

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO AMBIENTAL PARA LA MEDICIÓN DE PARTÍCULAS PM 2.5

López Méndez Ricardo (1), Andrade Lucio José Amparo (2)

¹ [Licenciatura en Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica, Universidad de Guanajuato] | [r.lopezmendez@ugto.mx]

² [Departamento de electrónica, División de Ingenierías Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato] | [andrade@ugto.mx]

Resumen

En este trabajo, se presenta la implementación de un detector de partículas PM 2.5 (micras). Este se propone para monitorear este tipo de partículas las cuales pueden ser generadas por múltiples causas (incendios industriales, quemas ilegales, humo de tabaco, etc.), de esta forma, se pueden hacer advertencias sobre las implicaciones a una exposición prolongada en seres humanos o animales. El objetivo principal es monitorear la cantidad de partículas, mediante la implementación de un sensor optoelectrónico y la instrumentación para su operación.

Abstract

In this work, the implementation of a particle detector PM 2.5 (microns) is presented. This is proposed to monitor this type of particles which can be generated by multiple causes (industrial fires, illegal burning, tobacco smoke, etc.), in this way, warnings can be made about the implications of prolonged exposure in humans or animals. The main objective is to monitor the particles quantity, through the implementation of an optoelectronic sensor and the instrumentation for its operation.

Palabras Clave

PM 2.5; Arduino®; Partículas de polvo; Máximo permitido;

INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha establecido recientemente en sus nuevos Valores Guía, utilizar como indicador de la concentración de partículas materiales en el aire, a las partículas de diámetro inferior a 2,5 micras ($PM_{2,5}$), frente a los valores utilizados hasta ahora de las partículas de diámetro inferior a 10 micras, PM_{10} .

El material respirable presente en la atmósfera de nuestras ciudades (polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento y polen, entre otras) se puede dividir, según su tamaño, en dos grupos principales. A las de diámetro aerodinámico igual o inferior a los 10 micrómetros ($1\ \mu m$ corresponde a la milésima parte de un milímetro) se las denomina PM_{10} y a la fracción respirable más pequeña, $PM_{2,5}$. Estas últimas están constituidas por aquellas partículas de diámetro aerodinámico inferior o igual a los 2,5 micrómetros, es decir, son 100 veces más delgadas que un cabello humano promedio.

Cada tipo de partículas está compuesto de diferente material y puede provenir de diferentes fuentes. En el caso de las $PM_{2,5}$, su origen está principalmente en fuentes de carácter antropogénico como las emisiones de los vehículos Diesel, mientras que las partículas de mayor tamaño pueden tener en su composición un importante componente de tipo natural.

Los efectos que las partículas causan en la salud de las personas comúnmente son enfermedades de tipo respiratorio, tales como la bronquitis, y más recientemente también se han analizado y demostrado sus efectos sobre dolencias de tipo cardiovascular. Los últimos trabajos científicos sugieren que este tipo de contaminación, y particularmente las partículas procedentes del tráfico urbano, está asociado con incrementos en la morbi-mortalidad de la población expuesta y al creciente desarrollo del asma y alergias entre la población infantil. En el caso de las $PM_{2,5}$, su tamaño hace que sean 100 % respirables ya que viajan profundamente en los pulmones, penetrando en el aparato respiratorio y depositándose en los alvéolos pulmonares, incluso pueden llegar al torrente sanguíneo. Además, estas partículas de menor tamaño están compuestas por elementos que son más tóxicos (como metales pesados y compuestos orgánicos) que los que componen, en general, las partículas más grandes.

Todo ello hace que la evidencia científica esté revelando que estas partículas $PM_{2,5}$ tienen efectos más severos sobre la salud que las más grandes, PM_{10} . [1]

En la actualidad, existen diversos sensores que nos permiten realizar sistemas que nos sirven para muchas aplicaciones a un bajo costo y una alta fidelidad. En este trabajo, se construyó un dispositivo para medir la densidad de las partículas que están en el ambiente; desde la caracterización, diseño y montaje del mismo para monitorear las cantidades que hay en el aire y revisar la Norma establecida para estas partículas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sensor:

El sensor que se va a utilizar en el presente es el GP2Y1010AU0F de SHARP® el cual tiene implementado un diodo LED y un fototransistor colocados de tal forma que son capaces de detectar las reflexiones de luz sobre las partículas de polvo. [2]

Es un sensor que consume muy poco (alrededor de 20mA). La salida es un voltaje lineal y proporcional a la cantidad de polvo detectado. La sensibilidad del sensor es de 0.5v por cada 0.1 mg por metro cubico. Y su gráfica se muestra en la Fig.1.

