



# EL RUIDO COMO PROBLEMÁTICA EN LA SEMI AUTOMATIZACIÓN (Noviembre 2018)

Bayron Enrique Cordoba Cortes, [bayron.co19@gmail.com](mailto:bayron.co19@gmail.com); Osca Francisco Benavides Montenegro [benavidestech@gmail.com](mailto:benavidestech@gmail.com).

**Resumen.** Este artículo se centrará en el problema que surgió en el proceso de construcción de la planta potabilizadora de agua potable –PTAP, que es el ruido ya que en el proyecto se presentó de manera permanente en cada uno de los módulos, dañando los controladores arduino como sus pantallas donde se podía visualizar el funcionamiento sin comprender el porqué de los problemas presentados.

De igual manera se describe el concepto de ruido, como se puede medir el ruido, las fuentes que posiblemente pueden presentar interferencia en los equipos, las fuentes de ruido, los tipos de ruido que se generan y como poder parar el ruido en las placas arduino siendo este un método para los futuros y posibles proyectos que se presenten en el laboratorio de automatización.

**Abstract.** This article will focus on the problem that arose in the process of construction of the drinking water treatment plant -PTAP, which is the noise since the project was presented permanently in each of the modules, damaging the arduino controllers as its screens where you could visualize the operation without understanding the reason for the problems presented.

Similarly, the concept of noise is described, how noise can be measured, sources that may possibly have interference to equipment, noise sources, types of noise generated and how to stop noise in arduino boards This being a method for future and possible projects that are presented in the automation laboratory.

Palabras claves: Ruido, Arduino, Fuentes de interferencia, Fuentes de ruido, Concepto de ruido.

## INTRODUCCIÓN:

Definimos ruido como todo aquello en un conjunto de datos, señal, imagen o información en general, que

- No es de interés (se decide que “no es de interés” o es irrelevante), y/o
- degrada o distorsiona la señal (datos, etc.) de interés, la contamina, y/o
- impide o limita el estudio o uso de tal información (estorba).

Puede existir ruido antes, después o radicar en el sensor, transductor o actuador con los que interacciona la señal, o bien, se encuentra en el medio que la genera, amplifica, copia, transmite o recibe; en el canal o en la interfaz entre mesurando y sensor, y entre cada etapa. Puede haber ruido en la representación de una señal, en su codificación, en el método de análisis y hasta en su interpretación, modelado, etc. Incluso ciertos métodos de procesamiento y análisis pueden introducir algún ruido, perturbación o modificación colateral, aunque puede ser el costo de obtener otros beneficios.

Al depender del interés o aplicación, el ruido puede resultar relativo.

Puede por tanto contener información pero que es irrelevante y contamina a una señal u otra información que es lo que se desea estudiar o utilizar (en este caso, por ejemplo, mandos de control o un despliegue).

El ruido no sólo incluye fluctuaciones desde muy suaves (offsets, bajas frecuencias, deriva o gradientes), hasta aquellas muy abruptas (altas frecuencias), sino que también comprende señales coherentes y “limpias”, pero cuya información no es relevante al estudio, es externa a los datos de interés y debe ser separada o filtrada.

En general rara vez se puede separar o “eliminar” totalmente un ruido, sino que se atenúa o reduce. En muchas aplicaciones la atenuación puede ser tan elevada que parece no existir ruido, o se cuenta con un mecanismo de discriminación de señales y de corrección de errores que en efecto lo eliminan al 100% (o más bien se corrige la señal o se recurre a un modelo para su restauración); por ejemplo, las señales digitales dentro de una computadora o en una transmisión inalámbrica, para todo fin práctico “no contienen ruido”. [1]

## CONCEPTO DE RUIDO.

Por ruido se entiende toda componente de tensión o intensidad indeseada que se superpone con la componente de señal que se procesa o que interfiere con el proceso de medida.

