

Jaime Hernán Rojas Parra**
Reinel Giovanni Aza Torres***
Gustavo Adolfo Varela Medina****
Dora Astrid Gómez Gómez*****

Plataforma robótica de exploración y verificación como apoyo a unidades operativas de la Policía Nacional en su lucha contra bandas criminales y el terrorismo*

Robotic platform as verification of exploration and operational Support for units of the national police band in its fight against Terrorism and criminal

Plataforma robótica como a verificação da exploração e da sustentação operacional para unidades da faixa da polícia nacional em sua luta de encontro ao terrorismo e ao criminoso

Resumen

Este artículo presenta los resultados de la investigación institucional desarrollada por la Escuela de Telemática y Electrónica de la Policía Nacional de Colombia en el año 2008, proceso científico y tecnológico que tuvo como objeto central de estudio el de optimi-

zar la plataforma robótica telecomandada de exploración y verificación de apoyo a unidades operativas de la Policía Nacional en su accionar táctico y lucha contra bandas criminales y el terrorismo desarrollada en su fase inicial por estudiantes de la Escuela en el año 2007, se examinó en esta nueva fase la viabilidad técnica para integrar a la plataforma un sistema de monitoreo visual mediante una cámara de red inalámbrica y la instalación de sensores que permitan mejorar sus características operacionales destinadas entre otras, a minimizar los múltiples riesgos a los que se ven enfrentados a diario los miembros de la Fuerza Pública en el proceso de exploración o verificación de un área o elemento potencialmente peligroso.

Palabras clave

Robótica, electrónica, informática, ingeniería de con-

Fecha de recepción del artículo: 14 de febrero de 2010.
Fecha de aceptación del artículo: 19 de abril de 2010.

* Artículo de investigación sobre el proyecto que los autores desarrollan en el Grupo de Investigación ESTEL-DINAE de la Escuela de Telemática y Electrónica, Policía Nacional de Colombia, registro Colciencias COL0085075.

** Docente y jefe del Área de Investigación de la Escuela de Telemática y Electrónica de la Policía Nacional de Colombia. Director del Grupo de Investigación ESTEL-DINAE. Correo electrónico: jaime.rojas@correo.policia.gov.co.

*** Coordinador de los semilleros de investigación y docente e investigador de la Escuela de Telemática y Electrónica de la Policía Nacional de Colombia. Correo electrónico: reinel.aza@correo.policia.gov.co.

**** Docente e investigador de la Escuela de Telemática y Electrónica de la Policía Nacional de Colombia. Correo electrónico: gustavo.varela@correo.policia.gov.co.

***** Auxiliar de investigación del Grupo ESTEL-DINAE. Correo electrónico: astrigomez@correo.policia.gov.co.

trol, Policía Nacional, exploración de áreas, elementos peligrosos, mejoramiento del servicio de policía, seguridad.

Abstract

This article presents the results of institutional research developed by the "Escuela de Telemática y Electrónica de la Policía Nacional de Colombia" in 2008, and comprehended scientific and technological process which had as central objects of study the optimization of the remote-robotic platform for exploration and the improvement of National Police operational units support verification in their tactical actions to combat criminal gangs and terrorism. The research at an early stage has been developed by students from the school in 2007, and at this new phase was examined the technical viability to integrate to the platform a visual tracking system using a wireless network camera and the installation of sensors to improve their characteristics operations, among others, to minimize the many risks faced daily by members of security forces at the process of exploration or verification of an area or a potentially dangerous element.

Keywords

Robotics, electronics, computer, control engineering, Colombian National Police, exploration areas, dangerous elements, improving police services, security.

Resumo

Este artigo apresenta os resultados de pesquisa institucional desenvolvida pela "Escola de Telemática y Electrónica de la Policía Nacional de Colombia" em 2008, processo este científico e tecnológico que teve como objetos centrais de estudo tanto a otimização da utilização da plataforma robótica, quanto do apoio telecontrolado às unidades operacionais da polícia nacional em sua ação de combate tático a gangues criminosas e ao terrorismo. A pesquisa em uma fase inicial foi desenvolvida por alunos da escola em 2007, sendo que nesta nova fase examinou-se a viabilidade técnica para integrar à plataforma um sistema de monitoramento visual usando uma câmera de rede sem fio e a instalação de sensores para melhorar suas características operacionais, entre outros, a fim de minimizar os muitos riscos enfrentados diariamente pelos membros das forças de segurança no processo de exploração ou verificação de uma área ou de um elemento potencialmente perigoso.

