

Sistema móvil de monitoreo de gases en el ambiente (SIMA)

Mobile system for environment monitoring gases (SIMA)

Oscar M. Duque S*
oduques@sena.edu.co

Andrés M. Puentes V*
apuentesv@sena.edu.co

María C. Duque S**
macduques@sena.edu.co

Breyner S. Rodríguez D*
breyner_sebas@hotmail.com

*Centro CEDRUM - Grupo CEDRUM NDS - GINDET. SENA

**Regional Norte de Santander - Tecnoacademia Cúcuta, Cúcuta, Colombia.

Resumen- El siguiente artículo busca dar a conocer el proyecto sobre el desarrollo de un sistema móvil de monitoreo de gases y condiciones medioambientales tipo nodriza. En el cual se usan robots controlados remotamente, estos robots están instrumentados con un sistema de adquisición y transmisión de datos de forma inalámbrica en tiempo real. Estos datos son recibidos por un software que organiza y permite visualizar los datos al operario por medio de una interfaz gráfica. La primera etapa que se abordó fue el rediseño del sistema mecánico que debía tener características de movilidad imprescindibles ya que inicialmente, se contaba con un prototipo que no cumplía con dichos parámetros o características. La segunda etapa fue establecer el enfoque eléctrico y electrónico, que permitiera la obtención de estos datos. La herramienta clave para la implementación de este proyecto fueron los sensores MQ, que tienen la capacidad de medir el nivel diferentes gases.

Palabras Clave: gases, monitoreo, movilidad, sensor.

Abstract- The following article seeks to publicize the project on the development of a mobile monitoring system for gases and nurse-type environmental conditions. In which remotely controlled robots are used, these robots are instrumented with a data acquisition and transmission system wirelessly in real time. These data are received by software that organizes and allows the data to be viewed by the operator through a graphical interface. The first stage that was approached was the re-design of the mechanical system that must have essential mobility characteristics since initially, a prototype was available that did not meet these parameters or characteristics. The second stage was to establish the electrical and electronic approach that would allow obtaining these data. The key tool for the implementation of this project was the MQ sensors, which could measure the level of different gases.

Keywords: gases, monitoring, mobility, sensor.

I. INTRODUCCIÓN

Las condiciones ambientales son importantes y necesarias para el correcto desarrollo de las tareas de una persona. La propuesta del proyecto presenta un estudio de los diferentes métodos de monitoreo de gases, así como la medición de magnitudes ambientales y el diseño de vehículos móviles, se optó por un diseño de un robot móvil, el cual en caso de no poder realizar una tarea de medición en un lugar específico podrá desplegar un único hijo para ejecutar estas labores. Nuestro robot móvil constará de un sistema de sensores especializados para la adquisición de los gases y magnitudes ambientales, constará de un sistema de tracción de 4x2 con un mando de navegación a distancia permitiendo al usuario observar los datos mientras opera al robot.

La finalidad del trabajo está enfocada para ambientes con cambios abruptos o riesgosos para las personas, no obstante, se puede utilizar para cualquier ambiente. Este diseño contará de con un manual operativo, donde se explica su funcionamiento, el de su hijo y el de sus sensores, así como la recolección y vista de los datos.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

A. Problema

Se estima que cada año, en el mundo, mueren 7 millones de personas, debido a la exposición por la contaminación del aire; como si se comparara dicha cantidad con la población de Bogotá, se asemejaría que toda la población muere cada doce meses debido al tiempo prolongado exponiéndose al smog generado por las industrias, transporte y el humo que se genera en los hogares, por actividades como cocinar con combustible de biomasa y carbón. El aire sucio produce demasiadas muertes, en comparación con las enfermedades más fuertes como lo es el SIDA, la tuberculosis y la malaria. El problema está que, en Colombia se generan más de 8.000 muertes al año y cerca de 68 millones de síntomas y enfermedades asociadas [1].

Tabla 1: Niveles máximos permisibles de contaminantes

Contaminante	Nivel máximo Permissible (ug/m3)	Tiempo de Exposición
PM ₁₀	50	Anual
	100	24 horas
PM _{2.5}	25	Anual
	50	24 horas
SO ₂	50	24 horas
	100	1 hora
NO ₂	60	Anual
	200	1 hora
O ₂	100	8 horas
CO	5.000	8 horas
	35.000	1 hora

Fuente: Hernandez 2017 [2].