El ruido de un sistema se puede clasificar en uno de los dos siguientes grupos:

- Ruido interno o inherente: que corresponden al que se genera en los dispositivos electrónicos como consecuencia de su naturaleza física (ruido térmico, ruido por cuantización de las cargas, ruido de semiconductor, etc.). El ruido inherente es de naturaleza aleatoria.

- Ruido externo o interferencias: que corresponde al que se genera en un punto del sistema como consecuencia de acoplamiento eléctrico o magnético con otro punto del propio sistema, o con otros sistemas naturales (tormentas, etc.) o contruidos por el hombre (motores, equipos, etc.). El ruido de interferencia puede ser periódico, intermitente, o aleatorio. Normalmente se reduce, minimizando el acoplo eléctrico o electromagnético, bien a través de blindajes, o bien, con la reorientación adecuada de los diferentes componentes y conexiones.

#### **El ruido se puede abordar desde dos puntos de vista,**

- Mediante métodos que tratan de reducir el ruido en sus fuentes y en su propagación, como son las técnicas de cableado, blindaje, o diseño de dispositivos de bajo ruido. Estas técnicas son las más óptimas ya que no degradan las prestaciones del sistema, aunque su aplicación no siempre es eficaz o posible.

- Mediante métodos de filtrado y promediado de la señal, para amortiguar el nivel de ruido frente a la señal que se procesa. Estas técnicas suelen ser de aplicación más general y efectiva, pero suelen reducir las prestaciones (por ejemplo, anchura de banda) del sistema. [2]

#### **MEDIDA DEL RUIDO**

La expresión medida del ruido se aplica a una amplia gama de mediciones de ruido fluctuante y de no fluctuante. Normalmente se refiere a la medida de la potencia media del ruido en un breve intervalo de tiempo (llamado contenido cuadrático). Esta clase de medida se puede hacer para comprobar el nivel de ruido contra el cual debe trabajar un sistema o para obtener información sobre el mundo físico. En radioastronomía, por ejemplo, se hacen mediciones muy delicadas de los ruidos procedentes de determinados planetas, estrellas o galaxias para obtener información sobre su constitución y velocidad relativa. En esta aplicación, la medición del ruido se efectúa con un aparato llamado radiómetro.

Las medidas de la potencia de ruido se hacen convenientemente amplificando el ruido por medio de un amplificador lineal y utilizando a continuación un detector cuadrático seguido de un filtro pasa-bajo y un indicador para determinar la potencia media del ruido.

El circuito ilustrado mide la potencia del ruido en las bandas de frecuencias que pasan por el amplificador lineal. El filtro pasa bajo debe tener un ancho de banda más estrecho que el del amplificador lineal para dar un promedio de la tensión fluctuante del detector (el filtro pasa-bajo puede formar parte, como es natural, del aparato indicador). En tal circuito, si el indicador responde linealmente a su tensión de entrada, su lectura es proporcional a la potencia del ruido. Los

pares termoelectrónicos o termistancias son buenos detectores cuadráticos. Los detectores de tubo electrónico y los de diodos a cristal se pueden hacer de respuesta cuadrática sobre una determinada gama. Si el amplificador no es lineal o el detector no sigue una ley cuadrática, el aparato aun indicará la potencia del ruido, pero se debe calibrar toda la curva de respuesta.

Los aparatos para la medida de potencia del ruido pueden ser de lectura directa o de comparación. En este último caso, la comparación se realiza entre el ruido de la fuente que se quiere medir y el de una fuente calibrada. [3]

#### **FUENTES DE INTERFERENCIA**

En un entorno urbano son numerosas, por desgracia, las posibles fuentes de interferencia radioeléctrica. Muy próximos a los equipos de radio tenemos ordenadores personales y controladores (TNC). Con toda seguridad, más o menos cerca de nuestro QTH existirán generadores de RF para tratamiento industrial (secado, soldadura, curvado de tuberías, etc.) y para electro medicina (diatermia, depilación, resonancia magnética, etc.) y frecuentemente instalados en condiciones no idóneas para limitar el nivel de señal radiada indebidamente. Y en el ámbito más próximo, tenemos emisoras próximas (AM o FM), teléfonos inalámbricos, otras estaciones de radioaficionado y CB, etc.