Palavras-chave

Robótica, eletrônica, computação, engenharia de con-

trole, Polícia Nacional da Colômbia, exploração de áreas, elementos perigosos, melhoria dos serviços policiais, segurança.

INTRODUCCIÓN

La Policía Nacional de Colombia cuenta con sistemas robóticos de alto desempeño que prestan sus servicios en unidades especializadas, como los grupos antiexplosivos, en donde es evidente el riesgo para la vida e integridad física de los miembros de la Institución en el proceso de reconocimiento del terreno o identificación del artefacto explosivo, ante lo cual se han utilizado los muy conocidos y versátiles "Andros"¹ y "Vanguard"² cuyas características técnicas y funcionales han prestado invaluable servicios en la protección de la vida, honra y bienes, tanto de los conciudadanos como de aquellos policiales que de manera valiente prestan sus servicios en estos cuerpos.

No obstante lo anterior, dispositivos robóticos como "Andros" y "Vanguard" tienen algunas desventajas operacionales: la primera de ellas es el peso de los mismos ya que el robot "Andros" tiene un peso promedio de 300 Kilogramos y el "Vanguard" un peso que oscila entre los 55 y 65 Kilogramos, lo que sin lugar a duda dificulta su transporte, ya que obliga en todo momento al uso de camiones y camionetas para el mismo. Como segunda desventaja, se encuentra el alto valor económico de los robots y de los repuestos propios para su mantenimiento, variable que se ve acentuada por los largos trámites administrativos para la compra e importación de los mismos, circunstancia que limita la capacidad de compra de la Institución policial y que ha obligado a que a nivel nacional existan muy pocos robots "Andros" en servicio.

Ante las anteriores circunstancias, y con uso de los conocimientos científicos y tecnológicos disponibles, la Escuela de Telemática y Electrónica de la Policía Nacional de Colombia ha planteado el desarrollo de una plataforma robótica telecomandada que responda a la necesidades de versatilidad y economía, ajustable a las principales necesidades de exploración visual y manipulación trazadas por los grupos especiales de la Poli-

1 La serie ANDROS está diseñada principalmente para los militares, cumpliendo tareas de eliminación ordenada de explosivos entre otras funciones. Es el más versátil, y fuerte robot para un amplio rango de misiones, con varias cámaras a color y baja luz, manipulador con siete grados de giro. Su peso llega casi a los doscientos cuarenta y tres kilogramos sin todos sus accesorios.

2 "Vanguard" mini ROV, de la empresa Vanguard Allen, es de diseño modular, de bajo perfil que le permite explorar bajo vehículos, con brazo de seis ejes de rotación, brazo telescópico, sube y baja escaleras de hasta 20 centímetros, 3 cámaras, puerto integrado RS 232, velocidad de 2.2 Kilómetros por hora, duración de hasta cinco horas.

cía Nacional, y de fácil acceso a las diferentes unidades que estén ubicadas a lo largo y ancho de la geografía nacional.

Para tal fin, el Área de Investigación de la Escuela de Telemática y Electrónica en el año 2008 inició el proceso científico de optimización de un dispositivo robótico existente en la Escuela y que fue diseñado por estudiantes del Curso 004 del programa Técnico Profesional en Telemática, fase inicial de la plataforma robótica objeto de optimización que técnicamente se caracterizaba por contar con un sistema de comunicación inalámbrico Wi-Fi muy eficiente, que le daba autonomía sin la utilización de cables que restringieran su campo de acción, pero que se veía limitado por la falta de un sistema de monitoreo visual que permitiera al operador del sistema robótico maniobrarlo sin tenerlo a la vista, además de que el prototipo desarrollado por los estudiantes no contaba con un sistema de sensores que determinaran de manera contundente la presencia de un posible objetivo o situación especial para la toma de decisiones.

Al respecto es importante señalar que la Escuela de Telemática y Electrónica consideró técnicamente importante y elemental implementar al dispositivo robótico una cámara de red que proporcionara un monitoreo visual de la panorámica que tiene la plataforma sobre el terreno que se está explorando, permitiendo un enfoque claro sobre las posibles acciones a desarrollar.

Esta cámara tendría condiciones importantes como la posibilidad del movimiento horizontal hasta 270° para tener una amplia visión de la panorámica del terreno, además de poder contar con movimiento vertical y zoom para el acercamiento de las imágenes y video. Se hace prioritario en el mismo sentido que la plataforma robótica contara con algún tipo de tecnología de sensores que le permitiera detectar algún eventual peligro inminente o ayudara en beneficio de la toma de decisiones.