En algunas industrias la exposición a la contaminación es inevitable. La producción de este fenómeno fue originado por la revolución industrial debido a que la industrialización y automatización de las máquinas, para el aumento de la productividad en las grandes fábricas, esto produjo un efecto secundario como la contaminación debido a la producción de dióxido de carbono, la quema de combustibles fósiles, vertidos de residuos humanos y productos industriales aumentaron la contaminación del aire deteriorando la calidad del ambiente. [3] La continua exposición a la contaminación trae ciertos efectos en la salud de las personas, así mismo se producen enfermedades pulmonares como: la bronquitis, asma, neumonía, pulmonía, dolor de cabeza, riesgo de cáncer, irritación de piel, daño nervioso, malaria, entre muchos otros impactos en la salud, como muestra la tabla 1. En este caso tomaremos como ejemplo los sistemas de minas, en los cuales los niveles de contaminación en el aire son más elevados. en dichos sistemas se utilizan diferentes métodos para combatir el exceso de gases tóxicos presentes, sin embargo, estos métodos tardar tiempo y en algunos casos no abarcan las zonas donde apenas se está iniciando el proceso de minado, por ende, llegado el caso de necesitar una rápida medición de los niveles de gases presentes en el ambiente deberían llamar a un experto o comprar aparatos costosos para esto.

B. Justificación

Es frecuente que las empresas recurran al uso de sensores o sistemas para el monitoreo de los niveles de contaminación, sin embargo, estos sistemas suelen ser costosos y voluminosos. Por otro lado, la contaminación en el mundo crece día a día creando daños irreversibles en el ambiente, en dichos lugares se posee una tasa de mortalidad por contaminación muy alta, no obstante, los recursos para detectar estas contaminaciones son escasos.

Nuestro proyecto está basado en mitigar los daños diseñó un robot móvil tipo nodriza con un único hijo los cuales poseen un sistema de monitoreo de los niveles de gases y diferentes magnitudes en él ambiente. Gracias a su desarrollo miles de personas, no solo en las industrias sino personas naturales, podrán tener un estimado de dichos niveles presentes en sus ambientes. Este móvil nos permite desplazarnos por cualquier tipo de terreno el cual se requiera monitorear. Este móvil tiene la ventaja de ser compacto, accesible y sencillo en su sistema de navegación, esto inspirado para que cualquier usuario con poca experiencia de manejo pueda utilizarlo.

III. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

A. Objetivo General

- Desarrollar un sistema móvil doble de monitoreo para la medición de gases y condiciones ambientales.

B. Objetivos Específicos

- Estudiar los métodos de monitoreo de gases, mediciones de magnitudes ambientales y el diseño de vehículos móviles.
- Establecer los criterios de diseño a nivel mecánico, electrónico, de control y de medición de un sistema móvil de monitoreo de gases y condiciones ambientales.
- Seleccionar los elementos necesarios a nivel de instrumentación, control, comunicación, percepción para un sistema móvil de monitoreo de gases y condiciones ambientales
- Diseñar a nivel mecánico, electrónico y de control el robot móvil de monitoreo de gases y condiciones ambientales.
- Realizar un análisis costo-beneficio del robot móvil de monitoreo de gases y condiciones ambientales.
- Formalizar con la documentación necesaria el sistema móvil de monitoreo de gases y condiciones ambientales.

C. Metodología

Se implementó la metodología STEM que se viene utilizando en Tecno academia Cúcuta, la cual va dirigida al desarrollo de proyectos de ingeniería aplicada, es decir, como la ciencia, la tecnología, la ingeniería y la matemática.[26]

De acuerdo con lo anterior, se aplicó el diseño y se desarrolló sistemas o prototipos mecatrónicos consolidando las líneas de conocimiento como el diseño del sistema mecánico, electrónico y la programación de las funciones, movimientos o requerimientos establecidos,[27] por consiguiente se utilizaron, simuladores de circuitos

eléctricos, electrónicos y simuladores como SoliWorks para el diseño físico. También se establecieron diferentes lógicas programadas, para la obtención de un programa limpio que permita un buen desempeño a los robots.

D. Antecedentes

En el 2013, el artículo titulado “Robot multidetector de gases para minería”, nos guía en cómo un robot puede movilizarse en terrenos de difícil acceso [4].

En el 2015, el artículo titulado “Sistema aéreo de medición de gases contaminantes basado en un UAV”, nos sirvió como enfoque de mediciones de los diferentes gases y cómo abordar la toma de datos y transmisión inalámbrica [5].

En el 2014, el artículo denominado “robogas-inspector: un sistema robótico móvil para detección remota de fugas y localización en grandes entornos industriales”, fue el documento de mayor relevancia en el proceso de toma de información, nos entrega un punto de avance general del sistema en cuanto a la sensorica, movilidad y monitoreo de forma remota.

E. Unidad de monitoreo

El ensamble de los componentes electrónicos para la unidad de monitoreo se realizó por separado para facilitar pruebas de conexión, en la Fig. 1 se muestra un diagrama de conexión de los componentes.

