



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

TEMA:

**Análisis y diseño de sistemas controladores mediante
comunicación RC para aplicación en WARBOTS.**

AUTORA:

Hernández Lucas, Gabriela Stefanie

Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de
INGENIERA EN TELECOMUNICACIONES

TUTOR:

M. Sc. Heras Sánchez, Miguel Armando

Guayaquil, Ecuador

2018



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por la Srta. **Hernández Lucas, Gabriela Stefanie** como requerimiento para la obtención del título de **INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**.

TUTOR

M. Sc. Heras Sánchez, Miguel Armando

DIRECTOR DE CARRERA

M. Sc. Heras Sánchez, Miguel Armando

Guayaquil, a los 6 días del mes de Marzo del año 2018



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Hernández Lucas, Gabriela Stefanie**

DECLARÓ QUE:

El trabajo de titulación “**Análisis y diseño de sistemas controladores mediante comunicación RC para aplicación en WARBOTS.**” previo a la obtención del Título de **Ingeniero en Telecomunicaciones**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 6 del mes de Marzo del año 2018

EL AUTOR

HERNÁNDEZ LUCAS, GABRIELA STEFANIE



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

AUTORIZACIÓN

Yo, **Hernández Lucas, Gabriela Stefanie**

Autorizó a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: “**Análisis y diseño de sistemas controladores mediante comunicación RC para aplicación en WARBOTS**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 6 del mes de Marzo del año 2018

EL AUTOR

HERNÁNDEZ LUCAS, GABRIELA STEFANIE

REPORTE DE URKUND

URKUND

| | |
|-----------------------|---|
| Documento | TESIS ACTUALIZADA- GSHL.docx (D35817809) |
| Presentado | 2018-02-21 18:29 (-05:00) |
| Presentado por | gabistef05-29@hotmail.com |
| Recibido | edwin.palacios.ucsg@analysis.orkund.com |
| Mensaje | Formato TT Mostrar el mensaje completo 2% de estas 27 páginas, se componen de texto presente en 6 fuentes. |

Lista de fuentes Bloques

- [Briones y Munoz FINAL 2017.docx](#)
- <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bit...>
- [Trabajo de Titulación - John Cord...](#)
- <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bit...>
- [TRABAJO FINAL GUALLI-VELIZ 24:...](#)
- [Trabajo de Titulación - John Cord...](#)
- <https://upcommons.upc.edu/bitst...>

Reiniciar Exportar Compartir

0 Advertenc

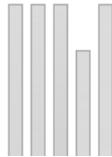


UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE
GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA
PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA EN
TELECOMUNICACIONES

TEMA:

Análisis y diseño de sistemas controladores
mediante comunicación RC para aplicación en
WARBOTS.

AUTORA: Hernández Lucas, Gabriela Stefanie



Trabajo de Titulación

previo a la obtención del grado de INGENIERA EN
TELECOMUNICACIONES

TUTOR: Heras Sánchez, Miguel Armando

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mi familia, en especial a mi madre Karina Lucas que me ha brindado su amor y ha trabajado incansablemente por darme lo mejor para que yo pueda cumplir mis metas y seguir adelante en todo momento.

A mi abuelita Zoila Quimis quien me ha brindado todo su cariño y ha estado siempre pendiente de mí. A mis tíos que siempre han cuidado de mí, en especial a mi tía Marjorie Lucas por sus consejos y ayuda incondicional.

EL AUTOR

HERNÁNDEZ LUCAS, GABRIELA STEFANIE

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por cada día de mi vida, por los buenos y malos momentos que he tenido, por brindarme la capacidad para superar cada obstáculo que se me ha presentado a lo largo del camino.

A mi familia que siempre me ha brindado su apoyo para conseguir mis metas, a mis padres Karina Lucas y Gerardo Hernández quienes con su amor y su constante trabajo se han esforzado por darme lo mejor, a mis hermanos Karen y Darío quienes me han sacado una sonrisa cuando me han visto decaer. A ti que a pesar de todo siempre has estado ahí para mí.

Mis amigos que en todo momento me han dado una palabra de aliento para seguir, quienes estaban pendientes en todo momento de mis avances en el proyecto.

A los docentes de la Facultad Técnica para el Desarrollo por los conocimientos que he adquirido gracias a ellos; en especial a mi tutor el Ing. Armando Heras por encaminarme en la realización de mi proyecto de titulación y al M. Sc. Fernando Palacios Meléndez por toda su colaboración que me fue de gran ayuda para culminar el presente trabajo.

EL AUTOR

HERNÁNDEZ LUCAS, GABRIELA STEFANIE



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

M. Sc. ROMERO PAZ, MANUEL DE JESÚS
DECANO

f. _____

M. Sc. PALACIOS MELÉNDEZ, EDWIN FERNANDO
COORDINADOR DE ÁREA

f. _____

M. Sc. CÓRDOVA RIVADENEIRA, LUIS SILVIO
OPONENTE

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|------|
| DEDICATORIA | VI |
| AGRADECIMIENTO | VII |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | XI |
| ÍNDICE DE TABLAS | XII |
| Resumen | XIII |
| Abstract..... | XIV |
| CAPÍTULO 1: GENERALIDADES..... | 2 |
| 1.1 Introducción..... | 2 |
| 1.2 Antecedentes | 3 |
| 1.3 Definición del problema | 3 |
| 1.4 Justificación del problema | 4 |
| 1.5 Objetivos | 4 |
| 1.5.1 Objetivo General | 4 |
| 1.5.2 Objetivos específicos | 4 |
| 1.6 Hipótesis..... | 5 |
| 1.7 Metodología de investigación | 5 |
| CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA | 6 |
| 2.1 Introducción a los microcontroladores | 6 |
| 2.2 Componentes de un microcontrolador..... | 7 |
| 2.3 Arquitecturas Von Neumann y Harvard | 9 |
| 2.4 Microcontroladores PIC | 10 |
| 2.4.1 Clasificación de los microcontroladores PIC | 11 |
| 2.5 Microcontroladores AVR..... | 11 |
| 2.5.1 Núcleo AVR | 14 |
| 2.6 La Robótica y su historia | 15 |
| 2.6.1 Definición de Robot..... | 19 |

| | |
|---|----|
| 2.6.2 Tipos de Robots | 19 |
| 2.7 Concursos de Robótica en Ecuador | 20 |
| 2.7.1 Concurso Ecuatoriano de Robótica CER | 20 |
| 2.7.2 Robot Games Zero Latitud | 22 |
| 2.8 Comunicaciones inalámbricas | 25 |
| 2.8.1 Redes inalámbricas..... | 26 |
| 2.8.2 Tipos de Redes Inalámbricas..... | 26 |
| 2.9 Radiocomunicación | 34 |
| 2.9.1 Espectro Radioeléctrico | 35 |
| 2.9.2 Comunicación por Radiofrecuencia (RF) | 36 |
| 2.10 Transmisor FlySky | 37 |
| 2.11 Receptor FlySky FS-T6 | 38 |
| CAPÍTULO 3: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN..... | 40 |
| 3.1 Diseño e Implementación de Robot de Batalla de 1 libra | 40 |
| 3.2 Hardware | 43 |
| 3.2.1 Motor DC Brushless Turnigy L2210 | 43 |
| 3.2.2 Motor Micro Metal LP con reductora 50:1 | 45 |
| 3.2.3 Controlador de motores de corriente continua Sabertooth 2x5 ... | 47 |
| 3.2.4 Controlador de motores de corriente continua RoboClaw..... | 51 |
| 3.2.5 Fuente de alimentación de Litio | 54 |
| 3.2.6 Sistema de transmisión por Radio Frecuencia FlySky i6 | 56 |
| 3.2.7 Evaluación del prototipo en concurso de robótica ChasquisBots | 58 |
| CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 61 |
| 4.1 Conclusiones..... | 61 |
| 4.2 Recomendaciones..... | 61 |
| Bibliografía | 63 |

ÍNDICE DE FIGURAS

Capítulo 2

| | |
|--|----|
| Figura 2. 1: Esquema de bloques general de un microcontrolador..... | 8 |
| Figura 2. 2: Arquitectura von Neumann | 10 |
| Figura 2. 3: Arquitectura Harvard..... | 10 |
| Figura 2. 4: Escalabilidad de dispositivos que comparten el núcleo | 12 |
| Figura 2. 5: Diagrama a bloques del núcleo AVR | 14 |
| Figura 2. 6: Publicidad CER..... | 21 |
| Figura 2. 7: Publicidad Robot Games Zero Latitud | 22 |
| Figura 2. 8. Clasificación de las Redes Inalámbricas..... | 27 |
| Figura 2. 9. Transmisiones | 34 |
| Figura 2. 10. División del espectro electromagnético..... | 35 |
| Figura 2. 11. Transmisor FlySky modelo FS-T6..... | 37 |
| Figura 2. 12: Receptor FlySky modelo FS-T6..... | 38 |

Capítulo 3

| | |
|---|----|
| Figura 3. 1: Robot de batalla tipo Warbot de 1 lb..... | 40 |
| Figura 3. 2: Diseño en Autocad del robot de batalla de una libra | 41 |
| Figura 3. 3: Diseño interno en Autocad de la estructura del prototipo | 42 |
| Figura 3. 4 Vista interna de robot de batalla | 42 |
| Figura 3. 5: Motor Brushless Turnigy L2210 Fuente: (hobbyking, 2017) | 44 |
| Figura 3. 6: 50:1 Micro Metal Gearmotor HP 6V | 46 |
| Figura 3. 7: Tarjeta controladora de motores SABERTOOTH 2X5 | 47 |
| Figura 3. 8: Diagrama esquemático comunicación RC SABERTOOTH 2X5 | 49 |
| Figura 3. 9: Tarjeta controladora RoboClaw 2x5..... | 52 |
| Figura 3. 10: Batería de Lipo tres celdas | 54 |
| Figura 3. 11: Homologación del Robot antes de la competencia | 59 |
| Figura 3. 12: Participación en el primer encuentro..... | 60 |
| Figura 3. 13: Tercera Batalla del WARBOT | 60 |
| Figura 3. 14: Participación en el segundo enfrentamiento | 60 |

ÍNDICE DE TABLAS

Capítulo 2

| | |
|--|----|
| Tabla 2. 1: Evolución de la Robótica..... | 16 |
| Tabla 2. 2: Categorías y ganadores del RGZL° 4 | 23 |

Resumen

Cada año en nuestro país se vienen realizando diferentes concursos de robótica que llaman la atención de los estudiantes de las diferentes universidades. El club de robótica "ROBOFET" de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil gracias a los aportes realizados por los trabajos de titulación, tutorías y por contribución de los estudiantes ha podido participar en las diferentes categorías de estos concursos. El análisis y desarrollo de sistemas de controladores mediante comunicación en RC para WARBOTS que se expuso en el presente trabajo como aporte para el club de robótica tuvo un método de investigación exploratoria en el cual se buscó información con validez y que se aplicó en la realización del proyecto, una investigación descriptiva de los elementos, también se llevó a cabo el método experimental con el cual se comprobó el funcionamiento y los elementos que se emplearon en la construcción del robot para poder corregir en un determinado tiempo los posibles errores a presentarse.

Palabras Claves: ELECTRÓNICA, MICROCONTROLADORES, RADIOCOMUNICACIÓN, SABERTOOTH, ROBOCLAW, WARBOT

Abstract

Every year in our country, different robotic contests are being held that attract the attention of students from different universities. The robotic club "ROBOFET" of the Catholic University of Santiago de Guayaquil thanks to the contributions made by the degree works, tutorials and by the students' contribution has been able to participate in the different categories of these competitions. The analysis and development of controller systems through communication in RC for WARBOTS that was exposed in the present work as input for the robotics club had an exploratory research method in which information was sought with validity and applied in the realization of the project, a descriptive investigation of the elements, the experimental method was also carried out with which the operation and the elements that were used in the construction of the robot were verified in order to correct in a certain time the possible errors to be presented.

Keywords: ELECTRONICS, MICROCONTROLLERS,
RADIOCOMMUNICATION, SABERTOOTH, ROBOCLAW, WARBOT

CAPÍTULO 1: GENERALIDADES

1.1 Introducción

Con el avance de la tecnología, la robótica dentro de las universidades ha llamado la atención a estudiantes de carreras técnicas. En la actualidad estudiantes de diversas universidades del país participan en los diferentes concursos de batallas de robots en donde demuestran su creatividad y conocimientos adquiridos; esto ayuda a que el nivel competitivo de las universidades sea mayor cada año.

Para la elaboración de los robots de competencia debemos tener en claro el concepto de microelectrónica, es así que cuando hablamos de microelectrónica decimos que es un subcampo de la electrónica que está vinculada con el análisis y la elaboración de diseños y componentes electrónicos muy pequeños.

Es por eso que se plantea a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil la elaboración de sistemas de controladores mediante comunicación en RC para aplicación en robots tipo Warbot con la finalidad de que pueden participar en futuras competencias de robótica nacionales e internacionales.

En este primer capítulo se dan a conocer un conciso antecedente y razones específicas que acreditan la elaboración de este proyecto de titulación, así como también se exponen los objetivos generales y específicos que se desean lograr al implementar el Warbot; también se detalla la metodología de investigación realizada.

1.2 Antecedentes

Los concursos de robótica que se han realizado en nuestro país en estos últimos años han conseguido que sus participantes den todo su esfuerzo y empeño en el estudio y fabricación de diferentes robots para las diversas categorías que éstos tienen. Al buscar en los diferentes repositorios digitales de trabajos de titulación podemos darnos cuenta que información para poder realizar el presente trabajo de titulación existe en gran variedad.

Quinde Llerena & Ulloa Patiño (2012) para su proyecto de titulación desarrollaron dos robots; uno de ellos con un sistema de cambio de giro por medio de un puente H con relés y el otro utilizando un sistema de transistores con la finalidad de hacer una comparación de ambos y que puedan ser parte de futuras competencias.

Mientras Vera Arzube (2016), en su trabajo de titulación implemento un robot de batalla de 1 lb y desarrolló una aplicación en App Inventor para controlarlo mediante comunicación inalámbrica bluetooth.

(Briones Izquierdo & Muñoz Estupiñan, 2017), realizaron la implementación de un robot WARBOT controlado por radio frecuencia y bluetooth para la categoría de mini batalla.