Ordenadores personales. Uno de los dispositivos perturbadores que podemos tener más cerca es el ordenador personal. Todos los ordenadores llevan incorporados diversos osciladores para regular el funcionamiento de sus circuitos; la mayoría de ellos son osciladores a cuarzo y, por ello, de frecuencia notablemente estable. Sin embargo, la frecuencia de esos osciladores no se usa a su valor inicial, sino como base para generar otras mediante sintetizadores o divisores/multiplicadores. O incluso, como en muchos PC modernos, se utilizan técnicas de «espectro expandido» para el oscilador del reloj principal (clock), con el fin de reducir el nivel de interferencia en una frecuencia específica, a cambio de extenderla, en forma de ruido, sobre una banda amplia.

Un nuevo tipo de interconexión entre PC y otros dispositivos es el denominado USB (nada que ver con banda lateral única), que son las siglas correspondientes a Universal

Serial Bus. El reloj interno del bus USB funciona a 48,007 MHz, sintetizado a partir del cuarzo de 14,318 MHz, presente en todos los PC.

El tercer armónico de esa frecuencia (que es el más intenso que genera una señal rectangular de conmutación) cae en 144,021 MHz, precisamente en la zona donde más silencio desean los aficionados al rebote lunar. El TNC, provisto también de un procesador, genera algo de señal perturbadora, aunque al estar diseñado específicamente para funcionar en conjunción con equipos de radiocomunicación, los fabricantes toman todas las precauciones necesarias para que su uso no resulte problemático. [8]

**Generadores industriales.** Las potencias puestas en juego por algunos tipos de generadores industriales de RF y algunas

características de su arquitectura, hacen que sea muy difícil impedir que su funcionamiento resulte perturbador.

Especialmente los electrodos de los hornos de secado de madera y los de doblado y soldadura de plástico, debido a su geometría abierta, se convierten en verdaderas antenas que radian considerables cantidades de energía de RF contaminante.

Además, muchos de ellos de diseño antiguo están constituidos por osciladores auto excitados con pobre estabilidad de frecuencia. El valor de la frecuencia generada depende, entre otras cosas, del tipo y estado del material interpuesto entre los electrodos, por lo que la señal radiada varía entre amplios límites durante el ciclo de funcionamiento.

**Emisoras próximas.** Las estaciones de radiodifusión, como todo generador de RF, radian armónicos de su frecuencia fundamental y, eventualmente, señales espurias debidas a funcionamiento fuera de márgenes de alguno de sus dispositivos.

Una estación de radiodifusión en los 1.260 kHz de la onda media, por ejemplo, puede presentar en determinadas condiciones, un 3er armónico en 3.780 kHz y sus alrededores que perturbe considerablemente la escucha de señales débiles de DX. Aunque es poco probable, el 5º armónico de una estación local del extremo bajo de la banda de

FM puede caer dentro de la banda de 430-440 MHz; por ejemplo,  $88,0 \text{ MHz} \times 5 = 440,0 \text{ MHz}$ . Asimismo, la proximidad a una emisora de radiodifusión potente puede dar lugar a sobrecargas de la etapa de entrada del receptor y a fenómenos de rectificación local que generen armónicos no contenidos en la emisión principal.

**Teléfonos inalámbricos.** Los teléfonos inalámbricos (no los impropriamente llamados de «telefonía móvil», que deberían denominarse portátiles) operan en dos márgenes de frecuencias: la banda de 33 MHz y la banda de 49 MHz.

