



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ROBOT MÓVIL PUBLICITARIO PARA LA
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del título de
Ingeniero en Electrónica Control y Redes Industriales

Presentado por:

Luis Miguel Sánchez Muyulema

Clarita Mireya Peña Chauvin

Riobamba – Ecuador

2012

AGRADECIMIENTO

A nuestra Alma Mater la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por darnos la oportunidad de alcanzar nuestras metas, en especial a la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales.

Un agradecimiento profundo y sincero al Director de tesis el Ingeniero Paul Romero, por su apoyo incondicional en la realización de este proyecto.

A los docentes que desinteresadamente compartieron sus conocimientos y se esmeraron por darnos lo mejor para nuestra formación profesional, y a todas las personas que participaron y compartieron momentos gratos en todo el trayecto de nuestra carrera.

A mis padres con mucho cariño María y César quienes tuvieron confianza en mí y me brindaron todo su apoyo, para alcanzar mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles. Gracias a toda mi familia por haber fomentado en mí el deseo de superación y anhelo de triunfo en la vida, mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo.

Clarita

A las personas que día con día se convirtieron en pilares importantes en la edificación de mi futuro a través de mi carrera y siempre tuvieron esas frases de aliento que necesitaba y necesitaré siempre, mis padres Rosario y Miguel. A mis hermanos Rocío y Fabián quienes no permitieron que mi fuerza de espíritu desfallezca aun en los peores momento.

Miguel

NOMBRE

FIRMA

FECHA

Ing. Iván Menes

**DECANO FACULTAD DE
INFORMATICA Y ELECTRÓNICA**

Ing. Paúl Romero

**DIRECTOR DE ESCUELA
DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN
CONTROL Y REDES INDUSTRIALES**

Ing. Paúl Romero

DIRECTOR DE TESIS

Ing. José Morales

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Tlgo. Carlos Rodríguez

DIR. DPTO. DOCUMENTACIÓN

NOTA DE LA TESIS

“Nosotros, Clarita Mireya Peña Chauvin y Luis Miguel Sánchez Muyulema, somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta tesis; y, el patrimonio intelectual de la tesis de grado pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”

Clarita Mireya Peña Chauvin

Luis Miguel Sánchez Muyulema

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

IP	Protocolo de internet
RUR	Robots universales de Rossum
ELSIE	Electro Light Sensitive Internal-External
SRI	Standford Research Institute
CPU	Unidad Central de Procesamiento
μC	Microcontrolador
CISC	Computadores de Juego de Instrucciones Complejo
RISC	Computadores de Juego de Instrucciones Reducido
SISC	Computadores de Juego de Instrucciones Específico
ROM	Memoria de solo lectura
OTP	One Time Programmable
EPROM	Erasable Programmable Read Only Memory
RAM	Memoria de Acceso Aleatorio
E/S	Entrada /Salida
A/D	Analógico/Digital
D/A	Digital/Analógico
PWM	Modulador de Anchura de Impulso
CAD	Conversor Analógico/Digital
CDA	Conversor Digital/Analógico

USB	Universal Serial Bus
CAN	Controller Area Network
RC	Radio Control
CCTV	Circuito Cerrado de Televisión
IFR	Federation International de Robotics
ISIS	Intelligent Schematic Input System
ARES	Advanced Routing Modelling
VSM	Virtual System Modelling
PBC	Printed circuit Board
FFD	Dispositivo de Funcionalidad Completa
RFD	Dispositivo de Funcionalidad Reducida
OSI	Open Systems Interconnection
MAC	Acceso al Medio
GOF	Trama General de Operaciones
ZDO	ZigBee Device Objects
APS	Subcapa de Aplicación
KPV	Pares clave-valor
BTL	Below the Line

INDICE GENERAL

PORTADA

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

MARCO REFERENCIAL

1.1 ANTECEDENTES.....	16
1.2 OBJETIVOS.....	17
1.2.1 Objetivo General.....	17
1.2.2 Objetivos Específicos.....	17
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	18
1.4 ALCANCES.....	19

CAPÍTULO II

2.1 ROBÓTICA.....	21
2.1.1 Introducción.....	21
2.1.2 Historia de la Robótica.....	22
2.1.3 Definición.....	27
2.1.3.1 Robótica Física.....	27
2.1.3.1.1 Robótica Industrial.....	28
2.1.3.1.2 Robótica de Servicio.....	28
2.1.3.1.3 Robótica Inteligente.....	28

2.1.3.1.4 Robótica de Humanoide.....	28
2.1.3.2 Robótica de software.....	28
2.1.3.2.1 Robótica Exploración.....	28
2.2 Microcontrolador.....	29
2.2.1 Introducción.....	28
2.2.2 Concepto.....	29
2.2.3 Funcionamiento.....	29
2.2.4 Partes Principales de un Microcontrolador.....	30
2.2.5 Recursos Especiales.....	33
2.2.6 Microcontrolador 16F877A.....	38
2.2.7 Comunicación serial asíncrona.....	39
2.3 Servos.....	40
2.3.1 Introducción.....	40
2.3.2 Concepto.....	41
2.3.3 Funcionamiento.....	42
2.3.3.1 Datos Técnicos.....	43
2.4 Cámara Inalámbrica con Audio Bidireccional.....	44
2.4.1 Introducción.....	44
2.4.2 Concepto.....	44
2.4.3 Funcionamiento.....	46
2.4.3.1 Datos Técnicos.....	46
2.5 Métodos de Publicidad.....	47
2.5.1 Introducción.....	47
2.5.2 Medios de Publicidad.....	48
2.5.3 Tipos de Publicidad.....	49
2.5.4 Sistemas Móviles Publicitarios.....	55
2.5.4.1 La Robótica dentro de la Publicidad.....	55
2.6 MicroCode Studio.....	56
2.6.1 Introducción.....	56
2.6.2 Principales Características.....	57

2.6.2.1 Instrucciones de MicroCode Studio.....	56
2.6.2.2 Declaraciones en programación de MicroCode Studio.....	56
2.7 Proteus.....	56
2.7.1 Introducción.....	57
2.7.2 Principales Características.....	63

CAPÍTULO III

COMUNICACIÓN MEDIANTE ZIGBEE.....	65
3.1 Tecnología ZigBee.....	65
3.1.1 Introducción.....	65
3.1.2 Características Principales.....	66
3.1.3 Requisitos de Hardware.....	66
3.1.4 Estructura.....	67
3.1.5 Topologías.....	69
3.1.6 Estrategias de Conexión.....	70
3.1.7 Comunicaciones.....	72
3.1.8 Encaminamiento (Routing).....	73
3.1.9 Software XCTU.....	74

CAPÍTULO IV

DISEÑO DEL PROYECTO

4.1 Requerimientos del Sistema Robótico Publicitario.....	76
4.2 Partes del Robot.....	77
4.2.1 Estructura Mecánica.....	77
4.2.2 Diseño Electrónico.....	79
4.2.3 Diseño del Sistema Publicitario.....	81
4.2.3.1 Introducción.....	81
4.2.3.2 Publicidad BTL.....	81
4.3 Diseño Lógico.....	82

CAPÍTULO V

5.1 IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

5.2	Construcción del Proyecto.....	84
5.2.1	Implementación de la Tarjeta Electrónica de Control.....	84
5.2.2	Implementación del Sistema de Locomoción del Robot.....	88
5.2.3	Implementación del Sistema de Visión para el Operador.....	91
5.2.4	Implementación del Sistema Publicitario.....	91
5.2.5	Implementación del Sistema de Comunicación.....	96

CAPÍTULO VI

6.1 ANÁLISIS Y RESULTADOS

6.2	Funcionamiento del Proyecto.....	102
6.2.1	Pruebas de los Movimientos del Robot.....	102
6.2.2	Pruebas del Sistema de Publicidad.....	104
6.2.3	Pruebas del Sistema de Comunicación Inalámbrica.....	105
6.2.4	Pruebas de la Recepción de Video.....	106
6.2.5	Pruebas de la Emisión y Recepción de Audio.....	107

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

RESUMEN

SUMMARY

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.II.1: Avance de la robótica.....	23
Fig.II.2: Arquitectura Von Neumann.....	30
Fig.II.3: Arquitectura Harvard.....	30
Fig.II.4: Comunicación serial de los microcontroladores.....	40
Fig.II.5: Colores de los cables de los servos.....	42
Fig.II.6: Pulsos PWM para controlar los servos.....	43
Fig.II.7: Cámara ip.....	45
Fig.II.8: Partes de la pantalla del programa Microcode.....	57
Fig.II.9: Entorno de trabajo ISIS.....	63
Fig.II.10: Entorno de trabajo ARES.....	64
Fig.III.11: Estructura de la comunicación ZigBee.....	78
Fig.III.12: Topología de la comunicación ZigBee.....	78
Fig.IV.13: Planos de Adobe Illustrator.....	78
Fig.IV.14: Motor utilizado para la tracción diferencial.	79
Fig.IV.15: Relación de la caja reductora con la llanta.....	80
Fig.IV.16: Cabeza del robot.....	80
Fig.IV.17: Diagrama de bloques del sistema.....	82
Fig.IV.18: Diagrama de bloques del sistema central.....	83
Fig.V.19: Construcción del brazo.....	85
Fig.V.20: Ensamblaje de la base del brazo con los servos.....	85
Fig.V.21: Ensamblaje de los eslabones.....	86
Fig.V.22: Ensamblaje de la base con los eslabones.....	86
Fig.V.23: Colocación de la pinza al brazo.....	87
Fig.V.24: Ensamblaje del cuerpo con la pantalla, cámara y brazos.....	87
Fig.V.25: Etapa de control.....	88
Fig.V.26: Alimentación del circuito principal.....	89
Fig.V.27: Alimentación de los motores de la plataforma.....	89

Fig.V.28: Circuito del modulo de ares de Proteus.....	90
Fig.V.29: Placa terminada con sus componentes adaptados.....	90
Fig.V.30: Sistema de locomoción.....	91
Fig.V.31: Encendido y apagado de la cámara.....	92
Fig.V.32: Interacción del robot con el publico.....	92
Fig.V.33: Conexión modulo Xbee, control de movimientos y visualización de la cámara.....	93
Fig.V.34: Ventana para acceder a la cámara.....	94
Fig.V.35: Visualización de la aplicación con la cámara.....	94
Fig.V.36: Visualización con la cámara seteada.....	95
Fig.V.37: Ventana de los controles virtuales.....	95
Fig.V.38: Reproducción del sistema publicitario del robot.....	96
Fig.V.39: Tarjeta Xbee.....	97
Fig.V.40: Conexiones mínimas requeridas para el manejo del Xbee.....	97
Fig.V.41: Modo de operación Xbee.....	98
Fig.V.42: Modo de transmisión y recepción.....	99
Fig.V.43: Detalle físico del Xbee.....	100
Fig.V.44: Configuración de los puertos seriales virtuales.....	101
Fig.V.45: Configuración del Xbee con la aplicación X-CTU.....	101
Fig.VI.46: Tracción diferencial, desplazamiento en 4 sentidos.....	103
Fig.VI.47: Cabeza del robot, iluminación de ojos y boca.....	103
Fig.VI.48: Movimientos de los brazos del robot.....	104
Fig.VI.49: Movimiento de la pinza y agarre.....	104
Fig.VI.50: Sistema publicitario.....	105
Fig.VI.51: Estableciendo comunicación inalámbrica.....	105
Fig.VI.52: Ventana de comunicación.....	106
Fig.VI.53: Ventana de recepción de video a 1m.....	106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II.I.	Avances de la robótica.....	26
Tabla II.II	Características del microcontrolador 16F877.....	39
Tabla II.III	Características técnicas de algunas marcas de servos.....	43
Tabla II.IV	Ficha técnica de la cámara inalámbrica audio bidireccional.....	46
Tabla II.V	Set de instrucciones MicroCode Studio.....	58
Tabla.V.VI	Detalles físicos del XBee.....	100

INTRODUCCIÓN

En los últimos años la humanidad ha presenciado grandes avances en el campo de la robótica. Las nuevas tendencias han ayudado a desarrollar muchos sistemas de robótica, que pretenden ampliar el uso de los robots en la vida diaria. La mayoría de estas nuevas tendencias se ha hecho posible gracias a la evolución de las tecnologías. Los robots son ampliamente utilizados y realizan tareas de forma exacta o más barata que los humanos.

Hoy en día la robótica ha alcanzado un nivel de madurez bastante elevado, al intentar reproducir algunas tareas repetitivas, pesadas o difíciles de realizar por el ser humano, son capaces de desenvolverse por sí mismos en entornos desconocidos.

Por esta razón surge la necesidad de crear un sistema que sea capaz de crear nuevas estrategias de publicidad en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo con lo que se espera generar un impacto positivo en las personas que tienen contacto con sistemas publicitarios, generar cambios en las tradicionales formas de publicidad que las empresas utilizan para acercarse a los usuarios en la ciudad y porque no en el país. Creando alternativas que sean más interactivas y que lleguen al público de una manera directa y divertida con un alto grado de innovación y creatividad.

El objetivo de construir este robot móvil publicitario es combinar varias áreas complementarias a la carrera para poder desarrollarlo, tales como la física, dibujo computarizado, mecánica, comunicaciones y los métodos más actuales y atractivos de publicidad para obtener un mejor impacto visual en la sociedad.

Para la elaboración de este proyecto se trabajó en varias etapas como:

- Estudio de la robótica de servicio.
- Diseño de la estructura mecánica del robot.
- Implementación de la estructura mecánica del robot.
- Implementación del sistema electrónico.
- Implementación de la interfaz hombre/máquina.

CAPÍTULO I

MARCO REFERENCIAL

1.1 ANTECEDENTES

Cuando escuchamos la palabra Robot, en algunas ocasiones pensamos que los Robots realizan acciones superiores a las capacidades del ser humano. La noción de robótica atiende a una idea de estructura mecánica universal capaz de adaptarse, como el hombre, a muy diversos tipos de acciones.

La robótica, en sentido general, abarca una amplia gama de dispositivos con muy diversas cualidades físicas y funcionales asociada a la particular estructura mecánica de aquellos, a sus características operativas y al campo de aplicación para el que sea creado.

Todos estos factores están íntimamente relacionados, de forma que la configuración y el comportamiento de un robot condicionan su adecuación para un campo de aplicación específico.

Robot, máquina controlada por ordenador y programada para moverse, manipular objetos y realizar trabajos a la vez que interacciona con el entorno. Los robots son

capaces de realizar tareas repetitivas de forma más rápida, barata y precisa que los seres humanos. El término procede de la palabra checa robota, que significa 'trabajo obligatorio'.

Desde hace años se ha empleado la palabra robot para referirse a una máquina que realiza trabajos para ayudar a las personas o efectúa tareas difíciles o peligrosas para los humanos. La Robótica es una disciplina dedicada al estudio, diseño, realización y manejo de robots.

OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL:

- Diseñar e implementar un robot móvil publicitario controlado de forma inalámbrica, con video unidireccional, audio bidireccional y capaz de imitar algunos movimientos humanos con los brazos, y la cabeza en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Diseñar e Implementar una tarjeta electrónica que permita realizar los movimientos de los brazos, cabeza y controle la iluminación de los ojos y boca del robot con microcontroladores y demás dispositivos electrónicos.
- Diseñar e Implementar una tarjeta electrónica de potencia que controle el sistema de locomoción del robot con relés de potencia.
- Diseñar la estructura del robot móvil publicitario que permita realizar sin inconvenientes los movimientos propuestos mediante el uso de Auto CAD u otra aplicación que nos facilite el diseño.
- Implementación del robot móvil publicitario con los servomotores que nos permitirán los respectivos movimientos.

- Diseñar e Implementar una aplicación para el control inalámbrico del robot móvil publicitario que se realizará a través de un computador portátil.
- Elaborar un manual de usuario y una guía interactiva donde se indique el funcionamiento del robot móvil publicitario.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Con el diseño e implementación del robot móvil publicitario en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo se desarrollarán múltiples destrezas poniendo en práctica todos los conocimientos adquiridos en las distintas materias recibidas a lo largo de la carrera, ya que este sistema robótico publicitario constará de diversos elementos electrónicos para su control, servomotores para sus movimientos de brazos y cabeza.

El proyecto es multidisciplinario e innovador ya que para su diseño e implementación intervienen varias áreas complementarias a la carrera para poder desarrollarlo, tales como la física, dibujo computarizado, mecánica, comunicaciones y los métodos más actuales y atractivos de publicidad para obtener un mejor impacto visual en la sociedad.

El desarrollo de este proyecto de tesis surge ante la necesidad de crear nuevas estrategias de publicidad en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo con lo que se espera generar un impacto positivo en las personas que tienen contacto con sistemas publicitarios, generar cambios en las tradicionales formas de publicidad que las empresas utilizan para acercarse a los usuarios en la ciudad y porque no en el país. Creando alternativas que sean más interactivas y que lleguen al público de una manera directa y divertida con un alto grado de innovación e implícito.

El robot móvil publicitario estará conformado con dos brazos robóticos de 5 grados de libertad, el sistema de locomoción constituido por actuadores en configuración

diferencial para la movilidad del robot, se controlara de forma inalámbrica mediante dos módulos XBEE, tendrá una panel frontal donde se ubica un reproductor de DVD'S para poder reproducir los anuncios publicitarios, tendrá una cámara inalámbrica con audio bidireccional que le permitirá al operador observar el medio en el que se moviliza el robot y también interactuar con sus observadores.

La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo está llamada a ser la institución educativa pionera en la optimización de los recursos naturales a través de creación de sistemas robóticos de distinta índole social, incentivando así a realizar más proyectos investigativos y prácticos, formando profesionales con una mejor capacidad intelectual para su desarrollo en la vida profesional.

1.3 ALCANCE

Se plantea realizar el diseño e implementación de un robot móvil publicitario que será utilizado con el fin de conceder información y todos los logros obtenidos por la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo mediante una forma más interactiva y atractiva para los estudiantes de la misma y el público en general.

El proyecto consiste en el diseño e implementación de un robot que conferirá información por medio de un reproductor de DVD con el que se dará a conocer al público ya sea imágenes o videos publicitarios de interés social e informativo de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

El robot contará con una cámara IP Wireless que servirá para que un operador pueda interactuar con las personas que necesiten información adicional de la publicidad presentada en ese momento por el robot, gracias a su función de audio bidireccional.

Dispondrá de dos brazos robóticos con 5 articulaciones con las que está en la capacidad de entregar a las personas objetos tales como afiches, esferográficos u

otro tipo de objetos que complementen la publicidad, siempre y cuando estos objetos sean rígidos y de peso no mayor a 200g.

El robot se ubicara sobre una plataforma circular móvil el cual le permitirá moverse en todas las dirección cautivando así la atención del público.

CAPÍTULO II

2.1 ROBÓTICA

2.1.1 INTRODUCCIÓN

La robótica es una rama de la tecnología, que estudia el diseño y construcción de máquinas capaces de desempeñar tareas repetitivas o peligrosas para el ser humano.

Las ciencias y tecnologías de las que deriva podrían ser: el álgebra, los autómatas programables, las máquinas de estados, la mecánica, la electrónica y la informática. En los último tiempo la robótica ha jugado papeles muy importantes dentro del avance de la tecnología, como el envió de estos a misiones espaciales, o la reciente comercialización de robots en nuestro medio como el Asimo de Hond.

La robótica tiene sus orígenes hace miles de años. Nos basaremos en hechos registrados a través de la historia, y comenzaremos aclarando que antiguamente los robots eran conocidos con el nombre de autómatas, y la robótica no era

reconocida como ciencia, es más, la palabra robot surgió hace mucho después del origen de los autómatas.

La noción de robótica atiende una idea de estructura mecánica universal capaz de adaptarse como el hombre, a muy diversos tipos de acciones. La robótica, en sentido general abarca una amplia gama de dispositivos con muy diversas cualidades físicas y funcionales asociada a la particular estructura mecánica de aquellos, a sus características operativas y al campo de aplicación para el que está diseñado.

Por lo general, la gente reacciona de forma positiva ante los robots con los que se encuentra. Los robots domésticos para la limpieza y mantenimiento del hogar son cada vez más comunes en los hogares. No obstante, existe una cierta ansiedad sobre el impacto económico de la automatización y la amenaza del armamento robótico.

2.1.2 HISTORIA DE LA ROBÓTICA

Durante siglos el ser humano ha construido máquinas que imitan las partes del cuerpo humano. Los antiguos egipcios unieron brazos mecánicos a las estatuas de sus dioses. Estos brazos fueron operados por sacerdotes, quienes clamaban que el movimiento de estos era inspiración de sus dioses. Los griegos construyeron estatuas que operaban con sistemas hidráulicos, los cuales se utilizaban para fascinar a los adoradores de los templos.

El inicio de la robótica actual puede fijarse en la industria textil del siglo XVIII, cuando Joseph Jacquard inventa en 1801 una máquina textil programable mediante tarjetas perforadas.