Así pues, con la implementación de nuevos mecanismos y tecnologías innovadoras en la plataforma robótica existente, se puede llegar a garantizar una significativa disminución de los riesgos a los que a diario se ven enfrentados nuestros uniformados en diferentes áreas del servicio, especialmente los grupos operativos con incidencia directa sobre bandas criminales y terroristas.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Los miembros de las unidades operativas de la Policía Nacional de Colombia que a diario luchan contra las bandas criminales y el terrorismo se ven expuestos a operaciones de exploración y verificación de áreas u elementos que ponen en serio riesgo su vida e integridad personal, al tener que acudir directamente a un lugar o manipular personalmente un dispositivo posiblemente explosivo o peligroso sin conocer de antemano las condiciones fácticas reales que le permitan tomar la decisión más adecuada y menos riesgosa para el manejo de la situación policíva y de la condición física del uniformado.

- Hipótesis

Es posible integrar un sistema de monitoreo visual mediante una cámara de red y la instalación de un grupo de sensores que mejoren las características de la plataforma robótica existente al interior de la Escuela de Telemática y Electrónica de la Policía Nacional, minimizando por medio del empleo de la misma los riesgos a los que se ven enfrentados a diario los miembros de la Fuerza Pública en su lucha contra las bandas criminales y el terrorismo, sirviendo como medio de avanzada para conocer de antemano las condiciones de un sitio u elemento determinado y potencialmente peligroso.

En el año 2008
inició el proceso
científico de
optimización de un
dispositivo robótico
existente en la
Escuela y que fue
diseñado por
estudiantes del
Curso 004 del
programa Técnico
Profesional en
Telemática

- Objetivo general

Optimizar la plataforma robótica de exploración y verificación existente en la Escuela de Telemática y Electrónica para el apoyo a unidades operativas de la Policía Nacional de Colombia en su accionar táctico y lucha contra bandas criminales y el terrorismo, mediante la implementación de un sistema de monitoreo visual y la instalación de sensores.

- Objetivos específicos

a) Analizar el consumo de corriente y realizar las operaciones necesarias para mejorar las condiciones de la

plataforma robótica existente, teniendo en cuenta los nuevos elementos que se van a instalar.

b) Implementar un sistema de monitoreo visual a la plataforma robótica existente que mejore las condiciones exploratorias de imagen y relación informática, permitiendo el reconocimiento del operador a una distancia segura.

c) Realizar un estudio de los diversos tipos de sensores existentes e instalar en la plataforma robótica existente el que se considere técnicamente más adecuado.

d) Desarrollar pruebas de campo para verificar la efectividad en la operación del prototipo robótico optimizado.

METODOLOGÍA

- Enfoque de la investigación

Para desarrollar la investigación se sigue el modelo mixto que representa la integración o combinación entre los enfoques cualitativo y cuantitativo; la investigación varía entre los esquemas de pensamiento inductivo y deductivo.

- Alcance de la investigación

La investigación es exploratoria y descriptiva ya que pretende descubrir ideas, apreciaciones y datos desde nuevas perspectivas técnicas y tecnológicas que amplíen las existentes, que contribuyan a un mejor desempeño y que aumenten la rentabilidad de la plataforma robótica existente. La razón por la que es exploratoria es que se basa en examinar un prototipo robótico existente que ha sido poco desarrollado y del que se requiere información, por lo tanto, sirve para conocer una o más variables de funcionalidad. El enfoque descriptivo tiene como meta examinar y ubicar los valores en que se manifiestan las variables, categorizarlas y proporcionar una visión integral que redunde en beneficio del servicio de policía.

- Etapas de la investigación

1ra. Etapa: recopilación y análisis de información relevante para la optimización de la plataforma, teniendo en cuenta las necesidades propias de los elementos policiales que interactúan diariamente en el área en la cual podrá ser implementada, como lo son: grupos antiexplosivos, grupos elites, etc.

2da. Etapa: evaluación y selección de dispositivos tecnológicos existentes en el mercado colombiano, reali-

zando en todo momento una evaluación técnica adecuada con base en indicadores de calidad, rendimiento y economía.

3ra. Etapa: diseño e implementación bloques mecánicos y electrónicos de la plataforma bajo las siguientes consideraciones técnicas: El bloque mecánico contendrá el diseño y la implementación de la estructura diferencial, mientras que el bloque electrónico contendrá el diseño y la implementación del modulo de control, elementos sensorios, unidades de alimentación y la adaptación del sistema de monitoreo visual.