Si bien los primeros no presentan problemas por radiación de señal principal o armónicos (excepto quizá la posibilidad que se saturan por la presencia de una transmisión potente en la banda de 29 MHz), los segundos son susceptibles de ofrecer incompatibilidades con los equipos de 50 MHz. [7]

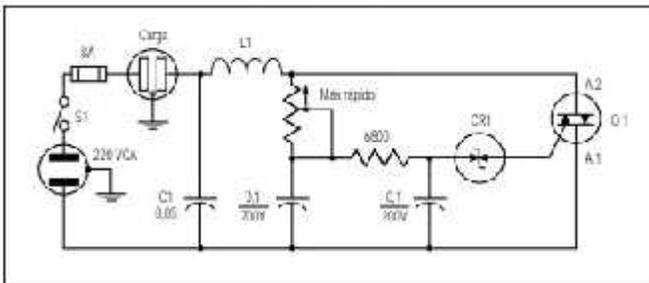


Figura 1. Esquema típico de un regulador para motor universal (con escobillas) como los utilizados en los taladros de mano. La bobina L1 y el condensador C1 constituyen el filtro antiparásito [4].

**Barrido de pantallas de TV.** Las relativamente elevadas intensidades que se manejan en la etapa de barrido horizontal de los televisores y pantallas de ordenador (especialmente los de pantalla muy plana y cuello corto), unidas a su forma de onda en diente de sierra y a la longitud de las conexiones internas, hace que esos circuitos sean unos potenciales emisores de señales de alta frecuencia. Las señales generadas por ellos se repiten cada 15.625 kHz si se trata de receptores de TV u otras frecuencias más altas si se trata de pantallas de monitor de ordenador y están, además, moduladas en amplitud a bajo nivel por señales de 50 Hz, debido a la influencia de los circuitos de corrección de geometría del tubo de imagen. Estas señales y sus armónicos se propagan mayormente por conducción sobre las líneas de suministro de energía y por inducción sobre la malla de la línea de antena o del cable de vídeo que las une al ordenador.

**Fuentes conmutadas.** Por razones de eficiencia eléctrica, peso y coste, todos los ordenadores personales y los televisores construidos en los últimos diez años alimentan los distintos circuitos haciendo uso de fuentes conmutadas.

Estas fuentes se basan en la interrupción de una tensión continua obtenida a expensas de rectificación de la red y funcionan a frecuencias entre 30 y 70 kHz y utilizan señales rectangulares y triangulares, con un elevado contenido armónico. Los armónicos de esa señal de conmutación pueden propagarse a la red y alcanzar niveles importantes si el sistema de filtro pasa bajos de red (que obligatoriamente deben equipar todos los ordenadores y televisores) no es lo bastante eficaz. Las señales emitidas son de frecuencia ligeramente inestable (dependiente del brillo medio de la imagen y del volumen sonoro en los televisores, entre otros factores) y se las encuentra a intervalos en todo el espectro de HF.

**Vídeo de pantallas de TV u ordenador.** Además del barrido horizontal del haz, para el que la mayoría de pantallas (monitores) de ordenador personal usan frecuencias de barrido distintas y más altas que los televisores y que, al igual que en aquellos, produce señales interferentes, la señal de vídeo que se aplica al tubo de imagen contiene componentes de alta frecuencia ricos en armónicos y alcanza valores de hasta 100 V. Esta señal de vídeo puede inducirse a las conexiones de la pantalla con el ordenador o al cable de red y éstos actuar como antena. La interferencia creada es del tipo coherente; es decir, aparece en unos puntos concretos del dial del receptor en forma de silbido ronco que cambia con el contenido de la imagen. Frecuentemente, generando una imagen diferente, la interferencia cambia de frecuencia, dejando limpio el canal interferido.

Aunque la mayoría de pantallas actuales de buena marca llevan filtros y blindajes adecuados, que reducen las interferencias a un mínimo tolerable, algunos monitores de ordenador de bajo precio adolecen de carencias en ese aspecto.