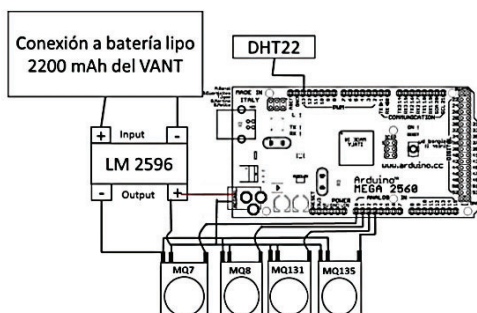


Fig. 1: Diagrama de conexión de componentes electrónicos que forman la unidad de monitoreo. [1]

La unidad consta de los sensores MQ los cuales realizan mediciones de distintos tipos de gases presentes en un ambiente, DHT11 sensor de humedad relativa y temperatura en aire y la tarjeta Arduino, fuente de alimentación, un convertidor de voltaje regulado a partir de una fuente de alimentación para el uso de microcontroladores (Arduino), así como se muestran en las Fig 2. y Fig 3.

F. Diseño del prototipo CAD

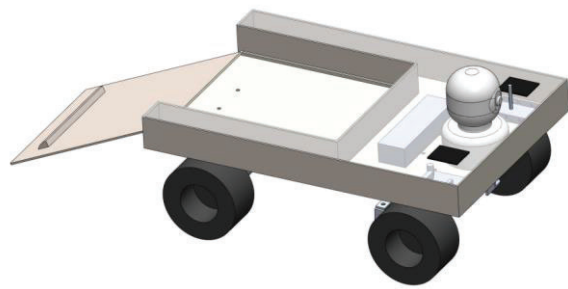


Fig. 2. Prototipo CAD del móvil nodriza.

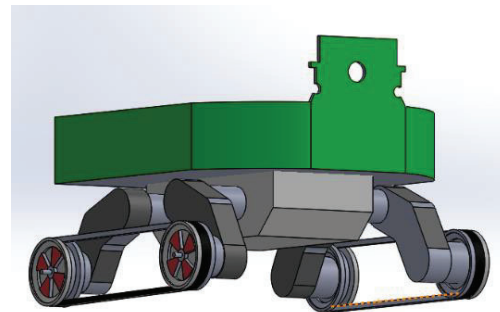


Fig. 3. Prototipo CAD del móvil hijo.

a. Sistema de dirección

El sistema de dirección de un vehículo es uno de los sistemas más importantes, ya que, es un conjunto de mecanismos encargados de actuar como una interfaz entre el piloto y el vehículo, cuya misión es permitir guiar al vehículo por la trayectoria deseada, durante la conducción el conductor gira el volante y a su vez el movimiento se trasmite mediante la columna de dirección hacia la cremallera, la cual, convierte el giro en un movimiento lineal que gira las ruedas delanteras.

b. Requisitos del sistema de dirección

Reversibilidad controlada: las perturbaciones de la carretera no deben afectar en el funcionamiento del sistema y a su vez permita un adecuado control de la dirección:

- Suavidad: la capacidad de maniobrabilidad del sistema, este concepto indica que el sistema debe ser accionado sin realizar esfuerzos excesivos, para ello se debe seleccionar una relación de desmultiplicación adecuada.
- Precisión: hace referencia a la suavidad y dureza de la dirección ya que al ser la dirección excesivamente suave se pierde la precisión de la dirección y a su vez al ser dura la conducción sería imprecisa y causando una fatiga excesiva.
- Estabilidad: con la finalidad de garantizar la seguridad del sistema, esta característica depende del cumplimiento de las características anteriores y a su vez está relacionada con la calidad de los materiales empleados y a la fiabilidad en general del mecanismo.

c. Sistema de dirección de piñón-cremallera

Los sistemas de dirección empleados en la mayoría de los vehículos son del tipo piñón-cremallera; respecto a su ubicación puede ser adelante y en la parte posterior del eje delantero, así como en la Fig. 4. El funcionamiento parte desde la rotación del volante ejercida por parte del conductor, que, a su vez, es transformada en la caja de la dirección en un movimiento lineal que mediante los brazos de la dirección transmiten la fuerza necesaria para que la rueda gire, como se ilustra en la Fig. 5.

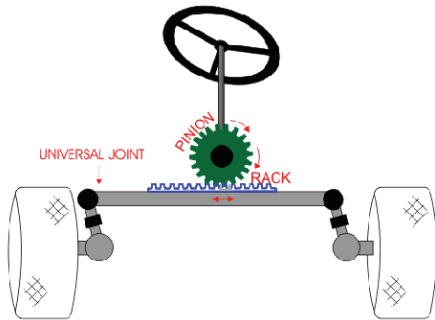


Fig. 4. Sistema de dirección piñón-cremallera. [25]

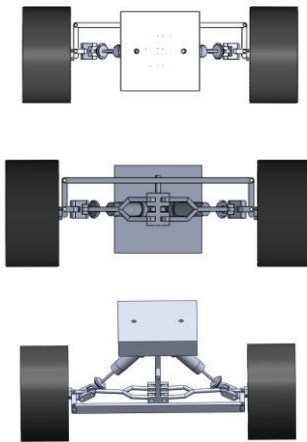


Fig. 5. Vistas del sistema de dirección del móvil.

d. Geometría de la dirección

La geometría de la dirección hace referencia a las cotas de reglaje que son las encargadas de configurar la alineación de las ruedas y por lo tanto determinan el comportamiento dinámico del vehículo en pista, como en la Fig. 6.