La revolución industrial impulsó el desarrollo de estos agentes mecánicos, entre los cuales se destacaron el torno mecánico motorizado de Babbitt (1892) y el mecanismo programable para pintar con spray de Pollard y Roselund (1939).

Además de esto, durante los siglos XVII y XVIII fueron construidos en Europa muñecos mecánicos muy ingeniosos que tenían algunas características de los robots. Jacques de Vauncansos construyó varios músicos de tamaño humano a mediados del siglo XVIII.

Esencialmente se trataba de robots mecánicos diseñados para un propósito específico: la diversión. En 1805, Henri Maillardert construyó una muñeca mecánica que era capaz de hacer dibujos.

Una serie de levas se utilizaban como ' el programa ' para el dispositivo en el proceso de escribir y dibujar. Estas creaciones mecánicas de forma humana deben considerarse como inversiones aisladas que reflejan el genio de hombres que se anticiparon a su época.

La palabra robot se empleó por primera vez en 1920 en una obra de teatro llamada "R.U.R." o "Los Robots Universales de Rossum" escrita por el dramaturgo checo KarelCapek. La trama era sencilla: el hombre fabrica un robot, después el robot mata al hombre. Muchas películas han seguido mostrando a los robots como máquinas dañinas y amenazadoras. La palabra checa 'Robota' significa servidumbre o trabajador forzado, y cuando se tradujo al inglés se convirtió en el término robot.



Fuente: <http://www.definicionabc.com/tecnologia/robotica.php>

Fig.II.1: Avance de la robótica.

Entre los escritores de ciencia ficción, Isaac Asimov contribuyó con varias narraciones relativas a robots, que escribió a partir de 1939. A él se atribuye el acuñamiento del término Robótica.

La imagen de robot que aparece en su obra es el de una máquina bien diseñada y con una seguridad garantizada que actúa de acuerdo con tres principios.

Estos principios fueron denominados por Asimov las Tres Leyes de la Robótica, y son:

1. Un robot no puede actuar contra un ser humano o, mediante inacción, que un ser humano sufra daños.
2. Un robot debe obedecer las órdenes dadas por los seres humanos, salvo las que entren en conflicto con la primera ley.
3. Un robot debe proteger su propia existencia, a no ser que esté en conflicto con las dos primeras leyes.

Son varios los factores que intervienen para que se desarrollaran los primeros robots en la década de los 50's. a investigación en inteligencia artificial desarrolló maneras de emular el procesamiento de información humana con computadoras electrónicas e inventó una variedad de mecanismos para probar sus teorías.

El primer robot móvil de la historia, pese a sus muy limitadas capacidades, fue ELSIE (Electro-Light-Sensitive-Internal-External), construido en Inglaterra en 1953. ELSIE se limitaba a seguir una fuente de luz utilizando un sistema mecánico realimentado sin incorporar inteligencia adicional.

Las primeras patentes aparecieron en 1946 con los muy primitivos robots para traslado de maquinaria de Devol. También en ese año aparecen las primeras computadoras.

En 1954, Devol diseña el primer robot programable.

En 1960 se introdujo el primer robot "Unimate", basada en la transferencia de artículos.

En 1961 Un robot Unimate se instaló en la Ford Motors Company para atender una máquina de fundición de troquel.

En 1966 Trallfa, una firma noruega, construyó e instaló un robot de pintura por pulverización.

En 1968 apareció SHACKY del SRI (standfordResearchInstitute), que estaba provisto de una diversidad de sensores así como una cámara de visión y sensores táctiles y podía desplazarse por el suelo.

El proceso se llevaba en dos computadores conectados por radio, uno a bordo.

En 1971 El "StandfordArm", un pequeño brazo de robot de accionamiento eléctrico, se desarrolló en la StandfordUniversity.

En 1978 Se introdujo el robot PUMA para tareas de montaje por Unimation, basándose en diseños obtenidos en un estudio de la General Motors.

Actualmente, el concepto de robótica ha evolucionado hacia los sistemas móviles autónomos, que son aquellos que son capaces de desenvolverse por sí mismos en entornos desconocidos y parcialmente cambiantes sin necesidad de supervisión.

En los setenta, la NASA inicio un programa de cooperación con el Jet Propulsión Laboratory para desarrollar plataformas capaces de explorar terrenos hostiles.

En la actualidad, la robótica se debate entre modelos sumamente ambiciosos, como es el caso del IT, diseñado para expresar emociones, el COG, también

conocido como el robot de cuatro sentidos, el famoso SOUJOURNER o el LUNAR ROVER, vehículo de turismo con control remotos, y otros mucho más específicos como el CYPHER, un helicóptero robot de uso militar, el guardia de tráfico japonés ANZEN TARO o los robots mascotas de Sony.

En general la historia de la robótica la podemos clasificar en cinco generaciones: Las dos primeras, ya alcanzadas en los ochenta, incluían la gestión de tareas repetitivas con autonomía muy limitada.

La tercera generación incluiría visión artificial, en lo cual se ha avanzado mucho en los ochenta y noventas. La cuarta incluye movilidad avanzada en exteriores e interiores y la quinta entraría en el dominio de la inteligencia artificial en lo cual se está trabajando actualmente.

A continuación se presenta un cronograma de los avances de la robótica desde sus inicios:

Tabla II.I Avances de la robótica

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Rob%C3%B3tica>

Fecha	Importancia	Nombre del robot	Inventor
Siglo I d.C. y antes	Descripciones de más de 100 maquinas y autómatas, incluyendo un artefacto con fuego, un órgano de viento una maquina operad mediante una moneda, una máquina de vapor, en neumática y autómata de Herón de Alexandria.	Autónoma	Ctesibio de Alexandria, Filón de Bizancio, Herón de Alexandria.
1206	Primer robot humanoide programable	Barco con cuatro músicos robotizados	Al-Jazari
c. 1495	Diseño de un robot humanoide	Caballero mecánico	Leonardo da Vinci
1738	Pato mecánico capaz de comer, agitar sus alas y excretar	Digesting Duck	Jacques de Vaucanson
1800s	Juguetes mecánicos japoneses que sirven te, disparan flechas y pintan.	Juguetes Karakuri	Hisashige Tanaka

Tabla II.I Avances de la robótica (continuación)

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Rob%C3%B3tica>

1921	Aparece el primer autómata de ficción llamado "robot", aparece en R.U.R.	Rossum's Universal Robots	KarelCapek
1030s	Se exhibe un robot humanoide en la Exposición Universal entre los 1939 y 1940	Elektro	Westinghouse Electric Corporation
1948	Exhibición de un robot con comportamiento biológico simple	Elsiey Elmer	William Grey Walter
1956	Primer robot comercial, de la compañía Unimation fundada por George Devol y Joseph Engelberger, basada en una patente de Devol.	Unimate	George Devol
1961	Se instala el primer robot industrial	Unimate	George Devol
1963	Primer robot "palletizing"	Palletizer	FujiYusokikogyo
1973	Primer robot con seis ejes electromecánicos.	Famulus	KUKA Robot Group
1975	Brazo manipulador programable universal, un producto de Unimation	PUMA	VictorScheinman
2000	Robot Humanoide capaz de desplazarse de forma bípeda e interactuar con las personas.	ASIMO	Honda Motor Co.Ltd

2.1.3 Definición

La robótica es una rama de la tecnología, que estudia el diseño, construcción y operación de máquinas capaces de desempeñar tareas repetitivas o peligrosas para el ser humano.

Básicamente, la robótica se ocupa de todo lo concerniente a los robots, lo cual incluye el control de motores, mecanismos automáticos neumáticos, sensores, sistemas de cómputos, etc."

2.1.3.1 Robótica Física

2.1.3.1.1 Robótica Industrial

Se dedica a la construcción de máquinas capaces de realizar tareas mecánicas y repetitivas de una manera muy eficiente y con costos reducidos.

2.1.3.1.2 Robótica de Servicio

Se centra en el diseño y construcción de máquinas capaces de proporcionar servicios directamente a los miembros que forman sociedad.

2.1.3.1.3 Robótica Inteligente

Son robots capaces de desarrollar tareas que, desarrolladas en un ser humano, requieren el uso de su capacidad de razonamiento.

2.1.3.1.4 Robótica Humanoide

Se dedica al desarrollo de sistemas robotizados para imitar determinadas peculiaridades del ser humano.

2.1.3.2 Robótica de software

2.1.3.2.1 Robótica de Exploración

Es la parte de la Ingeniería del Software que se encarga de desarrollar programas capaces de explorar documentos en busca de determinados contenidos.

2.2 MICROCONTROLADORES

2.2.1 INTRODUCCIÓN

Los microcontroladores están conquistando el mundo, pero la invasión acaba de comenzar y el nacimiento del siglo XXI será testigo de la conquista masiva de estos diminutos computadores, que gobernarán la mayor parte de los aparatos que se fabrican hoy en días. Cada vez existen más productos que incorporan un microcontrolador con el fin de aumentar sustancialmente sus prestaciones, reducir su tamaño y costo, mejorar su fiabilidad, etc.

Los microcontroladores son computadores digitales integrados en un chip que cuentan con un microprocesador o unidad de procesamiento central (CPU), una memoria para almacenar el programa, una memoria para almacenar datos y puertos de entrada salida, los microcontroladores son unidades autosuficientes y más económicas.

El funcionamiento de los microcontroladores está determinado por el programa almacenado en su memoria. Este puede escribirse en distintos lenguajes de programación. Además, la mayoría de los microcontroladores actuales pueden reprogramarse repetidas veces.

Por las características mencionadas y su alta flexibilidad, los microcontroladores son ampliamente utilizados como el cerebro de una gran variedad de sistemas embebidos que controlan máquinas, componentes de sistemas complejos, como aplicaciones industriales de automatización y robótica, demótica, equipos médicos, sistemas aeroespaciales, e incluso dispositivos de la vida diaria como automóviles, hornos de microondas, teléfonos y televisores.

Frecuentemente se emplea la notación μC o las siglas MCU por microcontroller unit para referirse a los microcontroladores. De ahora en adelante, los microcontroladores serán referidos en este documento por μC .

2.2.2 CONCEPTO

Un microcontrolador es un circuito integrado programable, capaz de ejecutar las órdenes grabadas en su memoria. Está compuesto de varios bloques funcionales, los cuales cumplen una tarea específica.

2.2.3 FUNCIONAMIENTO

Aunque inicialmente todos los microcontroladores adoptaron la arquitectura clásica de Von Neumann, en el momento presente se impone la arquitectura Harvard. La arquitectura de Von Neumann se caracteriza por disponer de una sola memoria principal donde se almacenan datos e instrucciones de forma indistinta. A dicha memoria se accede a través de un sistema de buses único (direcciones, datos y control).

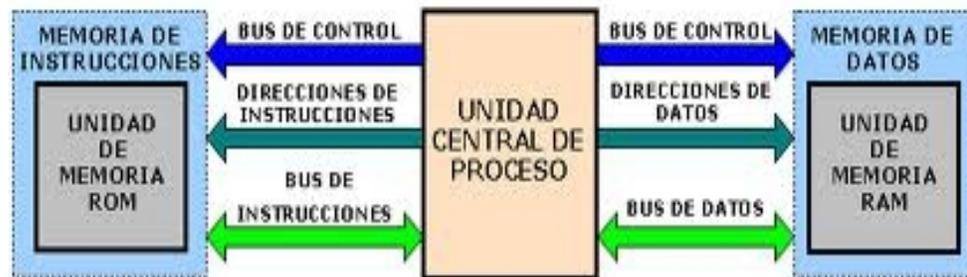
ARQUITECTURA VON NEUMANN



Fuente: <http://hardwareasir.blogspot.com/>
Fig.II.2: Arquitectura Von Neumann.

La arquitectura Harvard dispone de dos memorias independientes una, que contiene sólo instrucciones y otra, sólo datos. Ambas disponen de sus respectivos sistemas de buses de acceso y es posible realizar operaciones de acceso (lectura o escritura) simultáneamente en ambas memorias.

ARQUITECTURA HARVARD



Fuente: <http://hardwareasir.blogspot.com/>
Fig.II.3: Arquitectura Harvard.

2.2.4 Partes Principales de un Microcontrolador

Básicamente, un microcontrolador está compuesto por los siguientes componentes:

- Procesador o CPU (del inglés Central Processing Unit o Unidad Central de Proceso).
- Memoria para el programa tipo ROM.
- Memoria RAM para contener los datos.
- Líneas de E/S para comunicarse con el exterior.

El procesador o CPU

Es el elemento más importante del microcontrolador y determina sus principales características, tanto a nivel hardware como software. La CPU (Central Processing Unit o Unidad Central de Proceso) se encarga la decodificación y ejecución del programa. Actualmente, existen 3 tipos de arquitectura de procesadores:

- CISC (Computadores de Juego de Instrucciones Complejo): Disponen de más de 80 instrucciones en su repertorio, algunas de las cuales son muy sofisticadas y potentes, requiriendo muchos ciclos para su ejecución. Una ventaja de los procesadores CISC es que ofrecen instrucciones complejas que actúan como macros.
- RISC (Computadores de Juego de Instrucciones Reducido): En estos procesadores el repertorio de instrucciones es muy reducido y las instrucciones son simples y generalmente se ejecutan en un ciclo. La ventaja de éstos es que la sencillez y rapidez de las instrucciones permiten optimizar el hardware y el software del procesador.
- SISC (Computadores de Juego de Instrucciones Específico): En los microcontroladores destinados a aplicaciones muy concretas, el juego de instrucciones, además de ser reducido, es "específico", o sea, las instrucciones se adaptan a las necesidades de la aplicación pre- vista.

Memoria ROM

La memoria ROM es una memoria no volátil, es decir, que no se pierden los datos al desconectar el equipo y se destina a contener el programa de instrucciones que gobierna la aplicación. Los microcontroladores disponen de capacidades de ROM

comprendidas entre 512 bytes y 8 k bytes. Existen distintos tipos de memorias ROM, la cual determinará la aplicación del microcontrolador.

- ROM con máscara: Es una memoria no volátil de sólo lectura cuyo contenido se graba durante la fabricación del chip. El elevado costo del diseño de la máscara sólo hace aconsejable el empleo de los microcontroladores con este tipo de memoria cuando se precisan cantidades superiores a varios miles de unidades.
- OTP (One Time Programmable): El microcontrolador contiene una memoria no volátil de sólo lectura "programable una sola vez" por el usuario. Es el usuario quien puede escribir el programa en el chip mediante un sencillo grabador controlado por un programa desde una PC. La versión OTP es recomendable cuando es muy corto el ciclo de diseño del producto, o bien, en la construcción de prototipos y series muy pequeñas. Tanto en este tipo de memoria como en la EPROM, se suele usar la encriptación mediante fusibles para proteger el código contenido.
- EPROM: Los microcontroladores que disponen de memoria EPROM (Erasable Program-mable Read Only Memory) pueden borrarse y grabarse muchas veces. La grabación se realiza, como en el caso de los OTP, con un grabador gobernado desde un PC. Si, posteriormente, se desea borrar el contenido, disponen de una ventana de cristal en su superficie por la que se somete a la EPROM a rayos ultravioleta durante varios minutos. Las cápsulas son de material cerámico y son más caros que los microcontroladores con memoria OTP que están hechos con material plástico.
- EEPROM: Se trata de memorias de sólo lectura, las cuales se puede escribir y borrar eléctricamente. EEPROM (Electrical Erasable

- Programmable Read Only Memory). Tanto la programación como el borrado, se realizan eléctricamente desde el propio grabador y bajo el control programado de un PC.

Es muy cómoda y rápida la operación de grabado y la de borrado. No disponen de ventana de cristal en la superficie. Los microcontroladores dotados de memoria EEPROM una vez instalados en el circuito, pueden grabarse y borrarse cuantas veces se quiera sin ser retirados de dicho circuito. Para ello se usan "grabadores en circuito" que confieren una gran flexibilidad y rapidez a la hora de realizar modificaciones en el programa de trabajo.

El número de veces que puede grabarse y borrarse una memoria EEPROM es finito, por lo que no es recomendable una reprogramación continua. Son muy idóneos para la enseñanza y la Ingeniería de diseño. Este tipo de memoria es relativamente lenta.

- FLASH: Se trata de una memoria no volátil, de bajo consumo, que se puede escribir y borrar. Funciona como una ROM y una RAM pero consume menos y es más pequeña. A diferencia de la ROM, la memoria FLASH es programable en el circuito. Es más rápida y de mayor densidad que la EEPROM. La alternativa FLASH está recomendada frente a la EE-PROM cuando se precisa gran cantidad de memoria de programa no volátil. Es más veloz y tolera más ciclos de escritura y borrado.

Memoria RAM

La memoria RAM es una memoria volátil, es decir, que se pierden los datos al desconectar el equipo, y se destina a guardar las variables y los datos. Los microcontroladores disponen de capacidades de RAM comprendidas entre 20 y 512 bytes.

Líneas de Entrada/Salida (E/S), (Puertos)

Los microcontroladores cuentan con una serie de pines destinados a entrada y salida de datos o señales digitales. A estos pines se les denomina "Puerto". Como mencionamos anteriormente, todo el funcionamiento del microcontrolador está controlado a través de los registros. Los puertos no son la excepción, también están controlados por los registros.

Por esto, un puerto no puede estar formado por más de 8 pines; 1 Pin por cada Bit de un registro. Un puerto si puede estar formado por menos de 8 pines. Un microcontrolador puede contener varios puertos dependiendo del modelo. A cada puerto se lo identifica con una letra.

Por ejemplo; "Puerto A", "Puerto B", etc. Para poder utilizar un puerto, primero el mismo debe ser configurado. Cada pin de un puerto puede ser configurado como entrada o salida independientemente del resto de los pines del mismo puerto.

2.2.5 Recursos Especiales

Cada microcontrolador incorpora características diferentes a los demás, estas características dependen del fabricante y versión del microcontrolador, simplemente estos recursos deben representar alguna ventaja o facilidad a la hora de hacer un diseño. La labor del diseñador es encontrar el modelo mínimo que satisfaga todos los requerimientos de su aplicación. De esta forma, minimizará el coste, el hardware y el software. Los principales recursos específicos que incorporan los microcontroladores son:

- Temporizadores o **Timers**.
- Perro guardián o **Watchdog**.
- Protección ante fallo de alimentación o **Brownout**.
- Estado de reposo o de bajo consumo (**Sleepmode**).
- Conversor A/D (Analógico ->Digital).

- Conversor D/A (Digital ->Analógico).
- Comparador analógico.
- Modulador de anchura de impulsos o PWM (**PulseWideModulation**).
- Puertas de E/S digitales.
- Puertas de comunicación.

Temporizadores o “Timers”

Se emplean para controlar periodos de tiempo (temporizadores) y para llevar la cuenta de acontecimientos que suceden en el exterior (contadores).

Para la medida de tiempos se carga un registro con el valor adecuado y a continuación dicho valor se va incrementando o decrementando al ritmo de los impulsos de reloj o algún múltiplo hasta que se desborde y llegue a 0, momento en el que se produce un aviso.

Perro guardián o Watchdog

Cuando el computador personal se bloquea por un fallo del software u otra causa, se pulsa el botón del reset y se reinicia el sistema.

Pero un microcontrolador funciona sin el control de un supervisor y de forma continuada las 24 horas del día. El Perro Guardián consiste en un contador que, cuando llega al máximo, provoca un reset automáticamente en el sistema.

Se debe diseñar el programa de trabajo que controla la tarea de forma que resetee al Perro Guardián de vez en cuando antes de que provoque el reset. Si falla el programa o se bloquea (si cae en bucle infinito), no se refrescará al Perro guardián y, al completar su temporización, provocará el reset del sistema.

Protección ante fallo de alimentación o Brownout

Se trata de un circuito que resetea al microcontrolador cuando el voltaje de alimentación (VDD) es inferior aun voltaje mínimo (brownout). Mientras el voltaje de alimentación sea inferior al de brownout el dispositivo se mantiene reseteado,

comenzando a funcionar normalmente cuando sobrepasa dicho valor. Esto es muy útil para evitar datos erróneos por transiciones y ruidos en la línea de alimentación.

Modo de bajo consumo (Sleep)

Esta característica permite que el microcontrolador entre a un estado pasivo donde consume muy poca potencia. Se usa en muchas aplicaciones donde el micro debe esperar sin hacer nada, a que se produzca algún acontecimiento externo que lo ponga de nuevo en funcionamiento.

En dicho estado se detiene el reloj principal y se “congelan” sus circuitos asociados, quedando sumido en un profundo “sueño” el microcontrolador. Al activarse una interrupción ocasionada por el acontecimiento esperado, el microcontrolador se despierta y reanuda su trabajo.