1.3 Definición del problema

Los integrantes del club de Robótica "ROBOFET" de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil han participado en diferentes concursos de Robótica en el país, pero se han visto limitados en participar en ciertas

categorías como robots de batalla y mini batalla por no poder adquirir los implementos necesarios para la construcción de estos robots debido al costo que ellos implican.

Por lo antes mencionado surge la necesidad de diseñar sistemas de controladores mediante comunicación en RC para la aplicación en WARBOTS de 1 libra para futuras competencias del club de Robótica "ROBOFET".

1.4 Justificación del problema

Con el desarrollo del WARBOT de 1 libra los estudiantes de la UCSG que forman parte del club de robótica "ROBOFET" podrán participar en las categorías de robots de batalla. También se podrá comprar y realizar un análisis del funcionamiento del robot con diferentes tarjetas para que sirva de guía para futuros proyectos.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Analizar y diseñar sistemas de controladores mediante comunicación en RC para aplicación en Warbots.

1.5.2 Objetivos específicos

- Especificar los fundamentos teóricos con respecto a microcontroladores, transmisión inalámbrica y robots de batallas.
- Esquematizar la estructura y comunicación del WARBOT.
- Diseñar el sistema electrónico para comunicación por RC del WARBOT.

- Comparar el funcionamiento del Warbot utilizando las tarjetas controladoras Sabertooth y Roboclaw.
- Evaluar el funcionamiento del Warbot de 1 lb en competencias de robótica en representación de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo.

1.6 Hipótesis

Por medio del funcionamiento del WARBOT se realizará un análisis de éste con las diferentes tarjetas para comprar su operatividad por RC de la velocidad, torque y ataque a través de un arma de combate.

1.7 Metodología de investigación

Según lo planteado en este trabajo de titulación me he basado en el método de investigación exploratoria buscando información con validez y que se aplica en la realización de este proyecto llevando una investigación de las diferentes familias de los microcontroladores. También se realizó una investigación descriptiva de los elementos. Además, se llevó a cabo el método experimental; con éste método se comprobó el funcionamiento y los elementos que se emplearon en la construcción del robot para poder corregir en un determinado tiempo los posibles errores a presentarse.

CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Introducción a los microcontroladores

Podemos afirmar que un microcontrolador es una de las principales creaciones en la electrónica digital debido a que éste es un circuito integrado único que realiza un programa de usuario con la finalidad de poder dirigir un dispositivo. Un microcontrolador tiene toda la infraestructura de un computador es decir posee CPU, memoria RAM, memoria ROM y circuitos de entrada y salida. En cuanto a los microcontroladores de fábrica para que puedan ejecutar una tarea deberán ser programados y así poder realizar tareas que pueden ir desde hacer parpadear un led hasta incluso convertirse en un excelente control de robot.

Según (Mandado Pérez, Menéndez Fuertes, Fernández Ferreira, & López Matos, 2007) un microcontrolador es un circuito integrado digital monolítico en el cual encontramos todos los elementos de un procesador digital secuencial síncrono programable que puede ser de arquitectura Harvard o Princeton (Von Neumann); también podría ser llamado microcomputador integrado o empotrado que está destinado especialmente a tareas de control y comunicaciones.

Gracias a que los microcontroladores poseen un diminuto tamaño es posible que en variedades de productos industriales se introduzca un procesador programable. Los microcontroladores son utilizados para la construcción de sistemas electrónicos incrustados en otros sistemas, por ejemplo, sistemas informáticos, sistemas de telecomunicaciones, sistemas de

control de maquinaria e incluso en sistemas de automoción; es así que en todas estas aplicaciones los microcontroladores imitan a diversos sistemas digitales que antiguamente se hacían con circuitos integrados MSI (escala de integración media) o LSI (gran escala de integración) como por ejemplo tenemos a circuitos contadores, comparadores, etc.

Los microcontroladores debido a que desempeñan un rol de gran importancia en cuanto a la realización de tareas de control y procesamientos de señal se han hecho indispensables en la actualidad; según la potencia y las características de éstos podemos encontrar microcontroladores de 4,8,16 o 32 bits.

2.2 Componentes de un microcontrolador

Para (Valdés Pérez & Pallás Areny, 2007) el microcontrolador acopla procesos primordiales disponibles en un microcomputador en otras palabras asocia la unidad central de procesamiento, la memoria y los recursos de entrada y salida en un solo circuito integrado. En la figura 2.1 se observa el diagrama de bloque general de un microcontrolador.

El oscilador que se encuentra en un microcontrolador proporciona pulsos que sincronizan las operaciones internas, el CPU posee registros con propósitos específicos y generales. Entre los propósitos específicos están los Registros de Instrucción donde se guarda la instrucción que se está ejecutando, el acumulador que está ligado a operaciones lógicas y aritméticas; este registro no es posible encontrarlo en microcontroladores PIC debido a que en ellos se localizan los registros de trabajo. En el registro de estado se

reúne los bits indicadores de las características del resultado de las operaciones lógicas y aritméticas, el contador de programa es el registro de la CPU en la cual las direcciones de instrucciones se almacenan, el registro de direcciones de datos guarda las direcciones de datos ubicados en la memoria y el puntero de la pila acapara direcciones de datos en la pila.

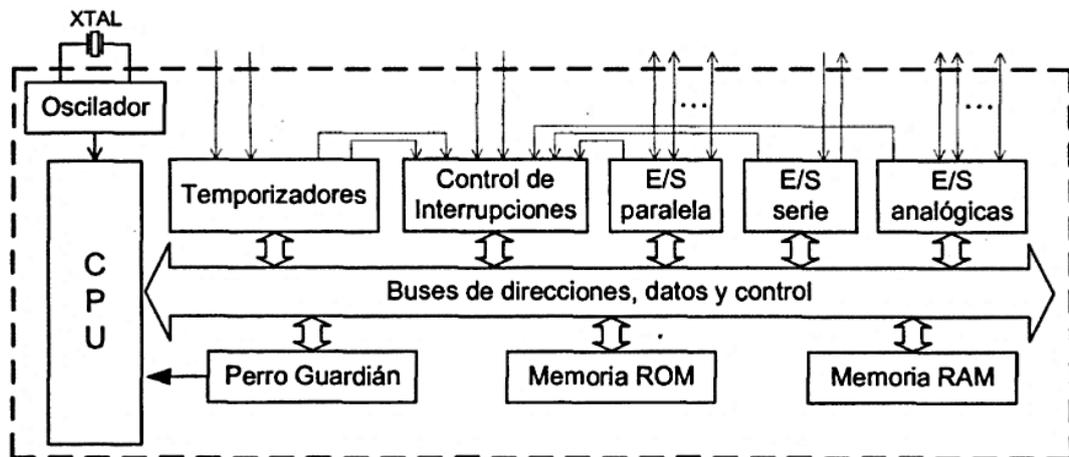


Figura 2. 1: Esquema de bloques general de un microcontrolador
Fuente: (Valdés Pérez & Pallás Areny, 2007)

En el microcontrolador encontramos memoria RAM la cual pierde la información almacenada cuando no hay energía que alimente la memoria y también tenemos la memoria ROM que es una memoria de lectura y no volátil, es decir que en la memoria RAM se encuentran almacenados eventualmente los datos del programa mientras que en la memoria ROM se guarda de manera fija el programa que el microcontrolador va a desarrollar.

La entrada y salida es primordial en los controladores ya que por medio de ellos se lleva a cabo la interacción del microcontrolador con el exterior. Quienes forman parte de la entrada y salida son los puertos paralelo y serie, los temporizadores y la gestión de las interrupciones; entradas y salidas

análogas integradas a convertidores A/D y D/A se pueden encontrar incluidas también en un microcontrolador.

2.3 Arquitecturas Von Neumann y Harvard

(Valdés Pérez & Pallás Areny, 2007) nos dice que las arquitecturas von Neumann y Harvard son modelos generales del hardware de los ordenadores que representan dos soluciones diferentes al problema de la conexión de la CPU con la memoria y a la organización de la memoria como almacén de instrucciones y datos.

La arquitectura von Neumann que está representada en la figura 2.2 utiliza una memoria única para instrucciones y datos lo que representa que con un mismo bus de direcciones se fijan instrucciones y datos y que por un único bus de datos transitan tanto instrucciones como datos. La misma señal de control que emite la CPU para leer un dato, sirve para leer una instrucción. En la figura 2.3 se observa la arquitectura Harvard, esta arquitectura emplea memorias separadas para instrucciones y datos. En este caso la memoria de programa tiene su bus de direcciones, su propio bus de datos y su bus de control. La memoria de datos tiene sus propios buses de programa. La memoria de programa sólo es de lectura mientras que en la de datos se puede leer y escribir. (Valdés Pérez & Pallás Areny, 2007)

Para (Valdés Pérez & Pallás Areny, 2007), la arquitectura von Neumann requiere menos líneas que la Harvard para conectar la CPU con la memoria dando una conexión más simple entre ambas, pero con la arquitectura von Neumann no es posible manipular simultáneamente datos e instrucciones por

la estructura de buses únicos, algo que si se puede dar en la arquitectura Harvard, la cual tiene buses separados, dando a esta arquitectura la ventaja de una mayor velocidad de ejecución de los programas.

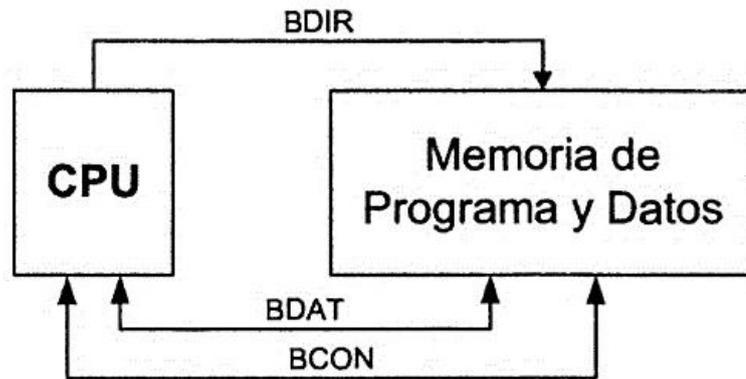


Figura 2. 2: Arquitectura von Neumann
Fuente: (Valdés Pérez & Pallás Areny, 2007)

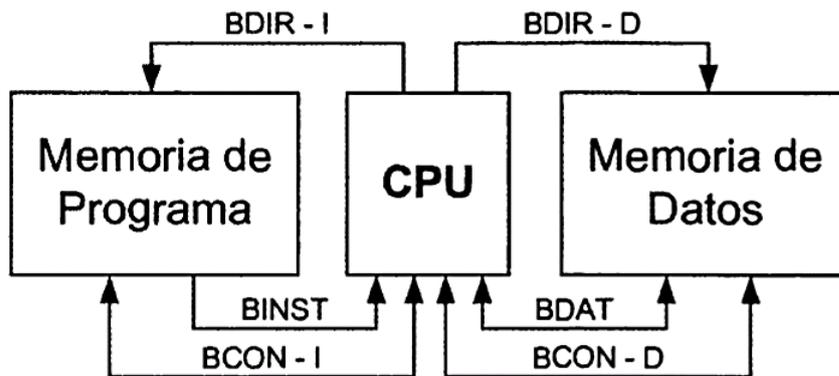


Figura 2. 3: Arquitectura Harvard
Fuente: (Valdés Pérez & Pallás Areny, 2007)

2.4 Microcontroladores PIC

La empresa Microchip Technologies Inc. es la encargada de elaborar y desarrollar los microcontroladores PIC. Éstos microcontroladores emplean la arquitectura Harvard en donde la memoria del programa origina la dirección de la memoria de datos la cual está constituida en palabras de 8 bits mientras que la memoria de programas se encuentra estructurada en palabras de 12,

14 o 16 bits. Tienen una memoria RAM de reducida capacidad que va entre 25 y 3840 octetos esto según el modelo y la cual va a estar direccionada por una memoria no volátil que abarca el programa, esta memoria podría ser EPROM, OTP, EEPROM o FLASH.

2.4.1 Clasificación de los microcontroladores PIC

Para (Mandado Pérez et al., 2007) los microcontroladores PIC se encuentran clasificados en cuatro gamas. La gama baja que tiene instrucciones de 12 bits, la gama media de 14 bits y la gama alta y mejorada de 16 bits. Cada una de éstas a su vez se puede dividir en diversos grupos de microcontroladores que tienen propiedades en común.

2.5 Microcontroladores AVR

Los microcontroladores AVR de ATMEL tienen un procesador RISC de 8 bits, la estructura de ellos es de tipo Harvard y sus operaciones se ejecutan sobre un esquema de Registro-Registro.

La arquitectura del núcleo de los microcontroladores AVR fue planteada por Alf-Egil Bogen y Vegard Wollan, luego sería refinada y desarrollada por Atmel. Éste núcleo es distribuido por más de 50 integrantes de la familia aportando un gran equilibrio entre elementos con distintos recursos. En la figura 2.4 se observa la escalabilidad de dispositivos que comparten en el núcleo de los microcontroladores AVR.

Se puede observar que existe una diversidad de microcontroladores AVR que tienen distintas características; los microcontroladores AVR a

excepción del AVR 32 son microprocesadores de 8 bits, es decir que solo con 8 bits de datos puede trabajar el CPU. Si llegan haber datos de más de 8 bits, éstos deberán ser divididos en partes de 8 bits para que puedan ser procesados por la CPU.

