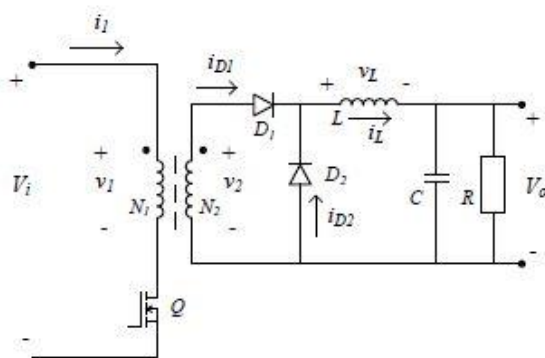


Figura 1. Fuente conmutada tipo forward con transformador de aislamiento.

Optoacoplador: Aísla eléctricamente utilizando un haz de luz.

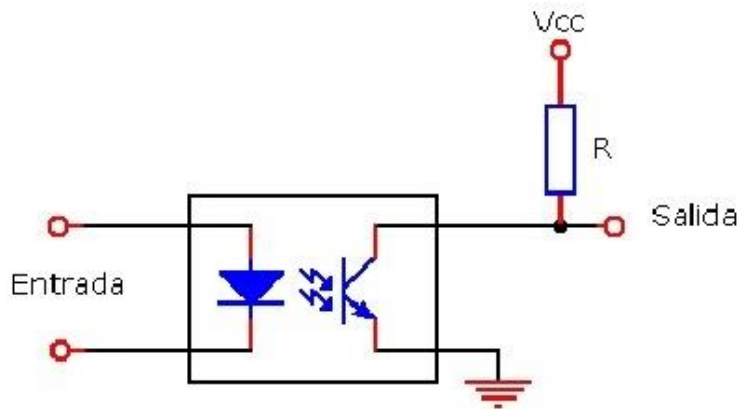


Figura 2. Optoacoplador.

Amplificador de instrumentación: Se compone de tres amplificadores operacionales, posee una alta ganancia diferencial, rechazo de modo común.

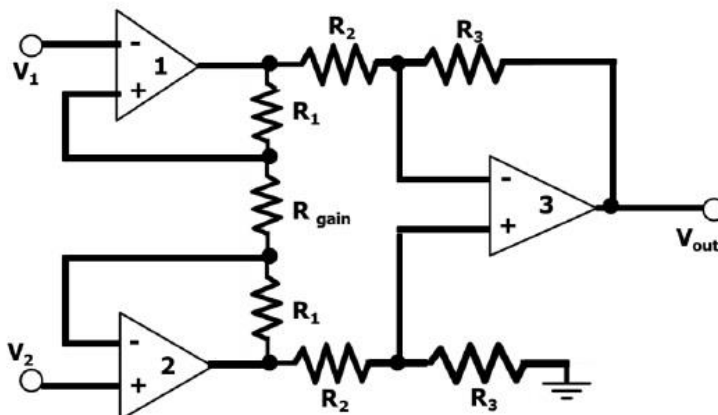
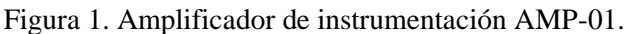


Figura 3. Amplificador de instrumentación típico.

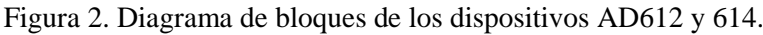
6. Investigue diseños de amplificadores con ganancia programable.

R/ Se puede considerar que un amplificador operacional (A.O.) básico adquiere la cualidad de ser un amplificador de ganancia programable cuando se incorporan resistencias e interruptores analógicos. Sin embargo, los dispositivos conocidos como "amplificadores de ganancia programable" que se encuentran en el mercado suelen ser amplificadores de instrumentación en su mayoría. Los amplificadores de ganancia programable se pueden dividir en los siguientes grupos:

- 1) Amplificadores de instrumentación que ya cuentan con resistencias internas y cuya variación en la ganancia se logra al añadir resistencias externas con valores específicos. Ejemplos de estos son: AD625, AD521, AD522, AMP-01, AMP-02, AMP-05 (ver figura 1).



- 2) Amplificadores de instrumentación que incorporan todas las resistencias y en los que la variación de ganancia se consigue haciendo cortocircuitos entre determinados terminales del dispositivo accesibles externamente. Ejemplos: AD624, AD612, AD614 (figura 2).



