

You:

Hazme la referencia en apa 7 (para poner como referencia) al contenido de los siguientes vínculos (pon la fecha de hoy como fecha de consulta):

[https://www.sunon.com/eu/MANAGE/Docs/WEBCONT/Files/1236/SUNON%20DC%20Brushless%20Fan%20&%20B%E\).pdf](https://www.sunon.com/eu/MANAGE/Docs/WEBCONT/Files/1236/SUNON%20DC%20Brushless%20Fan%20&%20B%E).pdf) <https://www.max-flow.com/EN/products-details/no/1543541662001>
<https://www.picontrolsolutions.com/papers/papers-step-less-closed-loop-multivariable-transfer-function-system-identification-the-slic-id-algorithm/> <https://www.acsysteme.com/en/multimedia-resources/serial-or-parallel-pid/>
<https://tableroalparque.weebly.com/uploads/5/1/6/9/51696511/valfaro02b.pdf>
<https://resources.pcb.cadence.com/blog/2020-pwm-vs-dc-fans-fan-speed-control-strategies-for-cpu-cooling-and-case-ventilation> <https://www.omnicalculator.com/physics/sphere-density> <https://hackaday.io/project/181686-better-serial-plotter> <https://provedoracano.com/eshop/moduloirf520> <https://cdn-reichert.de/documents/datenblatt/A300/ST1168.pdf> <https://datasheet4u.com/datasheet/HandsOn/HC-SR04-1380137>
<https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/1132204/ETC2/HCSR04.html>
<https://www.cotymania.com/manualidades/telgopor-y-esferas>
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22820/1/UPS-GT003836.pdf>
<https://www.politesi.polimi.it/retrieve/a81cb05c-d14e-616b-e053-1605fe0a889a/REPORT.pdf>
<https://fileadmin.cs.lth.se/ai/Proceedings/etfa2005/html/articles/CF-000505.pdf>
<https://biblat.unam.mx/hevila/Revistapolitecnica/2015/vol11/no20/6.pdf>

DeepSeek:

Found 9 results

Thought for 39 seconds

Hmm, el usuario está trabajando en un proyecto que involucra controladores PID y sensores ultrasónicos, específicamente el modelo HC-SR04. Primero, revisé los resultados de búsqueda proporcionados para entender mejor el contexto y las necesidades del usuario.

El usuario ya tiene un marco conceptual sobre controladores PID y filtros, y ahora busca una explicación detallada del sensor HC-SR04 y aspectos teóricos de los sensores ultrasónicos. También quiere referencias en APA 7.

Veo que los resultados de búsqueda abarcan desde principios básicos de ultrasonido hasta limitaciones y aplicaciones prácticas. 1 explica el principio de funcionamiento y el cálculo de distancia, lo cual es fundamental para la sección de teoría. 2 ofrece detalles sobre instalación y aplicaciones industriales, que puedo usar para enriquecer la sección de aplicaciones. 3 profundiza en los materiales y características físicas del ultrasonido, útil para la parte de limitaciones por materiales. 5 describe los tipos de sensores (proximidad, barreras), lo cual ayuda a contextualizar el HC-SR04. 7 lista limitaciones específicas, como la afectación por temperatura y materiales absorbentes, clave para la sección de limitaciones. 8 y 9 proporcionan ventajas y desventajas generales, que puedo sintetizar en la conclusión.

El usuario probablemente está en un nivel universitario o técnico, dado el depth de los temas que está cubriendo (PID, filtros, ultrasonido). Su necesidad real no es solo una explicación teórica, sino también aplicada, ya que menciona estar "armando un proyecto". Por tanto, debo asegurarme de que la respuesta sea práctica, con ejemplos de aplicaciones y consideraciones para implementación.

Noto que el HC-SR04 es un sensor económico común en proyectos educativos y prototipos, así que debo destacar sus especificaciones y limitaciones claramente, usando los datos de los resultados de búsqueda. También debo citar adecuadamente las fuentes en APA, usando los URLs proporcionados y las fechas de consulta (hoy 2025-09-02).