4ta. Etapa: evaluación y pruebas técnicas de la plataforma, las cuales se desarrollarán en laboratorio analizando entre otros aspectos, funcionalidad y rendimiento de los bloques básicos que componen la plataforma robótica.

5ta. Etapa: detección y corrección de fallas específicas encontradas en la fase de evaluación y pruebas técnicas de la plataforma robótica, lo que a su vez conducirá a la adecuación, integración y puesta a punto de la misma para que sea utilizada en una unidad específica seleccionada por la Institución policial.

RESULTADOS

A la hora de hablar del desarrollo e implementación de una plataforma robótica en primera instancia se debe hacer énfasis en la composición general de la misma. Cuando se habla de este tema se hace referencia a entender y asimilar la distribución por bloques funcionales que constituyen una plataforma robótica. Para cualquier plataforma robótica se presentan dos bloques funcionales principales, estos son:

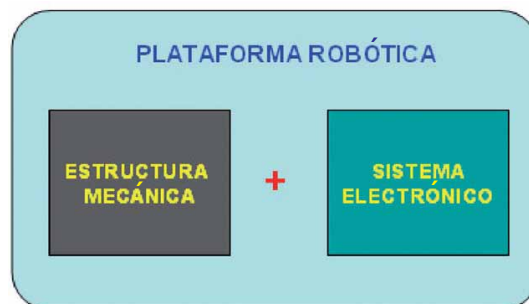


Figura 1. Bloques funcionales principales de una plataforma robótica

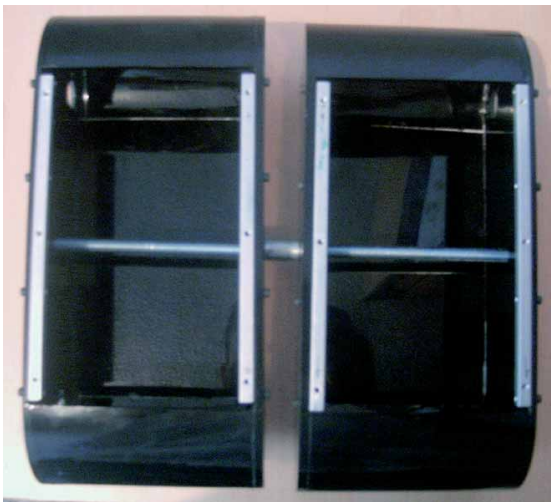
- Estructura mecánica

Se ha desarrollado una plataforma robótica de suspensión basculante que garantiza que siempre estén en contacto las ruedas con el suelo ya que hace que cada mitad del vehículo bascule sobre la otra permaneciendo siempre las ruedas en contacto con el suelo y por lo tanto manteniendo el nivel de tracción, progreso que se logró con un eje metálico central.

El material utilizado en la plataforma es acrílico de color negro con un grosor de 3mm en su mayoría y tan solo dos de las tapas laterales centrales se construyeron a 5 mm debido a que son las que soportan el peso principal cuando el chasis es atravesado por el eje central.

Es de señalar que las dimensiones de la plataforma o chasis son las siguientes: Hablando de cada módulo o estructura, 25.6 Cm de largo, 11.7 Cm de ancho, 9.3 Cm de alto, el ancho total de la plataforma con llantas es de 39 Cm. El peso aproximado de la estructura construida en acrílico es de 600 gramos hablando de los dos módulos.

Figura 2. Chasis de la plataforma



- Sistema electrónico

Este bloque funcional de la plataforma se puede definir como el bloque más complejo de implementar, ya que en este se hace una integración perfecta entre los desarrollos de hardware y software del robot.

a) Módulo de alimentación: con base en las necesidades de alimentación de la plataforma en su nueva es-

tructura y componentes que son básicamente de 12 voltios y una corriente superior a los 4 Ah, se adquirieron 20 pilas tipo AA con una tensión de 1.2V y una capacidad de 2300 mAh cada una, las cuales fueron ensambladas de la siguiente manera:

Figura 3. Componentes del sistema electrónico

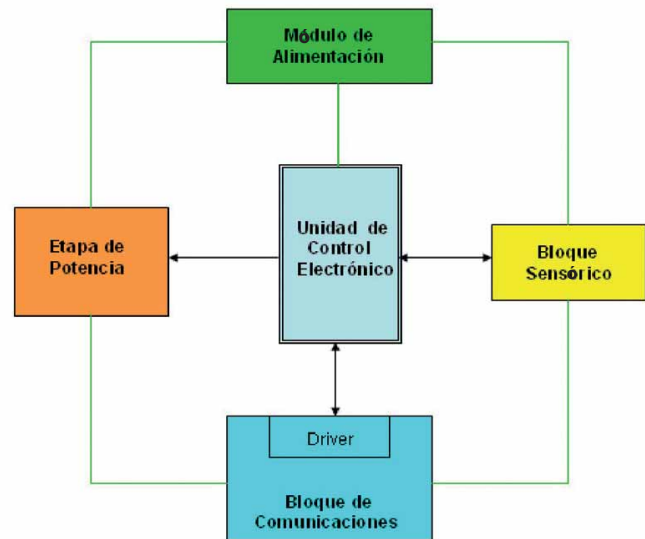


Figura 4. Pila tipo AA 1.2V 2.300 mAh



Se colocaron 10 pilas de las anteriormente nombradas en serie con las que se obtuvo un valor de 12 V y una corriente de 2.3 A, luego se elaboró otro módulo igual de 10 pilas, pero este fue instalado en paralelo, de esta manera siendo de las mismas características, fue aumentada la capacidad a 4.6 A. El resultado final fue la elaboración de una batería con capacidad teórica de 12V y 4.6 Ah, con un peso de 520 gramos, una

longitud de 13 cm, un ancho de 10,5 cm y un espesor de 1,5 cm, logrando de esta manera reducir enormemente las características de la batería que utilizaba la plataforma anterior.

Para evitar los problemas en cuanto a la recarga de las baterías cuando estas han entregado toda su capacidad y no tener que extraerla de la plataforma para esta labor, se adquirió de la misma forma un cargador de 12 Voltios a 500 mA, quedando su sistema de conexión a la plataforma mediante un plug diseñado para el efecto.

Figura 5. Diseño batería plataforma



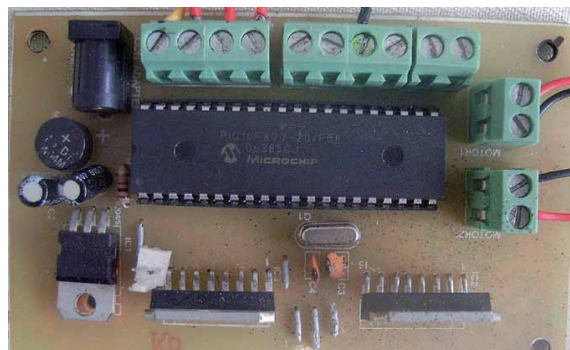
b) Unidad de control electrónico: esta unidad es la base del sistema electrónico principal y está constituida por un microcontrolador 16F877A encargado de controlar y administrar todos los bloques que constituyen el Sistema Electrónico. Una de sus funciones principales es la de administrar la información que activa y opera el módulo de potencia el cual genera la activación de los motores que a su vez le dan movimiento a la plataforma.

Este microcontrolador es el cerebro electrónico del sistema, la forma de programación de este dispositivo se realiza mediante un lenguaje de alto nivel implementando la herramienta de programación PICC, la cual es un compilador que facilita la programación de funciones del microcontrolador. El objetivo principal del microcontrolador es recibir la información que llega desde el software de control para activar los respectivos actuadores o motores, llegando esta información de manera serial a través del módulo de comunicaciones, y son precisamente pequeñas instrucciones codificadas que van dando sentido de orientación a la plataforma.

La idea es recibir una cadena de información compuesta de tres bytes los cuales van ordenado o activando los motores de la plataforma para generar rutinas de desplazamiento, las instrucciones a recibir son: SAF: Avanzar; SRF: Retroceder; SDF: Derecha; SIF: Izquierda; SSF: Stop o Detenerse.

La configuración del microcontrolador para entender estas cadenas de información debe ser a 9.600 baudios, 1 bit de stop y sin bit de Paridad; configuración que se realiza en la parte inicial del código del microcontrolador. Una vez se tiene digitado y compilado este código se genera un archivo de extensión “.hex”, el cual es utilizado para programar el dispositivo y aplicarlo al circuito esquemático de la tarjeta. Para esto se realiza un paso previo de simulación, el cual mostrará el funcionamiento del circuito a trabajar.