- 3) Dispositivos en los que la variación de ganancia se consigue modificando una tensión analógica.
Ejemplo: LC403 (figura 3).

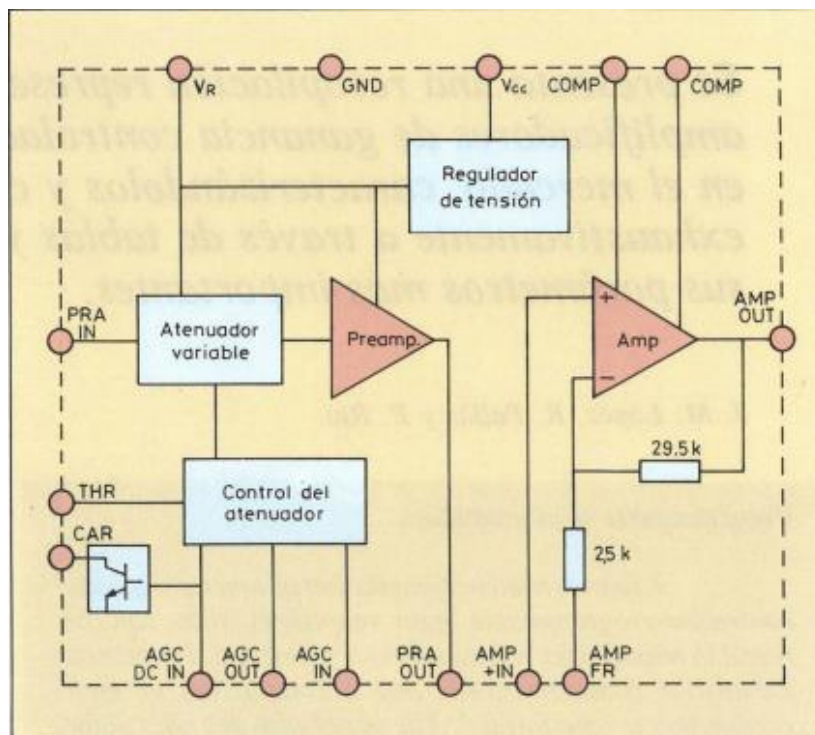


Figura 3. Diagrama de bloques del amplificador LC403 utilizable como amplificador de ganancia controlada por tensión.

- 4) Dispositivos que incorporan un conjunto de resistencias y de interruptores analógicos, en los que la variación de ganancia se consigue aplicando un código digital a la entrada de selección de ganancia. El amplificador incorporado en este caso suele ser de instrumentación. En la figura 4 se presenta su estructura de forma esquemática.

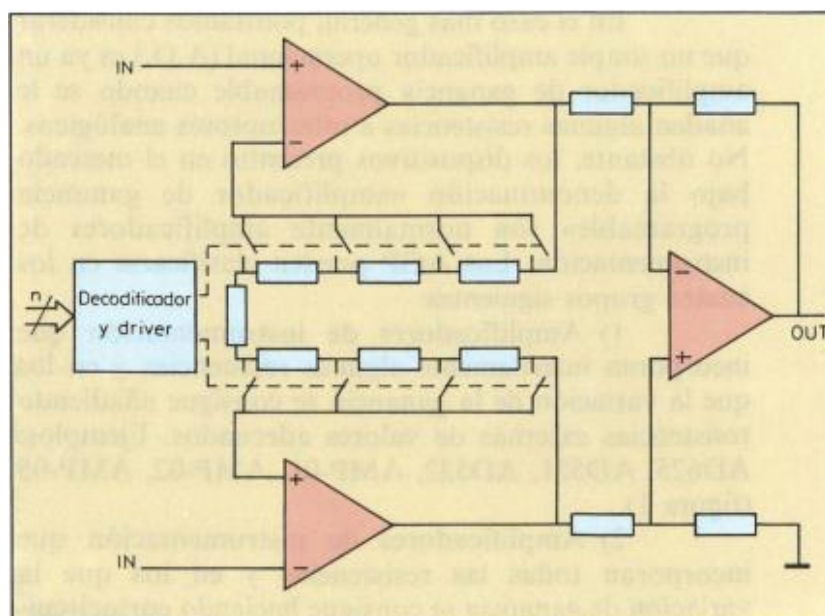


Figura 4. Estructura simplificada de un amplificador de instrumentación con ganancia programable digitalmente.