Organizaré la respuesta en dos partes principales: primero el HC-SR04 con sus especificaciones y funcionamiento, luego los aspectos generales de sensores ultrasónicos. Incluiré tablas para las especificaciones y limitaciones, ya que el formato ayuda a la claridad. Las referencias las listaré al final, siguiendo APA 7.

Debo tener cuidado de no repetir información entre secciones y sintetizar los resultados de búsqueda de manera coherente. Por ejemplo, la fórmula de distancia es clave y aparece en múltiples fuentes, así que citaré 1 y 2 que la explican bien. Para las limitaciones, usaré principalmente 7 y 8.

Finalmente, asegurare que la respuesta sea lo suficientemente detallada pero no tecnica en exceso, manteniendo un balance entre teoría y práctica, ya que el usuario está implementando esto en un proyecto real.

1. Introducción al sensor HC-SR04

El **HC-SR04** es un sensor de distancia por ultrasonido de bajo costo ampliamente utilizado en proyectos de robótica, automatización y sistemas de medición. Este dispositivo utiliza tecnología ultrasónica para determinar la distancia a objetos mediante el principio de **tiempo de vuelo** (Time of Flight, ToF), con un rango de medición típico de **2 cm a 4 metros** y una precisión de aproximadamente **3 mm** 58.

2. Principio de funcionamiento

2.1 Fundamentos físicos

Los sensores ultrasónicos como el HC-SR04 funcionan emitiendo ondas sonoras de **alta frecuencia** (generalmente entre 40 kHz) que están por encima del rango audible humano (20 kHz) 13. Estas ondas se propagan através del aire a la **velocidad del sonido** (aproximadamente 343 m/s a 20°C) y se reflejan en los objetos encontrados 2.

2.2 Teoría del tiempo de vuelo (ToF)

El principio fundamental de operación es el **tiempo de vuelo** (ToF), que consiste en medir el tiempo transcurrido entre la emisión de una onda ultrasónica y la recepción de su eco después de reflejarse en un objeto 56. La distancia al objeto se calcula mediante la fórmula:

$$\text{Distancia (L)} = (\text{T} \times \text{C}) / 2$$

Donde:

- **L** = Distancia al objeto (en metros)
- **T** = Tiempo entre emisión y recepción (en segundos)
- **C** = Velocidad del sonido en el aire (aproximadamente 343 m/s a 20°C)
- Se divide por 2 porque el tiempo medido corresponde al recorrido de ida y vuelta 12

2.3 Proceso de medición

El funcionamiento del HC-SR04 sigue una secuencia específica 5:

1. El microcontrolador envía un pulso de trigger de **mínimo 10 µs** al sensor
2. El sensor emite **8 pulsos ultrasónicos** a 40 kHz
3. Las ondas sonoras se propagan através del aire y se reflejan en los objetos
4. El sensor detecta el eco reflejado
5. El sensor genera un pulso de salida (echo) cuyo ancho es **proporcional a la distancia** medida

3. Características técnicas del HC-SR04

Tabla 1: Especificaciones técnicas típicas del sensor HC-SR04

| Parámetro | Valor | Unidad |
|----------------------|-------|--------|
| Voltaje de operación | 5 | VDC |

| | | |
|--------------------------|---------------|-----|
| Corriente de operación | 15 | mA |
| Frecuencia de operación | 40 | kHz |
| Rango de medición | 2 - 400 | cm |
| Precisión | ±3 | mm |
| Ángulo de detección | ≤15 | ° |
| Resolución | 0.3 | cm |
| Temperatura de operación | -15 to +70 °C | |

4. Limitaciones y consideraciones prácticas

4.1 Efecto de los materiales

La efectividad de la detección ultrasónica depende significativamente de las **propiedades acústicas** del material del objeto 78:

- **Materiales óptimos:** Superficies duras, planas y densas (metal, vidrio, cerámica, líquidos) que reflejan eficientemente el sonido 8
- **Materiales problemáticos:**
 - Superficies **blandas** o **porosas** (espuma, tela, fieltro) que absorben las ondas sonoras 78
 - Objetos muy **pequeños** o **delgados** que no reflejan suficiente energía ultrasónica 7
 - Superficies **curvas** o en **ángulo** que dispersan el haz de ultrasonido 5

4.2 Influencia del ángulo de incidencia

Para una detección confiable, el objeto debe estar posicionado **perpendicularmente** al sensor 58. Cuando el ángulo de incidencia supera los **15-30 grados**, la energía ultrasónica se dispersa en lugar de reflejarse directamente al sensor, reduciendo la intensidad de la señal de retorno y potencialmente causando fallas en la detección 5.

4.3 Factores ambientales

Varios factores ambientales afectan el rendimiento del sensor 78:

- **Temperatura:** La velocidad del sonido varía con la temperatura (aproximadamente **0,6 m/s por cada °C 2**). Sensores avanzados incorporan **compensación térmica** 78
- **Presión y humedad:** Cambios significativos afectan la propagación del sonido
- **Interferencias acústicas:** Ruido ambiental en la misma frecuencia puede afectar las mediciones
- **Viento fuerte:** Puede desviar las ondas ultrasónicas

4.4 Limitaciones físicas

- **Zona muerta:** Área cercana al sensor (typically 2-5 cm) donde los objetos no pueden detectarse confiablemente debido al tiempo de recuperación del transductor después de la transmisión 9
- **Múltiples ecos:** En entornos con múltiples superficies reflectantes, pueden producirse ecos interferentes que confunden al sensor 5

5. Técnicas de filtrado de eco

Para mejorar la confiabilidad de las mediciones, se emplean diversas técnicas de filtrado 25:

5.1 Filtrado por promedio móvil

Técnica simple que consiste en promediar múltiples lecturas consecutivas para reducir el ruido aleatorio:

text

Copy

Download

$$\text{Distancia_filtrada} = (\text{Lectura}_1 + \text{Lectura}_2 + \dots + \text{Lectura}_N) / N$$

5.2 Filtrado por mediana

Elimina valores atípicos tomando el valor central de un conjunto de lecturas ordenadas, efectivo contra lecturas erróneas espontáneas.

5.3 Filtrado por ventana de aceptación

Solo se aceptan lecturas que caen dentro de un rango plausible basado en mediciones anteriores, rechazando valores físicamente improbables.

5.4 Técnicas avanzadas

Sistemas más sofisticados utilizan:

- **Algoritmos de correlación** para distinguir la señal verdadera del ruido
- **Umbral adaptativo** que ajusta dinámicamente la sensibilidad según condiciones ambientales
- **Filtrado digital de señales (DSP)** para procesamiento avanzado de la señal de eco 2

6. Aplicaciones típicas del HC-SR04

El sensor HC-SR04 encuentra aplicación en diversas áreas 48:

1. **Robótica:** Detección de obstáculos y navegación autónoma
2. **Automatización industrial:** Control de nivel en tanques, detección de objetos en cintas transportadoras
3. **Sistemas de seguridad:** Detección de presencia
4. **Medición de distancia:** Aplicaciones de metrología de bajo costo
5. **Proyectos educativos:** Enseñanza de principios de sensórica y microcontroladores

7. Consideraciones de implementación

Para optimizar el rendimiento del HC-SR04 28:

1. **Montaje:** Debe instalarse perpendicular al plano de detección esperado
2. **Superficies reflectantes:** Evitar colocación frente a superficies que puedan causar reflexiones múltiples
3. **Varios sensores:** Cuando se usan múltiples sensores, deben sincronizarse o separarse suficientemente para evitar interferencias
4. **Condiciones ambientales:** Considerar compensación térmica en aplicaciones con fluctuaciones significativas de temperatura

8. Conclusión

El sensor ultrasónico HC-SR04 es un dispositivo versátil y económico para medición de distancia y detección de objetos, basado en el principio de tiempo de vuelo de ondas ultrasónicas. Aunque presenta limitaciones relacionadas con las propiedades de los materiales, condiciones ambientales y geometría de detección, su comprensión permite implementar soluciones efectivas en diversas aplicaciones de automatización, robótica y medición. Las técnicas de

implementar soluciones creativas en diversas aplicaciones de automatización, robótica y medición. Las técnicas de filtrado adecuadas mejoran significativamente su confiabilidad en entornos operativos reales.

