

ROBOTS EDUCATIVOS EXPERTOS COMUNICADOS POR RADIO FRECUENCIA

Ing. William Ernesto Camilo Reynoso, Msc.

Encargado de investigación e innovación de ingeniería y tecnología
Universidad APEC, Santo Domingo, REPÚBLICA DOMINICANA
wcamilor@hotmail.com

Resumen

Este trabajo investiga el problema de comunicación vía radiofrecuencia (RF) entre robots en un ambiente educativo de laboratorio, usando sensores de detección y ubicación del tipo de infrarrojos en el área de la tarea; dichos robots serán para el uso de las clases de automatización y robótica de la carrera de ingeniería eléctrica de UNAPEC, Santo Domingo, República Dominicana. Los sensores infrarrojos seleccionados para asistir al robot en su colocación física dentro del laboratorio y para el control de maniobras de trabajo; consisten en un prototipo de 16 emisores y receptores de luz no coherente en el cercano infrarrojo, que forman una matriz sensorial de unos 12 metros cuadrados de área de superficie de suelo para los movimientos asistidos del robot(s). Una computadora Pentium III o equivalente posee un programa de PLC (controlador lógico programable), al que se conectan dos tarjetas emisoras de control remoto por RF, las cuales envían los comandos de proceso y movimientos al robot(s), el robot cuenta con dos tarjetas receptoras de RF sintonizadas según las emisiones en FM, con un alcance de hasta 100 pies de longitud de separación entre emisor y receptor de RF; la frecuencia de los controles remotos es de : 40 MHZ, uno; y de 30 MHZ, el otro: ambos receptores conectados a dicho(s) robot(s); dichos movimientos son cotejados, modificados o reiniciados toda vez que el robot corte alguna intersección de luz infrarroja de la matriz, que indique al programa si la acción demandada al robot(s), inicia, se interrumpe o termina; además del tiempo y naturaleza de la misma. Se han fabricado dos prototipos de robots que asisten al docente en las prácticas educativas de laboratorio brindando sus facilidades de datashow, y multimedia como medio didácticos para el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se planea dotar a dichos robots con un sistema experto para poder brindar a los estudiantes la experticia de un especialista en el diseño y fabricación de robots. El funcionamiento de dichos prototipos es del tipo lineal a través de respuestas puntuales a requerimientos del programa con adaptaciones al espacio de la tarea a través de la matriz de infrarrojos. Los actuadores de dichos robots son del tipo eléctrico conformados por 7motores de polos permanentes de 50 watts, 12vdc, 4 amperios, c/u., para un total de 350 watts en el caso de utilizarse las 16 funciones de movimientos de los robots. El sistema de potencia es alimentado por una batería de ciclo profundo tipo gelatina libre de mantenimiento de 100 amperios-hora; misma que es recargada por un panel solar instalado en el robot, o en defecto por un cargador convencional de 15 amperes 12vdc automático. El funcionamiento detallado, los diagramas de conexión y fundamentos de los mismos es presentado, analizado y discutido a lo largo del proyecto. Es nuestra intención, el de que la implementación de los prototipos de robots fabricados por nosotros con la ayuda de los estudiantes, les ayude a estos últimos en el desarrollo de habilidades y competencias para el diseño y construcción de robots para ambientes educativos. La autonomía del robot en términos de energía es de unas 2 horas funcionando; en cuanto a su autonomía de automatización depende del esquema del programa o algoritmo realizado sobre las computadoras, plc, o microcontroladores.

Palabras Claves

Robot, Educativo, Experto, Matricial, Infrarrojos

1. Introducción

Un robot es un dispositivo, equipo o aparato capaz de recibir órdenes y de actuar para satisfacerlas, manipulando objetos y modificando su entorno en un tiempo definido, utilizando algoritmos o procedimientos bien establecidos para realizarse en un número finito de pasos.

Los robots se perfilan como grandes ayudas a la sociedad moderna para la realización de los trabajos repetitivos, de peligro, y de gran precisión; sirviendo además en las fases del proceso educativo como medios didácticos de incalculable valor.

2. Diseño del prototipo y su implementación:

Sistema de Codificación:

Esta parte ha sido creada con un PIC16F84 que “recoge” la secuencia de 0s y 1s enviada por la interfase visual al puerto paralelo y por medio de un programa se codifican estas entradas y se convierten en una salida serial de 8 bits la cual es enviada a la siguiente etapa.

Para la etapa de transmisión:

En esta etapa se le inyecta la salida serial del PIC16F84 a un transmisor de RF a 433MHz en AM el cual se encarga de modular la información recibida y enviarla al aire.

Sistema de recepción:

Esta etapa recibe la señal transmitida, demodula, e inyecta a un PIC16F84 para su decodificación.

Sistema de decodificación:

Esta compuesto por un PIC16F84. Aquí se toma la salida del sistema de recepción el cual esta compuesto de una data de 8 bits serial y decodifica la misma. Esta data decodificada se utiliza para alimentar cada una de las 8 salidas que se utilizan en el PIC.

Drivers:

Se utilizan para “subir” las salidas del PIC a un valor de los 12 voltios necesarios para manejar los relays del sistema.

Etapa de potencia:

Consta de 16 relays que son los que habilitaran las diferentes funciones del Robot.