Conversor A/D (CAD)

Los microcontroladores que incorporan un Conversor A/D (Analógico/Digital) pueden procesar señales analógicas, tan abundantes en las aplicaciones. Suelen disponer de un multiplexor que permite aplicar a la entrada del CAD diversas señales analógicas desde las patillas del circuito integrado.

Conversor D/A (CDA)

Transforma los datos digitales obtenidos del procesamiento del computador en su correspondiente señal analógica que saca al exterior por una de las patillas del chip. Existen muchos circuitos que trabajan con señales analógicas.

Comparador analógico

Algunos modelos de microcontroladores disponen internamente de un Amplificador Operacional que actúa como comparador entre una señal fija de referencia y otra variable que se aplica por una de las patitas de la cápsula. La salida del comparador proporciona un nivel lógico 1 ó 0 según una señal sea mayor o menor que la otra.

Modulador de anchura de impulsos o PWM

La modulación por ancho de pulsos de una señal o fuente de energía es una técnica en la que se modifica el ciclo de trabajo de una señal periódica, ya sea para transmitir información a través de un canal de comunicaciones o para controlar la cantidad de energía que se envía a una carga. Estos impulsos de anchura variable, se ofrecen al exterior a través de las pines del encapsulado.

Puertos de E/S

Los puertos son el puente entre el microcontrolador y el mundo exterior. Son líneas que trabajan entre cero y cinco voltios. Las líneas digitales de los Puertos pueden configurarse como Entrada o como Salida cargando un 1 ó un 0 en el BIT correspondiente de un registro destinado a su configuración.

Puertos de comunicación

Con objeto de dotar al microcontrolador de la posibilidad de comunicarse con otros dispositivos externos, otros buses de microprocesadores, buses de sistemas, buses de redes y poder adaptarlos con otros elementos bajo otras normas y protocolos. Algunos modelos disponen de recursos que permiten directamente esta tarea, entre los que destacan:

- UART, adaptador de comunicación serie asíncrona.
- USART, adaptador de comunicación serie síncrona y asíncrona
- Puerta paralela esclava para poder conectarse con los buses de otros microprocesadores.
- USB (Universal Serial Bus), que es un moderno bus serie para los PC.
- Bus I2C, que es un interfaz serie de dos hilos desarrollado por Philips.
- CAN (Controller Area Network), para permitir la adaptación con redes de conexionado multiplexado desarrollado conjuntamente por Bosch

e Intel para el cableado de dispositivos en automóviles. En EE.UU. se usa elJ1850.

Interrupciones

Se trata de un acontecimiento que hace que el micro deje de lado lo que se encuentra realizando, atiende ese suceso y luego regrese y continúe con lo suyo. Existen dos tipos de interrupciones posibles, una es mediante una acción externa (es decir por la activación de uno de sus pines), la otra es interna (por ejemplo cuando ocurre el desbordamiento de uno de sus registros).

2.2.6 Microcontrolador 16F877A

En este proyecto se utilizó el PIC 16F877. Este microcontrolador es fabricado por MicroChip familia a la cual se le denomina PIC. El modelo 16F877 posee varias características que hacen a este microcontrolador un dispositivo muy versátil, eficiente y práctico para ser empleado en la aplicación que posteriormente será detallada.

Algunas de estas características se muestran a continuación:

- Soporta modo de comunicación serial, posee dos pines para ello.
- Amplia memoria para datos y programa.
- Memoria reprogramable: La memoria en este PIC es la que se denomina FLASH; este tipo de memoria se puede borrar electrónicamente (esto corresponde a la "F" en el modelo).
- Set de instrucciones reducidas (tipo RISC), pero con las instrucciones necesarias para facilitar su manejo.

En la siguiente tabla se pueden observar las características más relevantes del dispositivo:

Tabla II.II Características del microcontrolador 16F877

Fuente:<http://www.monografias.com/trabajos18/descripcion-pic/descripcion-pic.shtml>

CARACTERÍSTICAS	16F877
Frecuencia máxima	DX-20MHz
Memoria de programa flash palabra de 14 bits	8KB
Posiciones RAM de datos	368
Posiciones EEPROM de datos	256
Puertos E/S	A,B,C,D,E
Número de pines	40
Interrupciones	14
Timers	3
Módulos CCP	2
Comunicaciones Serie	MSSP, USART
Comunicaciones paralelo	PSP
Líneas de entrada de CAD de 10 bits	8
Juego de instrucciones	35 Instrucciones
Longitud de la instrucción	14 bits
Arquitectura	Harvard
CPU	Risc
Canales Pwm	2
Pila Harware	-
Ejecución En 1 Ciclo Máquina	-

2.2.7 COMUNICACIÓN SERIAL ASINCRONA

Es una comunicación que transmite secuencialmente bit de datos de uno en uno a través de la línea de señal. La mayoría de los microcontroladores contiene un asíncrono universal receptor-transmisor (UART), que es un circuito de transmisión y recepción para la comunicación asincrónica en serie o un receivertransmitter universal, síncrona y asincrónica (USART), que se basa en la UART pero con un circuito adicional para la comunicación serial síncrona.

UART (Universal asynchronous receiver/transmitter)- transmisor-receptor asíncrono universal). Se utiliza principalmente para la comunicación serial asíncrono de microcontroladores, mientras que la interfaz I2C y periférica serial (SPI) se utilizan a menudo para la comunicación serial síncrona.

Este tipo de conexión es asíncrona, lo que significa que no se utiliza una línea especial para transmitir la señal de reloj. En algunas aplicaciones este rasgo es crucial (por ejemplo, en mandar datos a distancia por RF o por luz infrarroja).

Puesto que se utiliza sólo una línea de comunicación, tanto el receptor como el transmisor reciben y envían los datos a velocidad misma que ha sido predefinida para mantener la sincronización necesaria.

Esto es una manera simple de transmitir datos puesto que básicamente representa una conversión de datos de 8 bits de paralelo a serial. La velocidad de transmisión no es alta, es hasta 1 Mbit/sec.

Classifica-tion	Name of standard	Num ber of signal lines	Notes
Asynchro-nous	UART (universal asynchronous receiver-transmitter)	3	Applicable to Local Interconnect Network (LIN), etc.
Synchro-nous	I ² C (inter-integrated circuit)	2	Proposed by Philips. First standardized in 1992.
	SPI (serial peripheral interface)	3	Proposed by Motorola.

Fuente: http://techon.nikkeibp.co.jp/english/handbook/MCU/words_09.html

Fig.II.4: Comunicación serial de los microcontroladores.

2.3 Servos

2.3.1 Introducción

Los servos son extremadamente populares en aplicaciones robóticas, aeromodelismo y radio control (RC), tanto para coches como para barcos. La mayoría de los servo pueden girar entre 90 y 180 grados.

Algunos rotan 360 grados o más. Sin embargo, los servos comerciales no pueden rotar continuamente, lo que significa que no se pueden utilizar para ruedas motrices (a menos que sean modificados), pero su posicionamiento de precisión

los hace ideales para brazos robot, para articulaciones, cremalleras de dirección y analizadores de sensor por poner algunos ejemplos.

Los servos son independientes, los circuitos de control de velocidad y ángulo son muy fáciles de implementar, mientras que los precios se mantienen muy asequibles. Para utilizar un servo, sólo tiene que conectar el cable a tierra (negro), el rojo a la alimentación de 4,8-6V, el cable amarillo ó blanco a un generador de señal (por ejemplo a partir de un microcontrolador).

Variar el ancho de pulso de onda cuadrada de 1-2 ms y el servo se colocará en una posición controlada y a una velocidad dada.

Los servomotores, son motores especiales que por norma no son de rotación continua, o sea, que a diferencia de los motores normales que giran continuamente, los servomotores mantienen una posición determinada indicada por el usuario mediante un pulso PWM. Un servomotor por norma general sólo gira 180 grados, pero como se ha indicado, tienen una característica especial, y es la de mantener dicha posición.

Es por esto por lo que se utilizan para realizar la función que los músculos tienen en las personas. Internamente, están formados por un motor de rotación continua, una reductora (engranajes que aumentan la fuerza pero disminuyen la velocidad angular, la de giro) y electrónica necesaria de control.

Los Servos son sumamente útiles en robótica, tiene internamente una circuitería de control interna y es sumamente poderoso para su tamaño.

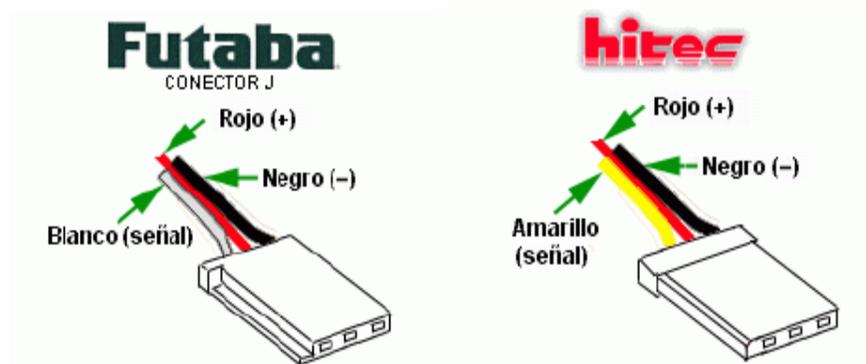
2.3.2 Concepto

Un servomotor es un dispositivo actuador que tiene la capacidad de ubicarse en cualquier posición dentro de su rango de operación, y de mantenerse estable en dicha posición.

Está formado por un motor de corriente continua, una caja reductora y un circuito de control, y su margen de funcionamiento generalmente es de menos de una vuelta completa.

2.3.3 Funcionamiento

Los servos disponen de tres cables: dos cables de alimentación (positivo y negativo/masa) que suministran un voltaje 4.8-6V y un cable de control que indica la posición deseada al circuito de control mediante señales PWM (“Pulse WidthModulation”).



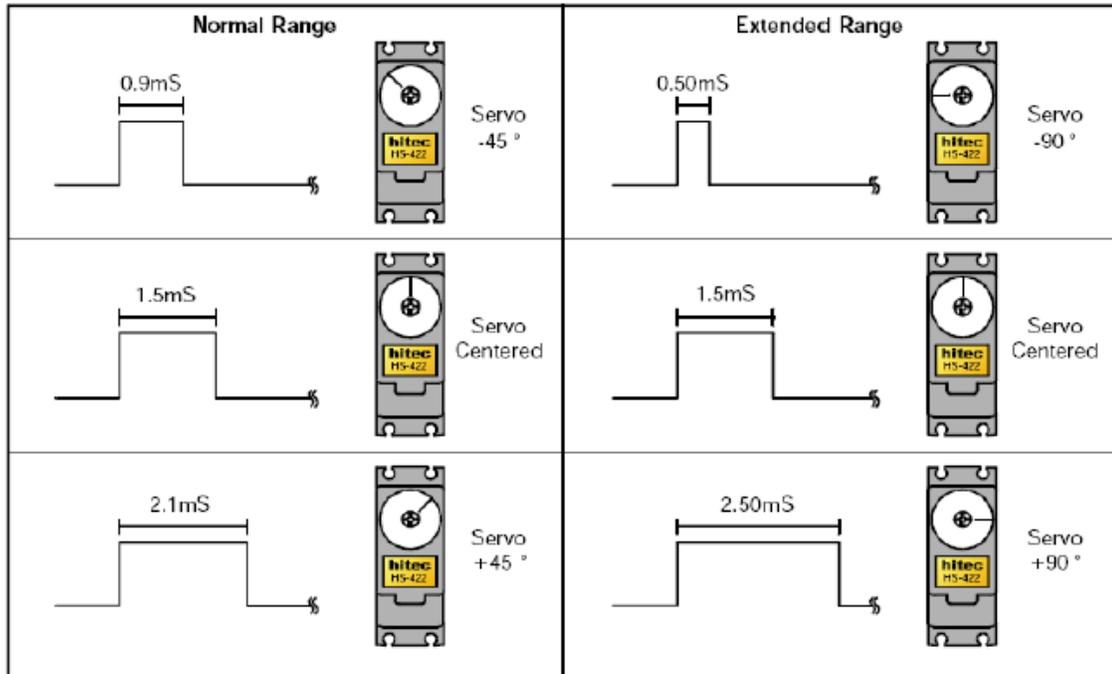
Fuente: <http://www.aurova.ua.es:8080/proyectos/dpi2005/docs/publicaciones/pub09-ServoMotores/servos.pdf>

Fig.II.5: Colores de los cables de los servos.

Las señales PWM utilizadas para controlar los servos están formadas por pulsos positivos cuya duración es proporcional a la posición deseada del servo y que se repiten cada 20ms (50Hz). Todos los servos pueden funcionar correctamente en un rango de movimiento de 90°, que se corresponde con pulsos PWM comprendidos entre 0.9 y 2.1ms.

Sin embargo, también existen servos que se pueden mover en un rango extendido de 180° y sus pulsos de control varían entre 0.5 y 2.5ms. Antes de utilizar un servo habrá que comprobar experimentalmente su rango de movimiento para no

dañarlo. Para mantener fijo un servo en una posición habrá que enviar periódicamente el pulso correspondiente; ya que si no recibe señales, el eje del servo quedará libre y se podrá mover ejerciendo una leve presión.



Fuente: <http://www.aurova.ua.es:8080/proyectos/dpi2005/docs/publicaciones/pub09-ServoMotores/servos.pdf>

Fig.II.6: Pulsos PWM para controlar los servos.

2.3.3.1 Datos Técnicos

Tabla.II.III Características técnicas de algunas marcas de servos

Fuente: <http://www2.elo.utfsm.cl/~mineducagv/docs/ListaDetalladadeModulos/servos.pdf>

Fabricante	Duración del pulso [ms]			Frec. [Hz]	Color de los cables		
	Minima (0°)	Neutral (90°)	Máxima (180°)		Positivo	Negativo	Control
Futaba	0.9	1.5	2.1	50	Rojo	Negro	Blanco
Hitech	0.9	1.5	2.1	50	Rojo	Negro	Amarillo
Graupner/Jr	0.8	1.5	2.2	50	Rojo	Marrón	Naranja
Multiplex	1.05	1.6	2.15	40	Rojo	Negro	Amarillo
Robbe	0.65	1.3	1.95	50	Rojo	Negro	Blanco
Simprop	1.2	1.7	2.2	50	Rojo	Azul	Negro

2.4 Cámara inalámbrica con audio bidireccional

2.4.1 Introducción

Es uno de los grandes resultados que nos trajo la era digital con la globalización de la información; y es el termino que sorprendió al mundo al capturar , comprimir las secuencias de imágenes en movimiento (video) en un flujo de datos que puede ser trasmitido por redes de computadoras, también conocidas como REDES IP(LAN/WLAN/WAN/Internet).

Es una tecnología de vigilancia visual que combina los beneficios analógicos de los tradicionales CCTV (*Circuito Cerrado de Televisión*) con las ventajas digitales de las redes de comunicación **IP** (Internet Protocol), permitiendo la supervisión local y/o remota de imágenes y audio así como el tratamiento digital de las imágenes, para aplicaciones como el reconocimiento facial entre otras.

El transporte de video por redes de datos ha sido posible hoy día, gracias a:

- Los avances en las técnicas de digitalización y compresión de imágenes.
- El Crecimiento en las Redes de datos (IP Networks).
- El desarrollo y comercialización cada vez mayor de equipos de video digitales que han sido de interés mundial (Satélites, Televisión digital por cables, DVD, etc.).

2.4.2 Concepto

Cámaras que transmiten una señal de vídeo y audio a un receptor inalámbrico a través de una banda de radio, a cualquier equipo del mundo a través de internet.

No precisan estar conectado a un ordenador ni instalar ningún software puesto que tienen su propio hardware y software de servidor Web.

Además permiten el envío de emails con imágenes cuando detectan movimiento o su publicación en una Web. Pueden también grabar las imágenes en vídeo de

forma continua o ante una alarma de movimiento en un ordenador para su posterior revisión.



Fuente: http://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-400806717-camara-ip-inalambrica-wifi-dia-y-noche-audio-bidireccional-_JM

Fig.II.7: Cámara ip.

2.4.3 Función

2.4.3.1 Datos técnicos

Tabla.II.IV Ficha técnica de la cámara inalámbrica audio bidireccional.

Fuente: <http://www.canariascci.com/index.php/productos/vidovigilancia-ip/camaras-inalambricas/>

CARACTERISTICAS	
Sensor de imagen:	1/4" 640x480 Color CMOS sensor.
Lente:	Lente 3,6mm/F2.0.
Sensibilidad:	0 lux (IR ON).
Angulo de visión:	72°.
LEDS de infrarrojos:	10 LEDS / automático / manual - Controlable remotamente.
Función espejo (mirror):	Volteo horizontal (180°) de la imagen por configuración.
Función Flip/ Mirror:	Volteo vertical (180°) de la imagen por configuración.
Ajuste de vídeo:	Brillo, contraste, saturación y Hue. Resolución: 640x480/320x240/160x120.
Horizontal:	300° / Vertical: 120°.
Paneo automático:	Sí. Movimiento horizontal y vertical continuo a velocidad constante, configurable en número de pasadas (máx. 10) y velocidad. Sólo activable manualmente
Alimentación y consumo: Temperatura Trabajo:	DC5V / <6W. -20°C a 50°C.
Peso: Dimensiones:	245 gramos. 100 x 99 x 118 mm.
Micrófono incorporado: Conexiones de audio:	Sí. 1 micrófono y 1 salida para altavoces / ADPCM.
Conexiones de audio:	1 micrófono y 1 salida para altavoces / ADPCM.

2.5 Métodos de publicidad

2.5.1 Introducción

La publicidad es parte integral de nuestra sociedad debido a que está estrechamente relacionada con la fabricación, distribución, comercialización y venta tanto de productos como de servicios.

Por otro lado la publicidad existe por muchas razones entre las que podemos destacar:

- Es parte de nuestro sistema de comunicación
- Informa a la gente de la disponibilidad de productos y servicios
- Proporciona información que ayuda a tomar decisiones fundamentales
- Informa a la agente acerca de sus derechos y obligaciones como ciudadano

La Publicidad se ha convertido en una parte esencial del mundo. Si usted tiene un buen producto o un servicio eficiente a la oferta, es necesario dominar el arte de la venta de la misma.

Mientras que algunas agencias de publicidad podrían pegarse a los métodos de publicidad tradicionales, la mayoría de los principales jugadores están recurriendo a los métodos de publicidad frescos y modernos. Hay un nuevo culto de los anunciantes actuales que están experimentando con ideas que son realmente modernos e innovadores. Anuncios en periódicos y volantes de colores son tan pasados de moda.

Las actividades de publicidad tienen por objeto cultivar una imagen fuerte y positiva de la organización entre sus grupos de interés. Depende a menudo en el diseño y la implementación de un plan bien diseñado de relaciones públicas. El plan incluye a menudo la descripción de lo que quiere transmitir a quién, cómo la va a transmitir, que es responsable para transmitir y cuando.

La publicidad es una forma de comunicación utilizada para estimular o persuadir a un público (los espectadores, lectores u oyentes. A veces un grupo específico de personas.), para continuar o emprender alguna acción nueva. Por lo general, el resultado deseado es conducir el comportamiento del consumidor con respecto a una oferta comercial.

2.5.2 Medios de la publicidad

La publicidad es una disciplina científica cuyo objetivo es persuadir al público con un mensaje comercial para que tome la decisión de compra de un producto o servicio que una organización ofrece.

La publicidad llega al público a través de los medios de comunicación. Dichos medios de comunicación emiten los anuncios a cambio de una contraprestación previamente fijada para adquirir espacios en un contrato de compra-venta por la agencia de publicidad y el medio, emitiendo el anuncio en la cadena durante un horario previamente fijado por la agencia; este contrato es denominado contrato de emisión o de difusión.

Las mismas técnicas de publicidad que promocionan productos comerciales y servicios se pueden utilizar para informar, para educar y para motivar al público sobre cuestiones serias sin contenido comercial, tales como el sida, el ahorro de energía o la tala de árboles.

La publicidad, en su forma no comercial, es una herramienta educativa de gran envergadura capaz de alcanzar y de motivar a gran cantidad de público. «La publicidad justifica su existencia cuando se utiliza para el interés público; es una herramienta de demasiado gran alcance para utilizarla solamente para los propósitos comerciales»

Publicidad de servicio público, publicidad no comercial, publicidad de interés público, mercadotecnia de causa y mercadotecnia social son diferentes términos o

aspectos del uso de técnicas sofisticadas de publicidad y de comunicación de mercadeo (asociadas generalmente a empresa comercial) al servicio de asuntos de interés y de iniciativas no comerciales. La publicidad de servicio público alcanzó su auge durante la I y II Guerra mundial bajo la dirección de varias agencias de estatales de Estados Unidos.

A través de la investigación, el análisis y estudio de numerosas disciplinas, tales como la psicología, la sociología, la antropología, la estadística, y la economía, que son halladas en el estudio de mercado, se podrá desarrollar un mensaje adecuado para el público.