Referencias

Keyence México. (s.f.). *Detección basada en el "ultrasonido" ¿Qué es un sensor ultrasónico?* Recuperado el 2 de septiembre de 2025 de <https://www.keyence.com.mx/ss/products/sensor/sensorbasics/ultrasonic/info/> 1

Castorbot. (s.f.). *Guía para instalar sensores de ultrasonido: consejos prácticos*. Recuperado el 2 de septiembre de 2025 de <https://castorbot.com/sensores-de-ultrasonido/> 2

Rika Sensor. (2021, 8 noviembre). *Principios, características y usos de los sensores ultrasónicos*. Recuperado el 2 de septiembre de 2025 de <https://www.rikasensor.com/es/principles-characteristics-and-uses-of-ultrasonic-sensors.html> 3

SensorGo. (s.f.). *¿Qué es y Para Qué Sirve el Sensor Ultrasónico?* Recuperado el 2 de septiembre de 2025 de <https://sensorgo.mx/sensor-ultrasonico/> 4

Baumer. (s.f.). *Funcionamiento de sensores de ultrasonidos*. Recuperado el 2 de septiembre de 2025 de https://www.baumer.com/int/es/service-support/funcionamiento/funcionamiento-de-sensores-de-ultrasonidos/a/Know-how_Function_Ultrasonic-sensors 5

Canbo Sensor. (2023, 22 febrero). *Principio de tiempo de vuelo*. Recuperado el 2 de septiembre de 2025 de <https://es.canbosensor.com/news/time-of-flight-principle-65260272.html> 6

EPT Level. (2021, 23 abril). *Algunas limitaciones del sensor ultrasónico*. Recuperado el 2 de septiembre de 2025 de <http://www.eptlevel.com/info/some-limitations-of-ultrasonic-sensor-56634639.html> 7

Autosen. (s.f.). *Sensores ultrasónicos*. Recuperado el 2 de septiembre de 2025 de https://autosen.com/es/Sensores-de-posicion/Sensores-ultrasonicos?srsId=AfmBOor1Q_pmNo0djyJU3Zp5CcquSr_-kyPT7hDkMLjDIfxdD6CVhR5 8

Wikipedia contributors. (s.f.). *Sensor ultrasónico*. Wikipedia, La enciclopedia libre. Recuperado el 2 de septiembre de 2025 de https://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_ultras%C3%B3nico 9

You:

SSSSS.pdf
PDF 769KB

este es mi marco conceptual de un proyecto que estoy armando, por favor, agregale imagenes de los pid serie y paralelo y escribe un apartado breve de lo que significa sintonizar un pid

You:

Filtros en sistemas de control En el ámbito de los **sistemas de control**, un **filtro** es un dispositivo o algoritmo diseñado para modificar una señal de acuerdo con su contenido en frecuencia. En términos generales, los filtros permiten **atenuar ciertas componentes** de la señal y **realzar otras**, con el fin de mejorar el desempeño de un sistema de control o de procesamiento de señales. En la práctica, los filtros se aplican tanto en la etapa de **medición** (para suavizar señales provenientes de sensores), como en la **acción de control** (para limitar oscilaciones o evitar excitaciones indeseadas en altas frecuencias). El principio fundamental de un filtro es que las señales no se componen de un único valor, sino de un espectro de frecuencias. Algunas de estas frecuencias son útiles y representan la dinámica real del sistema, mientras que otras corresponden a **ruido, vibraciones, aliasing o perturbaciones**. La función del filtro es, por tanto, discriminar entre información relevante y no deseada, mejorando la calidad de la señal procesada por el controlador. #### Objetivos principales del uso de filtros en control: 1. **Reducción de ruido**: señales provenientes de sensores suelen estar contaminadas por ruido eléctrico o

