

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

REVISTA COLOMBIANA DE TEC-
NOLOGIAS DE AVANZADA

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
Y DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS
APLICADAS.
I.I.D.T.A

ISSN 1692-7257

Vol 1.

Año 2003

ROBOT DE EXPLORACION TERRESTRE “GEOBOT”

Ing. Nelson Dario García Hurtado
·Ing. Melvin Andrés González Pino
·Universidad de Pamplona
Pamplona, Colombia
Ingdaga@unipamplona.edu.co
Ingmelvin@unipamplona.edu.co

RESUMEN

(Abstract): El Robot de Exploración Terrestre, el cual se ha denominado GEOBOT por sus funciones específicas y modos de navegación, esta construido para realizar reconocimientos en zonas de topología regular de forma autónoma o asistido desde una central de control remota. En cualquiera de los casos, el GEOBOT, envía a la central información de la zona explorada en forma de video o datos, pudiendo incluso manipular o recoger muestras del terreno para ser analizadas. A parte de cumplir las funciones propias de exploración, la Unidad robótica está diseñada para cumplir tareas como herramienta pedagógica dentro de los

laboratorios de aprendizaje de ingeniarías como Electrónica, Mecatrónica, Mecánica y Sistemas, pues la configuración de sus sistemas modulares así lo permiten.

1. INTRODUCCION

La planificación y solución de problemas forman el núcleo de la tecnología, esto ha generado una gran variedad de tecnologías. De aquí nace la robótica, ciencia que ha sido explorada con éxito en las ultimas décadas, como herramienta para ampliar de gran manera el potencial humano, las máquinas han incrementado la fuerza muscular, la computadora ha aumentado el poder mental, los sentidos del hombre se han ampliado por medio de

instrumentos y dispositivos, la cibernética ha mejorado nuestra capacidad de control. Nos encontramos ante una realidad tecnológica que no solo incrementa nuestras capacidades humanas, sino que bien podría remplazarlas por completo.

Actualmente los robots son manipuladores mecánicos muy automatizados controlados por computadoras, dándoles esta gran capacidad de trabajo, precisión y efectividad, garantizándoles actuar con éxito en casi cualquier tarea que se les imponga. Es común encontrar robots realizando tareas propias del hombre, en la industria, la manufactura, la exploración, actividades militares, el hogar y en muchos otros campos.

Por su importancia, hoy el mundo explora con gran interés este campo, los países más desarrollados han logrado avances significativos en gran variedad de aplicaciones como la industria, exploración terrestre o espacial, tácticas militares, etc. Es así como la NASA y otros importantes centros de investigación están dedicando grandes recursos humanos, científicos, y económicos en el desarrollo de estas tecnologías, pues reconocen en ella la capacidad de servir con eficiencia a la humanidad.

En nuestro país, existe ya un número significativo de industrias que importan y utilizan robots en los procesos de producción. En cuanto a investigación, algunas Universidades del país han comprendido la importancia de la robótica en el mundo actual y futuro, esto ha generado varios proyectos en

el tema que marcan el inicio de una cultura que de apoyarse, seguro traerá desarrollo y soluciones a la sociedad. Siendo la robótica una actividad multidisciplinaria es un vehículo ideal para ilustrar un enfoque sistemático y como tal ofrece un medio extremadamente útil para ampliar las perspectivas de los estudiantes de Ingeniería, pues encierra un número significativo de ciencias y ramas, como la automatización y control, comunicaciones, sensórica, telemática, mecánica, programación, sistemas, inteligencia artificial, procesamiento de señales, visión artificial, microelectrónica y electrónica de potencia entre otras.

Es por lo anterior, que en el programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad de Pamplona se despertó el interés por el tema, y varios estudiantes con el apoyo de los profesores han desarrollado algunos proyectos con excelentes resultados. Enumerados ya algunos de los interminables beneficios que la robótica aporta a la sociedad y resaltando la importancia de hacer ciencia como alternativa para lograr mejor calidad de vida en nuestro país, nos enorgullecemos de presentar el trabajo de investigación titulado robot de exploración terrestre. Este proyecto se empezó a diseñar hace poco más de un año y medio, y después de contar con el apoyo económico e institucional de la Universidad de Pamplona, se comenzó a construir bajo la dirección del profesor Msc. Jairo Alonso Mendoza y las asesorías del ingeniero Helmer Acevedo Gamboa, profesores

de la facultad de Ciencias Naturales y Tecnológicas de la Universidad de Pamplona.

