

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA**

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

REVISTA COLOMBIANA DE TEC-  
NOLOGIAS DE AVANZADA

**ISSN 1692-7257**

Vol 1.

Año 2003

**SISTEMA MOVIL DE EXPLORACION  
ING EDWIN ACEVEDO C.  
ING HENRY PORTILLA.  
ING JOSE DUNNEY BRAÑA.  
UNIVERSIDAD DE PAMPLONA**

**e mial: edwin\_jovanny@latinmail.com  
hrpr@hotmail.com**

## **RESUMEN**

El sistema móvil de exploración es un prototipo de robot controlados a distancia realizado como proyecto de grado en la Universidad de Pamplona tiene un programa de control en LaBview utilizando puerto serial y conectado con el móvil por un sistema telémtrico a 433Mhz de frecuencia que llega al móvil y desarrolla el control por los comandos utilizados de reconocimiento en el Pic 16F877. Para interacción con el medio el móvil tiene sensores de temperatura, luminosidad y ultrasónicos e infrarrojos para el control de movimientos y la adquisición de datos.

## **INTRODUCCION**

Se Diseño un prototipo de un móvil explorador basándose en un microcontrolador 16F877, el cual pueda tomar datos de su entorno para su posterior análisis en labview con transmisión en radio frecuencia a 433 Mhz.

Algunos de los aspectos que se deben tener en cuenta son.

- .. Características del microcontrolador 16f877
- .. Sistema de locomoción, motores y controladores para los motores
- .. Diseño de la parte mecánica
- .. Comportamientos del sistema
- .. Sensores

- .. Elección del sistema de potencia para el funcionamiento de la unidad.
- .. Programa de control en Labview
- .. Puerta o tarjeta de adquisición serial para la entrada y salida de datos

## ▷ CARACTERÍSTICAS DEL MICROCONTROLADOR

En el control de un robot se pueden usar computadores, microcontroladores o el enlace de los dos, los primeros pueden hacer un control muy poderoso, pero tienen limitantes como: el robot debe quedar ligado físicamente de alguna forma al computador ya sea por cable o interface a control remoto ya sea infrarroja o vía RF, y por otro lado el costo es mucho mayor que el de control autónomo.

Ahora con los microcontroladores se tienen las siguientes ventajas: la incorporación de casi todas las funciones de un sistema con microprocesador en un solo chip, su bajo costo, consumo mínimo de corriente, una gran variedad para escoger y su pequeño tamaño. Debido a estas características, y si es necesario se pueden utilizar varios microcontroladores en un mismo robot, asignando a cada uno el control de un área específica y comunicándolos entre sí a través de una pequeña red de control o por medio de un cerebro central.

Para seleccionar un determinado microcontrolador de acuerdo a las necesidades de un proyecto

específico de robótica, debemos conocer primero sus características eléctricas y sus principales funciones, además debemos conocer como se programan y cual es el sistema de desarrollo apropiado para elaborar y depurar esos programas ya que todo microcontrolador debe tener almacenado en su memoria interna un programa que es el que determina su comportamiento o funcionamiento como control.

El desarrollo de esta tecnología en las diferentes empresas que la han impulsado ha ido estableciendo una serie de familias o grupos de microcontroladores con características comunes siendo las más conocidas las llamadas **PIC de Microchip**, las de **Motorola**, las de **Intel** y sus derivados especialmente los de **Phillips** y **ATMEL** y los **Basic STAMP** de **Parallax Inc**, entre otras. En la práctica, y para lograr que un proyecto de robótica pueda avanzar al paso normal que un desarrollo de este tipo lo exige, debemos utilizar la familia de la cual tengamos el mejor conocimiento y el suministro fácil y económico de los componentes necesarios.