## FUENTES DE RUIDO

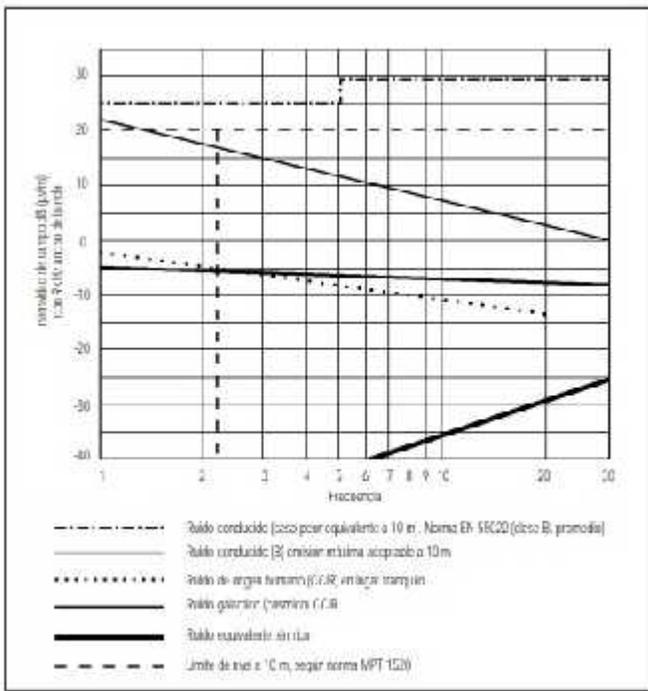


Figura 2. Gráfico de los niveles aceptables, en función de la frecuencia, del ruido inyectado en la línea de conducción de energía por un aparato eléctrico.

**Líneas de datos.** Una posible fuente de perturbaciones, aunque por fortuna aún poco corriente, es la señal radiada por la circulación de datos a alta velocidad por líneas telefónicas (DSL o Digital Subscriber Line). A pesar que tales líneas son del tipo trenzado y por ello poco propicias a radiación, en ciertos casos se ha informado de señales radiadas en frecuencias y a niveles que alcanzan valores suficientes para ser detectados por un receptor común. Concretamente, se tiene constancia de tales interferencias en banda de radiodifusión (AM) y en la de 160 metros en las proximidades de una línea telefónica aérea que servía los ordenadores de un banco de Barcelona.

Advertidos el banco y la compañía telefónica de esa circunstancia, se sustituyó la línea y el problema desapareció.

Una posibilidad de este tipo que está próxima a aparecer es el uso de las líneas de distribución de energía eléctrica para la transmisión de datos PLC (ver CQ Radio Amateur, núm. 188, Agosto 1999, pág. 32, «Proyecto Powerline») que podría empeorar el panorama del ruido difuso. [5]

**TIPOS DE RUIDO.**

**Ruido externo o interferencias:**

Es el ruido producido por el medio de transmisión, es decir corresponde al que se genera en un punto del sistema como consecuencia de acoplamiento eléctrico o magnético con otro punto del propio sistema, o con otros sistemas naturales (tormentas, etc.) o contruidos por el hombre (motores, equipos, etc.). El ruido de interferencia puede ser periódico, intermitente, o aleatorio. Normalmente se reduce,

minimizando el acoplo eléctrico o electromagnético, bien a través de blindajes, o bien, con la re-orientación adecuada de los diferentes componentes y conexiones. Donde se encuentran:

**Ruido artificial**

Ruido atmosférico: es producido por la estática que se encuentra dentro de la atmósfera terrestre, la cual está cargada de estática que se manifiesta habitualmente en forma de relámpagos, centellas, rayos, etc. La respuesta de estos ruidos no es plana, sino creciente desde frecuencias bajas hasta los 20 MHz y decreciente de allí en adelante, con valores arriba de los 30 MHz.

**Ruido interno o inherente:**

Presente en los equipos electrónicos son producidos únicamente por el receptor debido a las primeras etapas de amplificación, ya que en estas el valor de la señal recibida es bajo y cualquier ruido producido posee un valor comparativo con respecto de la señal recibida. En otras palabras es la interferencia eléctrica generada dentro un dispositivo de naturaleza aleatoria. Dentro del que podemos encontrar:

$$\bar{v}^2 = \sigma_v^2 = \frac{2(\pi k T)^2}{3h} R \quad v^2 \quad T \text{ esta dado en grados kelvin}$$