El GEOBOT está formado por equipos, elementos, sistemas, tecnología de punta, y programación perfectamente integradas para lograr un óptimo rendimiento en las tareas impuestas.

El robot es un vehículo tipo tanque de chasis rígido y resistente, avanza por medio de cuatro ruedas con suspensión y tracción independiente, dirección tipo automóvil en sus ruedas traseras, todo esto le permite navegar en terrenos de topología regular e irregular como asfalto, tierra, arena, barro, incluso posos de agua hasta de 40 cm de profundidad. Su estructura cuenta además con dos brazos plegables de tres grados de libertad, uno de los cuales está provisto en su extremo de una pinza prensil, lo que le permite tomar y manipular objetos. El otro brazo tiene en su extremo una cámara de video de alta resolución cuya imagen es enviada hasta la estación de control, esto le permite al operario ver el entorno y hacer acercamientos precisos con tal de lograr una excelente control habilidad.

El móvil puede navegar de dos maneras, una de ellas es controlado por un operario desde una estación remota, esto se logra vía cable o vía radiofrecuencia gracias a un radio módem. La otra es la navegación autónoma, la cual utiliza un receptor GPS y una brújula digital para desplazarse entre los puntos preestablecidos, apoyándose también en Sensores de ultrasonido para la detección de obstáculos y medición de

distancias. El procesador central del robot está formado por una calculadora científica HP48GX quien administra una serie de microcontroladores PIC16F877 y 16F84 distribuidos en diferentes módulos.

El GEOBOT se construyó como un prototipo experimental, pero gracias a los satisfactorios resultados obtenidos en las pruebas realizadas se comprobó que puede desempeñarse con éxito en varias tareas como exploración, manipulación de objetos, operaciones militares, antiexplosivos y vigilancia. Gracias a esto varios integrantes del grupo de investigación de Automatización y Control de la Universidad de Pamplona, incluyendo a los autores, se encuentran desarrollando la segunda versión de este robot, la cual está siendo diseñada con mejores especificaciones y equipos.

Se espera que este trabajo cumpla con las expectativas de los interesados, pues en él, se plasmó todo lo aprendido a lo largo de la formación académica acompañado del máximo empeño y dedicación. Sería muy satisfactorio que el esfuerzo sea recompensado con el comienzo de un plan de investigación en robótica dentro de la comunidad universitaria, demostrando que con apoyo se pueden realizar importantes avances científicos y tecnológicos para la región y el país. No olvidemos que como universitarios y profesionales tenemos la responsabilidad de impulsar el desarrollo y trabajar por un mejor futuro.



Figura 1. Foto del robot terminado

2. MARCO TEORICO

Por ser la exploración tarea obligatoria en el proceso de evolución del hombre se presenta esta unidad como solución eficaz y económica al problema de reconocimiento de áreas que por cualquier motivo representan peligro a la integridad de las personas.

2.1. Descripción General. En esencia el GEOBOT es un vehículo tipo tanque capaz de realizar reconocimientos en zonas de topología regular, navegando de forma autónoma o asistido desde una estación de control remoto. En cualquiera de las dos formas, el robot esta en condición de enviar información, vía radio, en forma de video, audio y datos, a la central de control. Su estructura esta formada

principalmente por un rígido chasis de ángulo de acero complementado por bases y extensiones de ángulo de aluminio, el cual sirve de soporte a los diferentes sistemas mecánicos y electrónicos que conforman el robot. Dicha estructura esta recubierta con lamina de aluminio moldeada, la cual ofrece el espacio suficiente y la protección a los elementos y equipos que hay en su interior. Esta combinación de acero y aluminio garantiza una buena relación peso / resistencia, factor de gran importancia cuando de Orobótica se habla. Ver figura 1.