Interfase Visual:

Esta parte consiste en un programa bajo Windows diseñado para servir de interfase entre el operador y el robot. Esta interfase visual es capaz de identificar en el teclado de la computadora las teclas presionadas y enviar simultáneamente una secuencia de 0s y 1s al puerto paralelo de la computadora.

El puerto paralelo de las computadoras IBMPC compatible se definió específicamente para conectar impresoras con su interfaces de puertos, pero en realidad puede ser usada como interfaces de entrada/salida de algún otro dispositivo o aplicación que cumpla con las capacidades de entrada/salida requeridas por el puerto. Posee 12 buffers-TTL de salida, que pueden ser leídos o escritos por medio del control de un programa usando las instrucciones de E/S del microprocesador. El adaptador tiene también cinco líneas (steady-state) que pueden ser leídas usando las instrucciones del procesador.

Originalmente, IBM supe a tres adaptadores que incluyan un puerto paralelo para impresora usados en su rango de computadoras PC/XT/AT. Dependiendo en cual se haya instalado, la dirección de los puertos paralelos hábiles en el espacio EIS del microprocesador se halla en una de las siguientes, 278, 378, 3BBC, (todas en HEX). La mayoría de las computadoras contemporáneas vienen por defecto equipadas con un puerto paralelo en la dirección base 378H llamado LPT1 y se puede habilitar la 278H para un secundario, LPT2. Las señales de EIS se logran por el conector hembra DB-25, donde se conecta el cable al puerto.

Cuando se usa el puerto paralelo para conectar impresoras, los datos o comandos de impresión se envían en 8 bits por el puerto de datos (ver figura 1), se activa la bandera de control, escribiendo en la impresora.

Entonces el programa puede leer las entradas del puerto para conocer el estado de la impresora y enviar la próxima información, si la línea de interrupción indica ‘not busy’ al programa.

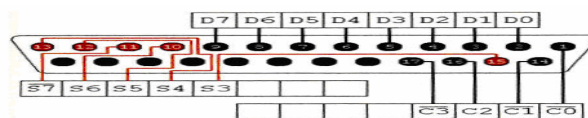


Figura 1: Conector DB-25

En general, el puerto paralelo posee un total de 12 salidas y 5 entradas digitales:

- * 8 pines de salida accedidos vía **el puerto de datos**
- * 5 pines de entrada (uno invertido) accedidos vía **el puerto de estado**
- * 4 pines de salida (tres invertidos) accedidos vía **el puerto de control**
- * Los 8 pines restantes van a tierra