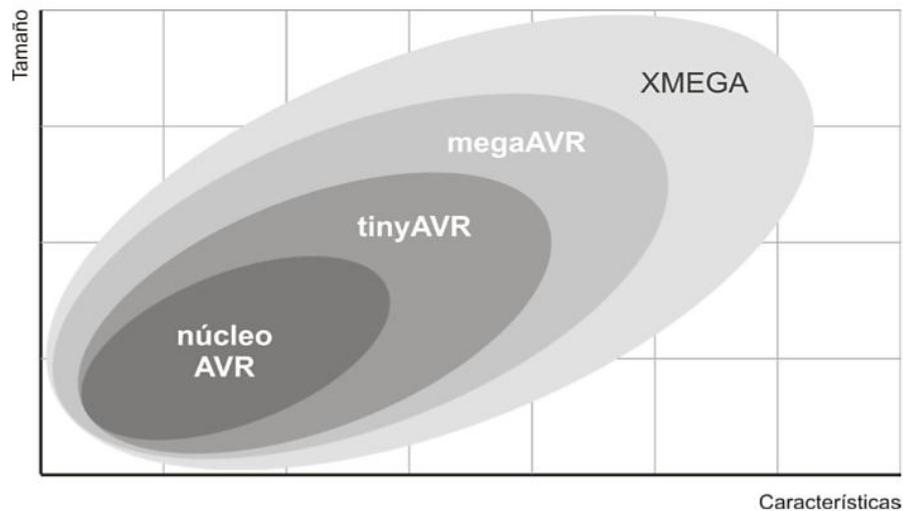


Figura 2. 4: Escalabilidad de dispositivos que comparten el núcleo
Fuente: (Santiago Espinoza, 2012)

En los microcontroladores AVR se observa un gran problema con la compatibilidad entre ellos; no son completamente compatibles en cuanto al software en el momento de traspasarse de una familia a otra, ejemplo de esto es que si se desea ejecutar programas escritos para ATtiny 25 en un ATmega 64 se deberá recompilar el programa y lo más probable es que se deba primero cambiar varias ubicaciones de registro para poder cargarlo en el ATmega 64.

Según (Santiago Espinoza, 2012), las principales características los dispositivos ATmega8 y ATmega16 son:

- Memoria de código: 8 Kbyte (ATMega8) o 16 Kbyte (ATMega16) de memoria flash.
- Memoria de datos: 1 Kbyte de SRAM y 512 bytes de EEPROM.
- Terminales para entrada/salida: 23 (ATMega8) o 32 (ATMega16).
- Frecuencia máxima de trabajo: 16 MHz.
- Voltaje de alimentación: de 2.7 a 5.5 Volts.
- Temporizadores: 2 de 8 bits y 1 de 16 bits.
- Canales PWM: 3 (ATMega8) o 4 (ATMega16).
- Fuentes de interrupción: 19 (ATMega8) o 21 (ATMega16).
- Interrupciones externas: 2 (ATMega8) o 3 (ATMega16).
- Canales de conversión Analógico/Digital: 8 de 10 bits.
- Reloj de tiempo real.
- Interfaz SPI Maestro/Esclavo.
- Transmisor/Receptor Universal Síncrono/Asíncrono (USART).
- Interfaz serial de dos hilos.
- Programación "In System".
- Oscilador interno configurable.
- Watchdog timer

El ATMega8 incluye 3 puertos, 2 de 8 bits y 1 de 7 bits; mientras que el ATMega16 contiene 4 puertos, todos de 8 bits. También se observa que todas las terminales incluyen una doble o triple función, esto significa que además de utilizarse como entrada o salida de propósito general, las terminales pueden emplearse con un propósito específico, relacionado con alguno de los recursos del microcontrolador. (Santiago Espinoza, 2012)

2.5.1 Núcleo AVR

Según (Santiago Espinoza, 2012), la organización interna de los microcontroladores bajo estudio se fundamenta en el núcleo AVR, el núcleo es la unidad central de procesamiento (CPU), es decir, es el hardware encargado de la captura, decodificación y ejecución de instrucciones, su organización se muestra en la figura 2.5. En torno al núcleo se encuentra un bus de 8 bits al cual están conectados los diferentes recursos del microcontrolador, estos recursos pueden diferir entre dispositivos.

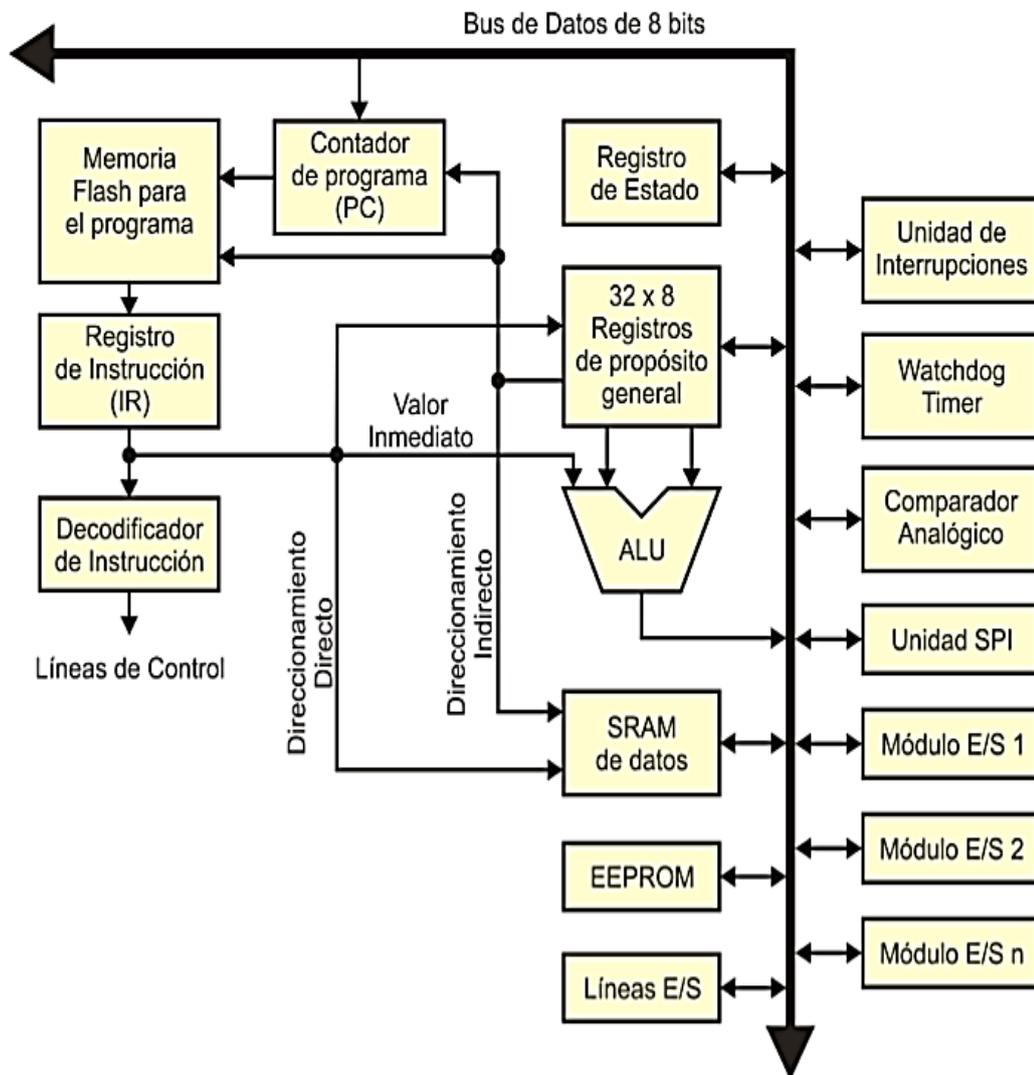


Figura 2. 5: Diagrama a bloques del núcleo AVR
Fuente: (Santiago Espinoza, 2012)

2.6 La Robótica y su historia

El robot es un dispositivo mecánico programable capaz de realizar tareas e interactuar con el entorno sin la ayuda de un ser humano. La robótica es la base científica y técnica para el diseño, la producción y la aplicación de robots.

El concepto de robótica ha existido desde hace mucho tiempo, con evidencia de que el concepto apareció ya en el siglo III aC. Una de las primeras descripciones de autómatas aparece en el texto de Lie Zi, que narra un encuentro mucho más temprano entre el rey Mu de Zhou (1023-957 aC) y un ingeniero mecánico conocido como Yan Shi, que supuestamente presentó al rey con una talla real, figura en forma humana de su obra mecánica.

Archytas of Tarentum construyó un ave de madera propulsada por vapor en el 420 a. C., que supuestamente pudo volar. En 1206 d. C., el inventor Al-Jazari creó el primer autómata humanoide temprano. Los primeros diseños para un robot humanoide surgieron en 1495, cuando Leonardo da Vinci creó un caballero mecánico. En 1898, Nikola Tesla demostró la primera nave radiocontrolada, la teleautomatón.

Elektro, desarrollado por Westinghouse Electric Corp., se convirtió en el primer robot humanoide en ser exhibido al público, exhibido en las Ferias Mundiales de 1939 y 1940. En 1948, Elsie Elmer y William Gray Walter desarrollaron los primeros robots para mostrar el comportamiento biológico. George Devol creó el primer robot comercial, Unimate, en 1956, que se convirtió en el primer robot industrial instalado en 1961.

ABB Robot Group introdujo el primer robot industrial eléctrico controlado por microordenador, llamado IRB 6, en 1974. El robot fue entregado a una pequeña empresa de ingeniería mecánica en Suecia. Ese robot fue patentado desde 1972. Victor Scheinman introdujo el primer brazo de manipulación universal programable en 1975.

La primera vez que se utilizó la palabra Robot fue en 1921 por el checo Karl Czapek en su obra “Robots universales Rossum” en donde una clase de esclavos creados artificialmente luchaban por conseguir su libertad. La palabra “robótica” fue utilizada por primera vez por el autor famoso Isaac Asimov en el año 1941.

En la tabla 2.1 podemos apreciar la evolución que ha tenido la robótica con el pasar de los años, algunos de los deslumbrantes momentos que han ayudado a definir la historia de robótica que va desde eventos históricos del pasado hasta desarrollos recientes que han ayudado a dar forma al mundo de los robots y la tecnología en general.

Tabla 2. 1: Evolución de la Robótica

| EDAD | SUCESO |
|-------------|--|
| 270 a.c | Ingeniero griego Ctesibus hizo órganos y relojes de agua con figuras movibles. |
| 287-212 aC | Arquímedes creó sistemas mecánicos que en la actualidad son utilizados en la robótica. |
| 1206 | Al-Jazari inventó la forma más antigua de robots humanoides programables que era un autómata |

| | |
|------|--|
| 1495 | Leonardo da Vinci diseñó lo que podría ser el primer robot humanoide, aunque no se puede confirmar si el diseño realmente se produjo alguna vez. |
| 1533 | Johannes Müller von Königsberg creó un águila autómatas y una mosca hecha de hierro que se dice que ambos podrían volar. |
| 1738 | Jacques De Vaucanson creó algunos de los autómatas más famosos. Su creación más famosa fue "The Digesting Duck", que era capaz de imitar a un pato real agitando sus alas, comiendo grano, digiriéndolo y defecando. |
| 1898 | Nikola Tesla inventó el primer bote sumergible controlado por radio. |
| 1948 | William Gray Walter construye Elmer y Elsie, dos de los primeros robots autónomos con la apariencia de las tortugas. Los robots usaban reglas simples para producir complejos comportamientos. |
| 1951 | Raymond Goertz diseñó el primer brazo articulado teleoperado para Comisión de Energía Atómica. Esto es generalmente considerado como un hito importante tecnología de realimentación de fuerza. |
| 1956 | George Devol solicitó una patente para el primer robot programable, más tarde llamado "Unimate". |
| 1957 | Lanzamiento del primer satélite artificial, Sputnik 1 por la Unión Soviética. |
| 1968 | La primera máquina para caminar controlada por computadora fue creada por Mcgee y Frank. |
| 1968 | Se construyó a "Shakey"; un robot móvil equipado con un sistema de visión y controlado por una computadora del tamaño de una habitación. |
| 1969 | Victor Scheinman creó el Stanford Arm, que fue el primer éxito. |

| | |
|------|---|
| | brazo robótico controlado por computadora y alimentado eléctricamente. |
| 1981 | Takeo Kanade construyó el brazo de transmisión directa, que fue el primero en tener motores instalados directamente en las articulaciones del brazo. Este cambio hizo que este diseño sea más rápido y mucho más preciso que los brazos robóticos anteriores. |
| 1985 | Se creó a Waseda Hitachi Leg-11 (WHL-11) este robot bípedo desarrollado por Hitachi Ltd. Era capaz de caminar estático sobre una superficie plana. Pudo girar y podría dar un paso cada 13 segundos. |
| 1986 | Honda comienza a trabajar en su primer robot humanoide, llamado 'EO' (más tarde se convertirá en ASIMO). |
| 1988 | SCAMP diseñado como la primera mascota robot con emociones. |
| 1989 | Aquarobot, un robot andante para uso submarino, fue creado en la robótica Laboratorio en el Ministerio de Transporte en Japón. |
| 1996 | RoboTuna fue creado por David Barrett en el MIT. El robot fue utilizado para estudiar cómo nadan los peces |
| 1997 | PathFinder de la NASA aterrizó en Marte. El robot rover con ruedas envió imágenes y datos sobre Marte de vuelta a la Tierra. |
| 1998 | Campbell Aird fue equipado con el primer brazo biónico llamado Edinburg Sistema de brazo modular (EMAS). |
| 1999 | Sony presenta AIBO, un perro robótico autónomo capaz de ver, caminar y interactuando con su entorno. |
| 2000 | Sony dio a conocer Sony Dream Robots (SDR) en Robodex. SDR pudo reconocer 10 caras diferentes, expresa emoción a través del habla y el cuerpo idioma, y puede caminar sobre superficies planas e irregulares. |

| | |
|------|--|
| 2001 | MD Robotics of Canada construyó el sistema manipulador remoto de la estación espacial (SSRMS). Fue lanzado y trabajado exitosamente para ensamblar el Estación Espacial Internacional. |
| 2001 | La Fuerza Aérea de los Estados Unidos hace pruebas del primer vehículo aéreo no tripulado (UAV) armado equipado con dos Hellfire misiles, designado MQ-1 |
| 2002 | iRobot lanzó la primera generación de aspiradoras robóticas Roomba. |
| 2003 | La Universidad de Osaka presenta su primer 'Actroid', el término dado para un robot humanoide con fuertes características humanas visuales. |

Elaborado por: Autor

2.6.1 Definición de Robot

Para (Saha, 2011) el robot se define, de manera formal en la Organización Internacional para la Estandarización (ISO), como un manipulador multifuncional reprogramable, capaz de mover materiales, piezas, herramientas o dispositivos especiales, por medio de movimientos variables programados para desempeñar diversas tareas. También se aprecia otras definiciones dadas por otras asociaciones como Robotic Industries Association (RIA), Japan Industrial Robot Association (JIRA), British Robot Association (BRA) y otras. Todas estas coinciden en dos puntos: la capacidad de reprogramación y la multifuncionalidad de los robots.