El GEOBOT se desplaza gracias a cuatro ruedas inflables accionadas por cuatro motores de corriente directa, cada conjunto motor / rueda esta montado sobre una extensión de acero que le proporciona a la estructura mayor distancia con respecto al piso, dichos alargues cuentan con un sistema de

suspensión independiente formado por cuatro amortiguadores que permiten variar su rigidez para garantizar mejor estabilidad y agarre en los diferentes terrenos a recorrer, al tiempo que se protegen los elementos internos de la vibración y los impactos. Su modo de desplazamiento se complementa con un sistema de dirección tipo automóvil en sus ruedas traseras, formado por una cremallera mecánica con extensiones móviles que esta acoplada a un motor de corriente directa.

En su estructura resaltamos la presencia de dos brazos mecánicos, plegables, idénticos, construidos en ángulo y tubo cuadrado de aluminio, accionados por ocho moto reductores de corriente directa, cuatro para cada brazo. Sobre uno de los brazos descansa la cámara de video encargada de capturar las imágenes de la zona explorada, que son enviadas a la estación de control

gracias a un transmisor de video por radiofrecuencia, este sistema ofrece la posibilidad de mover la cámara con cuatro grados de libertad con tal de lograr mejores tomas y acercamientos. El otro brazo esta dotado en su extremo de una pinza multipropósito capaz de manipular y recoger objetos de poco peso y tamaño, estas muestras pueden ser llevadas a la central de control para su posterior análisis. Cuenta además con accesorios como luces, alarma auditiva y señalizadores .

En su parte interior están ubicados de manera estratégica los equipos y elementos como GPS, microcontroladores, brújula, transmisores y receptores de datos, audio y video vía radio, baterías, sensores y actuadores, los cuales están separados por módulos independientes, controlados por la calculadora científica HP48GX de Hewlett Packart donde se ejecutan los programas que realizan los diferentes

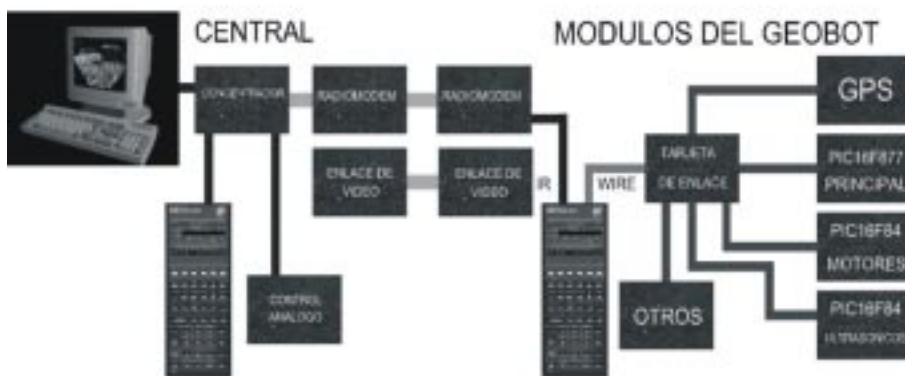


Fig 4. Diagrama de bloques completo de los sistemas del Geobot

tipos de navegación y acciones del robot que explicaremos mas adelante.

Esta configuración le permite cumplir con las funciones pedagógicas citadas en secciones anteriores pues ofrece la posibilidad de remplazar los módulos sin cambiar todo el sistema o agregar otros con facilidad, también es posible cambiar su programación o modo de trabajo siempre y cuando esta se acople a las exigencias de la configuración.

2.2. Parte electrónica.

El sistema electrónico del Geobot, esta compuesto por módulos independientes comunicados entre si, esta configuración además de asegurar una fácil detección de fallas permite reconfigurar fácilmente el sistema sin necesidad de cambiarlo totalmente, lo cual es importante a la hora de utilizarse como herramienta pedagógica. Otro de sus atributos, es que el prototipo puede expandirse con facilidad, permitiendo incluso agregar dispositivos para realizar otras tareas.

En la figura se aprecia el diagrama de bloques de los sistemas que componen el GEOBOT, donde cada uno se ocupa de realizar un grupo de tareas específicas, esto permite intercambiarlos en cualquier momento por otro mejorado, además ofrece la posibilidad de agregarle otros módulos especializados si hacer modificaciones en el circuito original solo conectándolos en cualquiera de los conectores de la

tarjeta de enlace, siempre y cuando los módulos agregados estén contruidos para trabajar bajo las normas de conectividad del circuito principal como por ejemplo niveles de voltaje, velocidad de trasmisión etc.