2.5.3 Tipos de Publicidad

Los medios de publicidad se dividen, de forma general, en tres grandes grupos según los tipos de medios de comunicación que engloban:

- **Medios Masivos:** Son aquellos que afectan a un mayor número de personas en un momento dado. También se conocen como medios medidos.
- **Medios Auxiliares o Complementarios:** Éstos afectan a un menor número de personas en un momento dado. También se conocen como medios no medidos.
- **Medios Alternativos:** Son aquellas formas nuevas de promoción de productos, algunas ordinarias y otras muy innovadoras.

Cada uno de estos grupos incluye una diversidad de tipos de medios de comunicación, como se podrá ver en detalle a continuación:

Medios Masivos: Dentro de este grupo se encuentran los siguientes tipos de medios de comunicación:

- Televisión: Es un medio audiovisual masivo que permite a los publicistas desplegar toda su creatividad porque pueden combinar imagen, sonido y movimiento.

Según Lamb, Hair y McDaniel, las emisoras de televisión abarcan la televisión de cadena o red (ABC, CBS, NBC y Fox Network), las estaciones independientes, la televisión por cable y un relativo recién llegado, la televisión satelital de emisión directa.

Sus principales ventajas son: Buena cobertura de mercados masivos; costo bajo por exposición; combina imagen, sonido y movimiento; atractivo para los sentidos.

Entre sus principales limitaciones se encuentran: Costos absolutos elevados; saturación alta; exposición efímera, menor selectividad de público.

- Radio: Es un medio "solo-audio" que en la actualidad está recobrando su popularidad.

Según Lamb, Hair y McDaniel, escuchar la radio ha tenido un crecimiento paralelo a la población sobre todo por su naturaleza inmediata, portátil, que engrana tan bien con un estilo de vida rápido. Además, según los mencionados autores, los radio-escuchadores tienden a prender la radio de manera habitual y en horarios predecibles.

Los horarios más populares son los de "las horas de conducir", cuando los que van en su vehículo constituyen un vasto auditorio cautivo.

Sus principales ventajas son: Buena aceptación local; selectividad geográfica elevada y demográfica; costo bajo. Además, es bastante económico en comparación con otros medios y es un medio adaptable, es decir, puede cambiarse el mensaje con rapidez.

Sus principales limitaciones son: Solo audio; exposición efímera; baja atención (es el medio escuchado a medias); audiencias fragmentadas.

- Periódicos: Son medios visuales masivos, ideales para anunciantes locales. Sus principales ventajas son: Flexibilidad; actualidad; buena cobertura de mercados locales; aceptabilidad amplia; credibilidad alta. Además, son accesibles a pequeños comerciantes que deseen anunciarse.

Entre sus principales limitaciones y desventajas se encuentran: Vida corta; calidad baja de reproducción; pocos lectores del mismo ejemplar físico y no es selectivo con relación a los grupos socioeconómicos.

- Revistas: Son un medio visual "masivo-selectivo" porque se dirigen a públicos especializados pero de forma masiva, lo que les permite llegar a más clientes potenciales.

Según Laura Fischer y Jorge Espejo, son de lectura confortable además de que permiten la realización de gran variedad de anuncios:

- Desplegados: Anuncios que se desdoblán en 3 o 4 páginas.
- Gate Folder: Parecido al anterior pero este es desprendible.
- Booklets: Anuncios desprendibles en forma de folleto.
- Cuponeo: Cupón desprendible, además del anuncio impreso.
- Muestreo: Cuando en el anuncio va una pequeña muestra del producto.

Sus principales ventajas son: Selectividad geográfica y demográfica alta; credibilidad y prestigio; reproducción de calidad alta; larga vida y varios lectores del mismo ejemplar físico.

Sus limitaciones son: Larga anticipación para comprar un anuncio; costo elevado; no hay garantía de posición.

- Internet: Hoy en día, el internet es un medio audiovisual interactivo y selectivo, que dependiendo del tipo de producto y la audiencia al que va dirigido, puede llegar a una buena parte de los clientes potenciales.

Para emplear este medio, los anunciantes necesitan colocar un sitio web en la red para presentar sus productos y servicios. Luego, deben promocionarlo (para atraer a la mayor cantidad de visitantes interesados en lo que ofrecen), primero, posicionándolo entre los primeros resultados de búsqueda de los principales buscadores (Google, Yahoo, Altavista, MSN) para llegar al 85% de personas que utilizan esos recursos para encontrar lo que buscan en internet; y segundo, colocando en otros sitios web (relacionados directa o indirectamente con sus productos o servicios), uno o más de los siguientes elementos publicitarios: banners, botones, pop-ups y pop-unders, mensajes de texto y otros, con la finalidad de atraer a la mayor cantidad de personas interesadas.

Las ventajas de este medio son: Selectividad alta; costo bajo; impacto inmediato; capacidades interactivas.

Entre sus principales limitaciones se encuentran: Público pequeño; impacto relativamente bajo; el público controla la exposición.

- Cine: Es un medio audiovisual masivo que permite llegar a un amplio grupo de personas "cautivas" pero con baja selectividad. Sus ventajas son: Audiencia cautiva y mayor nitidez de los anuncios de color. Entre sus desventajas se encuentran: Poco selectivo en cuanto a sexo, edad y nivel socioeconómico, y es bastante caro.

Medios Auxiliares o Complementarios: Este grupo de medios incluye los siguientes tipos de medios de comunicación:

- Medios en Exteriores o Publicidad Exterior: Es un medio, por lo general, visual que se encuentra en exteriores o al aire libre. Según Lamb, Hair y McDaniel, es un medio flexible, de bajo costo, capaz de asumir una gran variedad de formas. Los ejemplos incluyen: espectaculares, escritura en el cielo, globos gigantes, mini-carteles en centros comerciales y en paradas de autobuses y aeropuertos, y anuncios en los costados de los autos, camiones y autobuses, e incluso en los enormes depósitos o tanques de agua.

Sus ventajas son: Flexibilidad alta; exposición repetida; bajo costo; baja competencia de mensajes; buena selectividad por localización. Algunas de sus desventajas son: No selectivo en cuanto a edad, sexo y nivel socioeconómico, no tiene profundos efectos en los lectores, se le critica por constituir un peligro para el tránsito y porque arruina el paisaje natural.

- Publicidad Interior: Consiste en medios visuales (y en algunos casos incluyen audio) colocados en lugares cerrados donde las personas pasan o se detienen brevemente.

Según Laura Fischer y Jorge Espejo, ésta publicidad se coloca en: Estadios deportivos; plazas de toros; interior de los camiones; trolebuses y tranvías urbanos; la parte inferior de pantallas cinematográficas (marquesinas luminosas) y el interior del metro, ya sea dentro de los vagones o en los andenes.

Sus ventajas son: Bajo costo, audiencia cautiva, selectividad geográfica. Sus desventajas son: No da seguridad de resultados rápidos, no llega a profesionales ni a empresarios, son muy numerosos y tienden a parecerse tanto que se confunden.

- Publicidad Directa o Correo Directo: Este medio auxiliar o complementario consiste, por lo general, en enviar un anuncio impreso al cliente potencial o actual.

Según Laura Fischer y Jorge Espejo, la publicidad directa emplea muchas formas (por ejemplo, tarjetas postales, cartas, catálogos, folletos, calendarios, boletines, circulares, anexos en sobres y paquetes, muestrarios, etcétera). La más usual es el folleto o volante.

Sus ventajas son: Selectividad de público alta; no hay competencia publicitaria dentro del mismo medio; permite personalizar. Sus limitaciones son: Costo relativamente alto por exposición; imagen de "correo basura".

Medios Alternativos: Son aquellos medios que no se encuentran en las anteriores clasificaciones y que pueden ser muy innovadores. Según Lamb, Hair y McDaniel, dentro de este grupo se encuentran los siguientes tipos de medios de comunicación:

- Faxes.
- Carritos de compras con vídeo en las tiendas comerciales.
- Protectores de pantallas de computadoras.
- Discos compactos.
- Kioscos interactivos en tiendas departamentales.
- Anuncios que pasan antes de las películas en los cines y en las videocasetes rentadas.

Además, según los mencionados autores, casi cualquier cosa puede convertirse en un vehículo para exhibir publicidad. Por ejemplo, los elevadores (ascensores) incluirán o ya incluyen pantallas para exhibir noticias, información y publicidad

para captar la atención de trabajadores de altos ingresos en los grandes edificios de oficinas.

2.5.4 Sistemas Móviles Publicitarios

2.5.4.1 La Robótica dentro de la publicidad

Según la Federación Internacional de Robótica (IFR), un robot de servicio es un robot que opera de forma parcial o totalmente autónoma, para realizar servicios útiles para el bienestar de los humanos y del equipamiento.

La robótica de servicios tiene grandes perspectivas de crecimiento en los próximos años. Se trata de una cierta extensión de la robótica industrial en la que se desarrollan nuevos robots no involucrados directamente en tareas productivas que dan respuestas a necesidades específicas de la industria actual.

La robótica en la publicidad es muy utilizada actualmente en exposiciones, parques de atracciones, ferias y otros eventos que ayudan a atraer y a entretener al público asistente. Algunos de ellos forman parte del conjunto de robots más avanzados en la actualidad a nivel de movimientos, gestos e inteligencia.

Los robots publicitarios están conformados por sistemas robotizados con manejo gráfico y auditivo para la presentación de sus productos desde un enfoque de innovación y tecnología. Manejo de sistemas con tecnología de punta que permiten el posicionamiento de bienes y servicios enfocado exactamente en su Mercado objetivo. No se requieren grandes inversiones pues los sistemas son alquilados por el tiempo que se requieren y con la programación adecuada para cada evento.

2.6 MicroCode Studio

2.6.1 Introducción

MicroCode Studio es una interface utilizada para la programación de microcontroladores utilizando el lenguaje Basic. Cuenta con un entorno de gran alcance visual de desarrollo integrado (IDE) logrando contener un circuito de depuración (ICD), capacidad diseñada específicamente para Micro Engineering Labs TM **PICBASIC** y PICBASIC PRO TM compilador.

En este programa se puede escribir el código del programa, vamos a encontrar una corrección de errores de sintaxis, otro de los beneficios es que ordena las subrutinas. En el MicroCode al finalizar el programa, compilas y vas a tener generado el archivo .Hex, los programas deben ser guardados en formato Picbasis .Bas

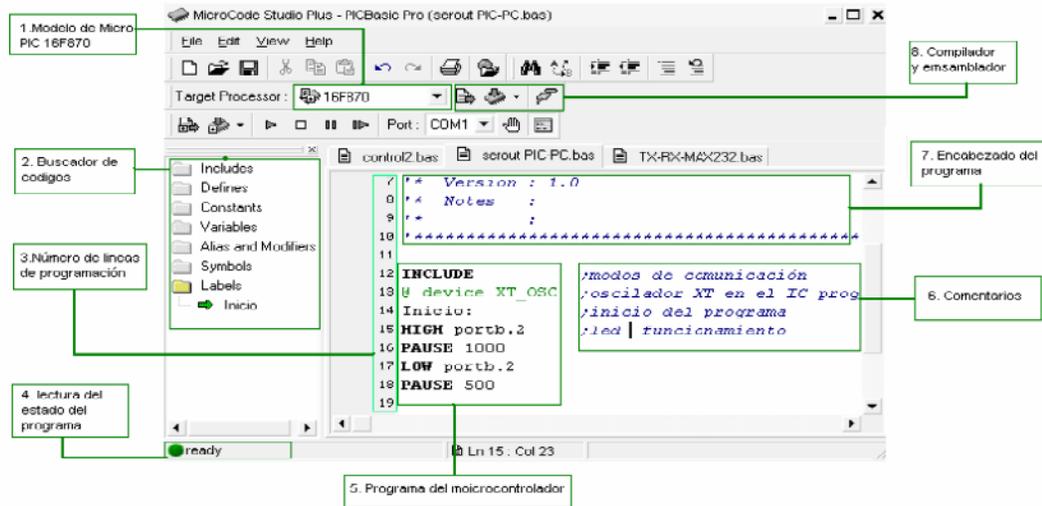
MicroCode Studio incluye ahora EasyHID Wizard, una herramienta de generación de código libre que permite a los usuarios implementar rápidamente una comunicación bidireccional entre un PIC TM integrado un microcontrolador y un PC.

Los errores de compilación y el ensamblador pueden ser fácilmente identificados y corregidos mediante la ventana de error de los resultados. Simplemente haciendo clic en un error de compilación y MicroCode Studio automáticamente te llevará a la línea de error. MicroCode Studio incluso viene con una serie de ventana de comunicaciones, lo que le permite ver la salida de depuración y de serie de su microcontrolador.

2.6.2 Principales Características

MicroCode es un programa editor de texto como un bloc de notas, pero con la diferencia que está hecho exclusivamente para facilitar la programación de los microcontroladores PIC.

Los procedimientos para programar son muy sencillos, los cuales deben estar acorde con el modelo de microcontrolador a usarse, con esto se debe elegir el microcontrolador en este caso es el PIC 16F877A el cual es uso de esta tesis, este programa de escritura no trabaja solo necesita de un compilador, ensamblador y programador para que se encuentre completo.



Fuente: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1995/1/CD-1101.pdf>

Fig.II.8: Partes de la pantalla del programa MicroCode.

Para la programación en MicroCode se utiliza el set de instrucciones proporcionado por el programa PicBasicPro, el cual es un lenguaje de alto nivel cuyo objeto es realizar las líneas de programación para el microcontrolador.

Cada instrucción tiene una tarea específica, dando, así a constituirse en las instrucciones que debe seguir el PIC en el cual va ha ser grabado, estas instrucciones no van directamente a colocarse en el PIC sino que se lo compila y ensambla para cambiarlo a datos en hexadecimal los cuales estos son grabados en los microcontroladores.

2.6.2.1 Instrucciones de MicroCode Studio

El set de instrucciones leído e interpretado por MicroCode no puede ser tomado como datos o variables por lo cual se coloca en negrilla y mayúscula en la tabla

siguiente se encuentra las instrucciones con sus respectiva acción en la programación.

Tabla II.V Set de instrucciones MicroCode Studio
 Fuente:<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1995/1/CD-1101.pdf>

INSTRUCCIONES	
@	Inserta una línea de código ensamblador.
ADCIN	Lee el conversor analógico.
ASM,ENDASM	Inserta una sección de código ensamblador.
BRANCH	GOTO computado (equiv. to ON...GOTO).
BRANCHL	BRANCH fuera de pagina (BRANCH largo)
BUTTON	anti-rebote y auto_repeticion de entrada en el pin.
CALL	Llamada a subrutina de ensamblador
CLEAR	Hacer cero en todas las variables.
CLEARWDT	Hace cero el contador del Watchdog Timer.
COUNT	Cuenta el número de los pulsos de un pin.
DATA	Define en contenido inicial en un chip EEPROM
DEBUG	Señal asincrónica de salida en un pin y baud.
DEBUGIN	Señal asincrónica de entrada en un pin y baud.
DISABLE	Deshabilita el procesamiento de ON INTERRUPT.
DISABLE DEBUG	Deshabilita el procesamiento de ON DEBUG.
DISABLE INTERRUPT	Deshabilita el procesamiento de ON INTERRUPT.
DTMFOUT	Produce tonos telefónicos en un pin.
EEPROM	Define contenido inicial en un chip EEPROM.
ENABLE	Habilita en procesamiento de ON INTERRUPT.
ENABLE DEBUG	Habilita en procesamiento ONDEBUG.
ENABLE INTERRUPT	Habilita el procesamiento ON INTERRUPT:
END	Detiene la ejecución e ingresa en modo de baja potencia.
ERASECODE	Borra bloque de código de la memoria
FOR...NEXT	Ejecuta declaraciones en forma repetitiva.
FREQOUT	Produce hasta dos frecuencias en un pin.
GOSUB	Llama a una subrutina BASIC en la línea específica.
GOTO	Continúa la ejecución de la línea específica.
HIGH	Saca un 1 lógico
HPWN	Salida de hardware con ancho de pulsos modular.
HSERIN	Entrada serial asíncrona (hardware).
HSERIN2	Entrada serial asincrónica en segundo puerto.
HSEROUT	Salida serial asincrónica (hardware).
HSEROUT2	Entrada serial asincrónica en segundo puerto.
12CREAD	Leer bytes de dispositivo I ² C
12CWRITE	Graba bytes de dispositivo I ² C
IF,THEN,ELSE,ENDIF	Ejecute declaraciones condicionales.
INPUT	Convierte un pin en entrada.

Tabla II.V Set de instrucciones MicroCode Studio (continuación)

Fuente: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1995/1/CD-1101.pdf>

LCDIN	Lee características desde una RAM de un CD.
LCDOUT	Muestra características desde un LCD.
{LET}	Asigna el registrador de una expresión a una variable.
LOOKDOWN	Busca un valor constante en una tabla de constantes.
LOOKDOWN2	Busca un valor en una tabla de constantes o variables.
LOOKUP	Obtiene un valor constante de una tabla.
LOOKUP2	Obtiene un valor constante o variable de una tabla.
LOW	Hace cero lógico a un pin específico.
NAP	Apaga el procesador por un corto tiempo.
ON DEBUG	Ejecuta un DEBUG en Basic.
ON INTERRUPT	Ejecuta una subrutina BASIC en una interrupción.
OWIN	Entrada de dispositivo en un alambre.
OWOUT	Salida de los dispositivos en un alambre.
OUTPUT	Convierte un pin en salida.
PAUSE	Demora una resolución 1 milisegundo.
PAUSEUS	Demora una resolución 1 microsegundo.
PEEK	Lee bytes desde un registro.
PEEKCODE	Lee bytes desde un espacio de código.
POKE	Escribe bytes en un registro.
POKECOD	Escribe bytes en espacio de código programando en tiempo.
POT	Lee potenciómetros específicos el pin.
PULSIN	Mide el ancho de pulso un pin.
PULSOUT	Genera un pulso en un pin.
PWM	Salida modulada en ancho de pulso por un pin específico.
RANDOM	Genera un número pseudo aleatorio.
RCTIME	Mide el ancho de pulsos en un pin.
READ	Lee bytes de un chip de la EEPROM.
READCODE	Lee palabras desde un código de memoria.
REPEAT...UNTIL	Ejecuta declaraciones con condiciones de verdad.
RESUME	Continúa ejecutando después de una interrupción.
REVERSE	Convierte un pin en salida en entrada.
SELECT CASE	Compara una variable con diferentes valores.
SERIN	Entrada señal asincrónica tipo (BS1).
SERIN2	Entrada señal asincrónica tipo (BS2).
SEROUNT	Salida señal asincrónica (tipo BASIC stamp 1)
SEROUNT2	Salida señal asincrónica (tipo BASIC stamp 2)
SHIFTIN	Entrada de señal sincrónica.
SHIFTOUT	Salida de señal sincrónica.
SLEEP	Apagar en procesador por un tiempo.
SOUND	Generar un tono o ruido blanco en un pin.
STOP	Detiene el programa de ejecución.
SWAP	Intercambia los valores de dos variables.
TOGGLE	Hace salida a un pin y cambia su estado.
USBINIT	Inicializar USB.

Tabla II.V Set de instrucciones MicroCode Studio (continuación)

Fuente: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1995/1/CD-1101.pdf>

USBOUT	Salida USB.
WHILE,,WEND	Ejecuta declaraciones mientras la condición sea cierta.
WRITE	Graba bytes en un chip EEPROM.
WRITECODE	Escribe palabras en código de memoria.
XIN	Entrada x-10
XOUT	Salida x-10

2.6.2.2 Declaraciones en programación de MicroCode Studio

Tipos de variables:

A **var** byte

B **var** bit

C **var** word

D **var** w0.byte0; cuatro es el primer byte de Word 0

E **var** uno.0; cinco es el bit 0 de uno

F **var** portb.0; seis es un alias del bit 0 del puerto B

- Bit (un bit de longitud, almacena 0 o 1 únicamente)
- Byte (un byte de longitud, almacena números enteros entre 0 y 255)
- Word (dos bytes de longitud, almacena números enteros entre 0 y 65,535).

Creación de constantes :

binario con %100; definición de una constante binaria.

hexadecimal con \$100; definición de una constante hexadecimal.

Llamada a archivos externos :

Incluye "bs1defs.bas"

Definición de la velocidad del reloj:

DEFINE OSC 4; define la velocidad del reloj a 4Mhz.

Arreglos o Vectores:

Vector1 var bytes [10]; vector1 tipo bytes y tiene 10 elementos.

Vector2 var bit[8]; vector2 tipo bit y tiene 8 elementos.