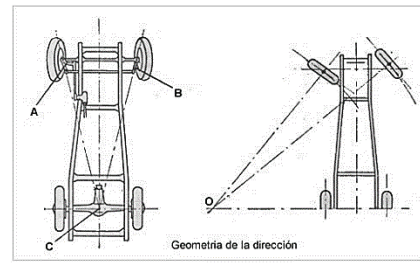


Fig. 6. Geometría de la dirección. [19]

e. Ángulo de convergencia (Toe)

El ángulo de convergencia es el ángulo formado por línea central de la rueda y el eje longitudinal del vehículo cuando se proyecta la vista del vehículo desde la parte superior.

i. Ángulo de convergencia positivo (Toe-in)

El ángulo se forma cuando al prolongar los ejes centrales de la rueda estos tienden a cerrarse en la parte delantera del vehículo en un punto imaginario situado delante de ellas; dicho de otra manera, manteniendo la vista superior, la distancia de la parte delantera del neumático es menor que la parte posterior, como se muestra en la Fig. 7.

La influencia de la convergencia se denota en la estabilidad del vehículo en línea recta, al incrementar la convergencia se gana estabilidad, pero a su vez, existe más resistencia a la rodadura dando como consecuencia la reducción de la velocidad de punta del vehículo.

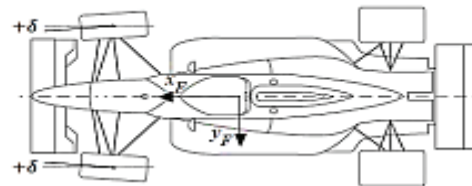


Fig. 7. Ángulo de convergencia positivo

ii. Ángulo de convergencia negativo (Toe-out)

El Ángulo de convergencia negativo, es lo contrario a converger, siendo el término adecuado a emplear de divergencia, en donde la rueda tiende a abrirse, por lo que, visto desde la parte superior, las ruedas están más separadas en la parte delantera que por la trasera.

La influencia de la divergencia en las ruedas hace que sea posible tomar curvas cerradas al tener un comportamiento subvirador (es un fenómeno que se produce durante la conducción de un vehículo que provoca que el giro real del mismo sea menor al que teóricamente debería inducir la posición de las ruedas delanteras) dentro

de la curva, por otra parte, el vehículo pierde su estabilidad en línea recta siendo el vehículo más nervioso ya que tiene menos estabilidad, como se muestra en la Fig. 8.

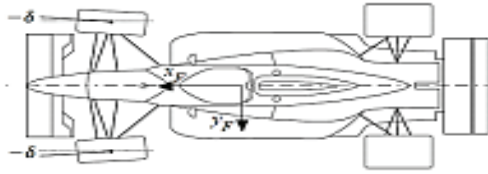


Fig. 8. Ángulo de convergencia negativa
f. Ángulo de caída (Camber)

El ángulo de caída es el ángulo que se forma entre el plano inclinado de la rueda y la vertical. La inclinación es positiva si la rueda se inclina hacia afuera con la parte superior en relación con el vehículo, o negativa si se inclina hacia adentro. La influencia de la variación del Camber puede afectar de la siguiente manera y se muestra en la Fig. 9.

Cuando las ruedas poseen una caída negativa el centro de gravedad del vehículo baja, además, mejora la respuesta de la dirección, y el vehículo posee una reducida posibilidad de vuelco debido a la ubicación de su centro de gravedad, por otra parte, dotar de una caída positiva puede describir características contrarias a las que presenta el vehículo con caída negativa

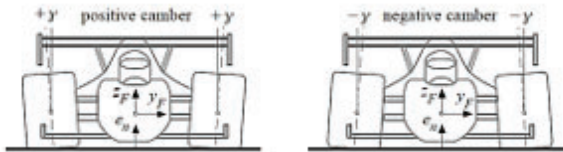


Fig. 9. Ángulos de caída positivo y negativo respectivamente.
g. Ángulo de avance (Caster)

Se denomina ángulo de avance, al ángulo formado por la prolongación de la línea del eje de pivotamiento con la vertical que atraviesa por el centro de la rueda y en el sentido de avance de ésta.

El ángulo de avance es positivo, si el eje pivote de la dirección se cruza con el suelo por delante de la rueda. Por otra parte, el ángulo de avance ayuda en la dirección y es responsable del efecto de auto alineación de las ruedas dándole estabilidad en línea recta, una facilidad de conducción.

Los valores de ángulo de avance están en un rango de 6 a 12° para vehículos de tracción posterior y para vehículos de tracción delantera su rango esta entre 0 y 4°. Si el ángulo de avance es grande, el par que genera también lo será, produciendo que las ruedas se orienten bruscamente. Si el

ángulo de avance es pequeño, el par de auto alineación también lo será, dando como resultado un sistema de dirección inestable.