mecánico. Un filtro atenúa estas perturbaciones y mejora la calidad de la medición. 2. **Prevención de aliasing**: en sistemas digitales, antes de muestrear una señal es necesario filtrar las frecuencias por encima de la mitad de la frecuencia de muestreo (criterio de Nyquist). Esto se logra mediante filtros pasa-bajo que eliminan componentes altas que podrían deformar la señal muestreada. 3. **Mejora de estabilidad**: algunos sistemas pueden presentar resonancias o amplificación de frecuencias específicas. El filtro puede reducir la ganancia del lazo en esas frecuencias, evitando inestabilidades. 4. **Protección del actuador**: en la práctica, los actuadores (válvulas, motores, bombas) no responden bien a señales abruptas o de muy alta frecuencia. Filtrar la señal de control evita esfuerzos mecánicos innecesarios y prolonga la vida útil de los componentes. ##### Tipos de filtros más comunes en sistemas de control * **Filtro pasa-bajo**: atenúa las frecuencias superiores a una frecuencia de corte definida. Es el más usado en control, ya que elimina ruido de alta frecuencia y suaviza señales. * **Filtro pasa-alto**: hace lo contrario, eliminando frecuencias bajas (como el ruido de continua) y dejando pasar las altas. Se emplea en aplicaciones específicas, por ejemplo, para eliminar sesgos en sensores. * **Filtro pasa-banda**: deja pasar únicamente un rango de frecuencias y atenúa las demás. Se usa en aplicaciones donde interesa aislar una frecuencia de operación concreta. * **Filtro eliminador de banda (notch)**: suprime un rango angosto de frecuencias. Resulta útil para cancelar interferencias específicas, como la frecuencia de la red eléctrica (50 o 60 Hz). ##### Clasificación según su implementación * **Filtros analógicos**: contruidos con resistencias, condensadores, inductores o amplificadores operacionales. Fueron los primeros en usarse, especialmente en lazo de control analógicos. * **Filtros digitales**: implementados mediante software en microcontroladores, PLCs o computadoras industriales. Los más comunes son los filtros **FIR** (Finite Impulse Response) y **IIR** (Infinite Impulse Response). * Los **FIR** se basan únicamente en entradas pasadas y siempre son estables. * Los **IIR** utilizan también salidas pasadas, por lo que pueden ser más eficientes, pero requieren un diseño cuidadoso para mantener la estabilidad. En resumen, un filtro en sistemas de control es una herramienta que mejora la **robustez**, **estabilidad** y **precisión** del lazo de control al eliminar componentes indeseadas de la señal sin alterar significativamente la dinámica esencial del sistema. --- ##### El filtro promedio móvil El **filtro promedio móvil** (o moving average filter) es uno de los filtros digitales más simples y más utilizados en sistemas de control y procesamiento de señales. Pertenece a la familia de filtros FIR (respuesta finita al impulso), y su principio consiste en **sustituir cada valor de salida por el promedio de un número fijo de muestras recientes de la entrada**. ##### Principio matemático Si se toma una ventana de tamaño N , la salida $y[k]$ en el instante k se calcula como:
$$y[k] = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} x[k-i]$$
 donde $x[k]$ es la señal de entrada y N es el número de muestras consideradas. ##### Características principales * **Suavizado de señales**: reduce las fluctuaciones rápidas y el ruido aleatorio de alta frecuencia, produciendo una señal más estable. * **Retardo**: introduce un retraso en la señal de salida, aproximadamente proporcional a la mitad del tamaño de la ventana N . Por ello, si bien suaviza, también puede enlentecer la respuesta del sistema. * **Implementación sencilla**: solo requiere sumas y divisiones, lo que lo hace computacionalmente eficiente y apto para microcontroladores de bajo costo. * **Ventana ajustable**: el parámetro N define el grado de suavizado. Una ventana grande elimina más ruido, pero produce mayor retardo. Una ventana pequeña es más rápida, pero menos eficaz en reducción de ruido. ##### Ventajas 1. Fácil de implementar tanto en hardware como en software. 