La primera posición de un vector es la posición cero. Los límites para el número de elementos que puede tener un vector es:

BIT 128, BYTE 64, WORD 32

Manejo de puertos:

led var portb0; da el nombre de led al pin 0 del puerto b

led var portb1; da el nombre de led al pin 1 del puerto b

led var portb2; da el nombre de led al pin 2 del puerto b

portb=%01010101; asigna un valor en binario al puerto b

Para indicar si el puerto es de salida o entrada se utiliza la instrucción TRIS

ejemplo:

- TRISB=0; indica que el puerto B sea de salida.
- TRISA=1; indica que el puerto A sea de salida.
- TRISB.0=0; indica que el pin 0 del puerto B sea de salida.
- TRISA.0=1; indica que el pin 0 del puerto A sea de entrada.

2.7 Proteus

2.7.1 Introducción

Proteus es una compilación de programas de diseño y simulación electrónica, desarrollado por Labcenter Electronics que consta de los dos programas principales: Ares e Isis, y el módulo VSM.

El software de diseño y simulación Proteus es una herramienta útil para estudiantes y profesionales que deseen mejorar habilidades para el desarrollo de aplicaciones analógicas y digitales. El programa Proteus es una aplicación CAD (aplicación de diseño) que se compone de lo siguiente:

ISIS (Intelligent Schematic Input System): es el modulo de captura de esquemas. Permite el diseño de circuitos empleando un entorno gráfico, en el cual es posible colocar los símbolos de los componentes y realizar simulaciones de su funcionamiento, sin el riesgo de ocasionar daños a los circuitos.

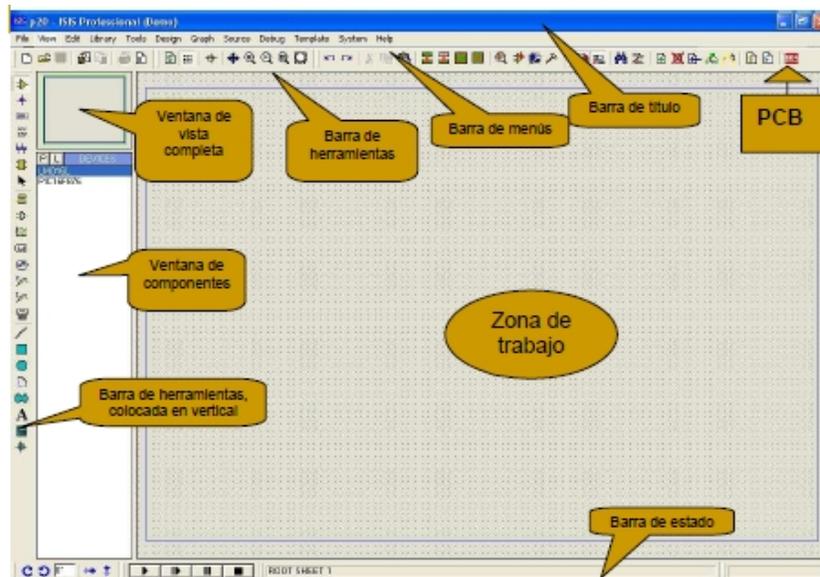
ARES (Advanced Routing Modelling): es el modulo para realización de circuitos impresos. Proteus VSM tiene la capacidad de pasar el diseño a un programa integrado llamado ARES en el cual se puede llevar a cabo el desarrollo de placas de circuitos impresos.

VSM (Virtual System Modelling): Una de las prestaciones de Proteus, integrada con ISIS, es VSM, una extensión integrada con ISIS, con la cual se puede simular, en tiempo real, con posibilidad de más rapidez; todas las características de varias familias de microcontroladores, introduciendo nosotros mismos el programa que controlará el microcontrolador y cada una de sus salidas, y a la vez, simulando las tareas que queremos que lleve a cabo con el programa.

2.7.2 Características Principales

Las principales características de Proteus son:

- **ISIS DE PROTEUS:** El modulo ISIS es un programa que nos permite dibujar sobre una área de trabajo, un circuito que posteriormente podemos simular. Entre las principales utilidades que posee están, librerías de componentes, conexión automática entre dos puntos del esquema, enumeración automática de componentes etc.

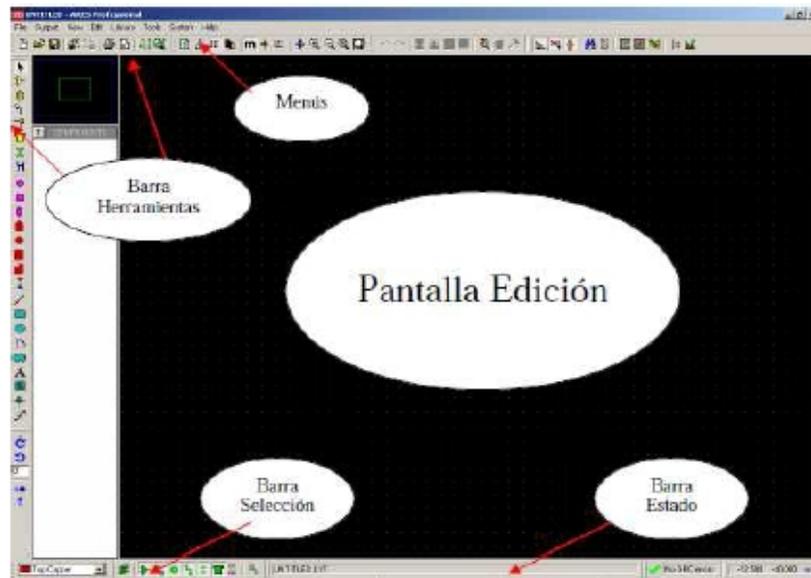


Fuente: <http://dSPACE.espace.edu.ec/bitstream/123456789/962/1/38T00268%20UDCTFIYE.pdf>

Fig.II.9: Entorno de trabajo ISIS

- **ARES DE PROTEUS:** Se utiliza para el diseño de circuitos impresos PBC(Printed Circuit Board). Para el desarrollo del PBC se lo puede realizar a partir del circuito creado en ISIS, es decir disponemos del esquema realizado previamente, esta manera se crea el ruteado automáticamente, también se los puede realizar manualmente es decir buscando los elementos y unirlos mediante un esquema que el usuario disponga.

Varios dispositivos que se encuentra en ISIS, no tiene vista para PBC, o simplemente en las librerías de ares no se encuentran, por lo que el programa da la capacidad de crear nuestros componentes, para esto hay que tener en consideración las dimensiones de los mismos.



Fuente: <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/962/1/38T00268%20UDCTFIYE.pdf>

Fig.II.10: Entorno de trabajo Ares

- **VSM:** Este modulo es el que hace posible ver la señales en herramientas como por ejemplo un osciloscopio, cosa muy útil para ver las señales que después de realizar la programación salían de el PIC.

CAPÍTULO III

COMUNICACIÓN MEDIANTE ZIGBEE

3.1 Tecnología ZigBee

3.1.1 Introducción

ZigBee es un estándar de comunicaciones inalámbricas diseñado por la ZigBee Alliance. Es un conjunto estandarizado de soluciones que pueden ser implementadas por cualquier fabricante. ZigBee está basado en el estándar IEEE 802.15.4 de redes inalámbricas de área personal (wireless personal área Newark, WPAN) y tiene como objetivo las aplicaciones que requieren comunicaciones seguras con baja tasa de envío de datos y maximización de la vida útil de sus baterías.

ZigBee es un sistema ideal para redes domóticas, específicamente diseñado para reemplazar la proliferación de sensores/actuadores individuales. ZigBee fue creado para cubrir la necesidad del mercado de un sistema a bajo coste, un estándar para redes Wireless de pequeños paquetes de información, bajo consumo, seguro y fiable.

ZigBee comunica una serie de dispositivos haciendo que trabajen más eficiente entre sí. Es un transmisor y un receptor que usa baja potencia para trabajar y tiene como objetivo las aplicaciones que requieren comunicaciones seguras. Es ideal para conexiones con diversos tipos de topología, lo que a su vez lo hace más seguro, barato y que no haya ninguna dificultad a la hora de su construcción porque es muy sencilla.

ZigBee es la tecnología inalámbrica del futuro que no tiene competencia fuerte con las tecnologías existentes debido a que sus aplicaciones son de automatización de edificios, hogareñas e industriales, especialmente para aplicaciones con usos de sensores.

3.1.2 Características principales

Las características significativas de ZigBee son:

- Direccionamiento a nivel de red (16 bits)
- Soporte para enrutamiento de paquetes
- Permite topología de malla, gracias a las posibilidades de enrutamiento
- Dispositivos FFD (dispositivo de funcionalidad completa), coordinador, router y dispositivo final y RFD (dispositivo de funcionalidad reducida), dispositivo final.
- ZigBee, también conocido como "HomeRF Lite", es una tecnología inalámbrica con velocidades comprendidas entre 20 kB/s y 250 kB/s.
- Los rangos de alcance son de 10 m a 75 m.
- Puede usar las bandas libres ISM (6) de 2,4 GHz (Mundial), 868 MHz (Europa) y 915 MHz (EEUU).

3.1.3 Requerimientos de hardware

ZigBee es un estándar que requiere una implementación para poder funcionar. Esta puede hacerse por software en multitud de arquitecturas. Sin embargo,

independientemente de donde se implemente, necesita unos recursos mínimos. Ya que los dispositivos pueden efectuar diversos roles, los requisitos también varían de unos a otros.

- Un microcontrolador de 8 bits
- Pila completa, menos de 32 KiB
- Pila sencilla, 6 KiB aprox.

En cuanto a memoria RAM, cada implementación necesita una cantidad diferente, en función del grado de optimización de la misma, pero es de interés notar que los coordinadores y/o routers tendrán más exigencias puesto que necesitan mantener tablas para los dispositivos de la red, enlazado, etc.

3.1.4 Estructura



Fuente: <http://www.seccperu.org/files/ZigBee.pdf>

Fig. III.11: Estructura de la comunicación Zigbee.

Siguiendo el estándar del modelo de referencia OSI (Open Systems Interconnection), en el gráfico, aparece la estructura de la arquitectura en capas. Las primeras dos capas, la física y la de acceso al medio MAC, son definidas por el estándar IEEE 802.15.4. Las capas superiores son definidas por la Alianza

ZigBee y corresponden a las capas de red y de aplicación las cuales contienen los perfiles del uso, ajustes de la seguridad y la mensajería.

Los cometidos principales de la capa de red son permitir el correcto uso del subnivel MAC y ofrecer un interfaz adecuado para su uso por parte del nivel inmediatamente superior. Sus capacidades, incluyendo el ruteo, son las típicas de un nivel de red clásico.

Por una parte, la entidad de datos crea y gestiona las unidades de datos del nivel de red a partir del payload del nivel de aplicación y realiza el ruteo en base a la topología de la red en la que el dispositivo se encuentra.

Por otra, las funciones de control del nivel controlan la configuración de nuevos dispositivos y el establecimiento de nuevas redes; puede decidir si un dispositivo colindante pertenece a la red e identifica nuevos routers y vecinos.

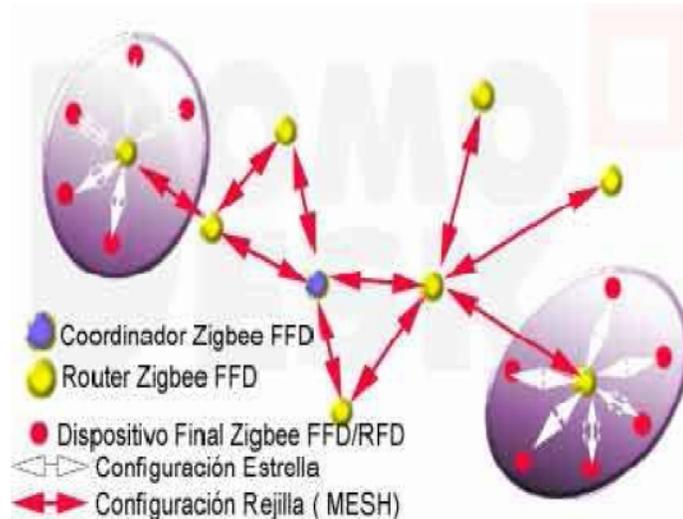
El control puede detectar así mismo la presencia de receptores, lo que posibilita la comunicación directa y la sincronización a nivel MAC. La trama general de operaciones (GOF) es una capa que existe entre la de aplicaciones y el resto de capas.

La GOF suele cubrir varios elementos que son comunes a todos los dispositivos, como el subdireccionamiento, los modos de direccionamientos y la descripción de dispositivos, como el tipo de dispositivo, potencia, modos de dormir y coordinadores de cada uno. Utilizando un modelo, la GOF especifica métodos, eventos, y formatos de datos que son utilizados para constituir comandos y las respuestas a los mismos.

La capa de aplicación es el más alto definido por la especificación y, por tanto, la interfaz efectiva entre el nodo ZigBee y sus usuarios.

En él se ubican la mayor parte de los componentes definidos por la especificación: tanto los objetos de dispositivo ZigBee (ZigBee device objects, ZDO) como sus procedimientos de control como los objetos de aplicación que se encuentran aquí.

3.1.5 Topología



Fuente: <http://www.seccperu.org/files/ZigBee.pdf>
Fig.III.12: Topología de la comunicación ZigBee.

La capa de red soporta múltiples configuraciones de red incluyendo estrella, árbol, punto a punto y rejilla (malla).

En la configuración en estrella, uno de los dispositivos tipo FFD asume el rol de coordinador de red y es responsable de inicializar y mantener los dispositivos en la red. Todos los demás dispositivos zigbee, conocidos con el nombre de dispositivos finales, hablan directamente con el coordinador.

En la configuración de rejilla, el coordinador ZigBee es responsable de inicializar la red y de elegir los parámetros de la red, pero la red puede ser ampliada a través del uso de routers ZigBee.

El algoritmo de encaminamiento utiliza un protocolo de pregunta-respuesta (request-response) para eliminar las rutas que no sean óptimas, La red final puede

tener hasta 254 nodos. Utilizando el direccionamiento local, se puede configurar una red de más de 65000 nodos (216).

Para la topología punto a punto, existe un solo FFD Coordinador. A diferencia con la topología estrella, cualquier dispositivo puede comunicarse con otro siempre y cuando estén en el mismo rango de alcance circundante. Las aplicaciones orientadas para el monitoreo y control de procesos industriales, redes de sensores inalámbricos, entre otros, son ampliamente usados por estas redes. Proveen confiabilidad en el enrutamiento de datos (multipath routing).

Para la topología punto a punto, existe un solo FFD Coordinador. A diferencia con la topología estrella, cualquier dispositivo puede comunicarse con otro siempre y cuando estén en el mismo rango de alcance circundante.

Las aplicaciones orientadas para el monitoreo y control de procesos industriales, redes de sensores inalámbricos, entre otros, son ampliamente usados por estas redes. Proveen confiabilidad en el enrutamiento de datos (multipath routing).

3.1.6 Estrategias de conexión

Las redes ZigBee han sido diseñadas para conservar la potencia en los nodos esclavos. De esta forma se consigue el bajo consumo de potencia. La estrategia consiste en que, durante mucho tiempo, un dispositivo esclavo está en modo dormido, de tal forma que solo se despierta por una fracción de segundo para confirmar que está vivo en la red de dispositivos de la que forma parte.

Esta transición del modo dormido al modo despierto (modo en el que realmente transmite), dura unos 15ms, y la enumeración de "esclavos" dura alrededor de 30ms.

En las redes ZigBee, se pueden usar dos tipos de entornos o sistemas:

- Con balizas: Es un mecanismo de control del consumo de potencia en la red. Permite a todos los dispositivos saber cuándo pueden transmitir. En este modelo, los dos caminos de la red tienen un distribuidor que se encarga de controlar el canal y dirigir las transmisiones.

Las balizas que dan nombre a este tipo de entorno, se usan para poder sincronizar todos los dispositivos que conforman la red, identificando la red doméstica, y describiendo la estructura de la "supertrama". Los intervalos de las balizas son asignados por el coordinador de red y pueden variar desde los 15ms hasta los 4 minutos.

Este modo es más recomendable cuando el coordinador de red trabaja con una batería. Los dispositivos que conforman la red, escuchan a dicho coordinador durante el "balizamiento" (envío de mensajes a todos los dispositivos -broadcast-, entre 0,015 y 252 segundos).

Un dispositivo que quiera intervenir, lo primero que tendrá que hacer es registrarse para el coordinador, y es entonces cuando mira si hay mensajes para él. En el caso de que no haya mensajes, este dispositivo vuelve a "dormir", y se despierta de acuerdo a un horario que ha establecido previamente el coordinador. En cuanto el coordinador termina el "balizamiento", vuelve a "dormirse".

- Sin balizas: Se usa el acceso múltiple al sistema ZigBee en una red punto a punto cercano. En este tipo, cada dispositivo es autónomo, pudiendo iniciar una conversación, en la cual los otros pueden interferir. A veces, puede ocurrir que el dispositivo destino puede no oír la petición, o que el canal esté ocupado.

Este sistema se usa típicamente en los sistemas de seguridad, en los cuales sus dispositivos (sensores, detectores de movimiento o de rotura de cristales), duermen prácticamente todo el tiempo (el 99,999%). Para que se les tenga en cuenta, estos elementos se "despiertan" de forma regular para anunciar que siguen en la red.

Cuando se produce un evento (en el sistema será cuando se detecta algo), el sensor "despierta" instantáneamente y transmite la alarma correspondiente. Es en ese momento cuando el coordinador de red, recibe el mensaje enviado por el sensor, y activa la alarma correspondiente. En este caso, el coordinador de red se alimenta de la red principal durante todo el tiempo.

3.1.7 Comunicaciones

Una aplicación consiste en un conjunto de objetos que se comunican entre sí y cooperan para llevar a cabo un trabajo. El propósito de ZigBee es distribuir este trabajo entre muchos nodos distintos que se asocian formando una red (este trabajo será en general local a cada nodo en gran parte, como por ejemplo el control de cada electrodoméstico individual dentro de una vivienda).

El conjunto de objetos que conforma la red se comunican utilizando los servicios de APS, supervisado a su vez por las interfaces ZDO (ZigBee Device Objects).

El nivel de aplicación sigue un diseño clásico de servicios estructurados en tipos petición- confirmación/ indicación-respuesta. Dentro de un dispositivo puede haber hasta 240 objetos, con números entre 1 y 240. 0 se reserva para el interfaz de datos de ZDO y 255 para broadcast; el rango 241-254 se reserva para usos futuros. Existen dos servicios utilizables por los objetos de aplicación:

- El servicio de pares clave-valor (*key-value pair*, KPV) se utiliza para realizar la configuración, definiendo, solicitando o modificando valores de atributos de objetos por medio de una interfaz simple basada en primitivas get/set, algunas de ellas con petición de respuesta. Se utiliza XML comprimido (extensible a XML puro) para lograr una solución sencilla y flexible.
- El servicio de mensajes está diseñado para ofrecer una aproximación general al tratamiento de información, sin necesidad de adaptar protocolos de aplicación y buscando evitar la sobrecarga que presenta KPV. Permite el envío de un payload arbitrario a través de tramas APS.

3.1.8 Encaminamiento (Routing)

La capa MAC nos ofrece un identificador único de 64 bits para el direccionamiento, y la capa de red otro de 16 bits. Ello implica que podemos tener una gran cantidad de nodos en una misma red.

Pero, si solo somos capaces de comunicarnos con aquellos que tenemos en el radio de alcance, la red está muy limitada. Para ello, existen las técnicas de encaminamiento o enrutado. Se crean dispositivos que reenvían aquellos mensajes que no van dirigidos a sí mismos. Así pues, cualquier nodo de la red puede comunicarse con cualquier otro nodo.

Los routers son dispositivos de propósito específico. Han de poseer toda la funcionalidad (FFD). No pueden entrar en modo ahorro de energía como los RFD, ya que deben ser capaces de retransmitir los mensajes lo antes posible. Por la misma razón, han de escuchar el tráfico constantemente.

Deben mantener tablas con las rutas descubiertas y funcionalidad para participar o iniciar el descubrimiento de nuevas o mejores rutas. También han de ser capaces

de detectar y corregir errores. Las tablas contienen información sobre el coste de cada ruta.

El coste determina cual es la mejor en un momento dado. La función que elige el coste de una ruta se determina a la hora de crear la implementación de la pila. Se puede basar en la latencia del recorrido de los mensajes, pero es recomendable que se tenga en consideración la carga media de la batería de los dispositivos que participan en la ruta.

En las tablas de enrutado pueden aparecer direcciones de cualquier dispositivo, pero solo los routers pueden participar en los métodos de enrutado. Si un mensaje llega a un dispositivo FFD que no es un router, comprueba la dirección de destino, y solo lo reenvía si pertenece a alguno de sus hijos (es decir, pertenece a alguno de los RFD que están asociados a él). Si es para él, lo pasa a la capa superior. En otro caso se descarta.