2.6.2 Tipos de Robots

Al clasificar a los Robots por su uso, es posible dividirlos en robots industriales y robots no industriales. Los robots industriales se aplican

literalmente a los sitios de producción industrial para realizar tareas de producción y gestión.

La Federación Internacional de Robótica (IFR) categoriza robots industriales y robots no industriales de la siguiente manera. Los robots industriales se utilizan en la agricultura, la silvicultura, la pesca, la minería y la construcción, la electricidad, el gas, el agua, Transporte, comunicación y otros robots de servicio. Los robots no industriales se utilizan en el campo de la domótica, soporte diario para personas, actividades de ocio y robots de entretenimiento. En general, los robots no industriales se llaman robots de servicio.

2.7 Concursos de Robótica en Ecuador

2.7.1 Concurso Ecuatoriano de Robótica CER

A partir del año 2005, en el Ecuador se realiza anualmente el Concurso Ecuatoriano de Robótica CER. El propósito de éstos concursos es que se pueda impulsar el avance tecnológico y robótica en nuestro país, donde los participantes demuestran sus destrezas y conocimientos adquiridos. En estos concursos encontramos diversas categorías entre las cuales tenemos creatividad LEGO, robot bailarín, batalla simulada, seguidor de línea, megasumo, microsumo, minisumo, pelea de bípedos, etc.

En el año 2015 se llevó a cabo el XI concurso ecuatoriano de robótica cuya sede fue en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, para el año 2016 el concurso lo realizó la Universidad Tecnológica Equinoccial y La Escuela Politécnica Nacional fue la encargada de realizar el XIII concurso

ecuatoriano de robótica en el año 2017. En la figura 2.6 se muestra la publicidad realizada por las universidades que han sido sede de ese concurso en estos tres últimos años.

El objetivo general del concurso ecuatoriano de robótica es promover y fomentar la competitividad del concurso ecuatoriano de robótica entre los estudiantes de pregrados de las instituciones de educación superior del Ecuador que ven en el desarrollo de la robótica un recurso tecnológico en el campo doméstico e industrial. (Jacome Guerreo, 2016)

Propiciar un espacio de discusión e investigación acerca de la robótica. Demostrar los conocimientos fundamentales de los sistemas electrónicos digitales y de microcontroladores para el diseño y creación de robots y organizar a futuro concursos de robótica anuales son los objetivos específicos del concurso ecuatoriano de robótica. (Jacome Guerreo, 2016)



Figura 2. 6: Publicidad CER
Elaborado por: Autor

2.7.2 Robot Games Zero Latitud

Robot Games Zero Latitud fue el primer torneo internacional de robótica que se realizó en el Ecuador en el 2014. Este evento lo inauguró la Asociación Ecuatoriana de Robótica y Automatización (AERA) para fomentar la creatividad y la innovación tecnológica en el país. En la figura 2.7 se encuentra las diferentes publicidades que han realizado los organizadores de este torneo.



Figura 2. 7: Publicidad Robot Games Zero Latitud
Elaborado por: Autor

Durante cuatro años se ha realizado en Quito este torneo donde los participantes pueden demostrar sus destrezas en la robótica en las diferentes categorías que ofrece el torneo. En la tabla 2.2 se puede observar las

diferentes categorías con sus respectivos ganadores que fueron parte de la cuarta edición del Robot Games Zero Latitud denominada RGZL°4.

Tabla 2. 2: Categorías y ganadores del RGZL° 4

| RGZL°4 | | | |
|-----------------------------|---|--|---|
| CATEGORÍA | ORO | PLATA | BRONCE |
| SEGUIDOR DE LÍNEA JUNIOR | Higher Steel Nerves Team ECUADOR | _____ | _____ |
| MPACTO TECNOLÓGICO JUNIOR | Enseñanza de ubicación espacial mediante la robótica ECUADOR | | |
| CREATIVIDAD LEGO | Basbot | EPN | Benjamín 2 |
| SUMO LEGO | Osiris Ares Team - ECUADOR | Punisher | Gordox |
| SEGUIDOR DE LÍNEA VELOCIDAD | Sammy R2 Old School Team COLOMBIA | Baymax Sonic Team ECUADOR | CC Tom MÉXICO |
| SEGUIDOR DE LÍNEA DESTREZA | Curiosity 3.0 PERÚ | Techies PERÚ | Arturito Equipo Benalcazar ECUADOR |
| NATCAR | CC Hughes N MÉXICO | CC Jerry N MÉXICO | JL Bot PERÚ |
| CARRERA DE DRONES VELOCIDAD | Thor Iron Rippers Robotics ECUADOR | Mercurio RobotMex - MÉXICO | Exia |
| CARRERA DE DRONES DESTREZA | MÉXICO | ECUADOR | UDLA-UI TEC ECUADOR |
| CARRERA DE BALANCE | Descontrol Club de Robótica UPS ECUADOR | _____ | _____ |
| CARRERA DE INSECTOS | Halloween MÉXICO | InsectBot MÉXICO | Viuda Negra ECUADOR |
| LABERINTO | Wolf Tracker Galery Wolf Tracker UNACH - ECUADOR | Galeoncita Club de Robótica UPS ECUADOR | Heinserberg Club de Robótica UPS ECUADOR |
| ROBOT TREPADOR | Tsukebe Club de Robótica UPS | _____ | _____ |
| PELEA DE HUMANOIDES | Arrow Club de Robótica UPS | Iron Robofet | Mack Jack |

| | | | |
|-----------------------|--|--|--|
| | ECUADOR | ECUADOR | ECUADOR |
| CARRERA DE HUMANOIDES | Nao Club de Robótica UPS ECUADOR | Arrow Club de Robótica UPS ECUADOR | Mack Jack ECUADOR |
| ROBOT BAILARÍN | Artemiz | Fusilerito Robota - ECUADOR | Nao |
| FÚTBOL | Futbot Club de Robótica UPS ECUADOR | El gran combo Club de Robótica UPS ECUADOR | X'owls Club de Robótica EPN ECUADOR |
| HOCKEY | Rhino | Spartanos | _____ |
| NANO SUMO | Nano Panza Steel Nerves Team ECUADOR | Nano Führer Steel Nerves Team ECUADOR | _____ |
| MICRO SUMO | Boyka RobotMex - MÉXICO | Attom RobotMex - MÉXICO | Micro Boris Electronic's Team MÉXICO |
| MINI SUMO | Tazmania Old School Team COLOMBIA | Deep Blue Old School Team COLOMBIA | Asashoryu Ja-Bots - COLOMBIA |
| MINI SUMO RC | Odin MÉXICO | Plan D Club de Robótica UPS ECUADOR | Tazmania Old School Team COLOMBIA |
| SUMO AUTÓNOMO | Taima RobotMex - MÉXICO | Asashoryu Ja-Bots - COLOMBIA | Topotoropo UDITECH - COLOMBIA |
| SUMO RC | Sukune RobotMex - MÉXICO | Madara | ST - Alfa |
| BATALLA 1LB | Hulk | Balatróns Iron Rippers Robotics ECUADOR | Mini Thanos Iron Rippers Robotics ECUADOR |
| BATALLA 3LB | Mini Haka Team Haka - MÉXICO | Krakencito Club de Robótica UPS | Volvy Jr. |
| BATALLA 12LB | Kratos | Patancito | 300 PERÚ |
| BATALLA 30LB | Thanos Jr. | Filatiking | Atom |

| | | | |
|--|---|--------------------------------------|--|
| | Iron Rippers Robotics ECUADOR | Club de Robótica UPS ECUADOR | |
| BATALLA 120LB | Thanos Iron Rippers Robotics ECUADOR | Cilindrín Club de Robótica UPS | 300 PERÚ |
| BATALLA SIMULADA | Pilinbot ECUADOR | Destructor 2.0 ECUADOR | Shito ECUADOR |
| IMPACTO TECNOLÓGICO | Plataforma Robótica Sumergible COLOMBIA | Biobyte Neural Team | Sistema de Teleasistencia UDLA-UI TEC ECUADOR |
| EQUIPO CAMPEÓN 2017 | | | |
| Club de Robótica Universidad Politécnica Salesiana Ecuador | | | |

Elaborado por: Autor

2.8 Comunicaciones inalámbricas

La comunicación inalámbrica implica la transmisión de información a una distancia sin la ayuda de alambres, cables o cualquier otro medio físico de transmisión.

La comunicación inalámbrica es un término amplio que incorpora todos los procedimientos y formas de conectando y comunicando entre dos o más dispositivos usando una señal inalámbrica por medio de dispositivos y tecnologías de comunicación inalámbrica.

Como se ha dicho, la comunicación inalámbrica implica la transferencia de información sin ninguna conexión física entre dos o más puntos brindándonos varias ventajas entre ellas la rentabilidad ya que al no tener una infraestructura física reduce el coste, flexibilidad debido a que permite que las personas se puedan comunicar independientemente de la ubicación y accesibilidad puesto que la tecnología inalámbrica ayuda a un fácil acceso ya

que las áreas remotas donde las líneas de tierra no se pueden colocar correctamente, se conectan fácilmente a la red.

2.8.1 Redes inalámbricas

La red inalámbrica es una red a través de la cual los datos las señales fluyen por el aire. Es útil para que las personas se puedan comunicar y acceder a aplicaciones e información sin cables. Permite a las personas interactuar con el correo electrónico o navegue por Internet desde la ubicación que prefiera.

Las redes inalámbricas son redes que manejan ondas de radio para acoplar los dispositivos, sin la necesidad de utilizar cables de ningún tipo. (Salazar, 2017)

Las redes inalámbricas no están ligadas a un canal para seguir como redes cableadas. La red inalámbrica es menos costosa y mucho más fácil instalar que una red cableada más tradicional.

2.8.2 Tipos de Redes Inalámbricas

Según (Salazar, 2017), podemos clasificar las redes inalámbricas en cuatro grupos específicos según el área de aplicación y el alcance de la señal, es así que tenemos las redes inalámbricas de área personal (Wireless Personal-Area Networks - WPAN), redes inalámbricas de área local (Wireless Local-Area Networks - WLAN), redes inalámbricas de área metropolitana (Wireless Metropolitan-Area Networks - WMAN), y redes inalámbricas de área

amplia (Wireless Wide-Area Networks - WWAN). La figura 2.8 nos muestra la clasificación de las redes inalámbricas y el alcance de estas.

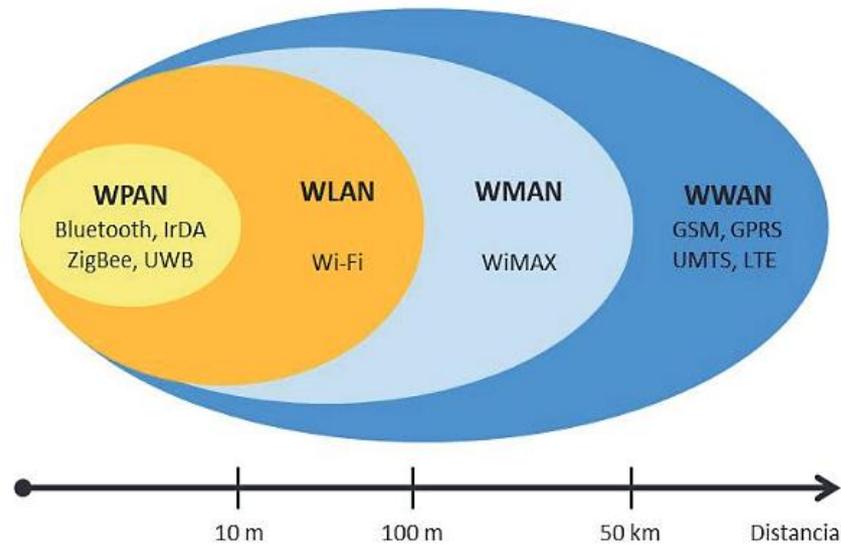


Figura 2. 8. Clasificación de las Redes Inalámbricas
Fuente: (Salazar, 2017)

También es posible dividir estas redes inalámbricas en redes de largo y de corto alcance. Cuando se refiere a las redes inalámbricas de corto alcance queremos decir que son de un área limitada, es así que las WPAN y las WLAN forman parte de éstas, mientras que en las redes de largo alcance la conectividad es típicamente proporcionada por las empresas que comercializan la conectividad inalámbrica como un servicio. Estas redes abarcan grandes áreas, tales como un área metropolitana (WMAN), un estado o provincia, o un país entero. El objetivo de las redes de largo alcance es proporcionar cobertura inalámbrica a nivel mundial. La red de largo alcance más común es la red inalámbrica de área amplia (WWAN). Cuando se requiere verdadera cobertura global, también están disponibles las redes de satélites. (Salazar, 2017)

Muchas aplicaciones inalámbricas de monitoreo y control están disponibles para los mercados industrial y doméstico. Algunas plataformas de hardware están especializadas para optimizar solo una característica (por ejemplo, velocidad de datos alta, rango de transferencia largo o modo de baja potencia). Sin embargo, los parámetros más restrictivos para una red de sensores inalámbricos (Wireless Sensor Networks, WSN), son el consumo de energía y la distancia.

La tecnología de comunicaciones inalámbricas Bluetooth proporciona una red de área personal (Personal Area Network, PAN) para intercambiar datos entre dispositivos con capacidad Bluetooth dentro de una cierta proximidad. La tecnología Bluetooth tiene un modo de baja potencia y dispositivos de alta integración y opera en la banda de 2.4 GHz sin licencia, pero está limitada a comunicaciones de corta distancia. Por lo tanto, esta tecnología no es la más adecuada para desarrollar una red de sensores inalámbricos (Wireless Sensor Networks, WSN). Por esta razón, Bluetooth solo se menciona y describe como una tecnología existente (Bluetooth SIG). (Olivares, 2009)

El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) definió los protocolos de red Wi-Fi IEEE 802.11a, 802.11b y 802.11g que operan en las bandas de radio sin licencia de 2.4 y 5 GHz. Por lo tanto, cualquier tipo de dispositivo con certificación Wi-Fi estándar puede operar en todo el mundo con velocidades de datos de 11 Mbps para IEEE 802.11b o 54 Mbps para IEEE 802.11a. Por supuesto, cuanto mayor es la distancia al punto de acceso, menor es el rendimiento.