De manera general, cuando el valor del ángulo de avance es mayor, el vehículo posee una dirección autoaliente efectiva y es más estable en línea recta y a su vez el vehículo pierde efectividad al tomar la curva; mientras que al tener un avance menor el vehículo puede tomar las curvas efectivamente y a su vez su salida de la curva tiende a mejorar, así como se muestra en la Fig. 10, pero su auto alineación es pobre y con una estabilidad desequilibrada en línea recta.

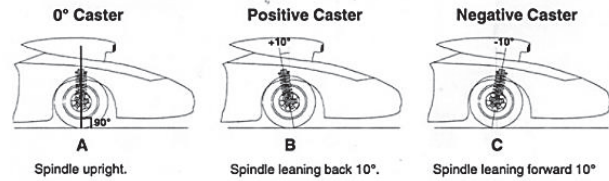


Fig. 10. Ángulos de avance. [21]

h. Geometría de Ackerman

La geometría de Ackerman define la geometría que emplean los vehículos para generar un ángulo de giro correcto de la dirección, debido a que cada rueda debe girar con un centro de giro común cuando el vehículo toma la curva. La característica del principio de Ackerman radica en el comportamiento dinámico del vehículo al tomar la curva, la rueda interna marca un ángulo de dirección mayor que la rueda exterior como se ve en la Fig. 11. Si las ruedas delanteras giraran en los mismos ángulos al tomar la curva en la rueda interior se produce como resultado un deslizamiento hacia los lados produciendo calor y desgaste no deseado, a su vez disminuye la efectividad de la dirección, entonces la geometría de Ackerman tiene como finalidad contrarrestar estos defectos y brindar una dirección con un performance adecuado.

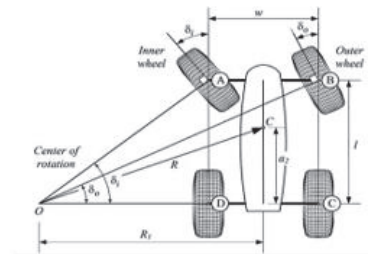


Fig. 11. Geometría de Ackerman

i. 9) Tracción del vehículo

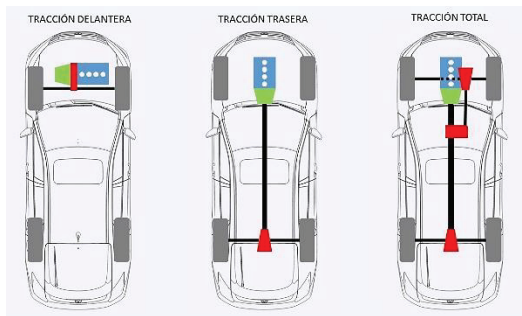


Fig. 12. Tracción vehicular.[22]

- RWD: Rear Wheel Drive. Es la típica tracción trasera, donde son las ruedas del eje posterior las que reciben la fuerza del motor y empujan al vehículo
- FWD: Front Wheel Drive. Es la típica tracción que uno encuentra en un auto o camioneta, es decir, tracción delantera, donde la fuerza motriz viaja a las ruedas delanteras.
- 4WD: Four Wheel Drive. Es la tracción total a las cuatro ruedas, pero a diferencia de la AWD, no es permanente, sino que se puede decidir en qué momento usarla. Es decir, trabaja a voluntad del conductor, sobre todo en terrenos agrestes.

4x4: Es la tracción clásica y más conocida, donde la fuerza del motor se reparte en proporción 50 % – 50 % entre los ejes delanteros y traseros de un vehículo. Pero al no tener diferencial trasero, no puede ser usada todo el tiempo, por lo que tiene sus modos 2H (convierte la fuerza 4x4 a 4x2), 4H (funciona como una 4WD, con fuerza en cada una de las cuatro ruedas) y 4L (funciona como una 4x4 real, con fuerza pareja en los ejes), como se ilustra en la Fig. 12.

j. 10) Chasis robot hijo

Se plantea la necesidad de desarrollar una plataforma robótica que permita acceder y permanecer en entornos naturales, desplazarse sin inconvenientes por los múltiples terrenos que puedan encontrarse en estos entornos y que pueda ser controlada remotamente.

10.1) Características para tener en cuenta en cuanto a movilidad

1. Capacidad de desplazamiento en lugares de difícil acceso.
2. Posibilidad de desplazamiento en múltiples escenarios.
3. Movimiento del chasis con el propósito de poder cambiar la posición de este y adaptarlo a las necesidades mediante el control remoto.

4. Control hecho remotamente para dirigirlo a los lugares del cual se necesite obtener información.

5. Visión de máquina con el fin práctico de obtener información clara de la zona observada, como se muestra en las Fig. 13 y Fig. 14.