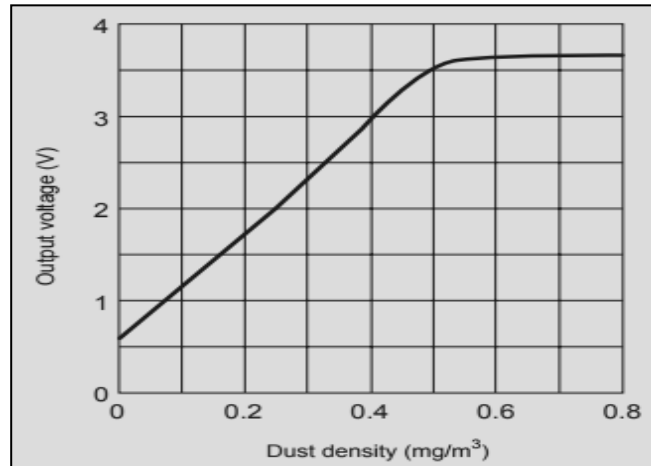


Fig. 1 Curva característica del sensor. Tomada de [2].

Caracterización:

En este caso se utilizó el microcontrolador Atmega328p montado en un kit de desarrollo llamado Arduino Mega®. Para la programación, fue necesario caracterizar el sensor en base a su curva característica (Fig.1) lo que nos dio como resultado 2 ecuaciones de su densidad, una en el intervalo menor de 3.5V (Ec.1) y la otra mayor o igual a 3.5V (Ec.2).

$$Densidad = (0.1675 * volt_entrada) - 0.09757 \quad (Ec.1)$$

$$Densidad = (2 * volt_entrada) - 6.5 \quad (Ec.2)$$

Conectando una resistencia de 150Ω y un condensador de 220μF podemos hacer la conexión correcta del sensor al Arduino® para formar un oscilador. También se hizo una modificación donde se conectaron unos ventiladores para que absorbieran el aire dentro del sensor, esto fue con una resistencia de 1KΩ y un Tip 31A como se ve en la Fig.2.

Debido a que la interfaz de Arduino® es amigable con el usuario, la programación del microcontrolador Atmega® fue sencilla de realizar, permitiendo desarrollar un código para monitorear la señal y procesarla a través de un convertidor analógico digital de 10 bits, que tiene incluido dicho dispositivo. De igual forma, empleando las librerías que se incluyen en la interfaz, fue posible agregar un módulo de almacenamiento, el cual podemos guardar los datos obtenidos por el sensor en una tarjeta de memoria tipo SD.



Fig.2 Foto del dispositivo funcionando.

Norma:

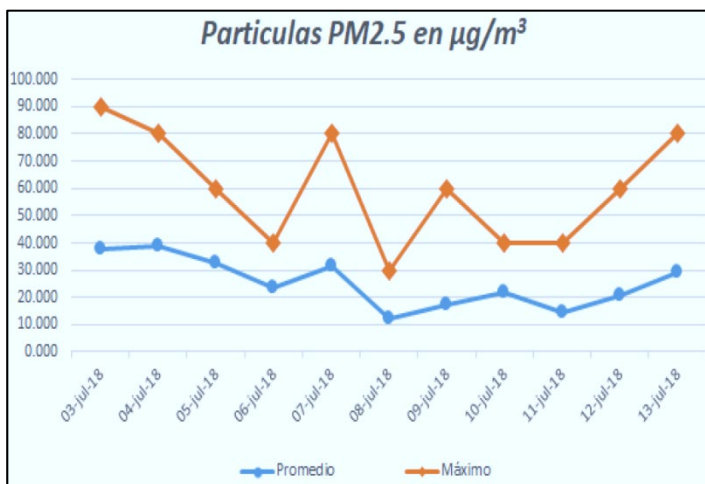
Para poder presentar los resultados es necesario reescribir los resultados en el estándar requerido el cual fue tomado de la Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2014; siendo esta la norma vigente en la actualidad.