A grandes rasgos el circuito funciona de la siguiente forma: la calculadora actúa como el cerebro del robot en donde se toman las decisiones de alto grado de complejidad como por ejemplo desplazarse hasta una coordenada geográfica siguiendo los objetivos de la misión encomendada, para esto tendrá que hacer mover el vehículo activando los motores encargados del desplazamiento, la tarjeta principal de enlace actúa como la columna vertebral del robot ya que esta canaliza las ordenes enviadas por la calculadora o cerebro haciéndolas llegar a cada uno de los módulos que cumplen tareas especializadas por medio de actuadores electromecánicos o recolectando información de cualquier tipo por medio de sensores. De tal manera que la tarjeta principal de enlace recibe la información suministrada por la calculadora haciendo una especie de broadcast sobre cada uno de los módulos conectados a esta, es decir todos los módulos reciben la información pero solo uno de ellos (a quien va dirigida) la codifica y ejecuta la orden, los demás simplemente la ignoran, también hace las veces de concentrador al canalizar la información de los módulos a la calculadora, en este caso se maneja una relación maestro esclavo, es decir los módulos son esclavos de la

calculadora la cual puede solicitarle algún tipo de información a cualquiera de ellos, solo uno a la vez ya que en caso de que dos módulos o mas enviara simultáneamente información a la calculadora podría causar un conflicto en la comunicación.

Otro aspecto importante de esta configuración es que se puede acceder al circuito desde la central de monitoreo por medio de la tarjeta principal de enlace obteniendo el control total del robot, en este caso la calculadora del robot quedara en un estado de espera mientras que la central o cualquier otro dispositivo conectado al otro extremo del radio módem se convertiría en el nuevo cerebro del robot hasta que se le ordenara a la calculadora a retomar el control total del vehículo.

Se pueden agregar módulos con funciones especializadas dejando las puertas abiertas para mejorar la funcionalidad del robot, actualmente se pueden agregar cuatro módulos mas que trabajen en modo HALF DUPLEX, pero se pueden conectar muchos mas que trabajen en modo SIMPLEX o sea que solo necesiten recibir información. Es posible agregar módulos complejos que requieran un gran volumen de información para intercambiar sin que los datos enviados hacia este afecten a los demás módulos, por ejemplo para administrar un dispositivo complejo, para estas operaciones mas complejas es necesario utilizar dos ordenes especiales IGNORN e IGNOR2, la primera tiene como función que el modulo ignore los siguientes N caracteres recibidos, es decir los recibe

pero no los decodifica, esto permite enviar tramas complejas a otros módulos, este comando trabaja en todos los módulos y corresponde al código FFh, por esto la necesidad del segundo comando IGNOR2 el cual hace que el modulo que lo ejecuta ignore los dos siguientes caracteres recibidos, que corresponderán al comando IGNORN y el numero de datos a ignorar los cuales serán recibidos y ejecutados por el resto de módulos conectados a la tarjeta de enlace, para luego recibir las tramas de información, el comando IGNOR2 tiene un código distinto para cada modulo. En este caso el modulo que mas necesita recibir tramas complejas es el dispositivo de GPS para su configuración, por ejemplo si necesitamos solicitarle un dato como la altura debemos enviarle un comando especifico, para esto primero enviamos un comando al PIC16F877 principal para habilitar el canal de comunicación hacia el GPS, luego se envía el comando IGNORN y el numero de caracteres enviados al GPS, este contestara enviando la información y los demás módulos quedaran listos para recibir nuevas ordenes.

2.3. Conclusiones

q Como logro mas significativo, se diseño y construyo totalmente el robot de exploración terrestre denominado GEOBOT, el cual puede realizar completos reconocimientos en zonas de topología regular, en forma

autónoma o asistido desde un punto de control remoto. En cualquiera de sus modos de navegación, el robot envía a la estación de control, vía radiofrecuencia, información de la zona explorada en forma de:

§ Información visual y auditiva: por medio de una cámara de video con micrófono, el robot captura señales de audio y video del entorno, y las envía a la estación de control.