Los microcontroladores se deben mirar como cajas negras o bloques constructivos únicos, sin preocuparse mucho de su estructura interna lo que eventualmente nos podría hacer perder tiempo en nuestro proyecto. De este modo el microcontrolador es un dispositivo que simplemente recibe entradas y actúa sobre unas salidas dependiendo del programa que tiene en su memoria interna o

externa. Para poder trabajar con un determinado microcontrolador debemos conocer y comprender algunas cosas importantes sobre el o ellos tales como:

- .. Requerimientos de alimentación tales como el voltaje mínimo y máximo de trabajo permitido y el consumo de corriente tanto en funcionamiento normal como en modo de reposo (*wait* o *sleep*), si lo tiene.
- .. Cual es el diagrama (distribución física) de sus pines y nombres.
- .. Cuantas y cuales son las líneas o pines de entrada y salida (I/O) y cuales son las características eléctricas de estos pines (voltaje y corriente permitidos). Cuales de esas líneas pueden ser entradas y cuales salidas y cuales pueden tener ambas funciones y cuales de esas líneas tienen otras funciones como comunicaciones, conversión A/D y D/A, temporizadores, contadores, etc.
- .. Conjunto o set de instrucciones por medio del cual se realizan los programas incluyendo modos de direccionamiento.
- .. Capacidad y tipo de memoria RAM, registros y ROM y su posibilidad de expansión en sus dos tipos.
- .. Tiempo de ejecución de las instrucciones.
- .. Funciones especiales que tenga tales como comparadores análogos, regulación interna de voltaje, auto-reset, PWM, watchdog, interrupciones, etc.
- .. Sistemas de desarrollo que estén disponibles en el entorno cercano

o con acceso a ellos para elaboración, depuración, simulación y grabado de los programas.

- .. Suministro oportuno de los componentes físicos.

Para seleccionar un determinado microcontrolador en un proyecto de robótica, debemos analizar primero que funciones debe cumplir el control del robot tales como el número y tipos de señales de entrada que va a manejar (sensores, pulsadores, teclados, comando por voz, control remoto, etc.); tamaño aproximado del programa y velocidad de ejecución requerida, funciones especiales como comunicaciones, monitoreo del voltaje de las baterías, telemetría, sistemas redundantes en caso de fallas del control principal, etc.

Estos y otros parámetros mas específicos de acuerdo a cada proyecto, nos determinan el número de líneas o pines de entrada y salida, y otras funciones, los cuales debemos buscar en las diversas familias de microcontroladores. Basándose en estas razones se ha escogido el microcontrolador 16F877 de la firma Microchip por disponer de todos los recursos necesarios para la puesta a punto del proyecto. Algunas de sus características son:

- .. Alta performance a través de una CPU tipo RISC (conjunto de instrucciones reducidas para computador)
- .. Conjunto de 35 instrucciones para su programación
- .. Velocidad de operación hasta 20 MHz o sea tiempo de ejecución de

instrucción de 200 ns o 5 MIPS (millones de instrucciones por segundo).

- .. 8 Kilobytes de memoria de programa tipo FLASH.
- .. 368 bytes de memoria de datos (RAM).
- .. 256 bytes de memoria de datos EEPROM
- .. Capacidad de manejo de 14 interrupciones.
- .. Pila de datos de 8 niveles.
- .. Modos de direccionamiento directo, indirecto y relativo.
- .. Power on reset(POR, reseteado por falta de alimentación adecuada).
- .. Selección de tipo de oscilador.
- .. Programación en circuito (permite ser reprogramado cuando ya se encuentra montado en una aplicación sin sacar el micro del circuito)
- .. Amplio rango de operación, de 2 a 5.5 v.
- .. 3 temporizadores para conteo o generación de tiempos.
- .. Módulos de captura y comparación de señales.
- .. Salida PWM.
- .. Convertidor A/D con resolución de 10 bits.
- .. Comunicaciones seriales.
- .. 33 pines bidireccionales, esto es pueden servir como entradas o como salidas.
- .. Kits de desarrollo en los laboratorios de la Universidad.

#### ▷ **Sistema de locomoción, motores y controladores para los motores**

Hay varias maneras de habilitar el movimiento en un robot:

- .. **Volar:** este método de locomoción es bastante peligroso y se requiere de un diseño muy inteligente, además se recomienda solo para lugares al aire libre, el robot debe ser pequeño y ligero, lo que dificulta considerablemente su fabricación sin hablar de la alta inversión que hay que realizar para un buen sistema de navegación y evasión de obstáculos.
- .. **Caminar:** este es un método muy usado por la mayoría de personas, ya que replica a la naturaleza.
- .. **Ruedas:** es el método mas barato y más fácil de implementar. Siendo este el escogido para el movimiento del sistema, consta de motores acoplados a las ruedas por medio de engranajes.