3.1.9 SOFTWARE XCTU

Este es el programa con el que se configuran los módulos XBee, no solo eso, también contiene un terminal con el cual poder mandar y recibir datos mediante el puerto que está conectado el XBee.

Digi International ofrece unas cómodas herramientas para la programación del módulo XBee - X-CTU. Con este software, el usuario será capaz de actualizar el firmware, actualizar los parámetros, realizar pruebas de comunicación con facilidad.

Una buena forma de agregar conectividad inalámbrica es utilizando los módulos XBee de MaxStream. Los módulos XBee proveen 2 formas amigables de comunicación: Transmisión serial transparente (modo AT) y el modo API que

provee muchas ventajas. Los módulos XBee pueden ser configurados desde el PC utilizando el programa X-CTU o bien desde tu microcontrolador.

Los XBee pueden comunicarse en arquitecturas punto a punto, punto a multi-punto o en una red mesh. La elección del módulo XBee correcto pasa por escoger el tipo de antena (chip, alambre o conector SMA) y la potencia de transmisión (2mW para 300 pies o 60mW para hasta 1 milla).

CAPÍTULO IV

DISEÑO DEL PROYECTO

4.1 Requerimientos del Sistema Robótico Publicitario.

En cuanto al diseño de este proyecto se tiene dos aspectos fundamentales: el diseño mecánico y el diseño electrónico. Para el diseño mecánico se utilizó el programa computacional ilustrador a fin de realizar un análisis del posible diseño a construir de los brazos del robot de modo que se garantice un óptimo desempeño del mismo una vez elaborado físicamente.

Dada la aplicación que tendrá este proyecto, se consideraron varios detalles al momento de planificar su diseño. Empezando por las dimensiones, ya que se trata de un robot que interactúa directamente con el público, entregándole publicidad,.

Se pensó en hacerlo de un tamaño adecuado de modo que pueda entregar información a una altura cómoda para que una persona la pueda tomar con facilidad.

En cuanto a los materiales a emplear para el ensamblaje estos debían ser resistentes, manipulables y livianos a fin de no aplicar demasiado peso al sistema de tracción. Por otro lado, al estar dirigida a la entrega de información mediante un DVD se debía seleccionar adecuadamente los elementos para el sistema de movilidad, las llantas a emplear debían asegurar un buen agarre sobre la superficie.

Para el diseño en lo que se refiere al chasis había que considerarse que era necesario contar con un soporte para los brazos, para el reproductor, la cámara IP.

A fin de contar con un diseño amigable y que pueda captar la atención del público a primera vista, se pensó en elementos complementarios como: una cabeza con iluminación en sus ojos, así como un sistema de reproducción de sonido.

4.2 Partes del Robot

4.2.1 Estructura Mecánica

Luego de haber realizado el estudio necesario de los diferentes tipos de robots que existen se ha decidido crear un robot humanoide.

Para el diseño mecánico de la estructura del proyecto se basó en el modelo del robot NAOBOT ya que este modelo presenta facciones parecida a una persona, el cual tendrá una altura de 1.70m y las extremidades son las más posibles a un humano de tal manera que pueda ser apreciado por el público ya que este robot proporcionará mensajes publicitarios de una manera innovadora y directa, para la elaboración del proyecto se requirió de los siguientes elementos:

Fibra de vidrio: Se ha escogido este material para la construcción de la estructura del robot por ser un material de peso liviano y maleable el cual nos permitió crear el modelo propuesto ya que este es el más popular actualmente.

A demás el robot estará situado en una plataforma circular móvil de madera el cual le permitirá moverse en todas las direcciones cautivando así la atención del público.

Estructura de los brazos robóticos.

Para la realización de los brazos robóticos se requirió de los siguientes elementos:

Acrílico: El robot constara con dos brazos robóticos con cinco articulaciones con lo cual está en la capacidad de entregar objetos pequeños tales como afiches esferográficos etc.

Este material fue usado para la creación de las piezas de los brazos previamente diseñadas en el programa Adobe illustrator, el cual contiene opciones creativas, un acceso más sencillo a las herramientas y una gran versatilidad para producir rápidamente gráficos flexibles cuyos usos se dan en impresión, vídeo, publicación en la Web y dispositivos móviles.

Planos en Adobe illustrator:

Se realizo los planos en el programa Adobe illustrator debido a que la máquina de corte del acrílico solo permite archivos de extensión AI para realizar el proceso de corte.

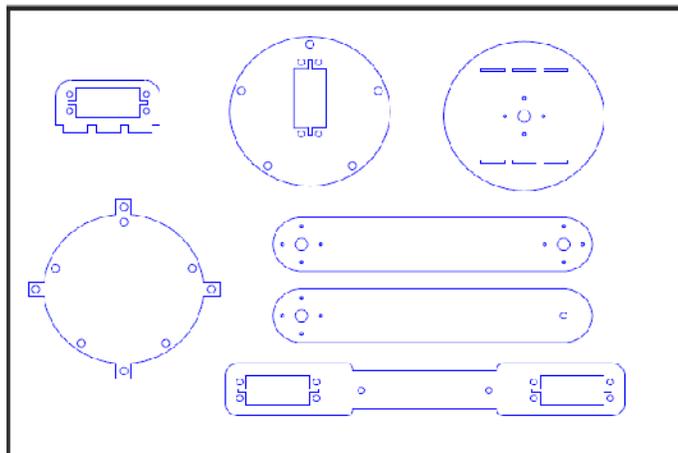


Fig.IV.13: Planos en Adobe illustrator.

4.2.2 Diseño Electrónico

Tracción diferencial: La configuración diferencial se presento como la más adaptable para el traslado del robot. Consta de cuatro ruedas situadas en la plataforma. Cada una de ellas va dotada de un motor que opera de modo independiente.

Para el sistema de tracción implementado en este proyecto se busco motores con adecuada características en cuanto a torque, voltaje, velocidad con el fin de que responda adecuadamente ante las condiciones de trabajo a las que serán sometidos. Se utilizo cuatro motores dc con cajas reductoras, cuyas principales características son:

Voltaje: 12V dc
Velocidad: 200 rpm
Peso: 2.7 lb



Fig.IV.14: Motor utilizado para la tracción diferencial.

Para el acople de las llantas con las cajas reductoras se realizo una pieza en madera a fin de que encajen bien los dos.



Fig.IV.15: Relación de la caja reductora con la llanta.

Circuito de control del sistema de tracción diferencial: Para el control de los motores de tracción se usa la configuración de un circuito puente H, esta configuración en su forma básica consta de ocho relés de 12v soportan hasta 15A cada par de relés polarizan un motor en un sentido a la vez, utilizando el cambio de polaridad para el cambio de giro.

Cabeza del robot: Un diseño novedoso del robot permite captar la atención del público, por ello se eligió como parte del proyecto, un mecanismo llamativo que cuenta con dos ojos y la boca luminosas.



Fig.IV.16: Cabeza del robot.

Para crear una mejor atracción visual se colocó tres dispositivos automáticos con leds para que simulen los ojos y la boca del robot, cada dispositivo tiene un efecto luminoso diferente lo cual hace más llamativo a este proyecto.

4.2.3 Diseño del Sistema Publicitario

4.2.3.1 Introducción

Las tecnologías y métodos utilizados antiguamente para transmitir la comunicación visual, se han ido modificando sucesivamente, actividad que hoy conocemos por diseño gráfico.

El diseño publicitario comprende la creación, maquetación y diseño de publicaciones impresas, tal como; revistas, periódicos, libros, flyers, trípticos y también el soporte para otros medios visuales, tales como la televisión o internet, y el servicio publicitario robótico.

Hoy en día el Diseño de la Publicidad tiene que ser tan creativo, llamativo y Original.

La publicidad Below the Line es un medio que a partir de la creatividad suele llegar a su público deseado de manera efectiva. Esta técnica publicitaria ha evolucionado a lo largo de los años. Para poder entender en qué consiste dicha técnica es esencial conocerla desde su planeamiento hasta su ejecución; los factores que intervienen en su desarrollo; y cómo se presenta en el contexto publicitario.

4.2.3.2 Publicidad BTL (Below the Line).

La esencia de la actividad publicitaria se trata de la transmisión y de la comunicación de mensajes en todos los medios posibles. A medida que se van creando nuevos medios publicitarios se deben definir aquellas estrategias para encarar cualquier comunicación para una marca, producto o servicio.

La publicidad Below the Line es una técnica de marketing que consiste en el empleo de formas de comunicaciones no masivas, dirigidas a segmentos específicos y desarrollada.

El diseño publicitario para nuestra tesis se va hacer con la técnica BTL el cual va hacer reproducido por el robot, para el impulso o promoción de productos o servicios, mediante diversas acciones, ya que en la actualidad, los consumidores exigen y esperan de las marcas que los sorprendan de manera inesperada, que les brinden algo nuevo y novedoso.

4.3 Diseño Lógico

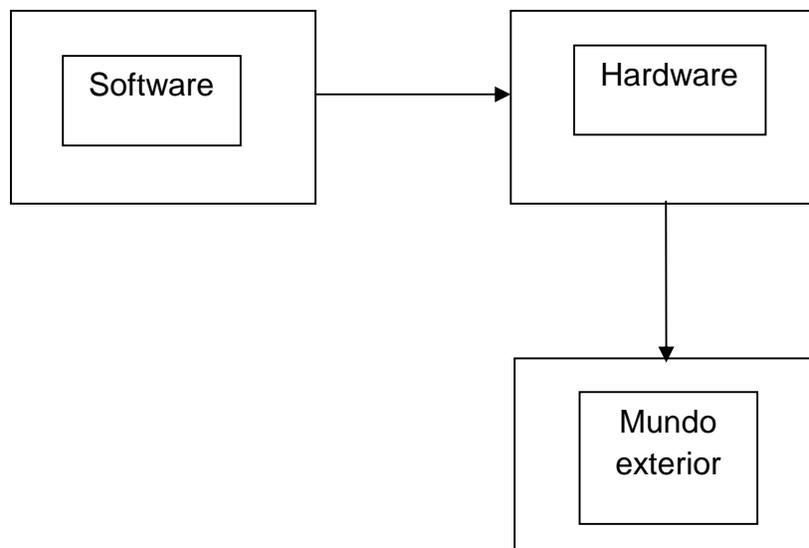


Fig.IV.17: Diagrama de bloques del sistema.

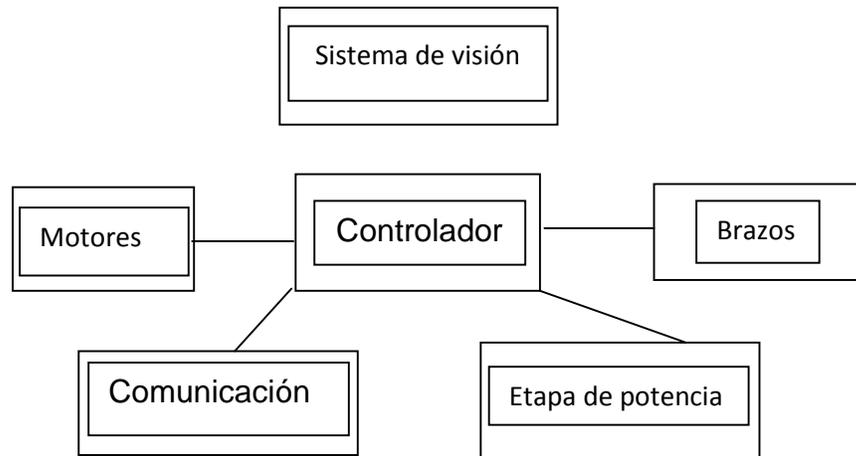


Fig.IV.18: Diagrama de bloque del sistema central

CAPÍTULO V

5.1 IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

5.2 Construcción del Proyecto

Para la elaboración de las diferentes piezas de los brazos del robot se envió a cortar en la máquina CNC ya que este equipo nos permitió cortar las piezas diseñadas en Adobe Illustrator, para esto se le entrego el diseño de las piezas en un archivos con extensión AI al encargado de esta máquina.

En primer lugar se construyo las piezas de los brazos en acrílico, debido a la maniobrabilidad que este material presenta al momento de realizar los cortes.

Con este material primeramente se realizo un bosquejo de cada pieza que conforma los brazos del robot, ensayando medidas y acoples, para luego obtener el modelo que sirvió de base para alcanzar el ejemplar final, el cual está construido en acrílico.

Luego se envió a realizo la estructura del robot en fibra de vidrio por ser un material liviano, pero a la vez resistente y de fácil manipulación.

Ensamblaje y construcción del brazo.

Inmediatamente de haber realizado las piezas en la maquina CNC pasamos al proceso de armado del brazo como apreciamos en la figura.

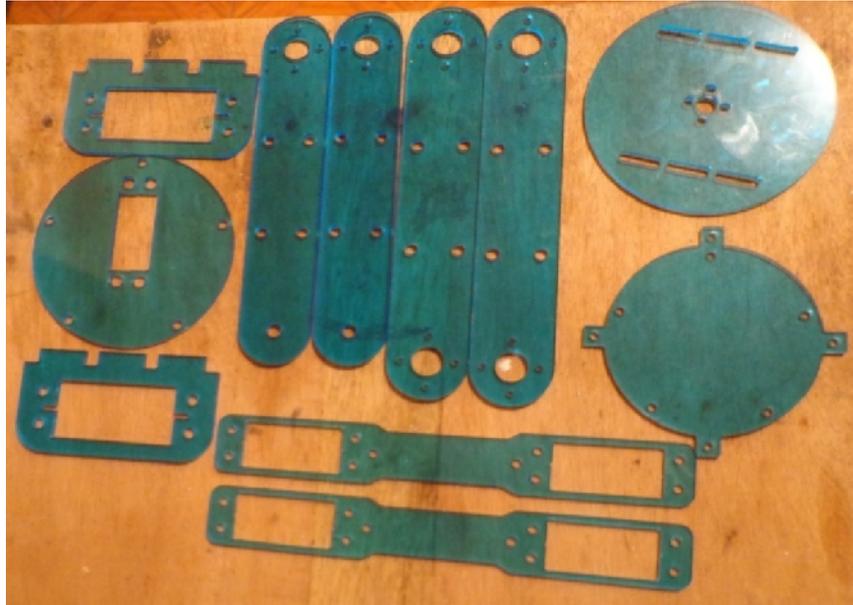


Fig. V.19: Construcción del brazo.

Como primer paso se procedió a armar la base con los servos sujetando las piezas del servo y haciendo agujeros para hacer los tensores entre las piezas.



Fig. V.20: Ensamblaje de la base del brazo con los servos

Luego de haber armado la base pasamos a los eslabones de igual manera colocamos tensores y arandelas para que ajuste sin dañar las piezas.



Fig. V. 21: Ensamblaje de los eslabones

Luego de armar los eslabones ya ajustados correctamente se procedió a armarlo con la base para constatar que soporte el peso de los servos y realizar cambios antes de seguir armándolo y realizar pruebas.

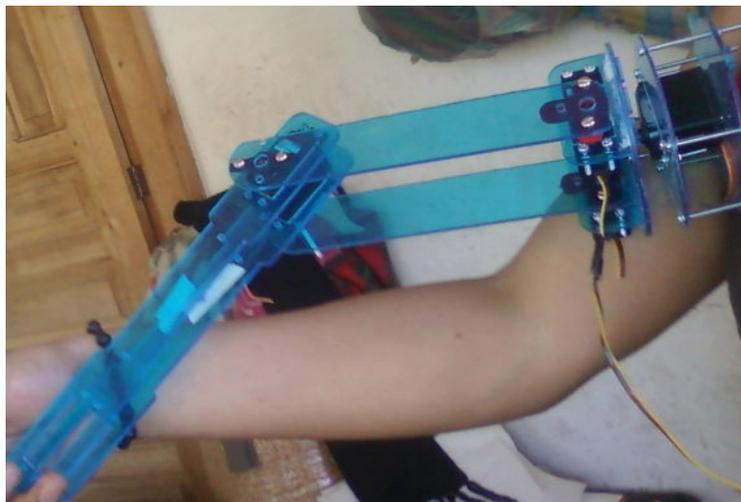


Fig. V. 22: Ensamblaje de la base con los eslabones.

Luego de constatar que todo esté en orden y funcionando correctamente se colocó la pinza.



Fig. V. 23: Colocación de la pinza al brazo.

Ensamblaje del cuerpo.

Luego de haber realizado la estructura del robot se procedió a colocar el DVD en ella así como la cámara y los brazos ya armados, para constatar que soporte el peso de todos los elementos y realizar las pruebas correspondientes.

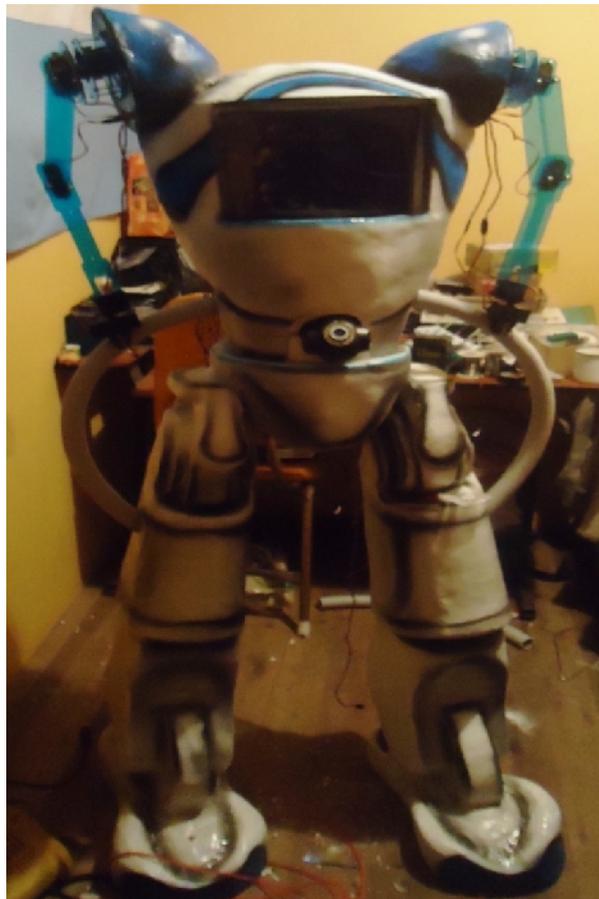


Fig. V. 24: Ensamblaje del cuerpo con la pantalla, cámara y brazos.

5.2.1 Implementación de la Tarjeta Electrónica de Control.

Inmediatamente se realizó la tarjeta de control del robot ya que en esta etapa se realiza la conexión del PIC16F877A el cual nos permitirá controlar los servos de los brazos, el sistema de locomoción, la iluminación de los ojos y de la boca.

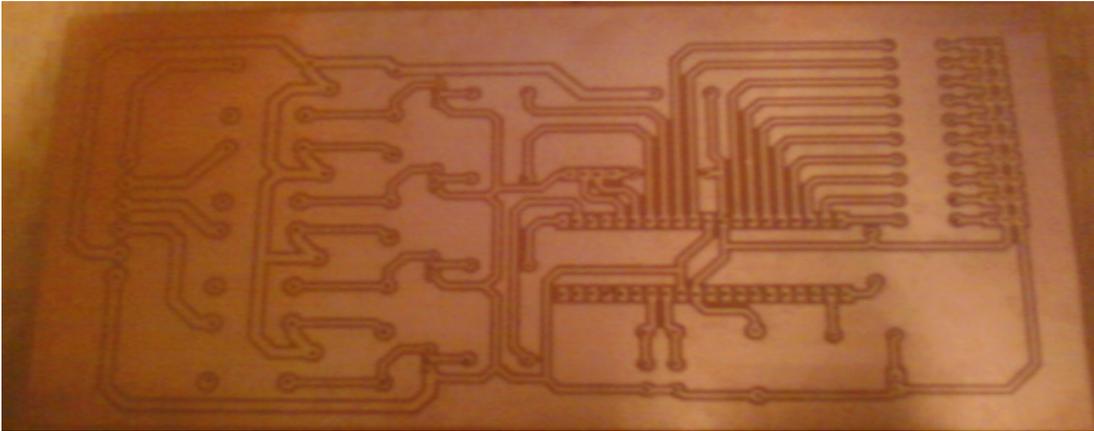


Fig. V. 25: Etapa de control.

Esta tarjeta controla la etapa de potencia que está conformado por los relés de marca Bosch estos tienen la característica de que no se dañan, son más confiables.

Para la conexión de la tarjeta electrónica de potencia se utilizó el cable sólido de cobre #10, y para el acople de la placa con los relés se utilizó terminales.

Etapa de alimentación.

Para la alimentación del circuito de control se utilizan una batería de CC de 12v para el circuito principal y una batería de 12v para los motores de la plataforma.



Fig. V.26: Alimentación del circuito principal.



Fig.V.27: Alimentación de los motores de la plataforma.