La cual marca que los resultados deben estar en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, también los rangos de tiempo que deben tomarse los datos y los valores máximos de media permitidos de los mismos.

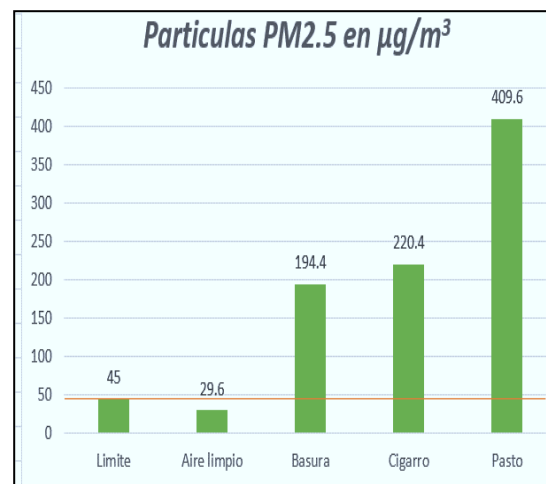
Para partículas menores a 2.5 micrómetros (PM 2.5) el límite de 24 horas es de $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio y de $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio anual. [3]

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de realizar las mediciones en las fechas establecidas en el plan de trabajo (del 3 al 13 de julio), se procedió a procesar los datos registrados [4], observando el comportamiento que se muestra en la Gráfica.1 Donde también se realizaron pruebas a materiales específicos obteniendo las siguientes emisiones en la Gráfica.2.



Gráfica.1 Resultados del sensor del 3 al 13 de julio.



Gráfica.2 Resultados de materiales específicos.

Basándonos en el estándar que marca la Norma, podemos observar que los materiales específicos (Grafica.2) rebasan el límite máximo permitido, y estos fueron quemados de pocas cantidades y espacios controlados.

Para la medición comparativa de aire limpio se tomó de la aplicación móvil: Ecoapp, disponible para Android y ios.

Dejándonos con un resultado más que satisfactorio y de igual manera, varios campos de estudio y análisis como podría ser alarmas contra humo e incluso control de calidad de aire en habitaciones.

CONCLUSIONES

Fue gratificante conocer y participar en este programa que me deja mucha enseñanza tanto en lo práctico, en el área de instrumentación por los procesos para caracterización de sensores y en lo administrativo.

Durante el periodo que se monitoreo, no sobrepasó el límite máximo permitido en 24 horas; la quema de esquileo en las cercanías, aumenta la densidad de las partículas en el aire. También es sorprendente la cantidad de partículas presentes en la quema de determinados materiales, por ejemplo: basura común y el humo de un cigarro promedio.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por permitirme alcanzar una meta más dentro de mi crecimiento personal y académico; A mis padres y hermanos, como a mi familia en general que me han apoyado siempre en todos mis anhelos y proyectos.

Un sincero agradecimiento al Dr. Amparo por permitir trabajar con él y por compartir sus conocimientos conmigo; A mi amigo Carlos por colaborar con sus conocimientos y habilidades en la elaboración del trabajo.

A la Universidad de Guanajuato por fomentar e impulsar la práctica del desarrollo científico.

A mi novia Mely, gracias por todo el apoyo y cariño brindado a lo largo de este trabajo.

REFERENCIAS

[1] ¿Qué son las PM 2,5 y como afectan nuestra salud? Ecologistas en acción. (2008) Disponible en la web:

<https://www.ecologistasenaccion.org/article17842.html>

[2] Datasheet del GP2Y1010AU0F de SHARP®. Disponible en la web:

https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/gp2y1010au_e.pdf

[3] NORMA oficial mexicana (2014), salud ambiental. Pagina 6. Apartado 5.1.2. Disponible en la web:

<http://siga.jalisco.gob.mx/aire/normas/NOM-025-SSA1-2014.pdf>

[4] Datos tomados del 3 al 13 de julio. Disponibles en:

https://www.dropbox.com/s/mh3mlxzzdfjzeid/datos_PP_julio18.TXT?dl=0