Figura 6. Fotografía tarjeta de control



c) Etapa de potencia: esta etapa es la encargada de controlar los motores que dan movimiento a la plataforma, su base general se centra simplemente sobre la adaptación de un circuito de puente H, conocido por dar el sentido de giro a un motor DC. Para esto se utiliza el chip L298, dispositivo integrado que se alimenta a 12 voltios y maneja una corriente total de 2 Amperios.

Este integrado cuenta con habilitadores digitales que simplemente se conectan al microcontrolador y se activan con pequeños pulsos proporcionados por la UCE (Unidad de control electrónico).

d) Bloque de comunicaciones: este es uno de los bloques principales de la plataforma y está soportado sobre un módulo de comunicaciones inalámbricas mon-

tado sobre tecnología Wi-Fi. Se realiza la implementación de un módulo de comunicaciones Wi-Fi-RS232 el cual facilita la comunicación y el envío de información de manera inalámbrica con una cobertura aproximada de 500 metros con línea de vista directa entre un PC y la plataforma.

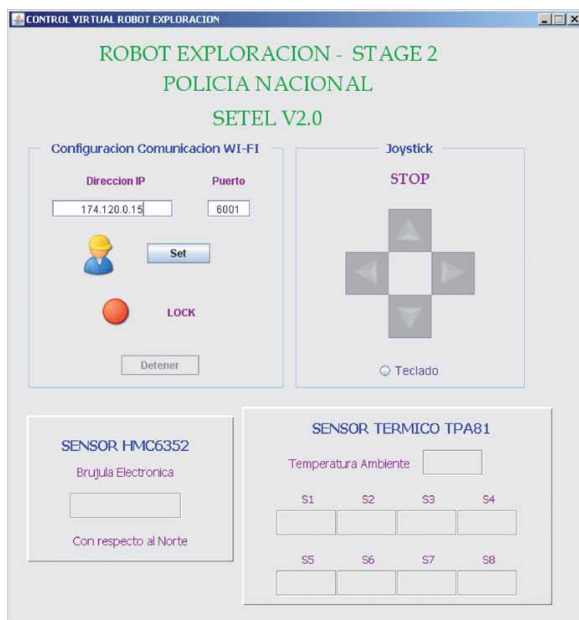
En este estado el modulo deberá conectarse al microcontrolador mediante el Max 232 y estará listo para comunicar datos en los dos sentidos, ya sea del PC al Robot como también del Robot al PC. La implementación de este módulo facilita y hace más fácil la transmisión de datos ya que se está montado sobre una red WIFI, eso quiere decir que la cobertura, la velocidad y el ancho de banda dependerán de la red Wi-Fi a la cual nos estemos conectando.

La parte de control es el sistema que nos permite gobernar la plataforma mediante unos comandos de dirección programados a un software con lenguaje Java, mostrando en la pantalla de un computador un joystick virtual, el cual debe interactuar con la Tarjeta de Control, en la que se encuentra instalado un microcontrolador previamente programado mediante lenguaje PIC C que permite al sistema asimilar las instrucciones de avance, retroceso, giro a la izquierda, giro a la derecha y pare. Para dichos movimientos, necesitamos el uso de unos circuitos integrados llamados PUNTE H, que cambian la polaridad de las salidas del micro controlador, haciendo de esta manera que los cuatro servomotores correspondientes a cada una de las llantas puedan tener movimientos independientes y en ambos sentidos.

Figura 7. Características técnicas del módulo de comunicaciones

Serial Interface	One male DB9 serial port for data communication/serial console	
	Serial speeds 1200bps to 115200bps	
	Flow Control: None, Hardware RTS/CTS	
	Signals: Rx, Tx, RTS, CTS, DTR, DSR, GND	
Network Interfaces	Wireless LAN Specification : IEEE802.11b Wireless LAN 11Mbps	
	Frequency Band : 2400 ~ 2485MHz	
	Channels Support	US : 11(1 ~ 11) ETSI : 13(1 ~ 13) Korea : 13(1 ~ 13)
	Operating Range	Indoor : 50 meter @ 11Mbps Outdoor : 300 meter @ 11Mbps
	Radio Power	US : 0.021 Watts ETSI : 0.01 Watts Korea : 0.008 Watts
	Channel Spacing : 5Mhz	
	Operation Mode : Infrastructure, Ad Hoc	
	Wired Equivalent Privacy(WEP) : MD5 Auto Generate, Hex or ASCII 64bits, 128bits	
	Supports static and dynamic IP address	
	Protocols	ARP, IP/ICMP, TCP, Telnet, DHCP client, WEP
Security	User ID & Password	
Management	Telnet or serial console port or HelloDevice Manager	
	Full-featured system status display	
Diagnostic LED	Power Ready 10 Base-T Link, Act Serial Rx/Tx for data serial port	
Power	Supply voltage 9.0V ~ 30V DC	
	Supply current 300mA @ 9VDC	
Environmental	Operating temperature: 0 ~ 55 °C Storage temperature: -4 ~ 66 °C Humidity : 90% (Non-condensing)	