$$h = 6.62 \times 10^{-34} \text{ J constante de Planck}$$

**Ruido térmico:**

Este ruido está asociado con el movimiento browniano de electrones dentro de un conductor. John Jhonson y Henry Nyquist se dedicaron al estudio sobre los resistores metálicos y llegaron a la siguiente conclusión: "Cuando una resistencia de valor R es sometida a una temperatura, el movimiento aleatorio de los electrones produce un voltaje de ruido entre un par de terminales abiertos". Este voltaje tiene una distribución gaussiana con media cero y varianza dada por:

$$\bar{v}^2 = \sigma_v^2 = \frac{2(\pi k T)^2}{3h} R \quad v^2 \quad T \text{ esta dado en grados kelvin}$$

$$h = 6.62 \times 10^{-34} \text{ J constante de Planck}$$

**Ruido de amplitud:**

Este tipo de ruido comprende un cambio repentino en los niveles de potencia, causado principalmente por amplificadores defectuosos, contactos sucios con resistencias variables o por labores de mantenimiento.

**Ruido de intermodulación:**

Este tipo de ruido se presenta por la intermodulación de dos tipos de líneas independientes, que pueden caer en un tipo de banda de frecuencias que difiere de ambas entradas, así mismo puede caer dentro de una banda de en una tercera señal, usualmente aparece cuando el sistema de transmisión es no lineal, lo que provocará la aparición de nuevas frecuencias. Las nuevas frecuencias se suman o restan con las originales dando lugar a componentes de frecuencias que antes no

existían y que distorsionan la verdadera señal.

#### **Ruido rosa:**

Es una señal o un proceso con un espectro de frecuencias de tal manera que su densidad espectral de potencia es proporcional a su recíproco de frecuencia, su energía por frecuencia disminuye en 3 dB por octava, lo que hace que cada banda tenga la misma energía. Se usa mucho en pruebas de mediciones acústicas.

#### **Ruido en los canales telefónicos (diafonía o cruce aparente):**

Es ocasionada por las interferencias que producen otros pares de hilos telefónicos próximos (conocida como cruce de líneas o crosstalk). Es un fenómeno mediante el cual una señal que transita se induce en otro que discurre paralelo, perturbándolo.

#### **Ruido en los canales telefónicos (eco):**

Es una señal de las mismas características que la original, pero atenuada y retardada respecto a ella. El efecto nocivo del eco afecta tanto a las conversaciones telefónicas como a la transmisión de datos y es mayor cuanto menos “atenuada” y más “retardada” llega la señal del eco. [6]

### **TÉCNICAS, PROCEDIMIENTOS Y CONSEJOS PARA ELIMINAR EL RUIDO EN ARDUINO**

Ya hemos visto qué es el ruido y las fuentes que lo pueden generar. Ahora vamos a ver algunas técnicas y consejos que nos serán útiles a la hora de eliminar el ruido en nuestros proyectos. Antes de nada, debemos ser conscientes que es imposible eliminar el ruido completamente. Pero esto no implica que debamos pasarlo por alto. Debemos de ser capaces de minimizar lo máximo posible sus efectos.

Podemos atacarlo desde dos puntos de vista diferentes, reduciendo el ruido en su fuente o propagación y reduciendo el ruido a base de filtros y promediando la señal. Veamos cuales son las características principales de estas dos técnicas.

#### **Reducción del ruido en su fuente o propagación**

Estas técnicas son, en ocasiones, poco eficaces y difíciles de implementar. Eso sí, si las conseguimos aplicar de una manera óptima, es la manera más efectiva de reducir el ruido. Esto es debido a que atacamos la fuente o la propagación de la distorsión. Por lo tanto evitamos que se mezcle con la señal útil evitando así su degradación.

Se suele utilizar, sobre todo, para el ruido externo.

#### **Reducción del ruido filtrando y promediando la señal**

Estas técnicas se centran en aplicar filtros y promediados en la señal una vez ha sido contaminada con el ruido. Al contrario que las técnicas que atacan a la fuente, éstas técnicas son más comunes y efectivas.