Robot Articular

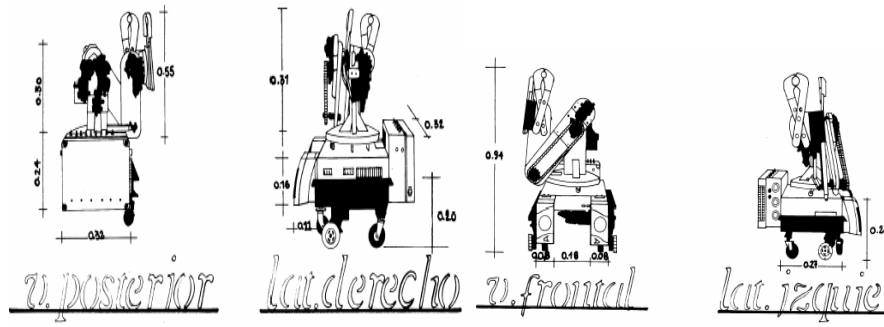


Figura 2: Planos para la construcción de los Robots

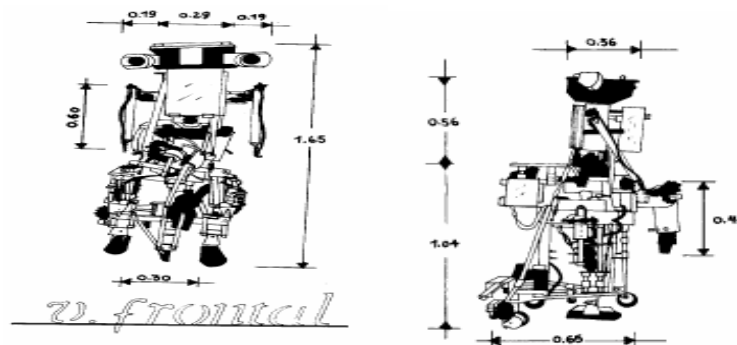


Figura 3: Robot Bípedo Humanoide

3. Esquemático del diagrama general del Robot APEC

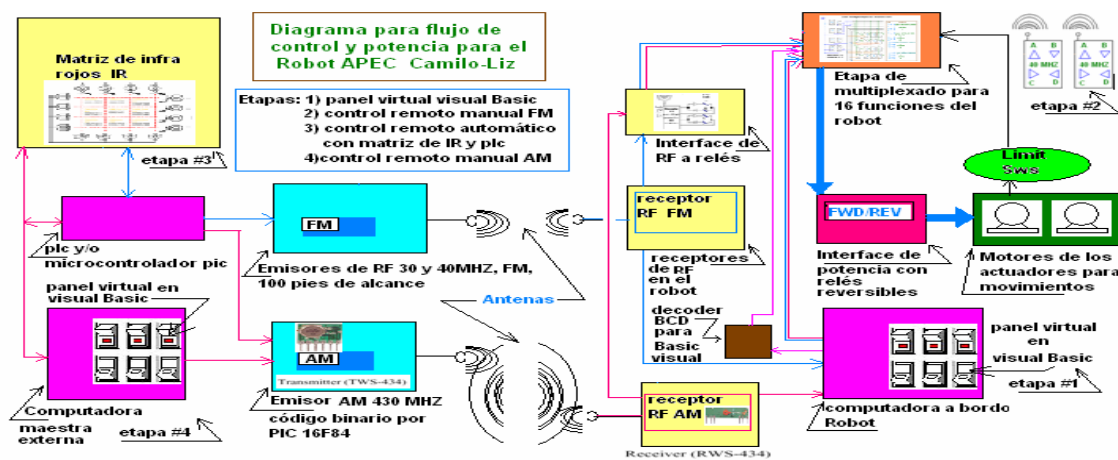


Figura 4: Diagrama para flujo de control y potencia de robot APEC

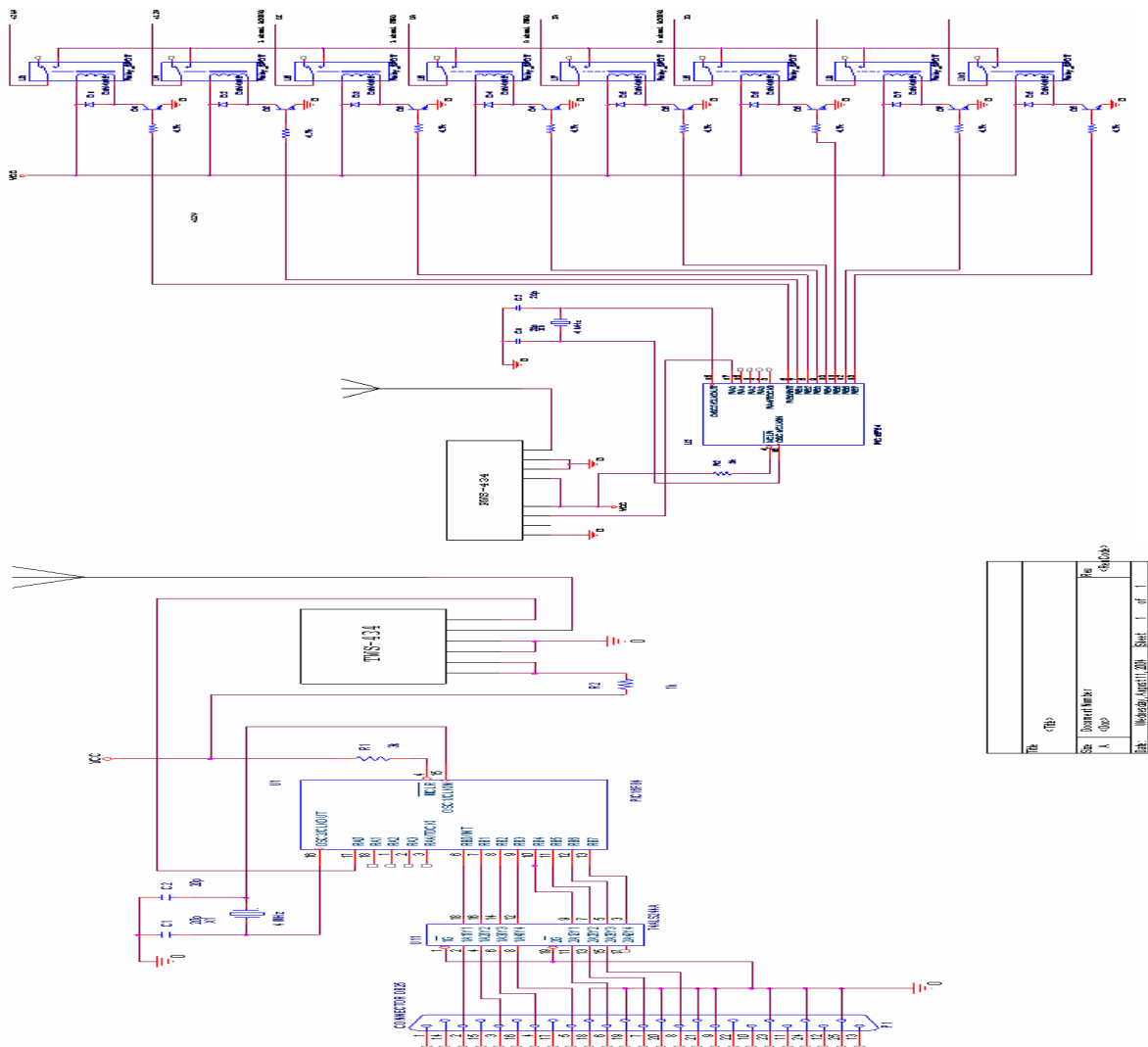


Figura 5 : Emisor y Receptor de robot educativo móvil.

**MA TRICES DE INFRARROJOS PARA LA UBICA CIÓN DEL
ROBOTEN EL ESPACIO DE LA TAREA**

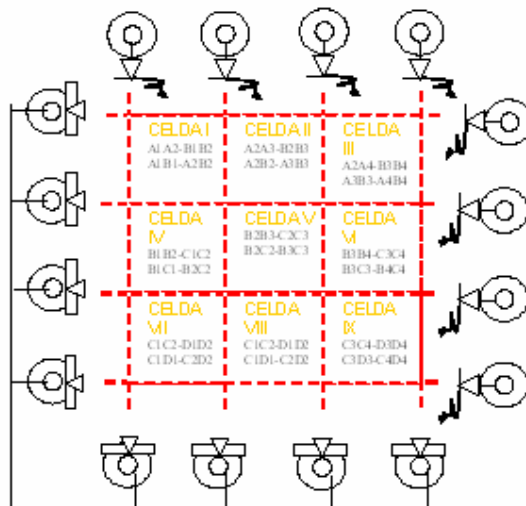


Figura 6: Sistema de detección por interrupción de haz luminoso

Transmisor-IR

Este simple circuito genera un potente haz de pulsos del cercano infrarrojo.