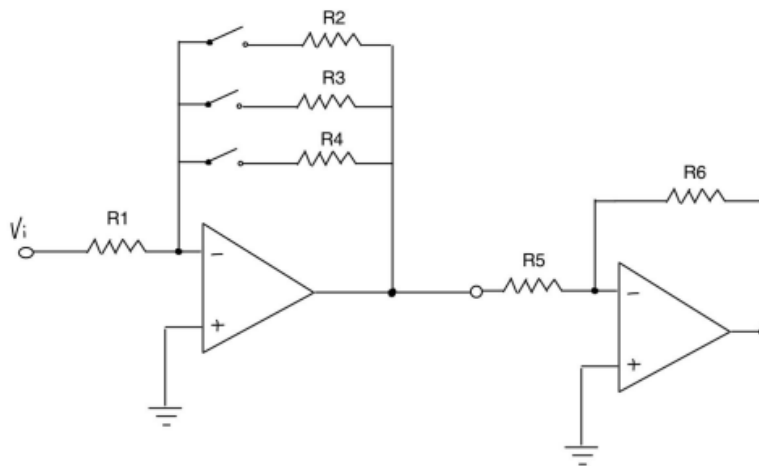


Figura 5. Amplificador inversor con ganancia programable.

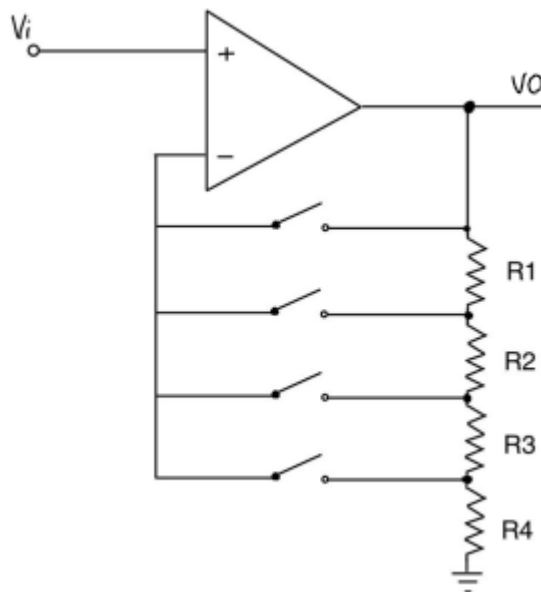


Figura 6. Amplificador no inversor con ganancia programable.

7. Investigue como se mide el rechazo de modo común para una señal diferencial, y el rechazo de *crosstalk* entre dos canales.

El rechazo de modo común o CMRR es una medida de la capacidad de un sistema para atenuar o eliminar las señales que llegan en modo común, es decir, aquellas señales que afectan por igual a ambas líneas de una señal diferencial. En sistemas de transmisión de señales diferenciales, el objetivo es minimizar la influencia de las señales de modo común, ya que estas pueden introducir ruido e interferencias en la comunicación.

El rechazo de modo común se mide en decibelios (dB) y se expresa como la relación entre la amplitud de la señal en modo común que se presenta en la entrada del sistema y la amplitud de la señal en modo común que se presenta en la salida, en condiciones específicas. Cuanto mayor sea la cifra en dB, mejor será el rechazo de modo común.

$$CMRR = 20 \log \left(\frac{V_{\text{modo común, entrada}}}{V_{\text{modo común, salida}}} \right)$$

$V_{\text{modo común, entrada}}$ es la amplitud de la señal en modo común presente en la entrada del sistema.

$V_{\text{modo común, salida}}$ es la amplitud de la señal en modo común presente en la salida del sistema.

El rechazo de diafonía o "*crosstalk*" entre dos canales es una medida de cuánto una señal en un canal afecta a otro canal adyacente. Esto es especialmente importante en sistemas de comunicación o transmisión de señales en los que múltiples canales están ubicados en proximidad física, como cables trenzados en sistemas de red.

El rechazo de diafonía se mide en decibelios (dB) y se expresa como la relación entre la amplitud de la señal no deseada que se acopla desde un canal fuente hacia un canal adyacente y la amplitud de la señal deseada en ese canal adyacente. Cuanto mayor sea la cifra en dB, mejor será el rechazo de diafonía.

La fórmula general para calcular el rechazo de *crosstalk* en decibelios es:

$$Crosstalk (db) = 20 \log \left(\frac{V_{\text{señal acoplada}}}{V_{\text{señal desacoplada}}} \right)$$

$V_{\text{señal acoplada}}$ es la amplitud de la señal no deseada que se acopla desde el canal fuente al canal adyacente.