§ Datos de la zona: como temperatura, coordenadas geográficas, grado de luminosidad, presencia de obstáculos, entre otros.

§ Muestras físicas del terreno: tiene la capacidad de manipular, recoger y transportar objetos.

q El robot de exploración terrestre puede funcionar operado a control remoto o en forma autónoma para lo cual utiliza técnicas avanzadas de navegación como la navegación satelital navegación por GSP, o ejecución de movimientos programados. En todos los modos de funcionamiento obtuvo resultados satisfactorios.

q Este prototipo esta en condiciones de realizar tareas como las siguientes:

§ Exploración terrestre.

§ Material pedagógico para ingeniería.

§ Vigilancia, espionaje y seguimiento.

§ Infiltrarse en zonas peligrosas para el hombre.

§ Manipulación de objetos.

§ Operaciones de rescate y estrategias militares.

q Ya que el prototipo esta diseñado por módulos, es viable y fácil cambiar la configuración del sistema, cambiando o agregando módulos con el fin de adaptar herramientas, elementos o dispositivos para realizar otras tareas determinadas.

q El Geobot esta diseñado para ser utilizado como Herramienta pedagógica en los diferentes Laboratorios de aprendizaje de las Ingenierías de la Universidad de Pamplona, pues sus sistemas se soportan en el estudio de las siguientes ciencias:

§ Robótica

§ Electrónica Analógica

§ Electrónica Digital

§ Microelectrónica

§ Telecomunicaciones Analógicas Y Digitales

§ Control análogo y digital

§ Programación

§ Inteligencia Artificial

§ Procesamiento De Señales

§ Mecánica

§ Nuevas Tecnologías

· REFERENCIAS

Textos.

DELGADO Alberto, Inteligencia artificial y mini robots, segunda edición, ECOE Ediciones, Santa Fe de Bogotá, DC, julio de 1998.

629.892 D. McCLOY, D. M. J. Harris, ROBOTICA, una introducción, LIMUSA México 1993.

629.892 Mikell P. Groover, Mitchell Weiss, Roger Angel, Nicholas G. Odrey ROBOTICA INDUSTRIAL Tecnología, programación y aplicaciones, McGRAW-HILL, México 1990.

Memorias.

Memorias de conferencias y ponencias PRIMER CONGRESO INTERNACIONAL DE ELECTRONICA Y TECNOLOGIAS DE AVANZADA, Universidad de Pamplona, septiembre de 1999.

Memorias, PRIMER CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERIAS ELECTRICA Y ELECTRONICA, Bucaramanga, Marzo de 2000.

Manuales.

SERIE HP48G GUIA DE USUARIO, Hewlett Packard, Singapur 1994.

8-bit CMOS Flash/EEPROM Microcontrollers PIC16F8X, MICROCHIP, USA 1996.

20/40-pin 8-bit CMOS FLASH/EEPROM Microcontrollers PIC16F87X, MICROCHIP USA 1998.

Paginas web.

WWW.picpoint.com

WWW.robohoo.com

WWW.robotronics/higosoft/deam.com

NORMAS PARA PUBLICAR ARTÍCULOS.

Para publicar artículos científicos y tecnológicos en las secciones de la revista, debe de enviar un medio magnético y tres copias del artículo de acuerdo con las normas de publicación que se encuentran disponibles en: www.unipamplona.edu.co/revistacta (**Formato IFAC**). Como máximo 8 páginas el trabajo a presentar.

- **Título.** Máximo 10 palabras, en letras mayúsculas, negrilla, texto centrado, 33mm desde la parte superior del área de texto, 130 mm de ancho.
- **Nombre de cada autor.** 2 líneas después del título, en letra minúscula, negrilla, texto centrado, 130mm de ancho.
- **Filiación de los autores** (institución, ciudad, país, dirección, e-mail). En letra itálica, texto centrado, 2 líneas después de los nombres de los autores, 130mm de ancho.
- **Resumen (abstract).** 50-100 palabras, 4 líneas después de la filiación, 130mm de ancho, texto justificado seguido después de la palabra «abstract:».