2. Excelente para eliminar ruido aleatorio de corta duración. 3. No requiere conocimientos avanzados de diseño de filtros. ##### Limitaciones 1. Retardo en la respuesta, lo que puede afectar negativamente el desempeño en lazo cerrado. 2. Baja capacidad para discriminar entre ruido y señal cuando ambos están en frecuencias cercanas. 3. Atenuación limitada en la banda de rechazo, por lo que no es adecuado cuando se requiere un filtrado selectivo muy preciso. ##### Aplicaciones típicas * **Procesamiento de datos de sensores** en sistemas embebidos (temperatura, presión, nivel). * **Suavizado de señales de corriente o velocidad** en motores eléctricos. * **Eliminación de fluctuaciones rápidas** en sistemas de adquisición de datos industriales. --- ##### Referencias en formato APA 7 * Analog Devices. (s. f.). "Moving average filters". En *The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing* (Cap. 15). Recuperado de https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/dsp-book/dsp_book_ch15.pdf * All About Circuits. (2023). "An introduction to filters". Recuperado de https://www.allaboutcircuits.com/technical-articles/an-introduction-to-filters/ * ResearchGate. (2016). "Filters in control systems". Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/301075694_Filters_in_Control_Systems * VectorNav. (s. f.). "IIR vs FIR filters". Recuperado de https://www.vectornav.com/resources/inertial-navigation-primer/math-fundamentals/math-filtering/ * The Chemical Engineer. (2024). "Practical process control part 12: Filters". Recuperado de https://www.thechemicalengineer.com/features/practical-process-control-part-12-filters/ --- Reescriba esta explicación de filtros y agrega un par más de filtros explicados...Aquí te explico de manera breve dos filtros muy utilizados en mediciones de sistemas de control, además del promedio móvil: --- ##### 1. **Filtro de media exponencial (Exponential Moving Average, EMA)** Este filtro también suaviza señales, pero a diferencia del promedio móvil, asigna **mayor peso a las muestras más recientes** y menor a las más antiguas. Se calcula de manera recursiva:
$$y[k] = \alpha x[k] + (1-\alpha) y[k-1]$$
 donde $0 < \alpha < 1$ es el factor de suavizado. * **Ventajas**: muy simple, ocupa poca memoria (solo necesita la última muestra), y responde más rápido a cambios que el promedio móvil. * **Aplicaciones**: filtrado de señales de sensores de temperatura, presión y velocidad en

que se ejecuta en tiempo real, cuando se busca un equilibrio entre suavizado y rapidez de respuesta. --- ### 2. **Filtro de Kalman** Es un filtro óptimo de estimación recursiva, ampliamente usado en sistemas de control y robótica. Combina información de un modelo matemático del sistema con las mediciones del sensor, ponderando ambas según su **incertidumbre**. De esta manera, obtiene una estimación más precisa y menos ruidosa de la variable de interés. * **Ventajas**: maneja ruido gaussiano, permite estimar variables no medidas directamente y se adapta dinámicamente a las condiciones del sistema. * **Aplicaciones**: navegación de drones y robots, control de vehículos autónomos, fusión de datos de sensores (ej. GPS + acelerómetros + giroscopios). ---

You:

Considerando que estoy usando un • LT1 (01) o Transmisor de Nivel-Sensor de proximidad HC-SR04: Realiza una explicación detallada del mismo, con fuentes en apa 7. Además después de esto explica de los sensores ultrasonicos: -Que son, principio de funcionamiento -teoría del tiempo de vuelo -limitaciones por materiales/ángulo - filtrado de eco. -algun otro aspecto que consideres relevante