Este sistema es un detector muy sensitivo a ruptura del haz de luz infrarroja.

Puede ser usado para detectar objetos o personas que interrumpen el rayo transmisor.

El transmisor genera unos 240 pulsos por segundo, cada uno con una duración de 400 usegs, con una amplitud de 400 uA. El receptor detecta el cercano infrarrojo desde el transmisor por medio de un fototransistor Q1. La fotocorriente desde el transistor Q1 es amplificada y luego enviada al comparador de umbral.

Receptor-IR

Se cuenta con 8 receptores -IR como este que reciben los haces de infrarrojos, cuatro (A, B, C, D) para columna y cuatro (1,2,3,4) para las filas, haciendo una matriz cuadrangular de celdas. Cuando se interrumpe una haz -IR se cierra su rele correspondiente poniendo 12V en la línea (A,B,C,D,1,2,3,4) correspondiente. Esto alimenta el arreglo de compuertas (AND) que establecen que celda ó porción de ella esta activada u ocupada por el robot.

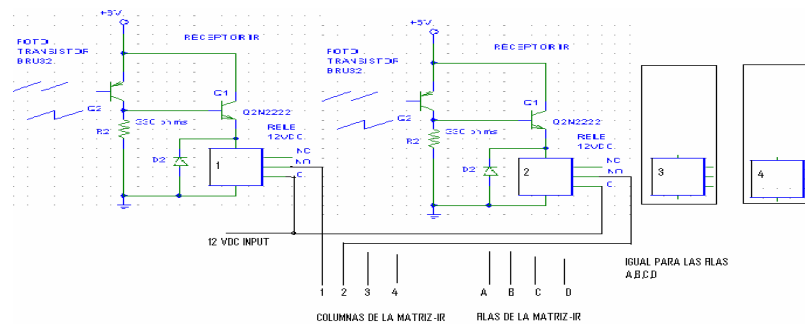


Figura 7: Diseño de los circuitos de la matriz lógica de Infra Rojos

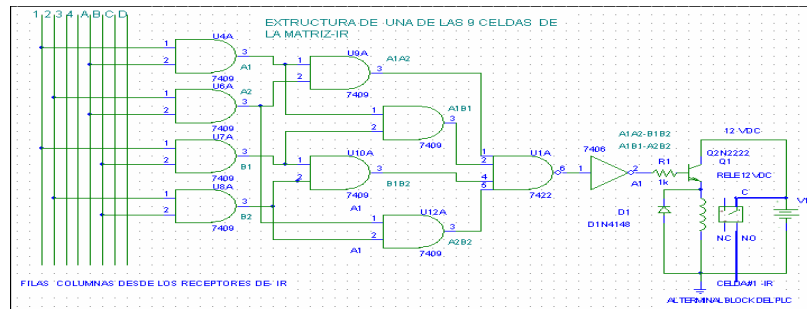


Figura 8: Diagramas de los diseños de los circuitos de las Interfaces entre los sistemas de comunicación por radiofrecuencia RF

4. Programación de las funciones del Robot educativo:

Adjunto a la versión digital de este documento tenemos un ejemplo del funcionamiento del software de PCL que hace funcionar nuestra circuitería, y además un software para secuencias pre-programadas que debe realizar el robot.

El diseño de nuestro software es de fácil entendimiento porque utiliza mnemónicos comprensibles y tiene todos los comentarios que consideramos pertinentes.

Nuestro software tiene la intención de mediante este el robot se programe para realizar tareas útiles, pues haciendo una programación correcta puede considerarse al robot autómatas, no hasta el punto de poder relacionarse con el medio pero si para realizar tareas programadas que sean de alguna utilidad.

Además de esto tenemos un software desarrollado en Delphi 7 que puede ser utilizado para hacer rutinas temporizadas automáticas con el robot utilizando la interfase robot-computadora desarrollada por los estudiantes del laboratorio de robótica de septiembre-diciembre del 2004. Adjunto a la versión digital de nuestro

informe tenemos tanto el programa en versión ejecutable como el código fuente para que futuros estudiantes puedan ejecutar mejoras en este.