La tecnología Wi-Fi permite que diferentes dispositivos como computadoras portátiles (PC), teléfonos celulares y asistentes digitales personales (PDA) se comuniquen entre sí o se conecten a Internet sin necesidad de una conexión por cable. La tecnología Wi-Fi carece de un modo de bajo consumo de energía y tampoco está muy integrada. Por lo tanto, una WSN de baja potencia y altamente integrada no puede usar esta tecnología, por lo que ofrecemos solo una descripción general de esta tecnología existente.

La tecnología Ultra Wideband (UWB) permite que la información se transmita a un gran ancho de banda en pulsos precisos que normalmente tienen de 1 a 2 nanosegundos de longitud y ocupan al menos el 25% de la frecuencia central, mucho más que otros sistemas. El uso de esta tecnología se limita al rango de frecuencias de 3.1 a 10.6 GHz. Otra característica notable de UWB es su mejor comportamiento con respecto a las interferencias que otras tecnologías debido al uso de técnicas de modulación de espectro ensanchado.

A pesar de tener una mayor relación de velocidad de transmisión con respecto al consumo de energía que otras tecnologías similares, como Wi-Fi, UWB se limita a aplicaciones de corto alcance. Por lo tanto, es apropiado para dispositivos portátiles, para obtener una batería de larga duración, pero no para WSN que requieren distancias más grandes. Esta es la razón principal para no entrar en más detalles sobre la tecnología UWB (Intel UWB)

La tecnología Wibree es un protocolo de comunicaciones inalámbricas de corto alcance diseñado para complementar Bluetooth mediante la implementación de la mayoría de las funciones Bluetooth con un menor consumo de energía. El estándar abierto de Wibree puede funcionar en aplicaciones donde no es posible la transmisión confiable de datos de Bluetooth, aunque la velocidad máxima de transmisión de datos es tres veces menor que la de Bluetooth 2.0 (1 Mbps frente a hasta 3 Mbps).

Las especificaciones de Wibree están siendo definidas por un grupo de empresas importantes de diferentes sectores, como fabricantes de semiconductores, proveedores de servicios y proveedores, con Nokia a la cabeza. (La lista de tales compañías incluye Broadcom, Casio, CSR, Epson, ItoM, Nordic Semiconductor, STMicroelectronics, Suunto, Taiyo Yuden y Texas Instruments).

Esta tecnología está diseñada para funcionar con un chip independiente o un chip de modo dual. Mientras que el chip independiente es un dispositivo pequeño capaz de operar con un consumo de energía muy bajo, el modo dual Bluetooth Wibree puede comunicarse con dispositivos estándar Bluetooth con menos consumo de energía y a distancias de 5 a 10 metros utilizando la banda de 2,5 GHz. Wibree no se explica aquí con más detalle porque no es una tecnología de larga distancia, por lo que es adecuada para dispositivos pequeños y de baja potencia a distancias limitadas (5-10 metros), lo que no es totalmente adecuado para muchas aplicaciones típicas de WSN.

IEEE 802.15.4 es un protocolo para redes inalámbricas que apunta a lograr simplicidad, bajo costo, baja velocidad de datos y bajo consumo de energía con la capacidad de operar meses o incluso años con baterías AA o AAA estándar (Descripción general de Freescale ZigBee).

El estándar IEEE 802.15.4 define dos capas, el MAC y la capa física (PHY), como se muestra en la Fig. 2.2, y utiliza las tres bandas de frecuencias libres de licencia. Estas bandas sin licencia tienen un total de 27 canales divididos en 16 canales a 2,4 GHz con velocidades de datos de 250 kbps, 10 canales a 902 a 928 MHz con velocidades de datos de 40 kbps y un canal a 868 a 870 MHz con datos tasa de 20 kbps. Sin embargo, solo la banda de 2,4 GHz opera en todo el mundo; los otros son bandas regionales. La banda 868-870-MHz opera en Europa, mientras que la banda 902-928-MHz opera en Norteamérica, Australia y otros países.

IEEE 802.15.4 ha adoptado la técnica de espectro ensanchado de secuencia directa (DSSS) para garantizar la coexistencia y la solidez frente a la interferencia, y utiliza más ancho de banda que la señal transmitida sin él. La modulación de banda estándar de 2,4 GHz es la modulación por desplazamiento de fase en cuadratura compensada a medias sinusoides (OQPSK) y las bandas de 868/915 MHz utilizan codificación binaria por desplazamiento de fase (BPSK).

Otra técnica adoptada para la coexistencia es el acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), que consiste en dividir la banda de 2,4 GHz en 16 canales no superpuestos con una distancia de 5 MHz entre ellos,

permitiendo así que los dispositivos que funcionan en canales adyacentes coexistan sin problemas.

Además de las técnicas descritas anteriormente, Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance (CSMA / CA) también es necesario en la mayoría de las redes sin beacons porque varios dispositivos pueden estar trabajando en el mismo canal. Esta técnica consiste básicamente en escuchar, buscar actividad y, si el canal está ocupado, esperar una cierta cantidad de tiempo y volver a verificar, y luego, si el canal no está ocupado, usarlo.

Al igual que muchos otros fabricantes de silicio, Atmel ofrece soluciones para una amplia área de aplicaciones inalámbricas, incluidos teléfonos móviles, Bluetooth o WiMAX (Atmel). La plataforma de enlace AVR-Z es una solución con certificación ZigBee y compatible con 802.15.4 que permite el desarrollo fácil y rápido de aplicaciones inalámbricas utilizando software libre y kits de desarrollo. El uso de dispositivos AVR como núcleo de los sistemas permite la selección de una amplia gama de microcontroladores que soportan la conexión de la pila ZigBee sin problemas (Atmel AVR). Además, el AT86RF230 es uno de los pocos transceptores desarrollados por Atmel que cumple totalmente con las aplicaciones 802.15.4 y ZigBee que trabajan en la banda de 2.4 GHz. El AT86RF230 no necesita componentes externos para funcionar separados de la antena, el cristal y los condensadores de desacoplamiento integrados en el chip, lo que permite ahorrar mucho espacio en el tablero.

Microchip es líder en el mercado de microcontroladores debido a sus dispositivos PIC (Página de inicio de Microchip). A principios de 2007, Microchip lanzó el MRF24J40 (Microchip MRF24J40), su primer transceptor de radio de baja potencia orientado a las aplicaciones 802.15.4. Junto con el lanzamiento del transceptor, Microchip anunció el protocolo MiWi, un protocolo basado en 802.15.4 que es compatible con dispositivos 802.15.4. La principal característica de MiWi es que se necesitan menos recursos a la vez que se mantiene la compatibilidad con otros dispositivos ZigBee. Además, es gratis, lo que significa que no se deben pagar regalías ni certificaciones. Este protocolo ha sido diseñado para aplicaciones de bajos recursos en las que la cantidad de nodos (1024), coordinadores (8), chips por coordinador (127) o saltos (4) es crítica. Una desventaja es que la pila está diseñada para ser utilizada con microcontroladores Microchip PIC y con el transceptor MRF24J40.

Las pilas ZigBee y MiWi son totalmente compatibles con la placa de demostración PICDEM Z. Esta placa permite el fácil desarrollo e integración de aplicaciones ZigBee utilizando el MPLAB IDE de Microchip como entorno y el MPLAB ICD 2 como una herramienta de programación y depuración en circuito. El kit incluye dos placas PICDEM Z con un microcontrolador PIC18LF4620, algunos botones pulsadores, medición de temperatura, interfaz de E / S y una placa secundaria con el chip de radio. Las versiones iniciales de este kit antes del lanzamiento del MRF24J40 tenían un transceptor de terceros montado en la placa secundaria de RF. Finalmente, el kit incluye la pila ZigBee que admite varias funcionalidades (Altamirano, 2005)

2.9 Radiocomunicación

Según (Ramón Ramírez, 2015), la radiocomunicación es una forma de telecomunicación que se realiza por medio de ondas de radios u ondas hertzianas, que a su vez está caracterizada por el movimiento de los campos eléctricos y magnéticos. La comunicación vía radio se desarrolla por medio del espectro radioeléctrico cuyas propiedades son variadas dependiendo de sus bandas de frecuencia. La figura 2.9 muestra una transmisión.

Las ondas radioeléctricas son ondas electromagnéticas que se propagan por medio del espacio. Al contrario de lo que sucede con las ondas mecánicas como el sonido, pueden propagarse por medio del vacío. Esto hace posible las comunicaciones vía satélite y espaciales. (García Rodrigo & Gregorio Morales, 2012)

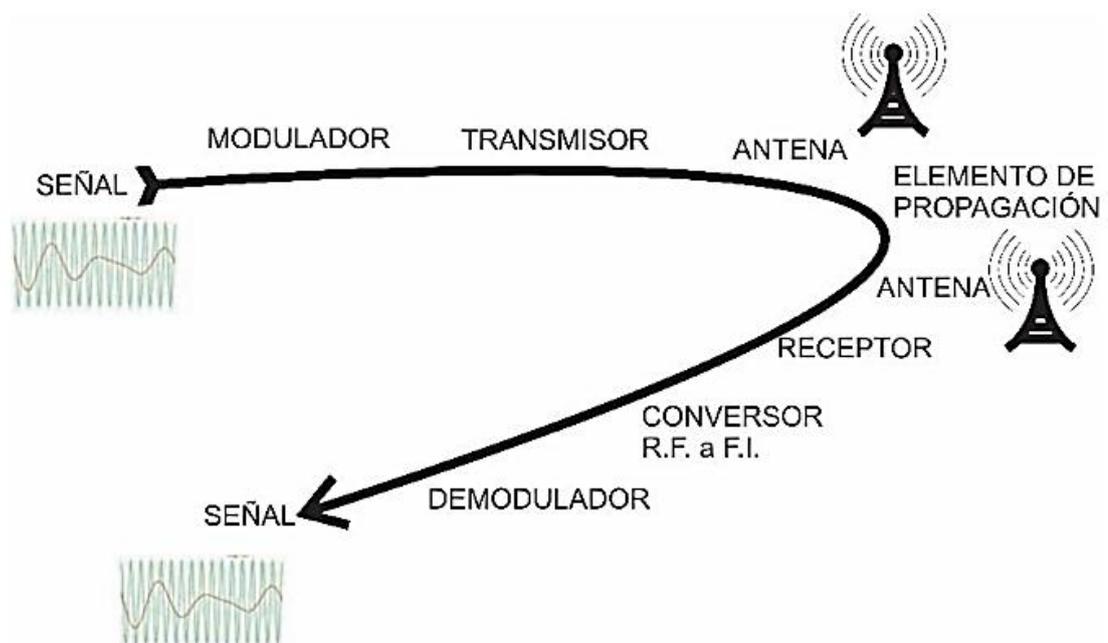


Figura 2. 9. Transmisiones
Fuente: (García Rodrigo & Gregorio Morales, 2012)

2.9.1 Espectro Radioeléctrico

Para (Luque Ordoñez, 2017), al flujo saliente de energía de una fuente en forma de ondas electromagnéticas se le califica como radiación electromagnética, la cual podría ser de procedencia natural o artificial. El espectro electromagnético es la agrupación de todas las frecuencias (número de ciclos de la onda por unidad de tiempo) probables a las que se produce radiación electromagnética.

El espectro radioeléctrico es el conjunto de frecuencia en las que se propagan las ondas electromagnéticas por el espacio. Este rango se encuentra entre las frecuencias de 9 kHz y 3000 GHz. Es un recurso universal y limitada que requiere una regulación y organización puesto que de lo contrario sería imposible garantizar una mínima fiabilidad de las telecomunicaciones ya que las interferencias serían continuas. (García Rodrigo & Gregorio Morales, 2012). En la figura 2.10 se observa la división del espectro electromagnético.

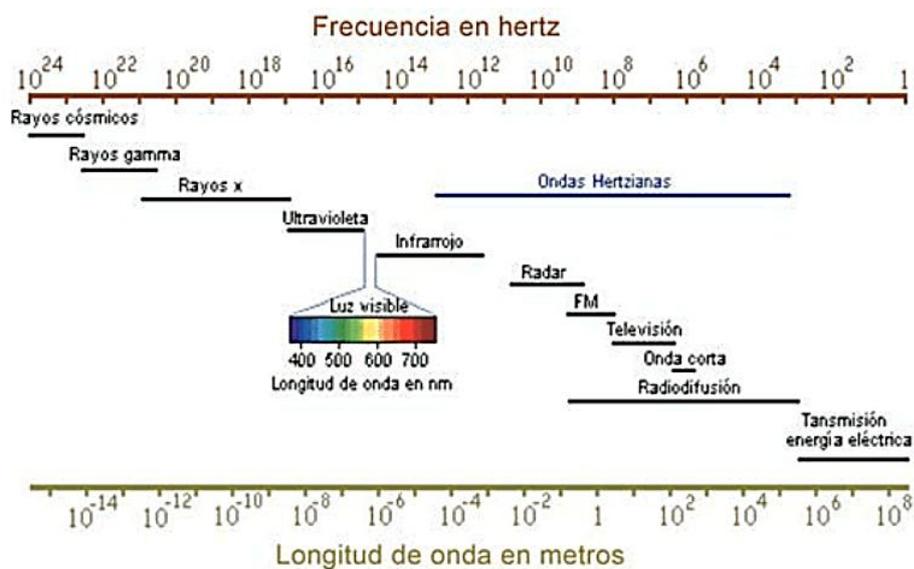


Figura 2. 10. División del espectro electromagnético
Fuente: (Luque Ordoñez, 2017)

Para (Luque Ordoñez, 2017) las Ondas subradio, Ondas radioeléctricas, Microondas, Rayos T, Rayos infrarrojos, Luz visible, Rayos ultravioleta, Rayos X, Rayos gamma y Rayos cósmicos son categorías de radiación electromagnética que forman parte de la clasificación más usual del espectro electromagnético.

2.9.2 Comunicación por Radiofrecuencia (RF)

Una señal de radiofrecuencia (RF) se refiere a una señal electromagnética inalámbrica utilizada como forma de comunicación, si se habla de electrónica inalámbrica. Las ondas de radio son una forma de radiación electromagnética con frecuencias de radio identificadas que van desde 3 kHz hasta 300 GHz. La frecuencia se refiere a la velocidad de oscilación de las ondas de radio.