Su objetivo es amortiguar el ruido frente a la señal útil. Para ello se pueden aplicar estas técnicas a través del software o del

hardware (electrónica). Por ejemplo, podemos eliminar las interferencias que se producen en una imagen aplicando los famosos filtros de suavizado. Son técnicas muy conocidas y que consisten en calcular el promediado de un píxel con sus vecinos. El ruido puede provenir de los dispositivos de captura o de efectos adversos de la iluminación.

#### **No existe una solución única que podamos aplicar para la reducción de ruido**

Dependerá de cada caso, de cada proyecto, de los dispositivos involucrados el elegir unas técnicas u otras. Es necesario una fase de investigación que nos permitan identificar las fuentes de ruido que afectan a nuestro sistema.

Por ejemplo, el propio Arduino ya contempla alguna de estas medidas. Esto no implica que no podamos adoptar las mismas u otras medidas para combatir el efecto del ruido. Para que te hagas una idea, puedes ver el esquema eléctrico de la placa de Arduino UNO y comprobar las protecciones que llevan integradas.

#### **Consejos prácticos para eliminar el ruido en Arduino**

Como ya te he comentado, no existe una fórmula mágica que elimine el ruido en nuestros sistemas. Pero siguiendo ciertas prácticas podremos minimizarlo al máximo. A continuación te dejo unos consejos que deberías aplicar en todos tus proyectos.

Desacoplos de todas las fuentes de alimentación con condensadores de Bypass.

Apantallar cables que transmitan datos analógicos. Recuerda que estas señales son más sensibles al ruido.

Utilizar tomas de tierra separadas para las etapas analógica, digital y para el propio Arduino.

En la medida de lo posible, utilizar los reset de la placa por hardware en vez de por software.

Utilizar una fuente independiente para el micro controlador.

No utilizar cables largos, reducirlos al máximo.

Utilizar componentes de calidad, con un diseño de bajo ruido.

#### **En sensores analógicos utilizar filtros paso bajo.**

Por software, haciendo el promediado de la señal.

Con electrónica, utilizando una resistencia y un condensador.

Blindaje de cables y dispositivos con materiales no conductores.

Intentar controlar el ruido en la fase de diseño de nuestro proyecto. Muchos proyectos han tenido que ser rediseñados una vez terminados. [10]

### **REFERENCIAS**

[1] Paradell Xavier. Lucha contra las interferencias y el ruido eléctrico

[2] [http://hkenny.mex.tl/1476769\\_Ruido-Electrico.html](http://hkenny.mex.tl/1476769_Ruido-Electrico.html)

[3]

[http://cidecame.uaeh.edu.mx/lcc/mapa/PROYECTO/libro27/391\\_tipos\\_de\\_ruido.html](http://cidecame.uaeh.edu.mx/lcc/mapa/PROYECTO/libro27/391_tipos_de_ruido.html)



- [4] Márquez Flores Jorge. Ruido 2014
- [5] Teoría sobre el ruido e interferencias.  
[http://www.biblioteca.udep.edu.pe/BibVirUDEP/tesis/pdf/1\\_69\\_173\\_120\\_1626.pdf](http://www.biblioteca.udep.edu.pe/BibVirUDEP/tesis/pdf/1_69_173_120_1626.pdf)
- [6] <https://es.scribd.com/document/222326908/Tipos-de-Ruidos-Electricos>
- [7] [https://prezi.com/s9skv\\_acxqn0/causas-del-ruido-electrico/](https://prezi.com/s9skv_acxqn0/causas-del-ruido-electrico/)
- [8] <https://www.variacionesdevoltaje.com/ruido-electrico.html>
- [9] Drake Moyano José María. Ruidos e Interferencias: Técnicas de reducción.
- [10] <http://www.equaphon-university.net/el-ruido-en-la-interconexion-de-equipos/>
- [11] <https://programarfacil.com/podcast/eliminar-el-ruido-en-arduino/>

PROHIBIDA SU COPIA