Elaboración de la placa (PCB)

Una vez diseñado el circuito se genera la placa en el modulo ARES.

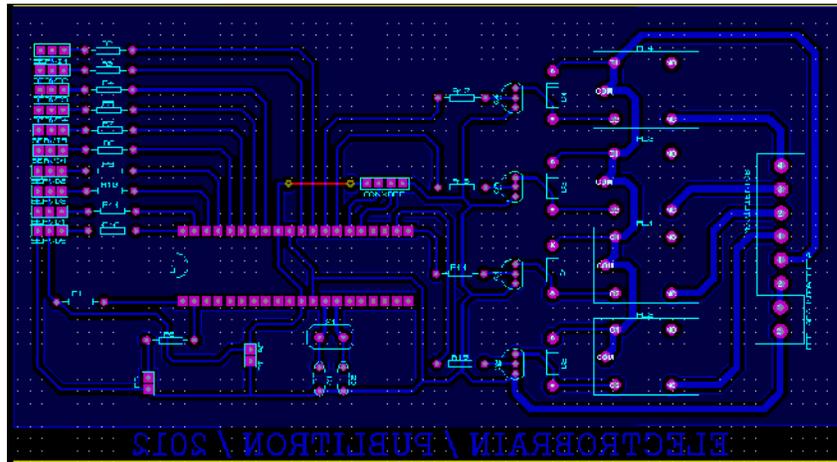


Fig. V.28: Circuito del modulo de ares de Proteus.

Para la elaboración de la placa se imprime el circuito (PCB) en un papel especial. Para realizar la transferencia de las pista a la placa se pasa una plancha domestica por el papel al máximo de temperatura.

En un recipiente de agua caliente se coloca una porción de cloruro férrico, introducimos la placa en dicha solución, se deja ahí durante 15 o 30 minutos, revisando si ya se ha retirado todo el cobre no protegido. Finalmente se retira la placa de la solución acida y se procede a realizar las perforaciones necesarias donde se ubicaran los componentes.

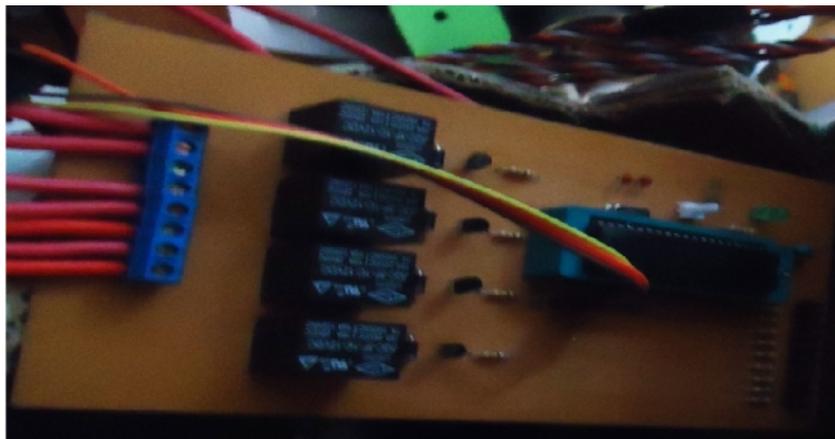


Fig. V. 29: Placa terminada con sus componentes adaptados.

5.2.2 Implementación del Sistema de Locomoción del Robot

Al instante se procedió a realizar el sistema de locomoción ya que se mando a construir dos círculos de 70cm que formaran la plataforma está conformada por cuatro motores con cajas reductoras que son alimentados por una batería de 12v y controlados por el circuito de potencia.



Fig. V. 30: Sistema de locomoción.

Los motores con cajas reductoras se colocaron en el círculo inferior de la plataforma. Previamente a esto se acoplo las llantas a las cajas reductoras de los motores. Luego se realizo las conexiones necesarias para el sistema de locomoción.

5.2.3 Implementación del Sistema de Visión para el Operador

Para la implementación del sistema de visión para el operador fue necesario usar un software que permita visualizar los datos que se están enviando desde la cámara al operador y para ello usamos el software visual BASIC que usa un lenguaje de programación grafico para el diseño del sistema de adquisición de datos.

En la aplicación hay que configurar distintas ventanas para poder visualizar y relacionar la cámara con la aplicación.

A continuación se presenta las distintas ventanas de nuestra aplicación:



Fig.V.31: Encendido y apagado de la cámara.

El control de encendido/ apagado de la cámara se lo realiza desde la interfaz de usuario y es independiente del modo de trabajo del robot.



Fig.V.32: Interacción del robot con el público

Por medio de la interfaz desarrollada se puede interactuar con el robot y tener información.

La aplicación se la realizó en Visual Basic 2008 Express, creando botones para la conexión de los módulos Xbee y el control de movimientos del robot, además tiene la pantalla de visualización para la cámara IP con sus respectivos controles.

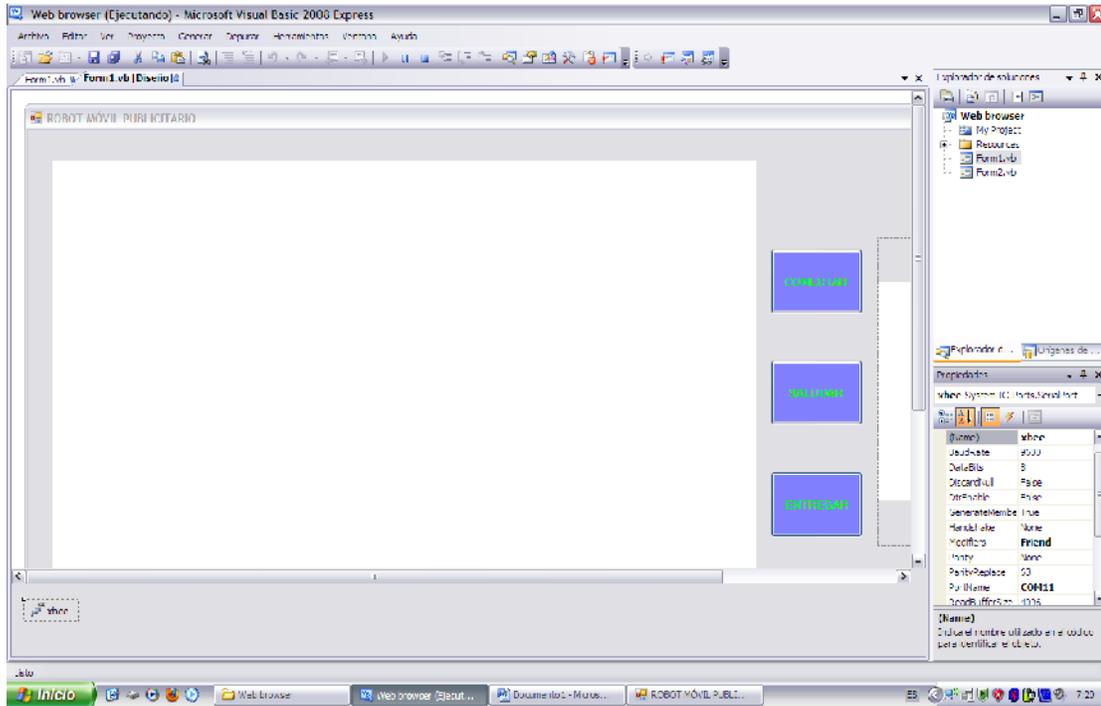


Fig.V.33: Conexión modulo Xbee, control de movimientos y visualización de la cámara

Al iniciar la aplicación se solicitará el usuario y la contraseña para acceder a la cámara IP, que por defecto está configurado como admin y sin contraseña.

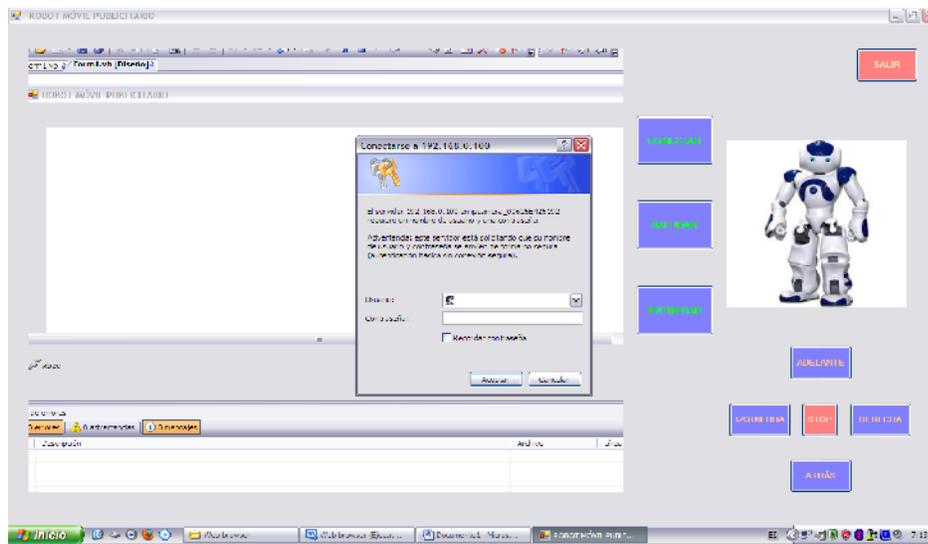


Fig.V.34: Ventana para acceder a la cámara.

Visualización de la aplicación como la cámara apuntando hacia el piso para que el robot pueda desplazarse de acuerdo a la necesidad.

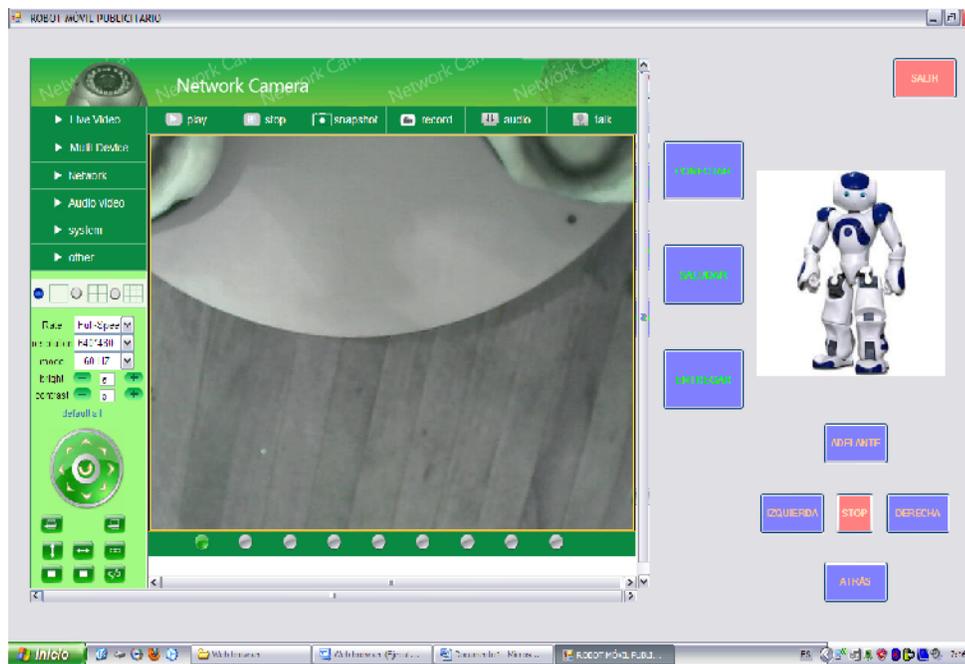


Fig.V.35: Visualización de la aplicación con la cámara.

Vista de la aplicación con la cámara setead para observar a una persona situada a un metro frente al robot.

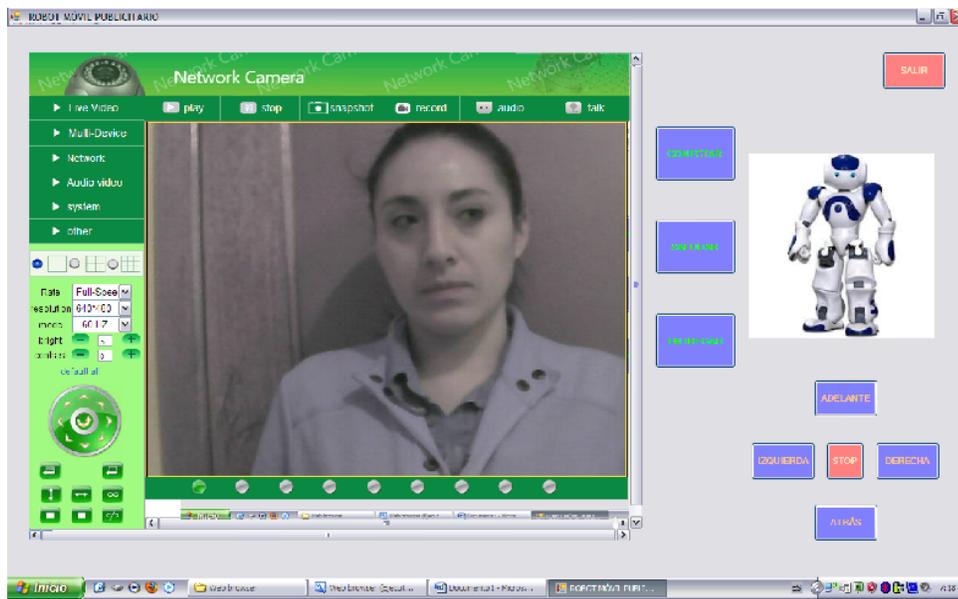


Fig.V.36: Ventana con la cámara seteada.

La ventana presenta los controles virtuales, además botones para enviar la orden de encendido/ apagado de la cámara independientemente de la operación, también contiene botones para el manejo de los movimientos del robot.

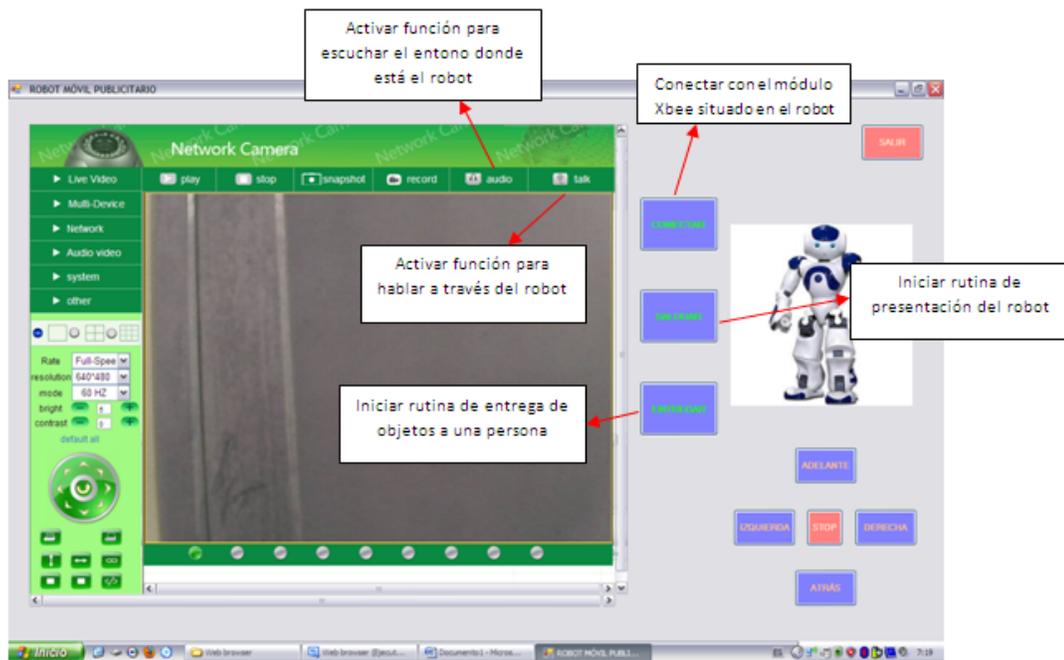


Fig.V.37: Ventana de los controles virtuales.

5.2.4 Implementación del Sistema Publicitario

En este proyecto se implementa la estrategia publicitaria BTL ya que es la más idónea por que nos permite establecer una relación más directa con el público ya que tiene como objetivo impactar y no pasar desapercibida por eso se eligió esta estrategia para nuestro proyecto.

A continuación se presenta en la figura el sistema publicitario del proyecto:



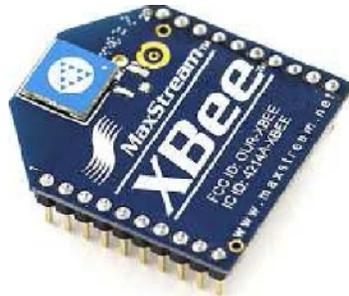
Fig.V.38: Reproducción del sistema publicitario del robot.

5.2.5 Implementación del Sistema de Comunicación.

Interfaz inalámbrica XBEE.

En cuanto a la transmisión de datos, nuestro sistema es inalámbrico. El modulo de campo encargado de sensor las variables, procesar y enviar los datos, requiere

de un modulo transmisor/receptor de radiofrecuencia para permitir la comunicación entre el operador y la tarjeta.



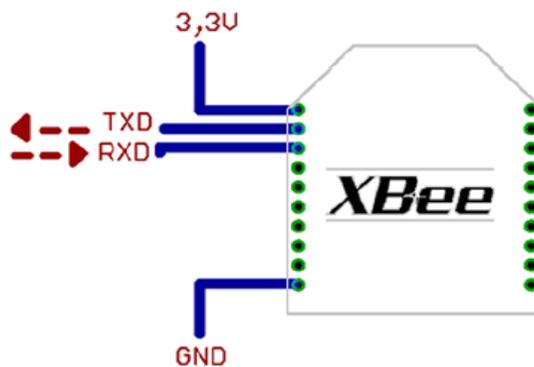
Fuente: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1681/7/Capitulo%20II.pdf>

Fig.V.39: Tarjeta Xbee

Es necesario un medio de transmisión para enviar la información del estado de activación de la tarjeta. Para este fin se utilizo dos dispositivos inalámbricos XBEE, uno de ellos sirve como emisor que está colocado en la computadora y el otro sirve como receptor que está colocado en la tarjeta de control con el pic.

Circuito básico para el Xbee

La siguiente figura muestra las conexiones mínimas que necesita el modulo Xbee para poder ser utilizado. Luego de esto, se debe configurar según el modo de operación adecuado para la aplicación requerida por el usuario.



Fuente: Autor

Fuente: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1681/7/Capitulo%20II.pdf>
Fig.V.40: Conexiones mínimas requeridas para el manejo del XBEE.

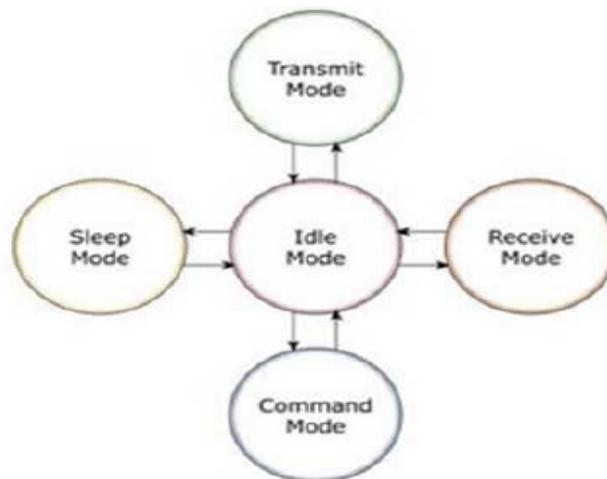
El modulo requiere una alimentación desde 2.8 a 3.4 V, la conexión a tierra y las líneas de transmisión de datos por medio de UART(TXD Y RXD) para comunicarse con un microcontrolador o directamente a un puerto serial utilizando algún conversor adecuado para los niveles de voltaje.

Esta configuración, no permite el uso de control de flujo (RTS& CTS), por lo que esta opción debe estar desactivada en el ODEM do y en el modulo Xbee. En caso de que se envíe una gran cantidad de información el buffer del modulo se puede sobrepasar. Para evitar esto existen dos alternativas:

- Bajar la tasa de transmisión
- Activar el control de flujo.

Modo de operación

Los módulos Xbee pueden operar en los siguientes 5 modos:



Fuente: www.olimex.cl 24/05/2010

Fuente: <http://dSPACE.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1681/7/Capitulo%20II.pdf>

Fig.V.41: Modo de operación de los Xbee.

- Modo Recibir
- Modo Transmitir
- Modo de Bajo Consumo (Sleep Mode).