La propagación de RF ocurre a la velocidad de la luz y no necesita un medio como el aire para poder viajar. Las ondas de RF se producen naturalmente a partir de las llamaradas solares, los rayos y las estrellas en el espacio que irradian ondas de RF a medida que envejecen. La humanidad se comunica con ondas de radio creadas artificialmente que oscilan en varias frecuencias elegidas. La comunicación de RF se utiliza en muchas industrias, incluidas las transmisiones de televisión, los sistemas de radar, las redes de computadoras y plataformas móviles, el control remoto, la medición, monitoreo remoto y muchas más.

Según (San Román Castillo, Castillo Aranibar, Sotomayor Polar, Gonzales Fuentes, & Zenteno Bolaños, 2014), el término Radiofrecuencia o

RF, se adhiere al fragmento del espectro electromagnético en el que se pueden crear ondas electromagnéticas, una onda electromagnética propaga simultáneamente campos eléctricos y magnéticos elaborados por una carga eléctrica en movimiento. El flujo saliente de energía de una fuente en forma de ondas electromagnéticas se le denomina radiación electromagnética. La Radiofrecuencia se localiza en el espectro de la radiación electromagnética menos energética, se determina como aquella en que las ondas electromagnéticas tienen una frecuencia entre 3 kHz y 300 GHz.

2.10 Transmisor FlySky

Según (Gualli Cujilema & Véliz Intriago, 2016), el transmisor FlySky modelo FS-T6 es una emisora de 6 canales que independientes están asignados de manera vertical y horizontal, se sustenta con 8 pilas alcalinas AA de 1.5 voltios, como se observa en la figura 2.13, cuenta con dos palancas de control y una antena vertical de 26mm.



Figura 2. 11. Transmisor FlySky modelo FS-T6
Fuente: (Gualli Cujilema & Véliz Intriago, 2016)

2.11 Receptor FlySky FS-T6

Este receptor es de gran perceptibilidad y posee una frecuencia de trabajo de 2,4 GHz una potencia de salida de -20dbm. Este receptor utiliza a modulación por desplazamiento de frecuencia gaussiana (GFSK).

Para (Gualli Cujilema & Véliz Intriago, 2016), este receptor está apto para recibir 6 señales de frecuencia modulada provenientes de su transmisor lo cual se da a notar en la figura 2.12.



Figura 2. 12: Receptor FlySky modelo FS-T6
Fuente: (Gualli Cujilema & Véliz Intriago, 2016)

El receptor de RF puede recibir estas señales solo si está configurado para el patrón de señal / datos predefinido. Una solución ideal para esta aplicación la proporcionan los módulos de transmisor y receptor compactos, que operan a una frecuencia de 434 MHz y están disponibles confeccionados. Aquí, el sistema de transmisión de radiofrecuencia (RF) emplea Amplitude Shift Keying (ASK) con un transmisor (y un receptor) que funcionan a 434 MHz. El uso del módulo RF listo para usar simplifica la construcción de un sistema de control remoto inalámbrico y también lo hace más confiable. (Altamirano, 2005)

El circuito del transmisor de RF puede alimentarse con seguridad desde la fuente de alimentación de CC de 4.5V a 6V. Aquí, se agrega el diodo D1 para introducir una caída de 0.65V, pero esto no es muy crucial.

El módulo de RF de 434 MHz (Tx y Rx) está disponible de muchas fuentes. Los terminales de conexión generalmente están etiquetados en la PCB. En caso de cualquier duda, consulte las hojas de datos de los módulos de RF. (Altamirano, 2005)

En la práctica, el transmisor generalmente funciona con baterías. Pero también puede alimentar el receptor desde un suministro de CC a bordo / externo. En este caso, realice una disposición opcional de "filtro de ruido", como se muestra aquí, para "limpiar" los rieles de potencia de 5 V del módulo receptor RF de 434MHz.

CAPÍTULO 3: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

3.1 Diseño e Implementación de Robot de Batalla de 1 libra

La finalidad del robot de batalla de 1 libra radica en tener una batalla con uno o más adversarios en donde se tendrá una puntuación por cada ataque que se dé a su respectivo rival en un determinado tiempo. En la figura 3.1 podemos observar el prototipo de 1 lb que se implementó en el presente proyecto de titulación.



Figura 3. 1: Robot de batalla tipo Warbot de 1 lb
Elaborado por: Autor

El prototipo se encuentra construido a base de piezas las cuales son diseñadas en AutoCAD, como podemos observar en las figuras 3.1 y 3.2, para su respectivo diseño y después elaboradas en un torno mecánico, el material utilizado en los bordes fue polietileno, sus tapas superior e inferior están hechas con fibras de carbono de 1,5 mm de grosor; este material es sumamente ligero y resistente lo cual nos ayuda debido a que se controla

bastante el peso pues no debe pasarse de la libra. El arma se la diseño en AutoCAD para después realizarlo en un taller mecánico con la ayuda de un torno y una fresadora, luego de terminada las piezas se procede a enlazar todas sus partes con tornillos para dejar todo listo.

Las llantas son de neopreno el cual es un material parecido a la esponja con una adherencia similar a la silicona lo cual reduce bastante el peso dando fricción a las llantas. La figura 3.3 nos muestra el interior del robot tipo warbot ya implementado con todos sus componentes.

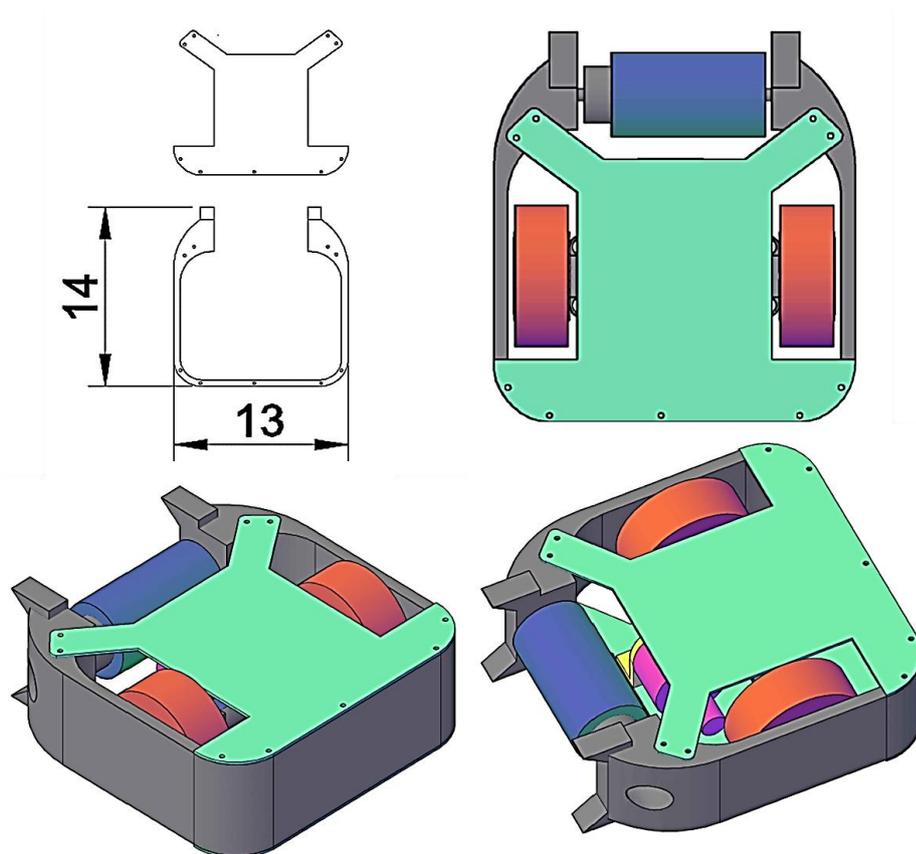


Figura 3. 2: Diseño en Autocad del robot de batalla de una libra
Elaborado por: Autor

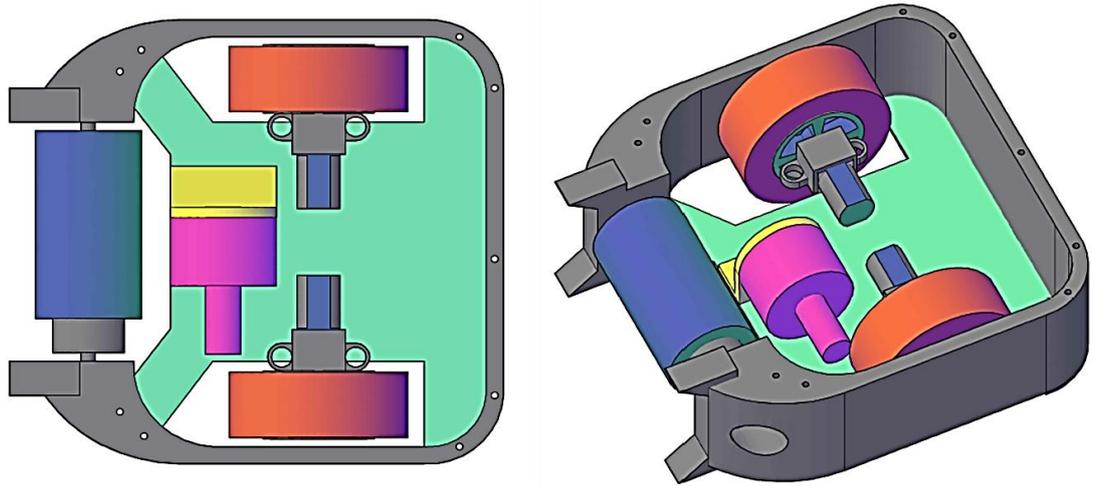


Figura 3. 3: Diseño interno en Autocad de la estructura del prototipo
Elaborado por: Autor



Figura 3. 4 Vista interna de robot de batalla
Elaborado por: Autor

3.2 Hardware

3.2.1 Motor DC Brushless Turnigy L2210

Estos motores también lo podemos encontrar con el nombre de motores DC sin escobilla, en el mercado, es ampliamente utilizado en aplicaciones que incluyen electrodomésticos, automotriz, aeroespacial, consumidor, médico, equipo industrial automatizado e instrumentación.

El motor sin escobillas se conmuta eléctricamente mediante interruptores de alimentación en lugar de cepillos. Comparado con un motor de corriente continua con escobillas cepillado o un motor de inducción, el motor sin escobillas tiene muchas ventajas:

- Mayor eficiencia y confiabilidad
- Menor ruido acústico
- Más pequeño y más ligero
- Mayor respuesta dinámica
- Mejor velocidad frente a las características de par
- Mayor rango de velocidad
- Vida más larga

Un motor brushless realiza el intercambio electrónicamente usando la retroalimentación de la posición del rotor para determinar cuándo cambiar la corriente. La retroalimentación generalmente implica un sensor Hall adjunto o un codificador giratorio. Los devanados del estator trabajan junto con los imanes permanentes en el rotor para generar una densidad de flujo casi uniforme en el espacio de aire. Esto permite que las bobinas del estator sean impulsadas por un voltaje de CC constante (de ahí el nombre de CC sin

escobillas), que simplemente cambia de una bobina de estator a la siguiente para generar una forma de onda de voltaje CA con una forma trapezoidal.

El motor que se va a utilizar alcanza las 1650 revoluciones por minuto por nivel de voltaje. Su alimentación esta entre los 7.45 hasta los 11.0 voltios, lo que traducido a cantidad de celdas en una batería de lipo serían de dos a tres celdas. La corriente que consume el motor en un estado al vacío es de 1.2 amperios y alcanza hasta un consumo de 22.5 amperios en trabajo con cargas. Podemos apreciar que tendría una potencia de trabajo alrededor de los 250 vatios.

Posee un eje de 3 milímetros y una longitud total de 29 milímetros. Con respecto a su tambor de bobina esta en los 0.29 centímetros de diámetro y 0.1 centímetros en la altura. Puede llegar a tener un impulso o empuje de 510 gramos. Su peso total rodea los 50 gramos.



Figura 3. 5: Motor Brushless Turnigy L2210
Fuente: (Hobbyking, 2017)

3.2.2 Motor Micro Metal LP con reductora 50:1

El funcionamiento del motor se basa en la respuesta que tienen los campos magnéticos en atraer o de su caso contrario, el poder repeler entre sus respectivos polos magnetizados. Usando el motor de tipo trifásico, el proceso nace al momento de que la corriente fluye a través de uno de los tres devanados del estator y genera un polo de tipo magnético que atrae al imán permanente más cercano del polo que se encuentra al lado opuesto.

El rotor se moverá si la corriente cambia a una bobina adyacente. La carga secuencial de cada bobina hará que el rotor siga en un campo giratorio. El par depende de la amplitud de corriente y el número de vueltas en sus respectivas bobinas que tiene el propio estator, la fuerza y el tamaño de los imanes constantes en el tambor del motor, el espacio de aire entre el rotor y los devanados, y la longitud del brazo giratorio.

Un motor de corriente continua cepillado consta de un interruptor y cepillos que convierten una corriente continua en una bobina de inducido a una corriente alterna. A medida que la corriente fluye a través del colector a través de los devanados de la armadura, el campo electromagnético repele los imanes cercanos con la misma polaridad, y hace que el ala gire hacia los imanes de atracción de polaridad opuesta.

A medida que la armadura gira, el conmutador invierte la corriente en la bobina de inducido para repeler los imanes cercanos, haciendo que el motor gire continuamente. El hecho de que este motor pueda ser impulsado por voltajes y corrientes de CC lo hace muy atractivo para aplicaciones de bajo

costo. Sin embargo, el arco producido por las bobinas del inducido en la superficie del colector de escobillas genera calor, desgaste, y son inconvenientes importantes.



Figura 3. 6: 50:1 Micro Metal Gearmotor HP 6V
Fuente: (Pololu, 2018)

El motor que se utilizará, es un motor de corriente continua de la marca Pololu, el cual posee un alto torque y una buena velocidad de desplazamiento. La marca Pololu posee una gran variedad de motores de corriente continua, cuando se necesita diseñar un robot de batalla, se necesita recurrir a elementos que sean de buena calidad y que soporten impactos.