5. Codificación para la programación de los PICS (Microcontroladores)

```
'Programa PIC del Modulo del Receptor
'1.-) Basado en el proyecto hecho por Rob Arnold para RufBot.
'http://www.rentron.com/ruf-bot.htm
'Modificado por: William Camilo y José Liz.

DEFINE OSC 3
INCLUDE "MODEDEFS.BAS"

ENTRADA VAR PORTA.0
B0 VAR BYTE
INPUT PORTA.0          'PONE EL PUERTO B PIN 0 COMO ENTRADA

OUTPUT PORTB.0
OUTPUT PORTB.1
OUTPUT PORTB.2
OUTPUT PORTB.3
OUTPUT PORTB.4
OUTPUT PORTB.5
OUTPUT PORTB.6
OUTPUT PORTB.7

'poner a los pines del puerto B en cero.
low portb.0
low portb.1
low portb.2
low portb.3
low portb.4
low portb.5
low portb.6
low portb.7

COMIENZO:              'DETERMINA EL VALOR ENVIADO DEL TX
SERIN ENTRADA,N2400,B0
IF B0 = 255 THEN NADA
IF B0 = 1 THEN DERECHA_RAPIDO
IF B0 = 2 THEN DERECHA_LENTO
IF B0 = 3 THEN IZQUIERDA_RAPIDO
IF B0 = 4 THEN IZQUIERDA_LENTO
IF B0 = 5 THEN ADELANTE_RAPIDO
IF B0 = 6 THEN ADELANTE_LENTO
IF B0 = 7 THEN Atrás _ rápido
IF B0 = 8 THEN ATRÁS _ LENTO

GOTO COMIENZO

NADA:                  'COMANDOS A ENVIARSE A LOS RELAYS
'POKE PORTB, 0
PORTB = 0
GOTO COMIENZO

DERECHA_RAPIDO:
'POKE PORTB, 9
PORTB = 9              '00001001
GOTO COMIENZO

DERECHA_LENTO:
'POKE PORTB, 10
PORTB = 10             '00001010
GOTO COMIENZO

IZQUIERDA_RAPIDO:
'POKE PORTB, 17
PORTB = 17             '00010001
GOTO COMIENZO
```

```

IZQUIERDA_LENTO:
'POKE PORTB, 18      '00010010
PORTB = 18
GOTO COMIENZO

ADELANTE_RAPIDO:
'POKE PORTB, 25      '00011001
PORTB = 25
GOTO COMIENZO

ADELANTE_LENTO:
'POKE PORTB, 26      '00011010
PORTB = 26
GOTO COMIENZO

ATRÁS _ RÁPIDO:
'POKE PORTB, 97      '01100001
PORTB = 97
GOTO COMIENZO

ATRÁS _ LENTO:
'POKE PORTB, 98      '01100010
PORTB = 98
GOTO COMIENZO

END.

```

6. Bosquejo del funcionamiento del robot hecho para Delphi 7.0

{ Esta parte del código la genera Delphi automáticamente y no debe ser tocada, sin embargo también será comentada }
Unit Vuelta completa; //Nombre del modulo del programa (formulario),

Interface

uses

Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs; //Librerías de Delphi que seran utilizadas en nuestro programa.

//Aquí Delphi declara los objetos y variables que serán utilizadas en el formulario.

type

```

TmrTimer:TTimer;
Button1:TButton;
TForm1 = class(TForm)
procedure FormCreate(Sender: TObject);

```

private

```
{ Private declarations }
```

public

```
{ Public declarations }
```

```
end;
```

Const

Giro90 = 90; { Esta constante almacena el valor en microsegundos que debe durar el robot para girar 90º grados. ; **OJO** cuando el programa esté funcionando es necesario ajustar este valor hasta que sea correcto}!

var

```

Form1: TForm1;
migiros: byte;

```

implementación

```
{ $R *.dfm }
```

{ Aquí empieza nuestra programación, para que nuestros procedimientos funcionen correctamente es necesario colocarlo primero que los módulos que los llamen}

function PortIn(Port : Word) : Byte; **stdcall**; **external** 'io.dll' { funcion externa que sirve para controlar los puertos de la computadora como entradas}

procedure PortOut(Port : Word; Data : Byte); **stdcall**; **external** 'io.dll' { funcion externa que sirve para controlar los puertos de la computadora como salidas}

{ Este es nuestro procedimiento que captura los datos que generan los dispositivos infrarojos y los guarda en la variable 'datos'}

Procedure Incoming(**var** datos:string);

Var

Datatake: byte; //guarda el valor que se encuentra en el puerto paralelo

Begin

Datatake:= PortIn(\$378); //captura el valor de datos del puerto paralelo

{Esta parte del programa supone que el módulo utilizado para conectar el robot con la computadora es el módulo hecho en el cuatrimestre septiembre-diciembre/04 del laboratorio de robótica, el cual tiene 3 bits libres en el puerto paralelo que pueden ser utilizados como entradas de informacion, sin embargo no son suficientes para los 16 posibles valores utiles de nuestra matriz de infrarojos completa, pero para este programa si lo es}

Case datatake **of**

\$00..\$1F: datos:=' ' ; // desde 00000000 hasta 00011111

\$20..\$3F: datos:='A1'; // desde 00100000 hasta 00111111

\$40..\$5F: datos:='A4'; // IDEM.

\$60..\$7F: datos:='D1'; // IDEM

\$80..\$9F: datos:='D4'; // IDEM

\$A0..\$CF: datos:='B2'; // IDEM **

\$D0..\$EF: datos:='C2'; //IDEM **

\$F0..\$FF: datos:='B3'; //IDEM **

End;

// ** NO UTILIZADOS EN NUESTRO PROGRAMA

End;

{ Procedimiento que pone a moverse al robot, notese que los valores de los datos pueden variar, pues es necesario hacer las conexiones en la forma como lo especifica el programa o cambiar los valores que especifica nuestro programa para ajustarlo a la forma en como realmente estan conectados los pines al robot }

Procedure Outgoing(movimiento:string);

Begin

Case movimiento **of**

'': PortOut &H378, 0

'K1A': PortOut &H378, 1; //Atras **

'K1B': PortOut &H378, 2; // Adelante

'K1C': PortOut &H378, 3; // Izquierda, adelante

'K1D': PortOut &H378, 4; // Derecha, adelante **

'K2A': PortOut &H378, 5; // Derecha, atras **

'K2B': PortOut &H378, 6; // Izquierda, atras **

'K2C': PortOut &H378, 7; // Base, Izquierda **

'K2D': PortOut &H378, 8; // Base, Derecha **

// ** etc.