$V_{\text{señal deseada}}$ es la amplitud de la señal deseada en el canal adyacente.

4. Enunciado

Para este laboratorio se elaborará el diseño de un sistema de adquisición de dos canales. El diseño propuesto debe cumplir con los siguientes requisitos:

1. Cada canal medirá una señal diferencial de tensión a la entrada.
2. Cada canal se encontrará eléctricamente aislada.

3. Cada canal tendrá ganancia programable para operar entre los rangos de tensión de 10mV a 10V.
4. Debe tener al menos 6 escalas ajustables por canal.
5. Cada nivel de ganancia por canal debe ser programable por niveles de tensión o por una señal digital paralela o serial.
6. El convertidor de analógico a digital debe poder de operar a una tasa de muestreo de 5000 muestras por segundo por cada canal de manera individual.
7. Si ambos canales operan de manera simultanea podría reducir la tasa de un muestreo por canal a 2000 muestras por segundo.
8. Cada convertidor de analógico a digital debe muestrear a una resolución de mínimo 8 bits por muestra.
9. El rechazo de modo común por canal debe ser mayor de 60dB.
10. El diseño propuesto debe ser validado de la siguiente forma: montar un sensores de temperatura de tipo termocupla a cada canal del sistema de adquisición de datos y lograr hacer mediciones de temperatura despues de elaborar una etapa de calibración.

4.1. Materiales

Se debe realizar un listado de componentes utilizados en un archivo y debe ser visible desde el repositorio de Github. La lista debe incluir: nombre del componente, valor nominal, tipo en empaque (SMD o THT) lugar de cotización, cantidad, y costo. Guardar las hojas de datos de los componentes adquiridos en un .zip.

4.2. Presentación de los resultados

1. Se deberá reportar el diseño propuesto, simulaciones, mediciones de laboratorio y los resultados finales en un archivo proyecto .ipynb (jupyter notebook). **Se deben incluir gráficos elaborados por medio de los datos obtenidos.**
2. Cada medición realizada en laboratorio debe incluir una fotografía del montaje del circuito de manera de documentación. La conexión de los instrumentos debe ser visible (canales, generadores de señal, etc).
3. El repositorio deberá estar ordenado de la siguiente división de carpetas: sims, tests, design, results y research (investigación previa).

5. Evaluación (100 %)

Rubro	Fecha de Entrega Límite	Valor (%)	Detalles
Avance	28 de agosto	20	Se revisará el contenido de la investigación previa y el uso del repositorio de github (20 %)
Avance II	4 de setiembre	20	Se revisarán resultados de simulaciones para cada diseño propuesto (15 %). Cotizaciones de los componentes a adquirir o adquiridos (5 %).
Defensa programada	11 de setiembre	60	Presentación de los resultados descritos previamente (30 %). Funcionalidad lograda al medir temperatura con termocupla (30 %) (video grabado)

Referencias

Tipos de Sensores de Temperatura. (2023). SRC. Recuperado de: <https://srcsl.com/tipos-sensores-temperatura/>

Lopez, J. (s.f.). *Amplificadores operacionales programables*. researchgate.net. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Ramon-Pallas-Areny/publication/303751904_Amplificadores_operacionales_de_ganancia_programable/links/5750887c08aef67d0d89da20/Amplificadores-operacionales-de-ganancia-programable.pdf

Fiore, J. (2022, 30 de octubre). 5.7: CMRR y PSRR. LibreTexts Español. Recuperado de: [https://espanol.libretexts.org/Ingenieria/Amplificadores_Operacionales_y_Circuitos_Integrados_Lineales_-_Teoria_y_Aplicacion_\(Fiore\)/05:_Limitaciones_practicas_de_los_circuitos_de_amplificador_operacional/5.7:_CMRR_y_PSRR](https://espanol.libretexts.org/Ingenieria/Amplificadores_Operacionales_y_Circuitos_Integrados_Lineales_-_Teoria_y_Aplicacion_(Fiore)/05:_Limitaciones_practicas_de_los_circuitos_de_amplificador_operacional/5.7:_CMRR_y_PSRR)

Las mejores técnicas de reducción de la diafonía. (s.f.). Rapid PCB Assembly Prototypes - Proto-Electronics. Recuperado de: <https://www.proto-electronics.com/es/blog/mejores-tecnicas-reduccion-diafona>