Figura 8. Software de control de la plataforma



De igual manera se incluyeron aspectos relacionados con la interpretación de los datos suministrados por los sensores y la posibilidad de tener el control de la plataforma mediante las teclas de dirección del PC.

e) Bloque sensorico: Teniendo en cuenta que la plataforma robótica segunda fase cuenta con un sistema de control mediante tecnología Wi-Fi y que ese control debe estar bajo nuestra manipulación ya que es un dispositivo para la exploración y verificación de una zona o terreno, no se puede dejar que sea completamente autónoma. De esta manera y con base en las siguientes apreciaciones importantes fue escogido el sensor:

* La necesidad de que la plataforma tenga la posibilidad de detectar a un posible enemigo oculto o camuflado bajo las condiciones de cierto terreno. Este aspecto se analizó profundamente deduciendo que la mayoría de sensores que se consiguen en el mercado son utilizados para la detección de obstáculos, ya sea por radiofrecuencia o mediante luz infrarroja, pero no pueden distinguir entre un obstáculo material o inanimado con una persona o ser vivo, lo que ocasiona que la plataforma tenga una gran limitante cuando se encuentre frente a un posible enemigo u objetivo que aprovechando algunas características del terreno logre camuflarse de tal manera que en cierta forma sea casi invisible para la plataforma.

* Que el sensor que se instale tenga la posibilidad de permitir la interpretación de sus datos mediante la comunicación Wi-Fi, para reducir tanto costos como inconvenientes en el control de la plataforma. Como se ha logrado establecer mediante el estudio de los diversos sensores, la mayoría son utilizados para darle autonomía al dispositivo y por tanto, los datos que el mismo emite son interpretados de manera directa en el mismo módulo mediante programaciones previas a un microcontrolador, situación que no es posible aprovechar ya que la plataforma robótica de exploración y verificación debe ser controlada en su totalidad por un operador, que dependiendo de las lecturas del sistema de monitoreo visual y los sensores, manipule para una apropiada exploración.

En virtud de lo anterior, se inició el trabajo orientando a la implementación de sensores que trabajaran sobre el bus I2C³, esto con el fin de implementar un bus de datos que facilitara la adaptación de uno o más sensores de trabajo, escogiendo el sensor térmico TPA81⁴ con el fin de implementar un dispositivo para la detección de focos de incendio, esto en primera instancia como etapa de análisis y estudio de posibles sensores que utilicen el bus I2C.

La brújula electrónica⁵ es otro de los sensores que se decide implementar en la plataforma, pensando en dos parámetros muy claros en el área de la robótica aplicada. Estos parámetros son orientación y navegación, si se piensa en futuras modificaciones de la plataforma, se necesitará tener un principio de ubicación para generar posibles rutinas de navegación autónoma e incluso una base de orientación para rutinas de control directo (teleoperación). A la hora de implementar este sensor se debe tener en cuenta los comandos de configuración que deben ser enviados a través del bus I2C; cabe recordar que lo único que se necesita es enviar los comandos correctos a través del dispositivo maestro o microcontrolador.

- Sistema de monitoreo visual

Una de las ventajas de implementar un sistema de comunicaciones sobre una red Wi-Fi, es que se pueden adaptar cualquier cantidad de dispositivos totalmente

³ El bus I2C, un estándar que facilita la comunicación entre microcontroladores, memorias y otros dispositivos con cierto nivel de «inteligencia», sólo requiere de dos líneas de señal y un común o masa. Véase más en, http://robots-argentina.com.ar/Comunicacion_busI2C.htm.

⁴ El sensor de temperatura TPA81 es un módulo térmico de detección por infrarrojos en un rango de 2µm a 22µm que es la longitud de onda del calor radiante.

⁵ Este es un dispositivo electrónico conformado por dos sensores magneto-resistivos montados en dos ejes, que entregan mediante el bus I2C un dato específico de ubicación con respecto al norte magnético de la tierra.

autónomos a la plataforma, esto le da un carácter modular.