Los motores Pololu tienen un buen desempeño y una gran vida útil de trabajo. Por estas características se ha optado por utilizar esta marca de motores. Entre las características que tiene el motor que se utilizara en el prototipo de batalla están las siguientes. Su tamaño pequeño entra en las dimensiones de 10 x 12 x 26 milímetros. Tiene un peso de alrededor de 10 gramos con diámetro de eje de 3 milímetros. Posee una relación de engranaje de 50 a 1 el cual provee una velocidad máxima de 600 revoluciones por minuto. Este motor trabaja con un voltaje nominal de 6 voltios y su consumo al vacío está alrededor de los 120 miliamperios. Entre sus límites está una

corriente de consumo máxima de 1.6 amperios y un peso máximo de 15 onzas.

Entendemos entonces que es un buen motor que nos ayudara para la movilidad del robot en el área de batalla y que poseen una buena estabilidad y bajo consumo energético.

3.2.3 Controlador de motores de corriente continua Sabertooth 2x5

Para el control de motores de corriente continua, existen en el mercado una gran variedad de tarjetas controladoras. Usualmente el parámetro más importante que puede tener una tarjeta controladora de motores es su capacidad con el manejo y control de la corriente. Es decir, que entre mayor sea la cantidad de amperaje que pueda soportar en su circuitería para el control de los motores, mayor será la calidad de la tarjeta y su popularidad de igual forma.

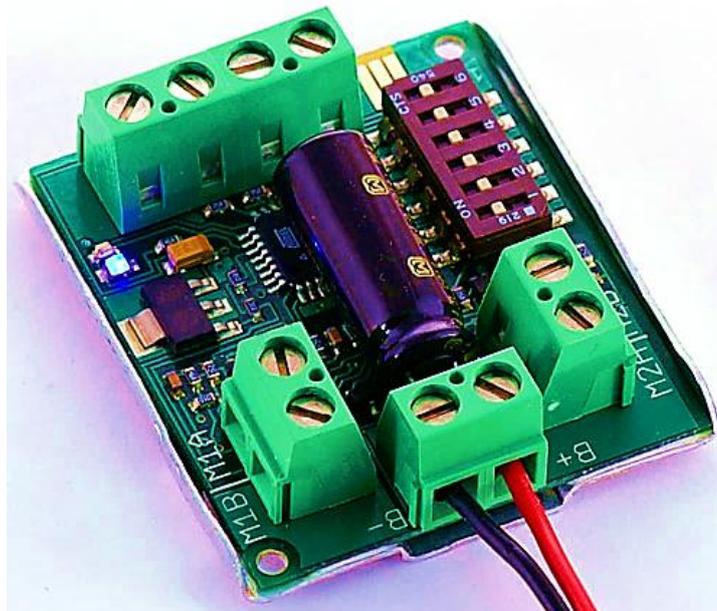


Figura 3. 7: Tarjeta controladora de motores SABERTOOTH 2X5
Fuente: (Engineering, 2017)

La tarjeta Sabertooth es capaz de realizar el control de los motores de múltiples formas. Maneja comunicación serial, es decir que por un canal de datos, es posible realizar el control de dos motores de maneras independientes y a tiempos distintos. Esta comunicación serial es muy útil, debido a que los microcontroladores trabajan directamente con este tipo de comunicación mediante una modulación de anchos de pulsos conocida normalmente de sus siglas en inglés como PWM (Pulse Wide Modulation).

Esta modulación de anchos de pulsos tiene configurados en sus límites las cantidades de -255 hasta +255, siendo esto, una cantidad de medida donde el signo del número indica el sentido del motor, y la cantidad absoluta el tamaño proporcional del nivel del voltaje que puede ser entregado al motor. Donde el 0 indica un voltaje de 0 voltios y el 255 representa el máximo voltaje que puede ser controlado por la tarjeta.

Sabertooth cuenta con su propia librería, las cuales se encuentran en su sitio web y pueden ser descargadas libremente para su uso correspondientes en lenguajes C orientados a objetos, los cuales manejan el código para configurar los diversos tipos de microcontroladores existentes. Mediante esta librería es posible configurar la transmisión de datos por comunicación serial y a su vez, poder realizar una medición o monitoreo del estado actual de la tarjeta durante su correcto funcionamiento. Podemos ver en tiempo real, gracias a la comunicación serial los parámetros de control de la tarjeta, la cantidad de corriente que maneja, los sentidos del flujo de corriente, los picos generados en los motores, etc.

Es importante saber también, que la tarjeta cuenta con el control de los motores mediante comunicación de radio frecuencia. Es decir que podemos instalar directamente en la tarjeta controladora, el dispositivo receptor de radio frecuencia para realizar la gestión de los motores de manera inalámbrica y a distancia. Para realizar este tipo de comunicación es importante reconocer en la tarjeta controladora Sabertooth, cuáles son sus respectivos canales de comunicación para enlazarlos a la receptora de forma correcta, evitando así, la pérdida de información y el desempeño eficiente de los motores.

El modelo de tarjeta que se usará en el diseño y prototipado del robot de batalla será la Sabertooth 2x5 que existe en el mercado. Esta tarjeta controladora es la elección ideal para un robot de batalla de tres libras, pues es evidente que el robot necesitara desplazarse con un accionamiento direccional. Este modelo de tarjeta puede entregar hasta 5 amperios de manera continua a dos motores que sean cepillados. Puede soportar picos de corriente de hasta 10 amperios pero en periodos cortos de tiempo, los cuales usualmente se generan en algún movimiento brusco o impacto hacia los motores cuando están trabajando de forma continua.

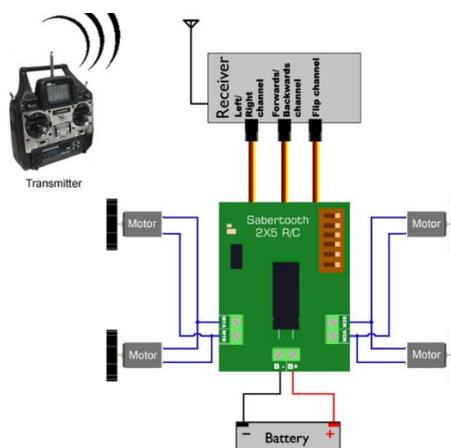


Figura 3. 8: Diagrama esquemático comunicación RC SABERTOOTH 2X5
Fuente: (Engineering D. , 2018)

Una de las mejores características que tiene este modelo de Sabertooth 2x25 es que tiene incluida la acción de límite de corriente suave y también protección de tipo térmica en su interior, lo cual nos beneficia, para poder trabajar sin preocuparnos de que vayamos a quemar la tarjeta por algún sobre voltaje generado en los motores, o conectando motores con consumos muy elevados de corriente.

Para terminar con las definiciones técnicas de la tarjeta controladora, el modelo que se va a utilizar para el respectivo control de los motores tiene un peso de alrededor de 18 gramos, lo cual es una característica muy importante al momento de diseñar y elaborar un robot de batalla. El peso del robot no debe exceder de lo permitido, por este motivo la mayoría de los diseñadores de robots están constantemente conociendo el mercado para conocer los modelos actuales y sus características.

Soporta tensiones en rango de entre 6 voltios hasta 12 voltios en su alimentación de entrada, teniendo un soporte máximo no recomendable de 18 voltios. Puede trabajar de forma normal con baterías con tecnología de Níquel Mercurio, Níquel Cadmio, Litio Polímero. Como ya se explicó en párrafos anteriores, posee dos canales para el control de dos motores independientes. Estos canales soportan corrientes continuas de hasta 5 amperios. En caso de generarse picos de corriente, la tarjeta soporta un máximo de hasta 10 amperios, en instantes pequeños de tiempo.

Esta tarjeta posee un control regenerativo de tipo sincrónico, el cual aprovecha la energía eléctrica que se está produciendo en el motor para poder

realimentar la batería al momento de no estar haciendo uso de ella. Esto quiere decir que con la misma energía eléctrica que el motor tiene acumulada, es posible recargar la batería que está alimentando la tarjeta en forma de fuente de alimentación. Esta tecnología es muy buena, ya que al realizar este tipo de control reduce bastante la inducción y los sobre voltajes producidos en los motores que, en algunos casos, pueden regresar a la tarjeta electrónica que los controla y dejarlas inutilizables.

Con respecto a la respuesta por parte de la Sabertooth al momento de invertir los controles o direcciones de los motores, dentro de sus parámetros intrínsecos, está la conmutación de frecuencia ultra sónica, lo cual nos indica que los transistores que controlan los motores son conmutados a velocidades ultrasónicas de alrededor de los 30 kHz, todo esto a estar a una frecuencia muy elevada, es imperceptible por nuestros sentidos auditivos, lo cual nos indica que los transistores operan en una transición silenciosa de estados.

Entre los modos de comunicación de entrada de datos de forma general tenemos los siguientes modos. Posee la capacidad de control a través de comunicación serial simplificada, valores analógicos de voltaje, comunicación serial en grupos de paquetes y comunicación por radio control.

3.2.4 Controlador de motores de corriente continua RoboClaw

RoboClaw es un controlador de motor regenerativo síncrono de doble canal eficiente y versátil. Puede suministrar dos motores CC cepillados con 7.5 A, 15 A, 30 A, 45 A o 60 A continuos (según el modelo) a tensiones de 6

V a 34 V, y permite corrientes máximas de hasta el doble del máximo calificación continua.

El RoboClaw presenta capacidad de decodificación en cuadratura dual. Se puede usar una rutina PID incorporada para el control de velocidad de bucle cerrado, manteniendo las velocidades del motor incluso si la carga varía, o el conteo del codificador y las velocidades se pueden leer directamente de RoboClaw para usar con un sistema de control externo. La retroalimentación analógica también es compatible con el control de posición de bucle cerrado.



Figura 3. 9: Tarjeta controladora RoboClaw 2x5
Fuente: (Pololu, 2018)

El RoboClaw tiene una interfaz USB que actúa como un puerto serie virtual (COM), lo que le permite ser controlado directamente desde una computadora. Varias otras modalidades de interfaz también son compatibles con RoboClaw: puede controlarse a través de una serie TTL para su uso con un sistema integrado, servoaccionamientos de pasatiempos RC para uso

como control de velocidad electrónico controlado por RC (ESC) o voltajes analógicos para usar con potenciómetros o joysticks analógicos.

Entre las características más importantes que se pueden destacar en la tarjeta controladora RoboClaw están los siguientes parámetros:

- Control bidireccional simple de dos motores DC cepillados
- Rango de suministro operativo de 6 V a 34 V
- Salida de corriente continua máxima de 7.5 A a 60 A, dependiendo del modelo del controlador
- La limitación de corriente automática reduce el ciclo de trabajo cuando la corriente del motor está entre 1 x y 2 x la corriente nominal del controlador
- Cuatro opciones de comunicación o control:
- Interfaz serie USB (puerto COM virtual)
- Interfaz serie de nivel lógico (TTL) para la conexión directa a microcontroladores u otros controladores integrados
- Interfaz de ancho de pulso para el control de radio Hobby (RC) para la conexión directa a un receptor RC o servocontrolador RC
- Interfaz de voltaje analógico de 0 V a 2 V (5 V tolerante) para conexión directa a potenciómetros y joysticks analógicos
- Entradas de retroalimentación dual para el control de lazo cerrado PID:
- Control de velocidad con codificadores de cuadratura, hasta 19.6 millones de pulsos de codificador por segundo
- Control de posición con codificadores o potenciómetros analógicos

- (Control de bucle abierto sin comentarios también disponible)
- Atornille los terminales para una conexión / desconexión rápida
- Configurable a través de la interfaz de botón pulsador
- Frenado regenerativo
- Tolera los cambios de dirección de alta velocidad
- Jumper-seleccionable 5 V BEC
- El monitoreo de la batería y el corte de bajo voltaje protegen a las baterías de una descarga excesiva.

3.2.5 Fuente de alimentación de Litio

Las baterías de polímero de litio (en lo sucesivo, "baterías LiPo") son un tipo de batería más nueva que ahora se utiliza en muchos dispositivos electrónicos de consumo. Han ganado popularidad en la industria del control de radio en los últimos años, y ahora son la opción más popular para cualquiera que busque largos tiempos de ejecución y alta potencia.



Figura 3. 10: Batería de Lipo tres celdas
Fuente: (Modeltronic, 2017)

Las baterías LiPo ofrecen una amplia gama de beneficios. Pero cada usuario debe decidir si los beneficios superan los inconvenientes. Para más y más personas, lo hacen. En mi opinión personal, no hay nada que temer de las baterías LiPo, siempre y cuando sigas las reglas y trates las baterías con el respeto que merecen.

Esta guía fue escrita después de muchas horas de investigación. Es tan preciso como puedo hacerlo sin ser realmente un ingeniero químico (aunque, al investigar este artículo, sí conversé con algunos de ellos). Dicho esto, esta guía no pretende ser considerada como definitiva. Es un documento vivo, y como el conocimiento común sobre las baterías LiPo cambia, también lo hará esta guía. Primero hablemos sobre las diferencias entre las baterías LiPo y sus contrapartes de níquel-cadmio e hidruro de níquel-metal.

Entre las características más importantes tenemos:

- Mucho más ligero, y se puede hacer en casi cualquier tamaño o forma.
- Capacidades mucho más altas, lo que les permite tener mucho más poder.
- Tasas de descarga mucho más altas, lo que significa que contienen más fuerza.
- Vida útil mucho más corta; LiPos promedia solo 150-250 ciclos.
- La química sensible puede provocar un incendio si se pincha la batería.
- Se necesita cuidado especial para cargar, descargar y almacenar.

La forma en que definimos cualquier batería es a través de un sistema de clasificación. Esto nos permite comparar las propiedades de una batería y ayudarnos a determinar qué paquete de batería es adecuado para la

necesidad en cuestión. Hay tres clasificaciones principales que debe tener en cuenta en una batería LiPo.