- j.2. Características Del Chasis Rover 5
- Voltaje nominal del motor: 7.2V
- Corriente de bloqueo del motor: 2.5A
- Par de parada del eje de salida: 10Kg / cm
- Relación de caja de cambios: 86.8: 1
- Velocidad: 1Km / hora
- Cuatro motores (con encoder)



Fig. 13. Chasis Rover 5. [23]

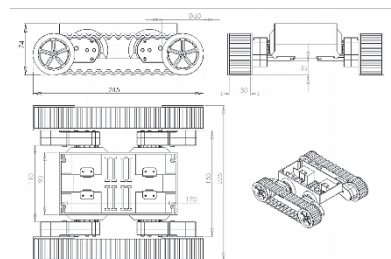


Fig. 14. Planos del chasis Rover 5. [24]

k. Locomoción por orugas

Este sistema es una variación de la locomoción por ruedas, ya que estas no están en contacto directo con el suelo. En su lugar, hay una cinta continua que las recubre y es movida por estas. La cinta tiene un labrado especial, similar a los neumáticos, para tener mejor tracción en todo tipo de terreno, como se ve en la Fig. 15.

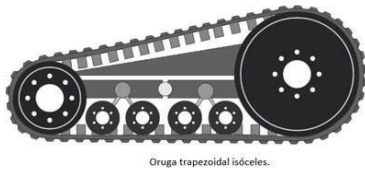


Fig. 15. Oruga trapezoidal isósceles

1. Configuración de desplazamiento

Si el robot va para adelante o para atrás, las dos cintas de muevan en la misma dirección hacia adelante o hacia atrás, pero si el robot va a rotar a la derecha o a la izquierda existen dos posibilidades:

1. Las dos cintas se mueven en la misma dirección, pero una de las orugas se mueve más lento que la otra, lo que generará un desplazamiento curvo, con la oruga más lenta hacia dentro del arco descrito.

2. Las cintas se mueven en direcciones opuestas con la misma rapidez, lo que permite que el robot rote sobre su eje sin trasladarse de su posición.

m. Circuitos eléctricos y electrónicos

Los circuitos eléctricos presentes en este proyecto, son principalmente, circuitos reguladores de tensión, esto, debido a que la gran parte de los componentes a utilizar, requieren tensiones que no superen los 5v, para ello se utilizará un circuito compuesto principalmente por el regulador de tensión LM7805, este componente permite una salida de tensión de 5v, con una corriente de 1 A, como se muestra en Fig. 16 a Fig. 19 y gracias a esto los componentes pueden ser alimentados de forma idónea para su correcto funcionamiento.

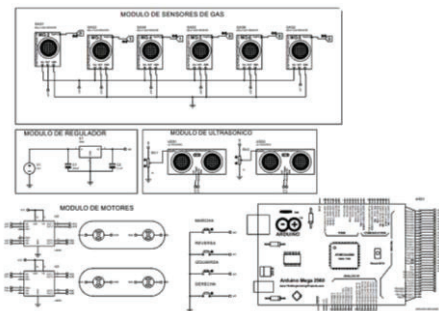


Fig. 16. Esquema de algunos de los componentes a utilizar.

Nota. Para el presente proyecto se decidió que los distintos sensores tuvieran cada uno su respectivo circuito como si se tratara de un módulo.

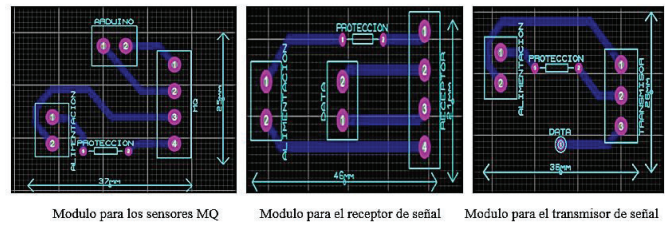


Fig. 17. Módulo para los sensores MQ, el receptor de señal y el transmisor de señal

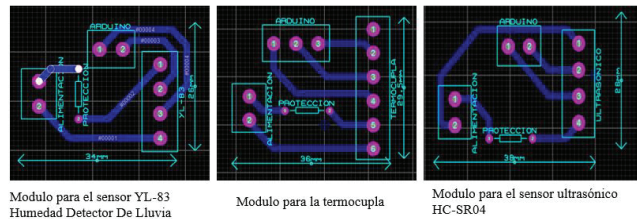


Fig. 18. Módulo para el sensor YL-83 Humedad detector de lluvia, la termocupla y el sensor ultrasónico HC-SR04.