Con respecto a la implementación de la cámara de video se presenta la adaptación de una cámara IP, que permite visualizar por dónde se desplaza la plataforma en tiempo real. El funcionamiento de este dispositivo es totalmente autónomo e independiente del control electrónico de la plataforma más no del sistema de alimentación, debido a que su alimentación es tomada del bloque de baterías del robot. Para el efecto se adquirió una cámara de red DLINK DCS-5300G la cual cuenta con software de instalación que viene incluido en la adquisición de la cámara y que es indispensable e imprescindible para un correcto funcionamiento de la misma.

Figura 9. Conexión cámara D-link DCS-5300G



Posterior a la instalación se procede a ingresar al software de la cámara mediante el explorador de Internet ingresando la dirección que se haya establecido dentro del rango de la red que se va a trabajar.

Figura 10. Pruebas de cámara antes de instalar en plataforma



En la anterior imagen se observa la cámara instalada sobre la plataforma la cual cuenta con las adecuaciones y modificaciones propias de la segunda fase tales como la integración del sistema de alimentación, se observa del mismo modo la estructura de la plataforma.

Figura 11. Pruebas cámara instalada en la plataforma



Figura 12. Pruebas cámara campo abierto



Figura 13. Imagen software cámara y control plataforma



En la figura 13 se observa el software de la cámara ya instalada en la plataforma, funcionando mediante la dirección que se ha programado.

CONCLUSIONES

La Escuela de Telemática y Electrónica de la Policía Nacional de Colombia ha optimizado un prototipo inicial de plataforma robótica de exploración y evaluación, la cual es robusta, liviana, adaptable y económica y en la que se ha logrado establecer comunicación entre un computador y la plataforma correspondiente mediante protocolos wireless, cámaras con igual tecnología, una interfaz de control computarizada, sensorica, térmica y de orientación mediante brújula electrónica. Es de señalar que dicha plataforma está diseñada para un desempeño adecuado en cualquier terreno, pero se obtienen mejores resultados en ambientes preferiblemente planos o en plataformas inclinadas hasta 45°.

Con la optimización de la plataforma robótica de exploración y verificación los miembros de las unidades operativas de la Policía Nacional de Colombia no tendrán que acudir directamente a un lugar o manipular personalmente un dispositivo, posiblemente explosivo o peligroso, sin conocer de antemano las condiciones fácticas reales que le permitan tomar la decisión más adecuada y menos riesgosa para el manejo de la situación policiva y la condición física del uniformado.

Además, con la integración de un sistema de monitoreo visual mediante una cámara de red y la instalación de un grupo de sensores que mejoren las características de la plataforma robótica existente al interior de la Escuela de Telemática y Electrónica de la Policía Nacional, se logra minimizar por medio del empleo de la misma los riesgos a los que se ven enfrentados a diario los miembros de la Fuerza Pública en su lucha contra las bandas criminales y el terrorismo.

La plataforma de exploración y verificación en su concepción inicial se fundamentó para propósitos netamente operativos y preventivos, pero en el desarrollo y optimización de la misma se plantearon otros usos de tipo civil como la exploración de conductos o tuberías de acueductos o alcantarillados entre otros, lo cual consolida el progreso de la Policía Nacional en el aspecto de investigación y desarrollo de tecnologías útiles para la comunidad en general.

Con la optimización de la plataforma robótica de exploración y verificación, la Policía Nacional de Colombia se posiciona en el nivel tecnológico del país, reafirmando su calidad de Institución que propende por el desarrollo de la Nación, al brindar herramientas científicas útiles no solo para la Policía Nacional si no en

general para todas las instituciones que se dedican a combatir grupos armados ilegales.

Por medio del trabajo científico y tecnológico desplegado por los investigadores del Grupo de Investigación ESTEL-DINAE, este se logra consolidar a nivel institucional no solo por ser pionero en el desarrollo de tecnologías robóticas puestas al servicio de la comunidad, sino por aplicar innovación con base en tecnologías existentes, lo que da pie a que se sigan implementando este tipo de proyectos para el beneficio de la Policía Nacional y de la seguridad de cada uno de sus hombres y en general de la comunidad.

BIBLIOGRAFÍA

<http://es.wikipedia.org/wiki/circuitocerradode>
<http://www.microsoft.com>
<http://www.asic.upv.es>
<http://www.x-robotics.com/sensores.htm>
<http://www.superrobotica.com/Sensores.htm>
<http://www.junun.org/MarkIII/Store.jsp#item1>
<http://es.wikipedia.org>
<http://www.rae.es/>