- Modo de comando
- Modo Transparente

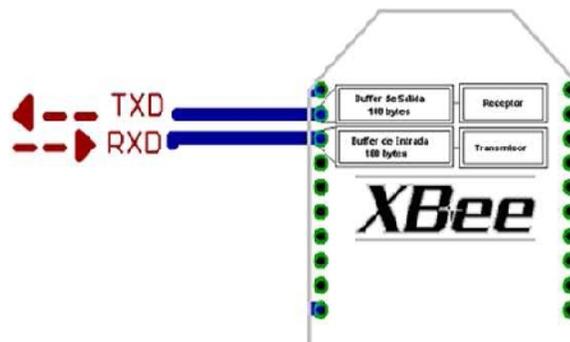
En este proyecto utilizaremos el Modo de Recibir/Transmitir ya que es lo necesitamos en nuestro circuito de control como en la computadora.

Modo Recibir/transmitir

Se encuentra estos modos cuando el modulo recibe algún paquete RF a través de la antena (modo receive) o cuando se envía información serial al buffer del pin 3 (UART Data in) que luego será transmitida (modo transmit).

La información transmitida puede ser directa o indirecta. En el modo directo la información se envía inmediatamente a la dirección de destino. En el modo indirecto la información es retenida por el modulo durante un periodo de tiempo y es enviada solo cuando la dirección de destino la solicita.

Además es posible enviar información por dos formas diferentes, Unicast y Broadcast. Por la primera la comunicación es desde un punto a otro, y es el único modo que permite respuesta de quien recibe el paquete RF es decir quien recibe debe enviar un ACK a la dirección de origen. Quien envió el paquete espera recibir un ACK en caso de que no llegue reenviara el paquete hasta 3 veces o hasta que reciba el ACK.

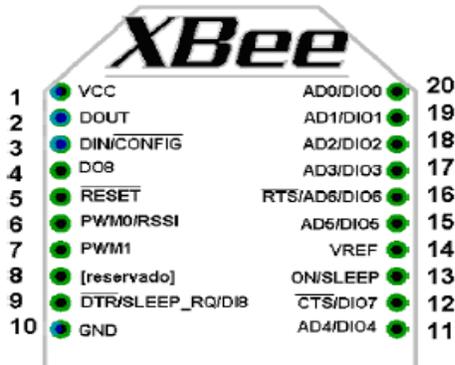


Fuente: www.oimex.1240320:0

Fuente: <http://dSPACE.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1681/7/Capitulo%20II.pdf>

Fig.V42.: Modo de transmisión y recepción.

Detalles físicos



Fuente: <http://dSPACE.ups.edu.ec/bitstream/123456789/168177/Capitulo%20II.pdf>

Fig.V.43: Detalles físicos del Xbee.

Tabla.V.VI: Detalle físicos del XBee.

Fuente: <http://dSPACE.ups.edu.ec/bitstream/123456789/168177/Capitulo%20II.pdf>

PIN	NOMBRE	DIRECCION	DESCRIPCION
1	VCC	-	Power supply
2	DOUT	Output	UART Data out
3	DIN/CONFIG	Input	UART Data in
4	DO8	Output	Digital Output 8
5	RESET	Input	Module reset (200 ns)
6	PWM0/RSSI	Output	PWM output 0 / RX signal strength indicator
7	PWM1	Output	PWM output 1
8	Reserved	-	Do not connect
9	DTR/SLEEP_RQ/D18	Input	Pin sleep control line or digital input 8
10	GND	-	Ground
11	AD4/DIO4	Either	Analog input or digital I/O 4
12	CTS/DIO7	Either	Clear to send flow control or digital I/O 7
13	ON / SLEEP	Output	Module status indicator
14	VREF	Input	Voltage reference for A/D inputs
15	Associate/AD5/DIO5	Either	Associated indicator, analog input 5 or digital I/O 5
16	RTS/AD6/DIO6	Either	Request to send flow control, analog input 6 or digital I/O 6
17	AD3 / DIO3	Either	Analog input 3 or digital I/O 3
18	AD2 / DIO2	Either	Analog input 2 or digital I/O 2
19	AD1 / DIO1	Either	Analog input 1 or digital I/O 1
20	AD0 / DIO0	Either	Analog input 0 or digital I/O 0

Configuración de los módulos Xbee en modo transparente para el control de movimientos del robot móvil publicitario.

Se crearon puertos seriales virtuales como se muestra a continuación (COM11 Y COM12).

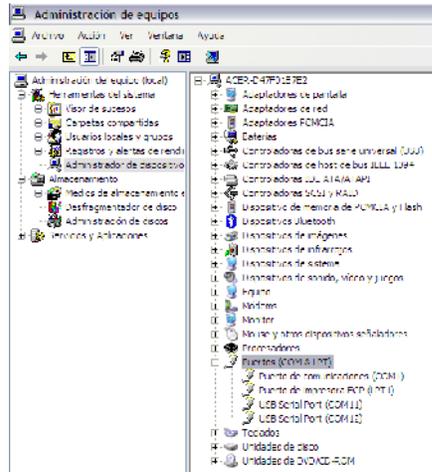


Fig.V.44: Configuración de los puertos seriales virtuales.

Luego se configuró uno a uno los módulos Xbee con la ayuda de la aplicación X-CTU.

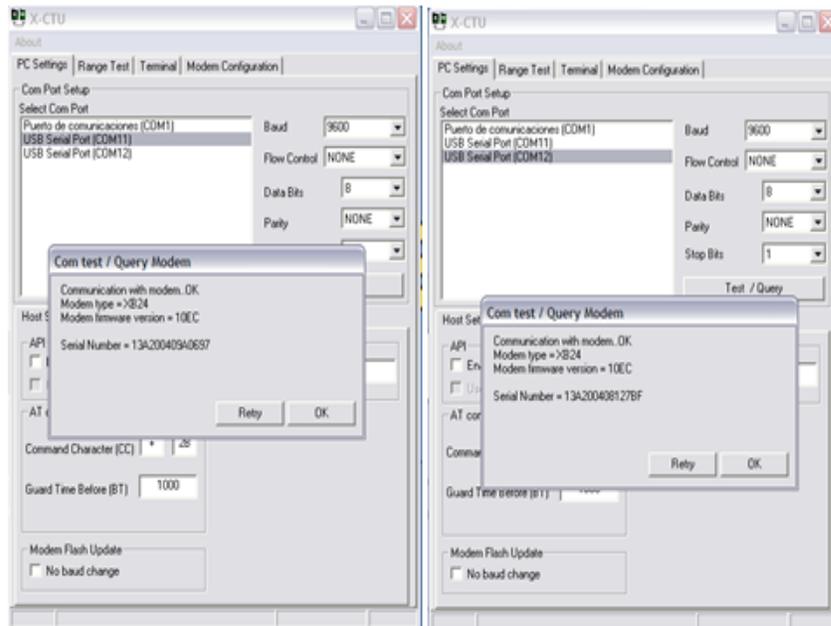


Fig.V.45: Configuración del Xbee con la aplicación X-CTU.

CAPÍTULO VI

6.1 ANÁLISIS Y RESULTADOS

6.2 Funcionamiento del Proyecto

Con el objeto de verificar que el robot satisface los objetivos planteados y delimitar sus acciones es sometido a una serie de pruebas, con el fin de observar el desempeño en su área de trabajo y de esta manera mostrar sus resultados.

6.2.1 Pruebas de los Movimientos del Robot

Ya armado el robot totalmente se procedió a realizar las pruebas respectivas de los movimientos de los brazos, del cuerpo con la tarjeta de control.

En las pruebas realizadas en la tracción diferencial se buscó determinar el correcto funcionamiento del mecanismo en sus cuatro direcciones de desplazamiento.

Tomando en cuenta todo el peso del robot (30Kg), se observó que la relación de velocidad/torque utilizada es adecuada para manejar todo este peso, por lo que se determina que no es necesario reducir la velocidad de los motores pues esto hace que el sistema se desplace muy lentamente. Además se observa que el arranque y paro del mecanismo no es brusco.

La superficie sobre la cual el robot desempeña sus tareas debe ser completamente liza.



Fig.VI.46: Desplazamiento en cuatro sentidos.

Se verificó que la cabeza proceda correctamente con él encendido de ojos y boca del robot.



Fig.VI.47: Cabeza del robot, iluminación de ojos y boca del robot.

Se constato el funcionamiento de los brazos en diferentes ángulos y direcciones, también se probó el funcionamiento de las pinzas las cuales tienen un buen agarre las cuales tienen un torque de 2.1 kg por cm.



Fig.VI.48: Movimiento de los brazos del robot.



Fig.VI.49: Movimiento de la pinza y agarre.

6.2.2 Pruebas del Sistema de Publicidad.

Una vez ya acoplado la pantalla al robot se procedió a probar el funcionamiento del sistema de publicidad del robot y se constato que la conexión se la va hacer

con un cable USB, el cual nos facilitara la conexión de la tarjeta o flash para la reproducción de la publicidad.



Fig.VI.50: Sistema publicitario.

6.2.3 Pruebas del Sistema de Comunicación Inalámbrica

Ya realizado todo el acoplamiento del robot con los distintos elementos se procedió a efectuar las pruebas de la comunicación inalámbrica de la cámara con el programa Visual Basic.

Se verificó que la conexión inalámbrica funciona adecuadamente con un alcance de 100m en línea de vista. Cada uno de los botones de la aplicación permite acceder correctamente a cada una de las tareas programadas sin ningún problema, según lo esperado.



Fig.VI.51: Estableciendo comunicación inalámbrica

6.2.5 Pruebas de la Emisión y Recepción de Audio

En las pruebas de audio tanto de recepción como emisión se constató que existía interferencia por lo que se concluyó que se debía colocar indicadores para la comunicación tanto del operador como del público u otra solución posible y la cual fue tomada es disponer de una pequeña grabación en el video publicitario en el cual se indica al público que si necesita información escrita la solicite de tal modo de que el operador pueda cambiar de función de recepción a inicio, ya que se pudo constatar que es mejor permanecer la mayor parte del tiempo escuchando el medio mientras el video publicitario se está presentando.

CONCLUSIONES

- Los objetivos planteados en el presente proyecto se han cumplido satisfactoriamente. Como resultado el robot móvil publicitario se ha desenvuelto de la mejor manera en todas las pruebas realizadas.
- El solo desplazamiento del robot genera mucha curiosidad ya que la gente se siente atraída hacia él, causando impacto, produciendo un interés en el público este tipo de proyectos.
- El sistema de locomoción diferencial utilizada en el proyecto, es una buena elección para manejar pesos livianos con un voltaje de 12 voltios, lo que permite que el sistema se desplace con facilidad en el área de trabajo ya que el sistema se mueve a una velocidad adecuada.
- El uso de dos baterías, una para la parte de potencia y otra para la parte de control favorece considerablemente en el correcto funcionamiento de las rutinas del microcontrolador.
- La forma innovadora en la que se pretende impulsar la publicidad a la par de la tecnología es una alternativa interesante para obtener el interés del público.
- La utilización de microcontroladores para el desarrollo del control del robot reduce en gran medida los costos de implementación además se demuestra que con una adecuada programación y con el correcto diseño de los elementos electrónicos, se tiene un óptimo desempeño al interactuar junto con motores de gran consumo de corriente, como es el caso de los motores de la tracción diferencial utilizados en el robot creado.

RECOMENDACIONES

- El robot requiere de un gran cuidado en su transportación principalmente con el mecanismo del brazo robótico que se encuentra al alcance de posibles roces por su ubicación.
- Para el desarrollo de sistemas robóticos de este tamaño es conveniente usar motores de DC con cajas reductoras de esta manera se garantiza reducción de velocidad y aumento de torque.
- Para la elaboración de un proyecto similar se recomienda la investigación de diferentes herramientas computacionales que existen, especialmente en otros países. Puesto que facilita el proceso de construcción del robot, en cuanto a diseño, programación y desarrollo del mismo favoreciendo notablemente a obtener un producto final de óptimos resultados.
- Puede trabajar el robot continuamente durante un tiempo, por lo que se debe revisar que las baterías estén cargadas plenamente, esto permite garantizar el éxito en una presentación publicitaria.

RESUMEN

Se ha realizado el diseño e implementación de un robot móvil publicitario en la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales, con el fin de publicitar a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y todos sus logros mediante una manera más interactiva y agradable para los estudiantes de la misma y el público en general.

Se utilizó el método investigativo más aceptado por el público de todas las edades. El robot móvil publicitario tiene una altura de 1,70 m y las extremidades son las más similares posibles a un humano de tal manera que pueda ser asimilado por el público y llegar con el mensaje de manera innovadora y directa, del mismo modo sus acciones son realizadas en base al robot NAOBOT.

Se concluye que este proyecto es muy innovador y atractivo ya que posee en la parte frontal un reproductor de DVD con el que se da a conocer al público ya sea imágenes o videos publicitarios de interés social e informativo, también tiene integrada una cámara IP wireless para que un operador pueda interactuar con las personas, el robot dispone de dos brazos robóticos que están en la capacidad de entregar a las personas objetos tales como afiches, esferográficos siempre y cuando estos objetos sean rígidos y de peso no mayor a 200g.

Se recomienda a los estudiantes de la Escuela de Electrónica que continúen con la realización de proyectos investigativos ya que son muy innovadores y creativos ya que nos permiten poner en práctica todos nuestros conocimientos.

SUMMARY

It has been carried out the design and implementation of a robot mobile advertising in the School of Electronic engineering in control and industrial networks, in order to advertise to the Escuela Superior Politécnica de Chimborazo and all their achievements through a more interactive way and enjoyable for their students and the general public.

We used the investigative method more accepted by the public of all ages. The robot mobile advertising has a height of 1.70m and the limbs are similar to a human in such a way that can be assimilated by the public and reach with the message in an innovative manner and direct, in the same way their factions are made on the basis of the robot NAOBOT.

It is concluded that this project is very innovative as it has in the front of a DVD player with the da to know public either pictures or videos of interest social advertising and informative, also has an integrated wireless IP camera for which an operator can interact with people, the robot has two robotic arms that are in the ability to deliver posters to the people, even pens; always and when the objects are rigid and do not weigh more than 200gr.

It is recommended that the students from the School of Electronics to continue with the research projects as they are innovative and creative to help us to put in practice all the knowledge.

BIBLIOGRAFÍA

1. **JOSEPH., L., JONES&BRUCE., A., SEIGER.,** Mobile Robots., 2da.ed., A.K. Peters., 2004., Pp457
2. **ANÍBAL, O., BATURONE.,** Manipuladores y Robots Móviles., Marcombo., 2002., Pp464

BIBLIOGRAFÍA INTERNET

1. ESTRUCTURA DEL ROBOT

[http://wiki.webdearde.com/index.php/TIPOS_DE
ROBOTS](http://wiki.webdearde.com/index.php/TIPOS_DE_ROBOTS)
2012-07-21

2. MÓDULOS XBEE

[http://qubits.wordpress.com/2009/04/04/esquematico-de-
conexionado-y-montaje-de-modulos-xbee/](http://qubits.wordpress.com/2009/04/04/esquematico-de-conexionado-y-montaje-de-modulos-xbee/)
2012-08-10

3. COMUNICACIÓN XBEE – USB

[http://www.forosdeelectronica.com/f24/comunicar-usb-zigbee-
24120/](http://www.forosdeelectronica.com/f24/comunicar-usb-zigbee-24120/)
2012-08-15

[http://blog.make-a-tronik.com/configuracion-basica-modulos-xbee-
2-5-xbee-xplorer-usb/](http://blog.make-a-tronik.com/configuracion-basica-modulos-xbee-2-5-xbee-xplorer-usb/)
2012-08-17

4. VISUAL BASIC

[http://www.uco.es/~el1movim/documentos/manuales_docente/Tut
oria%20Visual%20C++%206.0.pdf](http://www.uco.es/~el1movim/documentos/manuales_docente/Tutoria%20Visual%20C++%206.0.pdf)
2012-08-20

5. BRAZO ROBÓTICO

<http://blog.espol.edu.ec/cjguerre/2011/11/13/brazo-robot-de-acrilico-con-servomotores/>
2012-08-24

http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1243/4/Capitulo_III.pdf
2012-08-25

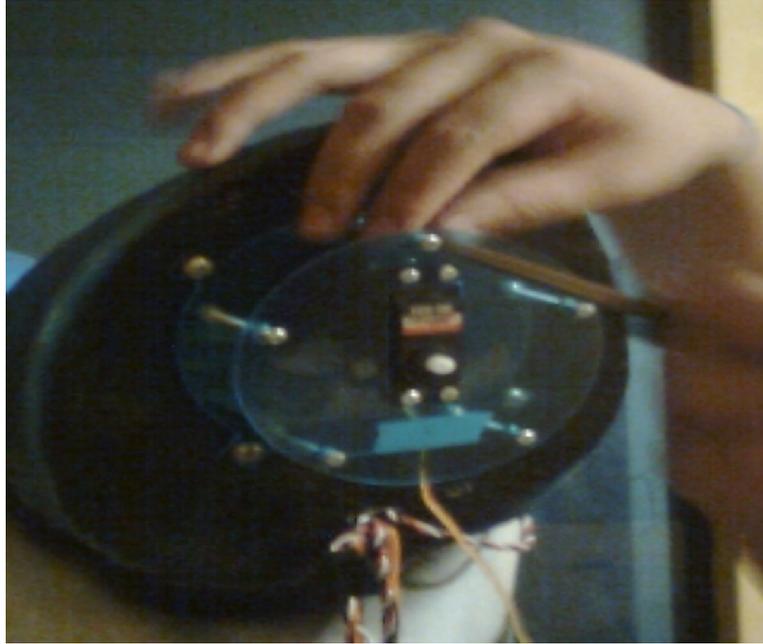
6. SERVOMOTORES

<http://www.neoteo.com/servomotores-el-primer-paso-hacia-tu-robot>
2012-08-28

7. PUBLICIDAD BTL

http://www.mercadeo.com/67_btl_mktnng.htm
2012-09-01

**ANEXOS
IMAGENES**





PROGRAMA

```

*****
* Name      : PUBLITRON.BAS                      *
* Author    : MIGUEL SÁNCHEZ                     *
* Notice    : ELECTROBRAIN                       *
*           : All Rights Reserved                *
* Date      : 09/09/2012                         *
* Version   : 1.0                                *
* Notes     :                                     *
*           :                                     *
*****
@DEVICE_PIC16F877A_XT_OSC           ;se utiliza relojexterno
@DEVICE_PIC16F877A_MCLR_OFF
INCLUDE "modedefs.bas"
adcon1=7
porta=0
portb=0
portc=0
portd=0
porte=0
trisd=0
trisa=0
trise=0
trisi=0
triso=0
dato VAR BYTE
led VAR porta.0
MI1 VAR portd.2
MI2 VAR portd.3
MD1 VAR portd.4
MD2 VAR portd.5
ser1 VAR portd.6
ser2 VAR portd.7
ser3 VAR portb.0
ser4 VAR portb.1

led5 VAR portd.0
i VAR BYTE
a VAR BYTE
b VAR BYTE
c VAR BYTE
d VAR BYTE
e VAR BYTE
f VAR BYTE

inicio:
FOR i=1 TO 3
HIGH led
PAUSE 250
LOW led
PAUSE 250
NEXT
GOTO loop1

brazo:
FOR b=1 TO 500
HIGH ser1
PAUSEUS 600
LOW ser1
PAUSEUS 2000
NEXT
FOR c=1 TO 500

```

```

HIGH ser1
PAUSEUS 2510
LOW ser1
PAUSEUS 2000
NEXT
FOR d=1 TO 3
FOR a=1 TO 500
HIGH ser2:HIGH ser1:HIGH ser3:HIGH ser4
PAUSEUS 1255
LOW ser3
PAUSEUS 1255
LOW ser1: LOW ser2:LOW ser4
PAUSEUS 2000
NEXT
NEXT
FOR a=1 TO 500
HIGH ser2:HIGH ser1:HIGH ser3:HIGH ser4
PAUSEUS 600
LOW ser1
PAUSEUS 655
LOW ser3
PAUSEUS 1255
LOW ser2:LOW ser4
PAUSEUS 2000
NEXT
FOR e=1 TO 500
HIGH ser4:HIGH ser3
PAUSEUS 1500
LOW ser4
PAUSEUS 200
LOW ser3
PAUSEUS 2000
NEXT
FOR c=1 TO 500
HIGH ser1
PAUSEUS 2510
LOW ser1
PAUSEUS 2000
NEXT
RETURN

```

```

loop1:
SERIN2 portc.7,84,[dato]
SELECT CASE (dato)
CASE "c"
HIGH MI1: LOW MI2: HIGH MD1: LOW MD2
CASE "d"
LOW MI1: HIGH MI2: LOW MD1: HIGH MD2
CASE "a"
HIGH MI1: LOW MI2: LOW MD1: HIGH MD2
CASE "b"
LOW MI1: HIGH MI2: HIGH MD1: LOW MD2
CASE "e"
GOSUB brazo
CASE " "
LOW MI1: LOW MI2: LOW MD1: LOW MD2
END SELECT
GOTO loop1
END

```