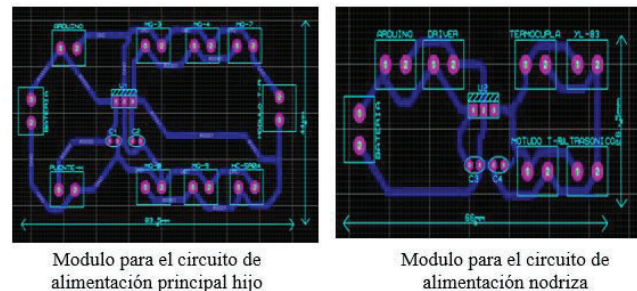


Fig. 19. Módulo para el circuito de alimentación principal hijo y el circuito de alimentación nodriza.

La interfaz de usuario fue creada con el fin de visualizar el monitoreo constante de las variables a medir, se desarrolló inicialmente una interfaz de usuario tipo App o aplicación móvil, que visualizaba el monitoreo de las variables como el nivel de gases (gas y nivel) y otras mediciones como temperatura y humedad relativa, como se muestra en la Fig.20. Posteriormente, se desarrolló otra interfaz asociando un modelo más detallado de las mediciones a monitorear como los gases, el ambiente y su respectiva imagen, así como se ilustra en la Fig.21, de acuerdo con lo mencionado anteriormente se seleccionó y dejó en funcionamiento el segundo prototipo de interfaz debido a que genera más información de las variables a medir, a controlar y analizar.



Fig. 20. Primer prototipo de interfaz de usuario



Fig. 21. Segundo prototipo de interfaz de usuario
n. Análisis costo beneficio.

Aclaraciones respecto al análisis costo beneficio

Se realizó un análisis del costo beneficio del prototipo o SIMMA, debido a que se pretende saber la viabilidad de construcción en masa de dicho prototipo, el análisis se dividió en la comparación de dos aspectos bajo el principio de fabricación del producto sobre pedidos, el primer análisis se realizó teniendo en cuenta los periodos trimestrales y el segundo los periodos semanales, determinando entre esos periodos los flujos de caja calculando los ingresos menos los gastos netos, para conocer su rentabilidad.

Se obtuvieron resultados del valor actual neto (VAN) mayores a cero, esto significa que el prototipo generara ganancia por encima de la rentabilidad exigida y la tasa interna de retorno (TIR) de 63,44% en los periodos trimestrales y 14,29% entre periodos semanales, esto quiere decir que ellos resultados fueron superiores a la tasa exigirá para la inversión, en consecuencia, se declara que el prototipo se considera rentable.

Posteriormente, se analiza que los datos obtenidos del VAN y TIR, muestran que la rentabilidad del proyecto actual es bastante alta si se trabaja sobre pedidos; al poder realizar varias mediciones de gases se hace un gran ahorro al momento de obtener resultados de los datos. Con relación a una prueba de laboratorio comercial, que tiene un

valor de 35 mil pesos, podemos hacerlas más económicas hasta los 10 mil pesos pero la rentabilidad es mucho menor.

IV. CONCLUSIONES

La metodología STEM llevada al plano del desarrollo de proyectos de investigación aplicada por estudiantes de bachillerato y en este caso por los aprendices de la Tecnoacademia Cúcuta, provee un marco metodológico, basado en la sinergia de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas. Esta última rama, permite el establecimiento y uso de métodos de interpolación para poder lograr una representación matemática útil para cuantificar el impacto de choques mecánicos en el cerebro, previo registro y evaluación de la señal.

Los sensores MQ no cuentan con algún método de calibración normalizado o certificación de algún proceso o procedimiento que prueben sus mediciones, existen unas tablas que permiten una calibración, pero no es exacta. Por lo que se concluye realizar un análisis de sensores que cumplan con criterios de certificados bajo un laboratorio que valide su funcionamiento.

En cuanto a la movilidad se pudo observar a través de los diferentes análisis y recopilación de información de mecanismos similares al nuestro, que el sistema móvil de monitoreo de gases y condiciones ambientales cuenta con grandes cualidades de movilidad en terrenos robustos y de poco acceso.

Para la toma de datos se pudo observar por medio de pruebas e investigación (Hojas de datos), que los sensores MQ deben pasar por un proceso de iniciación para lograr tomar medidas exactas, esto nos constituye un problema a la hora de poner el mecanismo en funcionamiento en términos de eficiencia.

REFERENCIAS

- [1] Ambientales, M. (2018). Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales. Obtenido de AMBIENTALES.INFO
- [2] Flores-Vázquez, C. (2017). Operación remota de un robot móvil usando un teléfono inteligente. INGENIUS.
- [3] Gonzalez, G. (2016). ¿Por qué es Arduino útil y qué se puede crear con él? Obtenido de blogthinkbig.com
- [4] Hernandez, S. (01 de Noviembre de 2017). minambiente. Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/96-res-2254-de-2017.pdf>
- [5] IBARRA, T. P. (26 de Noviembre de 2018). Contaminación del aire: un asesino anda suelto. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/vida/medio-ambiente/contaminacion-del-aire-un-grave-problema-de-salud-en-colombia-296158>