End;

// ** NO UTILIZADOS EN NUESTRO PROGRAMA

End;

{Esta parte de nuestro programa ejecuta el movimiento del robot hacia adelante al verificar su posición con respecto a los infrarojos, la variable 'infr' es una variable de llegada que le dice al modulo el valor del infrarojo donde debe detenerse.}

Procedure moverobot(infr:string);

Var

Mover: string;

```

    Inf: string;
Begin
Mover:='K1B';
While mover = 'K1B' do begin
Incoming(Inf);
If inf = infr then mover:= ' ';
Outgoing (mover); //Inicia y detiene el movimiento
End;

```

7. Conclusiones, recomendación y trabajo futuro

La contribución principal de este proyecto es la incorporación al laboratorio de robótica de UNAPEC o de cualquier universidad que estuviere interesada, de un modelo de robot experto que puedas asistir al docente en las demostraciones y trabajos inherentes a los temas de diseño cinemático, dinámico, y del control robótico, entre otros. Y de ayuda en las prácticas de programación, adaptación, modificación y de servir de canal multimedia didáctico.

Actualmente existen en el laboratorio de Electrónica de Potencia varias unidades robóticas que funcionan de manera independiente. En este sentido hemos visto la necesidad de poder controlar estas unidades desde una unidad central o punto de control, de manera que no se tenga una interacción física con dichas unidades. Además de solucionar el problema de manejar remotamente la unidad robótica, se puede utilizar el proyecto para la enseñanza de varios aspectos.

Se recomienda la continuación, con el apoyo de UNAPEC, de los trabajos que han sido comenzado y propuesto en este proyecto de manera que se implemente el Sistema Experto para la enseñanza de diseño de robots esbozado en pseudocódigos aquí, además finalización y perfeccionamiento del uso de los sensores infrarrojos y de la matriz lógica formada por ellos para el control del robot en su área de trabajo, usando la señal de los sensores como herramienta de ubicación a todo momento, en combinación con un programa de computadora a fin de hacer posible la realización por parte del robot de una tarea predeterminada previamente por el docente de la materia en el programa.

Con los trabajos futuros antes recomendados se lograría hacer que los robots Educativos socializan con su medio, comunicándose vía radio frecuencia entre ellos y el personal docente y discente del laboratorio, sirviendo en ocasiones como guía de las personas invitadas a los tours educativos del área de investigación e innovación de la robótica de UNAPEC. De esa manera se logra socializar los resultados de la educación llevando al laboratorio y al seno de la sociedad los avances de la academia como forma de cumplir con la misión de extensión del conocimiento y la cultura.

8. Citas y referencias

1. Arnold Rob, para RufBot. <http://www.rentron.com/ruf-bot.htm>

Bibliografía

- * Angulo Usategui, Curso de Robótica, 1985. Paraninfo, España.
- * AGUINSKY, Ricardo D.: *Aprendiendo a usar el 7L430 (zener programable)*, art. en *Revista Telegráfica Electrónica*, Bs. As., Arbó, Noviembre 1984, N° 857, pp. 1612-18.
- * AGUINSKY, Ricardo D.: *Aprendiendo a usar el 723*, art. en *Revista Telegráfica Electrónica*, Bs. As., Arbó, Octubre-Diciembre 1985, N° 867-69.
- * AGUINSKY, Ricardo D.: *Aprendiendo a usar el 78L05*, art. en *Revista Telegráfica Electrónica*, Bs. As., Arbó, Diciembre 1984, N° 858, pp. 1748-52 y 1761.
- * ALDAO, C., CINER, E. y LOFFLER, D. G.: *Nanoamperímetro Simple y Económico*, art. en *Revista Telegráfica Electrónica*, Bs. As., Arbó, Noviembre de 1981, N° 824, pp. 1055-56.
- * ANGELO, E. J.: *Circuitos Electrónicos*, México, McGraw-Hill, 1971.
- * ALBERT, Arthur Lemuel: *Electrónica y Dispositivos Electrónicos*, Barcelona, Reverté, 1962.
- * ALLEY, Charles L. y ATWOOD, s/n: *Ingeniería Electrónica*, México, Limusa-Wiley, 1971.
- * BONELL, Marín: *Técnica y Práctica de la Modulación de Frecuencia*, s/d.
- * BOSE, B. K.: *Power Electronics and AC Drives*, New Jersey, Pentice-Hall, s/f.
- * ANDERSON, J.B., *Digital Transmission Engineering* (Piscataway, N.J.:IEEE Press,1999).
- * ASH, R.B., *Information Theory* (New York: Wiley, 1965).
- * CAGE, John M.: *Theory and Application of Industrial Electronics*, Ney York, McGraw-Hill, 1951.
- * CEJAS, Ulises J. P.: *Transistores en Receptores de Televisión*, Bs. As., Arbó, 1975.
- * CLARA, Fernando M.: *Proyectos de Lazos de Enganche de Fases*, art. en *Revista Telegráfica Electrónica*, Bs. As., Arbó, Diciembre 1983, N° 847, pp. 1418-22 y 1430
- * CLARA, Fernando M.: *Demoduladores Lineales de BLU*, art. en *Revista Telegráfica Electrónica*, Bs. As., Arbó, Agosto 1981, N° 821, pp. 696-00 y 713.