Ahora todos estos movimientos requieren el uso y control de motores ya sean DC, servos o paso a paso. Algunas de las formas de controlarlos se basan en:

#### ▷ **Diseño de la parte mecánica**

Para hacer el robot como tal se necesita una estructura que mantenga todas las demás partes unidas.

Esto puede ser echo con un simple pedazo de madera o en una complicada moldura de fibra de carbono.

La elección del material tiene que

responder a un costo moderado fortaleza, peso y facilidad de trabajar para dar un buen acabado.

Tenemos en la siguiente tabla características de algunos materiales usados en la construcción del chasis:

- “ **Engranajes:** es una rueda dentada que sirve para transmitir el movimiento rotatorio de una parte a otra. También existen engranajes que transforman el movimiento rotatorio en movimiento lineal y viceversa, un par de engranajes dan una relación que se conoce como ventaja mecánica:

$$Vm = N^{\circ} \text{ dientes engranaje transmisor} / N^{\circ} \text{ dientes engranaje receptor}$$

La ventaja mecánica esta relacionada con el torque del sistema. Si llamásemos  $m$  la ventaja mecánica,  $f_{in}$  torque de entrada y  $f_{out}$  torque de salida, tendremos la siguiente relación:

$$T_{out} = mt_{in}$$

En teoría la energía se mantiene en el tren de engranajes, si embargo hay perdidas a través de producción de sonido, calor y otras ineficiencias. Las ecuaciones a tener en cuenta en el diseño del tren de engranajes son:

$$Velocidad_{out} = Velocidad_{in} \times N^{\circ} \text{ dientes engranaje receptor} / N^{\circ} \text{ dientes engranaje transmisor.}$$

$$Torque_{out} = torque_{in} \times N^{\circ} \text{ dientes engranaje transmisor} / N^{\circ} \text{ de dientes engranaje receptor.}$$

## ▷ Comportamientos del sistema

Para mostrar autonomía, se requiere dotarlo con un comportamiento o conducta como pueden ser los siguientes:

- “ Un comportamiento básico es la habilidad de evitar obstáculos y detectar colisiones.
- “ Búsqueda de fuentes de alimentación (recarga de baterías )
- “ Recolección de muestras predefinidas.
- “ Reconocimiento de formas y objetos.
- “ Procesos industriales.
- “ Responder a ordenes verbales.
- “ Habilidad para aprender.
- “ Emular comportamientos humanos o de animales.
- “ Etc.

## ▷ Sensores

Los sensores son el medio por el cual todos los robots perciben su entorno, y por eso conforman parte vital de la estrategia para el manejo del robot. Algunos de los sensores pueden ser para:

- “ Evitar obstáculos
- “ Detección de objetos
- “ Reconocimiento de objetos
- “ Medición de variables atmosféricas (temperatura,

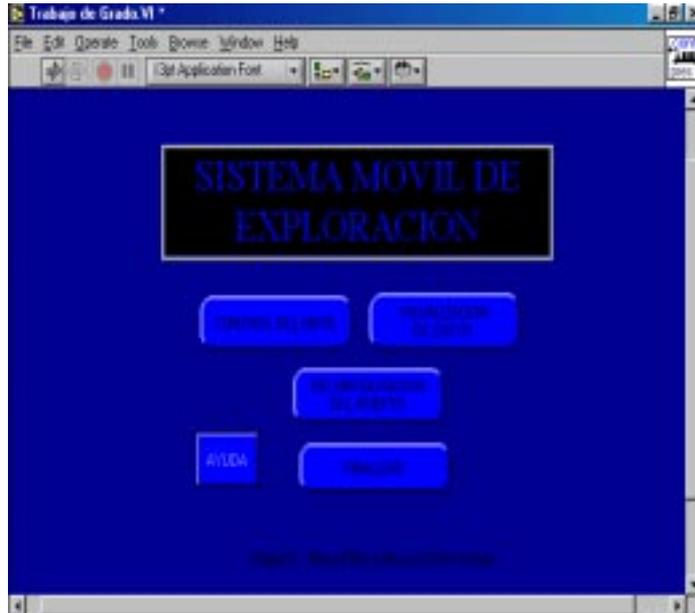


Figura 1

humedad, presión atmosférica, velocidad del viento, radiaciones. Etc.)