- [6] Llamas, L. (2016). Detector de gases con arduino y familias MQ. Ingeniería, Informatica, Diseño.
- [7] Molina, M. (2016). Diseño e implementación de un analizador básico de gases para emisiones vehiculares (HC, CO y CO₂), desarrollado bajo la plataforma android. Ingeniería y Región, 15, 57.
- [8] Pineda, J. (s.f.). El Problema de la Contaminación Ambiental. Obtenido de <https://encolombia.com/medio-ambiente/interes-a/problema-contaminacion-ambiental/>
- [9] Reductores, C. (2019). Motorreductores. CLR.
- [10] S.A, P. C. (diciembre de 2017). GUÍA DE SEGURIDAD PARA VENTILACIÓN. Obtenido de https://www.minenergia.gov.co/documents/10192/23980938/010318_guia_seg_ventilacion_minas_subterranas.pdf/52d1871d-37c0-45fe-9951-1b2adff92289
- [11] Vargas, M. (2015). Arduino una Herramienta Accesible para el Aprendizaje de Programación. Revista Tecnológica e Innovación.
- [12] Soldan, S. B. (2012). RoboGas Inspector - A mobile robotic system for remote leak sensing and localization in large industrial environments: Overview and first results. Kassel, Germany: In IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline) (Vol. 1, pp. 33–38).
- [13] Vargas, S. &. (2015). Sistema aéreo de medición de gases contaminantes basado en un UAV, resultados preliminares. Cochabamba, Bolivia: Acta Nova, 7(2), 194–212.
- [14] Gutiérrez, G. &. (2013). Robot multidetector de gases para minería. Ingenio Magno, VOI 4, pp 87-96.
- [15] H. A. Solórzano-Plaza, C. C. Torres-Estacio, J. S. Hernández Martínez. (2018). Diseño de un robot aéreo móvil con un sistema de sensores inalámbricos para el monitoreo de gases tóxicos en el exterior de la refinería estatal de Esmeraldas. Polo del Conocimiento.
- [16] Roldán, J. J., Garcia-Aunon, P., Garzón, M., de León, J., del Cerro, J., & Barrientos, A. (2016). Heterogeneous multi-robot system for mapping environmental variables of greenhouses. Sensors (Switzerland), 16(7).
- [17] Neumann, P. P., Kohlhoff, H., Hullmann, D., Lilienthal, A. J., & Kluge, M. (2017). Bringing Mobile Robot Olfaction to the next dimension - UAV-based remote sensing of gas clouds and source localization. In Proceedings - IEEE International Conference on Robotics and Automation , pp. 3910–3916).
- [18] Molina M., J. J., Gutiérrez M., A., & Muñoz, P. A. . (2016). Diseño e implementación de un analizador básico de gases para emisiones vehiculares (HC, CO y CO₂), desarrollado bajo la plataforma android. Ingeniería y Región, 15, 57.
- [19] Ackerman (18 de Enero de 2020). Kinematic Steering Chapter V Steering Dynamics. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/443397971/Chapter-V-Steering-Dynamics-pdf>
- [20] Multiservicioautomotriz (31 de Marzo de 2011). Características que deben reunir todo sistema dirección. Obtenido de <http://multiservicioautomotriz3h.blogspot.com/2011/03/caracteristicas-que-deben-reunir-todo.html>
- [21] Otoxanh (30 de Diciembre de 2019). Cân chỉnh thước lái tại Hải Phòng. Obtenido de <http://otoxanh.vn/bai-viet/can-chinh-thuoc-lai-tai-hai-phong-n70.html>
- [22] Mundonitro (21 de Marzo de 2020). ¿Qué significa FF, FR, RR, MR, AWD y 4WD?. Obtenido de <http://multiservicioautomotriz3h.blogspot.com/2011/03/caracteristicas-que-deben-reunir-todo.html>
- [23] Pololu (s.f). Dagu Rover 5 Tracked Chassis with Encoders, Obtenido de <https://www.pololu.com/product/1551>
- [24] Gill, R (21 de enero 2019). Rover-5 Robot chassis Solidwork design, Obtenido de <https://grabcad.com/library/rover-5-1>
- [25] Albrodpufl (23 de Septiembre 2014). Análisis Técnico – Columna De Dirección. Obtenido de <https://albrodpulf1.wordpress.com/2014/09/23/analisis-tecnico-columna-de-direccion/>
- [26] DUQUE SUAREZ, O. M. (2019). Diseño de un sistema de percepción del impacto de choques mecánicos y golpes en el cerebro. Revista Metalnova, 1(2), 28-33. Recuperado a partir de <http://revistas.sena.edu.co/index.php/metalnova/article/view/2472>
- [27] Duque Suarez, O. M. (2019). Diseño de un sistema de emulación de movimiento robotizado de mano de bajo costo. Revista Metalnova, 1(2), 23-27. Recuperado a partir de <http://revistas.sena.edu.co/index.php/metalnova/article/view/2471>