- * CLARA, Fernando M.: *Análisis y Diseño de Moduladores de Frecuencia con Diodos Varactores*, art. en *Revista Telegráfica Electrónica*, Bs. As., Arbó, Agosto 1977, N° 776, 572-75 y 582.
- * COLAVITA, Pascual A.: *Dipolos de Media Onda*, art. en *Revista Telegráfica Electrónica*, Bs. As., Arbó, Noviembre 1983, N° 846, pp. 1305-6 y 1315.
- * CUTLER, Philip: *Análisis de Circuitos con Semiconductores*, México, McGraw-Hill, 1978.
- * D'AZZO, John J.: *Sistemas Realimentados de Control*, Madrid, Paraninfo, 1980.
- * Gerewich, Nathan, Visual Basic 5., Editora Sams, México, DF
- * FAPESA: *Cuadernos Técnicos* (manual), s/d.
- * FAPESA: *Transistores de Silicio* (manual), s/d, 1972.
- * FAPESA: *Diodos Rectificadores de Silicio*, Bs. As., FAPESA, 1974.
- * FOWLER, K. y LIPPERT, s/n: *Televisión, Principios y Práca*, Bs. As., Arbó, 1974.
- * FRANTISEK, Michele: *Generador Sinusoidal Digital de Alcance Amplio*, en art. de *Revista Telegráfica Electrónica*, Bs. As., Arbó, Setiembre 1989, N° 910, tomado de *Electronics & Wireless World*.
- * GARDNER, s/n: *Phaselock Techniques*, s/d.
- * GAUDRY M.: *Rectificadores, Tiristores y Triacs*, Madrid, Paraninfo, 1976.
- * GIACOLETTO, L. J.: *Electronics Designers Handbook*, New York, McGraw-Hill, 1977.* GRAEME, Jerald G. and TOBEY, Gene E.: *Operational amplifiers. Design and Applications*, Tokio, McGraw-Hill Kogakusha, 1971.
- * GRAY, Paul R. and MEYER, s/n: *Analysis and Design of Analog Integrated Circuits*, New York, John Wiley & Sons, s/f.
- * Haykin & Van Veen, Señales y Sistemas., 2001.
- * HARRIS, J. N., GRAY, P. E., y SEARLE, C. L.: *Circuitos Digitales de Transistores*, Barcelona, Reverté, 1971, t-VI.
- * HILBURN, John L. and JHONSON, David E.: *Manual of Active Filter Design* (manual), New York, McGraw-Hill, s/f.
- * JASIK, s/n: *Antenna Engineering Handbook*, s/d.
- * KLINGER, s/n: *Altavoces y Cajas de Resonancia para Hi Fi*, s/d
- * KRAUSS, John D.: *Electromagnetics*, New York, McGraw-Hill, 1953.
- * KUO, Benjamín C.: *Sistemas Automáticos de Control*, México, Compañía Editorial Continental, 1981.
- * KUO, Benjamín C.: *Sistemas de Control Automático*, Prentice Hall Hispanoamérica, 1996.
- * LANDEE, Robert W.: *Electronic Designer's Handbook*, New York, McGraw-Hill, 1957.
- * LANGFORD-SMITH, F: *Radiotron Designer's Handbook*, New Jersey, Radio Corporation of America, 1953.
- * LATHI, B. P.: *Introducción a la Teoría y Sistemas de Comunicación*, México, Limusa, 1974.
- * MANDADO, Enrique: *Sistemas Electrónicos Digitales*, Barcelona, Marcombo Boixareu, 1981.
- * MARCHAIS, J. C.: *El amplificador Operacional y sus Aplicaciones*, Barcelona, Marcombo, 1974.
- * MILLMAN, Jacob y HASLKIAS, s/n: *Dispositivos y Circuitos Electrónicos*, Madrid, Pirámide, 1977.
- * MILLMAN, Jacob y TAUB, Herbert: *Circuitos de Pulsos, Digitales y de Conmutación*, México, McGraw-Hill, 1977.
- * MUÑOZ MERINO, Elías: *Circuitos Electrónicos Digitales*, Madrid, E.T.S.I.T., Dep. de Electrónica, 1979.
- * JACKSON, Meter, *Sistemas Expertos.*, 1999.
- * NILSSON, Nils, *Principios de Inteligencia Artificial* ., 1987.
- * OGATA, Katsuhiko: *Ingeniería de control moderna*, México, Prentice Hall Hispanoamérica, 1993.
- * OGATA, Katsuhiko: *Sistemas de control en tiempo discreto*, México, Prentice Hall Hispanoamérica, 1996.
- * OLIVER, Bernard M. and CAGE, John M.: *Electronic Measurements and Instrumentation*, New York, McGraw-Hill, 1971.
- * PACKMANN, Emilio N.: *Vademecum de Radio y Electricidad*, Bs. As., Arbó, 1971.
- * PHILCO: *Analysis of H. F. Transistor Mixers*, s/d.
- * PHILIPS: *Reguladores de Flujo Luminoso*, s/d.
- * PHILIPS: *Manual de Semiconductores* (manual), s/d.
- * PETTIT, Joseph y McWORTER, Malcom M. *Electrónica de los Circuitos Amplificadores, Teoría y Diseño*, New York, McGraw-Hill, s/f.
- * PETTIT, Joseph y McWORTER, Malcom M.: *Circuitos de Conmutación y de Tiempo*, Bs. As., H.A.S.A., 1973.
- * PUEYO, Héctor O. y MARCO, Carlos: *Análisis de Modelos Circuitales*, Bs. As., Arbó, 1981, tt. I-II.
- * PUPARELI, Máximo, BARBERIS, Juan C. y ALARCÓN, Carlos E.: *Proyecto de Fuente de Alimentación Regulada, con Conmutación*, art. en *Revista Telegráfica Electrónica*, Bs. As., Arbó, Abril 1977, N° 760, pp. 174-76 y 180.
- * RAMSHAW, Raymond: *Thyristor Cotrolled Power for Electric Motors*, London, Chapman and Hall, 1973.
- * RCA: *Circuitos Integrados Lineales IC-42*, Bs. As., Arbó, 1971.
- * RCA: *COS/MOS Integrated Circuits* (manual), USA, RCA Corporation, 1980.
- * RCA: *Circuitos de Potencia de Estado Sólido SP-52*, Bs. As., Arbó, 1975.
- * READ, s/n: *Analysis of High Frequency Transistor Mixers*, s/d.
- * RIVERO, Roberto A.: *Proyecto de Circuitos Electrónicos*, Bs. As., Arbó, 1976.
- * RYDER, John D.: *Electrónica, Fundamentos y aplicaciones*, Madrid, Aguilar, 1972.
- * SCHILLING, Donald L. y BELOVE, Charles: *Circuitos Electrónicos Discretos e Integrados*, s/d.
- * Sergio Franco, *Diseño con Amplificadores Diferenciales y Circuitos Integrados Análogos.*, 1988.
- * SIEMENS: *Aparatos de Maniobra, Control y Protección* (manual), s/d, 1983.
- * Simon Haykin, *Sistemas de Comunicación.*, 2003.
- * SKILLING, Hugh Hieldreth: *Los Fundamentos de las Ondas Eléctricas*, Bs. As., Ediciones Librería de Colegio, 1972.
- * SOBREVILA, Marcelo A.: *Conversión Industrial de la Energía Eléctrica*, Bs. As., EUDEBA, 1975, tt I-II.
- * SOBREVILA, Marcelo A.: *Teoría básica de la Electrotecnia*, Bs. As., E. U. de B. A., 1971.
- * SOBREVILA, Marcelo A.: *Instalaciones Eléctricas*, Bs. As., Marymar, 1975.
- * Stallings William, *Comunicación y Redes de Computadoras.*, 2002
- * STRAUSS, Leonard: *Wave Generation and Shaping*, Tokio, McGraw-Hill, 1970.