- .. Medidas físicas (velocidad, aceleración, peso, distancia, etc.
- .. Recepción y transmisión de señales específicas

La capacidad se mide en Ah (amperios hora), por decir un ejemplo una batería de 100 mAh puede suministrar una corriente de 100 mA durante una hora.

#### Parte de control:

La parte de manejo, control y análisis de datos se realizó utilizando LabVIEW. Por puerto serial a 9600 baudios transmitidos a una tarjeta de adquisición de datos realizada solo para esta aplicación utilizando un PIC 16F84A el cual controla las señales de entrada de los transceiver de 433 Mhz

Los que se utilizaron con código de transmisión Manchester. Este PIC recibe la señal y la transmite por el puerto al PC en código ASCII, donde se procesa y almacena y visualiza. El programa de control puede imprimir cualquier dato almacenado en las hojas diarias de recepción. En LabVIEW se utilizó una jerarquía de vi y subvi en red. Como se muestra en la figura 1.

Como se observa en la figura dos el programa tiene enlaces para control de movimientos, configuración del puerto y visualización de datos y una ayuda la cual orienta al usuario de los pasos más básicos a seguir para el funcionamiento del sistema.

En la figura 3 se observa el subvi de control del móvil se diseñó una tabla



Figura 2

de caracteres los cuales se transmiten desde el PC hasta el PIC

ambiente donde se encuentra el móvil.

16F877 donde reconoce la orden y hace girar los motores en el sentido deseado y su velocidad.

El desarrollo de sistemas móviles de exploración en esta época de se extiende a diversos propósitos desde procesos industriales pasando por exploración submarina y vida militar.

Cuando se necesita visualizar datos en tiempo real se manda una orden y al pic 16F877 el cual descarga de acuerdo al sensor, esta visualización es para mostrar la temperatura real

Este proyecto cumplió su primera fase. Que era la investigación y el desarrollo de un prototipo de SME.



Figura 3

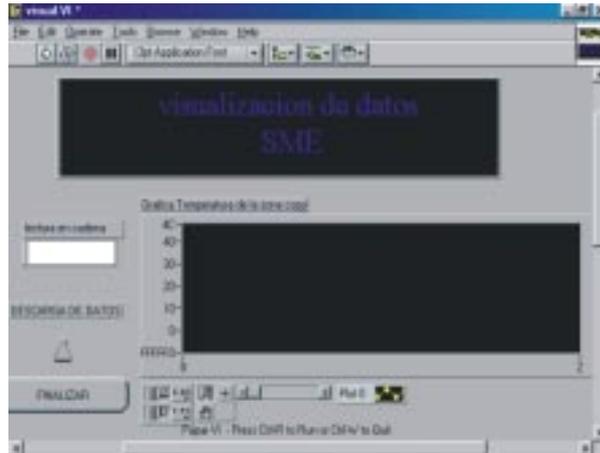


Figura 4

### CONCLUSIONES

- En los ensayos de campo siempre se encontró interferencia en la señal de radio.
- La parte mecánica del robot entra en una segunda fase de ajuste y mejoramiento para evadir obstáculos mejorar comportamiento.
- El pic 16F877 a barco toda su capacidad con toda la información que maneja.
- La parte de control de Labview fue excelente dando el mejor rendimiento del sistema.
- Para una segunda fase se piensa implementar un dsp de la texas intruments.
- Mejorar el sistema mecánico.
- Utilizar un enlace fiable de transmisión de mayor cobertura.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**MICROCHIP TECHNOLOGY.** PIC 16 / 17 Microcontroller Data Book. United States of America ( 1998).

**MANFRED Morari,** Robust process control. Prentice Hall. EEUU. (1989)

**SMITH, Carlos. CORRIPIO Armando.** Principles and practice of automatic process control. John Wiley & Sons. United States of America. second edition (1997)

**PROAKIS, John. MANOLAKIS, Dimitris.** Digital signal processing. Prentice-Hall, New Jersey. (1996).

**PHILLIPS, Charles. NAGLE, Troy.** Digital control system, analysis and design. Prentice – Hall. United States. (1995).

**COLANERI, Patrizio. GEROMEL, José. LOCATELLI, Arturo.** Control theory and design. Academic Press. Great Britain by Cambridge University Press. (1997).

**MEINSMA, Gjerrit. ZWART, Hans.** On H<sub>∞</sub>