3.2.6 Sistema de transmisión por Radio Frecuencia FlySky i6

Como bien se puede saber, un sistema de control remoto inalámbrico basado en RF (Transmisor de RF y Receptor de RF) se puede utilizar para controlar una carga de salida desde un lugar remoto. El transmisor de RF, como su nombre lo indica, usa la frecuencia de radio para enviar las señales a una frecuencia particular y una velocidad en baudios. (Escobar Altamirano & Jiménez León, 2005)

La transmisión de una señal única, un codificador es crucial. Para esto, he usado el famoso codificador IC HT12E de Holtek. HT12E es capaz de codificar información que consiste en N bits de dirección y 12N bits de datos. Cada entrada de dirección / datos se puede configurar en uno de los dos estados lógicos. Las direcciones / datos programados se transmiten junto con los bits de cabecera a través de un medio de transmisión de RF al recibir una señal de activación. Los puentes de soldadura TJ1 y TJ2 se utilizan para establecer los bits de dirección y datos. (Hobbyking, 2017)

El consumo de corriente con un voltaje de suministro de cerca de 5.4V es de aproximadamente 10 mA. Dado que el consumo de corriente es muy poco, la potencia también puede ser proporcionada por células de botón estándar. La longitud de antena recomendada es de 17 cm para 433,92 MHz, y se puede usar un cable rígido como antena. Recuerde montar la antena (antena) lo más cerca posible del pin 4 (ANT) del módulo transmisor. (Escobar Altamirano & Jiménez León, 2005)

En la etapa de recepción de la transmisión por radio frecuencia se utiliza un circuito receptor. Este circuito complementa el transmisor de RF construido a lo largo del pequeño módulo transmisor de 434MHz. El receptor capta las señales transmitidas usando el módulo receptor de 434Mhz. Este módulo de receptor de RF integrado se ha sintonizado a una frecuencia de 433.92 MHz, exactamente igual que para el transmisor de RF.(Bolaños, 2011)

La señal "codificada" transmitida por el transmisor se procesa en el lado del receptor mediante el decodificador IC HT12F de Holtek. VR1 y R1 se utilizan para ajustar la frecuencia del oscilador del decodificador a la del transmisor. Cualquier variación posible debido a las tolerancias de los componentes y / o un voltaje de suministro diferente puede ser compensado por esta disposición. HT12F es capaz de decodificar información que consta de N bits de dirección y 12 bits de datos. El decodificador HT12F IC recibe las direcciones serie y los datos del codificador HT12E que son transmitidos por el módulo transmisor de RF. HT12D compara los datos de entrada en serie tres veces seguidas con las direcciones locales. (hobbyking, 2017)

Si no se encuentran errores o códigos no coincidentes, los códigos de datos de entrada se decodifican y luego se transfieren a los pines de salida. El pin de "Transmisión válida" (VT) también sube para indicar una transmisión válida.

Para un funcionamiento correcto, se debe elegir un par de circuitos integrados HT12E / HT12F con el mismo número de direcciones y formato de datos. Los bits de datos se configuran usando puentes de soldadura RJ1 y

RJ2. La salida del decodificador se muestra en un pinheader K1, haciendo que la señal lógica esté disponible para los circuitos que lo necesiten. Esta salida también se alimenta al transistor del controlador de retransmisión T1. El circuito receptor de RF se puede alimentar desde un suministro estándar de 5 VCC. Al igual que para el transmisor de RF, la antena (17 cm para 433,92 MHz) debe montarse lo más cerca posible del pin de RF IN (ANT) del módulo de receptor RF de 434MHz.(Escobar Altamirano & Jiménez León, 2005)

Este tipo de circuitería de recepción consta de varias ventajas para el procesamiento de los datos además tiene:

- Huella pequeña
- Bajo consumo de energía
- Bajo costo unitario
- Conexiones de visibilidad directa de hasta 1 kilómetro Configuraciones completamente programables Fácil instalación en campo
- Coexistencia con otras tecnologías; resistente a interferencias y obstáculos Punto a punto, difusión, sondeo, funciones de repetidor, topologías de red en malla
- Monitoreo de QoS en curso para tener comunicaciones confiables (Escobar Altamirano & Jiménez León, 2005)

3.2.7 Evaluación del prototipo en concurso de robótica ChasquisBots

El desempeño dentro de la competencia por parte de nuestro prototipo elaborado en el club de robótica ROBOFET de la facultad técnica para el desarrollo de la UCSG, ha sido satisfactorio en referencia a los prototipos de las distintas instituciones participantes del mismo torneo.

Se ha conseguido el tercer lugar en la categoría de batalla de una libra, siendo los dos primeros lugares, los prototipos diseñados por la institución ESPE Latacunga, actuales campeones de los torneos de robótica que se realizaron en el 2017 en las ciudades de Quito, Ambato, Latacunga y Guayaquil.

A continuación, se presentarán las imágenes del concurso de robótica “CHASQUIBOTS” realizado en la ciudad de Machachi,



Figura 3. 11: Homologación del Robot antes de la competencia
Elaborado por: Autor



Figura 3. 12: Participación en el primer encuentro
Elaborado por: Autor



Figura 3. 13: Tercera Batalla del WARBOT
Elaborado por: Autor



Figura 3. 14: Participación en el segundo enfrentamiento
Elaborado por: Autor

CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones.

- Según lo revisado y estructurado al principio del capítulo 3, se llega a la conclusión que para un diseño coherente y eficiente que cumpla los requisitos físicos y mecánicos para una competencia, es necesario conocer las reglas y requisitos de los concursos de robótica vigentes en el país.
- Los fundamentos teóricos son útiles al mejorar un sistema que cumpla características estandarizadas. Esto es necesario para que el prototipo sea eficaz y tenga buenos resultados.
- Para un diseño mecánico, es importante realizar dibujos técnicos o simulaciones del prototipo planteado en este trabajo, todo esto con el fin de que se llegue a un diseño elegante y sofisticado del mismo.
- Una vez terminado el prototipo, se ha participado en el último concurso de robótica realizado en la ciudad de Machachi, provincia de pichincha “CHASQUIBOTS”; para conocer y determinar los resultados del funcionamiento del robot en los diversos enfrentamientos. Todo esto nos ha enseñado que, en este tipo de robots, lo más importante son sus etapas de ataque y su estructura mecánica o chasis.

4.2 Recomendaciones.

- Para el mejor desempeño de un prototipo robótico es indiscutible que se necesitan hacer pruebas y mediciones físicas una vez acabado el

diseño. Es muy poco probable que un equipo robótico no requiera de una mejora o corrección de la versión que se ha desarrollado después de su implementación.

- En competencias de robots, siempre se presentan diversas variables o situaciones no previstas. El diseño mecánico, electrónico y sistemas de comunicación que se utilizan como control intermedio de estos tipos de robots tienen que tener en consideración estas situaciones al momento de diseñarlos.

- Cuando se trabajan con sistemas de comunicación por radio frecuencia, es indispensable tener en cuenta que el principal inconveniente de estos, son las interferencias o bloqueos en la comunicación. Se recomienda la correcta investigación de los parámetros del alcance o cobertura que tiene el transmisor de radio frecuencia en un medio ambiente de dimensiones muy amplias.

Bibliografía

- Bolaños, D. (2011). *Módulos de RF para radiocontrol*. Recuperado a partir de http://www.bolanosdj.com.ar/TEORIA/MODULOS_DE_RF.pdf
- Briones Izquierdo, W. A., & Muñoz Estupiñan, E. A. (2017). *Implementación de un robot WARBOT controlado por radio frecuencia y bluetooth para la categoría de mini batalla*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. Recuperado a partir de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/7685/1/T-UCSG-PRE-TEC-ITEL-183.pdf>
- Engineering, D. (2017). *Building a simple antweight R/C combat robot*. Recuperado a partir de https://www.dimensionengineering.com/appnotes/simple_robot/
- Escobar Altamirano, G., & Jiménez León, D. (2005). *Control Automático de Velocidad Vehicular*. México. Recuperado a partir de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/escobar_a_g/
- García Rodrigo, J., & Gregorio Morales, S. (2012). *Instalaciones de radiocomunicaciones: instalaciones de telecomunicaciones*. Madrid: Paraninfo.
- Gualli Cujilema, M. A., & Véliz Intriago, R. A. (2016). *Implementación de un Robot MegaSumo Radiocontrolado y Autónomo utilizando microcontroladores PIC*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. Recuperado a partir de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/6401/1/T-UCSG-PRE-TEC-ITEL-144.pdf>
- Hobbyking. (2017). *Turnigy L2210-1650 Bell Style Motor (250w)*. USA. Recuperado a partir de https://hobbyking.com/en_us/turnigy-l2210-1650-bell-style-motor-250w.html?__store=en_us

Jacome Guerreo, K. E. (2016). *Diseño e Implementación De Un Robot Móvil Soccer Utilizando La Tarjeta Arduino Nano Y Controlado Mediante Bluetooth*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil - Ecuador.

Luque Ordoñez, J. (2017). Espectro electromagnético y espectro radioeléctrico. Recuperado a partir de http://www.acta.es/medios/articulos/ciencias_y_tecnologia/062017.pdf

Mandado Pérez, E., Menéndez Fuertes, L. M., Fernández Ferreira, L., & López Matos, E. (2007). *Microcontroladores PIC: sistema integrado para el autoaprendizaje* (Vols. 1–MARCOMBO, S.A). Barcelona: MAR.

Modeltronic. (2017). *Batería Li-Po X-COPTER Power 11,1v 1.500 mAh*. Recuperado a partir de <http://www.modeltronic.es/bateria-li-po-x-copter-power-111v-1500-mah-descarga-40c-t-dean-p-20120.html?osCsid=ee29b42e5a060d7b95e1023894aab3d0>

Olivares, J. C. (2009). *E-RedING ETSI*. Recuperado a partir de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11761/fichero/Volumen1%252F6-Cap%C3%ADtulo2+-+Redes+inal%C3%A1mbricas+de+%C3%A1rea+personal+%28WPAN%29.pdf>

Pololu. (2018). *50:1 Micro Metal Gearmotor HP 6V*. Recuperado a partir de <https://www.pololu.com/product/998>

Quinde Llerena, J. L., & Ulloa Patiño, L. D. (2012). *Diseño y construcción de dos Robots tipo Warbot*. Recuperado a partir de <https://dSPACE.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6849/1/UPS-GT000656.pdf>

Ramón Ramírez, L. (2015). *Sistemas de Radiocomunicaciones*. Paraninfo.

Saha, S. K. (2011). *Introducción a la Robótica*. España: McGraw-Hill España.
Recuperado a partir de
<https://library.biblioboard.com/content/22dd048b-ff4b-416a-82de-376bc569b8fa>

Salazar, J. (2017). *REDES INALÁMBRICAS*. Recuperado a partir de
https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/100918/LM01_R_E_S.pdf

San Román Castillo, E. G., Castillo Aranibar, P. R., Sotomayor Polar, M. G., Gonzales Fuentes, L. V., & Zenteno Bolaños, E. (2014). *Aplicaciones y Teoría de Ingeniería de Microodas* (Primera).

Santiago Espinoza, F. (2012). *LOS MICROCONTROLADORES AVR DE ATMEL*.

Valdés Pérez, F. E., & Pallás Areny, R. (2007). *MICROCONTROLADORES: FUNDAMENTOS Y APLICACIONES CON PIC*. MARCOMBO S.A.
Recuperado a partir de
<https://books.google.com.ec/books?id=ODenKGOHMRkC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>

Vera Arzube, L. R. (2016). *Implementación de un robot de batalla de 1 lb y desarrollo de una aplicación en App Inventor para controlarlo utilizando comunicación inalámbrica bluetooth*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. Recuperado a partir de
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/6406/1/T-UCSG-PRE-TEC-ITEL-149.pdf>



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Hernández Lucas, Gabriela Stefanie** con C.C: # 0923811400 autora del Trabajo de Titulación: **Análisis y diseño de sistemas controladores mediante comunicación RC para aplicación en WARBOTS**, previo a la obtención del título de **INGENIERA EN TELECOMUNICACIONES** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 6 de Marzo de 2018

f. _____
Nombre: Hernández Lucas, Gabriela Stefanie
C.C: 0923811400

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

| | | | |
|---|--|---|----|
| TÍTULO Y SUBTÍTULO: | Análisis y diseño de sistemas controladores mediante comunicación RC para aplicación en WARBOTS. | | |
| AUTOR(ES) | HERNÁNDEZ LUCAS, GABRIELA STEFANIE | | |
| REVISOR(ES)/TUTOR(ES) | M. Sc. MIGUEL A. HERAS SÁNCHEZ | | |
| INSTITUCIÓN: | Universidad Católica de Santiago de Guayaquil | | |
| FACULTAD: | Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo | | |
| CARRERA: | Ingeniería en Telecomunicaciones | | |
| TÍTULO OBTENIDO: | Ingeniero en Telecomunicaciones | | |
| FECHA DE PUBLICACIÓN: | 06 de Marzo de 2018 | No. DE PÁGINAS: | 78 |
| ÁREAS TEMÁTICAS: | Microprocesadores, Sistemas Microcontroladores, Comunicaciones Inalámbricas | | |
| PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS: | ELECTRÓNICA, MICROCONTROLADORES, RADIOCOMUNICACIÓN, SABERTOOTH, ROBOCLAW, WARBOT | | |
| RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras): Cada año en nuestro país se vienen realizando diferentes concursos de robótica que llaman la atención de los estudiantes de las diferentes universidades. El club de robótica "ROBOFET" de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil gracias a los aportes realizados por los trabajos de titulación, tutorías y por contribución de los estudiantes ha podido participar en las diferentes categorías de estos concursos. El análisis y desarrollo de sistemas de controladores mediante comunicación en RC para WARBOTS que se expuso en el presente trabajo como aporte para el club de robótica tuvo un método de investigación exploratoria en el cual se buscó información con validez y que se aplicó en la realización del proyecto, una investigación descriptiva de los elementos, también se llevó a cabo el método experimental con el cual se comprobó el funcionamiento y los elementos que se emplearon en la construcción del robot para poder corregir en un determinado tiempo los posibles errores a presentarse. | | | |
| ADJUNTO PDF: | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO | |
| CONTACTO CON AUTOR/ES: | Teléfono: +593-9-58859703 | E-mail: gabistef05-29@hotmail.com | |
| CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE | Nombre: Palacios Meléndez Edwin Fernando | | |
| | Teléfono: +593-9-68366762 | | |
| | E-mail: edwin.palacios@cu.ucsg.edu.ec | | |
| SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA | | | |
| Nº. DE REGISTRO (en base a datos): | | | |
| Nº. DE CLASIFICACIÓN: | | | |
| DIRECCIÓN URL (tesis en la web): | | | |