- * TAIT, Eugenio M.: Variador de Velocidad de un Motor de Continua, art. en Revista Telegráfica Electrónica, Bs. As., Arbó, Mayo 1984, N° 851, pp. 503-04, 513 y 548.
- * TAIT, Eugenio M.: Temas de Teoría y Proyecto, art. en Revista Telegráfica Electrónica, Bs. As., Arbó, Mayo-Diciembre 1981, N° 818-25.
- * TAIT, Eugenio M.: Demodulación Angular, art. en Revista Telegráfica Electrónica, Bs. As., Arbó, Julio 1979, N° 797, pp. 606-07.
- * TAIT, Eugenio M.: Desajustes en la Polarización del AOV, art. en Revista Telegráfica Electrónica, Bs. As., Arbó, Noviembre 1979, N° 779, pp. 947-48.
- * TERMAN, Frederick Emmons: Ingeniería Electrónica y de Radio, Bs. As., Arbó, 1957.
- * TERMAN, Frederick Emmons: Manual del Radioingeniero, s/d.
- * TEXAS INSTRUMENTS: Manual de Semiconductores de Silicio (manual), s/d, 1980.
- * TRAINOTTI, Valenín: La Antena Dipolo "V" Invertida, art. en Revista Telegráfica Electrónica, Bs. As., Arbó, Marzo 1991, N° 924, pp. 88-92 y 96.
- * VAGO, J.: Fuentes de Alimentación Conmutadas para Receptores de TV Color, art. en Revista Telegráfica Electrónica, Bs. As., Arbó, Setiembre 1977, N° 777, pp. 706-10.
- * VARELA, Alberto: Fuente de Tensión de Amplio Rango con Regulador Integrado 723, art. en Revista Telegráfica Electrónica, Bs. As., Arbó, Agosto 1977, N° 776, pp. 580-81 y 585.
- * WESTINHOUSE: Manual de Luminotecnia (manual), s/d.
- * S/n: El filtro "PI" para Transceptores, art. en rev. Nueva Electrónica y Telecomunicaciones, Bs. As., DATAKIT, Octubre 1981, N° 9, pp. 266-74.
- * S/n: Datos de Referencia para Ingenieros de Radio, s/d.

Autorización y Exención de Responsabilidad

Los autores autorizan a LACCEI a publicar el artículo en las memorias de la Conferencia. Ni LACCEI ni los editores son responsables del contenido o de las implicaciones de lo que se expresa en el artículo.

.